

**T.C.
ORMAN VE SU İŞLERİ BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ**

**T.C.
Orman ve Su İşleri
Bakanlığı**



**ATIKSU ARITMA TESİSLERİ
NORM REHBERİ**

2013

**T.C.
ORMAN VE SU İŞLERİ BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ**



**ATIKSU ARITMA TESİSLERİ
NORM REHBERİ**

Hazırlayanlar

**Prof. Dr. İsmail KOYUNCU
Prof. Dr. İzzet ÖZTÜRK
Prof. Dr. Ali Fuat AYDIN
Prof. Dr. Kadir ALP
Doç. Dr. Osman A. ARIKAN
Doç. Dr. Güçlü H. İNSEL
Y. Doç. Dr. Mahmut ALTINBAŐ
Arife ÖZÜDOĞRU**

Düzenleyenler

**Dr. Yakup KARAASLAN
Tuğba Canan OĞUZ**

2013

İÇİNDEKİLER

1	ATIKSU ARITMA TESİSLERİNİN SAĞLAMASI GEREKEN ŞARTLAR	1
1.1.	GENEL ŞARTLAR	1
1.2.	TASARIM İLE İLGİLİ ŞARTLAR	1
1.3.	İNŞAAT İLE İLGİLİ ŞARTLAR	2
1.3.1.	Genel Şartlar	2
1.3.2.	Boyut Toleransları	2
1.3.3.	Betonarme Tekerlek Yolu	3
1.3.4.	Donanım ve Yapılar Arasındaki Bağlantı ve Sabitleme	3
1.3.5.	Erişim	4
1.3.6.	Bina Havalandırması	4
1.3.7.	Su Temini ve Tahliyesi	4
1.3.8.	Kaldırma Aracı	4
1.3.9.	Tehlikeli Kimyasal Maddeler ve Yakıtlar İçin Depolama	5
1.4.	DONANIM İLE İLGİLİ GENEL ŞARTLAR	5
1.4.1.	Mekanik Tasarım Kuralları	5
1.4.2.	Genel Tasarım Şartları	7
1.4.3.	Çevresel Etkiler	11
1.4.4.	Güvenlik	12
1.4.5.	Dokümantasyon	12
1.4.6.	Yedek Parçalar ve Özel Aletler	12
1.5.	TESTLER	13
1.5.1.	İşlev ve Performansa Yönelik Test	13
1.5.2.	Beton Yapıların Sızdırmazlık Deneyi	13
1.5.3.	Toprak Havuzların Sızdırmazlık Deneyi	13
1.5.4.	Diğer Yapıların ve Donanımın Sızdırmazlık Deneyi	13
1.6.	ATIKSU ARITMA TESİSLERİ STATİK VE MİMARİ PROJELERİ	13
1.6.1.	Statik Projeler	13
1.6.2.	Mimari Projeler	14
2	IZGARA VE ELEKLER	15
2.1.	IZGARA VE ELEKLER İÇİN TASARIM KRİTERLERİ	15
2.2.	EĞİMLİ ÇUBUK IZGARALAR İÇİN NORMLAR	15
2.3.	DİK ÇUBUK IZGARALAR İÇİN NORMLAR	15
2.3.	İZİN VERİLEN İNŞAAT TOLERANSLARI	18
2.4.	GÜVENLİK TEKNOLOJİSİ	18
2.5.	İNŞAATLAR İÇİN GEREKLİ ŞARTLAR	18
2.6.	ÖLÇÜM VE KONTROL TEKNOLOJİSİ	19
2.7.	İNŞAAT VE EKİPMAN GENEL PRENSİPLERİ	19
3	POMPA İSTASYONLARI	20
3.1	POMPA İSTASYONLARI İÇİN TASARIM KRİTERLERİ	20
3.2.	GENEL BEKLENTİLER	27
3.2.1.	Yapısal Tasarımda Dikkat Edilecek Hususlar (Normlar)	27
3.2.2.	Mekanik ve Elektriksel Tasarımda Dikkat Edilecek Hususlar	29

3.2.3. İşletmeye Almada Dikkat Edilecek Hususlar.....	32
4 KUM VE YAĞ TUTUCULAR	33
4.1 KUM VE YAĞ TUTUCULAR İÇİN TASARIM KRİTERLERİ.....	33
4.2. KUM TUTUCULAR İÇİN GENEL ŞARTLAR	35
4.2.1. İzin Verilen İnşaat Toleransları	36
4.2.2. Güvenlik Teknolojisi	36
4.2.3. İnşaat için Gerekli Şartlar.....	36
4.2.4. Teknik Ekipman için Gerekli Şartlar.....	37
4.2.5. Malzemeler	37
4.3. EMME TERTİBATLI DİKDÖRTGEN KUM TUTUCULAR İÇİN NORMLAR.....	37
4.4. SIYIRICI TERTİBATLI DİKDÖRTGEN KUM TUTUCULAR İÇİN STANDART NORMLAR	37
5 DEBİ ÖLÇÜMÜ VE DENGELEME.....	40
5.1. PARSHALL SAVAKLARI	40
5.2. DENGELEME.....	41
6 ÖN ÇÖKELTİM HAVUZLARI	42
6.1. ÖN ÇÖKELTİM HAVUZLARI İÇİN TASARIM KRİTERLERİ.....	42
6.2. ÇAMUR SIYIRICILI DAİRESEL ÇÖKELTİM HAVUZLARI.....	43
6.3. POMPA İLE EMME TERTİBATLI DİKDÖRTGEN ÇÖKELTİM HAVUZLARI.....	43
6.4. HAREKETLİ KÖPRÜYE BAĞLI ÇAMUR SIYIRICILI DİKDÖRTGEN ÇÖKELTİM HAVUZLARI	43
6.5. POMPA İLE ÇAMUR EMME TERTİBATLI DİKDÖRTGEN ÇÖKELTİM HAVUZLARI	43
6.6. BANT SIYIRICILI DİKDÖRTGEN ÇÖKELTİM HAVUZLARI	43
6.7. ÖN ÇÖKELTİM HAVUZLARINDA GİRİŞ VE ÇIKIŞ YAPILARI	50
6.7.1. Ön Çökeltim Havuzlarında Giriş Yapıları	50
6.7.2. Ön Çökeltim Havuzlarında Çıkış Yapıları.....	51
6.7.3. Ön Çökeltim Havuzu Savak ve Dalgıç Perdesi.....	53
7 SON ÇÖKELTİM HAVUZU GİRİŞ VE ÇIKIŞ YAPILARI.....	57
7.1. TASARIM KRİTERLERİ.....	57
7.2. YAPISAL TASARIM VE NORMLAR	57
7.2.1. Giriş Yapısı	58
7.2.2. Savak Sistemi	59
7.2.3. Çamur ve Köpük Toplama Sistemi	60
8 AKTİF ÇAMUR SİSTEMLERİ.....	63
8.1. GENEL ŞARTLAR	63
8.2. HAVA PAYLARI (ABD ON EYALET STANDARTLARI, 2004)	63
8.3. KARIŞTIRMA İHTİYACI	63
8.4. ÇAMUR GERİ DEVRİ	64
8.5. İÇSEL GERİ DEVİR.....	65
8.6. FAZLA ÇAMUR.....	65
8.7. MEKANİK HAVALANDIRMA İLE OKSİJEN TRANSFERİ (MUELLER VE DİĞ., 2002)	65
8.8. BASINÇLI HAVALANDIRMA İLE OKSİJEN TRANSFERİ (ATV-265E, MUELLER VE DİĞ., 2002)	66
8.9. HAVALANDIRMA HAVUZLARI TASARIMI.....	66

9	LAGÜNLER	68
9.1.	LAGÜNLER İÇİN TASARIM KRİTERLERİ	68
9.2.	YAPISAL TASARIMLAR VE NÖRMLAR	68
9.2.1.	Çökeltim Lagünleri	69
9.2.2.	Stabilizasyon Lagünleri	69
9.2.3.	Havalandırılmalı Lagünler	69
9.2.4.	Olgunlaştırma Havuzları	70
9.2.5.	Taban Sızdırmazlığı	70
9.2.6.	Kenar Seddeleri	71
9.2.7.	Atıksu Deşarji	71
10	BİYOFİLM SİSTEMLERİ	72
10.1.	BİYOFİLM SİSTEMLERİ İÇİN TASARIM KRİTERLERİ	72
10.2.	DAMLATMALI FİLTRELERİN YAPISAL TASARIM VE NÖRMLERİ	73
10.2.1.	İnşaa ve Malzeme Seçimi	75
10.2.2.	İzin Verilebilen İnşaat Toleransları	76
10.2.3.	Güvenlik Kontrolü	76
10.2.4.	Teknik Ekipman İÇİN Gereklilikler	76
10.2.5.	İşletme ve Bakım	77
10.2.6.	Son Çökeltim Tankının Şekli ve Tasarımı	77
10.3.	DÖNER BİYODİSKLER İÇİN TASARIM KRİTERLERİ	77
10.4.	DÖNER BİYODİSKLERİN YAPISAL TASARIM VE NÖRMLERİ	78
11	FİLTREASYON	80
11.1.	FİLTREASYON İÇİN TASARIM KRİTERLERİ VE NÖRMLER	80
12	DEZENFEKSİYON	81
12.1.	UV İŞİNİMİ İÇİN TASARIM KRİTERLERİ VE NÖRMLER	81
12.2.	OZONLAMA İÇİN TASARIM KRİTERLERİ VE NÖRMLER	82
12.3.	KLORLAMA İÇİN TASARIM KRİTERLERİ VE NÖRMLER	83
12.4.	MEMBRAN FİLTREASYONU İÇİN TASARIM KRİTERLERİ VE NÖRMLER	85
12.4.1.	Aktif Çamur Prosesinin Biyolojik Kısmıyla Birleştirilen Mikro/Ultrafiltrasyon	86
12.4.2.	Son Çökeltimle Birleştirilmiş Mikro/Ultrafiltrasyon	86
12.5.	OLGUNLAŞTIRMA HAVUZLARI	86
13	YOĞUNLAŞTIRMA	HATA! YER İŞARETİ TANIMLANMAMIŞ.
13.1.	YOĞUNLAŞTIRICI İÇİN YAPISAL TASARIM VE NÖRMLER	87
14	HAVASIZ ÇAMUR ÇÜRÜTME	88
14.1.	ÇAMUR ÇÜRÜTÜCÜLER İÇİN TASARIM KRİTERLERİ	88
14.2.	ÇÜRÜTME TANKI ŞEKİLLERİ	88
14.3.	İNŞAAT VE MONTAJLA İLGİLİ HUSUSLAR	90
15	MEKANİK ÇAMUR SUSUZLAŞTIRMA YÖNTEMLERİ	94
15.1.	DEKANTÖR/SANTRİFÜJ SİSTEMLER İÇİN TASARIM KRİTERLERİ	95

15.2. BELT PRESLER İÇİN TASARIM KRİTERLERİ	95
15.3. FİLTRE PRESLER İÇİN TASARIM KRİTERLERİ	96
16 YERİNDE ARITMA SİSTEMLERİ	97
16.1. İki VEYA ÜÇ BÖLMELİ DAİRESEL TANKLAR (DIN 4264-1) İÇİN TASARIM KRİTERLERİ VE NORMLAR.....	97
16.2. SEPTİK TANKLAR (DIN EN 12566-1) İÇİN TASARIM KRİTERLERİ VE NORMLAR	98
16.2.1. Dolgu Malzemesi Yüğü	100
16.2.2. Hidrostatik Yüğü	101
16.2.3. Dinamik Yüğü	101
16.3. SIZDIRMA YATAKLARI İÇİN TASARIM KRİTERLERİ VE NORMLAR (EPA/625, 2002).....	102
16.3.1. Septik Çamur Transfer (Kabul) İstasyonu	103
16.4. YAPAY SULAK ALANLAR (ATV A 262E, 1998) İÇİN TASARIM KRİTERLERİ VE NORMLAR:....	109
KAYNAKLAR	110

1 ATIKSU ARITMA TESİSLERİNİN SAĞLAMASI GEREKEN ŞARTLAR

Bu bölümde, atıksu arıtma tesislerinin sağlanması gereken genel, tasarım, inşaat ve donanım ile ilgili şartlar özetlenmiştir (DIN EN 12255-1).

1.1. Genel Şartlar

Atıksu arıtma tesisleri aşağıdaki genel şartları sağlamalıdır:

- İlgili ulusal mevzuat sağlanmalıdır.
- Deşarj standartları sağlanmalıdır.
- Bütün debilerde, istenen arıtma şartları elde edilebilmelidir.
- Çalışanların güvenliği sağlanmalıdır.
- Koku, gürültü ve toksisite, aerosoller ve köpük gibi rahatsızlık veren hususlarla, ilgili şartlara uyulmalıdır.
- Çalışan personele yönelik tehlikeler en aza indirilmelidir.
- Uzun dönem yapısal ve mekanik tesisat servis ömrü şartları sağlanmalıdır.
- Bütün yapılarda sızdırmazlık sağlanmalıdır.
- İşletme ve bakım için gerekli önlemler alınmalıdır.
- Tesisin gelecekteki gelişmesi ve genişletilmesi için gerekli önlemler alınmalıdır.
- Tesis güvenliği en üst seviyede olmalı, riskler ve arızalar azaltılmalıdır.
- Tesisin ilk yatırım ve işletme maliyeti kabul edilebilir değerlerde olmalıdır.
- İnşaat ve işletme esnasında, enerji tüketimi izlenmelidir.
- Atık malzemelerin tekrar kullanılacakları veya güvenli bir şekilde bertaraf edilebilecekleri ortamlar hazırlanmalıdır.
- Atık miktarları mümkün olduğunca azaltılmalıdır.
- Ortama zarar vermeyecek şekilde atık nitelikleri iyileştirilmelidir.

1.2. Tasarım ile İlgili Şartlar

Bir atıksu arıtma tesisinin tasarımı esnasında, aşağıdaki genel şartların dikkate alınması gerekmektedir (DIN EN 12255-1).

- Arıza yapabilecek mekanik ekipmanlar (pompalar veya kompresörler gibi) yedekli olarak teçhiz edilmelidir.
- Yedek donanımın kurulumunun mümkün olmadığı durumlarda, stokta tutulan bir yedeği ile hızlıca değiştirilebilmesi için gerekli tedbirler alınmalıdır.
- Bakım onarım sırasında, devreye girebilecek paralel birimler olmalı veya kanal/boru hattı ile yedeklenmesi mümkün olmalıdır.
- Arıtma tesisi girişlerindeki debiyi sınırlandırmak için uygun bir tertibat olmalıdır (Dengeleme tankları bu maksatla kullanılabilir).
- Enerjide uzun süreli kesinti olduğunda, acil durum güç üniteleri veya arıza sırasında yeterli enerjiyi karşılayabilecek eş değer bir tesisat olmalıdır (Örneğin mevcut taşınabilir bir güç kaynağına kolaylıkla bağlantı sağlayabilen düzenek gibi).

- Acil durum güç kaynağı, en azından ölçme ve kontrol sistemi, pompalar ve havalandırma ekipmanları için gerekli olan enerjiyi sağlayabilmelidir.
- Enerji kesintisinden sonra arıtma tesisi tekrar çalıştığına, arıtma tesisinin normal çalışma moduna otomatik olarak geçmesine imkân verecek şekilde bir tasarım yapılmalıdır.
- Her bir birimden numune alabilecek gerekli tertibat kurulmalıdır.
- Tasarım, etkili bir işletme için gerekli tüm bilgileri (debiler, seviyeler, basınçlar, sıcaklıklar, çözünmüş oksijen konsantrasyonu, pH değerleri ve diğer konsantrasyonlar vb.) içermelidir.
- Tasarım; temizlik, bakım ve onarım gibi faaliyetlerin kolay ve güvenli bir şekilde gerçekleştirilebilmesine imkân vermelidir.
- Arıza durumları ve acil haller için gerekli önlemler alınmalıdır.

1.3. İnşaat ile İlgili Şartlar

1.3.1. Genel Şartlar

Yapılacak bütün yapılar; işletme, bakım ve onarım sırasında,

- Donanımın sebep olduğu su basınçları ve dinamik kuvvetler vb. yükleri taşıyabilmelidir.
- Atıksudan, çamurdan, hava ve gaz bileşenlerinden, sıcaklıktan ve sıcaklık değişimlerinden kaynaklanan kimyasal ve biyolojik zararlı etkilere karşı dirençli olmalıdır.
- Taşkınlara karşı korumalı olmalıdır.

1.3.2. Boyut Toleransları

Mekanik donanımın düzgün çalışabilmesi için bulunması gereken yapıların boyutlarına ilişkin izin verilen toleranslar belirli standartlarda olmalıdır. **TS EN 12255-1 standardında izin verilen yapısal toleranslar Tablo 1.1 'de verilmiştir.**

Tablo 1.1. Yapısal toleranslar

Dairesel Tank		
<i>Sıyırıcı dairesel tank</i>	<i>Tankın iç çapı</i>	$\pm 0,03$ m
	<i>Tank tabanının yükseltisi</i>	$\pm 0,03$ m
<i>Yan duvar üzerinde hareket eden köprülü sıyırıcı dairesel tank (tekerlek yolu)</i>	<i>Tankın iç çapı</i>	$\pm 0,03$ m
	<i>Tank tabanının yükseltisi</i>	$\pm 0,03$ m
	<i>Tekerlek yolunun iç ve dış çapı</i>	$\pm 0,03$ m
Dikdörtgen Tank		
	<i>Yan duvarların ve tekerlek yollarının orta ekseninden uzaklığı</i>	$\pm 0,02$ m

<i>Tekerlek yollarının birbirlerinden uzaklığı</i>	$\pm 0,02$ m
<i>Yan duvarların birbirlerinden uzaklığı</i>	$\pm 0,02$ m
<i>Yanal alt yüzey</i>	$\pm 0,02$ m
<i>Tekerlek yollarının 4 m mesafedeki seviyeleri</i>	$\pm 0,02$ m
<i>Sadece emiş tipli sıyrıcı ve diğer dönmeyen sıyrıcılar için tankın derinliği (tabandan tekerlek yoluna kadar)</i>	$\pm 0,02$ m

1.3.3. Betonarme Tekerlek Yolu

Bu konuda aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

- Tekerlek yolları çizimlerle gösterilmelidir.
- Tekerlek yolları yatay, paralel ve tümseksiz olmalıdır.
- Tekerlek yollarını, sıkıştırma ve kesme kuvvetleri ile don ve buz çözücü tuzun etkilerine karşı sağlamlaştırmak için betonun kalitesine ve yerleştirilmesine ilişkin özel şartlar sağlanmalıdır.
- Betonun basınç dayanımı 35 N/m^2 'den az olmamalıdır. Duvar tepesindeki donatıyı kaplayan betonun örtü kalınlığı, buz çözücü tuza maruz kalınan durumlarda normalden en az 1 cm daha fazla olmalıdır.
- Tekerleklerdeki en yüksek basınç, lastik tekerlerde $2,5 \text{ MN/m}^2$ ve poliüretan tekerlerde $5,0 \text{ MN/m}^2$ olacak şekilde sınırlandırılmalıdır.
- Tekerlekler poliüretan olduğunda, beton yollar çelik plakalarla veya uygun diğer bir malzeme ile korunmuş olmalıdır.

1.3.4. Donanım ve Yapılar Arasındaki Bağlantı ve Sabitleme

Bu konuda aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

- Yapılar arasında ve yapılarla donanım arasındaki (boru hatları gibi) farklı yerleşme olasılıkları dikkate alınmalıdır.
- Donanımın kendisinde veya yapılarla olan bağlantılarında yeterince esnek bağlantı elemanları kullanılmalıdır.
- Donanımın monte edilmesinde, yapının kendi takviyelerinden faydalanılmamalıdır.
- Değişik metallerin birbirleriyle temas halinde olduğu yerlerde, galvanik etkiyle oluşacak korozyonu engellemek için önlemler alınmalıdır.

- Metal bağlantıların, yapının takviyeleriyle elektrik temasının bulunabileceği yerlerde, dişli çubuğa sahip kimyasal ankraj gibi uygun elektrik yalıtımı sağlanmalıdır.

1.3.5. Erişim

Bu konuda aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

- İzleme ve denetim, işletme, hizmet, temizlik ve bakım onarıma imkân sağlamak için yollar, geçitler, köprüler, basamaklar ve bunlara benzer güvenli erişimler sağlanmalıdır.
- Donanımın kolaylıkla değiştirilebilmesini sağlamak için yeterli açıklıklar bırakılmalıdır.
- Bakım ve onarım noktalarının yeri, kötü hava koşullarında ve diğer tehlikelerde (örneğin, gazlar, buharlar, çamur, yağ ve gres ile ortamlarda çalışılması gibi) ve çökme, sıkışma ve kayma durumunda müdahaleye izin vermelidir.
- Binalar ve girişler, bütün donanımın kolay bir şekilde kurulmasına ve sökülmesine, bakım ve onarım işlemlerine ve bunların yer değiştirmesi için yeterli büyüklükte olmalıdır.
- Yetkisiz kişilerin binalara girişini engellemek için uygun önlemler alınmalıdır.

1.3.6. Bina Havalandırması

Kapalı odalarda, nemli ortam şartlarının ve kirli havanın bulunma olasılığı ile patlama riskleri, AAT Tasarım Rehberi Bölüm15 (DIN EN 12255-10 ve TS EN 12255-10)'e göre dikkate alınmalıdır. Yeterli havalandırma (DIN EN 12255-9 ve TS EN 122255-9'a uygun olarak) sağlanmalıdır. Gerektiğinde, donmaya karşı koruma sağlanmalıdır.

1.3.7. Su Temini ve Tahliyesi

Bu konuda aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

- Su ile temizlemenin gerekli olduğu durumda, bir su sistemi kurulmalıdır (Bu amaçla tercihen proses suyu kullanılabilir).
- Proses suyunun içme suyu şebekesini kirletmemesi için uygun tedbirler alınmalıdır.
- Yıkama suyu olarak kullanılacak proses suyunun kalitesi, mevcut ilgili ulusal mevzuata uygun olmalıdır (Bu durum özellikle basınçlı su kullanıldığında önemlidir).
- Taşmaya, sızıntıya veya temizlemeye bağlı olarak su birikmesi oluşacak yerlerde uygun tahliye sistemi kurulmalıdır.
- Böyle yerlerde, zeminler tamamen kaplanmalı ve suyun toplanarak, cazibeyle veya pompa ile tahliye edildiği bir çukura doğru eğimlendirilmelidir.
- Bütün tanklar tahliyeye imkân verecek şekilde imal edilmelidir.

1.3.8. Kaldırma Aracı

Bütün donanımın her türlü bakım, onarım ve yer değiştirme işlerine imkân verecek şekilde bir kaldırma aracı tedarik edilmeli veya gerekli düzenlemeler yapılmalıdır.

1.3.9. Tehlikeli Kimyasal Maddeler ve Yakıtlar İçin Depolama

Bu konuda aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

- Tehlikeli sıvı kimyasal maddelerin veya yakıtların depolanacağı veya taşınacağı yerlerde, sızıntı durumunda çevreye olumsuz etkisini önlemek için düzenlemeler yapılmalıdır.
- Ulusal mevzuat ve ilgili standartlar (DIN EN 12255-10 ve TS EN 12255-10)'daki şartlar dikkate alınmalıdır.
- Gerekli emniyet tedbirleri (örneğin, çift duvarlı tank, taşma havuzu, sızıntı algılayıcıları gibi) depolanacak hacimlere ve muhtemel risklere bağlı olarak belirlenmelidir.
- Birbirleriyle etkileşimleri sonucunda tehlikeli karışımlar oluşturabilecek veya diğer tankların malzemelerine zarar verebilecek kimyasal maddeleri ihtiva eden tanklar tek bir tahliye tertibatını kullanmamalıdır.

1.4. Donanım İle İlgili Genel Şartlar

1.4.1. Mekanik Tasarım Kuralları

Donanımın kullanımı ve şartları belirtilmelidir. Genel bir açıklama ve aşağıdaki bilgiler sağlanmalıdır:

- Fiziksel yükler (Trafik yükleri, rüzgar yükleri, kar yükleri, işletme yükleri ve hareketli yükler gibi)
- Sıvı yükleri (Tasarım yükü, en fazla yük, alarm yükü gibi)
- Taşıma gücü (Sürekli yüke dayanma kapasitesi, en fazla yüke dayanma kapasitesi gibi)
- Kullanım faktörü, KA
- EN 60034-1'e göre işletme modu
- EN 60529'a göre mahfazalarla (IP kodu) sağlanmış koruma derecesi: Su seviyesinin üzerine yerleştirilmiş ancak su jeti çıkışının olabileceği yere yakın bir yerde konumlanmış bütün dişliler ve miller su püskürmesine karşı EN 60529 IP 54 sınıfına göre, doğrudan su jetleri ile temizlenecek bütün dişliler ve miller EN 60529 IP 55 sınıfına göre, suyun içinde daldırılmış halde bulunan bütün dişliler ve miller EN 60529 IP 67 sınıfına göre korunmalıdır.

Hizmet ömrü sınıfları: Tasarım hizmet ömrü, hizmet ömrü sınıflarına ayrılır (Tablo 1.2).

Tablo 1.2. Tasarım hizmet ömrü

		Hizmet Ömrü				
		1	2	3	4	5
Tasarım hizmet ömrü, saat		Tanımlanmamış	10.000	20.000	50.000	80.000

Atıksu arıtma tesislerinin donanımının sorunsuz çalışmasını sağlamak için (örneğin döner rulmanlar, kayar rulmanlar, dişliler, zincirler, halatlar ve kasnak kayışları, kavrama ve fren balataları gibi) değişken yüklere maruz kalan parçaların hizmet ömürleri için farklı şartlar belirtilmiştir. Hizmet ömrü sınıfı seçiminde, gerçek yük dikkate alınmalıdır. Bu yükün tasarım yükünden farklılık gösterebileceği unutulmamalıdır.

Makine parçalarının hizmet ömrü hesaplamaları, standartlarda ve ilgili teknik kitaplarda verilmiştir. Bu hesaplamalarda en önemli faktör yük grafiğinin zamanın bir fonksiyonu olmasıdır. Bir makine parçasının tasarım hizmet ömrünü belirlemek için yapılan hesaplama işlemi, ilgili işletme faktörlerini de içeren anma yüküne dayanmaktadır.

Gerekli tasarım hizmet ömrü, DIN EN 12255'in diğer bölümlerine ilâve edilmiş gerekli hizmet ömrü sınıfından elde edilebilir. Bu hizmet ömrü sınıflarının derecelendirilmesini de içeren ayrıntılı bilgiler Tablo 1.3'de verilmiştir. Donanımın tipine bağlı olarak, etkin yükleme anma yükünden daha az olabilir. Dolayısıyla, sadece bu sebepten dolayı etkin hizmet ömrü tasarım hizmet ömründen daha uzun olabilir.

Bu parametreler, motorların ve diğer elektrikli bileşenlerin çalışması üzerindeki etkilere ilişkindir. Bu parametreler, ilgili birimin bileşenlerinin karşılaması gereken şartlara uyulması için seçilmiştir. Bu durum, ilgili diğer şartları geçersiz kılmamaktadır.

Örnek: Sıyırıcıların tahrik mekanizmaları, anma yükünde (bütün temel yükler etkin olduğundaki tekerleğin dönme direncine karşılık gelen) nadiren yüklenirler. Bu sebeple, böyle bir donanımın etkin hizmet ömrü Tablo 1.3'de verilen 20000 saat değerinin bir katı olarak kabul edilebilir. Ancak bir sıyırıcı anma yüküne yakın bir değerde sürekli çalıştırılırsa, buna karşılık gelen daha yüksek bir hizmet ömrü sınıfı üzerinde mutabakata varılabilir.

Fazla yüklemeye maruz kalan ızgaralar gibi, çalıştırıldıkları ortalama yükleri anma yüklerine yakın seviyede olan, diğer donanımın tasarım hizmet ömrü değerlendirilirken bunların nispeten daha kısa olan çalıştırılma süreleri dikkate alınmalıdır. Bu donanım sürekli çalıştırılma esnasında yüklenmişse, buna karşılık gelen daha yüksek bir hizmet ömrü sınıfı kararlaştırılmalıdır.

Not: Belirli donanım ile ilgili olarak ilâve bilgiler, DIN EN 12255-3, DIN EN 12255-8, DIN EN 12255-13, DIN EN 12255-14 ve DIN EN 12255-16 standartlarında belirtilmiştir. İlgili diğer mevzuat ve standartlar (örneğin vinçler için) dikkate alınmalıdır.

Tablo 1.3. Makine parçalarının hizmet ömrü sınıfları ve tasarım ömürleri

Hizmet ömrü sınıfı	Tasarım hizmet ömrü, saat	Yükler				Muhtemel örnekler
		Yükün derecesi	Açma aralığı süresi	Yükleme	Hız	
1	-	Önemsiz	Kısa	Kısa	Düşük	Kabı hareket ettiren döndürme

						<i>mekanizması</i>
2	<i>10.000</i>	<i>Düşük</i>	<i>Kısa</i>	<i>Orta</i>	<i>Herhangi bir hız</i>	<i>Izgaralar</i>
			<i>Orta</i>	<i>Yüksek</i>	<i>Herhangi bir hız</i>	<i>Izgaralar</i>
3	<i>20.000</i>	<i>Normal</i>	<i>Uzun</i>	<i>Orta</i>	<i>Herhangi bir hız</i>	<i>Sıyırıcıları döndüren tekerlek</i>
4	<i>50.000</i>	<i>Yüksek</i>	<i>Uzun</i>	<i>Uzun</i>	<i>Herhangi bir hız</i>	<i>Yüzey havalandırıcıların tahrik birimleri, döner dağıtıcıların rulmanları</i>
5	<i>80.000</i>	<i>Çok yüksek</i>	<i>Uzun</i>	<i>Uzun</i>	<i>Herhangi bir hız</i>	<i>Özellikle yüksek yükler veya özel kurulum şartları altında, hizmet ömrü sınıfı 4 olanlar</i>

1.4.2. Genel Tasarım Şartları

a) Yürüme yolları, merdivenler, platformlar ve ızgaralar

Yürüme yollarının yük taşıma kapasitesi, tasarım trafik yükünden bağımsız olarak, en az 3,5 kN/m² olmalıdır. Ayrıca, bir yürüme yolunun en büyük eğimi 10 mm'yi veya açıklığın 1/200'ünü aşmamalıdır.

b) Örtüler, takım açıklıkları, temizleme açıklıkları

Örtülerin, takım açıklıklarının ve temizleme açıklıklarının tasarımı ve düzenlemesi tesisin işletme şartları ile uyumlu olmalıdır. Açıklıklara istem dışı kapanmayacak emniyet kapakları takılmalıdır. Sık müdahale gereken yerlerde kapaklar kolay açılır kapanır olmalıdır.

c) Yaylı motorlu kablo makaraları

Kablo makaraları için kullanılan yaylı motorlar sadece kullanım sayısının yılda 1000 adedi ve yol uzunluğunun 30 m'yi geçmediği durumlarda kullanılabilir.

d) Pompalar ve boru hatları

Bu konuda aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

- Bütün pompalar ortama ve ortamın niteliğine uygun olmalıdır.
- Pompalar, DIN 809 ve DIN 752-6'ya uygun olmalıdır. Boruların ve pompaların en küçük anma çapı taşınan ortama uygun olarak belirtilmelidir.
- Su ve kum karışımları veya çamur taşıyorsa en küçük anma çapı genellikle DN 80'e uygun olmalıdır.
- Tesisin giriş kısmında öğütme veya ızgara sistemi bulunuyorsa veya tıkanma riski yoksa daha küçük anma çaplarına da izin verilebilir.

- Aksi belirtilmedikçe, pompaların her birine ayırma ve kontrol vanaları takılmalıdır.
- Pozitif yer değiştirme pompalarına sıvı akışının olmadığını tespit etmek ve zararı önlemek için bir dedektör ve basınç regülatörü takılmalıdır.
- Ayırma ve kontrol vanaları kapalı konumdayken sızdırmaz olmalı ve taşınan ortam ve onun durumuna (örneğin basınç, sıcaklık, bileşim gibi) uygun olmalıdır.
- Aksi belirtilmedikçe, vanalar açık konumdayken akışa karşı herhangi bir iç engel oluşturmamalıdır.
- Boru hatlarından kaynaklanan kuvvetler ve titreşimler tasarımda dikkate alınmalıdır.
- Donmanın atıksu arıtma tesisinin çalışmasına zarar verebileceği veya çalışmasını engelleyebileceği veya ısı kayıplarının en aza indirilmesi gereken durumlarda, tanklar ve boru hatları ısı olarak yalıtılmalı ve gerekirse yeraltı boru hatları dona karşı korunmalıdır.
- Atıksu, çamur veya çürütücü gaz taşıyan boru hatları için, boru konumlanması, profil ve akış hızı, çökeltme (gaz veya hava borularında yoğunlaşma ile birikme) ve gaz birikmesini önleyecek şekilde olmalıdır.
- Bunun mümkün olmadığı yerlerde, çökeltilinin, yoğunlaşmanın ve gaz birikmesinin uzaklaştırılması için uygun vasıtalar sağlanmalıdır.
- Boru hatlarının yan kolları muhtemel engeller oluşturacak şekilde yapılmamalıdır.
- Aksi belirtilmedikçe, dirseklerin yarıçapı en az çapının en az üç katı olmalıdır.
- Aksi bildirilmedikçe, plastik borular en az PN 6 beyan basıncına sahip olmalıdır.
- Paslanmaz çelik boru hatlarının et kalınlığı en az ISO 4200'de verilen A aralığında olmalıdır.
- Aksi kararlaştırılmadıkça diğer paslanmaz çelik boru hatlarının et kalınlığı en az ISO 4200'de verilen D aralığında olmalıdır.
- Borular kolaylıkla tanınabilir olmalı veya tanınabilmeyi kolaylaştırmak açısından işaretlenmelidir.
- Boru hatları gerektiğinde su ve gaz sızdırmaz olmalı ve sızdırmazlık kontrolleri yapılmalıdır.

e) Üfleyiciler, kompresörler

Bu konuda aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

- Üfleyiciler ve kompresörler istenen kullanıma uygun olmalıdır.
- Havalandırma yapan üfleyiciler yağdan yeterince arındırılmış hava sağlamalıdır.
- Üfleyiciler ve kompresörlere uygun ayırma ve kontrol vanaları ve gerekirse sıcaklık ve basınç anahtarları takılmalıdır.
- Gürültü ve titreşim göz önünde bulundurulmalıdır (DIN EN 12255-10).

f) Ölçme ve kontrol donanımı

- Ölçme ve kontrol donanımı, atıksu arıtma tesisinin ve donanımlarının güvenli ve verimli çalışması için gerekli olan proses bilgilerinin elde edilmesini sağlamaktadır.

- Gerekli ölçme ve kontrol donanımı, montaj koşulları da dikkate alınarak planlamanın erken aşamasında belirlenmelidir.
- Bu aşamada donanımın tipi, işlevi, tesisteki konumu ve yapıların büyüklüğü ve yerleşimi de dikkate alınmalıdır (DIN EN 12255-12).

g) Elektrik donanımı

Gerekli elektrik donanım takılma koşulları, planlamanın erken aşamalarında belirtilmelidir. Belirli yapılar ve donanımlar hakkında ilâve bilgiler ilgili standartlarda verilmektedir. İlgili CENELEC standartları ve yerel enerji tedarikçisinin şartlarına uyulmalıdır. Sağlık ve güvenlik şartları DIN EN 12255-10'da verilmiştir.

h) Malzemeler ve bunların korozyondan korunması

Bu konuda aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

- Donanım imalâtında kullanılan malzemeler, kentsel atıksu ve çamur bileşenleri, aerosoller, kanalizasyon gazlarının ve ortamın korozyon etkilerine karşı dayanıklı ve ilgili şartlarla uyumlu olmalıdır.
- Müşteri kanalizasyon atıkları gibi herhangi bir özel faktörün varlığı konusunda donanım tedarikçisini bilgilendirmelidir.
- Farklı malzemeler birbirleri ile birleştirilirse, galvanik korozyonun zararlı etkileri önlenmelidir.
- Yük taşıma elemanları plastik malzemeden yapılmışsa, çevresel koşulların, bu malzemeler üzerinde yapacağı zararlı etkiler (örneğin UV-ışınması, sıcaklık gibi) dikkate alınmalıdır.
- Aksi belirtilmedikçe, tedarikçi tarafından arıtılacak atıksuyun kentsel nitelikte bir atıksu olduğu ve endüstriyel atıksuların birinci kademe arıtmadan geçirildikten sonra kanalizasyona verildiği kabul edilerek, donanım tedarikçisi malzemelerini seçmelidir.
- Yerel ortam şartları özellikle dayanıklı malzemelerin kullanımını gerektirebilir. Bu durum yüklenici ve müşteri arasında özel bir anlaşma ile belirlenebilir. Dayanıklılık, yapısı itibarıyla korozyona karşı dirençli olan malzemelerin kullanımıyla veya uygun bir kaplama yapılması ile sağlanabilir.
- Mümkün olduğunda, korozyona karşı koruma imalat aşamasında başlatılmalıdır.
- Malzemelerin seçimi ihale belgelerinde belirtilen şartlarda olmalıdır.
- Özel malzemeler müşterinin isteğiyle kullanılmalıdır.
- Su veya korozyon ortam ile temas hâlindeki bağlantı elemanları (örneğin vidalar, somunlar, civatalar ve pullar) DIN ISO 3506-1 ile DIN ISO 3506-3'te verilen Sınıf A2 veya Sınıf A4 paslanmaz çelikten yapılmalıdır. Ancak, büyük yüklere maruz kalınacak durumlarda A2 veya A4 sınıfındaki malzemeler buna uygun olmadığından dayanımı daha yüksek malzemeler kullanılmalıdır.
- Belirli bileşenler için malzemeler ve korozyon korumasına ilişkin ilâve şartlar, DIN EN 12255 standart serisinin ilgili bölümlerinde verilmiştir.

ı) Kaynaklı imalat

Bu konuda aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

- Kaynaklı yapıları ve donanımı (örneğin ayırma kapıları, çalışma platformları, taşıyıcı sistemler, ızgara grupları ve çamur sıyırıcıları) imal eden personel için kalite belgelendirmesi gerekir.
- Yakıt veya benzin gibi, parlayıcı veya patlayıcı akışkanlar içeren sistemler üzerinde kaynak işi yapmakla sorumlu personel özel uzmanlık sahibi olmalıdır.
- Bu şartlar, basınçlı kaplar gibi münferit donanım için geçerli olan diğer mevzuatı geçersiz kılmaz.

i) Sıyırıcılar

DIN EN 12255'in değişik bölümlerinde belirtilen birimlerde de sıyırıcılar kullanıldığı için sıyırıcıların tasarım kuralları da verilmiştir:

Yükler ve boyutlandırma:

Bu konuda aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

- Köprüler üzerindeki trafik yükü 1,5 kN/m² olarak kabul edilmelidir. Daha yüksek trafik yükleri üzerinde de mutabakat sağlanabilir.
- Trafik yükünün haricinde kendi ağırlığının ve ana yüklerin birleşik etkisi altında en büyük sehim açıklığının 500'de 1'i kadar olmalıdır.
- Mesnet yapısı, işletme yükleri de dahil temel yüklerin sıyırıcı performansını azaltacak veya kalıcı şekil bozukluğuna yol açacak herhangi bir eğilmeye sebep olmamalıdır.
- Fren motorları veya benzer işleve sahip cihazlar, kaldırma dişlilerinin tahrik birimi olarak kullanılmalıdır.
- **Betondan yapılmış tekerlek yolları üzerinde çalışan sıyırıcıların tekerleklerinin eni ve çapı, izin verilebilir boyut toleransı, Tablo 1.4'de belirtildiği gibi olmalıdır.**

Tablo 1.4. Tekerleklerin en küçük ölçüsü

Tekerlek tipi	En küçük genişlik, b, mm	En küçük çap, d, mm
Güç aktarılan tekerlekler	75	300
Güç aktarılmayan tekerlekler	50	200
Kılavuz tekerlekler	50	200

Köprülü sıyırıcı elemanlarının tasarım hizmet ömrü

- Tekerlek sürücülerini için Sınıf 3
- Asansör sürücülerini için Sınıf 2
- Koruma çemberli rulmanlar için Sınıf 4

Merkezi güç aktarmalı sıyırıcıların ve tarakların tasarım hizmet ömrü

- Merkezi rulmanlar ve dişliler için Sınıf 4
- Elektrik motorları için Sınıf 3
- Kaldırma tahrik birimi için Sınıf 2

Kanatlı sıyrıcıların tasarım hizmet ömrü

- Dişliler için Sınıf 4
- Motorlar için Sınıf 3

Dikdörtgen tanklar için köprülü sıyrıcılarının tasarım şartları

- Köprü sıyrıcıları, yanal kılavuz makaralar, raflar, zincirler gibi köprüye pozitif yön veren cihazlarla birlikte takılmalıdır.
- Tekerleklerin dönüşü izlenmelidir.
- Fren motorları veya benzer işlevli diğer cihazlar dikdörtgen tanklarda sıyrıcıların hareket ettirilmesi için kullanılmalıdır.

Köprülü sıyrıcılarının işletimi ve bakımı

- Döndürme mekanizmaları ve koruma çemberli rulmanlar, bu parçaların değişimi sırasında köprünün çok az kaldırılmasını gerektirecek şekilde yerleştirilmelidir.
- Dönen sıyrıcıların bıçaklarının üzerinde bulunan makaralar sadece tank boşaltıldıktan sonra incelenmeli ve değiştirilmelidir. Tank doluyken su seviyesinin üzerine kalkabilen sıyrıcı bıçakları kullanılması isteniyorsa, bu durum ihale şartnamesinde belirtilmelidir.
- Köprülü sıyrıcılarının tekerlek yolları, kışın kardan ve buzdan korunmalıdır. Elle temizleme istenmiyorsa aşağıdaki sistemlerden biri uygulanmalıdır:
 - Yapı içerisindeki vasıtalarla (örneğin tekerlek yolunun ısıtması gibi)
 - Donanım vasıtasıyla (örneğin sıcak hava üfleyicileri veya sıyrıcı bıçaklara tutturulmuş döner fırçalar, betona aşındırıcı etkisi olmayan antifriz maddelerin ilâve edilmesi yoluyla gibi)

1.4.3. Çevresel Etkiler

Bu konuda aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

- Emisyon kontrolü ile ilgili bütün şartlara uyulmalıdır.
- Bütün atıksu arıtma tesisleri çevreye etkileri dikkate alınarak konumlandırılmalı ve tasarımılandırılmalıdır.
- Atıksu arıtma tesisinin işletilmesinin sonucu olarak çevreye önemli bir emisyonun verilmesinin muhtemel olduğu yerlerde, arıtma tesisinden korunacak alanın uzaklığına dikkat edilerek yapılara, donanıma ve işletme yöntemlerine ilişkin özel tedbirlerle bu gibi emisyonlar azaltılmalıdır.
- Koku, gürültü ve kirleticilerin (örneğin yağ ve gres gibi) emisyonu uygun yapı, uygun donanım ve uygun işletme modu kullanılarak önlenmelidir.

- Emisyonları engellemek veya azaltmak için ilâve önlemlerin gerekli olduğu yerlerde, alınan bu önlemler tesisin ve bileşenlerinin işlevini ve bakımını bozmamalı, güvenilirliğini ve emniyetini zayıflatmamalıdır.
- Koku emisyonları ve kontrolü ile ilgili daha fazla bilgi AAT Tasarım Rehberi Bölüm 14'de (DIN EN 12255-9) verilmiştir.

1.4.4. Güvenlik

Güvenlik şartlarına ilişkin ilâve bilgi için AAT Tasarım Rehberi Bölüm 15 (DIN EN 12255-10)'a bakılmalıdır.

1.4.5. Dokümantasyon

Bu konuda aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

- Atıksu arıtma tesisleri için temel dokümanlar, yapıları, yapıların ve donanımın parçalarını, korozyon önleme tedbirlerini, boru hattı planlarını, elektrik tesisatı şemalarını, işletme talimatlarını, yağlama planlarını ve yedek parçaların ve aşınan parçaların listelerini "tam olarak" ihtiva etmelidir.
- Bu dokümanların tamamı düzenli olarak güncellenmelidir.
- Bu dokümanlar müşterinin, bütün servis, bakım onarım ve tamir hizmetlerini yürütmesini sağlamalı ve gelecekteki muhtemel değişiklik ve genişleme için gerekli bilgileri içermelidir.
- Temel dokümanların yazım dili, müşteri tarafından belirtilmelidir.
- İşletme talimatları genel süreci ve belirli yerel değişiklik ihtiyaçlarını veya olağanüstü durumlara ilişkin bilgileri kapsamalıdır.
- İşletme kalitesinin kontrolleri de dâhil, tesisin bütün kısımları için gerekli hizmet tedbirleri ve düzenli görevlerin sıklığı ile kapsamı belirtilmelidir.

1.4.6. Yedek Parçalar ve Özel Aletler

Bu konuda aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

- Yedek parçalar tedarikçi tarafından önerilmeli ve bu parçaların listesi aynı şekilde verilmelidir.
- Bunların kolay elde edilebilmeleri için tedbirler alınmalıdır.
- Aksi belirtilmedikçe, tedarikçinin önemli yedek parçaları sağlama görevi, cihazın teslim tarihinden itibaren 10 yıl süre ile devam etmelidir.
- Tedarikçi bu yükümlülüğünü alt tedarikçilerine devredebilir.
- Tanımından anlaşılacağı üzere aşınan parçalar sınırlı bir kullanım ömrüne sahiptir. Bunlar normal işletme şartlarında yüksek derecede aşınmaya maruz kaldıklarından, kolaylıkla değiştirilebilmelidir.
- Aşınan parçalara örnek olarak, hareketli contalar, dönen kayışlar veya zincirler ile algılayıcı elektrotlar verilebilir.

1.5. Testler

1.5.1. İşlev ve Performansa Yönelik Test

Atıksu arıtma tesisinin işlevine ve performansına dair deney işlemleri ve genel veriler, AAT Tasarım Rehberi Bölüm 3'de (DIN EN 12255-11)'de belirtilmiştir.

1.5.2. Beton Yapıların Sızdırmazlık Deneyi

Sıvı içeren beton yapıların sızdırmazlık deneyi, yapıların sıvı veya su ile doldurulup tekrar geri boşaltılmadan önce gözle incelenip, ulusal yönetmeliklere göre sızıntının ölçülmesi suretiyle yapılmalıdır.

1.5.3. Toprak Havuzların Sızdırmazlık Deneyi

Ulusal yönetmeliklere göre yapılmalıdır.

1.5.4. Diğer Yapıların ve Donanımın Sızdırmazlık Deneyi

Böyle bir deney, uygun bir sıvı kullanılarak ve basınç uygulanarak yapılır. Uygunsa ve yapı veya donanım basınç altında işletiliyorsa, bir vakum deneyi gerçekleştirilebilir. Basınç ve vakum deneyleri için ulusal mevzuata ve standartlara uyulmalıdır.

1.6. Atıksu Arıtma Tesisleri Statik Ve Mimari Projeleri

1.6.1. Statik Projeler

Atıksu arıtma tesislerinin statik projelerinde dikkat edilmesi gereken ana hususlar aşağıda özetlenmektedir:

- Statik proje ve hesaplar, Türk Standartlarına ve ilgili şartnamelere uygun gerçekleştirilmelidir.
- Tüm statik hesaplar geçerli bilgisayar programları ile yapılmalıdır.
- Statik-Betonarme hesap esasları raporunun hazırlanmış olması gereklidir. Arıtma tesisi uygulama projeleri için uyulması gerekli yönetmelik ve standartlar genel bilgileri, kullanılan programlar, statik analiz için yapı modelleme yöntemi, yük-kombinasyon tanımları, tahkikler, güncel zemin etüdüne bağlı yapı-zemin ilişkisi değerlendirmesi yapılmalıdır.
- Ünitelerin beton sınıfları şartnamedeki taleplere uygun seçilmiş olmalıdır.
- Proje ve hesaplarda kullanılan tüm katsayı ve sabitler geoteknik/zemin raporu doğrultusunda yapılan değerlendirmelere uygun olmalıdır.
- Taşkın kotu göz önünde tutularak su yapılarında yüzme tahkiki yapılmalıdır. Yüzme durumunda uygulanacak çözüm kabul edilebilir nitelikte olmalıdır. Ağırlık betonu, kapak, drenaj sistemi ve drenaj pompaları vb. alternatif çözümler üretilmelidir.

- Havuzların dolu, yarı-dolu, boş olma gibi farklı işletme şartlarındaki durumlarına göre toprak yükü, su yükü hesapları yapılmalıdır. Duvar kalınlıkları ve kesitleri en kötü duruma göre seçilmelidir.
- Özellikle havalandırma havuzu gibi geniş hacimli yapılarda, inşaat ve genişleme derzlerinin tasarımı önemlidir.
- Kolon ve giriş detayları incelenmelidir. Donatıların pas payları kontrol edilmelidir.
- Çatlak kontrolü hesabı yapılmalı ve beton/demir oranı uygun değerlerde olmalıdır.

1.6.2. Mimari Projeler

Her bir yapı için ayrı ayrı olmak üzere tasarımdaki fonksiyonel projeler doğrultusunda, yapılara ait statik hesaplar sonucu tespit edilecek kesit kalınlıklarını içeren, ölçekli plan-kesit görünüş ve gerekli detayları içeren mimari projeler hazırlanmalıdır.

2 İZGARA VE ELEKLER

2.1. Izgara ve Elekler İçin Tasarım Kriterleri

Dik çubuklu ve eğimli çubuk ızgaralar için dikkat edilmesi gereken bazı yapısal tasarım bilgileri aşağıda belirtilmiştir. Izgaraların detaylı tasarım kriterleri, Tablo 2.1'de verilmiştir.

Tablo 2.1. Çubuk ızgaralar için tasarım kriterleri (Qasim, 1999)

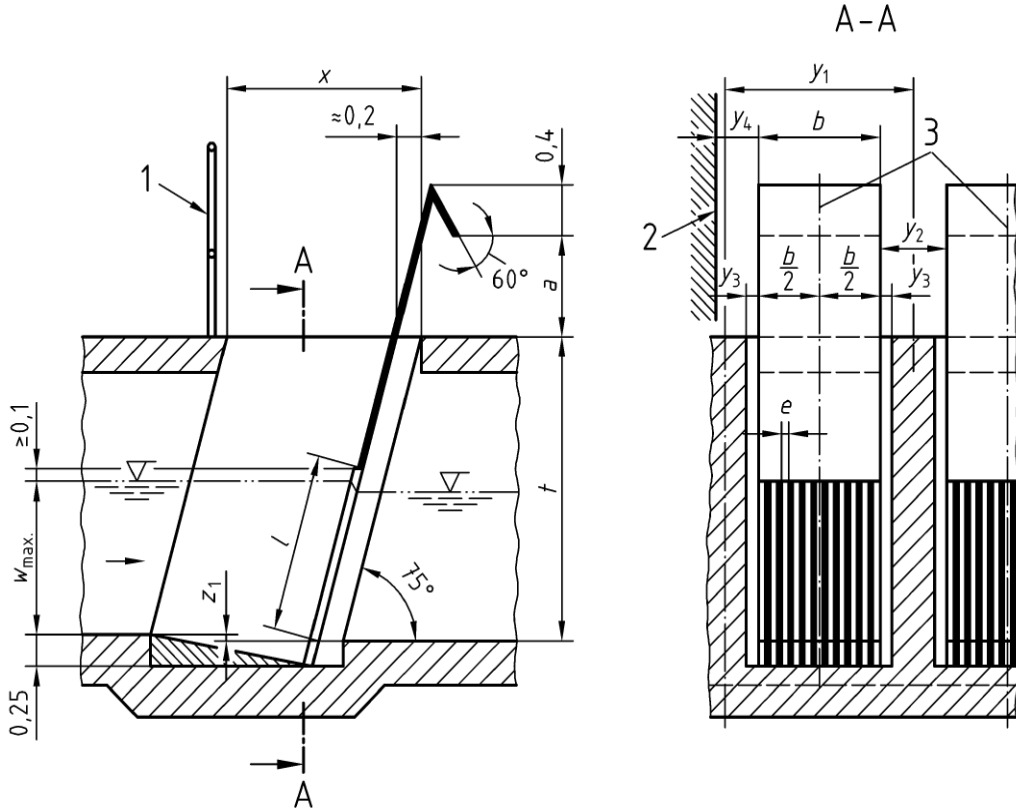
<i>Tasarım elemanları</i>	<i>Elle temizlenen</i>	<i>Mekanik temizlenen</i>
<i>Izgara çubukları arasında hız m/sn</i>	<i>0,3-0,6</i>	<i>0,6-1,0</i>
<i>Çubuk kesiti (kalınlık/genişlik) (mm)</i>	<i>(4-8) / (25-50)</i>	<i>(8-10) / (50-75)</i>
<i>Çubuklar arası temiz açıklık (mm)</i>	<i>25-75</i>	<i>10-50</i>
<i>Yataya nazaran ızgara eğimi (derece)</i>	<i>45-60</i>	<i>75-85</i>
<i>Müsaade edilir yük kaybı (tıkalıda)(mm)</i>	<i>150</i>	<i>150</i>
<i>Maksimum yük kaybı (tıkalı halde)(mm)</i>	<i>250</i>	<i>250</i>
<i>Kanalın yan duvarında montaj çukuru (mm)</i>	<i>150-250</i>	<i>150-250</i>
<i>Izgara kanalı tabanının giriş borusu akarından düşüklüğü (mm)</i>	<i>70-150</i>	<i>70-150</i>
<i>Izgara kanalı akarının ızgaraya doğru eğimi</i>	<i>1/200-1/500</i>	<i>1/200-1/500</i>

2.2. Eğimli Çubuk Izgaralar İçin Normlar

Eğimli çubuk ızgaralar için temel boyutlar ve sayısal değerleri Şekil 2.1'de verilmiştir (DIN 19554).

2.3. Dik Çubuk Izgaralar İçin Normlar

Dik çubuk ızgaralar için temel boyutlar ve sayısal değerleri Şekil 2.2'de verilmiştir (DIN 19554).



- 1 : Korkuluk
2 : En yakın duvar
3 : Dikey simetri düzlemi
 y_1 : En büyük ızgara çerçeve genişliği
 y_2 : Bölmeler arası mesafe
 y_3 : Yanal girintiler
 y_4 : ızgaranın en yakın duvara olan mesafesi
 z_1 : Taban eğimi
b : Bölme genişliği
l : Serbest ızgara uzunluğu
e : Açıklık genişliği (ızgara aralığı)
t : Bölme derinliği
a : Atma yüksekliği (düşme yüksekliği)
 W_{max} : Su derinliği
x : Bölme açıklığı

(Yapıdaki diğer açıklıklar üretici tarafından verilen değerlerden sağlanacaktır. y_1, y_2, y_3, y_4, z_1 üretici talimatlarına göre olacaktır.)

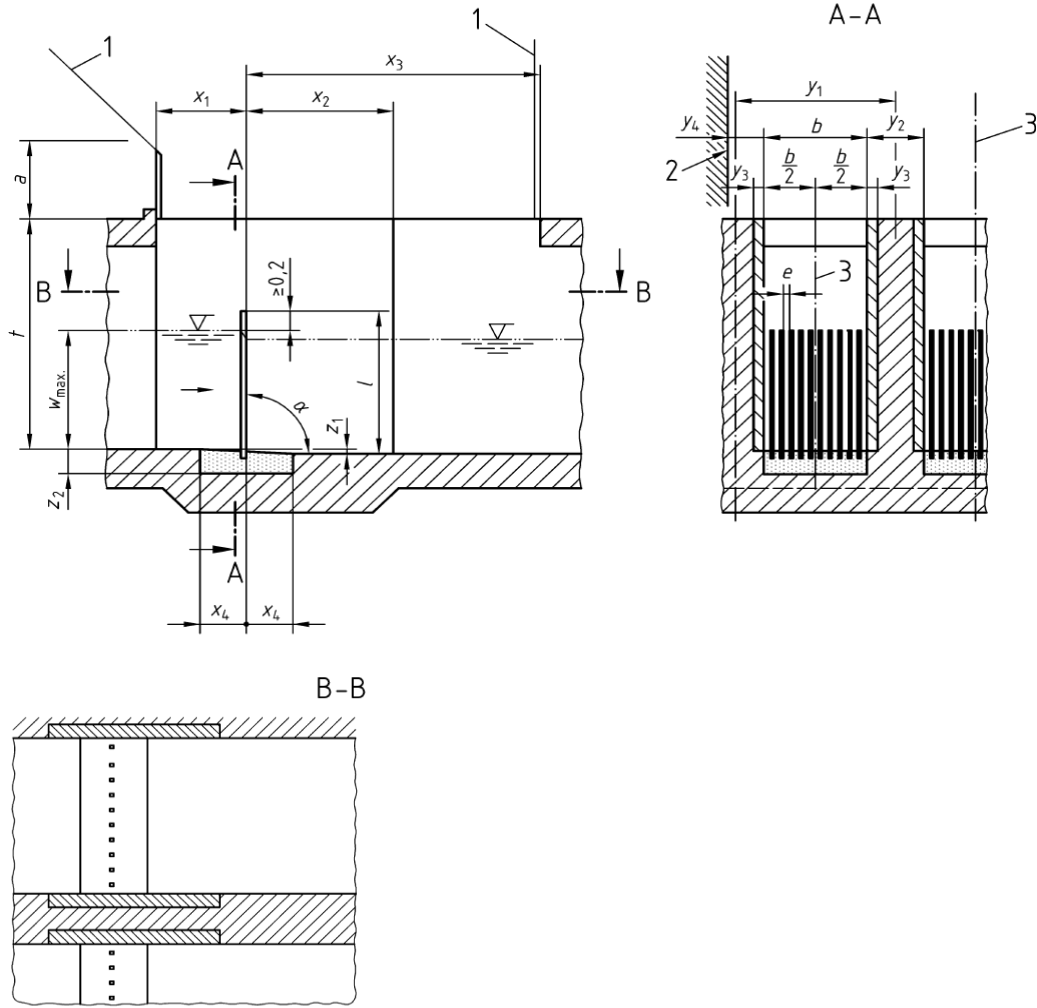
Eğimli çubuk ızgara yapısı ana boyutlar (m olarak) (DIN 19554)

b	l	e	t	a
0,6'den 2,4'e kadar			0,8'den 2'ye kadar	
0,2 artarak; 2,4'den	0,6'dan 2,8 ve	0,010; 0,015; 0,02;	0,2 artarak;	0,8; 1; 1,2; 1,6; 2;
4,8'e kadar	0,4 üzerine 0,2 artarak	0,025; 0,04; 0,06;	2'den 4,8'e kadar	2,4; 2,8
artarak		0,1	0,4 artarak	

Eğimli çubuk ızgara yapısı için girintiler (m olarak) (DIN 19554)

		W_{max}			
		1	2	3	4
Mekanik temizleyici olmayanlarda		1,8	2	2,2	2,4
Mekanik temizleyici olanlarda		1,6			

Şekil 2.1. Eğimli çubuk ızgara yapısı (DIN 19554)



- 1 : Izgara yolu dış sınırları
- 2 : En yakın duvar
- 3 : Dikey simetri düzlemi
- x_1, x_2, x_3 bölme açıklığı

- $a, t, w_{max}, z_1, b, e, l, y_1, y_2, y_3, y_4$ için şekil 5.7'ye bakınız.
- α : Izgaraların eğim açısı
- z_2 : Girinti derinliği
- x_4 : Yarım girinti genişliği

(Düşme için emniyetler ve taşıyıcılar gibi ızgara temizleyiciler de gösterilmemiştir. $x_1, x_2, x_3, x_4, y_1, y_2, y_3, y_4, z_1, z_2, \alpha$ üretici talimatlarına göre olacaktır.)

(y_4 geçiş için ve servis evresine yükselme için ızgara tarafında gereken genişliğe yükseltilmelidir.)

Dikey çubuk ızgara yapısı ana boyutları (m olarak) (DIN 19554)

b	l	e	t	a	
0,6'dan kadar 0,2 artarak	4,8'e üzerine 0,2 artarak	1,2 ve 0,2 artarak	0,010; 0,015; 0,02; 0,025; 0,04; 0,06; 0,1	0,8'den 4,8'e kadar 0,2 artarak	0,8; 1; 1,2; 1,6; 2; 2,4; 2,8

Şekil 2.2. Dik çubuk ızgara yapısı (DIN 19554)

2.3. İzin Verilen İnşaat Toleransları

Müsaade edilebilen inşaat toleransları DIN 18202 standardındaki kriterlere göre belirlenir.

2.4. Güvenlik Teknolojisi

Düşmeleri önlemek ve taşıyıcılarla (konveyör) ilgili gerekli koruma önlemlerini güvenlik kurallarına göre düzenlemek gerekir. Gerekli güvenlik teknolojisi kuralları için, DIN EN 12255-10 geçerlidir.

2.5. İnşaatlar İçin Gerekli Şartlar

- Izgaralar üzerinde yeterli hava payı bırakılmalıdır. Izgara alanı pik yüklemelerdeki doluluk oranlarını karşılayabilmelidir.
- Izgara çubuklarındaki taban eğimi, hidrolik ihtiyacı karşılayabilmelidir.
- y_4 , geçiş ve servis evresine yükselme için ızgara tarafında gerekli genişlikte olmalıdır.
- Yapıdaki diğer girinti ve boşluklar üretici firma verilerine göre alınmalıdır.
- Yanal girintiler (y_3) ızgara yapısına ve üretici firma bilgilerine göre hesaplanabilir.
- En büyük ızgara çerçevesi genişliği y_1 ve en yakın duvara olan mesafe y_4 uygun bir şekilde seçilir.

Özel İnşaat Karakteristikleri

- Kentsel atıksu arıtma tesislerindeki $e \leq 0,015$ m çubuk aralıklı ızgaralar için önde kaba ızgara tavsiye edilmektedir.
- Serbest ızgara çubuğu uzunluğu (l)'nin en üst sınırı 1,2 m'dir.
- Tırmık, ızgara çubuğunu tabandan itibaren temizlemelidir.
- Tırmık derinliği üretici tarafından verilir. Bunlar eğimli çubuk ızgaralarda en az 0,2 m olmaktadır. Yüksek debilerde en az 0,25 m ve dik çubuklu ızgaralarda 0,12 m olabilir.

Bölme Genişliği

Bölme genişliği b , akış kanalı ve çevirme kanalı, yerel şartlar ve hidrolik ihtiyaçlara göre belirlenmelidir.

Düşme yüksekliği

Atık düşme (atma) yüksekliği a akıntı yönündeki taşıyıcıya (konveyöre) bağlıdır.

2.6. Ölçüm ve Kontrol Teknolojisi

Her mekanik temizlemeli ızgara, tıkanma derecesi ve zamana bağlı olarak çalıştırılmalıdır. Paralel çalışan birden fazla sistemler genel olarak daha faydalı olabilir.

2.7. İnşaat ve Ekipman Genel Prensipleri

İnşaat prensiplerini içeren uygun normlar (özellikle DIN EN 12255-1 ve DIN EN 12255-3) esas alınır.

DIN EN 12255-1'de özellikle aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

- Yapının mukavemeti, stabilitesi ve taşıma güvenliği,
- Beton taban,
- Mekanik ekipman ve yapı arasındaki ekler ve bağlantıları,
- Erişilebilirlik,
- Havalandırma,
- Su temini ve drenaj,
- Kaldırma tertibatı (kriko)

Ayrıca ekipmanlar için aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

- Makine mühendisliği tasarım ilkeleri,
- Merdivenler, platformlar, ızgaralar,
- Kaplama, montaj ve temizlik açıklıkları,
- Kablo makaraları,
- Pompalar ve boru hattı,
- Malzemeler ve korozyon koruması,
- Kaynaklı konstrüksiyonların üretimi

Izgaralar açısından, DIN EN 12255-3'e bakılmalıdır:

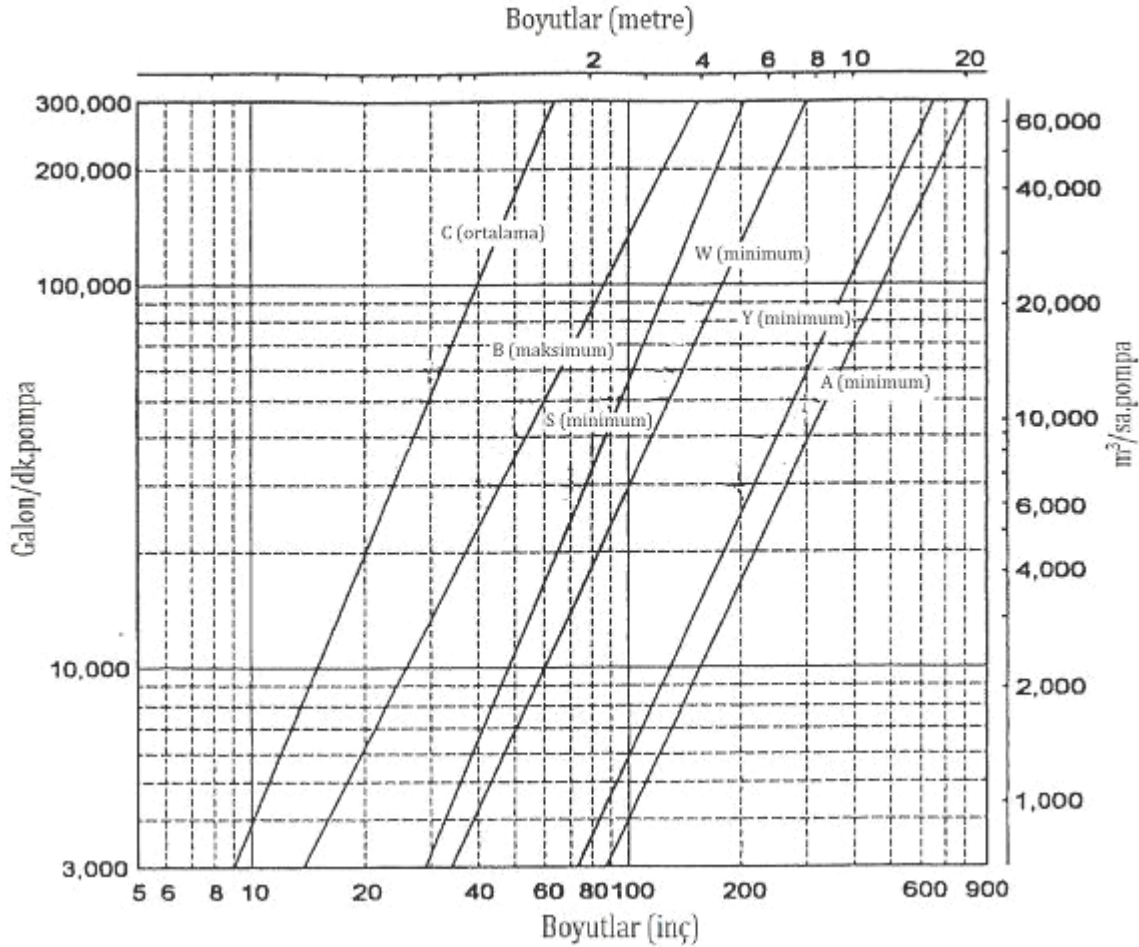
- Açıklık için değerler ve akış hızları,
- Izgara çubuklarının statik hesapları,
- Izgara temizleme ekipmanının çevrim süresi (bir tur için),
- Izgara tırmıklarının taşıyacağı yükler,
- Aşırı yük altında emniyet,
- Kullanım ömrü sınıfı

3 POMPA İSTASYONLARI

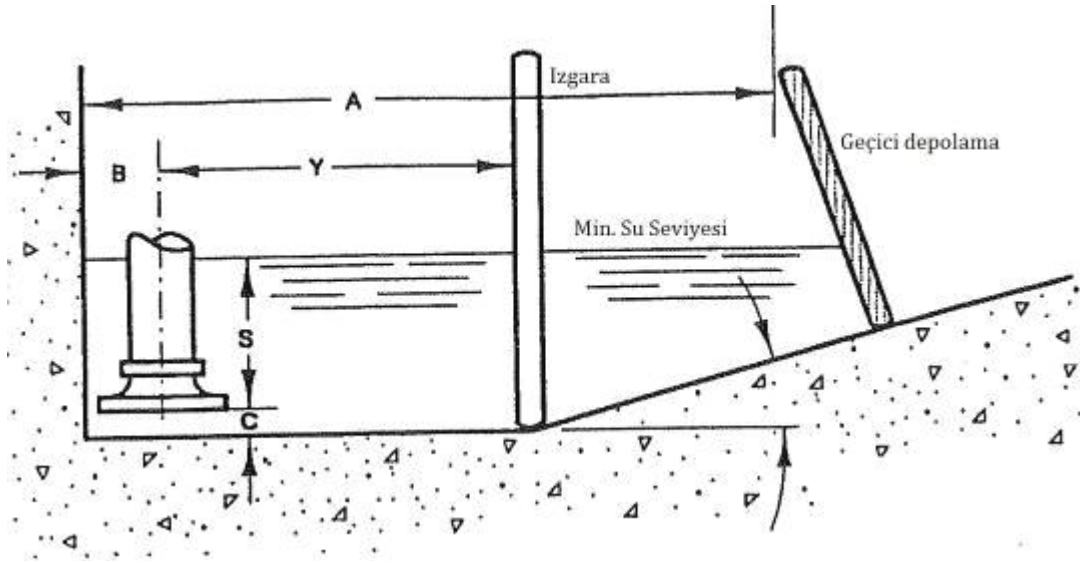
3.1 Pompa İstasyonları İçin Tasarım Kriterleri

Pompa istasyonları, asansörler ve terfi noktalarının bazı kısımları yüzeyde ve/veya yeraltında bulunur. Küçük pompa istasyonları için prefabrik yapılar kullanılabilir. İnşası yapılacak yapının türü için zemin ve yeraltı suyu koşulları düşünülmesi gereken önemli faktörlerdir.

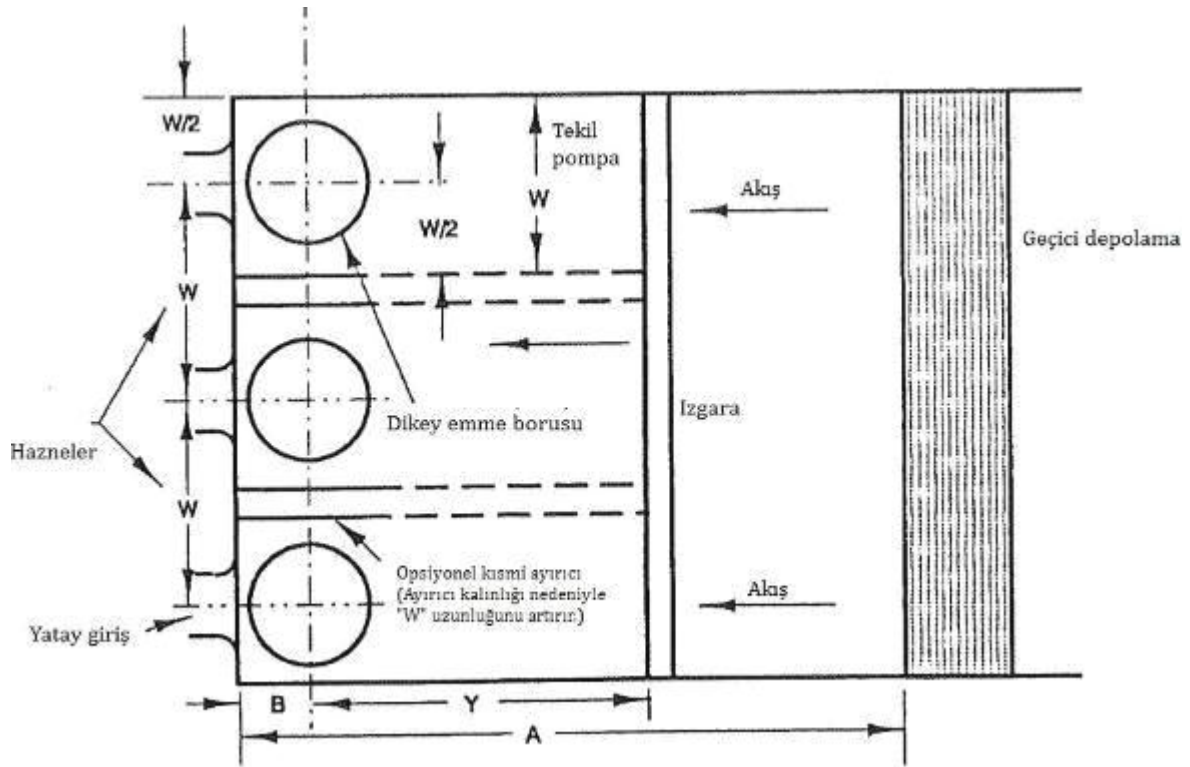
Pompa istasyonlarını boyutlandırmak için üretici firmalar tarafından standart boyutlar verilmektedir. Şekil 3...1'de pompa istasyonları için debiye bağlı olarak belirlenen standart büyüklükler gösterilmiştir. Şekil 3.2'de pompa istasyonlarının kesit ve plan çizimleri verilmiştir.



Şekil 3.1. Pompa istasyonunun debiye bağlı değişen standart boyutları (Qasim, 1999)



a) Pompa istasyonu kesiti



b) Pompa istasyonu planı

Şekil 3.2. Pompa istasyonunun debiye bağlı değişen standart boyutları (Qasim, 1999)

Basma hattı kapasitesi (debisi) belirlenirken aşağıdaki hususlar dikkate alınmalıdır:

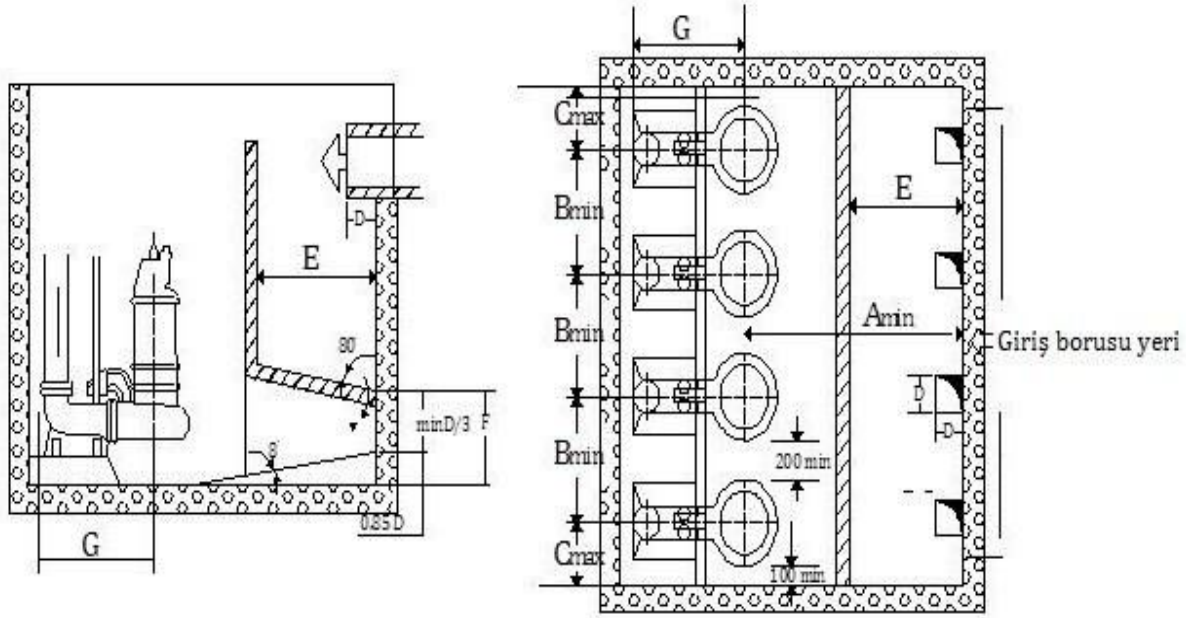
En düşük su hızı 0,5-1 m/sn aralığında değişmelidir. Düşük hızlarda boru hattı içerisinde birikmeler olabilir. Bu yüzden, 500 m uzunluğa kadar olan boru hatlarında Tablo 3.1'deki hız limitleri kullanılabilir. 2,5 m/s'den büyük hızlardan kaçınılmalıdır.

Tablo 3.1. Terfi merkezi hız limitleri (ATV-DVWK-A 134E)

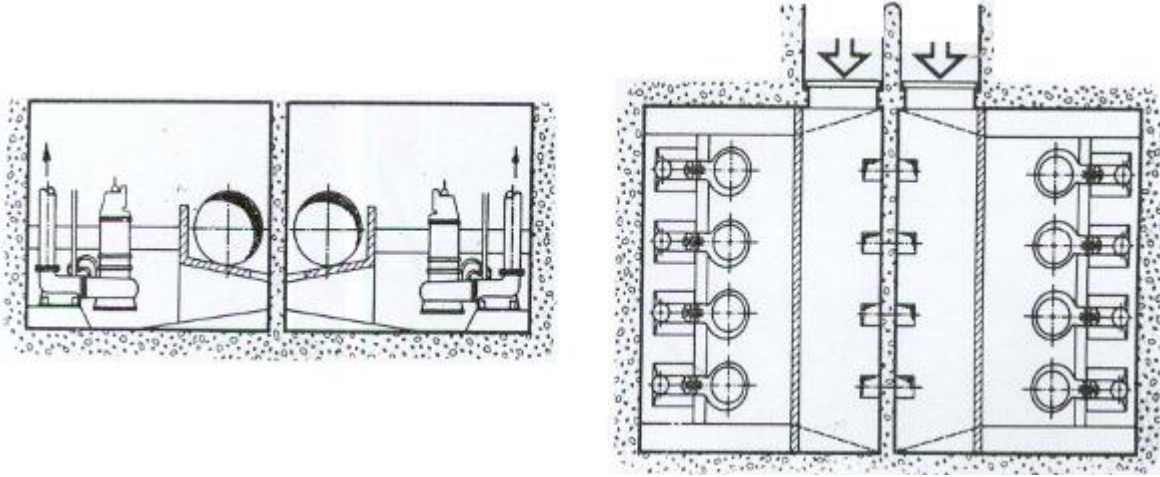
İç çapı (mm)	80	100	150	200
Hız (m/s)	2,0	2,0	2,2	2,4
Debi (L/s)	10	16	40	75

Ayrıca, 500 m'den uzun boru hatlarında, pompa arızaları sonucu oluşabilecek aşırı basınç dalgalanmalarını (su darbesi) önlemek için çok yüksek hızlardan kaçınılmalıdır.

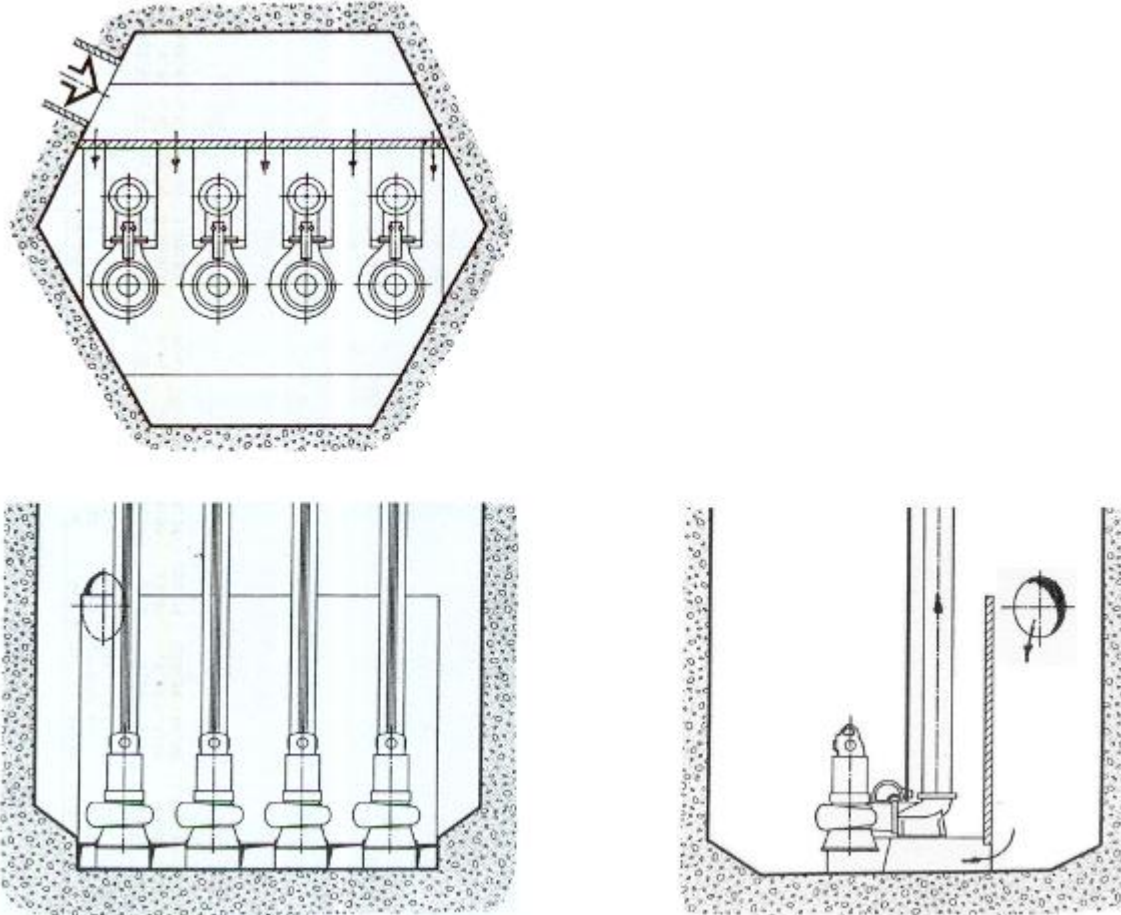
Aşağıda değişik pompa istasyonları için örnek plan ve kesitler verilmiştir (Şekil 3.3'den Şekil 3.11'e kadar).



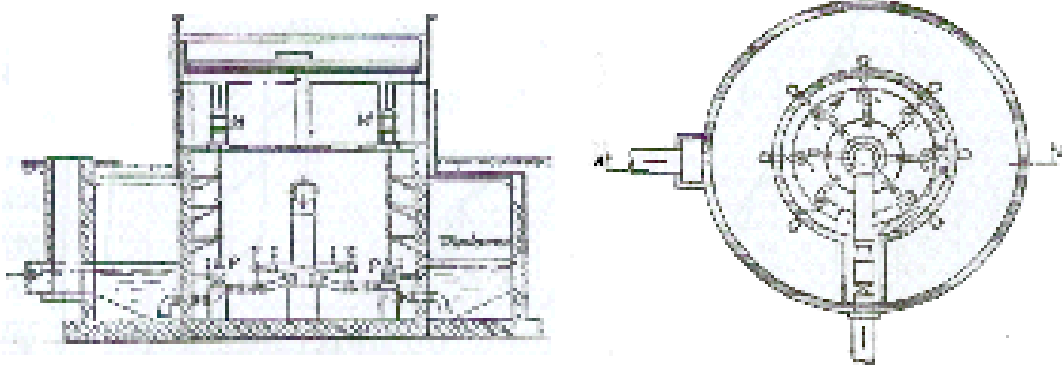
Şekil 3.3. Pompa istasyonu plan ve kesit (Örnek-1)



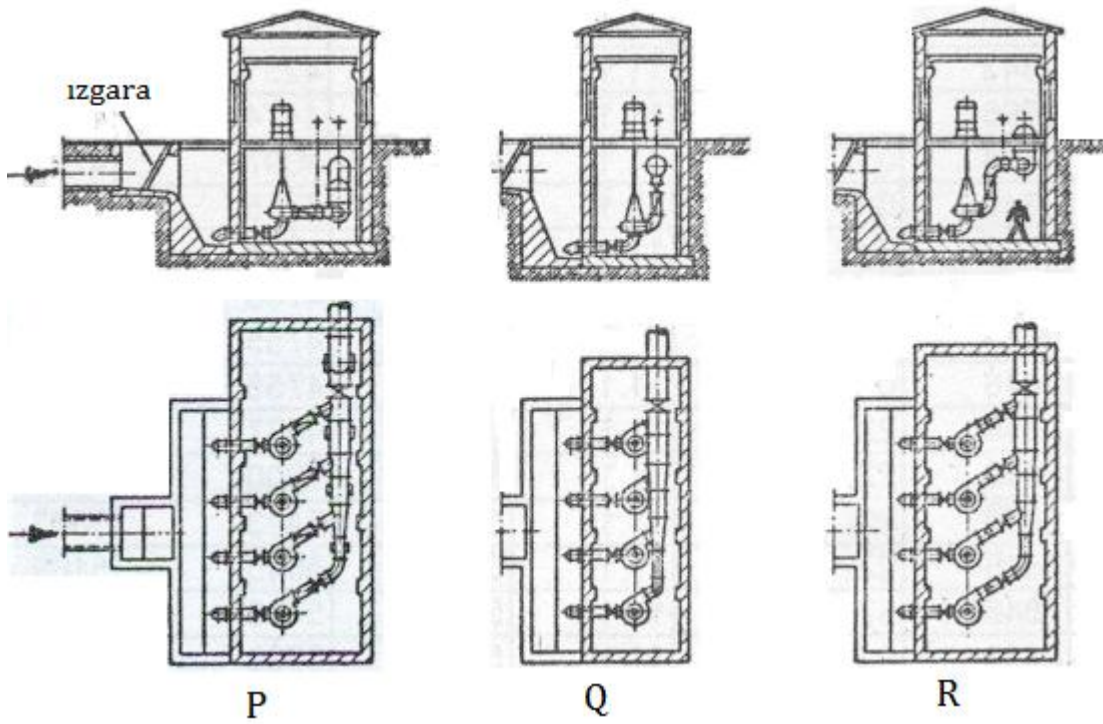
Şekil 3.4. Pompa istasyonu plan ve kesit (Örnek-2)



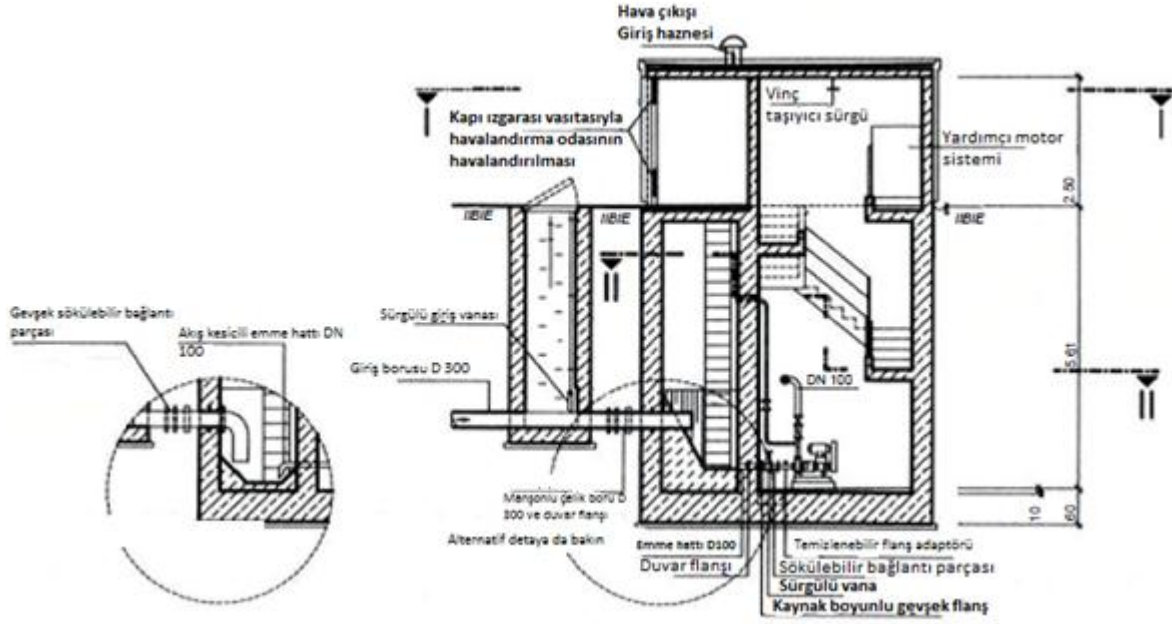
Şekil 3.5. Pompa istasyonu plan ve kesit (Örnek-3)



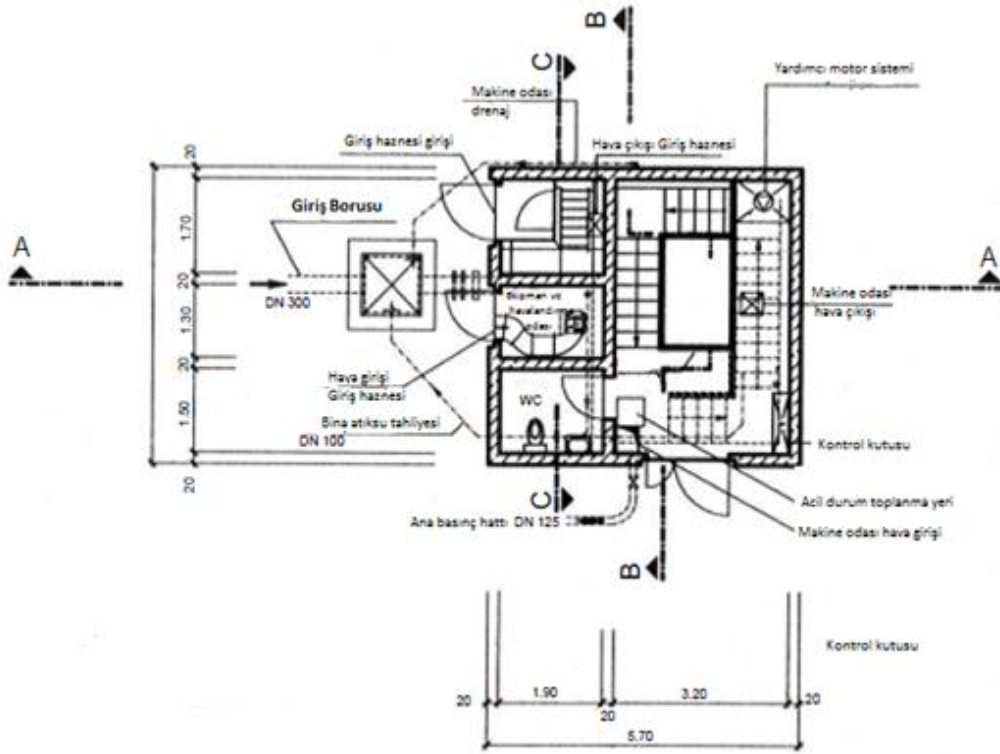
Şekil 3.6. Pompa istasyonu plan ve kesit (Örnek-4)



Şekil 3.7. Pompa istasyonu plan ve kesit (Örnek-5)

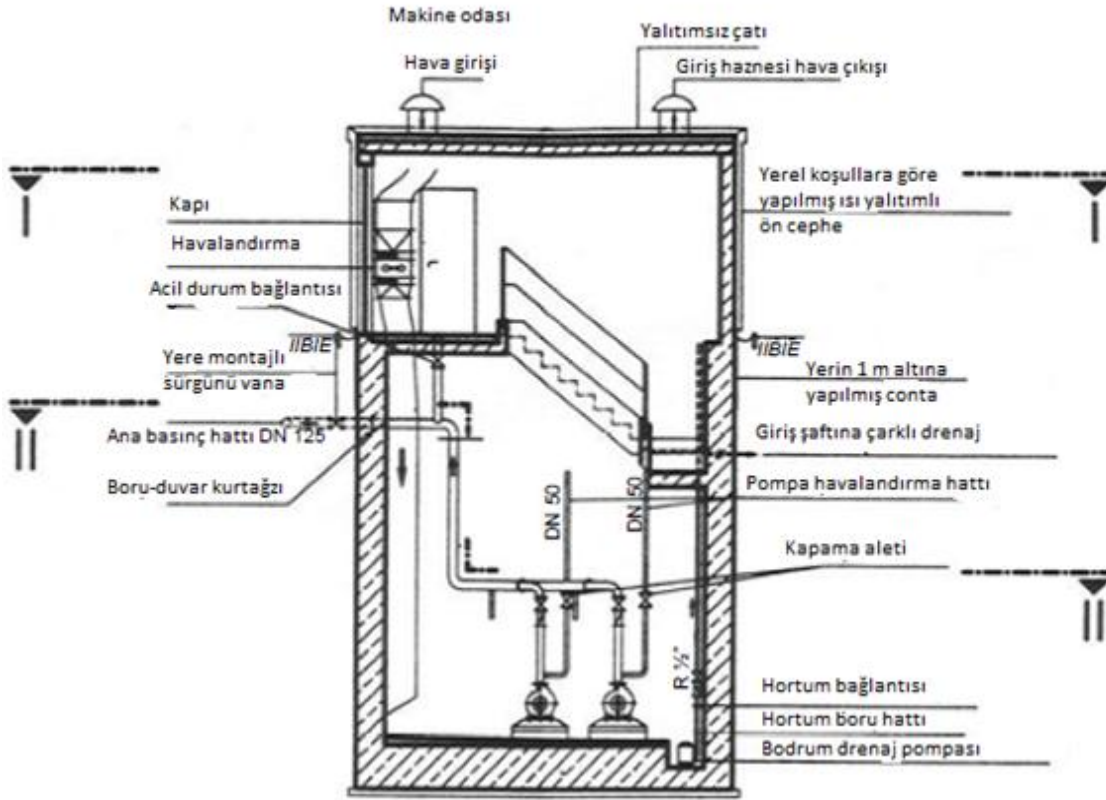


Şekil 3.8. Pompa istasyonu plan ve kesit (Örnek-6) (ATV-DVWK-A 134E)

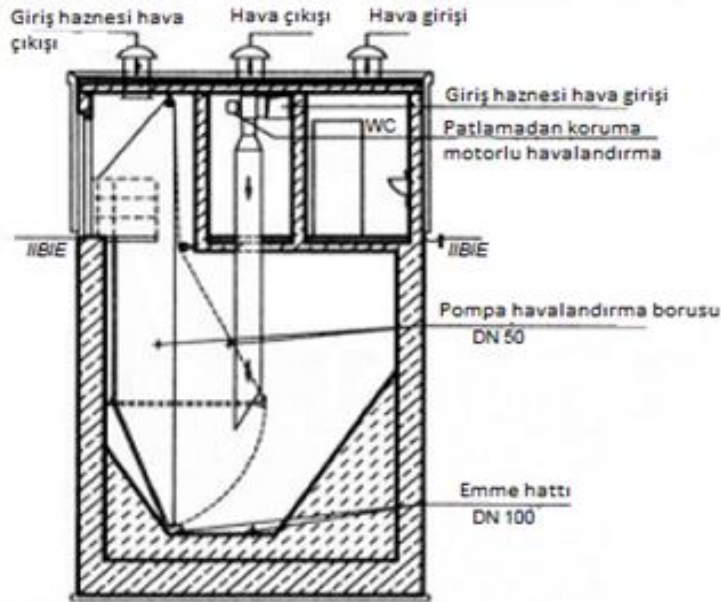
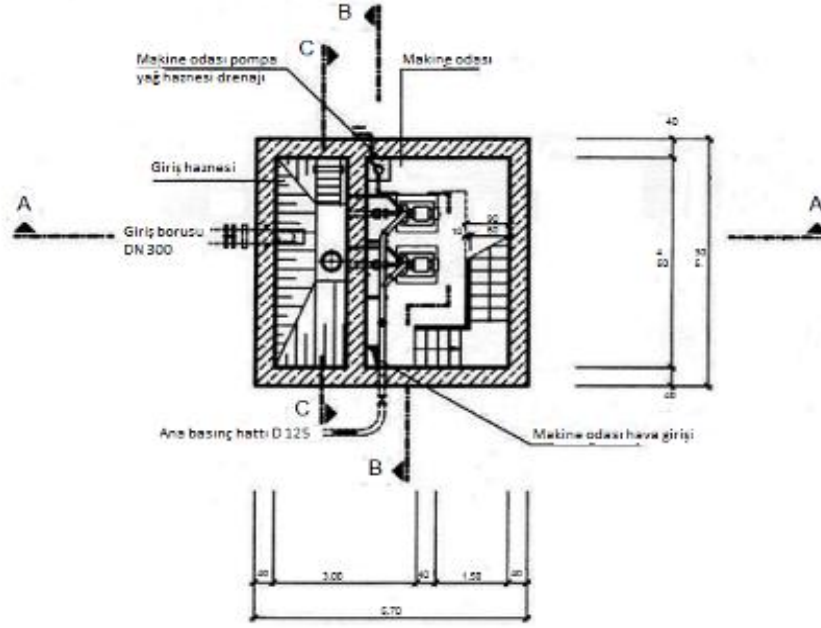


Şekil 3.9. Pompa istasyonu plan ve kesit (Örnek-7) (ATV-DVWK-A 134E)

B - B Görünümü



Şekil 3.10. Pompa istasyonu plan ve kesit (Örnek-8) (ATV-DVWK-A 134E)



Şekil 3-11. Pompa istasyonu plan ve kesit (Örnek-9) (ATV-DVWK-A 134E)

3.2. Genel Beklentiler

3.2.1. Yapısal Tasarımda Dikkat Edilecek Hususlar (Normlar)

Yapısal tasarımda dikkat edilecek hususlar aşağıda özetlenmiştir:

- Pompa istasyonları ile mevcut binaların zeminleri incelenmelidir. Dikkate alınması gereken değerlendirme kriterleri; zemin cinsi ve yapısı, taşıma gücü, yeraltı suyu

durumu (hızlı, değişken, vb. gibi), civardaki yapılar, trafik yük altında taşıma gücü, toprak ve yeraltı suyunun kirlilik durumu ve kirlenmiş alanlardır.

- Beton, DIN 1045'e uygun olarak su geçirmez ve DIN 1164'ün 1. bölümüne göre de kimyasallara dayanıklı olmalıdır.
- Yüklemeler DIN 1055'e uygun olmalıdır.
- Çatlakların genişliğini sınırlandırmak ve boyunu aynı tutmak için planlama yapılmalıdır.
- Emme haznesinin en yüksek su seviyesi olarak zemin yüzeyi alınmalıdır.
- Atıksudaki zararlı maddelerin vereceği hasar DIN 4030'a göre değerlendirilip tedbir alınmalıdır.
- Atıksu bileşiminde meydana gelebilecek değişiklikleri güvenli sınırlar içerisinde tutabilmek için beton kaplamalar, su-çimento oranı, beton yapısı vb. parametreler de DIN 1045 esas alınmalıdır.
- Yapının kalitesi, kullanılan malzemenin kalitesiyle orantılıdır.
- Zararlı madde konsantrasyonu yüksek, su veya toprak ya da hidrojen sülfür korozyonunun gerçekleşme riskinin olduğu durumlarda, koruyucu boya kaplaması, kaplama veya su geçirmez kılıflar ile önlem alınması gerekebilir.
- Taşkın riskine karşı, girişlere ve sonradan monte edilecek sistemler için bırakılmış boşluklara özel önem verilmelidir.
- Emme haznesi içerisindeki borular da, hava girişi, gazların sıyırılması, katı madde birikimi ve hazne içerisindeki seviye değişimlerine karşı gereken önlem alınmalıdır.
- Emme haznesi ölü nokta bırakmayacak ve birikmelerden kaçınılacak şekilde tasarlanmalıdır.
- Beton düzgünce dökülüp üstü de sülfüre dayanıklı şapla kaplanıp düzeltilmelidir. Duruma göre aside dayanıklı kaplama veya seramik tabaka uygulaması da yapılabilir.
- Kapalı giriş hazneleri düzgün bir biçimde havalandırılmalıdır.
- Makine odasının boyutları, içinde bulunan makinelere, makineler arası bırakılacak boşluklara ve merdiven boşluklarına bağlıdır. Yer mümkün olduğunca kaymaz yapılmalıdır.
- İlave katların girişleri için su taşkınlarına karşı önlem alınmalıdır.
- Enerji tesisi için gerekli yer bırakılmalıdır.
- Emme haznesinin ve havalandırma sisteminin olduğu yerler dışarıdan ulaşılabilir olmalı ve kapılar sadece dışarı açılmalıdır.
- Pompa odasından girişe izin verilmemelidir.
- Büyük pompa istasyonlarında vinç sistemi gerekir. Vinç hattı ya da zincirler en büyük bağlantıya göre boyutlandırılmalıdır.
- Bütün odalar en az bakım ve temizliğe ihtiyaç duyulacak şekilde teçhizatlandırılmalıdır.
- Yer seviyesinde olmayan pompa odalarında merdiven olması gerekmektedir.
- Dik ve dönemeçli merdivenlerden kaçınılmalıdır.
- Merdivenler, işçi sağlığı ve iş güvenliği uzmanlarının tavsiyeleri doğrultusunda tasarlanmalıdır.
- Dökme demir basamaklar ve merdivenler sadece özel durumlarda kullanılmalıdır.

- 5 m'den daha yüksekte bir düzenek kurulacaksa düşmeye karşı güvenlik önlemleri alınmalıdır.
- Giriş noktalarında bulunan merdivenlere takılıp çıkartılabilen çubuklar yapılmalıdır.
- Emme haznesine inilen dikine merdiven, kalıcı olarak yapılmamalıdır.
- Bu seyyar merdiven katlanabilir veya çıkarılabilir olmalıdır.
- Bütün odalar donmaya karşı korumalı olmalıdır.
- Teçhizattan ve elektrik tesisatından yayılacak ısı da ısı hesaplamalarına dahil edilmelidir. Bazı özel durumlarda soğutma gerekebilir.
- Kapı ve pencereler hırsızlığa ve hasara karşı mümkün olduğunca dayanıklı olmalıdır.
- Odanın aydınlatma ve havalandırması başka bir şekilde de sağlanabilecekse pencere konmasa da olabilir.
- Gerekli direnci sağlamak için topraklama hattı temelleri bina altlarına kurulmalıdır. Ancak gerekirse hat yüzeye de döşenebilir.
- Yıldırımdan korunma için paratoner sistemi yapılmalıdır.
- Yıldırımdan korunma sistemiyle topraklama sistemi ara levhalar vasıtasıyla birbirine bağlanabilir. Yıldırım düşmesinin neden olabileceği zararı önlemek için DIN IEC 61024-1-2, VDE 0185 Bölüm 102 standartları incelenip uygulanmalıdır.
- Pompa istasyonuna gelen yollar yerel standartlara uygun olmalıdır. Dış cepheyle yakın çevre uyumlu olmalıdır.
- Yeraltındaki tüm sabit boru hatları birbirlerine esnek bir biçimde bağlanmalıdır. Boruların kurtağızları (mufları) duvar ve çatılara uygun biçimde bağlanmalıdır.

3.2.2. Mekanik ve Elektriksel Tasarımda Dikkat Edilecek Hususlar

Mekanik tasarımda dikkat edilecek hususlar aşağıda özetlenmiştir:

- Büyük ve ipliksi maddeler içeren arıtılmamış atıksuyun taşınması için özel olarak yapılmış çarklar kullanılır.
- Giriş ve çıkış borusunda yeterince büyük temizleme açıklıkları olan kuru hazneli atıksu pompaları, pompadaki içindeki tıkanıklıkları elle temizlemeye imkân tanımalıdır.
- Küçük pompalarda temizleme açıklıklarının boyutları pompanın nominal genişliğine yakın olmalıdır.
- Büyük pompalarda açıklıkların boyutları 180 ve 200 mm olmalıdır.
- Çarkın her iki tarafında da vana olan bütün çarklara dikkat edilmelidir.
- Şaft alanında pompanın kapanması için salmastra veya aksel yüzey contası kullanılmalıdır. Salmastra yoksa, şaft koruyucu kaplamanın aşınmaya dayanıklı ve fazla sökmeye ihtiyaç olmadan değiştirilebilmesine dikkat edilmelidir.
- Dalgıç pompalar ve aksel yüzey contası kullanılan pompalar da, özel olarak yapılmış aksel yüzey contaları, contalardaki basınç halkalarının atıksuyla temasını önler.
- Aksel yüzey contalarını yağlamak ve olası su girişini engellemek üzere conta yağı sistemi kurulmalıdır.

- Pompalar yerleştirilirken dikey ve yatay pompalar arasında ayırım yapılmalıdır. Yatay yerleşimde pompaya yer kazandıracak daha iyi bir tasarım mümkündür.
- Motora v-kayıışı bağlanmalıdır. Bu gerilimi ayarlanabilir hâle getirir.
- Elektrik motoru kuruda olan dikey milli pompalar taşkınlara karşı daha güvenlidir. Pompa ile motor arasındaki bağlantı, gerektiğinde ayarlanabilmesi, titreşim ve darbe aldığıında sistemin bundan etkilenmemesi için her zaman için elastik olmalıdır.
- Dalgıç pompa kullanımında belli hususlara dikkat edilmesi gerekir. Emme hazneleri patlama tehlikesi olan yerlerdir. Motorun, patlamaya karşı korumalı olması gerekir. Temizlik noktaları ve kısa bağlantıları istisnadır. Her ıslak hazneli pompa, giriş haznesini boşaltmadan ve söküp takmadan kurulup kaldırılabilir. Bunun için gerekli montaj parçaları özellikle korozyona maruz kalabilir. Bunlar paslanmaz çelikten (Malzeme No 1.4571) yapılmış olmalıdır.
- Kuru hazneli pompaların düzgün çalışması için emme (giriş) boru hattı her zaman pompaya doğru eğimli olarak döşenmelidir. Emme boru hattı çapı en az pompanın emme ağzının çapı kadar olmalı, bu değer de 100 mm'den az olmamalıdır.
- Bir çek valf (geri tepme klapesi) ve ardından, akış yönünde ve pompanın basınçlı tarafında, sürgülü vana olmalıdır.
- Benzer şekilde, kuru hazneli pompaların emme borusuna da öncelikle sürgülü vana konmalıdır.
- Pompa odasının taşkına uğraması veya pompaların arızalanması durumuna karşın, basınçlı boru hattına acil tahliye hattı bırakılmalıdır. Sel ve dona karşı acil bağlantı hattı, en az DN 100 çaplı olarak ve kısa, dikey olarak yukarıya doğru, kolay erişilebilir bağlantı parçası, sürgülü vanası ve kör flanş ile birlikte yapılmalıdır.
- Korozyon nedeniyle, pompa istasyonunda boru malzemesi olarak kalın cidarlı çelik kullanılmalıdır. İç duvara korozyona karşı koruma yapılabilir. Tadilatı sadece zor koşullar altında mümkün olan ıslak hazneli pompa kurulumunda, Malzeme No 1.4571 önerilir.
- Sürgülü vanalar ile emme borusu ve pompa istasyonu emme haznesi birbirinden ayrılmalıdır.
- Pompa istasyonlarında temiz su ile yıkama sistemi mevcut olmalıdır. Buna ek olarak, makine dairesi ve emme haznesinde, temizlik amaçlı su özellikle gerekir. Temiz su bağlantısı için DIN 1988 dikkate alınmalıdır. Kuru hazneli pompa istasyonu odasını temizlemek için de su temin edilmelidir.
- Korozyon tehlikesi nedeniyle DIN 19533 uyarınca emme haznesinde yıkama boru hattı PE sert plastikten veya paslanmaz çelik Malzeme No 1.4571, PN 10 yapılmalıdır.
- Sızan suların deşarjı ve/veya yıkama suyu ve su pompalarının boşaltımı için makine odasının en derin noktasına bir dalgıç pompa tesis edilmelidir.
- Pompa istasyonu emme haznesi etkili bir havalandırma sistemi ile donatılmış olmalıdır.
- Makinelerin kurulumu ve kaldırılması için vinç sistemleri gerekir. Üst yapısı olmayan daha küçük terfi istasyonlarında hareketli vinçlerin kullanılabilir olup olmadığı incelenmeli, kullanılamıyorsa döner vinç sağlanmalıdır.

- Elektriksel kurulumların nem, toz ve kirlere korunması sağlanmalıdır. Bu tesisler, sadece belirli sayıda eğitimli ve yetkili teknikerler için erişilebilir olmalıdır. Elektrik para odaları sürekli kilitli kalmalıdır. Tüm elektriksel kumanda odaları, sadece içeriden açılabilen bir acil durum kilidiyle donatılmalıdır.
- Yapıların yağ, asit, yüksek basınç ve yangından korunması için gerekli tedbirler alınmalıdır. Zemin döşemesi elektrik kaçağı ve işletim voltajına karşı güvenli olacak şekilde yalıtılmalıdır. Döşeme statik yük tutmayacak şekilde yapılmalıdır.
- Bütün ekipman ve tesisatlar, ilgili yönetmeliklere uygun olmalıdır. Tüm tesisin topraklaması, ana güç devresine bağlı olmayan cihazlar dahil, planlanan topraklama alanında tamamlanmalıdır. Gerekli ise ek topraklamalar da yapılmalıdır. Bütün iletken bileşenlerin eş gerilim bağlantıları yıldırım korumalı olarak gerçekleştirilmelidir. Üstyapılar için yıldırım koruması gerekir.
- Pompa istasyonu ile birlikte, emme haznesi, giriş şaftı ve vantilatör odası patlama tehlikesi olan yerlerdir. Buradaki işletme ekipmanları ve tesis patlamaya sebep vermeyecek şekilde (kıvılcım korumalı olarak) kurulmalı ve işletilmelidir.
- Pompa istasyonunda çalışan personeli, 3-fazlı elektrik kazalarından korumak için ilgili korunma önlemleri alınmalıdır.
- Basınçlı boru hattı, sistemdeki iç ve dış basınçlara dayanıklı olmalıdır. Ayrıca ani debi değişiklikleri sonucu ortaya çıkabilecek dinamik basınçlara karşı da emniyetli olmalıdır.
- Prensip olarak boru hattı, pompa istasyonu ile deşarj noktası arasında mümkün olan en kısa bağlantıyı temsil etmelidir.
- Boru hattı yön değişikliklerinden kaynaklanan yersel hidrolik kayıpları minimumda tutabilmek için hattın dikey pozisyonunun olabildiğince sabit olması gerekmektedir.
- Atıksu içerisindeki çürümüş maddeler H_2S oluşumuna yol açar ve bu da boru hattının iç duvar yüzeylerine zarar verir. Bunun için gerekli önlemler alınmalıdır.
- Basınçlı boru şebekeleri çeşitli gerilmelere (Taşıma ve depolama, montaj, dış kuvvetler, iç kuvvetler, sıcaklık değişimleri, aşınma, korozyon vb.) maruz kalır.
- Dış sıcaklık farklarına bağlı gerilmeleri önlemek bakımından boru hattı minimum örtüyle (hendek dolgusu) ve/veya izolasyon ile korunmalıdır.
- Ana boru hattında, atıksudaki inorganik maddeler artış gösterdiğinde basınç etkisiyle aşınma meydana gelir. Beklenen olumsuz etkiler yön değişim ve kesit daralması noktalarında olmaktadır. Bunu için boru et kalınlıklarının artırılması bir çözümdür.
- Korozyona duyarlı boru malzemelerine içten ve dıştan yalıtım yapılmalıdır. Bu sebepten, çelik borular dıştan polietilen ceket ya da bütüm içten, bütümlü epoksi, epoksi veya çimento (beton) ile kaplanır. Dökme demirden (pik) yapılan basınçlı borular dıştan galvaniz, bitümlü boyalar ya da epoksi reçine kaplaması ile içeriden ise çimento ile kaplanır.
- Atıksuda sülfid korozyonu riski olması halinde güçlendirilmiş beton ve lifli çimentodan yapılmış boru veya çoğu durumlarda bitüm epoksi reçine bazlı kaplamalar kullanılır.

3.2.3. İşletmeye Almada Dikkat Edilecek Hususlar

Pompa istasyonlarının devreye alınmasında dikkat edilecek hususlar aşağıda özetlenmiştir:

- Pompa istasyonunu işletmeye almadan önce münferit bağlantı elemanları pratik testler ve denemelerle kontrol edilmelidir.
- Planlama ve inşaatın sorumlu olanlar, garanti sebebiyle üretici temsilcileri ve/veya destek veren şirketler bu aşamada birlikte çalışmalıdır.
- Elektrik ünitesini işletmeye almadan önce güvenlik için kısa devre ve aşırı akımı önleyici sistemler tertip edilmelidir. Bütün anahtarlar ve kontrol prosedürleri yüklemeye önce denenip kontrol edilmelidir.
- Son işlem olarak sadece tesisi işletmeye alma kalmalıdır.
- Pompalar tam yükte en az 2 saat test edilmelidir.
- İşletmeye alma ve sonrasında personelin tesisi işletebilmesi için gerekli mühendislik bilgisinin ve montaj-kullanma kılavuzundaki komutların öğrenilmiş olması gerekmektedir.
- Pompa istasyonu test işlemlerinden sonra devreye alınabilir.
- Mevcut deneyimler, tüm çevrim çalışır durumda iken tesis bileşenlerindeki hataların düzeltilmesi için, tesisin takip edilmesi (yaklaşık 4 hafta) yönündedir.
- DIN 4279 uyarınca işletmeye almadan önce bir iç basınç testi yapılmalıdır. İşletmede suyla doldurma işlemi esnasında havalandırma bağlantıları el ile kontrol edilmelidir.
- Mevcut şebekeye basınçlı boru hattı bağlanırken basınç farkından dolayı giriş vanalarının çok hızlı/ani açma ve kapanması sırasında basınç dalgalanması olacağı (su darbesi) ve bunun boru hattına zarar vereceği unutulmamalıdır.
- Akışın durduğu gözlemlendiğinde giriş vanası analog olarak yavaşça açılabilir.
- Yeni yapılmış bir basınçlı hat işletmeye aldıktan hemen sonra ilk olarak pompa karakteristik eğrisi sisteme adapte edilmelidir (pompalara öngörülen şalt programına göre yol verilmelidir).

4 KUM VE YAĞ TUTUCULAR

4.1 Kum ve Yağ Tutucular İçin Tasarım Kriterleri

Kum tutucular, en az 0,3 mm çaplı kum taneciklerini ayıracak ve 0,30 m/s'li bir çökme hızı sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır.

Yatay akışlı, havalandırmalı ve dairesel kum tutucular için önerilen tasarım kriterleri Tablo 4.1'de verilmiştir.

Nüfusa bağlı olarak kum tutucuların tip seçimi ile ilgili bilgiler Tablo 4.2'de verilmiştir.

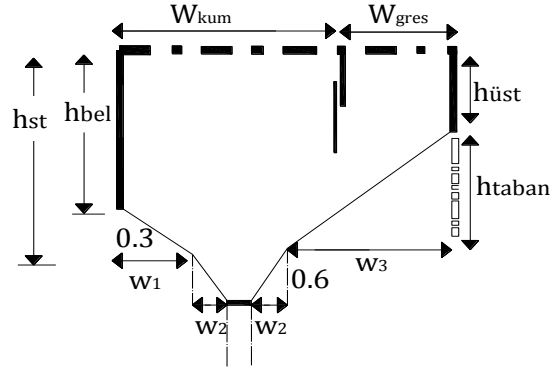
Tablo 4.1. Yatay akışlı, havalandırmalı ve dairesel kum tutucular için önerilen tasarım kriterleri

<i>Projelendirme kriterleri</i>	<i>Yatay akışlı kum tutucular</i>	<i>Havalandırmalı kum tutucular</i>	<i>Dairesel kum tutucular</i>
<i>Yatay hız, m/s</i>	<i>0,25-0,4</i>	<i>0,2</i>	<i>Giriş:0,75-1,00 Çıkış < 0,8 m/s Dönme: 0,3</i>
<i>Yüzey yükü, m/st</i>	<i>17-36</i>	<i>20-25</i>	
<i>Bekletme süresi, dk</i>	<i>0,75-1,5</i>	<i>2-20</i>	
<i>En kesit şekli</i>	<i>Dikdörtgen veya parabolik</i>	<i>Parabolik</i>	<i>Konik</i>
<i>Temizleme şekli</i>	<i>Mekanik, elle</i>	<i>Mekanik</i>	<i>Mekanik</i>
<i>Hız kontrolü</i>	<i>Orantılı, Parshall, dikdörtgen savak</i>	<i>Orantılı, Parshall, dikdörtgen savak</i>	

Tablo 4.2. Kum tutucular için tasarım kriterleri (MWA, 1998)

<i>Tanım</i>	<i>Birim</i>	<i>N<5.000</i>	<i>5.000<N<10.000</i>	<i>N>10.000</i>
<i>Kum tutucu birimi</i>				
<i>Kum temizliği</i>	-	<i>El ile</i>	<i>Mekanik (pompa)</i>	<i>Mekanik (konveyör)</i>
<i>Kum tutucu tipi</i>	-	<i>Yatay akışlı veya dairesel planlı</i>	<i>Mekanize yatay akışlı veya dairesel planlı</i>	<i>Havalandırmalı veya dairesel planlı</i>
<i>Minimum bekletme süresi, (Q_{pik})</i>	<i>dak.</i>	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>3</i>
<i>Kum yıkama ve susuzlaştırma</i>		<i>Yok</i>	<i>Var</i>	<i>Var</i>
<i>Yağ ayırma birimi</i>				
<i>Yağ ayırma Tank tipi</i>		<i>Basit el ile Dikdörtgen</i>	<i>Önleyici levha Perdeli tank</i>	<i>Mekanik Havalandırmalı</i>
<i>Minimum bekletme süresi, (Q_{pik})</i>	<i>dak.</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>3</i>
<i>Kum ve yağ depolama süresi</i>	<i>gün</i>	<i>30</i>	<i>7</i>	<i>7</i>

Havalandırmalı kum tutucular için enkesit ve boyutlandırma kriterleri Şekil 4.1 ve Tablo 4.3’de verilmiştir.



Şekil 4.1. Havalandırmalı kum tutucu (yağ tutma birimi dahil) en kesiti ve boyutlandırma kriterleri (MWA, 1998)

Tablo 4.3. Havalandırmalı kum tutucu boyutlandırma kriterleri (MWA, 1998)

Parametre	Tavsiye Edilen Değer
Yatay hız	< 0,2 m/s
Genişlik derinlik ilişkisi $w_{kum}/w_{yağ}$	
Kuru hava debisinde	< 1,0
Yağışlı hava debisinde	> 0,8
En kesit alanı (Yağ bölmesi hariç)	1-15 m ²
Uzunluk	En az 10 m – Maksimum 50 m
Bekletme süresi (ort)	Yaklaşık 10 dk
Bekletme süresi (min)	Yaklaşık 5 dk
Bekletme süresi (maks) (yüksek kum giderme verimlerinin istendiği durumlarda)	Yaklaşık 20 dk
Sol taraftaki eğimli bölmenin yüksekliği ($h_{sf} - h_{bel}$)	Kum toplama havuzunun üst seviyesinin üzerinde 30 cm
Taban eğimi	35-45°
Hava ihtiyacı (Havuz hacmine bağlı olarak belirlenir)	0,5-1,3 m ³ /m ³ .st $A_{en\ kesit} < 3\ m^2$ $Q_{hava} < 0,8\ m^3/m^3.st$ $A_{en\ kesit} > 3\ m^2$ $Q_{hava}, 0,8-1,3\ m^3/m^3.st$ aralığında
Yağ tutma bölmesi genişliği, $w_{yağ}$	0,2 - 0,5 w_{kum}
W_{kanal}	2,5-7 m
Q_{kum}	5-200 m ³ kum /10 ⁶ m ³ atıksu

4.2. Kum Tutucular İçin Genel Şartlar

Kum tutucular ile ilgili olarak genel beklentiler ve uyulması gereken yapısal tasarım kriterleri aşağıda verilmiştir:

- Kum tutucular, ızgara birimlerinden sonra teşkil edilmelidir.
- Kum tutucuda ayrılan kum, yıkanmış ve bütün organik maddesi uzaklaştırılmış olsa bile, sağlık ve güvenlik şartlarına uygun olarak bertaraf edilmelidir.
- Kum tutucu hazneler ve yağ tutucular, elekler ve süzme cihazları ve eleklerin yıkanması için kullanılan tesisat, insanların katı maddelerle temasını en aza indirecek ve katı maddelerin güvenli bir şekilde tahliye edilmesini sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır.
- Kum tutucu üniteleri, sistemde meydana gelebilecek durmalar ve elektrik kesilmeleri durumunda kullanılabilir ve otomatik olarak devreye girecek bir by pass hattı ile teçhiz edilmelidir.
- Kum tutucu binasının havalandırması yapılmalıdır. Sürekli çalışma durumunda saatte 12 hava değişimi, kesikli çalışma durumunda ise 30 hava değişimi sağlanmalıdır.
- Gerekli yerlere ulaşım için merdivenler de bulunmalıdır.
- En az iki kum tutucu ünite (birim) teşkil edilmelidir. Bunlardan birisi bakımda iken diğeri mutlaka devrede olmalıdır.
- Kum tutucular, birden fazla paralel ünite olarak tasarlanır. Tek üniteli olarak yapılır ise by pass (çevirme) hattı da bulunmalıdır. Bir ünitenin devre dışı kalabileceği durumlarda, tek bir ünitenin kapasitesi pik debiyi kaldırabilmelidir. Kum tutucular, yağışlı ve/veya kurak hava debisinin geldiği durumlarda gelebilecek kum yüklerini de karşılayabilmelidir (DIN EN 12255-3).
- Pompalar, sıyırıcılar ve tahrik birimleri bu duruma uygun şekilde tasarlanmış olmalıdır (DIN EN 12255-3).
- Sıyırıcı yükü, sıyırıcının her m²'si için 10 kN olacağı kabul edilmeli, uzaklaştırılacak malzemenin seviyesinin otomatik olarak ayarlanabildiği durumlarda bu değer 5 kN/m² alınmalıdır (DIN EN 12255-3).
- Kum tutucularda kullanılan pompalar, hem tasarım hem de malzeme cinsi bakımından uygun olmalıdır. Pompalar su içine daldırılabilir ve bu şekilde emme yapabilmeli, çalışır halde iken dalma yüksekliği ayarlanabilmelidir. Hava ile çekişli pompalar, geri yıkama tertibatı ile teçhiz edilmelidir (DIN EN 12255-3).
- Havalandırılmalı kum tutucularda, gürültü kirliliğini önlemek için borulardaki hava hızı 20 m/s'yi aşmamalıdır (DIN EN 12255-3).
- Kum tutuculardaki hareketli köprülerin yapım prensipleri DIN EN 12255-3'de verildiği şekilde olmalıdır.
- DIN EN 12255-1'de verildiği üzere, sürücülerin (tahrik birimleri), köprülü sıyırıcıların ve pompaların hizmet süresi Sınıf 3'ü, hava çekişli pompaların hava tedarik sistemlerinde Sınıf 2'yi ve sürekli havalandırma sistemlerinin hava tedarik donanımlarında Sınıf 3'ü karşılamalıdır (DIN EN 12255-3).

- Spiral akışlı ve su derinliği 1,35 m'yi geçen havalandırmalı kum tutucu ünitelerinde, kanal boyunca akış yönünde, uygun bir korkuluk bulunmalıdır (MWA, 1998).
- Dönen cihazların etrafına, su seviyesi hizasında emniyet halatları veya çubukları takılmalıdır. Yatay akışlı havalandırmalı kum tutucusu haznelerin de, akış yönünde acil durum çıkışları tesis edilmelidir. Bu acil durum çıkışları kum silolarının yakınına yerleştirilmemeli ve sabit tutunma yerleriyle ulaşabilecek şekilde olmalıdır (MWA, 1998).
- Kendi kendini kurtarma için uygun tutunma yapılarına örnek olarak, tutunma boruları, dayanma çubukları veya iyice gerilmiş kablolar verilebilir (MWA, 1998).
- Vidalı konveyörlerde, yumuşak çelik tercih edilmelidir. Kum pompa ile alınıyor ise emme borusu kısa ve dik olmalıdır. T ve kısa açılı dönüşler mümkün olduğunca engellenmelidir. Belli noktalarda flanşlı bağlantılar tercih edilmelidir. Bu şekilde, tıkanma anında sistem bu yerlerden sökülerek temizlik işlemi yapılabilir (MWA, 1998).
- Kum tutucuların yapısal ve hidrolik tasarımı için standart boyutlar geliştirilmiştir. Bunun detayları, aşağıda verilmiştir (DIN 19551-3).

4.2.1. İzin Verilen İnşaat Toleransları

Müsaade edilebilen inşaat toleransları DIN 18202 standardındaki kriterlere göre belirlenir.

4.2.2. Güvenlik Teknolojisi

- Kanallar ve havuz için gerekli korkuluklar ile giriş ve çıkış cihazları, güvenlik ekipmanları montaj kurallarına göre düzenlenmelidir.
- Düzenleme için güvenlik teknolojisi kuralları, DIN EN 12255-10'a göre atıksu arıtma tesislerine özgü olanlar ve yetkili kaza sigortası kurumunun ilgili kaza önleme yönetmelikleri geçerlidir.

4.2.3. İnşaat için Gerekli Şartlar

- İzolasyon, yıkama ve depolama sistemlerinden dönen akımlar tesise kum tutucudan önce beslenmelidir.
- Çökelen kum su karışımının alınmasında basınçlı hava ile kaldırma kullanıldığında yeterli dolma derinliği sağlanmalıdır.
- Daha derin bir huni için, örneğin sıyırıcılı kum tutucularda, yıkama suyu veya yıkama havası da göz önünde bulundurulmalıdır.

4.2.4. Teknik Ekipman için Gerekli Şartlar

Asıl kum deşarjı devam ederken, hareketli kum toplama aparatındaki sıyırıcılar, pompalar ve vakumun durması önlenmelidir.

4.2.5. Malzemeler

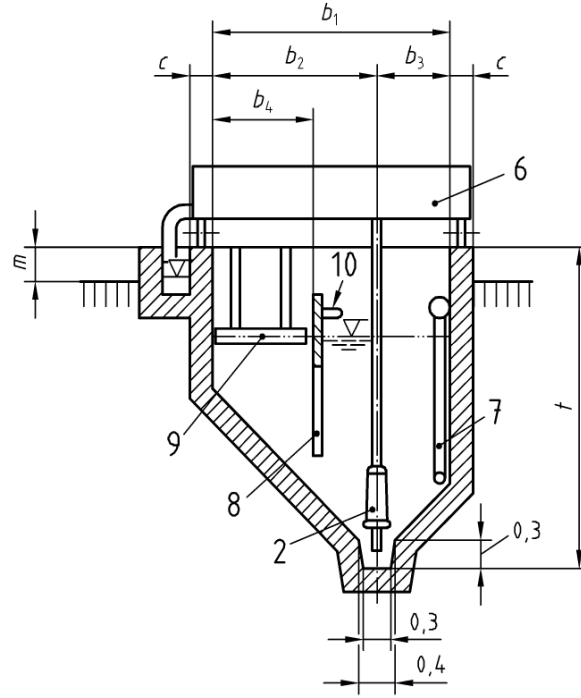
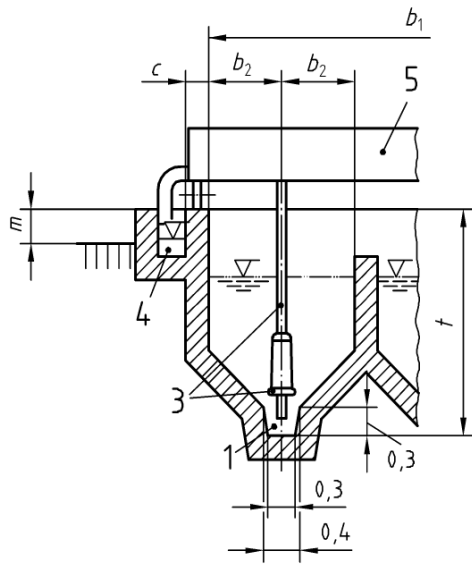
- Pompalar, boru ve armatürler yüksek aşınma riski altındadır.
- Kum-su karışımları için de bu risk göz önünde bulundurulmalıdır.
- Halatlar paslanmaz çelik malzemedен yapılmalıdır.

4.3. Emme Tertibatlı Dikdörtgen Kum Tutucular için Normlar

Emme tertibatlı dikdörtgen kum tutuculara ait standart boyutlar Şekil 4.2'de verilmiştir (DIN 19551-3).

4.4. Sıyırıcı Tertibatlı Dikdörtgen Kum Tutucular için Standart Normlar

Sıyırıcı tertibatlı dikdörtgen kum tutuculara ait temel boyutlar Şekil 4.3'de verilmiştir (DIN 19551-3).



a) Havalandırmaz kum tutucular

(Havuz kesiti, emme pompası, geri akım oluğu, sıyrıcı köprüsü, yürüme iskelesi, havalandırma cihazı, yüzer madde sıyrıcı, yavaşlatıcı levha formları ve emme kanalı sayısı örnek olarak verilmiştir.)

- 1 : Emme kanalı
- 2 : Emme pompası
- 3 : Emme pompası ve basma hattı
- 4 : Geri akım oluğu

5 : Sıyrıcı ve emme köprüsü

- 6 : Yürüme iskelesi
- Minimum muhtemel genişlik : 0,6 m
- İzin verilen hareketli yük : 1,5 kN/m²
- 7 : Havalandırma borusu

8 : Yavaşlatıcı levha

b) Havalandırmalı kum tutucular

- 9 : Yüzer madde sıyrıcısı
- 10 : Destek çubuğu
- b_1 : Muhtemel toplama kanalı genişliği
- b_2, b_3 : Emme kanalının merkez ekseninin havuz iç duvarlarına olan mesafesi
- b_4 : Yüzer madde toplama bölgesindeki muhtemel genişlik
- c : Sıyrıcı güzergahı için havuz duvarının üst genişliği

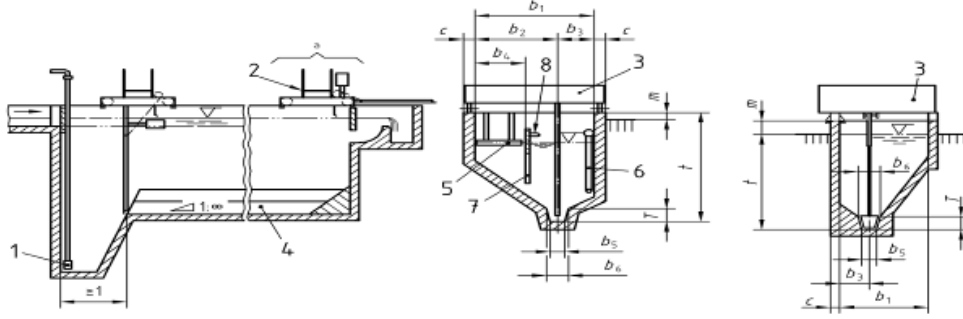
m : Platform üzeri yolun zeminden yüksekliği (DIN EN 12255-10'da mevcut)

t : Havuz derinliği

Havalandırmalı ve havalandırmaz emme tertibatlı dikdörtgen kum tutucu yapısı ana boyutlar (m olarak) (DIN 19551-3)

b_1	b_2, b_3, b_4	c min.	t
0,8'den 2,6'ya kadar 0,2 artarak		0,25	0,6'dan 4'e kadar 0,2 artarak,
2,8'den 6'ya kadar 0,4 yükselerek	0,4'den başlayıp artarak	0,1	4'den 6'ya kadar 0,4 artarak
7'den 16'ya kadar 1 artarak		0,3	

Şekil 4-2. Havalandırmalı ve havalandırmaz emme tertibatlı dikdörtgen kum tutucular (DIN 19551-3)



(Havuz kesiti, akım, vakum cihazı, sıyrıcı köprüsü, yürüme iskelesi, kum toplama kanalı, havalandırma cihazı, yavaşlatıcı levha, yüzer madde sıyrıcı formları birer örnek olarak verilmiştir.)

- 1:** Vakum cihazı, pnömatik krikolu
2: Yürüme iskelesi
 - Minimum muhtemel genişlik: 0.6 m
 - İzin verilen hareketli yük: 1.5 kN/m²
3: Sıyrıcı köprüsü
4: Kum toplama kanalı
5: Yüzer madde sıyrıcı
6: Havalandırma cihazı
7: Yavaşlatıcı levha
8: Destek çubuğu
a: Bakım onarım için kazıyıcı

- b₁:** Muhtemel toplama kanalı genişliği
b₂, b₃: Kum toplama kanalının merkez ekseninin havuz iç duvarlarına olan mesafesi
b₄: Yüzer madde toplama bölgesindeki muhtemel genişlik
b₅, b₆: Kanal genişliği
m: Platform üzeri yolun zeminden yüksekliği (DIN EN 12255-10'da mevcut)
T: Kanal derinliği
t: Havuz derinliği
c: Sıyrıcı güzergahı için havuz duvarının üst genişliği

b₁ genişliğine bağlı olarak havalandırmalı ve sıyrıcılı tertibatlı dikdörtgen kum tutucular için boyutlar (m)

b₁	b₂	b₃	b₄	t	b₅	b₆	T	C_{min}
1,6'dan 2,6'ya kadar 0,2 artarak	1'den başlayıp artarak	0,1	0,6'dan başlayıp 0,1 artarak		0,3	0,4	0,3	
2,8'den 4,8 'e kadar 0,4 artarak	1,8'den başlayıp artarak	0,2	'den başlayıp 0,1 artarak	1,6'dan 4'e kadar 0,1 artarak, 4'ten 6'ya kadar 0,4 artarak	0,4	0,6	0,5	0,25
5,2'den 7,2'ye kadar 0,4 artarak			1,2'den başlayıp 0,2 artarak		0,5	1,0	0,8	

Dikkat: Havuz genişliği **b₁**, **b₂**, **b₃**, **b₄** ve havuz derinliği **t** seçilebilir değerlerdir. Diğer boyutlar Tablo'daki geometrik bağımlılıkları izlemektedir.

b₂ genişliğine bağlı olarak havalandırmasız ve sıyrıcı dikdörtgen kum tutucular için boyutlar (m)

b₁	b₃	b₅	b₆	T	c_{min}	t
0,8'den 1,8'e kadar 0,2 artarak	0,45	0,3	0,4	0,3		
2,0'den 2,6'ya kadar 0,2 artarak	0,8	0,4	0,6	0,5	0,25	0,6'dan 4,6'ya kadar 0,2 artarak
2,8'den 4'e kadar 0,4 artarak	1,0	0,5	1,0	0,8		

Dikkat: Havuz genişliği **b₁** ve havuz derinliği **t** seçilebilir değerlerdir. Diğer tüm boyutlar Tablo'dan verilen geometrik değerleri izleyecektir.

Şekil 4.3. Sıyrıcılı dikdörtgen kum tutucular (DIN 19551-3)

5 DEBİ ÖLÇÜMÜ VE DENGELEME

5.1. Parshall Savakları

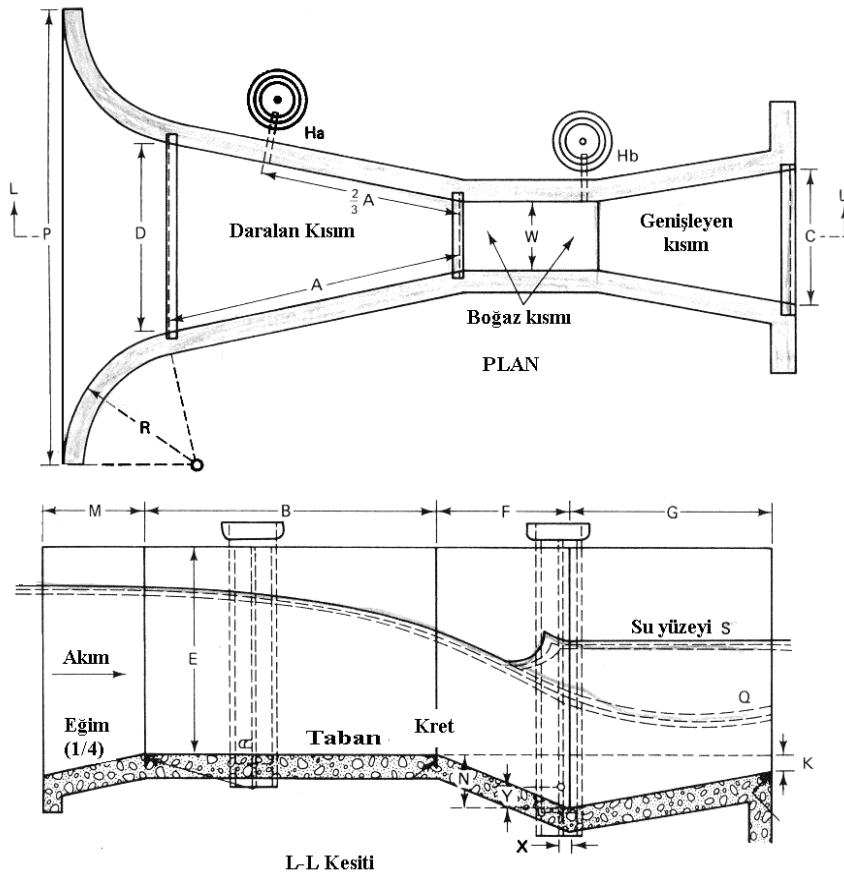
Parshall savakları açık kanallarda debi ölçümünde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Şekil 5.1'de gösterildiği gibi bu savaklar daralan kısım, boğaz kısmı ve genişleyen kısım olmak üzere üç bölüme ayrılmıştır.

Parshall savağının plan, yükseklik ve boyutları, Tablo 5-1'de (Parshall, 1950) verilmiştir.

En uygun savak boyutuna karar verirken, kanaldaki serbest düşüm imkânı dikkate alınmalıdır. Bir kısıtlama söz konusu değil ise bu halde en dar boğazlı savak en ekonomik çözüm olacaktır.

Küçük Parshall savakları, orta veya uzun kanat duvarı gerektirdiğinden $Q < 50$ L/s için diğer yöntemler daha uygun olabilmektedir.

Genellikle boğaz genişlikleri, kanal genişliğinin $(1/3)$ ile $(1/2)$ 'si olmaktadır.



Şekil 5.1. Parshall Savağı plan ve kesiti (Parshall, 1950)

Tablo 5.1. Parshall savağı boyutları (Parshall, 1950)

w	A	2/3 A	B	C	D	E	F	G	K	N	R	M	P	X	Y	Serbest Düşüm	
																min	max
cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	1/sn	1/sn
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
7,6	46,7	31,1	45,7	17,8	25,9	61,0	15,2	30,5	2,5	5,7	40,6	30,5	76,8	2,5	3,8	0,85	53,8
15,2	77,3	41,4	61,0	39,4	39,7	61,0	30,5	61,0	7,6	11,4	40,6	30,5	90,2	5,0	7,6	1,42	110
22,9	87,9	58,7	86,4	38,1	57,5	76,2	30,5	76,2	7,6	11,4	40,6	30,5	108	5,0	7,6	2,55	252
30,5	137	91,4	134	61,0	84,5	91,4	61,0	91,4	7,6	22,9	50,8	38,1	149	5,0	7,6	3,12	456
45,7	145	96,5	142	76,2	103	91,4	61,0	91,4	7,6	22,9	50,8	38,1	168	5,0	7,6	4,95	750
61,0	152	102	150	91,4	121	91,4	61,0	91,4	7,6	22,9	50,8	38,1	185	5,0	7,6	4,9	1008
91,4	168	112	164	122	157	91,4	61,0	91,4	7,6	22,9	50,8	38,1	222	5,0	7,6	17,3	1427
122	183	122	179	152	194	91,4	61,0	91,4	7,6	22,9	50,8	45,7	271	5,0	7,6	36,8	1923
152	198	132	194	183	230	91,4	61,0	91,4	7,6	22,9	61,0	45,7	308	5,0	7,6	45,3	2424
183	213	142	209	213	267	91,4	61,0	91,4	7,6	22,9	61,0	45,7	344	5,0	7,6	73,6	2931
213	229	152	224	244	303	91,4	61,0	91,4	7,6	22,9	61,0	45,7	381	5,0	7,6	85,6	3438
244	244	163	239	274	340	91,4	61,0	91,4	7,6	22,9	61,0	45,7	417	5,0	7,6	106	3950

5.2. Dengeleme

Bütün dengeleme birimleri karıştırılmalı ve havalandırılmalıdır. Acil durumlar için deşarjı olmalıdır. Dengelenmesi gerekli hacim, sisteme gelen toplam akış hacminin zamana karşı çizilmesi (debi geçiş çizgisi) ile hesaplanır. Boyutlandırma kriterleri Tablo 5.2'de verilmiştir.

Tablo 5.2. Dengeleme tankları tasarım kriterleri (MWA, 1998)

Tanım	Birim	Kriter
Tank hacmi	m^3	Pik debi için 1,5 saatlik bir bekletme süresi
Karıştırma için enerji ihtiyacı	W/m^3 atıksu	4-8
Havalandırma	m^3 hava/saat/ m^3 atıksu	1

6 ÖN ÇÖKELTİM HAVUZLARI

6.1. Ön Çökeltim Havuzları İçin Tasarım Kriterleri

Ön çökeltim havuzlarının yapımı ve malzeme seçimleri ile izin verilen toleranslar DIN EN 12255-1, DIN EN 12255-4 ve DIN EN 12252-6 normları esas alınarak yapılmaktadır. DIN EN 12255-1 'e göre inşaat işleri ile ilgili aşağıdaki temel hususlar dikkate alınmalıdır.

- Stabilitate, tekrar kullanılabilirlik ve işletme güvenliği açısından sorun oluşturur nitelikte olmamalı,
- Betonarme olarak yapılmalı,
- Kaynak ve bağlantı işlemlerinin düzgün yapılmış olmalı,
- Erişilebilir malzeme türünün seçilmeli,
- Havalandırma uygun olmalı,
- Susuzlaştırma işlemlerine olanak veren tasarımlar kullanılmalı,
- Halatlar için paslanmaz çelikten malzeme kullanılmalı (DIN EN 10088-2),
- Havuz tabanı düzgün bir yapıda olmalıdır.

Müsaade edilebilen inşaat toleransları DIN 18202 standarındaki kriterlere göre belirlenir.

Ön çökeltim havuzları tasarlanırken;

- Yüzey yüküne göre boyutlandırılırlar.
- Tasarımda hidrolik bekletme süresi, savak yükü, tipi ve boyutları, giriş ve çıkış yapıları, çamur sıyırma tertibatı gibi parametreler de ayrıca dikkate alınmalıdır. Tasarım kriterleri, Tablo 6.1'de verilmiştir.
- Yüzeysel hidrolik yük (yüzey yükü), geri devir akımları da dahil toplam giriş debisinin havuz yüzey alanına (çıkış akımı toplama olukları da dahil) oranıdır.
- Çamur günlük olarak uzaklaştırılabilir.
- Özel orifislerden oluşan çok delikli bir giriş yapısı olmalıdır.
- Çıkışta, savak önünde dalgıç perde yer almalıdır.

Tablo 6.1. Ön çökeltim havuzları için tasarım kriterleri

	<i>Aralık</i>	<i>Tipik</i>
Ön çökeltim		
<i>Bekletme süresi (Q_{pik}), saat</i>	1,5-2,5	2,0
Yüzey yükü, $m^3/m^2/gün$		
<i>Pik saatlik debi</i>	30-45	40
<i>Savak yükü, $m^3/m/gün$</i>	125-500	250
Aktif çamur geri devirli ön çökeltim*:		
<i>Bekletme süresi (Q_{pik}), saat</i>	1,5-2,5	2,0
Yüzey yükü, $m^3/m^2/gün$		
<i>Pik saatlik debi</i>	30-40	35
<i>Savak yükü, $m^3/m/gün$</i>	125-500	250

*Geri devrin ön çökeltim girişine verilmesi hali

Dikdörtgen ve dairesel ön çökeltim havuzlarının tipik yapısal boyutları Tablo 6.2’de verilmiştir.

Tablo 6.2. Dikdörtgen ve dairesel çökeltim havuzlarının yapısal boyutları

	<i>Aralık</i>	<i>Tipik</i>
<i>Dikdörtgen</i>		
<i>Derinlik, m</i>	3-4,5	3,7
<i>Uzunluk, m</i>	15-90	24-40
<i>Genişlik, m</i>	3-24	5-10
<i>Sıyırıcı hızı, m/dak</i>	0,6-1,2	0,9
<i>Dairesel</i>		
<i>Derinlik, m</i>	3-4,5	3,7
<i>Çap, m</i>	3-60	12-45
<i>Taban eğimi, mm/m</i>	62-167	83
<i>Sıyırıcı devir sayısı, dev/dak</i>	0,02-0,05	0,03

6.2. Çamur Sıyırıcılı Dairesel Çökeltim Havuzları

Daire planlı ve çamur sıyırıcılı çökeltim havuzlarıyla ilgili normlar Şekil 6.1’de gösterilmiştir (DIN 19552).

6.3. Pompa ile Emme Tertibatlı Dikdörtgen Çökeltim Havuzları

Dairesel planlı ve pompa ile çamur sıyırıcılı (emişli) çökeltim havuzları ile ilgili normlar Şekil 6.2’de verilmiştir (DIN 19552).

6.4. Hareketli Köprüye Bağlı Çamur Sıyırıcılı Dikdörtgen Çökeltim Havuzları

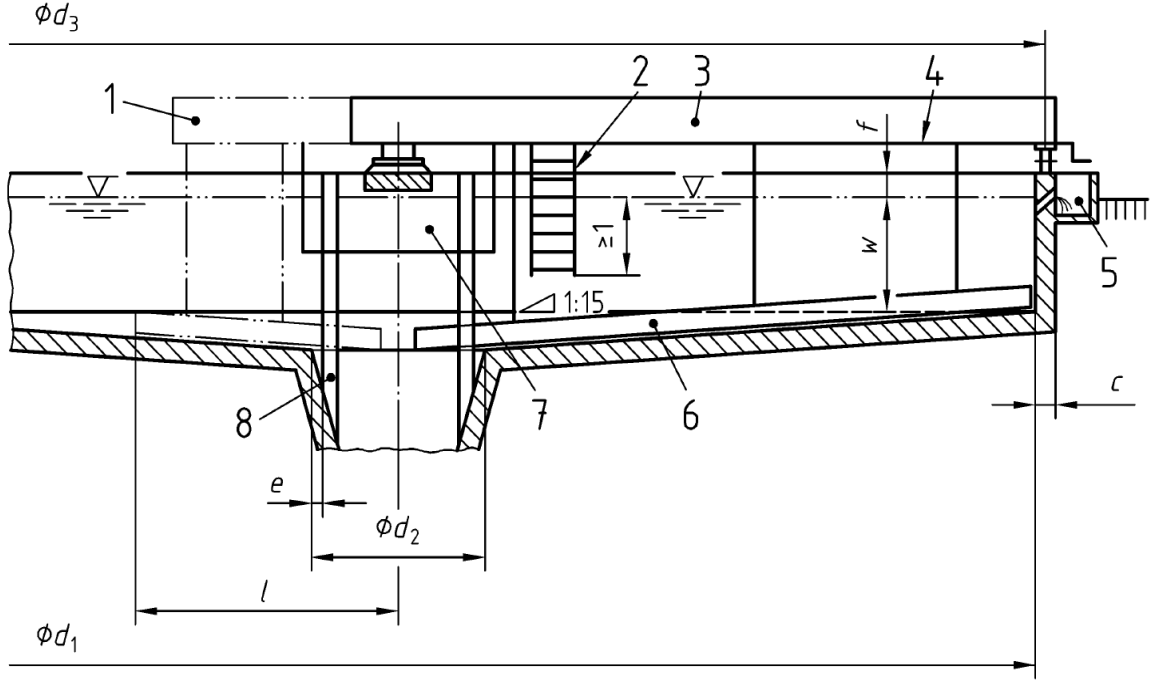
Dikdörtgen planlı ve hareketli köprüye bağlı çamur sıyırma tertibatlı havuzlarla ilgili normlar ise Şekil 6.3’de verilmiştir (DIN 19551-1).

6.5. Pompa ile Çamur Emme Tertibatlı Dikdörtgen Çökeltim Havuzları

Dikdörtgen planlı ve pompa ile çamur emme tertibatlı havuzlara ait normlar Şekil 6.4’de gösterilmiştir (DIN 19551-1).

6.6. Bant Sıyırıcılı Dikdörtgen Çökeltim Havuzları

Dikdörtgen planlı bantlı çamur sıyırıcı havuzlara ait normlar Şekil 6.5’de verilmiştir (DIN 19551-1).

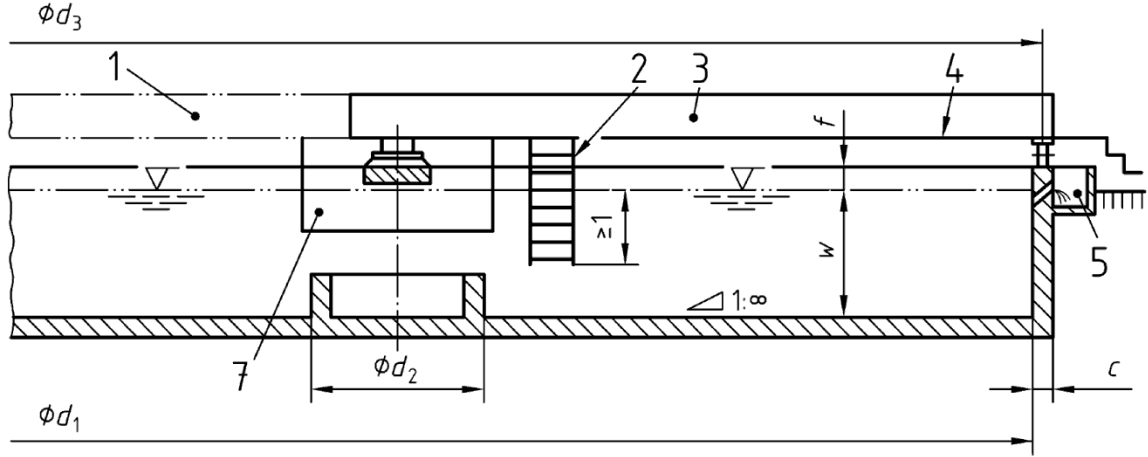


- | | |
|----------------------------|---|
| 1: Köprü | d_1 : Çökeltim havuzu çapı |
| 2: Merdiven | 1,2,3 no'lu yapıda : $d_3 = d_1 + c$ |
| 3: Tahliye Köprüsü | d_3 :Döner sıyırıcı çapı |
| 4: Platform | 4 no'lu yapıda : $d_3 = d_1 + 2n + c$ |
| 5: Çıkış yapısı | e : Giriş yapısı mesnetleri (ayakları) ile çamur haznesi arasındaki açıklık |
| 6: Çamur sıyırıcı | l : Sıyırıcıların taban kısmı uzunluğu |
| 7: Giriş yapısı | d_2 : Çamur toplama çukuru çapı |
| 8: Giriş yapısı mesnetleri | f : Hava payı |
| | w : Kenar su derinliği |
| | c : Çökeltim havuzu kenar duvar kalınlığı |
| | n :Çıkış kanalı genişliği |

Dairesel Planlı ve çamur sıyırıcılı Çökeltim Havuzu boyutları için öngörülen standart değerlerin havuz çapına göre değişimi (m)

d_1	c_{min}	d_2	e_{min}	f	$k_1 maks$	l	n	w
≤ 15	0,25	2;3					0,5;1	
$15 < d_1 \leq 20$			0,2	0,4	1	-	1	
$20 < d_1 \leq 28$	0,3			0,6				
$28 < d_1 \leq 32$				0,8		6		
$32 < d_1 \leq 35$	0,4		0,3	1	1,5	7	1,5;2	2 ve her kademede
$35 < d_1 \leq 40$				1,2		8		0,2 artan
$40 < d_1 \leq 45$		4;6		1,4		9		
$45 < d_1 \leq 50$	0,5		0,4	1,6	2	10	2	
$50 < d_1 \leq 60$						12		

Şekil 6.1. Dairesel planlı ve çamur sıyırıcılı çökeltim havuzları ile ilgili normlar (DIN 19552)



(Silindirik giriş yapısı, platform ve ilgili yapı elemanları gösterilmiştir. Giriş bacası, vakumlu (emişli) tahliye yapısı ve yüzen maddelerin uzaklaştırılması şekil üzerinde gösterilmemiştir.)

* 1'den 5'e kadar ve 7 için dairesel planlı çamur sıyrıcılı tip ile aynı boyutlar kullanılacaktır.

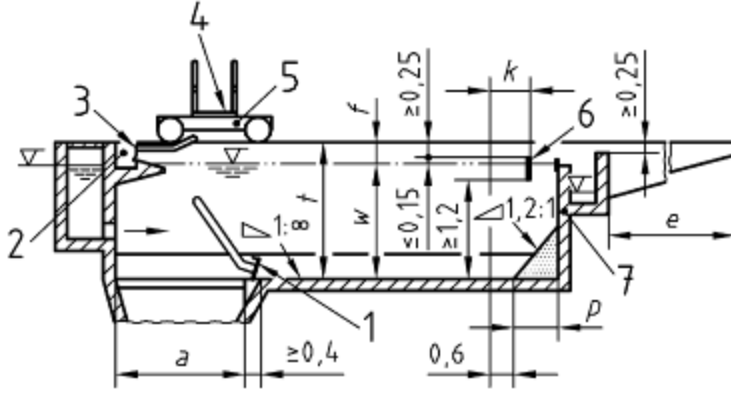
* d_2 : Orta yapı çapı

* c , d_1 , d_3 , f , n ve w için dairesel planlı çamur sıyrıcılı ile aynı boyutlar kullanılacaktır.

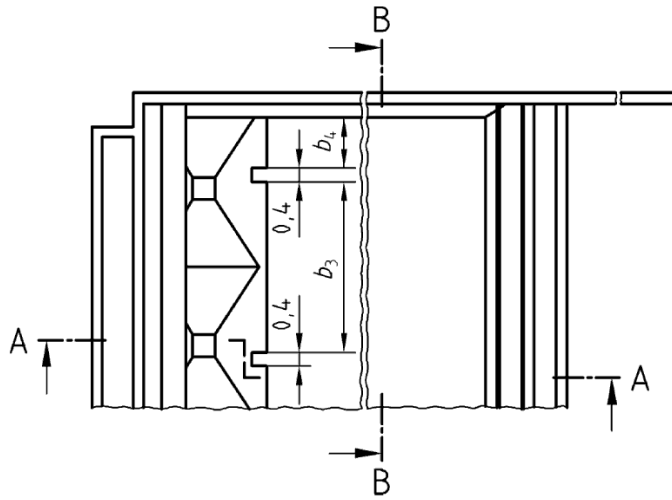
Dairesel planlı ve pompa ile çamur emme tertibatlı çökeltim havuzları ile ilgili boyutlar (m olarak)

d_1	e_{min}	d_2	f	k_1max	n	w
$15 < d_1 \leq 20$	0,25	2,5	0,4; 0,6;	1	1	2 ve her
$20 < d_1 \leq 30$	0,3	3	0,8; 1; 1,2;			aşamada 0,2
$30 < d_1 \leq 40$	0,4		1,4; 1,6	1,5	1,5	artan
$40 < d_1 \leq 60$	0,5	4		2	2	

Şekil 6.2. Dairesel planlı pompa ile çamur emme tertibatlı çökeltim havuzlarına ait normlar (DIN 19552)

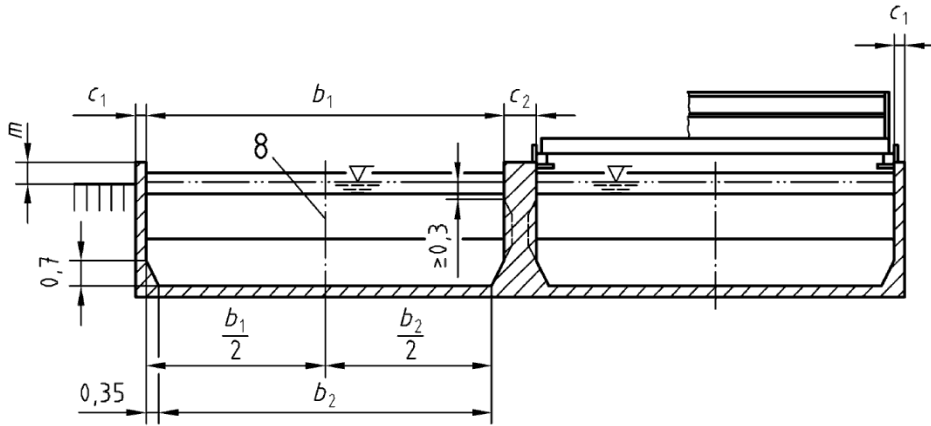


A-A Kesiti (Hareketli köprüler, köpük sıyrma tertibatı, tahliye üniteleri, giriş ve çıkış Yapıları gösterilmektedir.)



Hareketli Köprü Olmadan Görünüm (Çamur çukuru sayısı çökeltim havuzu genişliğine ve işletme şartlarına göre değişmektedir.)

B-B



Kesit B-B

Şekil 6.3. Dikdörtgen planlı ve hareketli köprüye bağlı çamur sıyrıcılı çökeltim havuzları ile ilgili normlar (DIN 19551-1)

- 1: Taban Tahliye Plakası
 2: Köpük Kanalı
 3: Yüzen Madde Tahliye Ünitesi
 4: Platform (açıklık genişliği: 0,6 m, Yük: 1,5 kN/m²)

- a: Çamur çukuru uzunluğu
 b₁: Çökeltim havuzu genişliği
 b₂: Çökeltim havuzu taban genişliği
 b₃: Çamur çukuru bölgesinin genişliği

5: Hareketli köprü

c₁: Çökeltim havuzu yüzeyindeki tahliye ünitesi genişliği

6: Savak duvarı ile savaklanma yapısı

c₂: Çökeltim havuzu yüzeyindeki 2 komşu Tahliye ünitesi genişliği

7: Çıkış Yapısı

e: Çökeltim havuzu giriş yapısı yolu

8: Çökeltim havuzu dikey simetri eksen

f: Hava payı

k: Atıksuyun tabandan tahliye plakasına savaklanabilmesi için gerekli mesafe

m: Atıksu taşıma kanalı büyüklüğü

t: Havuz derinliği

p: Havuz tabanı köşe eğimi büyüklüğü

w: Su derinliği

Dikdörtgen planlı ve hareketli köprüye bağlı çamur sıyırıcı çökeltim havuzları için öngörülen standart boyutlar ve havuz genişliğine bağlı olarak değişimleri b₁

b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	c ₁	c ₂	e	f
4	3,3	1,6	0,45				
5	4,3	2,1	0,7				
6	5,3	2,6	0,95				
7	6,3	3,1	1,2	0,25	0,7	3	0,4
8	7,3	3,6	1,45				0,6
10	9,3	2,6	1,45				0,8
12	11,3	3,6	1,45				1
14	13,3	3,1	1,2	0,3	0,9	3	1,2
16	15,3	3,6	1,45				

Dikdörtgen planlı ve hareketli köprüye bağlı çamur sıyırıcı çökeltim havuzları için öngörülen standart boyutlar ve havuz derinliğine bağlı olarak değişimleri

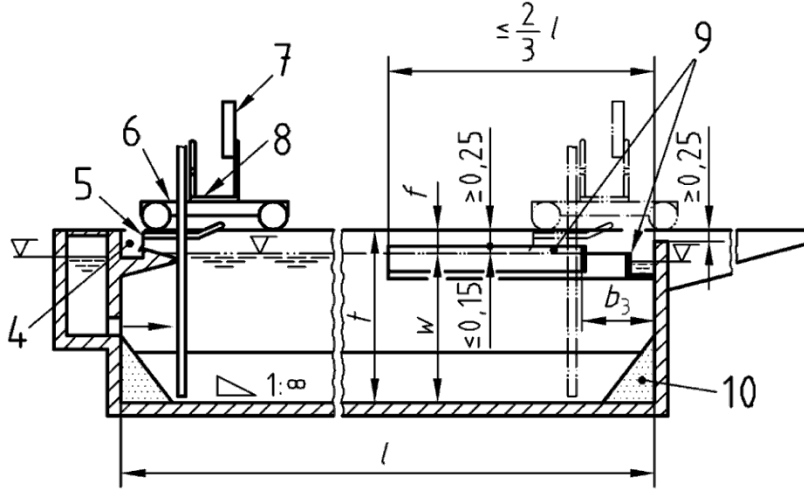
t	a	k _{min}	p _{min}
2,4	2,45	1,1	0,8
2,6	2,6	0,95	0,85
2,8	2,75	0,8	0,9
3	2,9	0,7	0,95
3,2	3,05	0,55	1
3,4	3,2	0,4	1,05
3,6	3,35	0,25	1,1
3,8	3,5	0,15	1,15
4	3,65	0	1,2

Her aşamada 0,2 artış ile

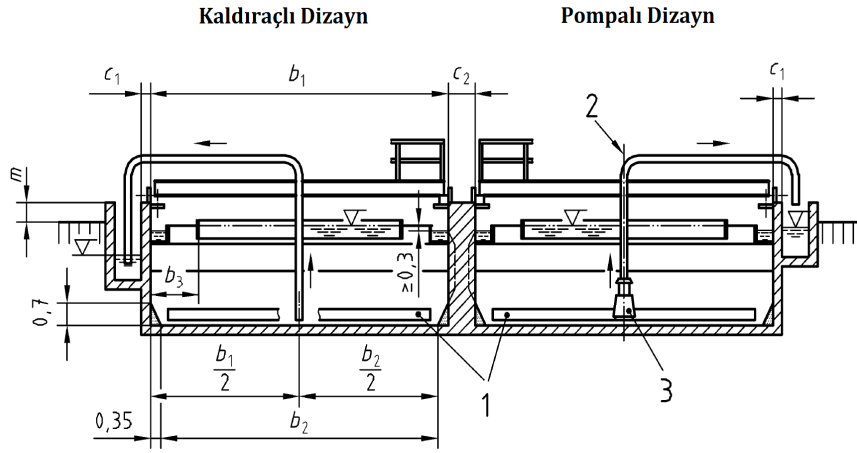
Üretici verilerine göre

Üretici verilerine göre ölçüt a (b₁ = 14 m ve b₂ = 16 m değerleri için)

Şekil 6.3.Devamı. Dikdörtgen planlı ve hareketli köprüye bağlı çamur sıyırıcı çökeltim havuzları ile ilgili normlar (DIN 19551-1)



(Tahliye Köprüsü, Platform, Emme mekanizması, köpük kanalları, Giriş ve Çıkış yapıları şeklindeki örnekte gösterilmektedir.)



(Tahliye yapıları ve emme yapısı mekanizması üretici tarafından koşullara uygun olarak seçilme esnekliğine sahiptir.)

- | | |
|---|--|
| 1: İşletim kontrol ünitesi (profilde gösterilmemekte) | b₁ : Çökeltim havuzu açıklığı genişliği |
| 2: Çökeltim havuzu dikey simetri eksenini | b₂ : Tabandaki havuzu genişliği |
| 3: Emme yapısı mekanizması | c₁ : Çökeltim havuzu yüzeyindeki tahliye ünitesi arası genişliği |
| 4: Köpük akış kanalı | c₂ : Çökeltim havuzu yüzeyindeki 2 komşu tahliye ünitesi genişliği |
| 5: Köpük tahliye yapısı | f : Hava payı ($\geq 0,4$ m) |
| 6: Tahliye köprüsü | l : Çökeltim havuzu uzunluğu |
| 7: Şaft dolabı | t : Çökeltim havuzu derinliği |
| 8: Platform | w : Su derinliği |

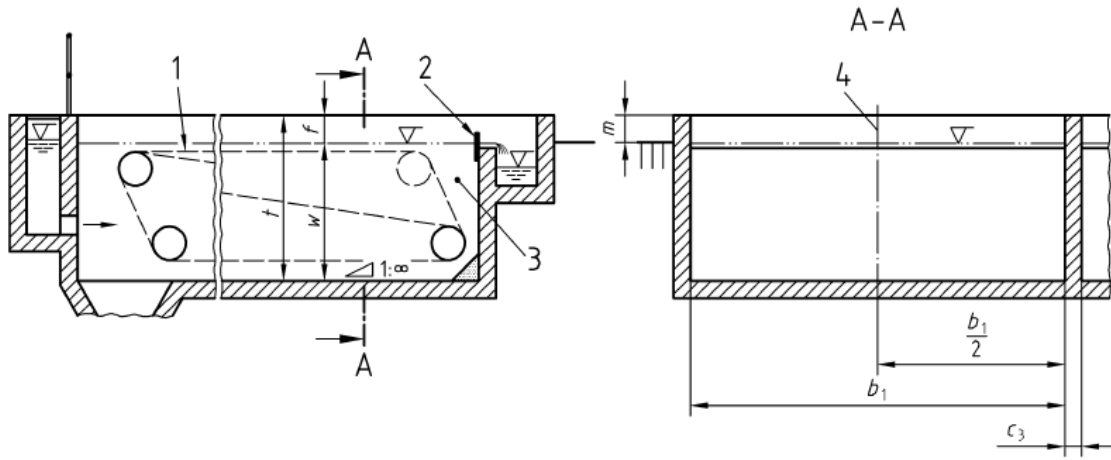
Şekil 6.4. Dikdörtgen planlı pompa ile çamur emme tertibatlı havuzlara ait normlar (DIN 19551-1)

Dikdörtgen planlı pompa ile çamur emme tertibatlı havuzlara ait temel boyutlar ve havuz genişliğine bağlı olarak değişimi b_1

b_1	b_2	b_3max	c_1min	c_2min	t
4	3,3				
5	4,3				
6	5,3		0,25	0,7	2,4 ve her
7	6,3	1			aşamada 0,2
8	7,3				artarak
10	9,3				
12	11,3		0,3	0,9	

Seçilebilir değer havuz genişliği b_1 , havuz derinliği t ve su derinliği w

Şekil 6.4.Devamı. Dikdörtgen planlı pompa ile çamur emme tertibatlı havuzlara ait temel boyutlar (DIN 19551-1)



1: Bant sıyrıcı

2: Savak yapısı (DIN 19558)

3: Köpük kanalı

4: Çökeltim havuzu dikey simetri eksenini

b_1 : Çökeltim havuzu açıklığı genişliği

m : Tırazbanlar arasındaki atıksu taşıma kanalı büyüklüğü

f : Hava payı ($\geq 0,4$ m)

l : Çökeltim havuzu uzunluğu

t : Çökeltim havuzu derinliği

w : Su derinliği

c_3 : Havuz duvarı kalınlığı $\geq 0,25$ m

Dikdörtgen planlı ve bantlı sıyrıcı havuzlara ait büyüklükleri

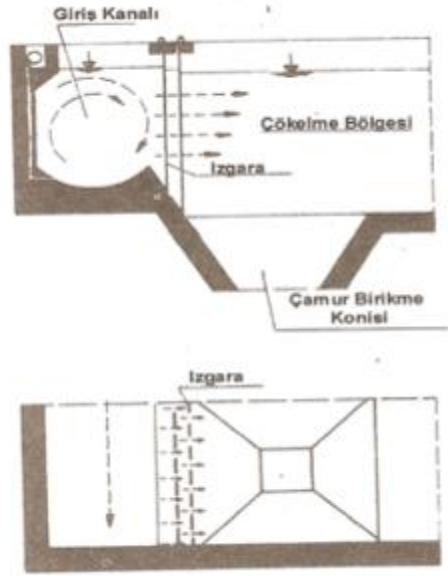
b_1	f	t	w_{min}
2;3;4;5;6;7;8;9;10;11;12	0,4; 0,6; 0,8; 1; 1,2	2 ve her aşamada 0,2 artan	1,6

Şekil 6.5. Dikdörtgen planlı ve bantlı sıyrıcı havuzlara ait normlar (DIN 19551-1)

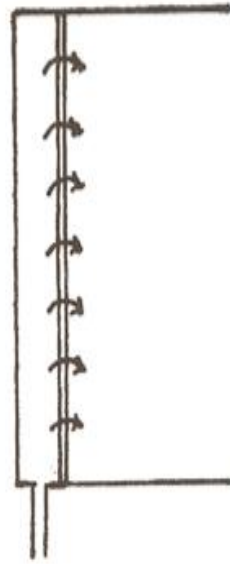
6.7. Ön Çökeltim Havuzlarında Giriş ve Çıkış Yapıları

6.7.1. Ön Çökeltim Havuzlarında Giriş Yapıları

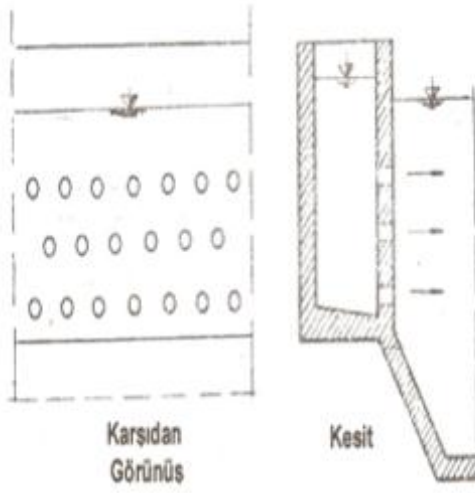
Çökeltim havuzlarının giriş tipleri çok farklı şekillerde olabilmektedir. Aşağıda kullanılan giriş tipleri açıklanmıştır. Şekil 6.6'da çökeltim havuzları giriş tipleri şematik olarak verilmiştir. Giriş yapısında su hızı $\geq 0,3$ m/s olacak şekilde tasarım yapılmalıdır.



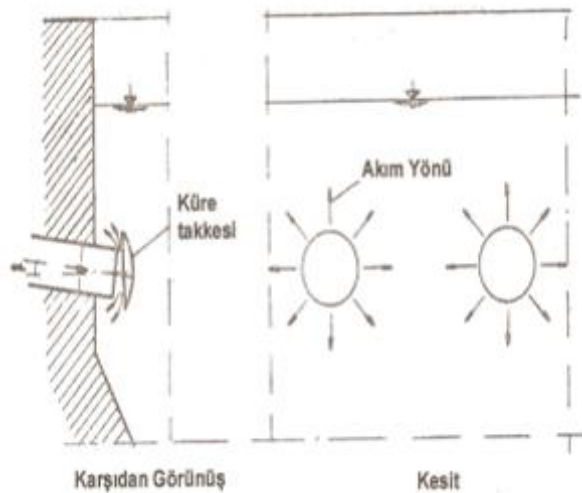
a) Izgara şeklindeki giriş tipi



b) Savak şeklindeki giriş tipi

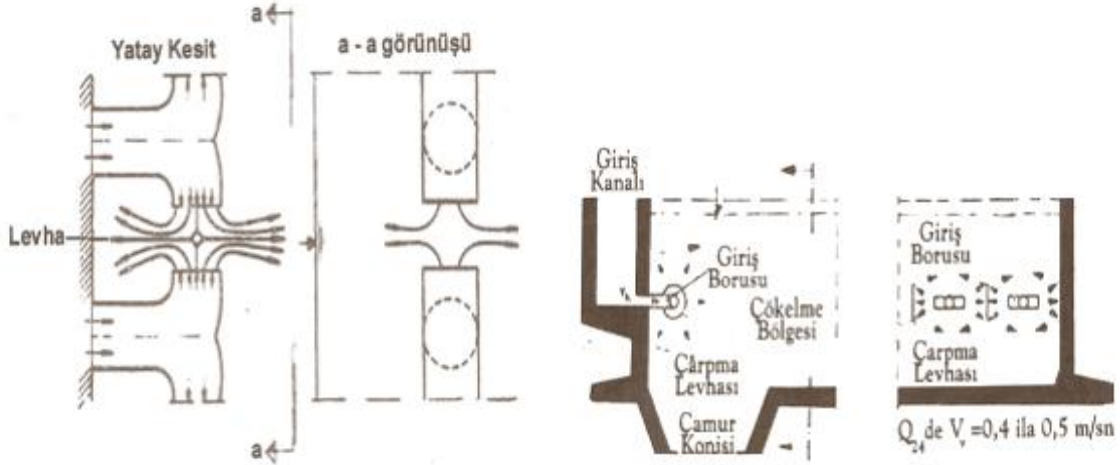


c) Borulardan meydana gelen giriş tipi



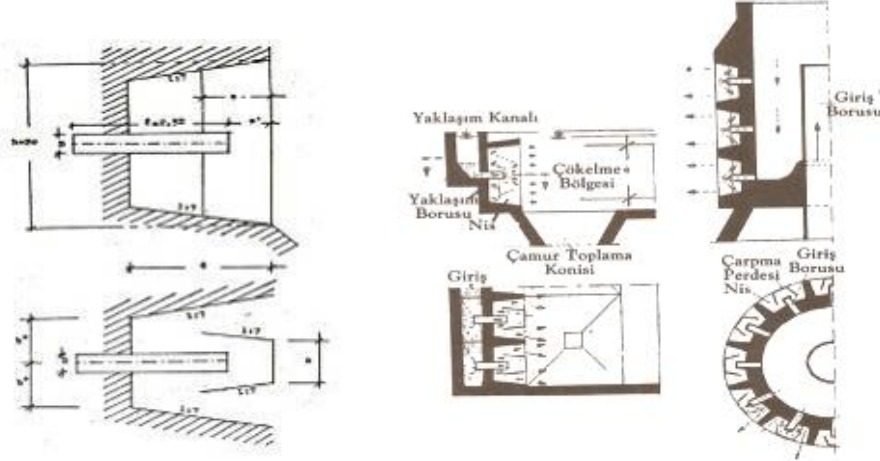
d) Stengel giriş tipi

Şekil 6.6. Çökeltim havuzları giriş tipleri (Muslu, 1996)



e) Geiger giriş tipi

f) Clifford giriş tipi



g) Stuttgart giriş tip

Şekil 6.6.Devamı. Çökeltim havuzları giriş tipleri (Muslu, 1996)

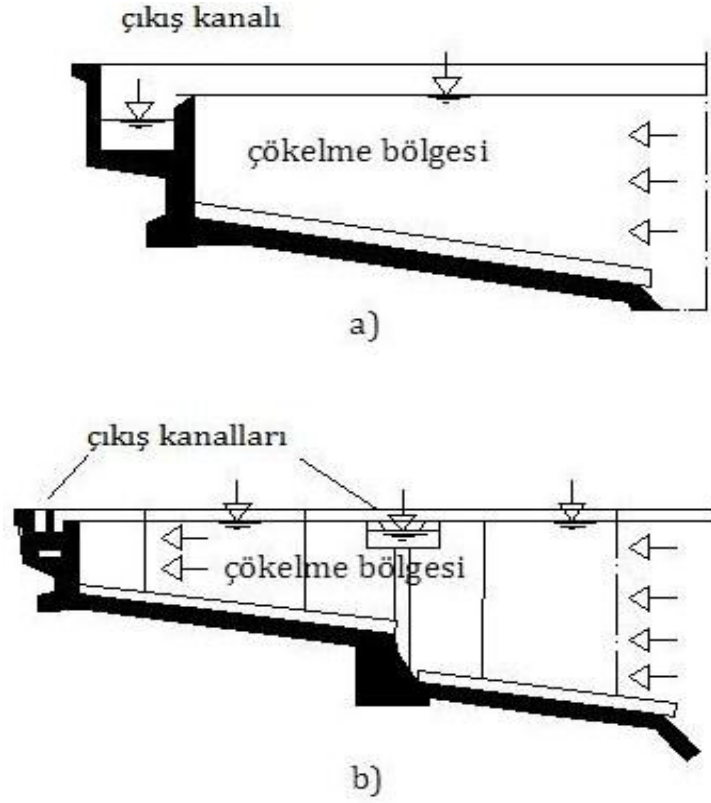
6.7.2. Ön Çökeltim Havuzlarında Çıkış Yapıları

Dairesel Çökeltim Havuzları Çıkış Yapıları

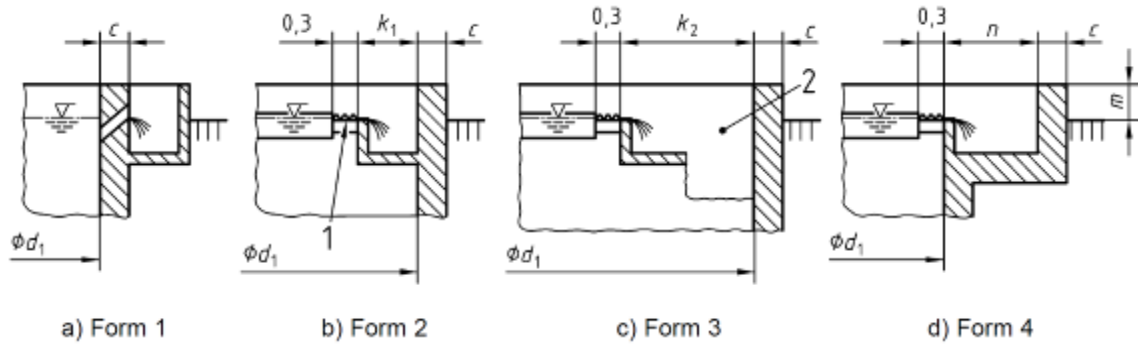
Çökeltim havuzunda durulanan sular, çıkış savakları ile alınarak uzaklaştırılmaktadır. Şekil 6.7'de tipik bir dairesel çökeltim havuzu en kesiti verilmiştir. Şekil 6.8'de ise çıkış savak boyutları verilmiştir (DIN 19552).

Dikdörtgen Planlı Çökeltim Havuzları Çıkış Yapıları

Şekil 6.9'da tipik bir dikdörtgen planlı çökeltim havuzu çıkış savağı boyutları verilmiştir (DIN 19551-1).

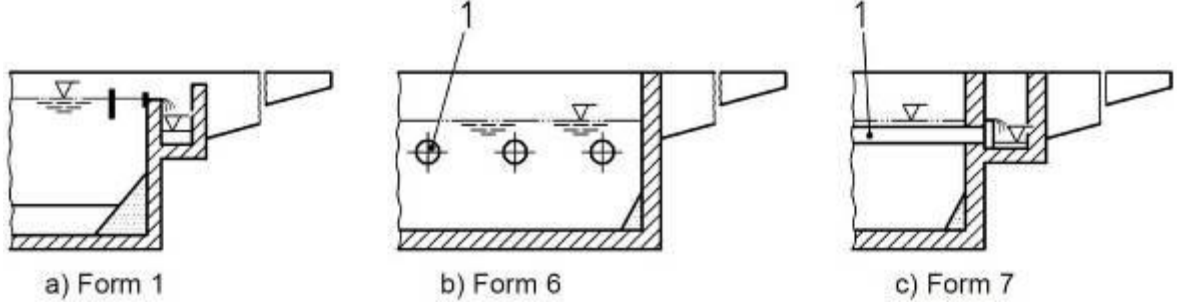


Şekil 6.7. Dairesel çökeltim havuzu çıkış yapıları (Muslu, 1996)



- 1: Dalgıç perde ile savak yapısı arası
- 2: Çıkış kutusu
- d_1 : Havuz çapı
- c: Havuz duvar genişliği
- k_1 : Çıkış kanalı genişliği
- k_2 : Çıkış kutusundaki genişlik

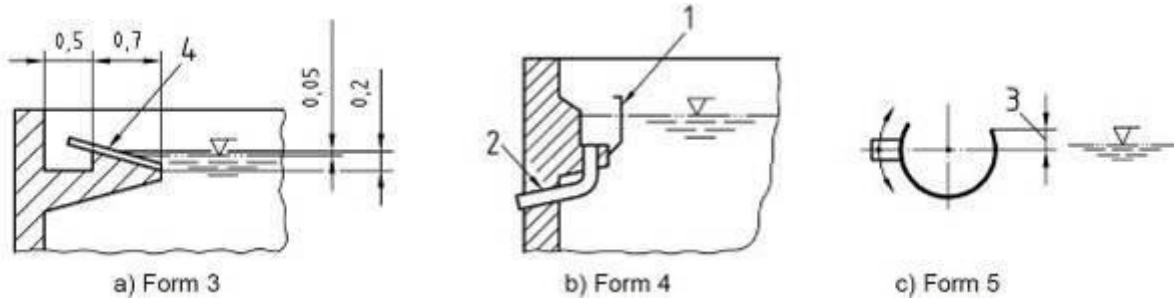
Şekil 6.8. Dairesel çökeltim havuzu çıkış yapısı boyutları (DIN 19552)



Şekil 6.9. Dikdörtgen planlı çökeltim havuzu çıkış yapıları (DIN 19551-1)

Yüzücü Madde (Köpük) Toplama Yapıları

Şekil 6.10'da tipik bir çökeltim havuzu köpük toplama sistemi boyutları verilmiştir (DIN 19551-1).

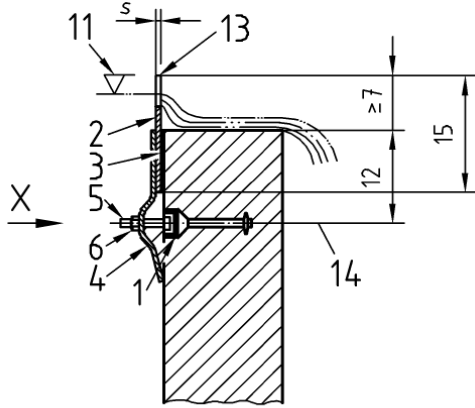


Şekil 6.10. Dikdörtgen planlı çökeltim havuzu köpük toplama sistemi boyutları (DIN 19551-1)

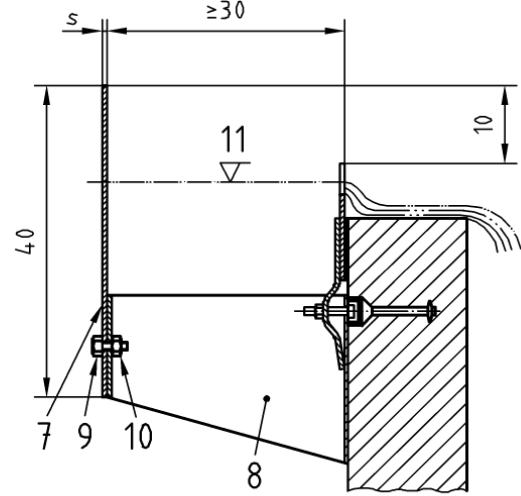
Çökeltim havuzlarında sıyrıcılardan arta kalan ve yüzebilen maddelerin toplanması ve tahliyesi yukarıdaki şekillerde gösterilen düzeneklerle yöntemler kullanılarak sağlanmaktadır.

6.7.3. Ön Çökeltim Havuzu Savak ve Dalgıç Perdesi

Çökeltim havuzu çıkışı yerleştirilen savaklara ait sabitleme (montaj) bilgileri ve normlar, Şekil 6.11-12'de verilmiştir (DIN 19558).



a) Savak



b) Savak ve dalgıç perde boyutları ve bilgileri a şeklindeki gibidir

Pos. No 1-10 için Tablo 6.1'e bakınız.

11: Havuz su seviyesi

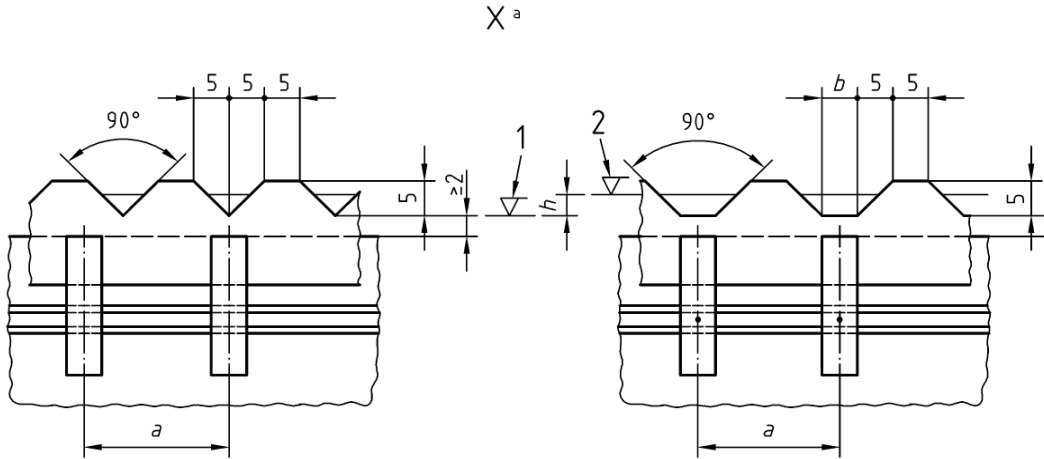
12: Durgun su seviyesi

13: Savakların üst kenarı

14: Yatay düzlemin çapa çubuğunun toleransları ± 2 cm

s: Dalgıç perde kalınlığı üreticinin seçimine göre

Şekil 6.11. Savak ve dalgıç perde (DIN 19558)



a) Tip A

b) Tip B

1: Durgun su seviyesi

2: Havuz su seviyesi

a: Dirsek keleğçelerin mesafesi üreticinin seçimine bağlı

b: Taban genişliği = 5 cm

h: Düşüm yüksekliği

Şekil 6.12. Üçgen savak (Form A ve Form B) (boyutlar cm olarak) (DIN 19558)

Savakların ve dalgıç perdelerin toplam uzunluğu tasarımlarda açıkça belirtilmelidir. 7 m toplam uzunluğunda A tipi üçgen bir savağın tasarımı, DIN 19558-A7, 45 m uzunluğunda üçgen bir savağın ve T dalgıç perdenin tasarımı ise DIN 19558-B 45T'ye göre yapılmaktadır. Tablo 6.3'de savak ve dalgıç perdelerin malzeme seçimleri ile alakalı bilgiler sıralanmıştır.

Tablo 6.3. Savak veya dalgıç perde malzeme seçimi (DIN 19558)

No.	İsim	Malzeme	Not
1	Çapa çubuğu		Yerinde yerleştirilmeli ve monte edilmeli (tavsiye edilen duvar kalınlığı $\geq 4\text{mm}$)
2	Dışlar	Sözleşmeye veya üreticinin seçimine göre	
3	Sızdırmazlık bandı		
4	Dirsek kelepçe		İnşa tarzı üreticinin seçimine bağlıdır
5	T kafalı civata	Çelik yerleri A2 ^a veya A4 ^a	Yiv numarası M10, Pos Nr1 ve 4 e uygun
6	Altıgen somun		Yiv numarası M10
7	Şaşırtma duvarı		
8	konsol	Sözleşmeye veya üreticinin seçimine göre	İnşa tarzı üreticinin seçimine bağlıdır
9	Altıgen civata	Çelik yerleri A2 ^a veya A4 ^a	DIN EN ISO 4017'ye göre M10
10	Altıgen somun		Yiv numarası M10

^aDIN EN ISO 3506-1 den DIN EN ISO 3506-3'e göre

Bir savaktan geçen Q_E 'nin hesaplanması ($\mu=0,59$ savak katsayısı ile) denklem (6.1) ve (6.2) ile yapılabilmektedir.

Tip A için;

$$Q_E = \frac{8}{15} \mu \sqrt{2gh^2} \quad (6.1)$$

Tip B için:

$$Q_E = \frac{2}{3} \mu \sqrt{2g} \left(b + \frac{4}{5}h \right) h^{\frac{3}{2}} \quad (6.2)$$

Geçerlilik aralığı;

$$h \leq 5\text{cm} \text{ (Üçgen savak yüksekliği 5 cm)} \quad (6.3)$$

Q_E : Üçgen savak başına debi

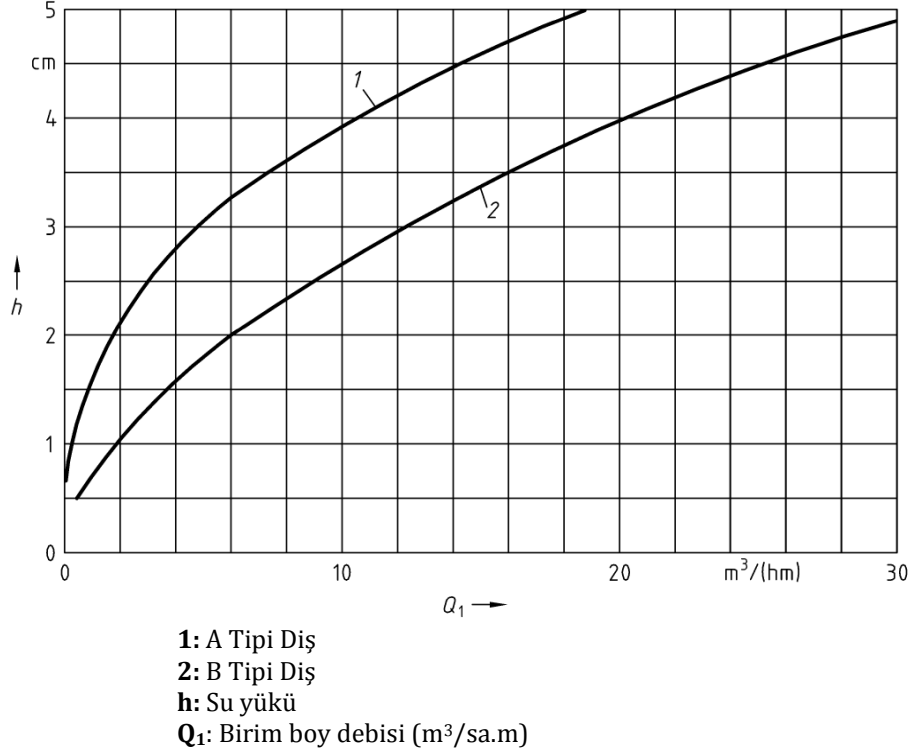
μ : Savak katsayısı

g : Yer çekimi ivmesi

h : Savak yükü

b : Taban genişliği

Üçgen savaklarda savak yükü ile birim boy debisi ilişkisi, Şekil 6-13'de verilmiş A ve B tipindeki savaklar için cm cinsinden h savak yükü belirlenmiştir (Tip B, $b=5\text{cm}$ 'lik bir taban genişliğine sahiptir).



Şekil 6-13. Üçgen savaklarda savak yükü ile birim boy debisi grafiği (DIN 19558)

7 SON ÇÖKELTİM HAVUZU GİRİŞ VE ÇIKIŞ YAPILARI

7.1. Tasarım Kriterleri

Son çökeltim havuzları için önerilen hidrolik ve katı madde yükleri Tablo 7.1'de özetlenmiştir.

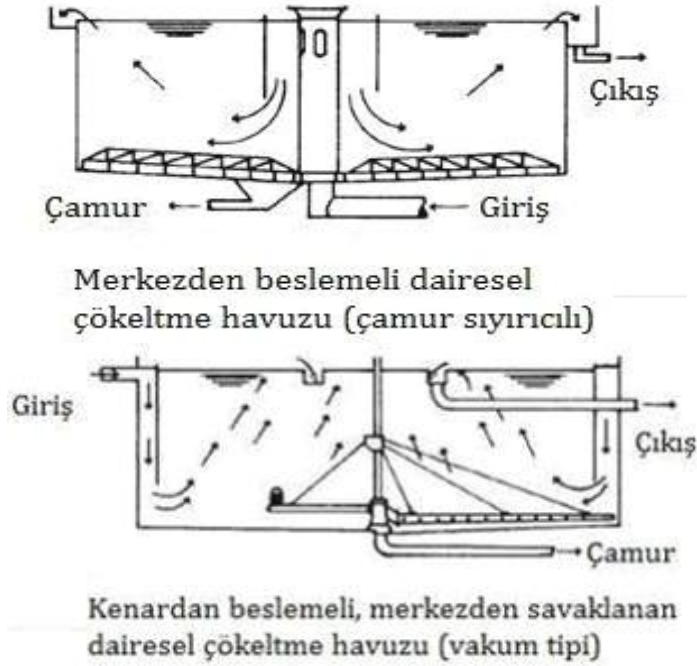
Tablo 7.1. Hidrolik yük ve katı madde yükü için sınır değerler (Metcalf & Eddy, 2003)

Arıtma Prosesi	Hidrolik Yük	Katı Madde Yükü
	Q/A [$m^3/m^2.gün$]	$(Q+Q_{RAS}).AKM/A$ [$kg/m^2.saatt$]
Konvansiyonel AÇS Biyolojik Azot Fosfor (BNR) Temas Stabilizasyon	49	10
Uzun havalandırmalı AÇS	41	7
2 Kademeli Nitrifikasyon	33	7
Kimyasal İlaveli AÇS	37	7

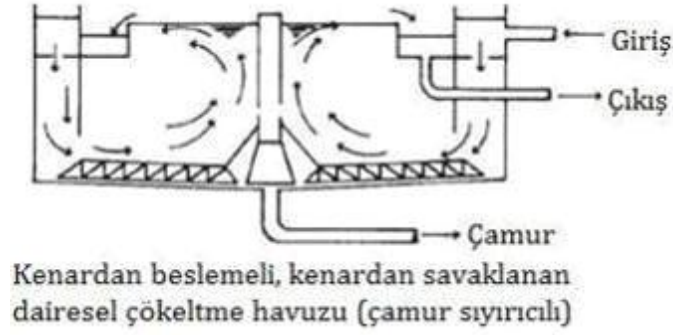
Q: Giriş Debisi; Q_{RAS} : çamur geri devir debisi; AKM: Aktif çamur konsantrasyonu
A: Son çökeltim havuzu yüzey Alanı

7.2. Yapısal Tasarım ve Normlar

Son çökeltim havuzları için Şekil 7.1'de verilen besleme (giriş) ve savak (çıkış) yapıları esas alınabilir.



Şekil 7.1. Son çökeltim havuzu besleme ve savak sistemleri (MOP, 2005)

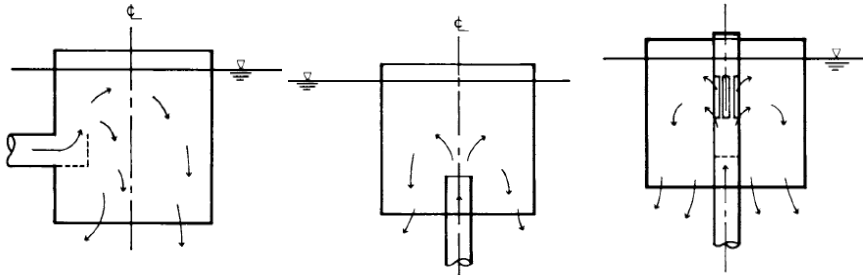


Şekil 7.1.devamı Son çökeltim havuzu besleme ve savak sistemleri (MOP, 2005)

7.2.1. Giriş Yapısı

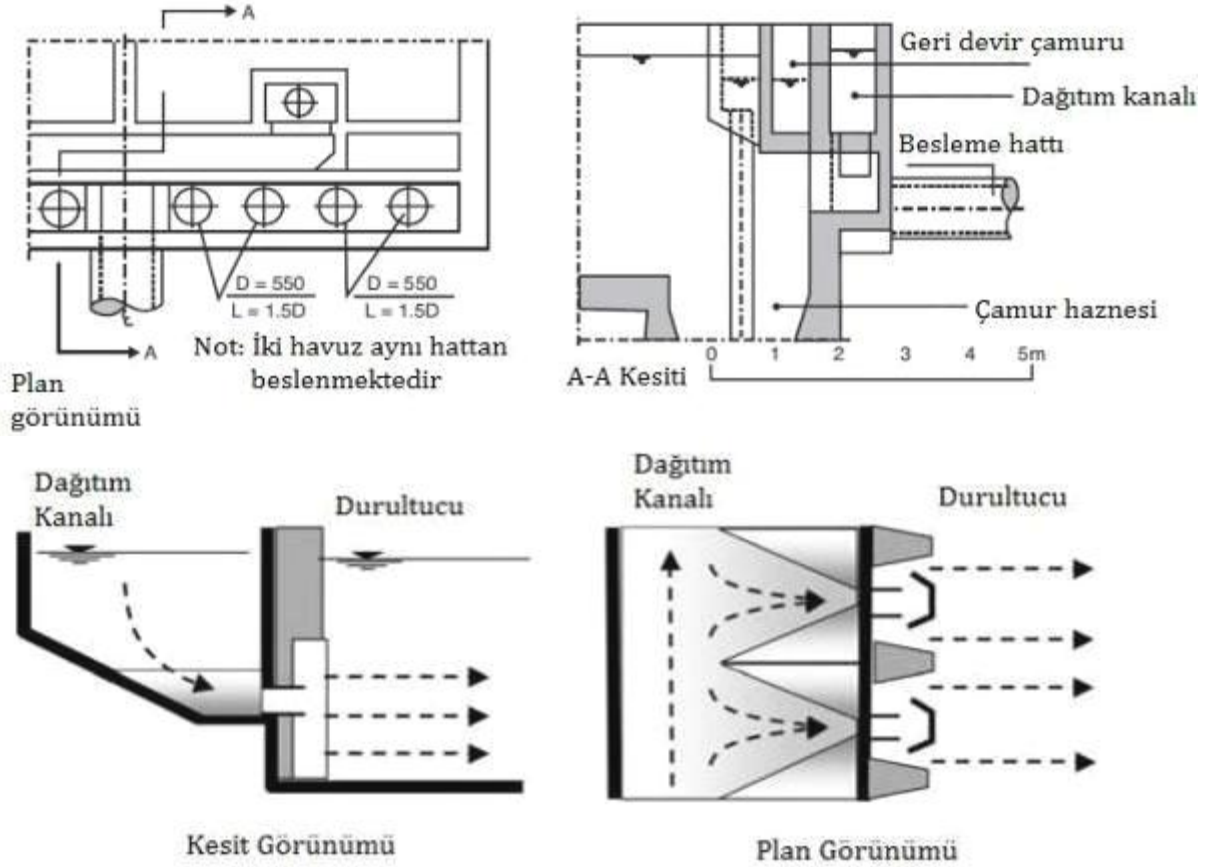
- Aktif çamur havuzundan çıkan çamur olabildiğince az türbülansa maruz kalarak son çökeltim havuzu girişine ulaştırılmalıdır.
- Birden fazla son çökeltim havuzu olması halinde aktif çamur, son çökeltim havuzlarına eşit olarak dağıtılmalıdır.
- Minimum ve maksimum debilerin gelmesi durumunda havuzlar problemsiz çalışmalıdır.
- Pik debilerde çamurların savaklardan kaçmasını engelleyici önlemler alınmalıdır.
- Son çökeltim havuzu giriş borusundaki maksimum hız 0,9 m/sn olmalıdır.

Dairesel son çökeltim havuzu girişi Şekil 7.2’de gösterildiği gibi teşkil edilebilir.



Şekil 7.2. Dairesel çökeltim havuzu giriş yapıları tipleri (MOP, 2005)

Dikdörtgen planlı çökeltim havuzlarındaki giriş yapıları Şekil 7.3’de gösterildiği gibi yapılabilir.

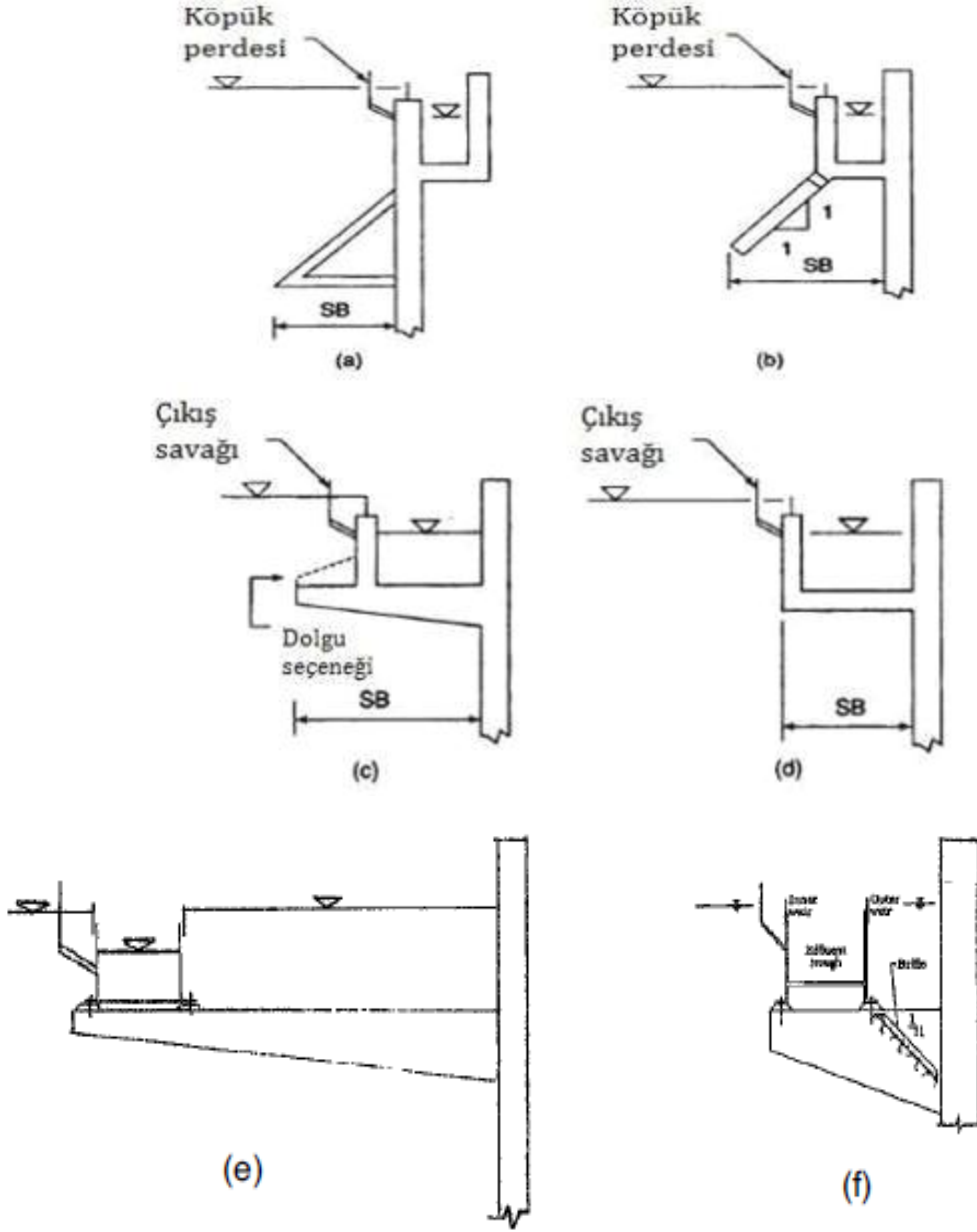


Şekil 7.3. Dikdörtgen çökeltim havuzlarında giriş yapıları (MOP, 2005)

7.2.2. Savak Sistemi

- Ortalama debinin yarısı için savak kanalındaki su hızı en az 0,3 m/sn olmalıdır.
- Savaklar ve savak kanallarında pik debilerde (yağışlı hava debisi) batmış akım şartları oluşmamalıdır.
- Savak yükleri 4.000 m³/gün'den küçük ve büyük tesisler için sırası ile en fazla (maksimum debide) 250 m³/m/gün ve 375 m³/m/gün olmalıdır.
- Geri devir çamuru konsantrasyonu seçilen çamur toplama sistemine göre hesaplanmalıdır.
- Savaklardaki su seviyesi minimum, maksimum ve ortalama debi için hesaplanmalıdır.

Savak sistemi Şekil 7.4'de gösterildiği gibi tasarlanabilir.



Şekil 7.4. Çökeltim havuzları çıkış savağı toplama yapıları (MOP, 2005)

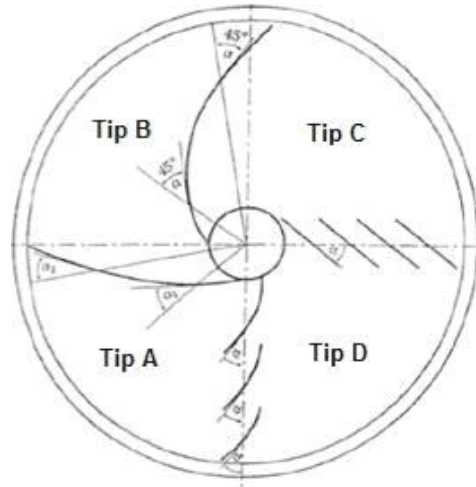
7.2.3. Çamur ve Köpük Toplama Sistemi

Çamur ve köpük toplama sistemi aşağıdaki şartlara sahip olmalıdır:

- Son çökeltim havuzundan çamur kolaylıkla toplanabilmelidir.
- Son çökeltim havuzunun tabanı düz olarak tasarlandığında çamur toplama havuz tabanı boyunca sürekli olarak gerçekleştirilmelidir.

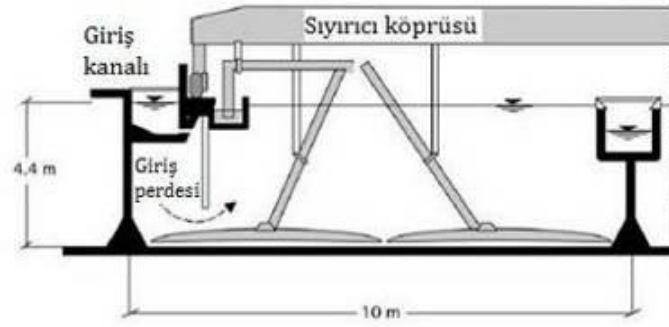
- Çamur toplama konisindeki eğimi minimum 1,7/1,0 (düşey/yatay) olmalıdır. Çamur toplama konisinin yüzeyi pürüzsüz olmalı ve çamur borusu ile düzgün biçimde bağlanmalıdır.
- Çamur toplama borusundaki hız 0,9 m/sn olarak alınmalıdır. Çamur çekmek için gerekli statik yük +0,8 m olmalıdır.
- Geri devredilen aktif çamur, santrifüj pompalar, pozitif yer değiştirmeli pompalar, burgulu pompalar, basınçlı hava pompaları veya gerekli akış hızı kontrol edebilen herhangi bir başka sistem yardımıyla aktarılabilir.
- Atılan çamur debisinin tespiti için gerekli ölçüm sistemi kurulmalıdır. Kapasitesi 50 m³/gün'den daha büyük tesislerde atılan çamur miktarı sürekli olarak ölçülmeli ve raporlanmalıdır.
- Geri devir çamuru toplama haznesi veya geri devir pompa istasyonunda teleskopik vana, otomatik vana ya da buna benzer kontrol sistemleri ile son çökeltim havuzundan çamur tahliyesi kontrol edilebilmelidir (MOP, 2007).
- Sistem, yedek imkânlarla sahip olmalıdır. Örneğin, küçük arıtma tesislerinde taşınabilir pompa kullanılabilir.
- Biyolojik arıtma sürecinde oluşan fazla çamur miktarı, sistemin çamur yaşını ve dolayısıyla biyolojik reaktörlerdeki AKM konsantrasyonunu istenilen seviyede tutmak üzere belirlenerek sistemden atılmalıdır. Atılacak çamurun kütlesi ve hacmi, öncelikle atık suyun bileşimine, arıtma prosesi tipine ve gerekli çamur yaşına bağlıdır.

Dairesel çökeltim havuzlarında çamur sıyrıcılardaki palet konfigürasyonları Şekil 7.5'de gösterilmektedir.



Şekil 7.5. Dairesel çökeltim havuzu sıyrıcısı palet konfigürasyonları (MOP, 2005)

Dikdörtgen kesitli son çökeltim havuzlarında emme tipi çamur toplama düzeneğinin kesiti Şekil 7.6'da gösterilmektedir.



Şekil 7.6. Dikdörtgenel havuzlarda emme tipi çamur toplama sistemi (MOP, 2005)

Son çökeltim havuzlarında istenilen düzeyde bir çamur yoğunlaşmasını destekleyecek sıyırıcı palet geometrisi ve dönüş hızları için Tablo 7.2'deki değerler önerilmektedir.

Tablo 7.2. Çamur sıyırıcıları dönüş hızları (ATV-131E, 2000)

	Kısaltma	Birim	Dairesel	Dikdörtgen tanklar	
			Çamur	Çamur	Flight tip
Sıyırıcı palet	h_{SR}	m	0,4-0,6	0,4-0,9	0,15-0,30
Köprü Dönüş Hızı	V_{SR}	m/saat	72-144	Maks. 108	36-108

8 AKTİF ÇAMUR SİSTEMLERİ

Aktif çamur sistemlerinin yapısal tasarımı ile ilgili bilgiler ve genel beklentiler aşağıda verilmiştir.

8.1. Genel Şartlar

- Havalandırma havuzunun giriş çıkış yapıları, hidrolik akışı ve dağıtımını farklı debilerde sağlayacak vana, kapaklar, savaklar vb. ekipmanlarla donatılmalıdır.
- Giriş çıkış yapıları, sürekli sistemler için havalandırma havuzunda uygun su seviyesini sağlayacak şekilde konumlandırılmalıdır.
- Büyük kapasitelerde ekipmanların otomatik kontrolü sağlanmalıdır.
- Giriş çıkış yapılarının geri dönüş akımları ile birlikte ortalama, maksimum ve pik debi için yeterliliği tahkik edilmelidir.
- Giriş, çıkış yapıları ve özellikle boruların kendi kendini temizleyebilmesine imkân veren tasarım yapılmalıdır.
- Biyolojik reaktörlerdeki su seviyesi, sabit veya ayarlanabilir savaklarla kontrol edilmelidir.
- Havalandırma havuzu beton duvar kalınlıkları minimum 30 cm alınmalı, artan su derinliğine bağlı olarak duvar kalınlıkları da arttırılmalıdır.
- Havuzların en fazla 1 gün içinde boşaltımını sağlayacak havuz tahliye sistemi planlanmalıdır.

8.2. Hava Payları (ABD On Eyalet Standartları, 2004)

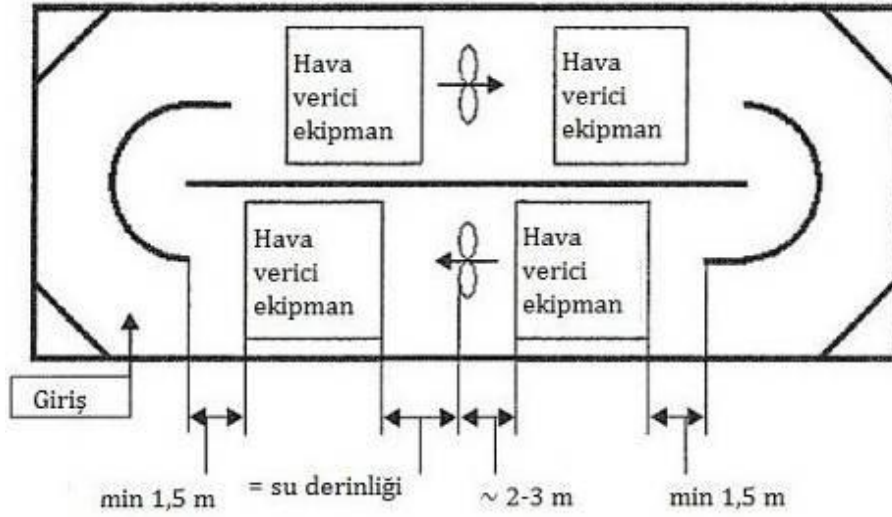
- Basıncılı hava ile havalandırılan havalandırma havuzlarında hava payı en az 50 cm olmalıdır.
- Mekanik havalandırma olması durumunda ise hava payı 100 cm olacak şekilde seçilmelidir.
- Yürüme yolları genişliği bir insanın kolaylıkla hareket edebileceği şekilde tasarlanmalıdır.

8.3. Karıştırma İhtiyacı

- Sadece mekanik karıştırma için gerekli birim enerji ihtiyacı en az 5 W/m^3 olarak alınmalıdır (Mueller ve diğ., 2002).
- Difüzörlü sistemle karıştırılan aktif çamur sistemlerinde gerekli en az hava ihtiyacı $0,6 \text{ Nm}^3/\text{m}^3$ reaktör hacmi/saat olarak alınmalıdır.
- Hava ihtiyacının azaldığı durumlarda reaktör içinde çökme olmayacak şekilde karıştırma da sağlanmalıdır.
- Hem mekanik hem difüzörlü sistemler için gerekli karıştırma enerjisi, mekanik havalandırıcı tipi ve difüzör yerleşimi dikkate alınarak hesaplanmalıdır.
- Mikserlerle difüzör grupları arasında yeterli mesafe bırakılması gereklidir.

- Aşağıda difüzörlerle mikserler arasında bırakılması önerilen mesafeler verilmektedir (Şekil 8-1). Ancak, seçilecek mikser tipinin yerleşimi ve işletilmesi bilgileri üreticiden temin edilmelidir.
- Ekipman seçiminde, arıtılacak atıksuyun özellikleri ve istenen AKM konsantrasyonu dikkate alınmalıdır.

Aynı kanaldaki birden fazla karıştırıcının birbirine olan uzaklıkları (D) en az pervane çapı kadar olmalıdır. Ara mesafenin daha kısa olması durumunda ise karıştırıcılar arasına ayırma perdesi konulmalıdır.



Şekil 8-1. Mekanik karıştırma ve difüzör grupları yerleşimi (Mueller ve diğ., 2002)

8.4. Çamur Geri Devri

- Normal işletme koşullarında çamur borusundaki hız 0,6 m/sn'den daha az olmamalıdır.
- Çamur geri devir hatlarında boru çapı 150 mm'den büyük alınmalıdır.
- Çamur geri devir debisini ölçmek için uygun ölçüm ekipmanına bağlı olarak çamur geri devir debisi işletmede ayarlanabilmelidir.
- Çamur geri devir pompaları maksimum debide çamurun son çökeltim havuzunda birikmesini önlemelidir.
- Çamur geri devir pompalarının emme ve basma ağız genişlikleri en az 80 mm olmalıdır.
- Çamur geri devir oranı aksi belirtilmedikçe ortalama debinin en az % 50'si ve maksimum % 150 olacak şekilde ayarlanmalıdır.

8.5. İçsel Geri Devir

- Denitrifikasyon prosesi için aerobik havuzdan anoksik havuza yapılacak içsel geri devir çözünmüş oksijen minimum seviyede taşınacak şekilde ayarlanmalıdır.
- İçsel geri devir oranı giriş debisine göre ayarlanabilir olmalıdır.
- Anoksik havuzdan anaerobik havuza yapılacak geri devirde nitratın anaerobik (Bio-P) havuzuna girişinin minimum seviyede tutulması gerekir.
- Biyolojik fosfor giderimi için anaerobik selektör (Bio-P) havuzu seri bağlı 3 reaktör şeklinde düşünülmelidir.
- İçsel geri devir oranının (IR) 4-5 değerinden daha fazla çıkması durumunda ön denitrifikasyon prosesi yerine diğer biyolojik azot giderimi konfigürasyonları (Kademeli beslemeli, Bardenpho, eşzamanlı nitrifikasyon denitrifikasyon vb.) önerilmektedir.
- Eşzamanlı nitrifikasyon denitrifikasyonun gerçekleştirildiği oksidasyon havuzlarında içsel geri devir, kanal içinde dolaşan debinin giriş atıksu debisine oranı olarak hesaplanabilir.

8.6. Fazla Çamur

- Atılan çamur debisi en az 0,6 L/sn olacak şekilde tasarlanmalıdır.
- Atılan biyolojik çamur gerektiğinde ön çökeltim havuzuna, çamur depolama, yoğunlaştırma veya susuzlaştırma ünitesine yönlendirilebilmelidir.
- Çamur borularının soğuk mevsimlerde donmasını engelleyecek önlemlerin alınması gerekir.

8.7. Mekanik Havalandırma ile Oksijen Transferi (Mueller ve diğ., 2002)

- Mekanik havalandırıcı seçiminde oksijen transferi (temiz su ile) en az 1,22 kg O₂/kWh olarak alınmalıdır.
- Reaktör içindeki oksijen konsantrasyonu 2,0 mg/L değerine ulaşmalıdır.
- Daha düşük oksijen konsantrasyonunda işletilen proseslerde biyolojik arıtma veriminin en olumsuz koşulda bozulmayacağı ispat edilmelidir.
- Yatay akışlı havuzlarda akış hızı 0,3 m/sn hızın altına düşmemelidir.
- Maksimum oksijen ihtiyacını her durumda karşılayabilecek şekilde ekipman seçilmelidir.
- Motorlar ve dişli kutuları için ses yalıtımı sağlayıcı önlemler alınmalıdır.
- Yüzeysel havalandırıcılardan oluşacak aerosol kontrolü dikkate alınmalıdır.
- Düşey milli yüzeysel havalandırıcıların kullanıldığı yerlerde, tankların taban yüzeyinde oluşabilecek kavitasyonun sebep olduğu erozyonun önlenmesine özel önem verilmelidir.
- Seçilecek havalandırıcı ekipmanın (yüzeysel havalandırıcı) sertifikasının bulunması gerekir.

8.8. Basıncılı Havalandırma ile Oksijen Transferi (ATV-265E, Mueller ve diğ., 2002)

- Hava ihtiyacının belirlenmesinde Standart Oksijen İhtiyacı (SOR) dikkate alınmalıdır.
- Havalandırma sistemi seçiminde organik karbon ve toplam azot yüklerine ait pik değerlerin ayrı değerlendirilmesi gerekmektedir.
- Özel durumlar haricinde havalandırma havuzunun derinliği 3,0 m'den az 9,0 m'den fazla olacak şekilde tasarlanmamalıdır. Oksijen transferini sağlayacak ekipman su derinliği göz önüne alınarak seçilmelidir.
- Hava ihtiyacı hesabında tank derinliği, alfa (α) faktörü, beta (β) faktörü, hava transfer verimi (OTE), minimum oksijen konsantrasyonu, minimum ve maksimum proses sıcaklıkları ile arıtma tesisinin rakımı dikkate alınmalıdır.
- Alfa (α) faktörünün reaktör içindeki AKM konsantrasyonu ve havalandırma sistemine göre düzeltilmesi gerekir.
- Blower sisteminin maksimum ($> 46^{\circ}\text{C}$) ve minimum sıcaklıklarda ($< -29^{\circ}\text{C}$) zarar görmesini engelleyici önlemler alınmalıdır.
- Blowerler yedekler hariç en az iki adet olacak şekilde seçilmelidir. İşletmede blowerlerin çalıştırılması yaz ve kış aylarında olmak üzere minimum ve maksimum saatlik pik yükler dikkate alınarak düzenlenmelidir.
- Hava hatlarındaki blower çıkışından difüzör girişine kadar olan yük kaybı ortalama 34 mbar değerini geçmemelidir.
- Havalandırma sistemine ait borulama her koşulda her reaktöre ihtiyacı kadar hava dağıtacak nitelikte olmalıdır.
- Blower sistemine girişteki hava filtre sistemi difüzörlerin tıkanmasını önleyecek şekilde seçilmelidir.
- Havalandırma ihtiyacı için hesaplanan havalandırıcı giriş gücünün, tam yeterli karışım şartlarını sağlamak için gerekli güçten daha düşük olmadığı gösterilmelidir (karıştırma işlemi için kurulmuş alternatif düzenekler olmadıkça).
- Hava dağıtıcılar, aynı dalma derinliğini sağlayacak şekilde kurulmalıdır.
- Seçilecek difüzörlerin havalandırma verimi ile ilgili sertifikasının bulunması gerekir.

8.9. Havalandırma Havuzları Tasarımı

- Geoteknik durum, zemin kotu, genel yerleşim planına göre havalandırma havuzunun yüzey alanının, temel seçimi ve duvar kalınlıklarının statik hesaplar ile uyumlu olması gereklidir.
- Havuzdaki duvar kalınlıklarının en az 25 cm olması önerilmektedir.
- Uygun donatı pas paylarının bırakılmış olması gerekmektedir. Donatı pas payları en az 4 cm olarak önerilmektedir.
- Havuzlardaki geçirimsizliğin sağlanması ve havuzlardaki su tutucu bantların uygun şekilde yerleştirilmesi gereklidir.

- Havuzun dolu/boş bulunması durumu için statik hesaplar gerçekleştirilmeli en olumsuz durum için duvar kalınlıkları seçilmelidir (Örn: su seviyesinin 6 m seviyesine çıkması duvar kalınlığını tabanda 50 cm'ye çıkartabilmektedir).
- Su derinliğinin aksi belirtilmedikçe maksimum 6 metre mertebesinde alınması önerilmektedir. Daha yüksek derinlikler için havalandırma/karıştırma ile ilgili koşulların detaylı tahkik edilmesi gereklidir.
- Özellikle nitrifikasyon prosesinin olumsuz etkilenmemesi için derin havuz seçimlerinde alkalinite kontrolünün yapılması gereklidir.
- Biyolojik azot giderimi (nitrifikasyon/denitrifikasyon) gerçekleştirilecek dikdörtgenel oksidasyon havuzlarının Boy/En (L/W) oranının 5 ile 10 arasında seçilmesi önerilmektedir.
- Havuzun taban alanı seçilen difüzörlerin yerleşimine ve borulamasına imkan tanınmalıdır.
- Havalandırma havuzlarının kademeleri ve boyutlandırılması, tesisin işletilmesini diğer havuzların bakım durumunda engellemeyecek şekilde planlanmalıdır.

9 LAGÜNLER

9.1. Lagünler İçin Tasarım Kriterleri

İleri arıtmaya ihtiyaç duyulan yerlerde veya kirlilik yükünün fazla olduğu durumlarda lagünler diğer sistemler (damlatmalı filtre, döner biyodisk vb.) ile birlikte inşa edilebilir (ATV A 257E, 1989). Kokunun çevreyi rahatsız edebileceği yerlerde stabilizasyon lagünleri yerine Imhoff tankları inşa edilebilir. İhtiyaç duyulması halinde ilave ön arıtma uygulanabilir (DIN EN 12255-3). Boyutlandırma kriterleri Tablo 9.1’de özetlenmiştir.

Tablo 9.1. Lagünler için boyutlandırma kriterleri (ATV-M 201 E, 1989)

<i>Parametre</i>	<i>Birimi</i>	<i>Çökeltim Lagünü</i>	<i>Stabilizasyon Lagünü</i>	<i>Havalandırılmalı Lagün</i>	<i>Olgunlaştırma Havuzu</i>
<i>Hacim, V_{I+PE}</i>	$m^3/kışı$	$\geq 0,5$			
<i>Spesifik yüzey alanı, A_{I+PE}</i>	$m^2/kışı$				
<i>Ön çökeltim lagünü olmaksızın</i>	$m^2/kışı$		≥ 10		
<i>Ön çökeltim lagünlü</i>	$m^2/kışı$		≥ 8		
<i>Yağmursuyu ile birlikte</i>	$m^2/kışı$		<i>En fazla 5</i>		
<i>Kısmi nitrifikasyon</i>	$m^2/kışı$		≥ 15		
<i>Hacimsel yük, B_R</i>	$g/(m^3.gün)$			≤ 25	
<i>Nitrifikasyon için Katı yükü</i>	$g/(m^3.gün)$			$B_A=B_R.h$	
<i>Su derinliği, h</i>	m	$\geq 1,5$	> 1	$1,5 - 3,5$	$1 - 2$
<i>O_B</i>	kg/kg			$\leq 1,5$	
<i>Gerekli motor gücü</i>	W/m^3			$1 - 3$	
<i>Kuru hava debisinde hidrolik bekletme süresi, t_R</i>	$gün$	≥ 1	≥ 20	≥ 5	$1 - 5$
<i>Son çökeltim tankının hidrolik bekletme süresi, t_R</i>	$gün$			≥ 1	

9.2. Yapısal Tasarımlar ve Normlar

Lagünlerin yapısal tasarımında aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

- Lagünlerde hava payı minimum 0,9 m, küçük sistemlerde ise 0,6 m olmalıdır.
- Giriş borusu lagün taban kaplamasının hemen üzerinde yer alacak şekilde konumlandırılmalıdır. Ancak borunun lagüne girdiği yerde boru ile lagün tabanı arasında kalan kısmın sızdırmazlığına dikkat edilmelidir (Health Research, 2004).
- Çıkış borusu lagün tabanının 0,3 m üzerine yerleştirilmelidir. Lagünde atıksu seviyesinin çok yükselmesi halinde fazla atıksuyun deşarj edilebilmesi için lagün yüzeyine yakın tahliye kanalları teşkil edilmesi gerekir. Bu genellikle lagün üst seviyesinin 0,6 m altından yapılmaktadır (MOE, 2008).

- Lagün içerisinde atıksu seviyesini düzenlemek için vanalar, seviye tüpleri ve kapaklar yer almalıdır.

9.2.1. Çökeltim Lagünleri

- Çökeltim lagünlerinde en basit inşaat yöntemi seçilmelidir.
- Yan duvarların stabilitesi önemli olup tercihen betonarme yapılması tavsiye edilir. Tabanda biriken çamurun toplanıp dışarı pompalanabilmesi için lagün tabanının eğimli olması gerekir.
- Lagünün inşaa edileceği yerin durumuna göre, kil veya sentetik membran ile geçirimsizlik sağlanmalıdır.
- Atıksu borusunun lagün girişinde dağıtım yapısı yer almalıdır (örn: perde duvar ile akımı tabana yönlendirici, dağıtıcı plaka, dağıtıcı kutusu v.b.).
- Lagün çıkış yapısında yüzebilen maddelerin kaçmaması için dalgıç perde konmalıdır. Bu perde en yüksek su seviyesinin en az 0,2 m üstüne ve en düşük su seviyesinin 0,3 m altına ulaşmalıdır.
- Lagün tabanında biriken çamurun temizlenebilmesi için atıksu by-pass hattı olmalıdır.
- Çamur temizleme ekipmanının lagüne kenar duvardan inebilmesi için eğimi en fazla 1: 5 (yatay) olan sabit bir rampanın teşkili gerekir.
- Lagün öncesi ızgara ve kum tutuculara genelde gerek duyulmamaktadır.
- Atıksuda yüksek miktarda yüzebilen ve kaba maddelerin olması halinde, sistem içerisindeki ekipmanların korunması için girişe kaba ızgara yapılabilir.

9.2.2. Stabilizasyon Lagünleri

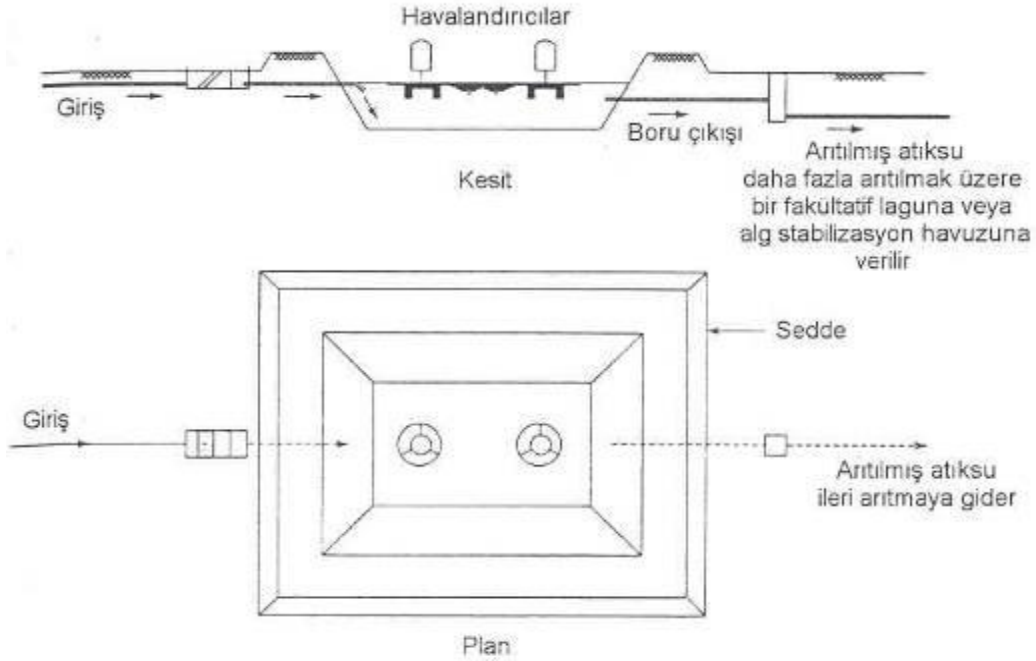
Stabilizasyon lagünü giriş ve çıkış yapıları çökeltim lagününe benzer şekilde yapılmalıdır.

9.2.3. Havalandırmalı Lagünler

- Çökeltim ve stabilizasyon lagünlerin verilen yapısal tasarım ve işletme detayları havalandırmalı lagünler için de geçerlidir.
- Havalandırıcıların çalışması ile su hareketi artacak ve kenar duvarları etkileyecektir (Şekil 9.1). Bu nedenle yan duvarların eğimi maksimum 1:1,5 (yatay) tavsiye edilir. Bu duvarların donatı veya taş duvar (perde) ile güçlendirilmesi tavsiye edilir.
- Havalandırmalı lagünlerde mekanik ekipmanların düzenli kontrolü, işletimi ve bakımının yapılması yanında sürekli olarak giriş ve çıkış yapılarının temizlenmesi, yüzebilen maddelerin toplanması ve yan duvarların tamiri gerekir.

9.2.4. Olgunlaştırma Havuzları

- Havuz kenarlarına akçağaç veya salkım söğüt gibi gölge yapacak yüksek ağaçlar özellikle alg büyümesini önlemek için tavsiye edilmektedir.
- Havuz çıkışı en son deşarj yeri olduğu için numune alma ekipmanı ve debi metrenin yerleştirilmesine uygun olmalıdır.
- Bu havuzun bakım ihtiyacı oldukça azdır.



Şekil 9.1. Havalandırılmalı lagün

9.2.5. Taban Sızdırmazlığı

Lagün tabanının sentetik malzeme ile sızdırmazlığı, mevcut zemin yapısına ve yeraltı su seviyesine olan mesafeye bağlıdır. Sentetik malzeme ile sızdırmazlık sağlanan lagünler için aşağıdaki kriterler dikkate alınmalıdır (ATV-M 201 E):

- Lagün tabanında, geçirimsizlik katsayısı, $k \geq 10^{-8}$ m/s olan zeminler için sızdırmazlık yapılmalıdır.
- Lagün tabanında, geçirimsizlik katsayısı, $k \leq 10^{-8}$ m/s olan zeminler için sızdırmazlık yapmaya gerek yoktur.
- Lagün tabanında, geçirimsizlik katsayısı, k , 10^{-7} m/s olan zeminler için yerel şartlara ve ihtiyaçlara göre karar verilmelidir.
- Sızdırmazlık için beton veya asfalt kullanılması pahalı olup zemin yapısı bozuk olan yerler için düşünülebilir. Beton veya asfalt kullanımı özellikle tabanda biriken çamurun tabana zarar vermeden temizlenmesi açısından faydalıdır.

- Plastik malzemelerin (geomembran) sızdırmazlık için kullanılması halinde en az 3 mm kalınlık ve UV'ye dirençlilik gerekir.
- Lagün tabanında biriken çamurun temizlenmesi sırasında kullanılacak ekipmanlar sızdırmazlık tabakasına zarar vermemelidir. Bu nedenle plastik sızdırmaz malzemenin korunması gerekir.
- Havalandırmalı lagünlerde havalandırma ekipmanının oluşturacağı girdap etkisi ile plastik sızdırmaz malzeme bükülme etkisinde kalacak ve zarar görecektir. Bu nedenle sızdırmazlık için malzeme dikkatle seçilmelidir.
- Doğal veya sentetik kil ile sızdırmazlık 30 cm'lik tabakalar halinde yapılmalı ve bu tabaka en az % 95 Proctor yoğunluğuna sahip olacak şekilde sıkıştırılmalıdır.
- İstenilen geçirimsizlik katsayısını sağlamak için en az iki tabakanın inşası gerekebilir.
- Sızdırmazlık testleri ilgili ulusal mevzuata göre yapılmalıdır.
- Sızdırmazlık, bazı yerlerde toprağın sıkıştırılmasıyla sağlanır.
- En uygun sıkıştırma şartları toprağın saflığına ve nem içeriğine göre seçilir.
- Sızdırmazlık, bazı yerlerde 30 cm kalınlığında kil tabakalar ile sağlanır.
- Lagün boş olduğunda veya yeraltı suyu seviyesi yükseldiğinde sızdırmazlık yapısını korumak amacıyla tedbirler alınmalıdır (ATV-M 201 E).

9.2.6. Kenar Seddeleri

- Lagün kenar seddelerinin eğim oranı 1 (düşey): 2 (yatay) olmalıdır.
- Lagünlerdeki kenar seddelerinin erozyona karşı koruma amacıyla oluşturulur.
- Lagün köşelerinde seddelerin keskin kenarları yüzebilen maddelerin birikmemesi için yuvarlatılmalıdır.
- Kenar seddeleri havalandırmalı lagünlerde su seviyesinin 0,3 m üstünde muhtemel dalga hareketine karşı koruma sağlar.
- Bakım araçlarının lagüne ulaşabilmesi için kenar seddelerinin üst genişliği minimum 2,4 m olması gerekir (ATV-M 201 E).
- Kenar seddeleri, lagün tarafı ve dışında eğimi 1: 3 (düşey: yatay)'den daha fazla olamaz.
- Lagün tarafında olacak eğim 1: 4'ten daha yatay olamaz. Lagün dışında ise yağmur suyunun lagüne giremeyeceği eğimde olmalıdır.
- Kil en çok kullanılan kenar sedde malzemesidir. Bu tabakanın çatlamalardan korunması için tedbirler alınmalıdır (Health Research, 2004).

9.2.7. Atıksu Deşarjı

- Havasız lagünlerin çıkış deşarj sularında zaman zaman yüksek miktarda planktonlar gözlenir.
- Deşarjdan alınan numunede açıkça alg gözleniyorsa numuneler filtreden süzöldükten sonra gerekli testler yapılmalıdır.

10 BİYOFİLM SİSTEMLERİ

10.1. Biyofilm Sistemleri İçin Tasarım Kriterleri

Biyofilm sistemlerinde kullanılan dolgu malzemesinin dane grupları ve oranları Tablo 10.1'de verilmiştir.

Dolgu tabakasında en boy oranı 3:1'den fazla olan yassı dolgu malzemesinin tüm malzeme içerisindeki hacimsel oranı % 5'i aşmamalıdır.

Tablo 10.1. Dolgu malzemesinin dane grupları ve oranları (DIN 19557, 2004)

	<i>Dane boyut grubu</i>	<i>Büyük danelerin aşmaması gereken ağırlık oranı</i>	<i>Küçük danelerin aşmaması gereken dane oranı</i>
<i>Filtre Malzemesi</i>	16/40 40/80	10	5
<i>Filtre Destek Malzemesi</i>	80/150	-	

Dolgu malzemesinin Tablo 10.2'de gösterilen nitelikleri için ve uygun işletme şartlarında (sistem içinde çamur birikiminin olmaması) tecrübelerle göre işletme yükü 2 kN/m³ ile 5 kN/m³ arasında olmalıdır.

Tablo 10.2. Biyofilm kalınlığına bağlı yük değişimi (DIN 19557, 2004)

<i>Biyofilm kalınlığı (mm)</i>	<i>Kütlesel yük (basınç) faktörü kN/m²</i>
1,5	0,015
2	0,02
≥3	≥0,03

Damlatmalı filtrelerde kullanılan dolgu malzemesinin özellikleri Tablo 10.3'de verilmiştir.

Tablo 10.3. Damlatmalı Filtrede kullanılan dolgu malzemesinin özellikleri (Metcalf & Eddy, 2003)

<i>Dolgu Malzemesi</i>	<i>İtibari Boyutu, cm</i>	<i>Yaklaşık Birim Hacim Ağırlığı, kg/m³</i>	<i>Yaklaşık Özgül Yüzey Alanı, m³/m²</i>	<i>Boşluk Oranı, %</i>	<i>Uygulama Alanları</i>
<i>Nehir taşı (küçük)</i>	2,5-7,5	1250-1450	60	50	N
<i>Nehir taşı (büyük)</i>	10-13	800-1000	45	60	C, CN, N
<i>Plastik-geleneksel</i>	61x61x122	30-80	90	>95	C, CN, N
<i>Plastik-yüksek spesifik yüzey alanı</i>	61x61x122	65-95	140	>94	N
<i>Plastik rastgele dolgu-geleneksel</i>	Değişken	30-60	98	80	C, CN, N
<i>Plastik rastgele dolgu- yüksek spesifik yüzey alanı</i>	Değişken	50-80	150	70	N

*Kaynak: Metcalf & Eddy, 2003

C: BOİ giderimi, N: Son nitrifikasyon, CN: BOİ giderimi ve Nitrifikasyonun birlikte olduğu sistemler.

Farklı damlatmalı filtre uygulamaları için tasarım kriterleri Tablo 10.4.'de verilmiştir.

Tablo 10.4. Farklı Damlatmalı Filtre Uygulamaları için Tasarım Kriterleri
(Metcalf & Eddy, 2003)

<i>Tasarım Parametreleri</i>	<i>Düşük veya Standart Hızlı</i>	<i>Orta Hızlı</i>	<i>Yüksek Hızlı</i>	<i>Yüksek Hızlı</i>	<i>Pürüzlü</i>
<i>Dolgu Malzemesi</i>	<i>Taş</i>	<i>Taş</i>	<i>Taş</i>	<i>Plastik</i>	<i>Taş/plastik</i>
<i>Hidrolik Yükleme, m³/m².gün</i>	1-4	4-10	10-40	10-75	40-200
<i>Organik Yük, kg BOİ/m³.gün</i>	0,07-0,22	0,24-0,48	0,4-2,4	0,6-3,2	>1,5
<i>Geri Devir Oranı</i>	0	0-1	1-2	1-2	0-2
<i>Filtrede gözlenen uçucu canlılar</i>	Çok	Değişken	Az	Az	Az
<i>Biyofilmin kopması</i>	Aralıklı	Aralıklı	Sürekli	Sürekli	Sürekli
<i>Derinlik, m</i>	1,8-2,4	1,8-2,4	1,8-2,4	3,0-12,2	0,9-6
<i>BOİ Giderim Verimi, %</i>	80-90	50-80	50-90	60-90	40-70
<i>Nitrifikasyon</i>	İyi	Kısmi	Yok	Yok	Yok
<i>Gerekli Güç, kW/10³ m³</i>	2-4	2-8	6-10	6-10	10-20

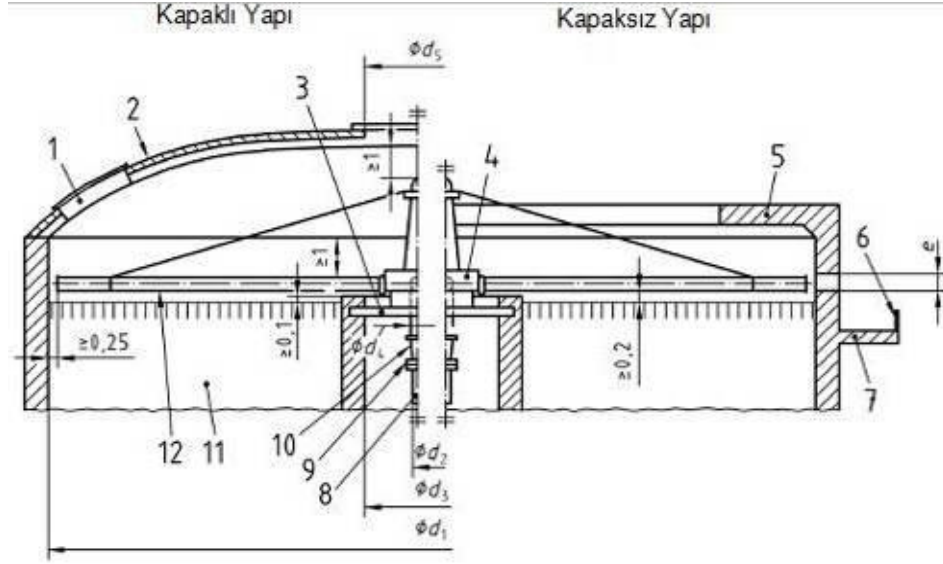
10.2. Damlatmalı Filtrelerin Yapısal Tasarım ve Normları

Giriş akımı, döner dağıtıcı kolu, şasi, kapak, giriş yapısı, servis alanı gibi işletim elemanları şekilde gösterilmiştir (Şekil 10.1).

Dolgu malzemesi ile dağıtıcı kolu arasında en az 30 cm mesafe olmalıdır.

Hidrolik hesaplamalarda atıksuyun damlatmalı filtre üzerine dağıtılabilmesi için dağıtıcı kol merkezi üzerinde en az 61 cm'lik bir yük dikkate alınmalıdır. Atıksu beslemesi sifonlama, pompa veya cazibeli akış ile sağlanabilir.

Döner dağıtıcılar genellikle hidrolik tahrikli veya elektrik tahriklidir. Dağıtıcı kollarındaki delikler asgari 20 mm çapında olmalıdır. Bu çap ince ızgara ile birlikte kullanıldığında azaltılabilir. Tıkanmaların temizlenmesini kolaylaştırmak için dağıtıcı kolların uçlarında sökülebilir kapaklar olmalıdır.



Kapak (üretici tarafından montajla ek yapılabilir)
 Şasi
 Dağıtım gövdesi, Basınç yüksekliği p
 Plaka
 Savak
 Savak tabliyesi
 Giriş yapısı bağlantısı
 Bağlayıcı bölge (flaş)
 Geçiş bölgesi
 Kapak
 (üretici tarafından montajla ek yapılabilir)

Şasi
 Dağıtım gövdesi, Basınç yüksekliği p
 Plaka
 Savak
 Savak tabliyesi
 Giriş yapısı bağlantısı
 Bağlayıcı bölge (flaş)
 Geçiş bölgesi
 Dolgu malzemesi (DIN 19557)
 Dağıtım Kolu

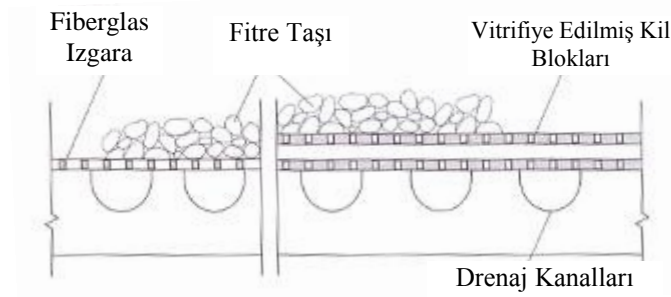
d_1 = Damlatmalı filtre çapı
 d_2 = Giriş yapısı çapı
 d_3 = Orta şaft yapısı çapı
 d_4 = Döner Disk çapı
 d_5 = Kapak açıklığı çapı
 e = Çıkış yapısı açıklığı

Dağıtıcı Kollu Damlatmalı Filtre Büyüklükleri

d_1 = Damlatmalı filtre çapı	50 m'yi aşmamalıdır.	
d_2 = Giriş yapısı çapı	d_3 = Orta şaft yapısı çapı	e = Arıtım çıkış yapısı açıklığı (kare şeklinde)
d_5 = Kapak açıklığı çapı		
DN80; DN100; DN125; DN150; DN200	1,5	0,5
DN250; DN300; DN350	2	0,5
DN400; DN500; DN600;	2,5	0,5
DN700; DN800; DN900	3	0,6
DN1000; DN1100	3,5	0,8
DN1200	5	1

Şekil 10.1. Damlatmalı filtre işletim elemanları (DIN 19553, 2002)

Damlatmalı filtreler, arıtılmış atıksuyun filtreden engellenmeden akışına imkan sağlayan bir drenaj sistemine sahip olmalıdır (Şekil 10.2). Bu sistem aynı zamanda havalandırma için destek ortamının tabanına havanın serbestçe ulaşımını sağlamalıdır. Havalandırmayı artırmak için dolgu malzemesi içerisine ilave düşey borular yerleştirilebilir. Yüksek hızlı filtreler için, kokulardan kaynaklanan çevresel etkiler, bir fan kullanılarak tüm havuzun kapatılmasıyla ve gazların bir koku arıtma birimine yönlendirilmesiyle azaltılabilir.



Şekil 10.2. Damlatmalı filtre drenaj sistemi (Metcalf & Eddy, 2003)

Drenaj sistemi tüm taban alanını kaplamakla birlikte kanalların toplam alanı filtre yüzey alanının en az % 15'ine sahip olmalıdır. Kanal eğimleri en az % 1 olmalı ve en düşük 0,6 m/sn kriterini sağlamalıdır. Havalandırmanın yapılabilmesi için drenaj kanallarının en kesit alanı % 50'yi pik debilerde bile geçmemelidir.

Damlatmalı filtre üzerinde oluşabilecek haşerelerin kontrolü için ara ara filtre yüzeyinin su ile kaplanacak şekilde işletilmesi gerekebilir. Bu nedenle vana sürgülü kapak veya benzeri yapıların bu işlem için düşünülmesi gerekir.

Damlatmalı filtreye yapılacak farklı geri devir oranları için en az iki devir pompasının teşkil edilmesi gerekir.

10.2.1. İnşa ve Malzeme Seçimi

İnşa ve malzeme seçimleri DIN EN 12255-1 ve DIN EN 12255-7 standartlarındaki kriterler baz alınarak yapılmaktadır.

DIN EN 12255-1 'de belirtilen inşaatta gerekli temel özellikleri şu şekilde olmuştur.

- Stabilité, Tekrar Kullanılabilirlik ve İşletme Güvenliği açısından problem yaratır nitelikte olmamalıdır.
- Ekipmanlar arasında kaynak ve bağlama işlemleri yapılmış olmalıdır.
- Erişilebilir malzeme türü seçilmelidir.
- Havalandırma işlemlerine uygun tasarım yapılmalıdır.
- Susuzlaştırma işlemlerine olanak verecek şekilde tasarım yapılmalıdır.
- Gerekli görülen yerlerde asansör düzeneği kurularak işletme sağlanmalıdır.

Ekipmanlar ile ilgili gerekli teknik özellikler ise;

- Pompalar ve iletim hatları,
- Merdivenler, platformlar, tırabzanlar,
- Montaj,
- Korozyon koruması,
- Kablo ağının kurulması,
- Makine teçhizatların uygun bir biçimde ölçüm yapacak şekilde yerleşimine olanak verecek şekilde seçilmeleridir.

10.2.2. İzin Verilebilen İnşaat Toleransları

Döner diskli damlatmalı filtrelerde müsaade edilebilen inşaat toleransları DIN 18202 standardındaki kriterlere göre belirlenir.

10.2.3. Güvenlik Kontrolü

Damlatmalı filtreli arıtma tesislerinde DIN EN 1255-10 standardına uygun güvenlik önlemleri alınmalıdır. Sentetik dolgu maddesi kullanılan durumlarda, montaj ve bakım işlemlerinde üretici firmanın öngördüğü kriterler çerçevesinde güvenlik kontrolü sağlanmalıdır.

Damlatmalı filtre yapıları için yapısal koşullar:

- Damlatmalı filtrelerde asgari taban eğimi 1/100 olmalıdır. Küçük işletmelerde ise taban eğimi 1/50 'yi aşmamalıdır.
- Damlatmalı filtrelerin her bir noktasına gerekli hava beslemesi yapılabilmelidir.
- Damlatmalı filtre duvarlarındaki hava açıklığı filtre taban alanının % 2 sinden büyük olmalıdır.
- Damlatmalı filtre tabanı ile taşıyıcı ızgara (döşeme) arasındaki mesafe en az 0,2 m olmalıdır.
- Üzeri açık sistemlerde taşıyıcı ızgara alanı toplam alanın düşük yüklü tesislerde ise en az % 20'si, yüksek yüklü işletilen tesislerde en az % 50 'si olmalıdır.
- Kapalı sistemlerde çatı (filtre üstündeki kapalı hacim) havalandırması minimum havalandırma kriterlerini sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır.

10.2.4. Teknik Ekipman İçin Gereklilikler

- DIN EN 12255-1 ve DIN 19255-7 Ekipman seçiminde kullanılan kriterlerdir,
- Basınç yüksekliği p, dağıtıcı mekanizması yüksekliği ve dağıtım kolu büyüklüğü üretici tarafından belirtilmelidir.

- Borulama sistemlerinde DIN 2501-1 kullanılmaktadır.

10.2.5. İşletme ve Bakım

- İşletmede servis bakım alanları, merdiven sistemleri mevcut olmalıdır,
- Atıksu beslemeleri dolgu yüksekliğini aşmamalıdır,
- Yağlama alanları dışarıdan da erişime uygun olarak tasarlanmalıdır,
- Arıtımın ve güvenliğinin kontrolü için bir hava açıklık bölgesinden faydalanılmalıdır.

10.2.6. Son Çökeltim Tankının Şekli ve Tasarımı

Son çökeltim tankında çamurun toplanması ve çökeltim verimi dikkate alındığında tank şeklinin önemli bir etkisi yoktur. Düşey akışlı tankların minimum hidrolik bekletme süresi sağlanması halinde yatay akışlı tanklardan daha iyi çıkış suyu kalitesi sağlanması söz konusu değildir. Tabana yerleştirilen çamur haznesinin kenar eğimi en az 60° olmalıdır. Çamurun buradan alınması için herhangi bir mekanik ekipmana ihtiyaç yoktur.

Dairesel havuzlar dikdörtgen planlı havuzlara göre daha küçük yük gerektirir ve daha düşük maliyetlidir. Buna karşın dairesel havuzların rüzgâra karşı hassasiyeti daha fazladır ve daha fazla alana ihtiyaç duyulur. Çamurun sürekli geri devrine gerek yoktur. Dikdörtgen planlı tanklarda bile basit yapıdaki çamur sıyrıcıların kullanılması yeterlidir.

Dikdörtgen planlı tanklarda derinliğin uzunluğa oranı 1:15 ila 1:25 arasında olmalıdır. Tank genişliği en fazla 7 m olması önerilir. Savak yükü (q_{wo}) 15 m³/m.sa'ten küçük olmalıdır. Havuz hacmi azaltılmak istenirse plakalı (lamelli) elemanlar kullanılabilir. Ancak bu sistemlerin işletme maliyeti yüksektir.

10.3. Döner Biyodiskler İçin Tasarım Kriterleri

Döner biyodisklerin tipik tasarım kriterleri Tablo 10.5'de verilmiştir.

Tablo 10.5. Döner biyodisklerin tipik tasarım kriterleri (Metcalf & Eddy, 2003)

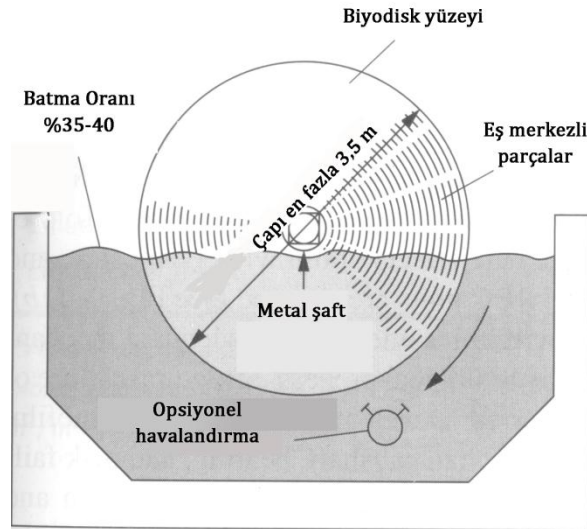
Parametre	Birim	Arıtma Seviyesi*		
		BOİ Giderimi	BOİ Giderimi ve Nitrifikasyon	Ayrı Nitrifikasyon
Hidrolik Yük	m ³ /m ² ·gün	0,08-0,16	0,03-0,08	0,04-0,1
Organik Yük	g sBOD/m ² ·gün	4-10	2,5-8	0,5-1,0
	g BOD/m ² ·gün	8-20	5-16	1-2
Maksimum ilk kademe yükü	g sBOD/m ² ·gün	12-15	12-15	
	g BOD/m ² ·gün	24-30	24-30	
NH ₄ -N yükü	g N/m ² ·gün		0,75-1,5	
Hidrolik Bekletme	sa	0,7-1,5	1,5-4	1,2-3

Süresi				
Çıkış BOİ	mg/L	15-30	7-15	7-15
Çıkış NH ₄ -N	mg/L		< 2	1-2

*Atıksu sıcaklığı 13°C'nin üzerinde olması halinde

10.4. Döner Biyodisklerin Yapısal Tasarım ve Normları

Döner biyodiskler standart boyutlarda üretilirler (Şekil 10.3). En büyük disk çapı 3,5 m olup uzunluğu 1,5 ila 7,5 m arasında değişmekle birlikte genellikle en uzun boy olan 7,5 m olarak üretilir. Biyofilm yüzeyi için standart yoğunlukta malzeme seçilirse yüzey alanı yaklaşık 9300 m² olur. Yüksek yoğunlukta malzeme seçilirse yüzey alanı yaklaşık 13.900 m² dir. Standart yoğunlukta seçilen biyofilm yüzeyler BOİ₅ (karbonlu madde) giderimi için kullanılır. Bu sistemlerde biyofilm kalınlığı fazla olmakla birlikte atıksuyun geçtiği boşluk hacmi de yüksek olur. Biyofilm büyümesinin daha az olduğu nitrifikasyon prosesi için ise yüksek yoğunluktaki biyofilm yüzeyleri seçilir. Bu nedenle kaskatlı sistemle ilk kademedeki biyofilm yüzeyleri standart yoğunlukta sonraki kademelerde ise yüksek yoğunluktaki malzemeler seçilir (WEF, 2011).



Şekil 10.3. Döner Biyodisk (Metcalf & Eddy, 2003)

Diskin yerleştirileceği havuz (reaktör) materyali beton veya çelik olabilir.

Havuz tabanı ile döner disk arasında, katı madde birikimini önlemek amacı ile 10 ile 23 cm arasında mesafe bırakılmalıdır.

Şaft dönüş hızı dakikada 1 ile 2 tur arasında kalacak şekilde seçilmelidir. Diskin çevrel hızının mekanik olarak döndürülen şaftlarda yaklaşık 18 m/dk, hava ile döndürülen şaftlarda ise 9 ile 18 m/dak arasında olması gerekir (MOE, 2008).

Tam çalıştırma yükündeki şaft eğilmesi, şaft uzunluğunun 1/300'ünden daha fazla olmamalıdır.

Giriş ve çıkış yapıları, döner disk düzeneğın içerisinde giren akımın ilerlemesini teşvik edecek tarzda ve kısa devreleri önleyecek şekilde, biyodisk havuzunun zıt uçlarında konumlandırılmış olmalıdır.

Döner biyolojik motoru düzeneği, boş alanlar biyofilm ile kısmen dolduğunda, oluşan azami tasarım yükünü taşıyacak kapasitede olmalıdır.

Döner biyodisklerde alg büyümesini, soğuk havalarda ısı kaybını önlemek ve polietilen disk malzemesinin UV ışınlarından zarar görmesini engellemek üzere üzerinin kapatılması önerilmektedir.

11 FİLTRASYON

11.1. Filtrasyon İçin Tasarım Kriterleri ve Normlar

Filtre sistemi boyutlandırırken en önemli parametre filtre hızıdır. Boşluklu filtrelerde seçilen filtre prosesine göre filtre hızı $Q_t=7,5$ m/sa; havalı filtrelerde ise 5 m/sa olarak kabul edilebilir. Nemli hava koşullarında, yıkanacak üniteler göz önüne alındığında bu oran 10-15 m/sa ile sınırlandırılmıştır. İşletme şartları, teknik veya ekonomik sebepler göz önünde bulundurularak sürekli yıkanmayan filtreler için ünite başına < 80 m²lik alana sahip en az 6 tane filtre ünitesi konması tavsiye edilir. Büyük veya küçük kapasiteli tesislerde bunun göz önünde bulundurulması yapılacak hesapları daha ekonomik hale getirmektedir.

Devamlı olarak yıkanmayan filtrelerde, filtrenin zamanla direncinin artacağını varsayarak ve aynı zamanda da flokülasyon filtrasyonunda, flokülasyon reaksiyonlarının oluşabilmesi için gerekli hacmi sağlayabilmek adına üstten en az 2.0 m'lik bir yükseklik bırakılmalıdır. Tablo 11.1'de boşluklu filtrasyonda kullanılan malzeme, dane çapları ve katman yükseklikleri verilmektedir.

Tablo 11.1. Normal boşluklu filtreler için filtre yatağı kriterleri (ATV-A 203E)

<i>Aşağı akış ile çalışan filtreler</i>				<i>Yukarı akışlı filtre</i>		<i>Aşağı akışlı kuru filtre</i>	
<i>Tek tabakalı filtre</i>		<i>İki tabakalı filtre</i>		<i>Tabaka yüksekliği</i>		<i>Üst tabaka yüksekliği</i>	
<i>0.8 - 1.2 m</i>		<i>Üst tabaka yüksekliği</i>		<i>1.2 - 3.0 m</i>		<i>1.0 - 1.2 m</i>	
<i>0.8 - 1.0 m</i>		<i>Tabaka yüksekliği</i>		<i>1.2 - 3.0 m</i>		<i>Üst tabaka yüksekliği</i>	
<i>0.8 - 1.0 m</i>		<i>1.2 - 3.0 m</i>		<i>1.2 - 3.0 m</i>		<i>1.0 - 1.2 m</i>	
<i>Materyal</i>	<i>Granül çapı [mm]</i>	<i>Materyal</i>	<i>Granül çapı [mm]</i>	<i>Materyal</i>	<i>Granül çapı [mm]</i>	<i>Materyal</i>	<i>Granül çapı [mm]</i>
<i>Filtre kumu</i>	<i>1.0 - 1.6</i>	<i>Antrasit</i>	<i>1.4 - 2.5</i>	<i>Filtre</i>	<i>2.0 -</i>	<i>Antrasit</i>	<i>2.5 - 4.0</i>
	<i>1.0 - 2.0</i>	<i>Taş</i>	<i>1.4 - 2.5</i>	<i>kumu</i>	<i>3.15</i>	<i>Kil</i>	<i>2.5 - 4.0</i>
		<i>Kil</i>	<i>1.4 - 2.5</i>			<i>Taş</i>	<i>2.5 - 4.0</i>
		<i>Ponza</i>	<i>2.5 - 3.5</i>				
		<i>Taşı</i>					
		<i>Alt tabaka yüksekliği</i>				<i>Alt tabaka yüksekliği</i>	
		<i>0.4 - 0.6 m</i>				<i>0.4 - 0.6 m</i>	
		<i>Materyal</i>	<i>Granül çapı [mm]</i>			<i>Materyal</i>	<i>Granül çapı [mm]</i>
		<i>Filtre</i>	<i>0.71 -</i>			<i>Filtre</i>	<i>1.0 - 2.0</i>
		<i>kumu</i>	<i>1.25</i>			<i>kumu</i>	<i>1.0 - 2.0</i>
						<i>Bazalt</i>	
<i>Destek Tabakası</i>							
<i>Malzeme bazalt, filtre çakılı</i>							
<i>tabaka yüksekliği [m]: 0.2 - 0.3</i>							
<i>Özel kısıt içeren durumlarda malzemelerin granül çapları filtre tankına ve filtre malzemesine göre seçilir</i>							

12 DEZENFEKSİYON

12.1. UV Işınımı İçin Tasarım Kriterleri ve Normlar

UV lambaları, kapalı veya açık sistem şeklinde olabilir. Atıksu dezenfeksiyonunda, orta basınçlı cıva lambaları açık kanal sistemleri içerisinde yaygın olarak kullanılır. En sık kullanılan, akıntıya paralel yatay yerleştirilmiş düşük basınçlı 2 ile 30 lamba, ayrılabilir parçalar halinde birbirine paralel olarak yerleştirilir. Kapalı UV sistemleri ise daha çok kullanma suyu elde etme amaçlı olarak kullanılır.

Tasarım ve ekipman ile ilgili hususlar aşağıda sıralanmıştır (ATV-M 205E, 1998):

- Debinin 1.000 m³/saat üzerindeki değerlerinde, toplam debinin paralel kanallara dağıtılması tavsiye edilmektedir.
- Sistemler, beklenen hava şartları ve iklim değişikliklerinde her zaman çalışabilir donanıma sahip olmalıdır.
- UV modülleri, özel bir yardım gerektirmeden işletme personeli tarafından yerleştirilip sökülebilecek kapasite ve sağlamlıkta olmalı, suya ve seyreltilmiş asitlere batırılabilmesi, kurulmuş radyatörleri de hasarlara karşı koruyabilecek nitelikte olmalıdır.
- Kuartz cam tüp muhafazası ve UV lambalarının kurulum, demonte ve elle temizlenme için kolayca ulaşılabilir olmaları gerekir.
- Tüm elektrik kurulum ve bağlantıları kolay ulaşılabilir olmalı, ıslak ve nemli ortamlarda işletme koşullarını sağlamalıdır.
- Lambaların tüpleri, 0,75-1,5 m uzunluğunda ve 1,5-2 cm çapında olabilir.
- Enerjinin % 35-40'ı ışığa dönüşmektedir. Toplam ışığın % 85'inde 254 nm dalga boyu vardır. Toplam verim, % 35 civarındadır.

Alçak ve orta basınçlı lambaların en önemli karakteristik özellikleri Tablo 12.1'de verilmiştir.

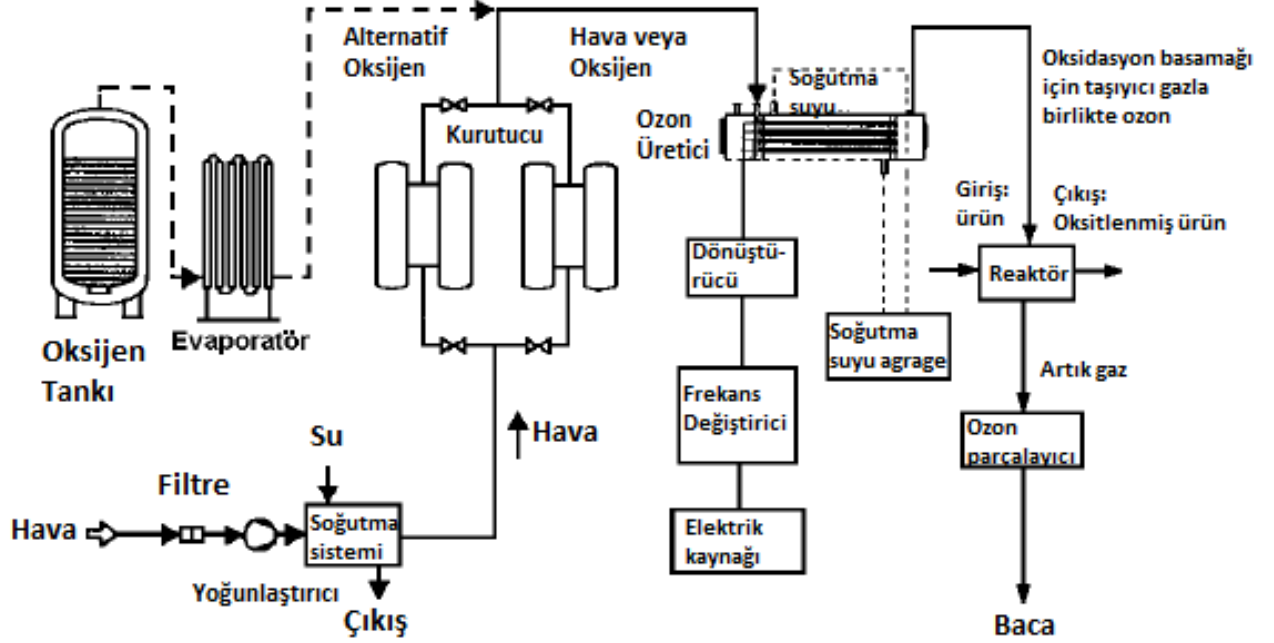
Tablo 12.1. Düşük ve orta güçlü lambaların karakteristik ve özellikleri
(ATV - M 205E, 1998)

<i>Karakteristikleri ve özellikleri</i>	<i>Düşük basınçlı cıva lambaları</i>	<i>Orta basınçlı cıva lambaları</i>
<i>Cıva buharı basıncı [bar]</i>	<i>0,001</i>	<i>1 - 20</i>
<i>Yüzey sıcaklığı [°C]</i>	<i>40 - 100</i>	<i>600 - 900</i>
<i>UV aralığında Radyasyon dalga boyları [nm]</i>	<i>tek renkli 254</i>	<i>geniş bant 200-400</i>
<i>Enerji tüketimi [W]</i>	<i>10 - 500</i>	<i>1000 - 20000</i>
<i>UV-C (200 - 280 nm) aralığında verimi:</i>		
<i>belirtilen elektrik gücü [%],</i>	<i>30 - 40</i>	<i>12 - 15</i>
<i>belirtilen radyatör uzunluğunu [W / cm]</i>	<i>0,2 - 0,7</i>	<i>4 - 15</i>
<i>Ömrü boyunca güç düşüşü [%]</i>	<i>30 - 40</i>	<i>25 - 40</i>
<i>Ömrü [saat]</i>	<i>8000 - 15000</i>	<i>- 8000</i>

12.2. Ozonlama İçin Tasarım Kriterleri ve Normlar

Bir ozon tesisi, ozon reaktörü, karıştırma tesisi, reaksiyon tankı ve artık ozon giderilme birimlerinden oluşmaktadır.

Ozonlama sistemi akış şeması Şekil 12.1'de verilmiştir.



Şekil 12.1. Atıksu dezenfeksiyonu için ozon tesisi (ATV - M 205E, 1998)

Ozon, ozon reaktörü içinde yüksek voltajlı elektrik enerjisinin etkisiyle saf oksijen ya da tozsuz kuru havadan üretilmektedir. Gerekli soğutma, hava ya da su kullanımıyla sağlanır. Hava kullanılarak 40 g/m^3 'lük endüstriyel oksijen kullanılıp $80-100 \text{ g/m}^3$ 'lük ürün elde edilebilir. Oksijen kullanılırsa 1 g ozon için 6 Wh ile 15 Wh arası, hava kullanılırsa 10 Wh ile 30 Wh arası elektrik enerjisi gerekir.

Gerekli dozaj, $5-35 \text{ g ozon/m}^3$ atıksudur. Reaksiyon süresi, $5-30$ dakika aralığında değişir. Fazla ozon miktarı, $0,1-1 \text{ g ozon/m}^3$ atıksudur.

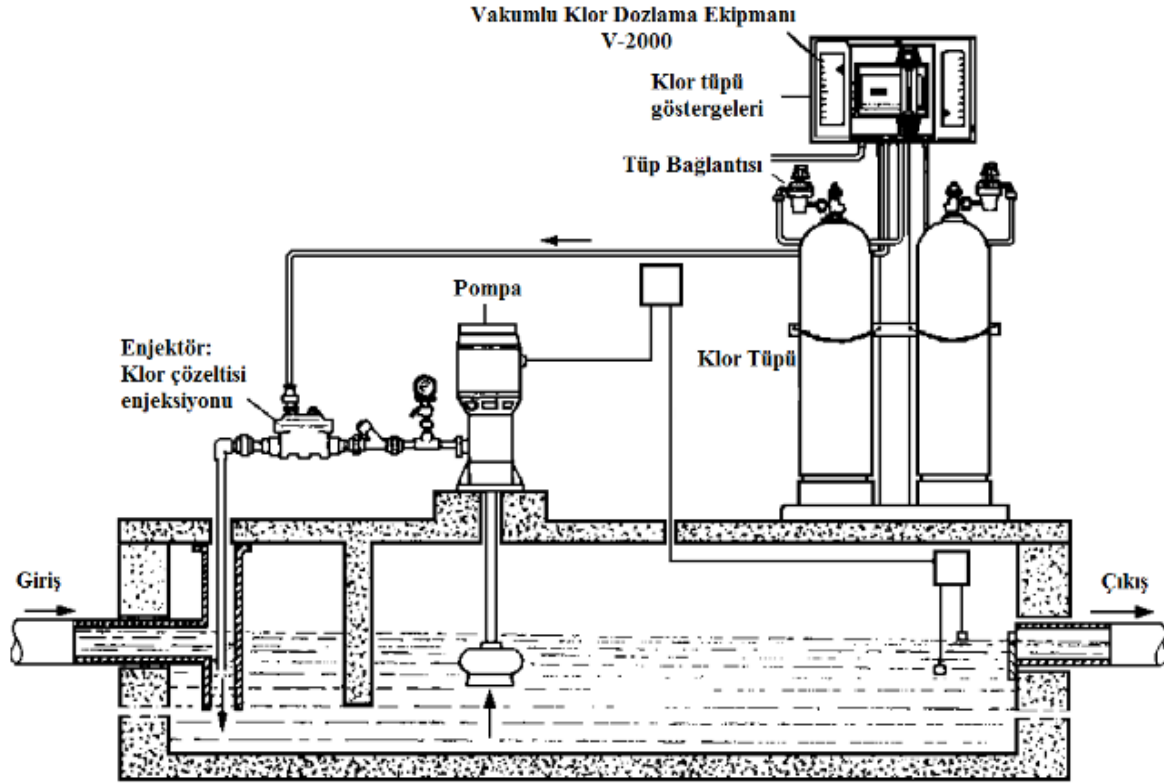
Dezenfeksiyon için gerekli ozon dozu, gerekli dezenfeksiyon seviyesine ve çıkış suyunun ozon ihtiyacına bağlı olacaktır. Ozon ihtiyacını karşılamak için gerekli ozon dozu, sahaya özgüdür ve mümkünse tasarımdan önce yapılacak deneylerle belirlenmelidir. Temas süreleri, tesisin tamamı için kullanılacak diskle birlikte bir pilot tesis de kullanılarak değerlendirilmelidir. Tablo 12.2'de atıksudaki toplam koliform dezenfeksiyonu için gerekli ozon dozu verilmiştir.

Tablo 12.2. Atıksudaki toplam koliform dezenfeksiyonu için gerekli ozon dozu
(Metcalf & Eddy, 2003)

Atıksu Tipi	Başlangıç Koliform Miktarı MPN/100 mL	Ozon Dozajı, mg/L			
		Çıkış Standardı, MPN/100 mL			
		1000	200	23	<2,2
Ham atıksu	$10^7 - 10^9$	15 - 40			
Birinci kademe arıtma çıkışı	$10^7 - 10^9$	10 - 40			
Damlatmalı filtre çıkışı	$10^5 - 10^9$	4 - 10			
Aktif çamur Sistemi çıkışı	$10^5 - 10^9$	4 - 8	4 - 10	16 - 30	30 - 40
Filtre edilmiş aktif çamur çıkışı	$10^4 - 10^9$	6 - 8	4 - 10	16 - 25	30 - 40
Nitrifiye edilmiş çıkış suyu	$10^4 - 10^9$	3 - 6	4 - 6	8 - 20	18 - 24
Filtre edilmiş nitrifiye çıkış suyu	$10^4 - 10^9$	3 - 6	3 - 8	4 - 15	15 - 20
Mikrofiltrasyon çıkışı	$10 - 10^3$	2 - 6	2 - 6	3 - 8	4 - 8
Ters osmoz	Nil				1 - 2
Septik tank çıkışı	$10^7 - 10^9$	15 - 40			
Kesikli kum filtresi çıkışı	$10^2 - 10^4$	4 - 8	10 - 15	12 - 20	16-25

12.3. Klorlama İçin Tasarım Kriterleri ve Normlar

Atıksu dezenfeksiyonu için klor gazı binası Şekil 12.2.'de verilmiştir.



Şekil 12.2. Atıksu dezenfeksiyonu için klor gazı binası (ATV - M 205E, 1998)

Atıksu dezenfeksiyonunda kullanılan klorlama sistemleri, içme suyu klorlamasında kullanılan sistemlere benzer teknolojiye sahiptir. Bunlar, aşağıdaki hususları içermelidir:

- Dezenfektan kimyasallarının depolanmasını,
- Dezenfektan çözeltilerinin hazırlanmasını ve kullanılmasını,
- Atıksu ve dezenfektan çözeltilerinin karıştırılmasını,
- Dezenfeksiyon reaksiyonlarının tamamlandığı ve genellikle su ile klorun temas ettiği reaksiyon tanklarını,
- Deşarj öncesi fazla klorun giderilmesini

Dezenfektan çözeltilisinin gerekli dozajı, kullanılan dezenfektanın tipine bağlıdır ve sahaya özgüdür. Dezenfektan kimyasalın dozajı, temas süresi sonunda çıkışta belli bir bakiye klor sağlamak amacıyla, atıksuyun debisine ve dezenfektan kullanım oranına göre ayarlanmalıdır. Saha özelinde gerekli dozaj, mümkünse tasarıma başlanmadan önce deneylerle belirlenmelidir. Temas süresi sonunda çıkış suyundaki bakiye klor konsantrasyonu yaklaşık olarak 0,2 mg/L serbest klor olmalıdır. Daha düşük bakiye klor değerlerinde, dezenfeksiyon prosesi tamamlanamayabilir. Daha yüksek bakiye klor konsantrasyonunda ise, alıcı ortamda değişik etkilenmeler görülebilir. 0,05 mg/L – 0,1 mg/L arasındaki düşük bakiye klor konsantrasyonlarında, alıcı ortamda olumsuz etkiler tespit edilmiştir. Alıcı ortamda olumsuz etkileri azaltmak amacıyla, arıtma tesisi çıkışında bakiye klor alınmalıdır.

Tasarım kriterleri:

- Temas süresi: 30 – 120 dakika (Pik debide: 15 – 90 dakika) arasındadır.
- Kısa devreler ve hidrolik olarak ölü bölgelerin oluşmaması için uzun piston akımlı reaktörler kullanılır.
- Boy/En: 20/1 (tercihen 40/1) olmalıdır.
- En az 2 adet klor tankı yapılmalıdır.
- Klor temas tankında katı maddelerin çökmesinin önlenmesi için yatay akış hızı 2 – 4,5 m/dakika olmalıdır.
- Reaktör içerisinde şaşırtma duvarları ve perdeler kullanılır.

Kontrollü dezenfeksiyon ancak ve ancak pH 6 ile 8 arasında tutulursa gerçekleşir. Çıkış suyundaki bakiye dezenfektan değeri 0,2 mg/L'nin üstüne çıktığında, fazla klor uzaklaştırılmalıdır.

Klordioksit kararlı bir gaz olmaması sebebiyle, 1-3 gramlık klordioksit sulu çözeltisi kullanılmadan hemen önce hazırlanmalıdır. Dozlama miktarı, çıkış suyundaki bakiye klordioksit değerine, atıksuyun organik yüküne ve istenilen giderimine bağlıdır. Atıksu arıtma tesislerinde bakterilerin 10^3 'lük oranda giderimi için 5-10 g klordioksit/m³ atıksu yeterlidir. Kum filtresinden geçmiş suda ise bu değer 1-5 g/m³ olabilir.

12.4. Membran Filtrasyonu İçin Tasarım Kriterleri ve Normlar

Atıksu dezenfeksiyon prosesinde kullanılan membran filtreler, Ultrafiltrasyon ve mikrofiltrasyon prosesleridir. Her iki membranlı filtre prosesi, gözenekli membranları kullanmaktadır. Membrandan süzme işlemi, besleme akımına uygulanan basınç yardımı ile uygulanmaktadır (ATV - M 205E, 1998).

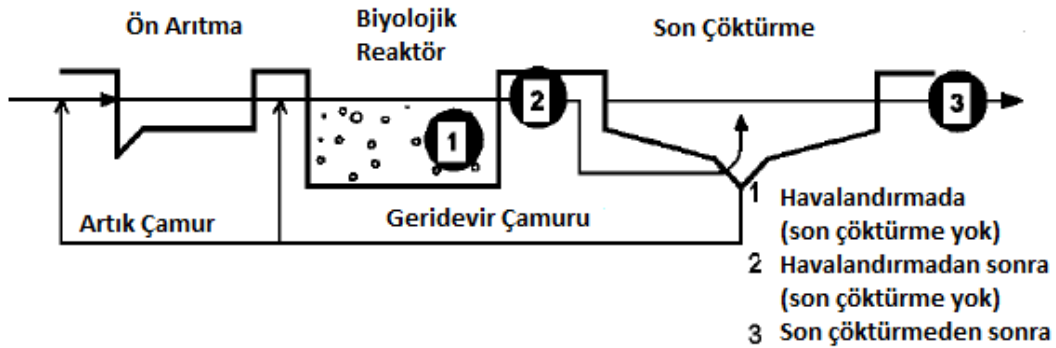
Mikro/ultrafiltrasyon (Tablo 12.3) bakteri ve katı maddeleri çok iyi bir şekilde tutma performansı gösterir. Virüslerin katı maddelere tutunmasına bağlı olarak virüs sayısında da bir azalma sağlanabilir.

Tablo 12.3. Membran uygulamaları, giderme verimleri ve tutulan bileşikler (ATV - M 205E, 1998)

	<i>Ters Ozmos</i>	<i>Nanofiltrasyon</i>	<i>Ultrafiltrasyon</i>	<i>Mikrofiltrasyon</i>
Gözenek boyutu	0,1 - 10nm	1 - 10nm	0,005 - 0,2 μ m	0,1 - 5 μ m
Basınç aralığı	7 - 120bar	5 - 40bar	1 - 10bar	Yüksek basınç işlemi: 0,5 - 5 bar Vakum işlemi: 0,1 - 0,9 bar
Tutulan bileşikler	Moleküller, iyonlar	Virüsler, moleküller	Kolloidler, makromoleküller, virüsler	Partiküller, bakteriler, kolloidler

Atıksu dezenfeksiyonu amacıyla yapılacak orta derece bir ayırım için 0,2 μ m'lik bir gözenek çapı yeterlidir.

Membran filtrasyonunun ikinci kademe (biyolojik) arıtma içerisinde hangi konumda kullanılacağı Şekil 12.3' de gösterilmiştir. Buna göre membranlar üç farklı konumda yerleştirilebilir; biyolojik arıtma sistemi havalandırma havuzu içinde, havalandırma havuzu çıkışında ve son çöktürme havuzu çıkışı.



Şekil 12.3. Havalandırma tesislerindeki mikro/ultrafiltrasyon sistemlerinin olası düzenlemeleri (ATV - M 205E, 1998)

12.4.1. Aktif Çamur Prosesinin Biyolojik Kısımıyla Birleştirilen Mikro/Ultrafiltrasyon

Mikro/ultrafiltrasyonun biyolojik reaktörle birlikte kullanımında, 20 g/L'nin üstünde biyokütle konsantrasyonları elde edilebilir. Bu sistemde membran Şekil 12.3' deki 1 ve 2 konumlarına konulabilir. 1 konumunda vakum, 2 konumunda ise basınç uygulanır. 0,1 - 0,9 bar arası bir vakumla, 20 ile 50 L/(m².sa)'lik süzüntü eldesi mümkündür. Basınç altında, 1 ile 10 bar basınç aralığında 20 ile 300 L/(m².sa)'lik bir süzüntü debisi elde edilir.

12.4.2. Son Çökeltimle Birleştirilmiş Mikro/Ultrafiltrasyon

Bu sistemde membran, Şekil 12.3' deki 3 konumuna yerleştirilir. 0.5 ile 3 bar arası bir basınçta 40 ile 100 L/(m².sa)'lik süzüntü debisi elde edilebilir.

12.5. Olgunlaştırma Havuzları

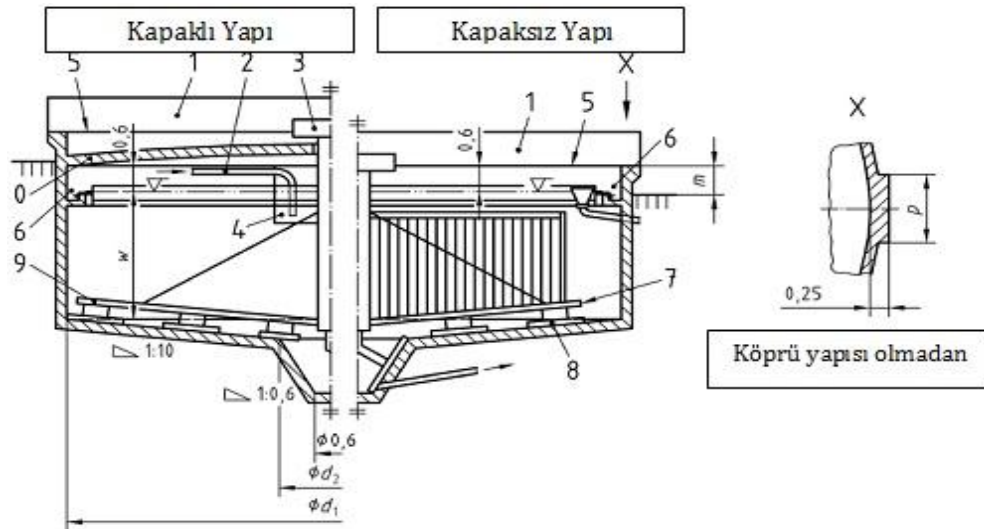
Çıkış suyu (arıtılmış su) olgunlaştırma havuzlarına dair temel tasarım esasları DIN EN 12255-5'te belirlenmiştir. Bekletme süresi 5 gün-20 gün arasında olmalıdır. Havuzların tasarımı, piston akımlı reaktör prensibine göre yapılmalıdır. Olgunlaştırma havuzlarının verimliliği, güneş ve sıcaklık gibi iklime bağlılıktan dolayı, genellikle diğer dezenfeksiyon proseslerinden oldukça düşüktür.

13 ÇAMUR ARITMA VE UZAKLAŞTIRMA

13.1. Yoğunlaştırma

13.1.1. Yoğunlaştırıcı İçin Yapısal Tasarım ve Normlar

Yerçekimi ile çalışan yoğunlaştırıcı için yapısal tasarım ve DIN normu Şekil 13.1'de verilmiştir.



1-Köprü

2-Giriş Yapısı

3-Merkezi işletim yapısı

4-Giriş silindirik yapısı

5-Platform (genişlik DIN EN 12255-1 'e göre -
izin verilen yükleme DIN EN 12255-10 'a göre)

6-Çıkış Yapısı

7- Tahliye Yapısı

8-Tahliye plakası

9-Tahliye Yapısı

10- Kapak

d_1 : Yoğunlaştırıcı tankı çapı

d_2 : Toplama çukuru çapı

m : Tırtabzanlar arasındaki atıksu taşıma kanalı
büyüklüğü

p : Köprü genişliği

w : Savaklanan su yüksekliği

d_1	d_2	p	w	k_1	n
5,6	2	Üretici verilerine göre	2,8 ve 0,4 artarak	0,5	0,5
7, 8, 9, 10	2,4				
12, 14, 16, 18, 20	2,8				
22, 24, 26, 28, 30	3,2				

Not: Ölçüler metre cinsindedir.

Şekil 13.1. Dairesel planlı yerçekimli yoğunlaştırıcının DIN 19552'de verilen boyutları

13.2. ÇAMUR ÇÜRÜTME

Çamur çürütme için;

- Kireç stabilizasyonu
- Isıl arıtma
- Havasız çürütme
- Havalı çürütme
- Kompostlaştırma

metotları kullanılır.

13.2.1. Havasız Çamur Çürütme

13.2.1.1. Havasız Çamur Çürütücüler İçin Tasarım Kriterleri

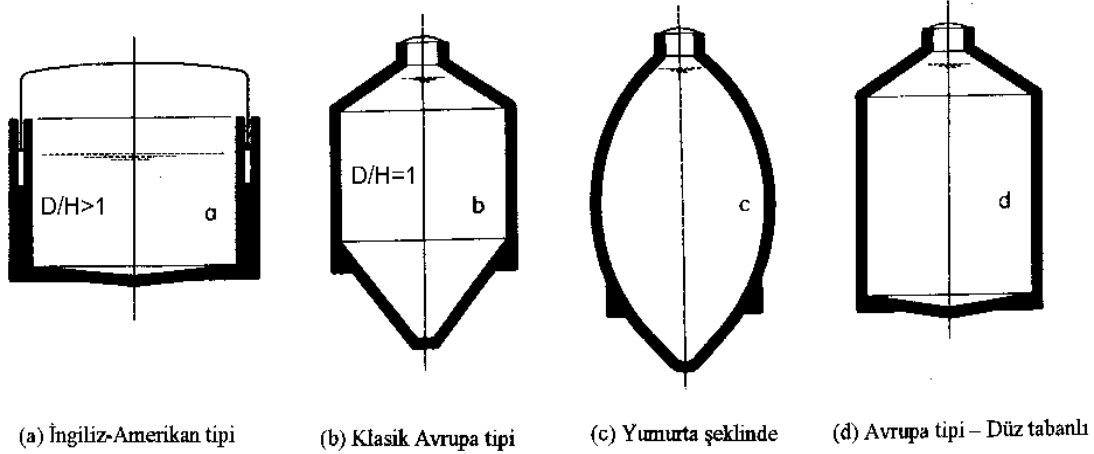
Çamur çürütücülerde hidrolik bekleme süresinin pik debilerde bile 10 gün değerinin altına düşmemesi sağlanmalıdır.

Tablo 13.1. Çamur çürütücüler için tasarım kriterleri

<i>Parametre</i>	<i>Düşük Hızlı</i>	<i>Yüksek Hızlı</i>
<i>Çamur yaşı (gün)</i>	<i>30-60</i>	<i>15-20</i>
<i>Çamur yükü (kg UKM/m³-gün)</i>	<i>0,64-1,60</i>	<i>1,6-4,8</i>
Hacim kriteri:		
<i>Ön çökeltim çamuru (m³/N)</i>	<i>0,03-0,04</i>	<i>0,02-0,03</i>
<i>Ön çökeltim çamuru+aktif çamur (m³/N)</i>	<i>0,06-0,08</i>	<i>0,02-0,04</i>
<i>Ön çökeltim çamuru+damlatmalı filtre çamuru (m³/N)</i>	<i>0,08-0,14</i>	<i>0,02-0,04</i>
<i>Beslenen ön çökeltim çamuru +aktif çamur (%KM)</i>	<i>2-4</i>	<i>4-6</i>
<i>Çürütülmüş ön çökeltim çamuru +aktif çamur (%KM)</i>	<i>4-6</i>	<i>4-6</i>

13.2.1.2. Çürütme Tankı Şekilleri

Pratikte genellikle dört tip çürütme tankı kullanılmaktadır. Bunlar, İngiliz-Amerikan tipi, klasik Avrupa tipi, genel yumurta ve Avrupa tipi (düz tabanlı) çürütücülerdir (Şekil 14.1). Almanya'da 70 yıldan daha eski biri düz tabanlı ve çamur sıyrıcılı diğeri ise konik tabanlı ve sıyrıcısız çamur çürütücüler halen başarıyla kullanılmaktadır. Konik tabanlı kıta Avrupa'sı tipi en çok uygulanan çürütücü şeklidir. Bu tip çürütücüler 1500 m³ üzerindeki hacimlerde öngerilmeli betonla inşa edilirler. Hacmin 4000 m³'ü aştığı durumlarda ise yumurta şekilli tipin uygulanması genelde daha ekonomiktir. Yumurta şekilli çürütücüler 12000 m³ hacme kadar uygulanmaktadır.

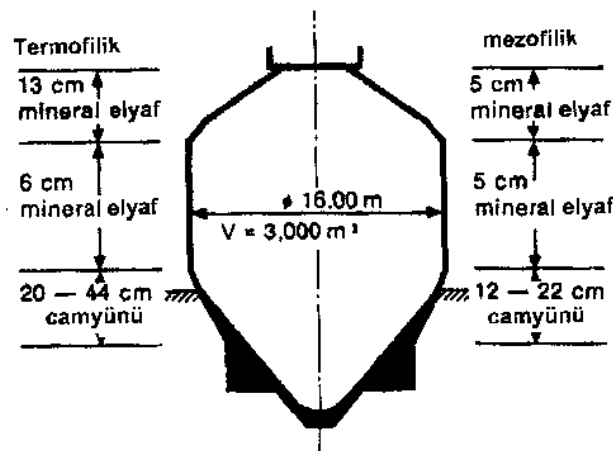


Şekil 14.1. Çürütücü şekilleri (Öztürk, 2007)

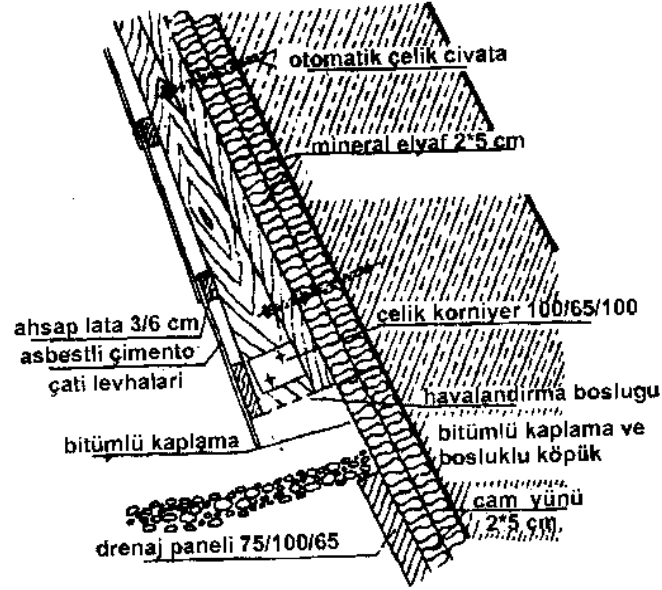
Çok büyük tek bir çürütücü yerine, birden fazla sayıda daha küçük kapasiteli çürütücü yapımı işletme emniyeti bakımından çok daha uygundur. Küçük çürütücüler çelik veya prefabrik beton elemanlarla inşa edilebilirler.

Çamur çürütücülerde işletme şartlarının değiştirilmesi (mezofilikten termofiliğe) önemli oranlarda ilave termal gerilmelere yol açabilir. Bu tip durumlarda ısı yalıtımını güçlendirerek reaktör içi ve dışı arasındaki ısı farkını azaltmak en ekonomik çözümdür. Böyle bir yalıtım farklılığı Şekil 14.2’de gösterilmiştir. Çamur çürütücülerde uygulanabilecek ısı yalıtım ve kaplama tipi ile ilgili bir detay Şekil 14.3’de görülmektedir.

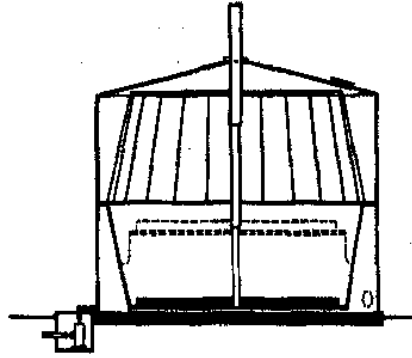
Çamur çürütme tesislerinde genellikle gaz depolama tankına ihtiyaç duyulur. Gaz tankı, 400 m³’lük hacme kadar çelikten ve kuru tank olarak inşa edilir (Şekil 14.4). Gaz tankı hacmi genellikle bir günlük gazı depolayacak kapasitede seçilir.



Şekil 14.2. Baarbachtal AAT çamur çürütücü ısı yalıtım detayı



Şekil 14.3. Hagen çamur çürütme tesisi ısı yalıtımı



Şekil 14.4. Kuru tip gaz depolama tankı (Öztürk, 2007)

13.2.1.3 İnşaat ve Montajla İlgili Hususlar

Çamur çürütme tanklarında, ham çamur girişi, çürümüş çamur deşarjı, acil durum taşkanı, gaz tahliye vanaları, köpük tahliye çıkışı ve çamur sirkülasyon sistemi gibi giriş/çıkış elemanları bulunmalıdır.

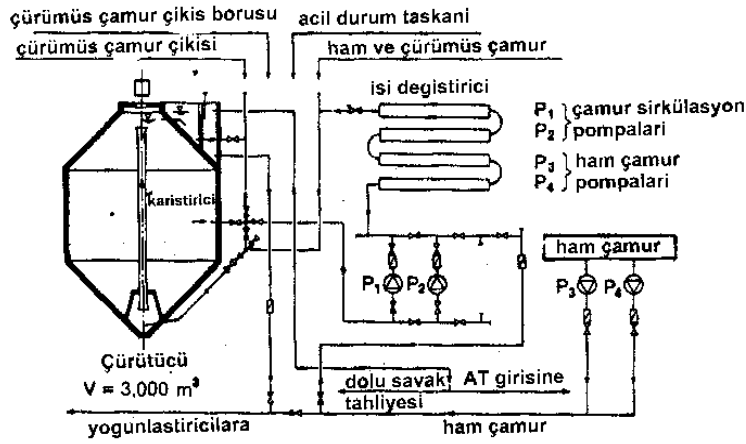
Yer seviyesinde $\phi 800$ mm çaplı bir giriş deliği unutulmamalıdır. Bu tür bir giriş deliği boru ve ekipman montajını ve ihtiyaç halinde tankın boşaltılmasını fevkalade kolaylaştırır.

Baarbachtal'da kurulu 3000 m^3 'lük çamur çürütme tesisinin şematik resmi Şekil 14.5'de görülmektedir. Pratikteki çoğu çürütücü benzer tiptedir. Düşey karıştırma borusu üzerindeki helisel karıştırıcının kapasitesi, tank muhtevasını 24 saatte 6-9 kez sirküle edilecek tarzda belirlenir. Çamur boruları çapı en az 150 mm, sirkülasyon hattındaki çamur akış hızı ise 1-1,5 m/sn olmalıdır.

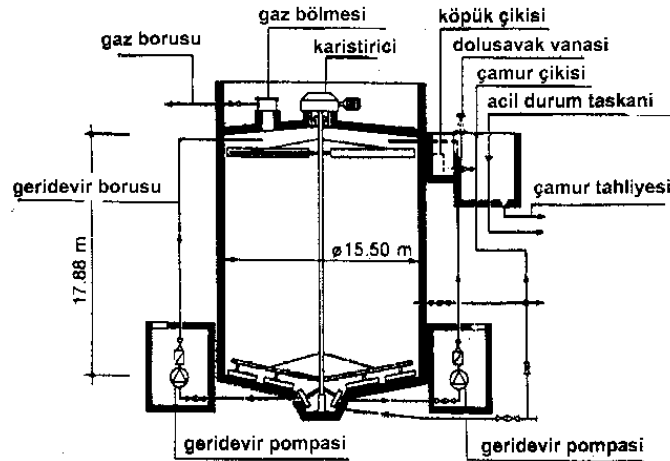
Şekil 14.6'da, Hemer atıksu arıtma tesisindeki 3000 m³ hacimli çamur çürütme sisteminin şematik resmi görülmektedir. Düz tabanlı bir tanktan oluşan bu çürütücüde, karıştırma dahili bir sıyrıcı ile sağlanmaktadır.

Küçük hacimli ($V=600 \text{ m}^3$) çelik çürütme tanklarına bir örnek olarak Şekil 14.7'deki Ruthan çürütme tesisi verilmiştir. Bu tesiste, çürütücü 15 mm et kalınlığında ST37 çelik malzemeden imal edilmiştir. Tank içerisinde sadece minimum çamur seviyesi üzerindeki kısma anti korozif boya uygulanmaktadır.

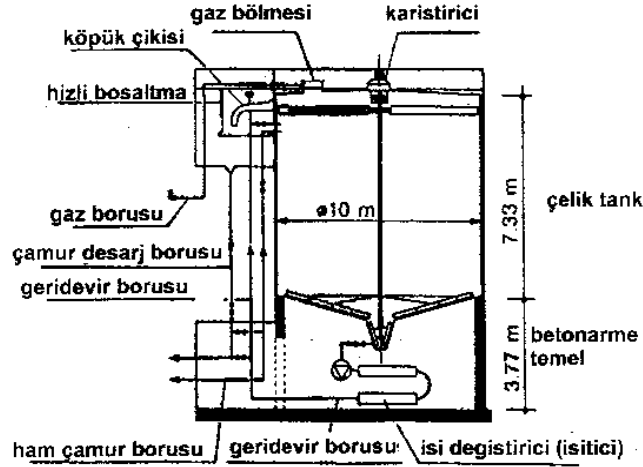
Çamur çürütme tesislerinde karıştırmanın dahili sıyrıcı veya pompayla çamur sirkülasyonu yoluyla yapılması, basınçlı gazla karıştırmaya göre daha ekonomik ve emniyetlidir. Gazla karıştırma halinde, gazın iki kademe halinde sıkıştırılması ve kıvılcım korumalı motor ve donanım gerekmesi dolayısıyla önemli mertebede ek harcamaya ihtiyaç vardır.



Şekil 14.5. Baarbachtal çamur çürütme sistemi



Şekil 14.6. Hemer çamur çürütme sistemi ($V=3000 \text{ m}^3$)



Şekil 14.7. Ruthan çamur çürütme sistemi ($V=600 \text{ m}^3$)

13.2.2 Havalı Çürütme

Havalı çürütme prosesi, atık aktif çamura, karışık (ön çökeltim + atık aktif çamur veya ön çökeltim + damlatmalı filtre çamuru) çamurlara veya uzun havalandırmalı aktif çamur proseslerinde ortaya çıkan çamurlara uygulanmaktadır. Bu yöntem, kapasitesi $2 \text{ m}^3/\text{s}$ 'ye kadar olan tesislerde başarıyla uygulanmaktadır. Uçucu katı madde giderimleri havasız çürütme prosesi ile yaklaşık aynı oranda gerçekleşmektedir. Duru fazda ise havasız çürütme prosesine kıyasla daha düşük BOİ konsantrasyonları bulunmaktadır. Havalı çürütme uygulaması ile kokusuz, humus benzeri, biyolojik olarak kararlı nihai ürünler elde edilebilmekte ve çamurun bünyesindeki temel gübre değerleri geri kazanılabilmektedir. İşletilmeleri nispeten kolaydır ve ilk yatırım maliyetleri düşüktür. Çamurların ayrı olarak çürütülmeleri sırasında, biyolojik çamurun havalı olarak çürütülmesi daha cazip bir seçenektir. Bu stabilizasyon yönteminin en belirgin mahzurlarından birisi havalandırma için gerekli oksijenin sağlanabilmesi sırasında yüksek enerji masraflarına gerek duyulmasıdır. Ayrıca elde edilen çamurların susuzlaştırılma özellikleri zayıftır. Havalı sistemler ortam sıcaklığından, tank geometrisinden, beslenen çamur konsantrasyonundan, karıştırma/havalandırma ekipmanlarının tipinden ve tankın yapıldığı malzemeden önemli ölçüde etkilenmektedir. Faydalı yan ürün olan metan üretiminin ve enerji geri kazanımının olmaması ise prosesin diğer mahzurlarıdır.

İyi bir patojen gideriminin sağlanabilmesi için 20°C 'de katı madde bekleme süresinin en az 40 gün, 15°C 'de ise en az 60 gün olması gerekmektedir. 40 günün altında işletilen havalı çürütücülerde, iyi verimde patojen giderimi istenirse, ilave depolama kapasitesinin veya yoğunlaştırıcının bulunması gerekmektedir. Yukarıda önerilen çamur bekleme sürelerinde işletilmeyen havalı çürütücülerde, patojen içeriklerinin, uçucu katı madde giderimlerinin ve vektör canlılar için cazip olmayan ortamların oluşup oluşmadığı sürekli kontrol edilmeli ve izlenmelidir.

Havalı çürütücüler kesikli veya sürekli sistemler olarak işletilmektedir. Konvansiyonel havalandırmalı çürütme prosesinin tasarımı sırasında, sıcaklık, katı madde giderimi, beslenen çamurun katı madde konsantrasyonu, tank hacmi, oksijen ihtiyacı ve prosesin işletilmesi dikkate alınmalıdır.

Havalı tankların çoğu açık tanklar olarak inşa edilmektedir. Bu sebeple çürütücüler içerisindeki ısı, hava koşullarına bağlı olarak değişmekte ve geniş bir aralıkta salınım gösterebilmektedir. Diğer tüm biyolojik sistemlerde olduğu gibi düşük sıcaklık değerleri prosesin yavaşlamasına, yüksek sıcaklıklar ise prosesin hızlanmasına sebep olmaktadır. Sıcaklık kayıplarının da mutlaka dikkate alınması gerekmektedir. Tankın yer üzerinde kalan kısımlarının yalıtım malzemesi ile kaplanması, yüzeysel havalandırma yerine tankın içerisine batmış şekilde yerleştirilen havalandırma ekipmanı kullanılması, çok soğuk iklimlerde kapalı tankların kullanımı veya çamurun ısıtılması yoluna gidilebilmektedir. Tasarım, beklenen en düşük işletme sıcaklığında gerekli çamur stabilizasyonu sağlanacak ve beklenen en yüksek işletme sıcaklığında maksimum oksijen ihtiyacı temin edilecek şekilde yapılmalıdır. Havalı çürütmenin diğer bir amacı da uzaklaştırılacak katı madde kütlesinin azaltılmasıdır. Katı madde gideriminin sadece çamurun biyolojik olarak giderilebilen kısmı ile gerçekleştiği düşünülse de organik olmayan maddelerin de bir miktar parçalanması mümkün olabilmektedir. Havalı çürütme ile uçucu katı madde giderimleri % 35-50 arasında gözlenmektedir. Sıcaklığın dışında bu giderim verimini etkileyen diğer parametre ise çamur yaşıdır. Havalı çürütmenin tam karışimli ve kademeli (iki veya üç kademeli) konfigürasyonunda, toplam çamur yaşı eşit bir şekilde kademeler arasında bölünmelidir. Havalı çürütme proseslerinin verimlerinde önemli etkisi olan çamur yaşının, tasarım ve işletme sırasında mutlaka dikkate alınması gerekmektedir. Örneğin çürütücü önünde yoğunlaştırma işlemi uygulanacak ise çürütücüye beslenecek çamurun katı madde konsantrasyonu ve böylece çürütücünün hacmi başına verilmesi gerekli oksijen miktarı da artacaktır. Besleme akımındaki yüksek katı madde konsantrasyonları daha uzun çamur yaşlarına ve daha küçük çürütücü hacimlerine ihtiyaç göstermektedir. Ayrıca özellikle kesikli beslenen sistemlerde duru faz oluşumu daha az olmakta ve bu durum proses kontrolünde kolaylık sağlamaktadır. Yoğunlaşmayı takip eden çürütücülerde ise daha yüksek uçucu katı madde giderimleri gözlenmektedir. Fakat katı içerikleri %3,5-4'den yüksek olan durumlarda, karıştırma ve havalandırma işlemleri zorlaşmaktadır. Bu sebeple %4'den yüksek katı madde içeriklerinde, çürütücülerde yeterli karıştırma ve havalandırmanın sağlanabildiğinden emin olunması gerekmektedir. Yoğunlaştırma sırasında polimer kullanımı ile bu çamurların çürütülmeleri sırasında karıştırılmaları için daha yüksek miktarlarda enerji ihtiyacı gerekecektir. Havalı çürütme sırasında hücre dokusunun tamamıyla oksidasyonu (nitrifikasyon dahil) sırasında gerekli oksijen ihtiyacı 7 mol/mol hücre veya yaklaşık 2.3 kg/kg hücre'dir. Karışık çamurun içerisindeki ön çökeltim çamurundaki BOİ'nin tamamıyla oksidasyonu için ise giderilen BOİ'nin 1 kilogramı başına 1,6-1,9 kg oksijen ihtiyacı gözlenmektedir. Bütün işletme şartlarında, sistemde kalan oksijen miktarı 1 mg/L'den yüksek olmalıdır. Çürütücü önünde yoğunlaştırma uygulanmamışsa, çürütücüden çıkan arıtma çamurları bir sonraki işleme verilmeden önce yoğunlaştırılmalıdır.

13.2.2.1. Havalı Çürütme İçin Tasarım Kriterleri

Havalı çamur çürütücülerin boyutlandırılmaları sırasında kullanılan tasarım kriterleri Tablo 13.2'de verilmiştir.

Tablo 13.2 Havalı çamur çürütücüler için tasarım kriterleri

<i>Parametre</i>	<i>Birim</i>	<i>Değer</i>
<i>Katı Madde Bekleme Süresi</i>		
20°C'de	gün	40
15°C'de	gün	60
<i>Uçucu Katı Madde Yükleme</i>	kg.m ³ /gün	1,6-4,8
<i>Oksijen İhtiyacı</i>		
Hücre dokusu	kg O ₂ /kg UAKM	~2,3
Ön çökeltim çamurundaki BOİ	tüketilen	1,6-1,9
<i>Karıştırma İçin Enerji İhtiyacı</i>		
Mekanik karıştırıcılar	kW/10 ³ .m ³	20-40
Difüzyörlü karıştırıcılar	m ³ /m ³ .dk	0,02-0,04
<i>Havuzdaki Çözünmüş Oksijen</i>	mg/L	1-2
<i>Uçucu Katı Madde Giderimi</i>	%	38-50

13.3. Mekanik Çamur Susuzlaştırma Yöntemleri

Mekanik çamur susuzlaştırma yöntemleri evsel arıtma çamurlarının susuzlaştırılmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu tarz mekanik sistemlerin tasarımları polimer tüketimini minimuma indirmek, yüksek giriş debilerinde maksimum kuruluk sağlamak için geliştirilmiştir. Mekanik çamur susuzlaştırma yöntemleri aşağıda sıralanmıştır.

- Dekantör/Santrifüj Sistemler
- **Vakum Filtreler**
- Belt Filtreler
- Filtre Presler
- **Burgulu Presler**

Mekanik susuzlaştırma yöntemlerinin sağladığı bazı avantajlar ise;

- Yüksek verimde ayırma,
- Kesintisiz çalışma,
- Geniş kapasite yelpazesi,
- Kompakt tasarım,
- Ucuz bakım,
- Bilgisayar destekli işletimdir.

Bu sistemlerin özellikleri ve tasarım verileri aşağıda verilmiştir.

13.3.1. Dekantör/Santrifüj Sistemler İçin Tasarım Kriterleri

Çamur susuzlaştırılması için kullanılan dekantör sistemler ikiye ayrılır. Bunlar yoğunlaştırma ve susuzlaştırma dekantörleridir. Yoğunlaştırma dekantörleri çamur yoğunlaştırılması maksadıyla kullanılır. Çamur hacmi % 90 oranında azaltılabilir. Susuzlaştırma dekantörlerinde ise ayrılan katılar helezon taşıyıcılar ile tambur boyunca taşınarak tambur ucunda sıkıştırılır. Böylece susuzlaştırma oranı artırılmış olur. Dekantörlerin tasarımlarında kullanılan parametreler ve ülkemizdeki uygulamalara ait değerler Tablo 13.1’de verilmiştir.

Tablo 13.1. Dekantörler için kullanılan tasarım bilgileri

Tambur Çapı (mm)	Kapasite (m³/saat)	Max. Tambur Hızı (devir/dk)	Yıkama Süresi(dk)	Boy/Çap (L/D) Oranı
238 - 280	2-10	4400 - 5400	5-20	3,5 - 4,5 arasında değişmektedir.
353- 360	3 - 17	4200 - 4500	5-20	
440 - 470	12- 35	3500 - 3800	5-20	
510 - 536	15 - 60	3200 - 3250	5-20	
650	75 - 90	~3000	5-20	
710	110 - 125	~3000	5-20	

*Tabloda verilen değerler ülkemizde kullanılmakta olan uygulamalara ait değerler olup, değişebilmektedir. Ekipman seçimi yapılmadan önce firmalardan detaylı bilgi alınması önerilmektedir.

13.3.2. Belt Presler İçin Tasarım Kriterleri

Belt presler, düşük enerji sarfiyatı ve yüksek kapasitelerde çalıştırılabilme gibi özelliklerinden dolayı arıtma tesislerinde tercih edilmektedir. Belt presler tamburların sıkma basıncıyla, basınca dayalı bez kullanılarak susuzlaştırma yapan yüksek kapasiteli ekipmanlardır. Tablo 13.2’de belt preslere ait kapasite ve tasarım bilgileri verilmiştir.

Tablo 13.2. Belt Presler için kapasite ve tasarım verileri

Belt Genişliği (mm)	Kapasite (m³/sa)	Bant Yıkama Suyu (m³/sa)	Hava Gereksinimi (lt/dk)	Belt Hızı (m/dk)
1000	3 - 12	7,0	100 lt/dk- 6-8 bar	1,2-4
1200	4 - 14	10	100 lt/dk- 6-8 bar	1,2-4
1500	5 - 20	11	100 lt/dk- 6-8 bar	1,2-4
2000	7 - 25	14	100 lt/dk- 6-8 bar	1,2-4
2500	8 - 30	17	100 lt/dk- 6-8 bar	1,2-4

*Tabloda verilen değerler ülkemizde kullanılmakta olan uygulamalara ait değerler olup, değişebilmektedir. Ekipman seçimi yapılmadan önce firmalardan detaylı bilgi alınması önerilmektedir.

Tablo 13.3 Belt Presler İçin Tasarım Parametreleri

Şartlar	Değerler
Beslenen çamurdaki katı madde (%)	3 - 10
Kekteki katı madde (%)	20 - 40
Polimer miktarı (K.M.'nin yüzdesi olarak), Anaerobik veya aerobik olarak çürütülmüş karışık çamurlarda	1,5 - 7,5
Süzüntü suyundaki AKM konsantrasyonu (mg/L)	100 - 1.000
Katı tutma verimi (%)	90 - 95
Filtre verimi (kg/m ² -sa)	20 - 40
Filtrenin süzme hızı (kg/m-sa)	375 - 750

13.3. Filtre Presler İçin Tasarım Kriterleri

Filtre presler, etkili bir katı-sıvı ayırma yöntemi olarak farklı uygulamalarda kullanılabilen bir susuzlaştırma yöntemidir. Filtre presler katı madde muhtevası yüksek karışımları iki filtre malzemesi arasında sıkıştırarak, katı kısmı kek haline getirmekte ve sıvıdan ayırmaktadır. Bu yöntem, ekonomik olması ve kullanım kolaylığı nedeniyle tercih edilen bir sistemdir. Filtre preslere ait kapasite ve tasarım verileri Tablo 13.4'de verilmiştir.

Tablo 13.4. Filtre presler için kullanılan kapasite ve tasarım bilgileri

Plaka Ebadı (mm)	Kapasite (L)		Yükseklik (mm)	Filtreleme Yüzeyi (m²)	Kek Kalınlığı (cm)	Odacık Hacmi (L)	Kek Üretimi (kg)	Basınç (bar)
	Min.	Max.						
250	2,8	17,5	380	2,1	17	0,85	35	10
400	17,5	112	1100	7,3	29	3,6	224	10
500	130	215	1200	9,5 - 15,5	32	4,2	260 - 430	16
630	215	570	1250	21,5 - 42,5	32	9,3	760 - 1500	16
800	570	1260	1300	55 - 91	32	15,6	1900 - 3150	16
1000	1260	2400	1689	113 - 169	32	23,8	3860 - 5760	16
1200	2400	3540	1892	168 - 250	32	35	5670 - 8470	16

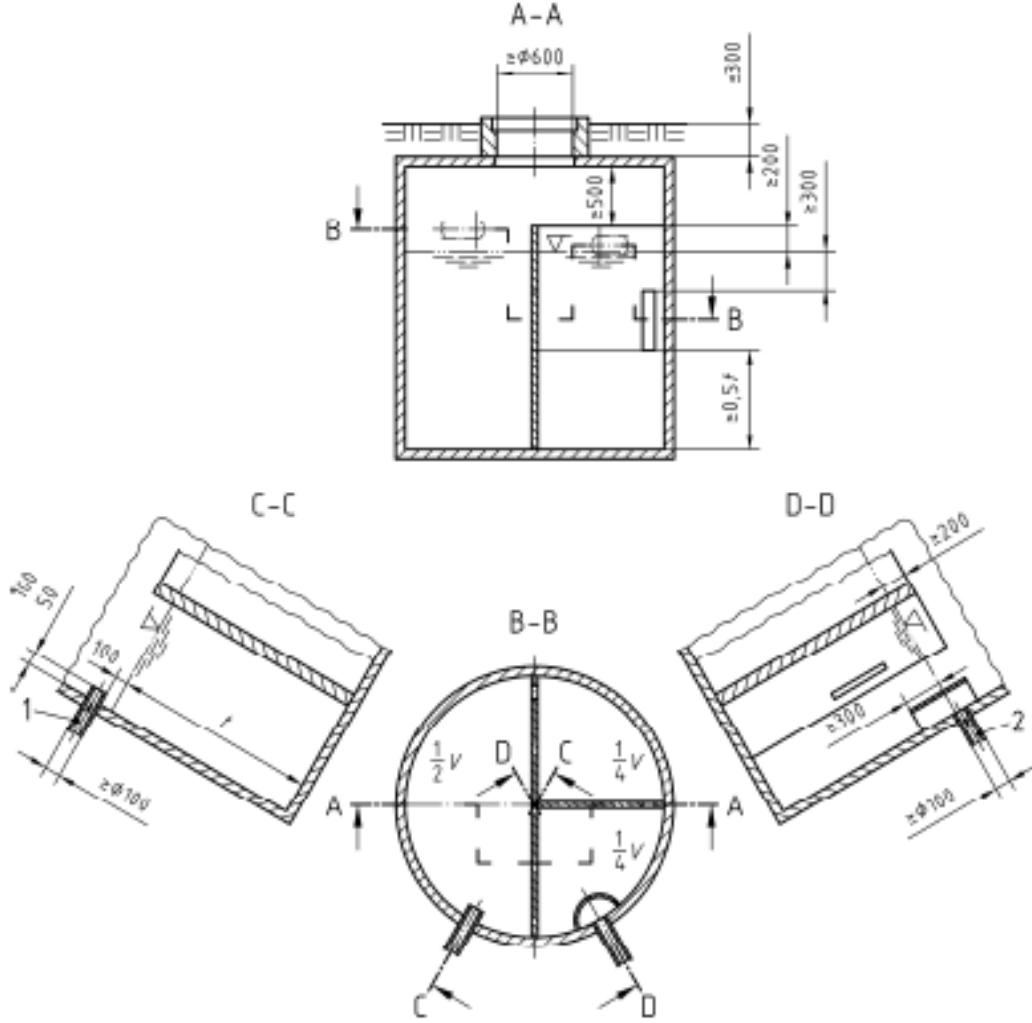
*Tabloda verilen değerler ülkemizde kullanılmakta olan uygulamalara ait değerler olup, değişebilmektedir. Ekipman seçimi yapılmadan önce firmalardan detaylı bilgi alınması önerilmektedir.

14 YERİNDE ARITMA SİSTEMLERİ

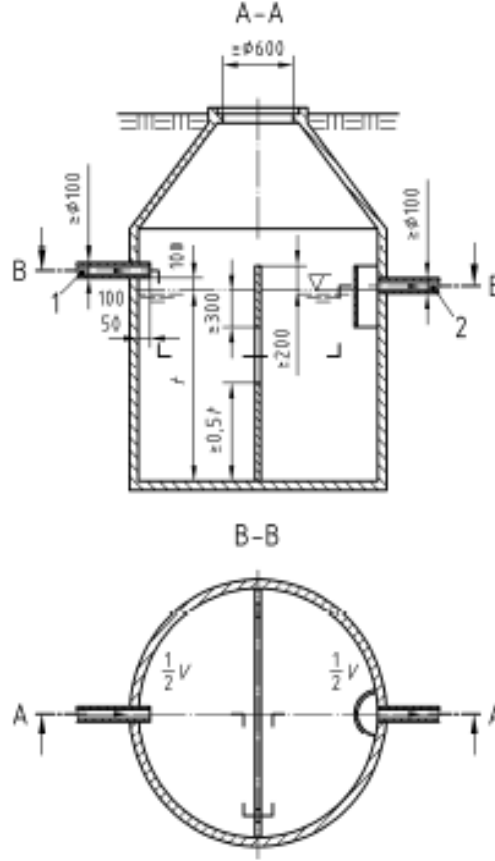
14.1. İki veya Üç Bölmeli Dairesel Tanklar (DIN 4264-1) İçin Tasarım Kriterleri ve Normlar

Sızdırmazlık testleri DIN EN 12566-1 veya DIN EN 12566-4'de verilen kriterlere göre yapılmalıdır. Testler, su seviyesi tank giriş borusunun 5 cm üstüne gelecek şekilde yapılmalıdır. Çevirme kanalı (by-pass) her an devreye girebilecek şekilde olmalıdır. Havalandırma sisteminin ve tank üstü örtüsünün belirlenmesinde DIN EN 12566-1 ve DIN EN 12566-4'de verilen kriterler esas alınmalıdır.

DIN EN 476'daki önlemler uyarınca personel girişi gerekliyse, tesislerde tank üstü örtüsü Şekil 14.1'de de gösterildiği gibi 300 mm'yi aşmamalıdır. Büyük kapak yapılarında ise Şekil 14.2'de gösterilen yapı seçilmelidir. Bölmeler arasında doğrudan bir geçiş yoksa, tank üst seviyesi ile ayırım duvarı arasında ki mesafe 500 mm'den büyük olmalıdır.



Şekil 14.1. Üç gözlü dairesel çökeltim tankı örneği (1: Giriş yapısı; 2: Çıkış yapısı; t: su derinliği, V: kullanılan tank hacmi)



Şekil 14.2. İki gözlü dairesel çökeltim tankı örneği
(1: Giriş yapısı; 2: Çıkış yapısı; t: su derinliği, V: kullanılan tank hacmi)

Tek bölmeli tank uygulamalarında tank hacmi iki eşit hacme bölünerek kullanılmaktadır. Atıksu ilk bölmeye en az 100 mm'lik bir düşüm (hava payı) ile gelmelidir. Giriş boru yapısı 50 mm den 100 mm ye kadar iç duvardan yüksek olmalıdır. Kurulu tesislerde giriş ve çıkış boru çapları sırasıyla DN 100 ve DN 150 olarak seçilmektedir.

Tanklar arasındaki bağlantı taban ve yüzen çamuru geçirmemelidir. Tanklar arasındaki bağlantı delikleri en az 80 cm², en fazla 350 cm² olmalıdır. Batmış borular ve duvarlar DIN EN 12566-1'de belirtilmiştir. Dalgıç perdelerin üst hizası, su tabakasının en az 300 mm altında olmalıdır. Alt kısım ise su derinliğinin en az yarısına eşit olmalıdır. Bölme duvarı ile taban arasında en az 500 mm mesafe olmalıdır. Yüzeyde biriken maddelerin çıkış akımına kaçmaması için çıkış öncesi dalgıç perde duvarı en az 300 cm² olmalıdır.

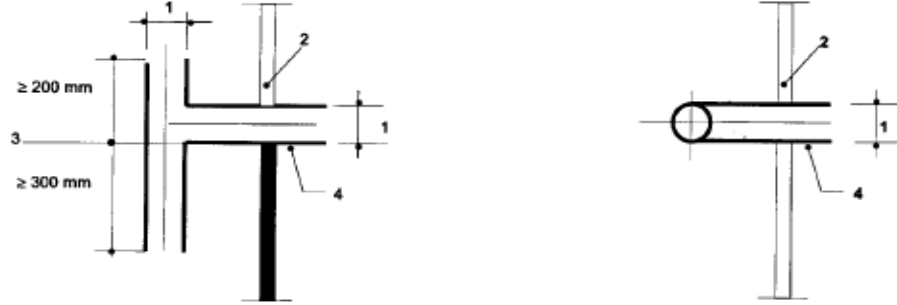
14.2. Septik Tanklar (DIN EN 12566-1) İçin Tasarım Kriterleri ve Normlar

Septik tankın kapasitesine göre giriş ve çıkış borularının çapları aşağıdaki gibi olmalıdır:

$$100 \text{ mm} \leq 6 \text{ m}^3$$

$$150 \text{ mm} > 6 \text{ m}^3$$

Giriş ve çıkış yapılarının T şeklinde boru tipli (Şekil 14.3) veya köpük tutucu levhalı (Şekil 14.4) olması mümkündür.

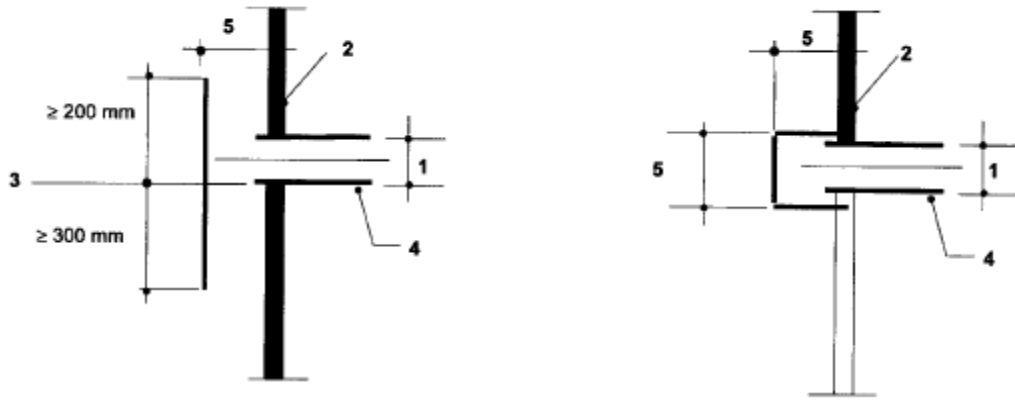


Kesit

Plân

- | | | | |
|---|----------------------|---|-----------|
| 1 | ND | 3 | Su yüzeyi |
| 2 | Septik tankın duvarı | 4 | Çıkış |

Şekil 14.3. Boru tipi giriş ve çıkış yapısı



Kesit

Plân

Şekil 14.4. Köpük tutucu levhalı giriş ve çıkış yapısı

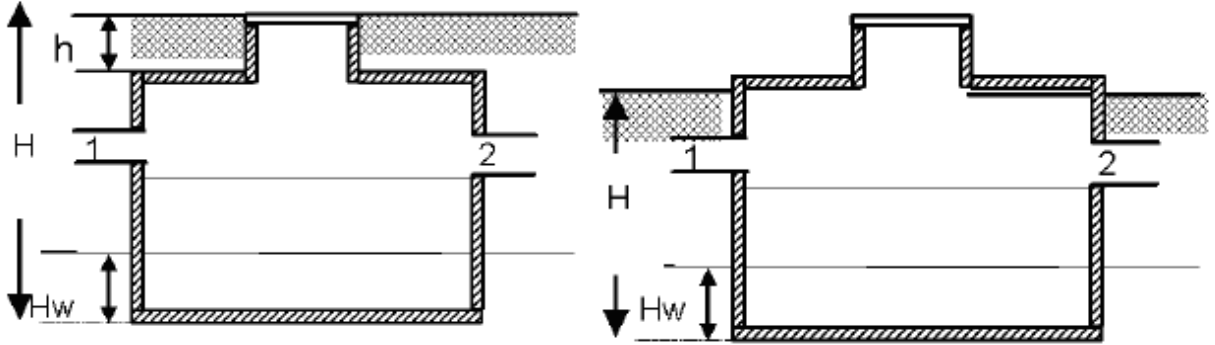
İç duvarlardaki en küçük açıklık, tıkanıklığı önlemeye yeterli ölçülerde olmalıdır. Fermantasyon gazlarının birikimini önlemek için, boru giriş kısmının ve septik tankın yeterince havalandırılması sağlanmalıdır.

Septik tanklar, tasarım ömrü süresince, işletme, montaj koşulları ve çamur temizleme işlemlerinin neden olduğu yük ve gerilmelere dayanmalıdır. Nihai kullanıma bağlı olarak, septik tanklar tasarım esnasında, yapısal yüklemelerin hesabında uygun emniyet faktörleri kullanılmalıdır. Nihai kullanıma bağlı olarak, aşağıda gösterilen yükleme durumları ile uyumun sağlanabilmesi için farklı deney ve hesaplama metotları kullanılabilir.

Yükler aşağıdaki gibidir:

- Dolgu malzemesi yükü,
- Hidrostatik yükler,
- Dinamik yükler.

Yük hesabında kullanılacak ölçüler Şekil 14.5’de verilmiştir.



- H: Tankın toplam derinliği
H_w: Yeraltı su seviyesinin temel altından itibaren yüksekliği
h: Septik tankın üzerindeki dolgu malzemesi derinliği
K: Yatay zemin basıncı katsayısı

Şekil 14.5. Statik yüklerin hesabında kullanılacak ölçüler

14.2.1. Dolgu Malzemesi Yükü

Düşey bileşenler: $h \times 18$ [kN/m²]

Zeminin birim hacim ağırlığı: 18 kN/m³

Yatay bileşenler: $K \times D \times 18$ [kN/m²]

Burada; D Zemin seviyesinden yükün uygulandığı noktaya olan mesafedir.

Dolgu malzemesi yükü hesaplanırken, zemin koşullarının etkisi, dolgu malzemeleri ve septik tank şekil faktörünün değeri dikkate alınmalıdır:

Kum için: $K = 0,33$

Çakıl için: $K = 0,27$

Diğer dolgu malzemeleri için: $K = 0,5$

14.2.2. Hidrostatik Yükle

Düşey bileşen: $H_w \times 10$ [kN/m²]

Suyun özgül kütleinden kaynaklanan etki: 10 kN/m³

En büyük yatay bileşen: $D \times 10$ [kN/m²]

Yeraltı suyu etkisine maruz kalınan durumlarda, imalatçının ürün kataloglarında, mamulün su basıncıyla ilgili stabilite koşulları gösterilmelidir. Bu durumda, zemin suyunun birim hacim kütleinin oluşturduğu yük 10 kN/m³tür ve bu yük yanal toprak yüküne eklenmelidir.

14.2.3. Dinamik Yükle

a) Yaya yükleri

Sadece, dolgu malzemesi yüksekliği 1 m'den az olduğunda, 2,5 kN/m² değeri kullanılmalıdır. Dolgu malzemesi yüksekliği 1 m'nin üzerindeyse, yaya yükünün diğer yüklerle göre ihmal edilebileceği kabul edilir.

b) Araç yükleri

Düşey yüklerle maruz kalan septik tanklar, planlanan nihai kullanım yüklerine göre özel olarak tasarlanmalıdır.

Septik tankın yapısal davranışı, DIN EN 12566-1 Ek D'de tariflenen deney metotları kullanılarak, "kırılma dayanımı / en büyük yükteki deformasyon ilişkisi" yoluyla tayin edilmelidir.

Septik tank, en üst noktasına kadar su sızdırmamalıdır. En üst seviye, nihai kullanım koşullarına bağlıdır. Tankın DIN EN 12566-1 de verilen sızdırmazlık testinden geçmesi gerekir.

Hidrolik kapasite, septik tank tarafından tutulan çökebilir ve yüzen katı türleri ile septik tankın hacmi dikkate alınarak tayin edilir. Hidrolik kapasite tayini DIN EN 12566-1 Ek B'de verilmiştir.

İşletme güvenliğini sağlamak ve yetkisiz kişilerin girişini önlemek için septik tankların üzeri emniyetli bir şekilde kapatılmalıdır. Temizleme, bakım ve çamur uzaklaştırılması ve rutin bakım numunesi alınması amacıyla, giriş ve çıkış alanlarına ulaşımı sağlamak için gerekli tedbirler alınmalıdır.

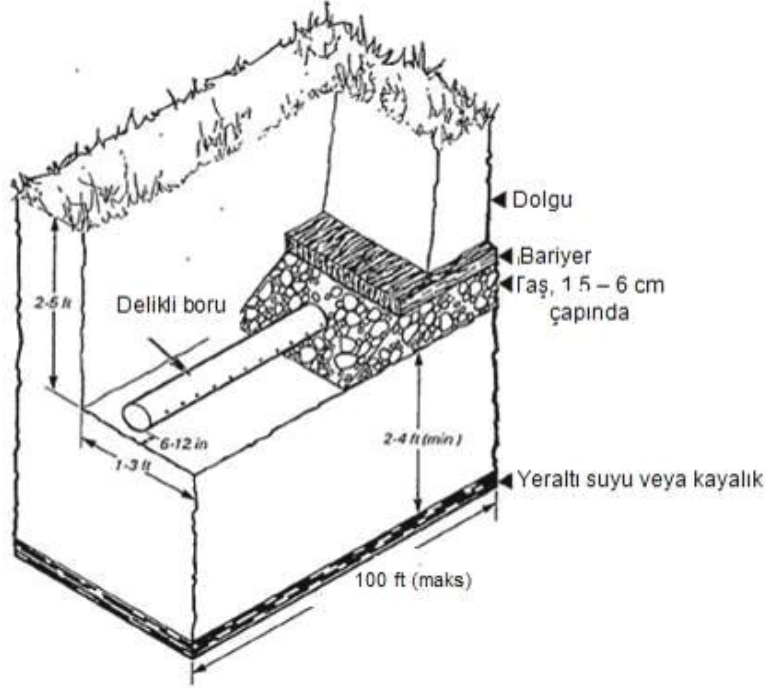
Baca ve erişim kapakları amaçlarına uygun olmalıdır. Bunların en küçük boyutu, 6 m³'ten küçük hacimli septik tanklarda, kare kesitler için kenar uzunluğu 400 mm ve dairesel kesitler için anma çapı 400 mm olmalıdır. 6 m³'e eşit veya büyük hacimli septik tanklar için, Baca ve erişim kapaklarının en küçük boyutu 600 mm olmalıdır.

14.3. Sızdırma Yatakları İçin Tasarım Kriterleri ve Normlar (EPA/625, 2002)

Sızdırma yataklarının yapısal tasarım Şekil 14.6'da verilmiştir.

Bu tür yataklar oldukça basit olup delikli dağıtım borularının, zeminde açılan hendek veya çakıl yatağının içine yerleştirilmek suretiyle yapılır. Kanal uzunlukları en fazla 30 m'ye kadar olup genişlikleri 30 ~ 100 cm arasında değişmektedir. Kanal derinlikleri ise 30 ~ 150 cm arasında değişmektedir. Kanallar arasındaki mesafe 1,8 m veya daha fazla olabilir.

Kanal tabanı ise 15 cm yıkanmış çakıl veya kırma taş ile doldurulduktan sonra genellikle 10 cm çapında delikli boru yerleştirilir. Boru üzeri ve yanları da çakıl ile doldurulur. Çakıl üzerine zemin tabakasının kanala geçişini engellemek için geotekstil gibi sentetik bir tabaka yerleştirilir.



Şekil 14.6. Sızdırma yataklarının yapısal tasarımı

Sızdırma yataklarının boyutları ve yerleşimi belirlenirken mülkiyet sınırı, kuyulara, içme suyu dağıtım hatları, sulak alanlar, doğal su kaynakları vb. kısıtlar gibi engeller göz önünde bulundurulmalıdır.

Sızdırma yataklarının inşasında ve işletiminde dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıda sıralanmıştır:

- Sızdırma yataklarının inşası öncesi ve sonrasında ağır ekipmanların yatak üzerinde dolaşmasına izin verilmez. Aksi takdirde yatağın sızdırma özellikleri bozulabilir.

- Çatılardan ve yollardan gelen yağmur sularının sızdırma yataklarına alınmaması gerekir. Bu tür yüzey suları zeminin absorblayacağı su miktarını artıracığı için sızma verimini düşürebilir.
- Septik tank çıkışlarının sızdırma yataklarına homojen bir şekilde dağıtılması gerekir. Dağıtım homojen olmazsa donma ve çökelme gibi problemlerle durumlarda sızdırma yatağının zemininin belirli bölgeleri aşırı yüke maruz kalacaktır.
- Zemin ıslak olduğu zaman septik tank ve sızdırma yataklarının imalatı yapılmamalıdır. Islak zeminde inşaat, balçık ve zeminin sıkışmasına yol açarak zeminin geçirgenliğini azaltacaktır.

14.3.1. Septik Çamur Transfer (Kabul) İstasyonu

Septik çamur toplama haznesi havuz tam dolu olduğu zamanda hidrostatik basıncı kaldırabilir nitelikte olmalıdır. Buna ek olarak kar yağışı gibi sert meteorolojik koşullardan kaynaklanan statik yüklere de dikkat edilmeli ve özellikle tankın boş olarak tutulduğu zamanlarda rüzgar etkileri göz önünde bulundurulmalıdır. Haznenin kendi ağırlığı yanında depolanan çamur ve diğer maddelerden oluşan yükler de hidrostatik basınçta dikkat edilmesi gereken unsurlardır. Haznenin doldurulması ve boşaltılması sırasında yapısal hasarlar gözlenebilir. Büyük alanlarda ağır işletme yükleri oluşmaktadır. Bu gibi durumlarda septik çamur toplama yapılarının üzerleri kapatılarak koruma sağlanmalıdır.

Pompa yapıları ve septik çamur toplama hazneleri, betonarme, çelik veya sentetik malzemeden yapılmış olmalıdır. Bu yapılar sıvı akışının her aşamada kontrol edilebildiği yapılar olmalıdır. Septik çamurla ilgili kullanılan tüm malzemeler korozyona ve aşınmaya karşı korunmalıdır.

Koku oluşumunun azaltılması ve havalandırma aşamalarında DIN EN 12255-9 normları uyarınca,

- Kapak yapısı,
- Kokulu gazların arıtımı,
- Koku azaltımı,
- Havalandırma işlemleri

hususlarına dikkat edilmelidir.

Her tank yeterli hacme sahip olmalı, gerektiğinde tamamen boşaltılabilmeli ve boşaltılan tank rahatlıkla ulaşılabilir olmalıdır. Septik çamur toplama yapısı, ölü bölgelerin oluşumuna en aza indirecek şekilde, farklı hidrolik yüklere cevap verebilmeli ve konsantrasyon dengelemesi yapılabilmelidir.

Tesis üniteleri donmaya karşı korunmalıdır. Tesis birimleri ayrıca yıldırıma karşı korunmalı ve paratoneri olmalıdır. Tesiste ölçüm yapılan noktalardaki sensörler, istenildiğinde işletmeye alınıp istenilmediğinde devre dışına alınabilir olmalıdır.

Teknik ekipmanlar için gereksinimler aşağıda sıralanmıştır:

- Tesisi devreye alma ve devreden çıkarma yapısı,
- Septik çamur miktarı ölçüm ekipmanları,
- Kaba maddelerin tesisten uzaklaştırılması için gerekli ekipmanlar (ızgaralar, elekler),
- Septik çamur boruları iletim hatları,
- Giriş ve çıkış havalandırma hatları,
- Atıksu iletim yapısındaki sıyırma mekanizması.

İhtiyaç duyulan durumlarda tesislerde bulunması istenen teknik ekipmanlar:

- İnce kum ve diğer mineral partiküllerin giderimini sağlayan ekipmanlar,
- Septik çamur toplama haznesi,
- Büyük parçacıklı maddeleri parçalama ekipmanları,
- Isıtma ekipmanları,
- Pompalar,
- Köpük kırıcılar,
- Kimyasal dozlama ekipmanları,
- Havalandırma ekipmanları.

Yüklemeler: Septik çamur boru iletim hatları herhangi bir tıkanma olmayacak şekilde tasarlanmalı ve gerekli iletim hızı ($v > 1,0$ m/s) sağlanmalıdır. Boru iletim hatlarında ve çamur tutma haznelerinde çökmelere dikkat edilmeli ve gerekli durumlarda kompensatörler kullanılmalıdır. Karışım noktalarında çamurun viskoz özelliğinden kaynaklı olarak, katı madde konsantrasyonuna dikkat edilmelidir.

Boru hatlarının basınç sınıfı minimum PN 6 olmalıdır (daha yüksek işletme basınçları olmadığı sürece). Flanşlarda basınç sınıfı DIN EN 1333'e göre PN 10 seviyesinde olmalıdır.

Boru iletim hatları ve donanımları: Boru hatları uygulama maksadına yönelik olarak tasarlanmalı, özellikle aşınmaya karşı yeterli et kalınlığına sahip olmalıdır. Bu kalınlıkla ilgili bir açıklama yapılmamış ise, et kalınlıkları kurum tarafından belirlenmelidir. Çelik boru hatları en az ISO 4200 Sıra D 'deki kriterler ölçüsündeki et kalınlığına sahip olmalıdır. Paslanmaz çelik dışındaki malzemelerde ise et kalınlığı ISO 4200 Sıra A'daki kriterleri sağlamalıdır.

Gerekli durumlarda çökeltim yapıları tasarlanmalıdır. Çok sık kullanılan ve septik çamur toplama yapısına atıksu iletimi yapılan borularda, tıkanmayı engelleyici tedbirler alınmalıdır.

Teknik ekipmanların septik çamur toplayıcısı ile bağlantı yerleri yeterli derecede esnek olmalı ve haznenin oturmasına karşı dengeleyici olmalıdır.

Merkezi arıtma sistemlerinin yapısal tasarımı

Aktif çamur sistemleri (nüfus eşdeğeri 50-500 için):

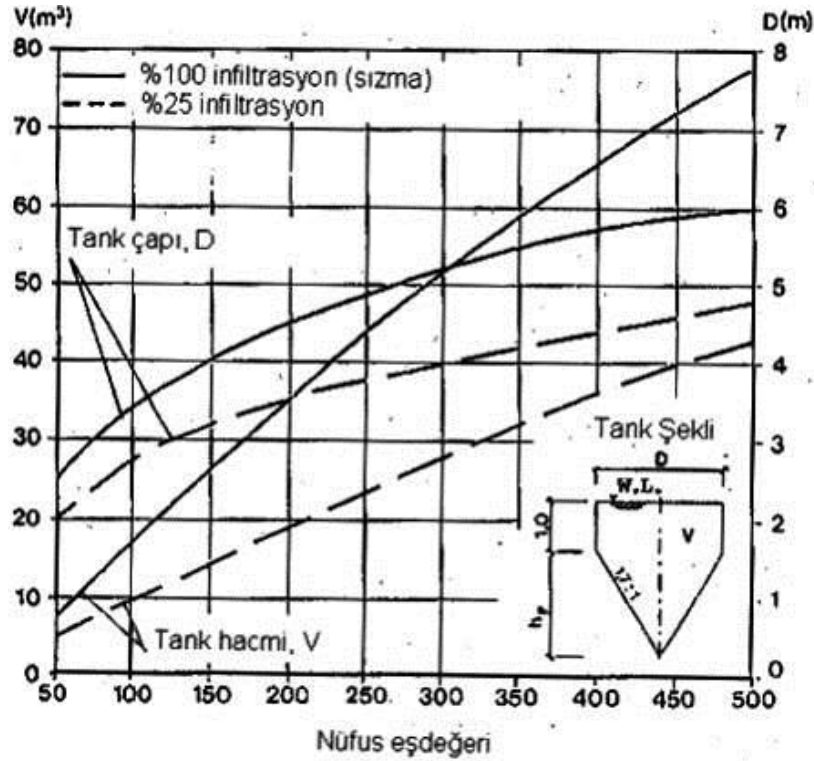
Aktif çamur sistemi için tasarım kriterleri Tablo 16.1'da verilmiştir.

Tablo 16.1. Aktif çamur sistemi tasarım kriterleri

Parametre	Sembol	Birimi	Değeri
<i>Çamur hacim indeksi</i>			
- Evsel atıksu	SVI	mL/g	100
- Endüstriyel deşarjı olan evsel atıksu	SVI	mL/g	150
AKM konsantrasyonu	DS_{AT}	kg/m ³	≤ 4
BOİ ₅ organik yük	B_{DS}	kg/(kg.gün)	≤ 0,05
BOİ ₅ hacimsel yük	B_V	kg/(m ³ .gün)	≤ 0,2
OC/yük	O_L	kg/kg	≥ 3
Oksijen içeriği	C_0	g/m ³	≥ 2
Havalandırma için gerekli güç	W_R	W/m ³	≥ 3

Son çökeltim tankı:

Dairesel kesitli son çökeltim tankı için tank çapı ve hacmi Şekil 16.7'den alınabilir.



Şekil 16.7. Dairesel son çökeltim tankı için tank çapı ve hacmi

Küçük alan uygulamalarında kanala infiltrasyon debisi hariç tutulursa dairesel kesitin yüksekliği $h_c = 0,5$ m alınabilir. Son çökeltim tankı tasarım kriterleri Tablo 16.2'de verilmiştir.

Tablo 16.2. Son çökeltim tankı tasarım kriterleri

<i>Parametre</i>	<i>Sembol</i>	<i>Birimi</i>	<i>Değeri</i>
<i>Yüzey yükü</i>	q_A	$m^3/(m^2/sa)$	$0,3-0,5$
<i>Silindirik kısmın derinliği</i>	h_c	M	$\geq 0,5$
<i>Konik kısmın eğimi</i>	m	-	$\geq 1,7:1$
<i>Savak yükü</i>	q_l	$m^3/(m^2/sa)$	≤ 5

Aktif çamur sistemleri (nüfus eşdeğeri 500-5000 için):

Son çökeltim tankı:

Konik tabanlı tanklarda gerekli tank derinlikleri (Şekil 16.8):

$$h_f = n \cdot r_{SS}$$

$$h_c \geq 1/3 h_f$$

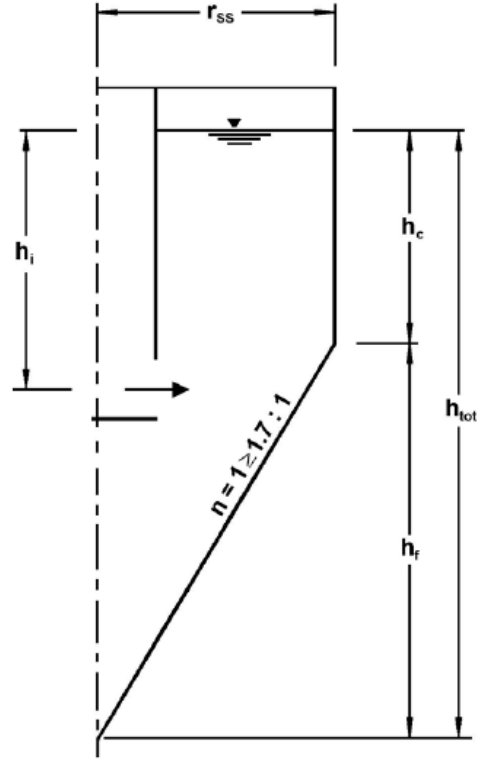
Ayrık kanal sisteminde:

$$h_c \geq 2.0 \text{ m}$$

Birleşik kanal sisteminde:

$$h_c \geq 3.0 \text{ m}$$

$$h_i \approx 1.2 h_c$$



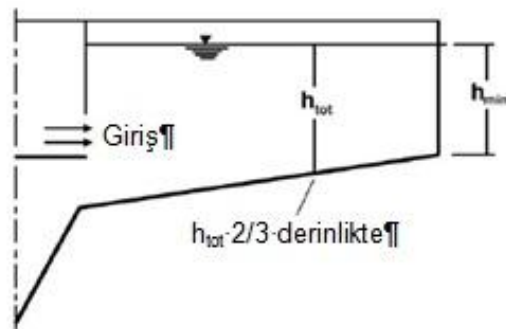
Şekil 16.8. Konik tabanlı tank

Dairesel tanklarda gerekli tank derinlikleri (Şekil 16.9):

$$h_{tot} \geq 4.0 \text{ m}$$

$$\text{taban sıyrıcılı olması halinde } h_{min} \geq 3.5 \text{ m}$$

Alternatif olarak ATV A131'e göre tasarımı da mümkündür.



Şekil 16.9. Taban sıyrıcılı dairesel tank

Lagün ve Damlatmalı Fitre/Biyodisk Sistemi (ATV A 257E, 1989)

Bu sistemin boyutlandırması aşağıda verilen atıksu özelliklerine göre yapılabilir:

- BOI_5 yükü 60 g/kişi.gün, Eysel ve kentsel atıksu miktarı 150 L/kişi.gün

Evsel atıksu karakterinden farklılık gösteren atıksular da ayrıca dikkate alınmalıdır. Kanala sızma debisi de yerel şartlara göre hesaba dahil edilmelidir.

Birinci Çökeltim Lagünü: Klasik çökeltim lagünü için $V_{I+PE} \geq 0.5 \text{ m}^3/\text{kişi}$, anaerobik lagün değeri olan $V_{I+PE} \geq 2 \text{ m}^2/\text{kişi}$ kriteri de esas alınabilir. Arıtma verim yaz ve kış aylarında farklılık göstereceği için çökeltim lagününde arıtma verimi normal ön çökeltim tankı performansına eş kabul edilir. Bu nedenle ön çökeltim lagünü çıkışı BOI_5 yükü $40 \text{ g}/\text{kişi.gün}$ alınır. Bir sonraki kademedeki yer alan damlatmalı filtre veya biyodisk mekanik ekipmanları olması nedeni ile, tesisin başındaki ızgaranın da özellikle yağışlı dönemlerde olumsuz etkilenmemesi için mekanik temizlenebilir tipte seçilmesi tavsiye edilmektedir.

Damlatmalı filtre: Gerekli filtre hacminin belirlenmesinde Tablo 16.3'de verilen değerler kullanılabilir.

Tablo 16.3. Damlatmalı filtre için boyutlandırma kriterleri

Malzeme	Birimi	Karbon içeren maddelerin arıtımı, B_R	Nitrifikasyon
Taş dolgulu	$\text{kg}/(\text{m}^3 \text{ gün})$	$\leq 0,4$	$\leq 0,2$
<i>Sentetik dolgu malzemesi</i>			
$A_R \approx 100 \text{ m}^2/\text{m}^3$	$\text{kg}/(\text{m}^3 \text{ gün})$	$\leq 0,4$	$\leq 0,2$
$A_R \approx 200 \text{ m}^2/\text{m}^3$	$\text{kg}/(\text{m}^3 \text{ gün})$	$\leq 0,8$	$\leq 0,4$

Dolgu malzemesi $A_R \approx 200 \text{ m}^2/\text{m}^3$ olan sistemde tıkanmalar gözlenebilir. Filtre yatağının yüksekliği 3 ila 4,5 m arasında seçilmelidir. Damlatmalı filtre besleme pompasının geri devir debi oranı $RV = 1$ ve/veya damlatmalı filtre girişindeki BOI_5 karışım konsantrasyonu $c_m \leq 120 \text{ mg}/\text{L}$ olacak şekilde tasarlanmalıdır. Yüzey yükleri işletme tecrübelerine dayanarak aşağıdaki gibi seçilebilir:

BOI_5 giderimi için boyutlandırılan damlatmalı filtrelerde $q_{A(1+RV)}$ (m/sa) değeri B_R $\text{kg}/(\text{m}^3 \text{ gün})$ değerinin 1,5 ila 2,5 katı olmalıdır. Nitrifikasyon için boyutlandırılan filtrelerde ise $q_{A(1+RV)}$ (m/sa) değeri B_R $\text{kg}/(\text{m}^3 \text{ gün})$ değerinin 2~4 katı arasında olmalıdır. Soğuk bölgelerde filtre yatağında ısı yalıtımı yapılması ve üzerinin kapatılması tavsiye edilmektedir.

Biyodisk: Gerekli yüzey alanının hesabında Tablo 16.4.'de verilen BOI_5 yüzey yükü değeri kullanılabilir.

Tablo 16.4. Döner biyodisk için boyutlandırma kriterleri

Birimi	Karbonlu maddelerin giderimi, B_A	Nitrifikasyon
$\text{kg}/(\text{m}^2 \text{ gün})$	$\leq 0,8$	≤ 4

En az iki biyodisk seri bağlı olacak şekilde seçilmelidir. Geri devir beslemesi de dikkate alınmalıdır. Geri devir de, damlatmalı filtrede olduğu gibi yaklaşık debi oranı $RV=1$ ve/veya disk girişindeki BOI_5 karışım konsantrasyonu $c_m \leq 120 \text{ mg}/\text{L}$ olmalıdır.

Bakım ve izleme için biyodisklin her yanına kolaylıkla ulaşılabilmelidir. Soğuk havadan korumak için reaktörün üzeri kapanabilir olmalıdır.

Kaba partiküllerin giderimi için çökeltim tankı: Çökeltim tankı yüzey yüklü kuru hava debisi Q_d için $q_A \leq 1,5$ m/sa olmalıdır. Kumaş filtreler kullanılması halinde yüzey yükü kuru hava debisi Q_d için $q_A \leq 8$ m/sa olmalıdır. Yağışlı havalarda bu değerde en fazla %50 oranında artırım yapılabilir.

İkinci Çökeltim Lagünü: Hacim hesabı bekletme süresine göre seçilerek yapılır. Kuru hava debisinde minimum bekletme süresi $t_R = 1$ gün olmalıdır. Daha iyi ve karalı çıkış suyu kalitesi etmek için $t_R \geq 2$ günün üzerinde seçilmesi tavsiye edilir. Yüksek bekletme süreleri alg oluşumu sorununu artırabilir. Sisteme fazla debi gelmesi ve bu debinin ikinci çökeltim lagününe yönlendirilmesi halinde gerekli yüzey yükü en az 3 m²/kişi seçilmelidir. Çok büyük tek bir lagün hacmi yerine küçük hacimli birçok lagünün seri bağlı tasarımı tavsiye edilmektedir. Bu düzende son lagün, olgunlaştırma lagünü gibi, sığ yapılmalıdır.

16.4. Yapay Sulak Alanlar (ATV A 262E, 1998) İçin Tasarım Kriterleri ve Normlar:

Sızdırmazlık: Bitki yataklarının taban ve yan duvarlarının geçirimsiz olması gerekir. Genel kaide, bitki yatağı çevresindeki 60 cm'lik tabakada geçirimsizlik katsayısı $k \leq 10^{-8}$ m/s ise mevcut koşullar sızdırmazlığın sağlanması için yeterlidir. $k \geq 10^{-8}$ m/s olan zeminler için ise sentetik malzemelerle sızdırmazlık yapılmalıdır. Örneğin;

- Beton veya plastik tank ile,
- Polietilen esaslı folyo (membran) malzeme ile (folyo kalınlığı ≥ 1 mm, bitki köklerine ve UV ışınlarına dirençli malzeme),
- Kalınlığı ≥ 30 cm olacak şekilde kil sızdırmazlığı veya alternatif olarak zemindeki 60 cm kalınlığındaki toprak bentonit ile karıştırılarak

sızdırmazlık sağlanmalıdır.

Yatak malzemesi: Biyolojik arıtmada etkili olabilecek zemin/kum/çakıl karışımı veya diğer hacim kazandırıcı malzemeler kullanılmalıdır. Keskin köşeli malzemeler sızdırmazlıkta kullanılan sentetik folyo (membran) malzemeye zarar verebilir. Yatak malzemesinin geçirimsizlik katsayısı $k \approx 10^{-4} - 10^{-3}$ olmalıdır. Boyut dağılımı belirli olan malzeme kullanılması ve malzeme karışımı içerisinde olabilecek parçalanabilir malzeme oranı % 5'i geçmemelidir. Malzeme karışımının dane boyutu dağılımı:

Malzeme üniformluk katsayısı

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} \leq 5$$

olmalıdır.

d_{10} , d_{60} = malzemenin ağırlıkça sırası ile % 10'u ve % 60'ının altında kaldığı dane çapını göstermektedir.

Geçirimlik katsayısı Beyer'e göre aşağıdaki formülden hesaplanabilir:

$$k \left(\frac{m}{s} \right) = \frac{(d_{10})^2}{100}$$

Burada d_{10} birimi mm olmalıdır.

Uygulanabilecek yatak malzemesinin özellikleri Tablo 16.5'de verilmiştir.

Tablo 16.5. Yapay sulak alanlarda kullanılan yatak malzemesinin özellikleri

<i>Yatak malzeme tipi</i>	<i>D₁₀, etkili dane çapı, mm</i>	<i>Porozite, n, %</i>	<i>Hidrolik iletkenlik, k_s, m³/m².gün</i>
<i>Kaba kum</i>	<i>2</i>	<i>28-32</i>	<i>100-1000</i>
<i>Çakıllı kum</i>	<i>8</i>	<i>30-35</i>	<i>500-5000</i>
<i>İnce çakıl</i>	<i>16</i>	<i>35-38</i>	<i>1000-10000</i>
<i>Orta büy. Çakıl</i>	<i>32</i>	<i>36-40</i>	<i>10000-50000</i>
<i>Büyük taş</i>	<i>128</i>	<i>38-345</i>	<i>50000-250000</i>

Dane boyutu dağılımı malzeme karıştırılmadan önce belirlenmelidir. Birleştirme sonrası malzemenin sıkışmaması beklenir. Yataklarda çok tabakalı bir düzenleme yapmaya gerek yoktur.

Kaynaklar

ATV - A 131E (2000), German ATV Rules and Standards, Dimensioning of Single-Stage Activated Sludge Plants.

ATV - M 201 E, (1989). Principles for Dimensioning, Construction and Operation of Wastewater Lagoons for Communal Wastewater, German ATV Rules and Standards.

ATV-A 203, *Abwasserfiltration durch Raumfilter nach biologischer Reinigung (ATV-A 203E, Wastewater Filtration Using Space Filters following by Biological Treatment)*

ATV - M 205E (1998) Disinfection of Biologically Treated Wastewater.

ATV - A 257E (1989). German ATV Rules and Standards, Principles for the Dimensioning of Wastewater lagoons and In-line Biological Filters or Biological Contactors.

ATV-A 262E (1998). German Rules and Standards, Principles for the Dimensioning, Construction and Operation of Plant Beds for Communal Wastewater with Capacities up to 1000 Total Number of Inhabitants and Population Equivalents.

ATV – A 265E (2000), German ATV Rules and Standards, Advisory Leaflet: Regulation of Oxygen Transfer with the Activated Sludge Process.

ATV-DVWK-A 134 E (2000). Planning and Construction of Wastewater Pumping Stations.

DIN 19551-3 (2002). Sewage Treatment Plants – Part 3: Rectangular Grit Chamber with Suction Type Grit Collector; Main Dimensions.

DIN 19552 (2002) Wastewater treatment plants - Circular tanks – Settlement tanks with sludge scraper, suction type sludge remover and thickener; Types, main dimensions, equipment.

DIN 19553 (2002). Wastewater Treatment Plants ☐Trickling Filter with Rotary Distributor Main Dimensions And Equipment, Deutsche Norm.

DIN EN 19554 Wastewater Treatment Plants - Screening Plant with Straight Bar Screens as Current and Counter Current Screen - Main Dimensions, Equipment.

DIN 19557 (2004). Wastewater Treatment Plants ☐Mineral Filter Media And Plastic Media For Percolating Filters ☐Requirements, Testing, Delivery, Placing, Deutsche Norm.

DIN 4261-1 (2010). Small Sewage Treatment Plants Part 1: Plants for Wastewater Pretreatment

DIN EN 12566-1 (2000). Small Wastewater Treatment Systems for up to 50 PT Part 1: Prefabricated Septic Tanks

DIN EN 12566-4 (2008). Small Wastewater Treatment Systems for up to 50 PT Part 4: Septic Tanks Assembled in Situ from Prefabricated Kits

DIN EN 12255-1 (2002). Wastewater Treatment Plants, Part 1: General Construction Principles, Deutsche Norm.

DIN EN 12255-3 (2001) Wastewater Treatment Plants, Part 3: Preliminary treatment, Deutsche Norm.

DIN EN 12255-7 (2002). Wastewater Treatment Plant, Part 7: Biological Fixed-Film Reactors, Deutsche Norm.

DIN EN 12255-9 (2002). Wastewater Treatment Plants Part 9: Odour Control and Ventilation

DIN EN 12255-10 (2001). Waste Water Treatment Plants Part 10 Safety Principles

DIN EN 1333 (2006). Flanges and Their Joints - Pipework Components - Definition and Selection of Pipes

DIN EN 476 (2011). General Requirements for Components used in Drains and Sewers;

Health Research, Inc. (2004). Recommended Standards for Wastewater facilities, NY.

Metcalf & Eddy. (2003). Wastewater Engineering, Disposal and Reuse, Mc Graw Hill Publishing.

MOE (2008). Design Guidelines for Sewage Works, Ontario, USA.

MOP (2005) Manual of Practice: Clarifier Design, Water Environment Federation, Alexandria, VA, ABD.

MOP (2007) Manual of Practice: Automation of Wastewater Treatment Plants, Water Environment Federation, Alexandria, VA, ABD.

Mueller J.A., Boyle W.C., Pöpel H.J. (2002) Aeration: Principles and Practice, CRC Press, Washington, ABD.

Muslu, Y., (1996). Atıksuların Arıtılması, Cilt II, İTÜ Matbaası.

MWA (1998). Guidelines for Developers: Sewage Treatment Plants 2nd Edition, Volume IV. Malaysian Water Association, Ministry of Housing and Local Government, Sewerage Services Department, Malaysia.

Öztürk, İ. (2007). Anaerobik Arıtma ve Uygulamaları, Su Vakfı Yayınları.

Parshall, R.L. (1950) Measuring Water in Irrigation Channels with Parshall Flumes and Small Weirs, U.S. Soil Conservation Service, Circular 843.

Qasim, S.R., (1999). Wastewater Treatment Plants; Planning, Design and Operation, Technomic Publishing Co. Inc.

Ten States Standards (2004) Recommended Standards For Wastewater Facilities; Health Research, Inc., Health Education Services Division., Albany, NY, ABD (<http://www.healthresearch.org/store>)

WEF (2011). Biofilm Reactors, Water Environment Federation Pres.