



ATIKSU ARITIMINDA TESİS TASARIMI

ÖN ÇÖKTÜRME HAVUZLARI

Prof. Dr. Eyüp DEBİK

05.11.2018

- Ön çöktürme, çökelebilde özelliğine sahip organik ve inorganik yapıda askıda katı maddelerin yerçekimi etkisiyle sudan ayrılması işlemidir.
- Ön çöktürme havuzları, ızgara ve kum tutuculardan sonra inşaa edilir.
- Ön çöktürme işlemini takip eden diğır arıtma ünitelerinin organik madde ve katı madde yükleri azaltılmış olmaktadır.
- Ham atıksuyun içindeki çökelebilen maddeler, yüksek yoğunlukta ön çöktürme çamuru olarak uzaklaştırılır.

- 
- Önçöktürme havuzunda askıda katı madde giderme verimi;
 - bekletme süresi ve
 - yüzey yükünün

bir fonksiyonudur.

- 
- Ön çöktürme havuzlarında ham atıksu kalitesi ve debisi dengelenmektedir.
 - Ön çöktürme havuzunun yapılıp yapılmayacağı, KOİ/TKN oranına bağlıdır.
 - $KOİ/TKN > 7$ ise genellikle ön çöktürme havuzu yapılır.
 - $KOİ/TKN < 7$ ise ön çöktürme havuzu gerekmemektedir.

- Diğer kriter debidir.
- Ön çöktürme tankları genellikle büyük kapasiteli ($>3800 \text{ m}^3/\text{gün}$) atıksu arıtma tesislerinde kurulur.
- Daha küçük tesislerde;
 - ikinci kademe arıtma ünitesi tüm yükü kaldırabilecekse
 - köpük, yağ ve yüzen katılar işletme problemi yaratmayacaksa (kum tutucuda giderilebilecekse)

ön çöktürme ünitesi kurulmaz.

- 
- Damlatmalı filtre
 - Döner biyolojik disk
 - Batmış biyolojik reaktör

gibi ikinci kademe arıtma üniteleri mevcutsa, ekipmanın zarar görmemesi için mutlaka sistemin önüne ön çöktürme havuzu konulmalıdır.

- Ön çöktürme havuzunda,
 - AKM giderimi: %50-65
 - BOİ giderimi: % 25-40seviyelerinde olmaktadır.
- Böylece biyolojik arıtma ünitesinde arıtılacak organik yük azaltılmış olmaktadır.
- Organik yükteki azalma;
 - biyolojik arıtma ünitesinde sisteme verilmesi gereken oksijen miktarının,
 - enerji gereksiniminin
 - oluşan fazla aktif çamur miktarınınazalmasına neden olmaktadır.

- Ham atıksudaki köpüğün giderilmesi ile havalandırma ve çöktürme havuzlarında köpük oluşumu azalmaktadır.
- Ön çöktürme tankına kimyasal ilavesi yapılırsa arıtım oranları yükselmektedir.
- Çöktürme tankında;
 - hidrolik kısa devreler,
 - atıksu debisindeki aşırı değişiklikler,
 - çok yüksek ya da düşük atıksu sıcaklıkları,
 - yüksek geri devir oranları,

BOI₅ ve askıda katı madde giderimlerinin tipik değerlerin altına düşmesine sebep olmaktadır.

- Ön çöktürme tankları;

- yatay akışlı
- katı madde temaslı
- Plakalı (Lamelli)

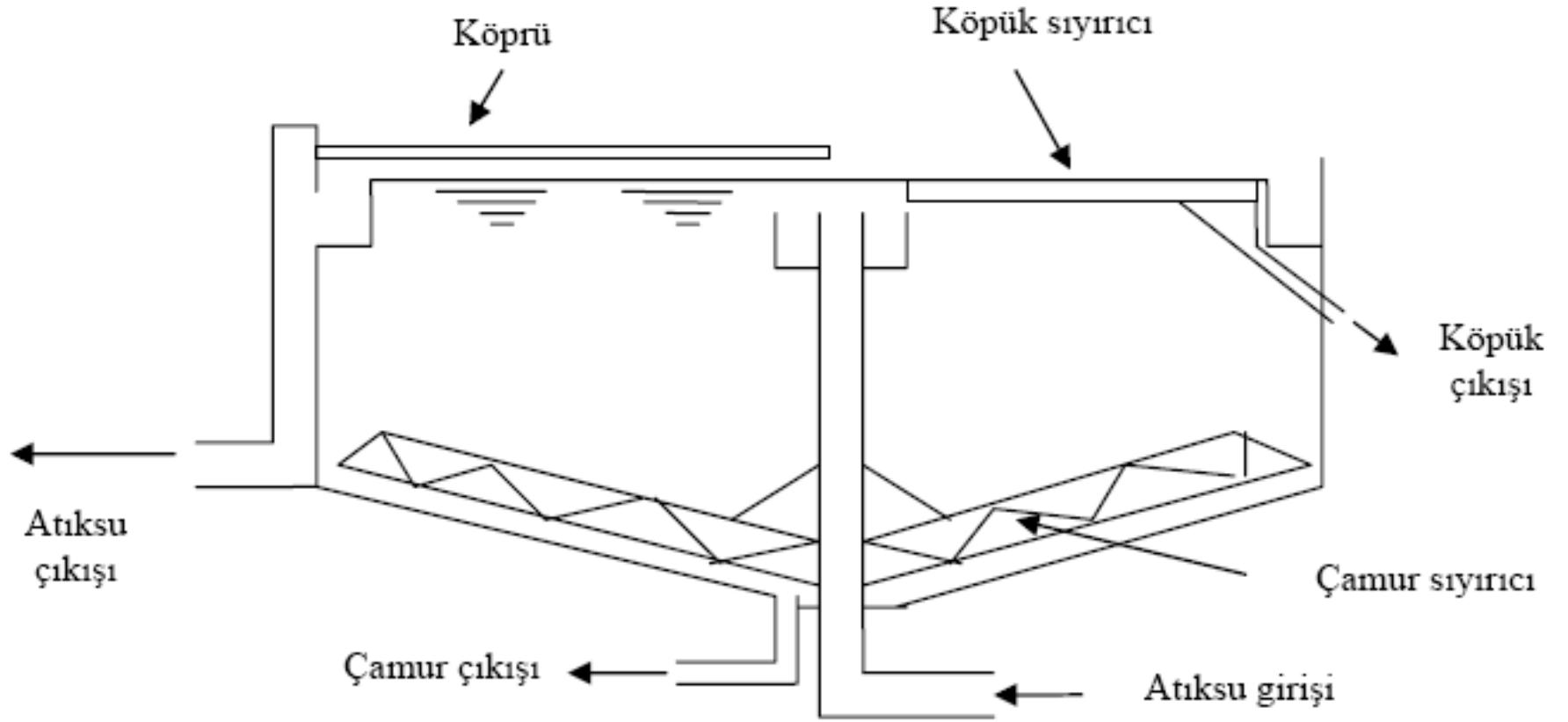
olabilmektedir.

- Yatay akışlı havuzlar dairesel veya dikdörtgen planlı yapılabilmektedir.

- Yatay akışlı havuzların üstünlüğü:
 - daha az yer kaplaması,
 - birden fazla ünite halinde olabilmesi suretiyle üniteler arasında aynı duvar kullanılarak ekonomi sağlanması,
 - koku kontrolünün daha kolay olması,
 - daha uzun çökeltme zamanı,
 - giriş-çıkış yapılarındaki kayıpların az olması
 - çamur toplama için daha az enerji harcanmasıdır.

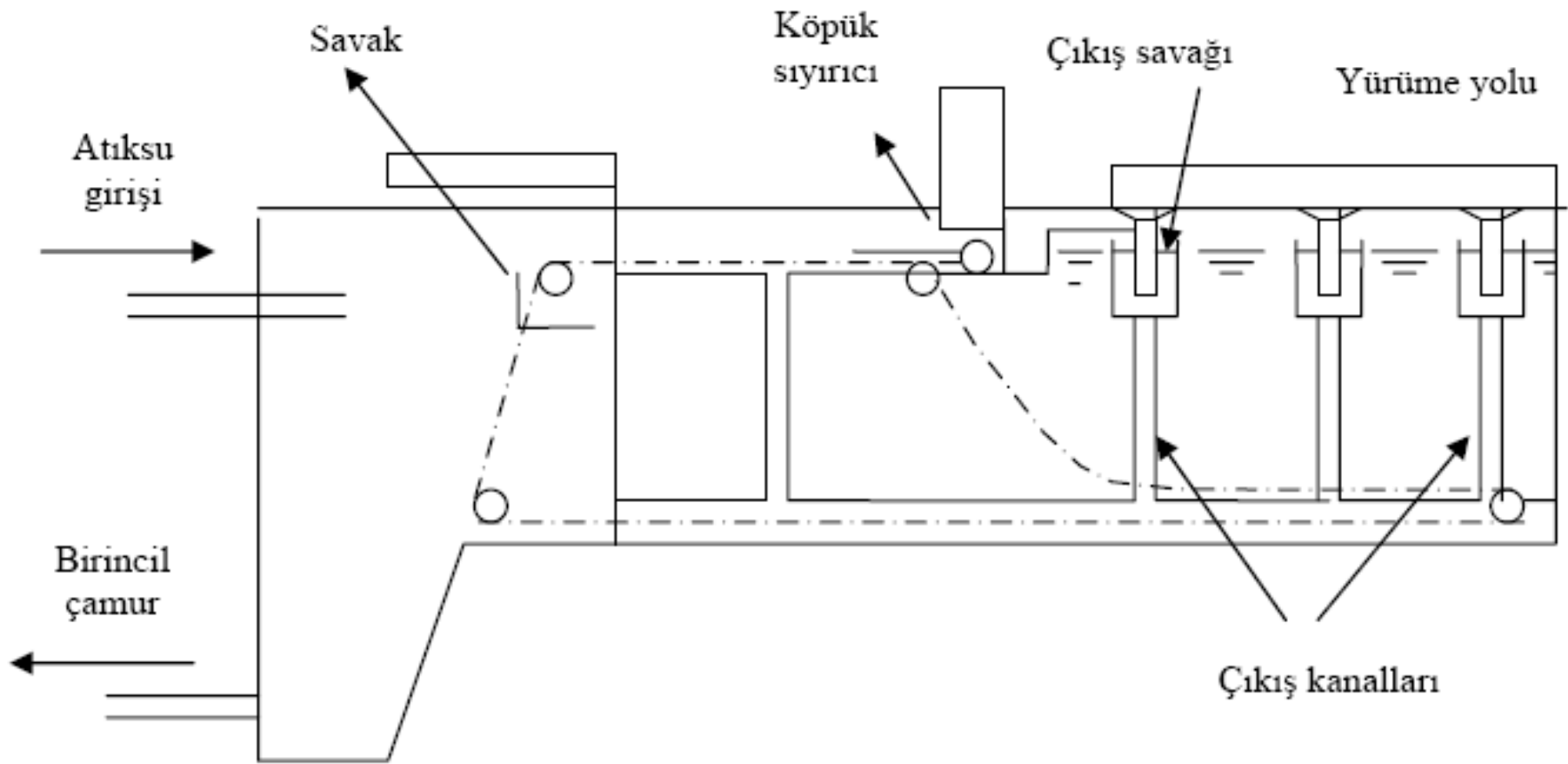
- 
- Yatay akışlı havuzların mahzurları:
 - ölü bölgelerin oluşabilmesi,
 - debi değişimlerine hassas olması,
 - çamur toplama ekipmanı için genişliğin kısıtlayıcı faktör olması,
 - savak yükünü azaltmak için birden fazla savak yapılması,
 - yüksek bakım masraflarıdır.

- 
- Dairesel ön çöktürme tanklarında besleme merkezden yapılmaktadır.
 - Atıksu merkezden çevreye doğru hareket etmekte ve dış çevre boyunca uzanan savaktan çıkış yapmaktadır.
 - Çöken çamur, sıyrıcılarla merkeze doğru itilmektedir.
 - Üstte toplanan yüzer maddeler ise döner sıyrıcı ile toplanarak bir haznede biriktirilmektedir.



Dairesel çöktürme tankı şematik görünümü

- 
- Dikdörtgen planlı ön çöktürme tanklarında atıksu beslemesi bir uçtan yapılmaktadır.
 - Atıksu uzun kenar boyunca hareket ederek diğer uçtan tankı terk etmektedir.



Dikdörtgen ön çöktürme tankı

- Katı madde temaslı ön çöktürme havuzlarında, katı maddeler yükselerek çamur örtüsü oluştururlar ve gelen katı maddeler burada birleşerek tutunurlar.
- Sıvı faz ise yükselerek savaklara doğru ilerler.
- Aynı giderme verimindeki yatay akışlı ön çöktürme tanklarına göre daha iyi hidrolik performans gösterirler.
- Dairesel ya da dikdörtgen planlı olarak tasarlanırlar.
- Septik koşullar oluşturduğundan biyolojik çamurlar için kullanılması uygun değildir.

- Plakalı (lamelli) ön çöktürme havuzlarında, plaka yüzeyleri çok daha kısa çökeltme zamanı sağladığı için verimlidir.
- Yaygın olarak aşırı yüklü ilk ve son çöktürme tanklarının yenilenmesi/geliştirilmesi için kullanılırlar.
- Lameller, tüp şeklindeki yapı veya plakalar ile sağlanabilir. Böylelikle tank hacmi küçülmektedir.
- Bu şekilde daha az rüzgar etkisi olmakta ve laminar akım oluşmaktadır.
- Lamelli çöktürmenin dezavantajı; septik koşulların oluşabilmesi ve tüplerin ya da kanalların tıkanması riskidir.

- 
- Ön çöktürme havuzlarının hesabı;
 - yüzey yükü,
 - bekletme süresi,
 - derinlikparametrelerine bağlıdır.

- Boyutlandırılmalarında kullanılan en önemli parametre yüzey yüküdür.

- İyi bir performans elde etmek için;
 - tank derinliği,
 - bekletme süresi,
 - çamur sıyrıcı taşıma kapasitesigibi parametreler de dikkate alınmalıdır.

- Yüzey yükü;
 - ortalama debide: $33 - 49 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{gün}$
 - pik debide: $81 - 122 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{gün}$
- Savak yükü: $124 - 496 \text{ m}^3/\text{m}/\text{gün}$
- Savak yükünün ön çöktürme tankı performansına etkisi çok azdır.
- Aşırı su hızını önlemek üzere uygun tank derinliği ve çıkış suyu olukları arasında yeterli mesafenin temini önerilmektedir.
- Böylece dipte toplanan çamurun hareketlenip çıkış suyu ile savaktan sürüklenmesi önlenmiş olmaktadır.

- 
- Ortalama tasarım debisinde bekleme süresi: <2,5 saat
 - Uzun kalma süreleri;
 - septik şartların oluşmasına,
 - çöktürme tankı performansının düşmesine (havasız çürüme şartlarında oluşan gazlar çamurun çökmesini engellemekte)
 - koku oluşumunasebeptir.

- Çamurun uzun süre bekletilmesi;
 - çöken organik katıların çözünmesine sebep olmakta,
 - bu da takip eden arıtma üniteleri için daha yüksek organik yüklemeye sebep olmaktadır.
- Düzgün tasarlanmış çamur toplama üniteleri, toplanan çamurun uygun sürede nakli ile tankın dibinde çamur birikimini önleyebilmektedir.
- Çamur kalınlığı, septik şartların oluşumunu ve uzun çamur bekleme süresini önlemek üzere minimize edilmelidir.

Ön çöktürme tanklarında tasarım bilgileri

	Aralık	Tipik
Ön çöktürme (son çöktürme var):		
Kalma süresi, saat	1,5-2,5	2
Taşma hızı, $m^3/m^2/gün$		
Ortalama akış	33-49	
Pik saatlik debi	81-122	102
Savak yükü, $m^3/m/gün$	124-496	248
Aktif çamur geri dönüşlü ön çöktürme:		
Kalma süresi, saat	1,5-2,5	2,0
Taşma hızı, $m^3/m^2/gün$		
Ortalama akış	24-33	
Pik saatlik debi	49-69	61
Savak yükü, $m^3/m/gün$	124-496	248

- 
- Çöktürme işlemlerinde çöken çamurun akışkan tarafından sürüklenmemesi için yatay hız büyük önem taşımaktadır.
 - Yatay hızın belirli bir değerden büyük olması durumunda çöktürme tankı tabanında birikmiş çamurun sürüklenme riski vardır.

- Kritik yatay hız:

$$V_H = \left(\frac{8k(s-1)gd}{f} \right)^{1/2}$$

- Burada:

- V_H : kritik yatay hız, m/sn
- s : partikül yoğunluğu, kg/m³
- g : yerçekimi ivmesi, m/s²
- d : partikül çapı, m
- k : sabit (kum için 0,04; yapışkan çamur için 0,06)
- f : Darcy-Weisbach sürtünme faktörü (0,02-0,03)

- 
- Suyun üniform dağıtımını ve akımını sağlayacak şekilde giriş-çıkış savak yapıları ile donatılmaları gerekmektedir.
 - Yüzeydeki köpük ve tabandaki çamur birikintilerinin uzaklaştırılması için uygun bir yüzey ve taban sıyırma tertibatı bulunmalıdır.
 - Çamur haznesinin büyüklüğü, çamurun özelliklerine ve çamur boşaltma aralıklarına uygun olmalıdır.

Çökeltme havuzlarının giriş tertibatı

- Yaklaşım yapısı, çöktürülecek suyu çökeltim havuzuna sevkeder ve bu su giriş tertibatı içerisinde çökeltim havuzuna alınır.
- Bunların değişik tipleri vardır.

- Genel olarak hepsinin sağlanması gereken şartlar:
 - Suda süspansiyon halde dağılan maddeler giriş tertibatı içerisinde tabana çökmemelidir. Aksi halde giriş delikleri tıkanır ve suyun havuzlara üniform olarak girmesi önlenmiş olur. Su hızı min 0,3 m/sn olmalıdır.
 - Giriş tertibatı içerisinde meydana gelen toplam yük kaybı fazla olmamalıdır. Tasfiye tesislerinde elde mevcut eğim çok kere fazla değildir veya bu maksatla pompaj yapılması gerekmektedir.
 - Su ve içerisindeki maddeler giriş tertibatı vasıtasıyla havuzlara üniform olarak dağıtılmalıdır. Aksi halde yoğunluk akımları meydana gelerek kısa devreler ve ölü bölgeler sebebi ile havuzun hidrolik verimi düşer.

- Giriş tertibatı içinden çökeltim havuzuna geçiş, ana akım istikametine paralel olmalıdır.
- İyi bir çöklmenin meydana gelebilmesi için akımın çökeltme bölgesinde mümkün mertebe türbülanssız, üniform ve paralel olması gerekir.
- Bu sebeple giriş tertibatı, dalgıç perdeler ve akımın yönüne değiştirici çeşitli düzenler yardımı ile fazla enerjiyi kırmalı ve akım giriş bölgesinden çökeltim bölgesine geçtiğinde sakinleşmiş olmalıdır.
- Giriş tertibatının yapısı basit, tamir ve bakımı kolay olmalıdır.

Çeşitli giriş tipleri

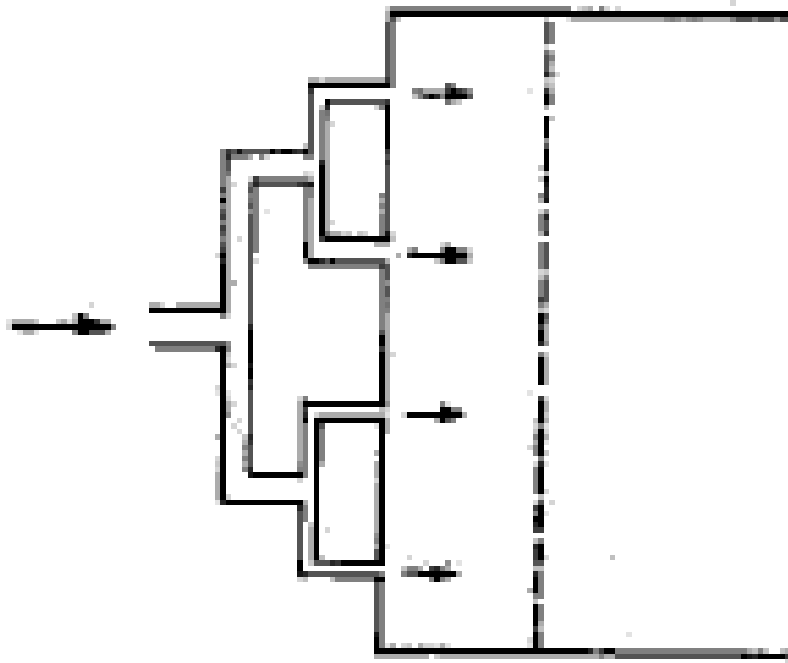
- Pratikte kullanılan giriş tipleri şu şekilde gruplandırılır:
 - (1) Izgara şeklindeki giriş tertibatı
 - (2) Savak şeklindeki giriş tertibatı
 - (3) Borulardan meydana gelen giriş tertibatı
 - Suyu, genel akış istikametinde havuza sevk eden borulardan meydana gelen giriş tertibatı

- 
- (4) Borulardan meydana gelen, fakat su jetlerinin yön değiştirmesine sebep olan düzenlerle teçhiz edilmiş giriş tertibatı
 - (a) Stengel tipi giriş
 - (b) Geiger tipi giriş
 - (c) Clifford tipi giriş
 - (d) Stuttgart tipi giriş
 - (5) Delik ve yarıklardan meydana gelen giriş tertibatı
 - (6) Silindir şeklindeki giriş tertibatı

- 
- Giriş tiplerinden yalnız ızgara giriş, ideal bir akımın istediği hidrolik şartları sağlar.
 - Ancak, meydana getirdiği yük kaybı nispeten büyüktür.
 - Diğerlerinde ise havuz hacminin bir kısmı bir sakinleştirme bölgesi olarak kaybedilmiş olur.
 - Ancak tıkanmalara karşı daha az hassas ve işletme emniyetleri daha yüksektir.

Izgara şeklindeki giriş tertibatı

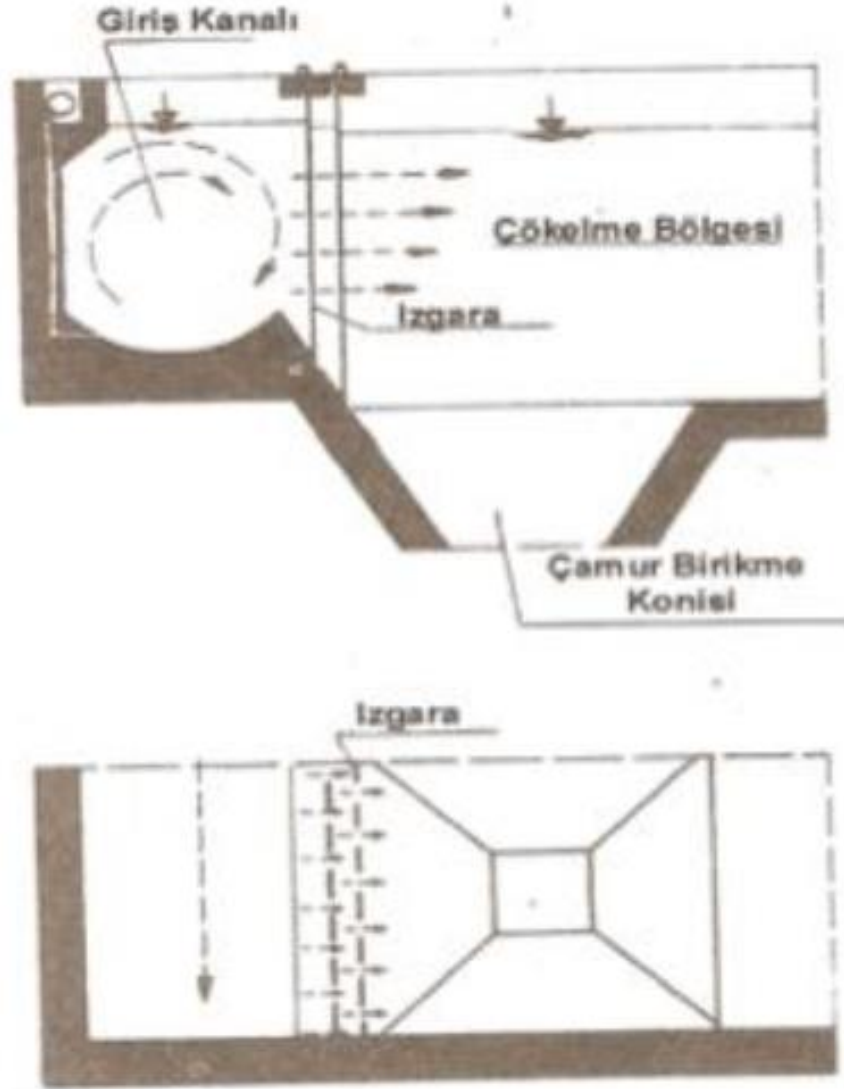
- Delik veya yarıklarla teçhiz edilmiş bir difüzör duvarı, giriş ağızlarının birkaç metre ötesine konulur.
- Suyu üniform olarak dağıtmak ve sakinleştirmek maksadıyla bu tip giriş tertibatı kullanılır.



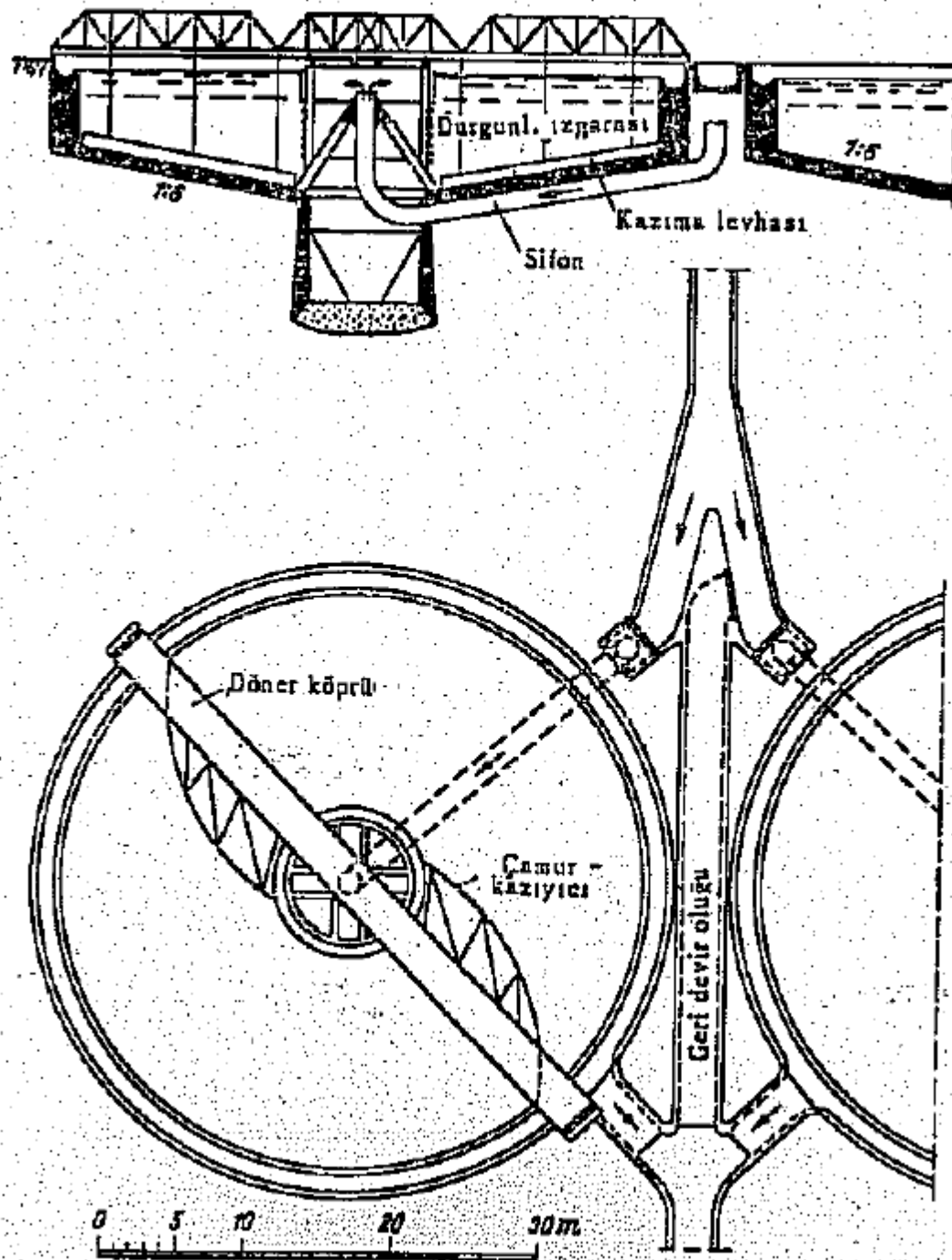
- Atıksu tasfiyesinde ızgara kısa bir zamanda tıkanacağından sık sık temizlemek gerekmektedir.

Izgara şeklindeki giriş tertibatı

- Şaşırtmalı olarak birbirine dikey vaziyette konulmuş iki seri yassı çubuktan meydana gelir.
- Yaklaşım yapısından gelen su, birinci ızgaranın yarıkları arasından ikincisine ve oradan da havuza geçer.
- Bu esnada teşekkül eden çevriler, suyun üniform olarak çökeltim havuzuna dağılmasını sağlarlar ve kinetik enerjisini kırarlar.
- Fakat bunun için ızgara arasındaki yarıkların küçük olması gerekmektedir. Bu durum ise kısa zamanda tıkanmaya sebep olur.
- Bu tip ızgaralar daha ziyade dairesel çökeltim havuzlarında kullanılır.



Dikdörtgen planlı çökelme havuzları için ızgara şeklindeki giriş

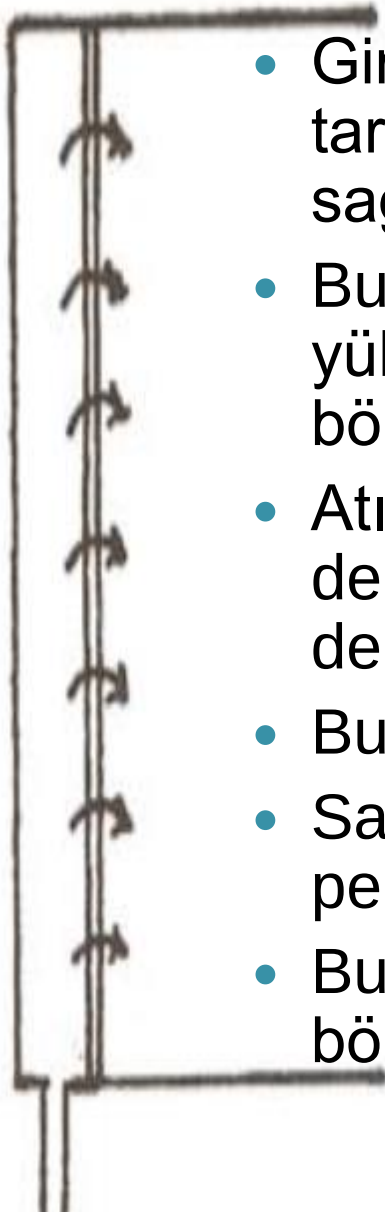


- Izgara şeklindeki giriş tertibatı ile teçhiz edilmiş dairesel çökeltim havuzu:
- Ön temizleme yapan havuzda akım radyal istikamettir

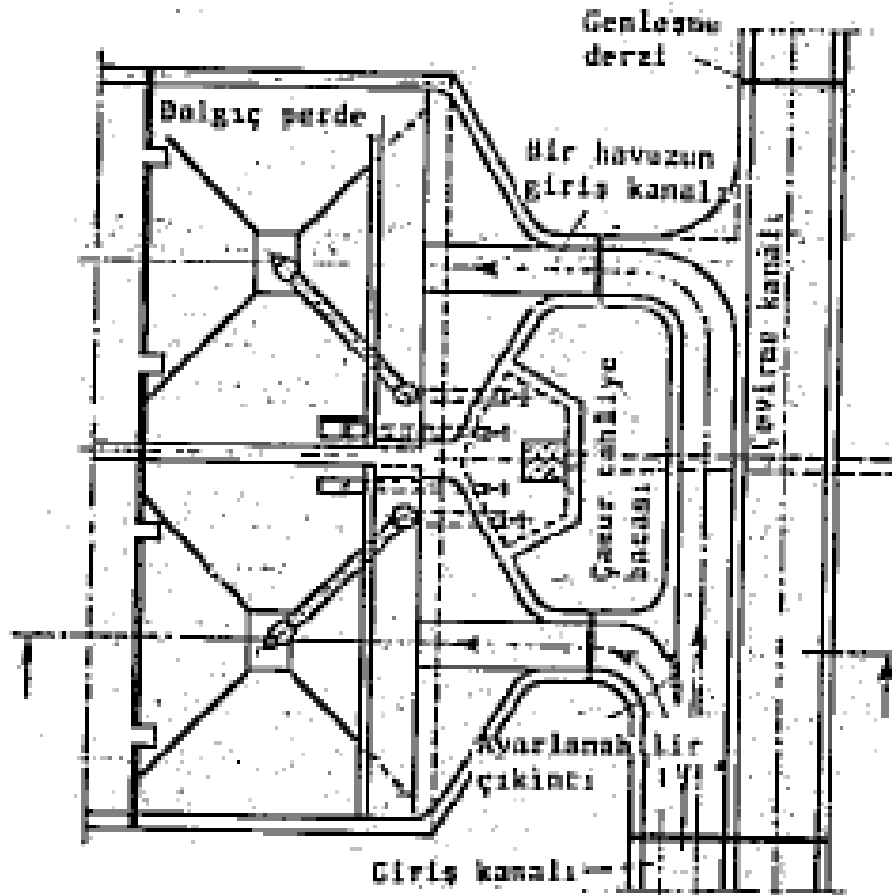
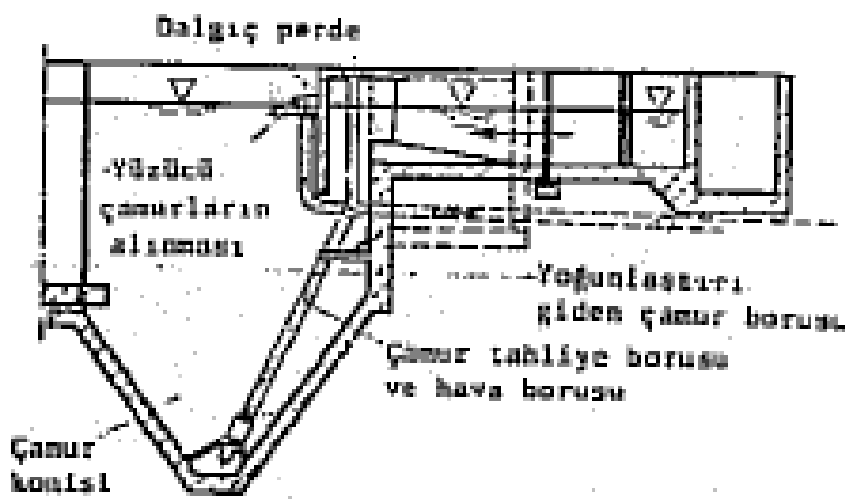
Dairesel çökeltme havuzunun boyutları

Küreme köprüsünün anma çapı= Yürüme daresinin çapı, d	Kauçuk tekerlek için yol genişliği, b ≧	Yarık genişliği, e ≧
16	0,3	0,2
18		
20		
22		
25		
28	0,4	0,3
30		
32		
35		
38		
40	0,5	0,4
42		
45		
48		
50		

Savak eklindeki giriş tertibatı



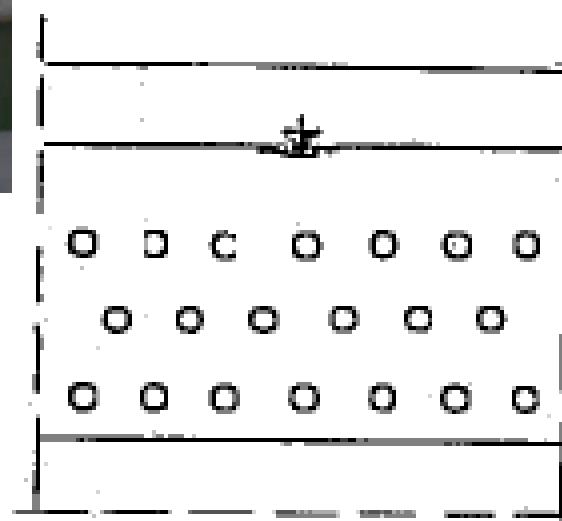
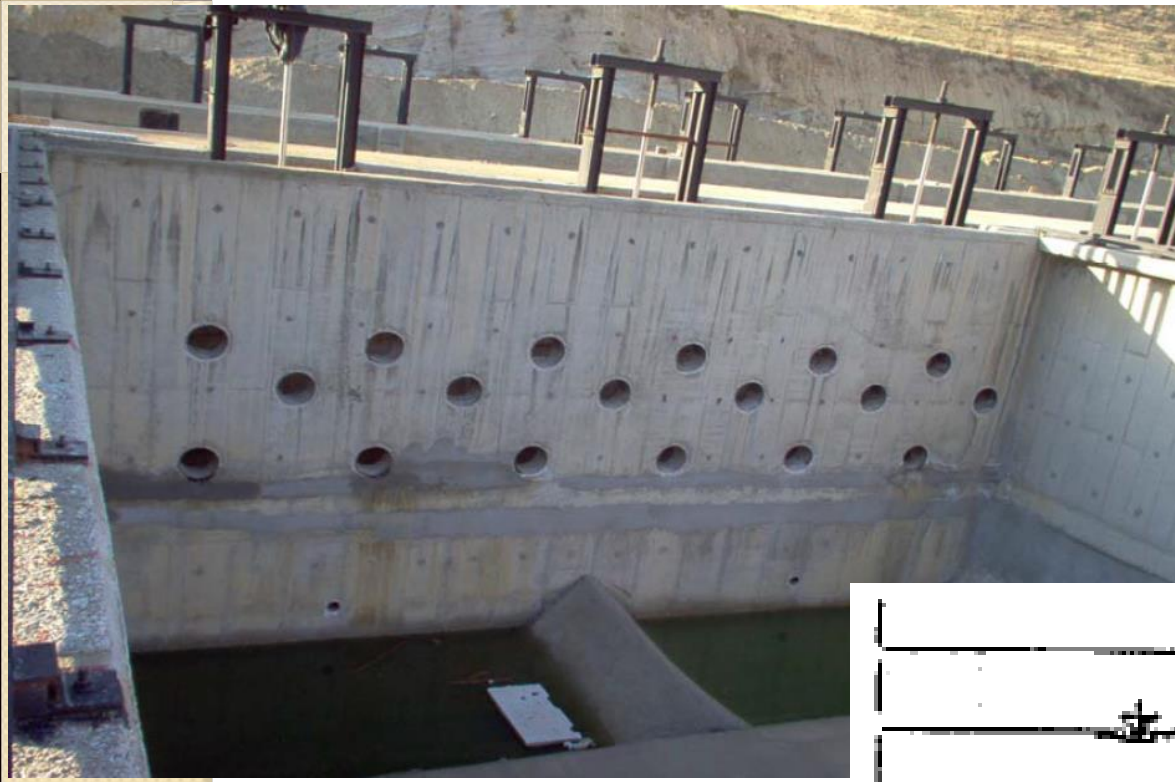
- Giriş kanalının iyi projelendirilmesi halinde, giriş tarafına konulan bir savak ile üniform bir dağılım sağlanabilir.
- Buna karşılık havuza dökülen suların giriş hızı çok yüksek olup meydana gelen çevrinin son bulunduğu bölgenin, havuz hacmine ilave edilmesi gerekir.
- Atıksu tekniğinde çoğunlukla karşılaşıldığı üzere debi değiştiği zaman savak şeklindeki girişin tesir derecesi şüpheli kalır.
- Bu sebeple bu tip girişler fazla kullanılmamaktadır.
- Savak şeklindeki girişin özel bir şeklini dalgıç perdeli giriş tertibatları meydana getirir.
- Bu tip girişin mahzuru perdenin arkasında ölü bölgelerin meydana gelmesidir.



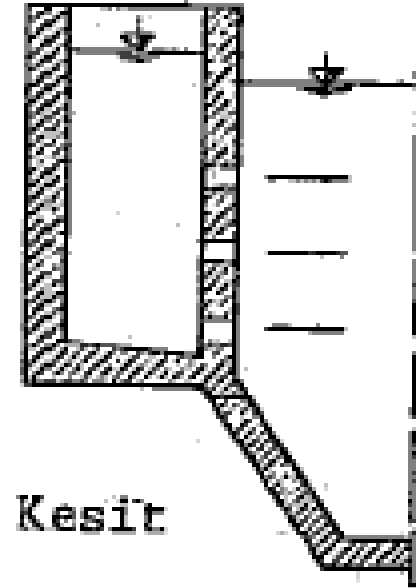
- Dikdörtgen bir çökeltim havuzunda dalgıç perdeli giriş tertibatı

Borulardan meydana gelen giriş tertibatı

- Sular, alın duvarına yerleştirilmiş kısa borular içinden çökeltme havuzuna alınırlar.
- Giriş delikleri içindeki hız $0,3 \text{ m/sn}$ 'den büyük olmalıdır.
- Bu giriş tertibatında delikler, ya bir elek gibi bütün en kesit üzerine dağıtılır ya da su derinliğinin yarısında tertip edilir.



Karşıdan
görünüş

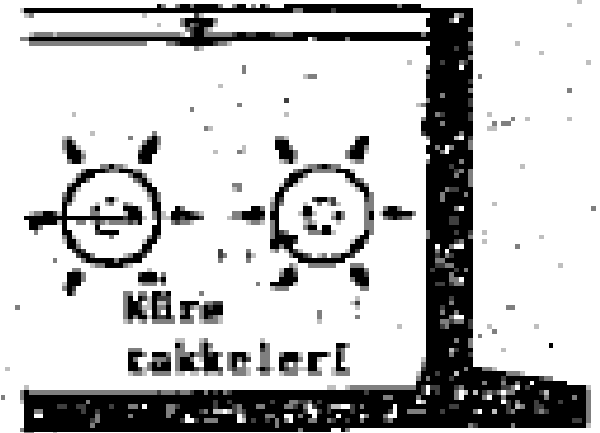
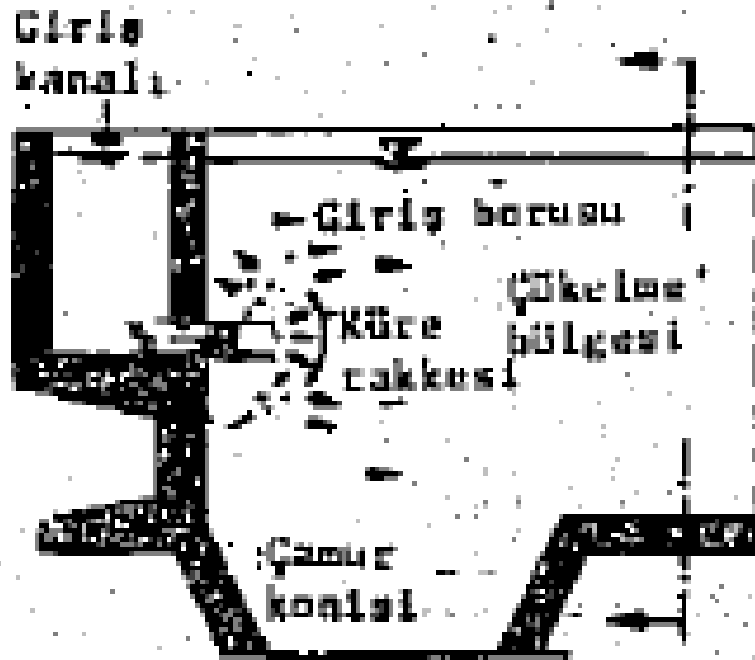


Kesit

Borulardan meydana gelen giriş tertibatı

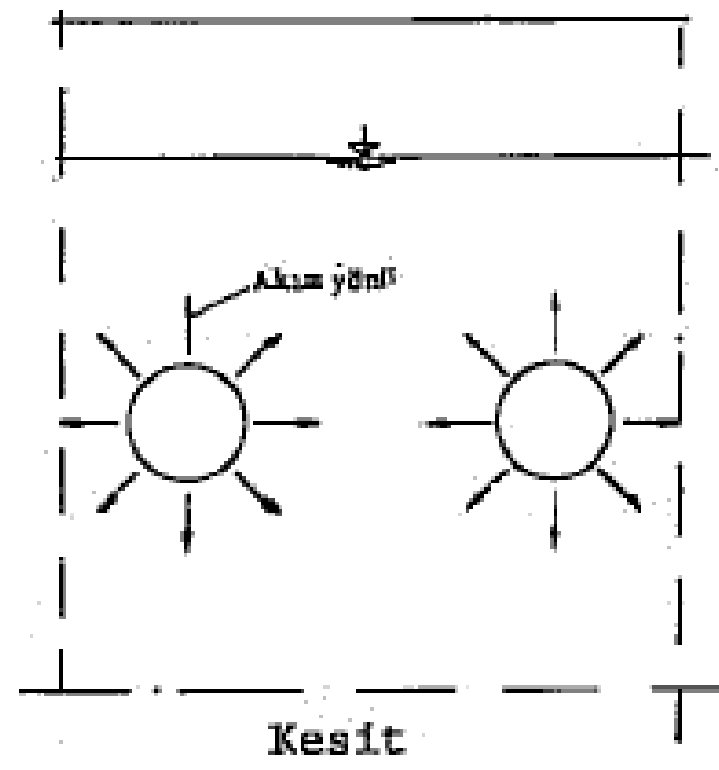
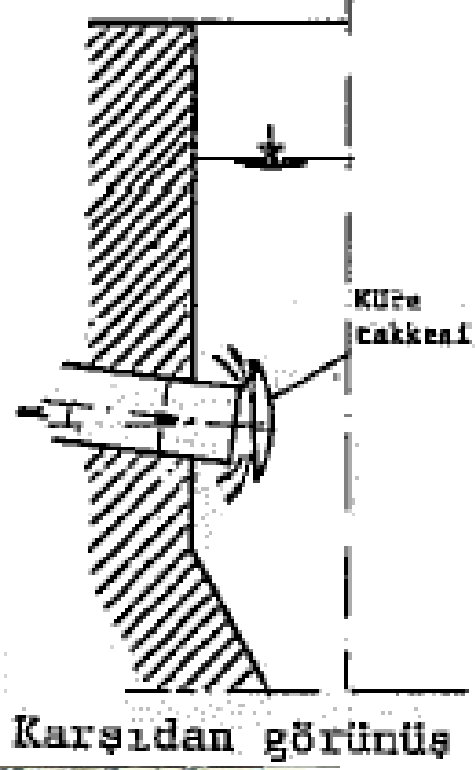
Su jetlerinin yön değiştirmesi prensibine göre yapılmış giriş tertipleri

- Stengel giriş tertibatı
 - En çok kullanılan tertibattır.
 - Ana akış istikametinde konulmuş yatay borulardan meydana gelir.
 - Yalnız borudan çıkan jetler borunun ucuna 5-10 cm uzaklıkta yerleştirilen küre takkesi şeklindeki kapaklara çarparak geriye, ökeltim havuzu duvarına doğru dönerler ve oradan yansıyarak tekrar ana akış istikametine yönelirler.



Q_{24} de $V_y = 0.15$ ile 0.30

Dikdörtgen havuzlar için Stengel sistemi giriş

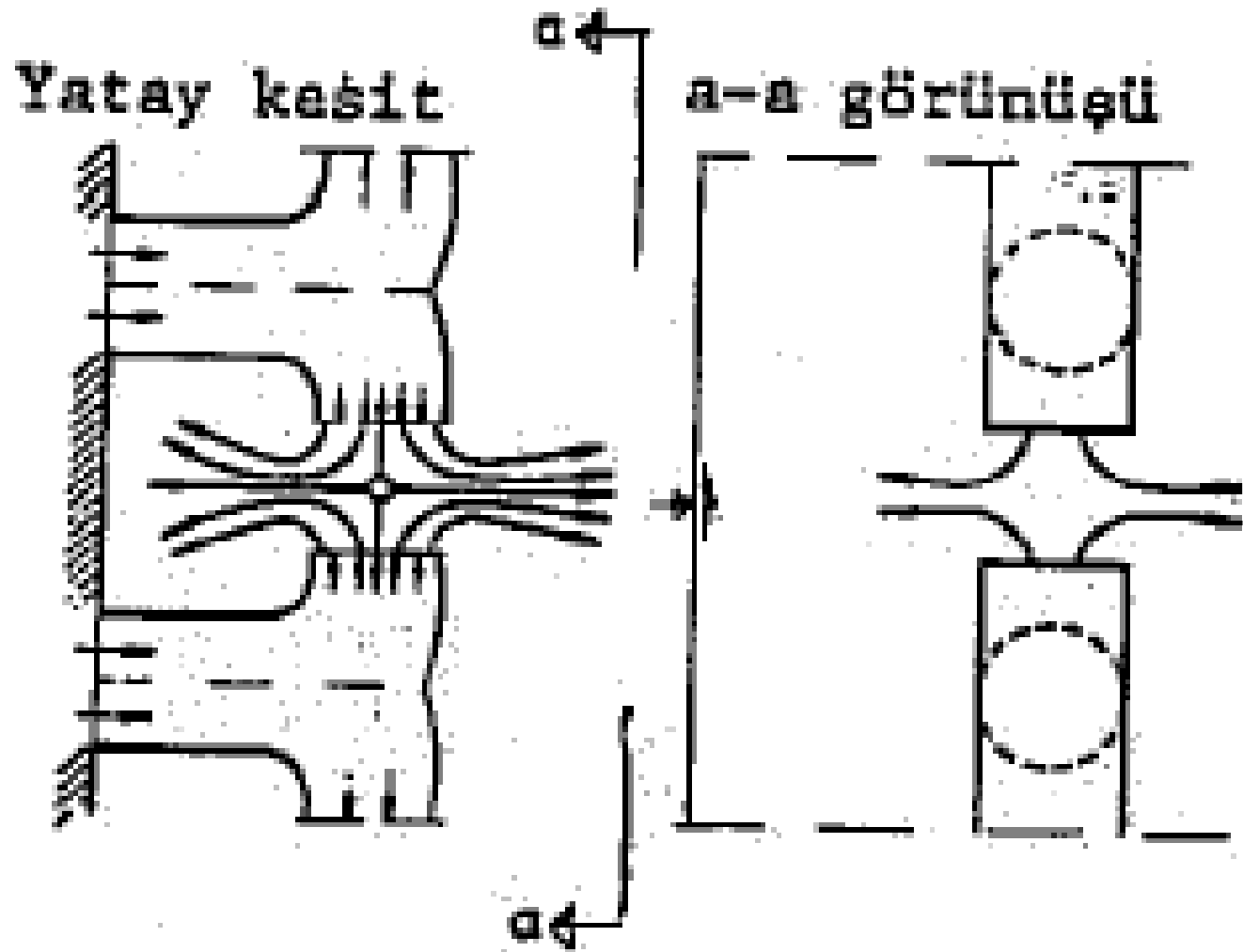


Stengel sistemi
giriş



Geiger giriş tertibatı

- Yatay olarak konulmuş T borularından meydana gelir.
- Yalnız T'nin kollarından çıkan su jetleri ortada yer alan çarpma levhasından yansıyarak bu esnada büyük bir türbülansın teşekkülüne yol açarlar.
- Bu türbülans çarpma levhasının konulmaması halinde giriş bölgesinde kalmaz ve çökme bölgesine yayılır.



Geiger girişinin prensibi

Clifford giriş tertibatı

- Geiger tipinde türbülans, giriş bölgesinde tamamen kırılmadığından, bu mahzuru bertaraf etmek için Clifford, T borularının kollarını düşey olarak koymuş ve tabanda bir su yastığı meydana getirmiştir.
- Yukarı yönelen jet, su yüzeyinde ve aşağı yönelen jet ise tabandaki silindirik çukur bölgesinde bulunan su yastığında yansıyarak giriş bölgesinde bir araya gelir ve böylece türbülansın bu bölgeye lokalize edilmesi sağlanmış olur.
- Böylece giriş kısmında havuza giren sular iyice birbiri ile karışır, sıcaklığı ve katı madde muhtevası üniform hale getirilerek bütün havuz en kesitine eşit olarak dağıtılır.
- Debinin küçük olması gerekir.

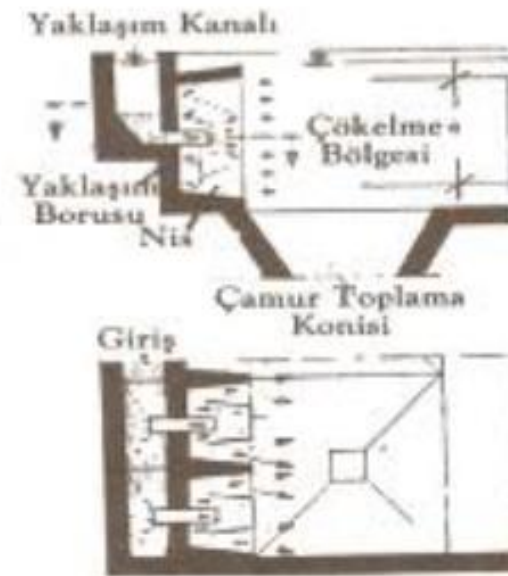
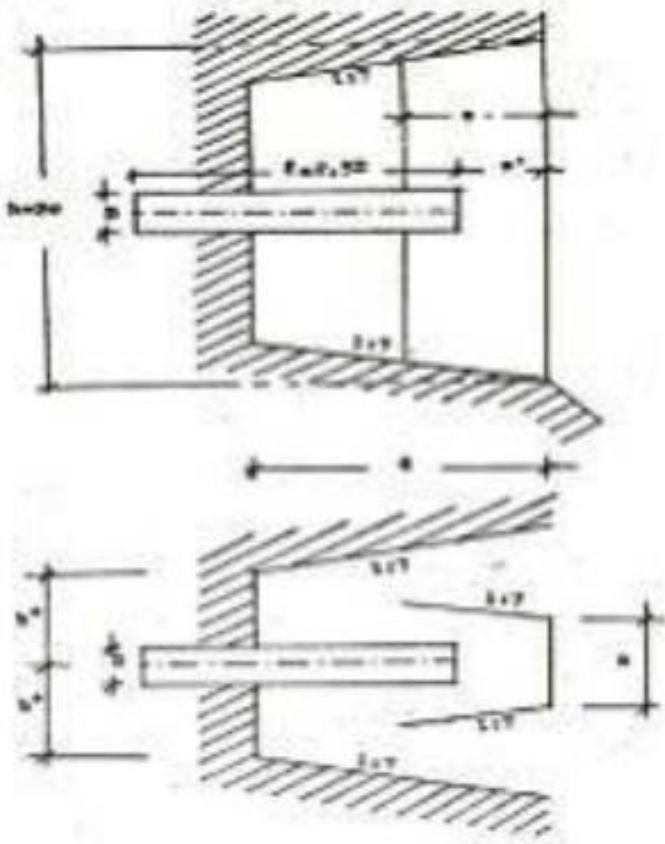
Giriş kanalı



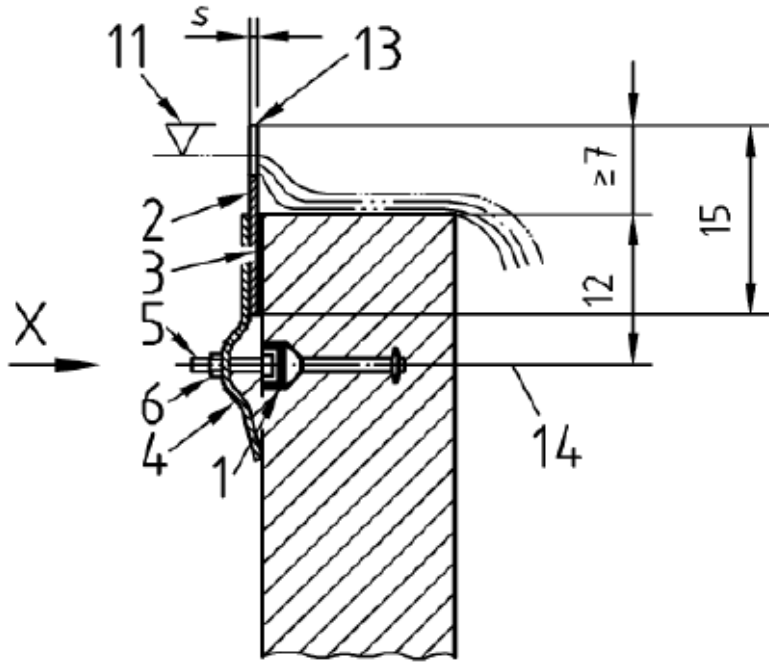
Dikdörtgen bir çökeltim havuzunda Clifford tipi giriş

Stuttgart giriş tertibatı

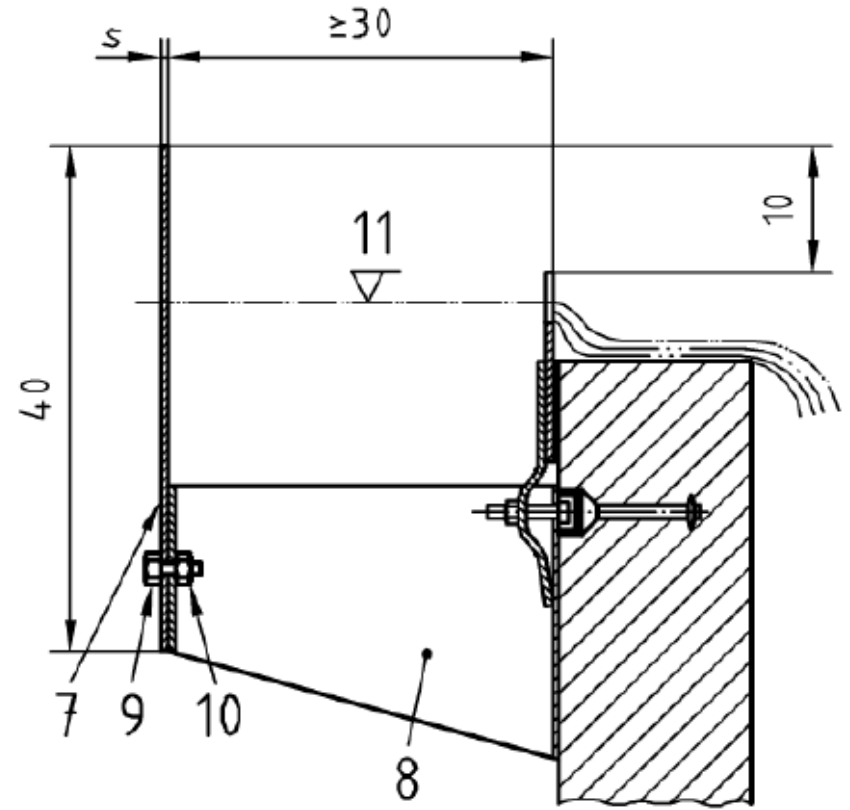
- Stuttgart giriş tertibatında, Clifford tarafından tavsiye edilen yansıma prensibi iki defa tatbik edilmiştir.
- Değişken debilerde dahi kinetik enerji daima yeterli ölçüde basınç enerjisine dönüştürülür.
- Giriş borularının n sayısı, minimum ve maksimum debinin değeri ile çökeltme havuzunun boyutlarına (havuz dikdörtgen ise genişlik ve derinliğe, dairesel ise çap ve derinliğe) bağlıdır.



Stuttgart tipi giriş



a) Savak



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

Pos. No 1-10 için Tablo 5.14'e bakınız.

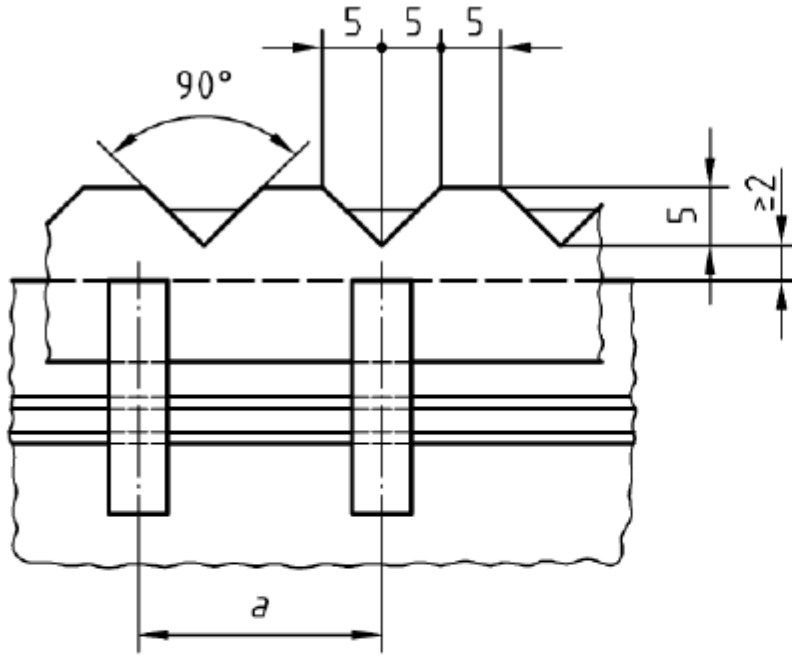
11: Havuz su seviyesi

12: Durgun su seviyesi

13: Savakların üst kenarı

14: Yatay düzlemin çapa çubuğunun toleransları ± 2 cm

s: Dalgıç perde kalınlığı üreticinin seçimine göre

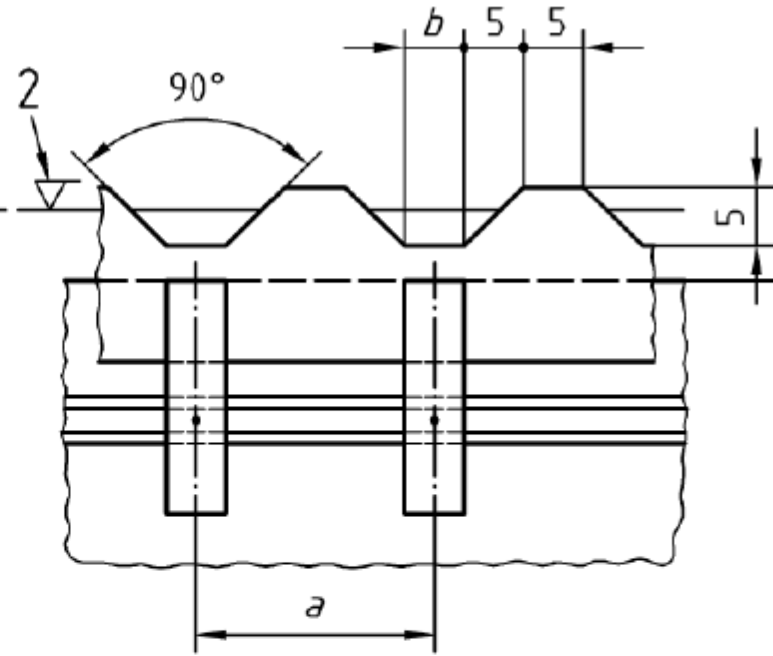


a) Tip A

1: Durgun su seviyesi

2: Havuz su seviyesi

a: Dirsek kelepçelerin mesafesi üreticinin seçimine bağlı



b) Tip B

b: Taban genişliği = 5 cm

h: Düşüm yüksekliği

Üçgen savak (Form A ve Form B) (boyutlar cm olarak)



İSKİ Ataköy İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi Kum Tutucu ve Ön Çöktürme Üniteleri

