

SULARIN ARITILMASI

Kullanma amaçlarına uygun hale getirebilmek için arıtılan su aşağıdaki özellikleri taşımalıdır.

- 1- Renksiz, kokusuz ve tatsız olmalıdır.
- 2- Hastalık yapıcı mikroorganizmalar bulunmamalıdır.
- 3- Zararlı kimyasallar bulunmamalıdır.
- 4- Apresif olmamalıdır.

Suyun uygun sıcaklığı $8-12^{\circ}\text{C}$ 'dir ve en az 5 mg/L çözülmüş oksijen bulundurmalıdır. Suda en çok bulunan bakteri koliform (*E.coli*) bakteridir. Bir suda koliform bulunuyorsa o suya kanalizasyon suyu karışıyor demektir.

Sağlığa zararlı bazı kimyasallar; civa, krom, kurşun ve bileşikleri, baryum, florür, klorür, amonyumdur.

Suların apresifliği serbest karbondioksit ile bikarbonatın dengede olmamasından ileri gelir. Apresiflik borularda korozyona, kazanlarda çürümeye sebep olur. İçilecek olan sular çeşitli standartlarla sınırlandırılmış olup bunlardan en önemlisi dünya sağlık örgütü standartlarıdır. Türkiye için TS 266 standardı en uygundur (fotokopiye bak.)

Arıtma Metodunun Seçimi

İçme suyu veya kullanma suyu olarak kullanılacak kaynaklar yeraltı ve yüzey suları olarak ikiye ayrılır. Yeraltı suları kaliteleri zamanla büyük değişiklikler göstermeyen, renk ve bulanıklılığı çok az olan fakat fazla miktarda çözülmüş madde ihtiva eden nispeten temiz sulardır. Yüzey suları ise renk ve bulanıklılığı çok fazla olan, kaliteleri zamanla büyük değişiklikler gösteren, çözülmüş madde miktarı az olan ve genellikle çok büyük miktarda su alınabilen kaynaklardır.

Arıtma tesisi gelecekteki gelişme durumları, arazi topoğrafyası, nakliyat kolaylığı, arazi fiyatı, heyelan özellikleri, zemin özellikleri, enerji temininin kolay olması, bölgenin tabii ve tarihi özelliklerinin az olması ve sivil savunma özellikleri gözönüne alınarak inşa edilir.

İçme suyu arıtımı aşağıdaki amaçların bir veya birkaçı için yapılır:

- 1- Su sıcaklığının ayarlanması
- 2- Renk, koku, bulanıklık ve tat giderilmesi
- 3- Mikroorganizma giderilmesi
- 4- Demir ve manganez giderilmesi
- 5- Amonyum giderilmesi
- 6- Gaz transferi
- 7- Asitlerden temizleme
- 8- Sertliğin giderilmesi
- 9- Korozif giderilmesi
- 10- Tuzluluğun giderilmesi
- 11- Zararlı kimyasalların giderilmesi

Bu amaçlara ulaşılması için uygulanan temel işlemler ise şunlardır.

- 1- Gaz transferi veya havalandırma
- 2- İzgara ve mikroeleklerden geçirme
- 3- Biriktirme (dengeleme)
- 4- Göktürme
- 5- Yüzdürme
- 6- Nötralizasyon
- 7- Hızlı karıştırma ve yumaklaştırma
- 8- Filtrasyon

9- Dezenfeksiyon

10- Kimyasal stabilizasyon

11- Adsorpsiyon

12- İyon değişimi

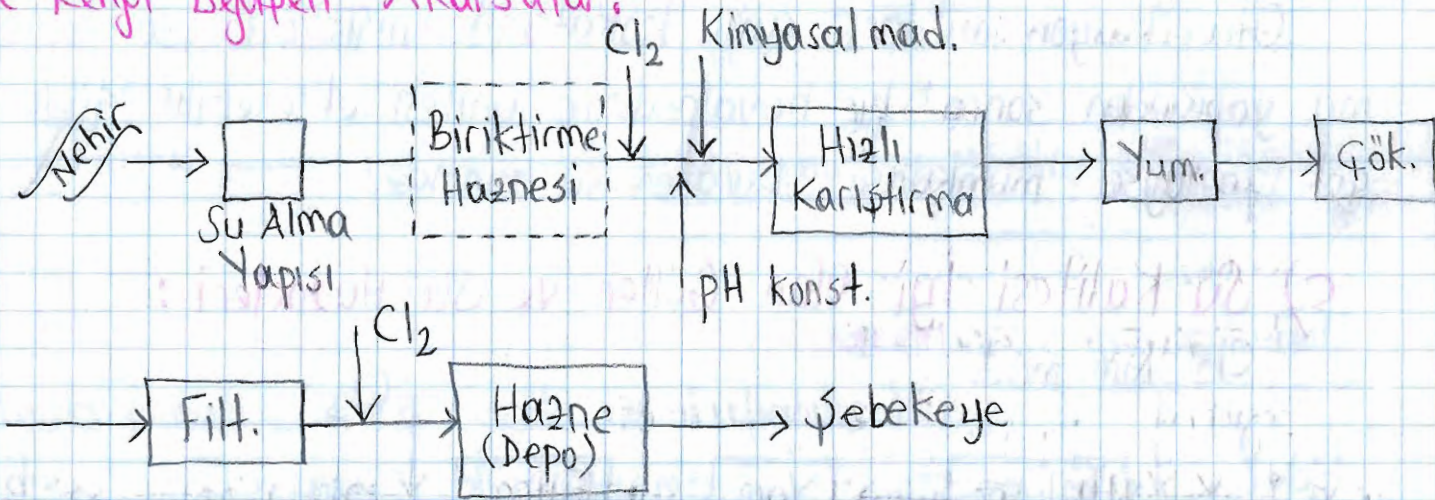
13- Kimyasal göktürme

Arıtma Tesisi Akım Şemaları

İçme suyu arıtımında en önemli problemlerden biri arıtılmamış suyun içeriğine ve arıtılmış suyun kullanım amaçlarına göre en uygun arıtma akım şemasının belirlenmesidir.

A) YÜZEY SULARI İÇİN KULLANILAN AKIM ŞEMALARI

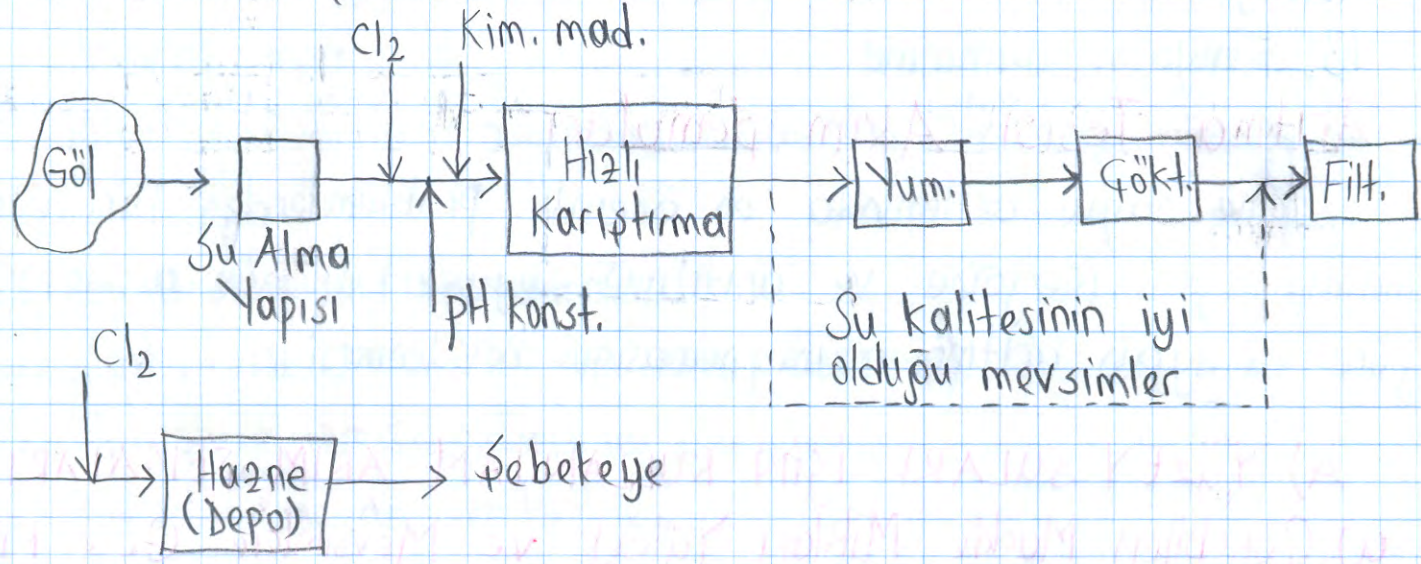
a) Çökebilir Madde Miktarı Yüksek ve Mevsimlere Göre Kili ve Renji Değişen Akarsular:



Biriktirme hazneleri su içerisinde bulunabilen kum, çakıl, vs. maddenin gökeltilmesi ve suyun dinlendirilerek kalitesinin artırılması amacıyla inşa edilir. Bekletme süresi 10 ile 20 gün aralığında olur. Sürenin uzaması su kalitesinin bozulmasına da yol açabilir. Özellikle büyük nüfuslar için çok büyük hacimler gerektirir. Bu amaçla ya baraj gölleri kullanılır ya da hiç kullanılmaz.

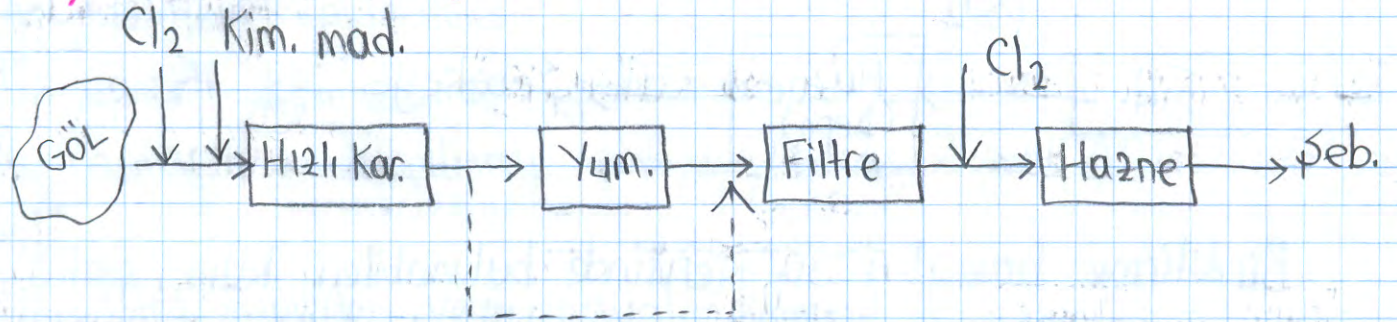
b) Ötrofik Göl ve Su Haznelerinin Suları:

Bu tür sular bazı mevsimlerde yüksek seviyede alga, kil ve diatoma içerirler. İri çakıl ve kum yoktur. Çok az miktarda mil içerirler.



Ötrofikasyon miktarı suyu kokutacak miktarda ise su alma yapısından sonra bir havalandırma ünitesi eklenebilir. Miktar çok fazlaysa mümkünse buradan su alınmaz.

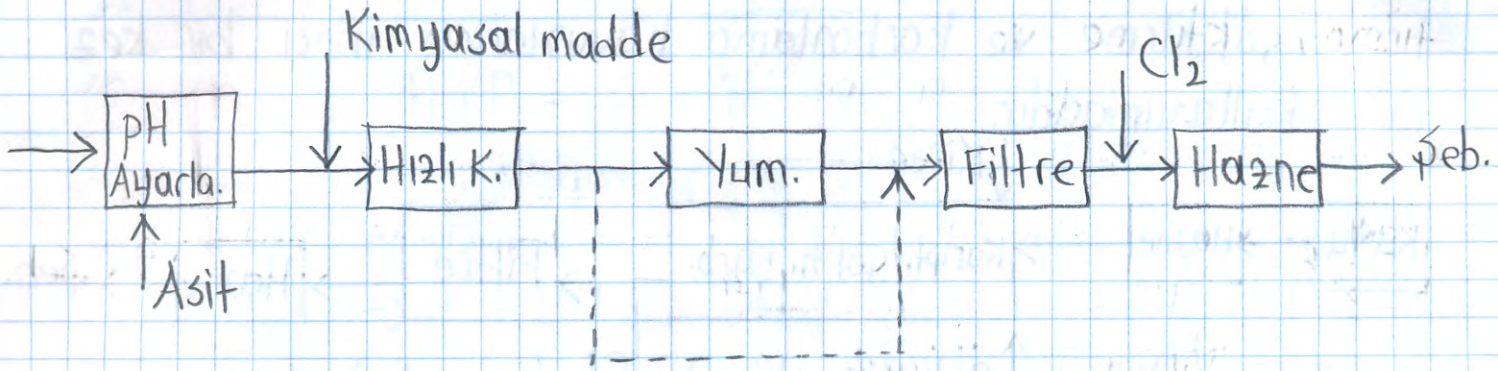
c) Su Kalitesi İyi Olan Göller ve Su Hazneleri:



d) Rengi Fazla Askıda Katı Madde İhtivası Az olan Sular:

Al^{+3} veya Fe^{+3} ile oluşturulan yumaklar kötü çökeltme özelliği gösterdiğinden bu tip sular için kurulacak olan arıtma tesislerinde çöktürme havzuna gerek yoktur. Rengin çok fazla olması durumunda daha fazla koagülant kullanılacağından hidrolik yük kaybı artacak ve tıkanmalar artacaktır.

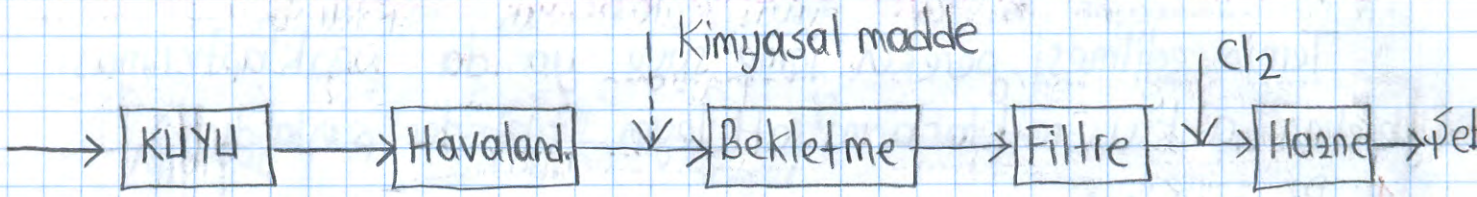
(Filtrede). Buna engel olmak için tabakalı filtreler kullanılır. Renk giderimi için mutlaka nötralizasyon tanklarına ihtiyaç vardır.



~~B) YERALTI SULARI İÇİN AKIM ŞEMALARI~~

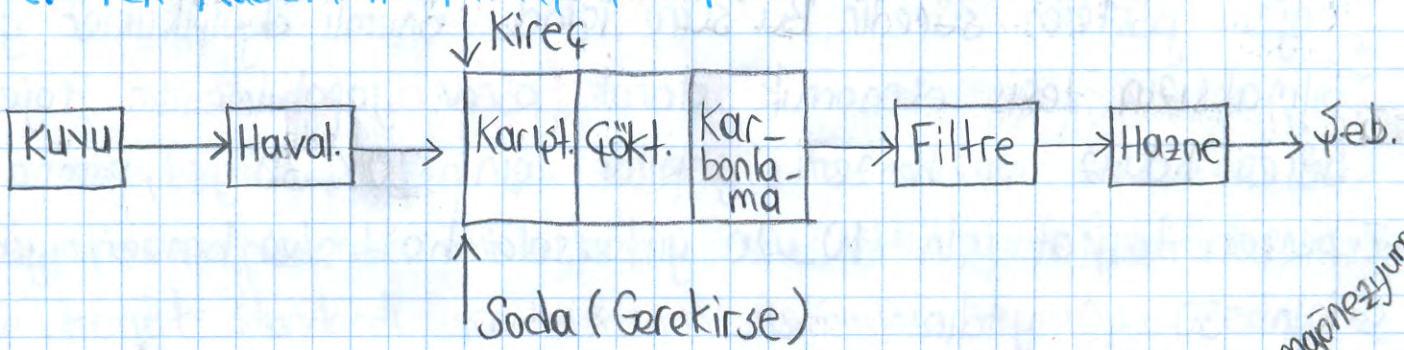
B) YERALTI SULARI İÇİN AKIM ŞEMALARI:

a) Demir mangane giderimi:



b) Sert Sular İçin Kireçle Yumuşatma: (Yumuşatmanın fazla olması istenirse soda da kullanılır.)

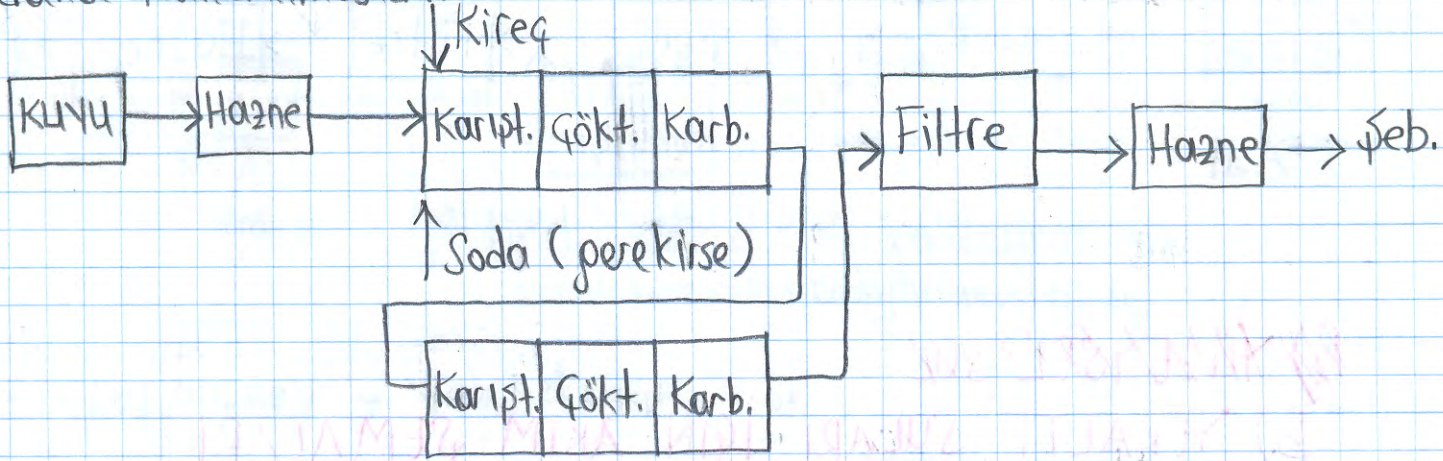
i. Tek Kademeli Yumuşatma:



Bu sistem yalnızca kalsiyum Ca^{+2} giderilmesi için uygundur. Mg^{+2} belli sınırlar içinde olması gerekir. *magnezyum*

ii. İki Kademeli Yumuşatma:

Kalsiyum ve magnezyumun birlikte giderilmesi için en uygun sistemdir. Tek kademeli yumuşatmadan tek farkı karıştırma, göktürme ve karbonlama havuzlarının ikinci bir kez daha kullanılmasıdır.



SU MİKTARLARININ BULLUNUŞU

Temin edilmesi gereken içme suyu ya da uzaklaştırılması gereken atıksu miktarlarını etkileyen faktörler şunlardır.

- 1- Proje Süresi
- 2- Nüfus
- 3- Birim Su Sarfıyatı

Proje Süresi: İnşa edilecek tesisin kaç yıl hizmette kalacağını gösteren süredir. Bu süre içinde önemli değişiklikler yapılmaksızın tesis ekonomik olarak görev yapabilmelidir. Proje süresi havuz ve benzeri yapılar için 20-30 yıl, pompa ve benzeri tesisat için 10-20 yıl, isale hattı ve benzeri yapılar için 30-40 yıldır.

Nüfus: Ülkemizde proje süresi esnasında artan nüfusun artış miktarının hesaplanmasında çoğunlukla iller bankası metodu kullanılır.

$$P = \left(\sqrt[n]{\frac{N_s}{N_i}} - 1 \right) \cdot 100$$

$$Port = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{n}$$

$$Port < 1 \Rightarrow P = 1$$

$$1 < Port < 3 \Rightarrow P = Port$$

$$Port > 3 \Rightarrow P = 3$$

$$N_p = N_s \cdot \left(1 + \frac{P}{100} \right)^n \quad (n = N_p - N_s)$$

$$N_{2008} \rightarrow = N_{1997} \left(1 + \frac{P}{100} \right)^{11}$$

$$N_{2023} \rightarrow = N_{1997} \left(1 + \frac{P}{100} \right)^{26}$$

$$N_{2038} \rightarrow = N_{1997} \left(1 + \frac{P}{100} \right)^{41}$$

Birim Su Sarfiyatı:

Kişi başına düşen su tüketimi ile endüstri ve ticari su ihtiyaçlarını gösteren miktarlardır. Bunu etkileyen faktörler: iklim, hayat standardı, kanalizasyon sisteminin durumu, ticari ve sanayi faaliyet tipi, su fiyatı, özel su tesislerinin varlığı, su kalitesi, sistem basıncıdır.

Sarfiyat miktarı L/Kişi gün olarak verilir.

Nüfus

Sarfiyat (L/N.G)

< 3000	60
3000 - 5000	70
5000 - 10 000	80
10 000 - 30 000	100
30 000 - 50 000	120
50 000 - 100 000	170
100 000 - 200 000	200
200 000 - 300 000	225
> 300 000	> 225 (idare ile anlaşmaya bağlı)

Bu değerlere su kayıpları ve diğer ihtiyaçlar dahildir. Ancak küçük sanayi, liman ve istasyon için ilave yapılabilir.

	Q _{min}	Q _{ort}	Q _{max}	Açıklama
1. Okul (L/N.G)	2	6	10	Nüfusun yaklaşık %20-30'u
2. Kışla	50	100	150	Bölgedeki asker sayısına bağlı
3. Hastane	250	400	600	Yatak sayısına göre
4. Otel	100	175	250	" " "
5. Hamam	300	325	350	Müşteri sayısına bağlı
6. Berber (lt/adet.G)	100	200	300	Her 1000 kişi için 1 adet
7. Lokanta	10	15	20	Müşteri sayısına göre
8. Bahçe Sulaması (lt/m ² .G)	1	2	3	m ² 'ye düşen alan
9. Fırın (lt/adet.G)	200	400	600	
10. Kasap	150	300	450	Her 1000 kişi 1 adet
11. Diğer	25	50	100	1000 - 2000 kişi gibi

12. Mezbaha (H/canlı hayvan.G)	10	20	30	Küçük baş hayvan
	30	50	80	Büyük " "
13. Süt işleme (H/Hsüt.G)	2	4	6	Günlük üretime göre
14. İdari binalar	20	30	40	
TOPLAM	min	ort	max	
Yangın debisi (%)	—	—	0,2	Toplam debinin yüzdesi
Su Kayıpları	—	—	20	Toplam debinin yüzdesi
TOPLAM				

1- $Q_{EV_{ort}} = N \cdot q_{ort}$

$Q_{EV_{max}} = Q_{EV_{ort}} \cdot 1,5$

2- Tablo:

Mezbaha için

$\frac{Mezb.}{q_{et}} = 200 \text{ gr/N.G}$

Et miktarı = $N \cdot q_{et} = \text{gr/pün} \Rightarrow \text{ton/pün}$ 'e çevrilir.

Canlı Hayvan Miktarı (C.H.M.) = $\frac{\text{Et miktarı}}{\% ?} = \text{ton C.H./pün}$

B.B.H.M. = $\downarrow \times 0,8$

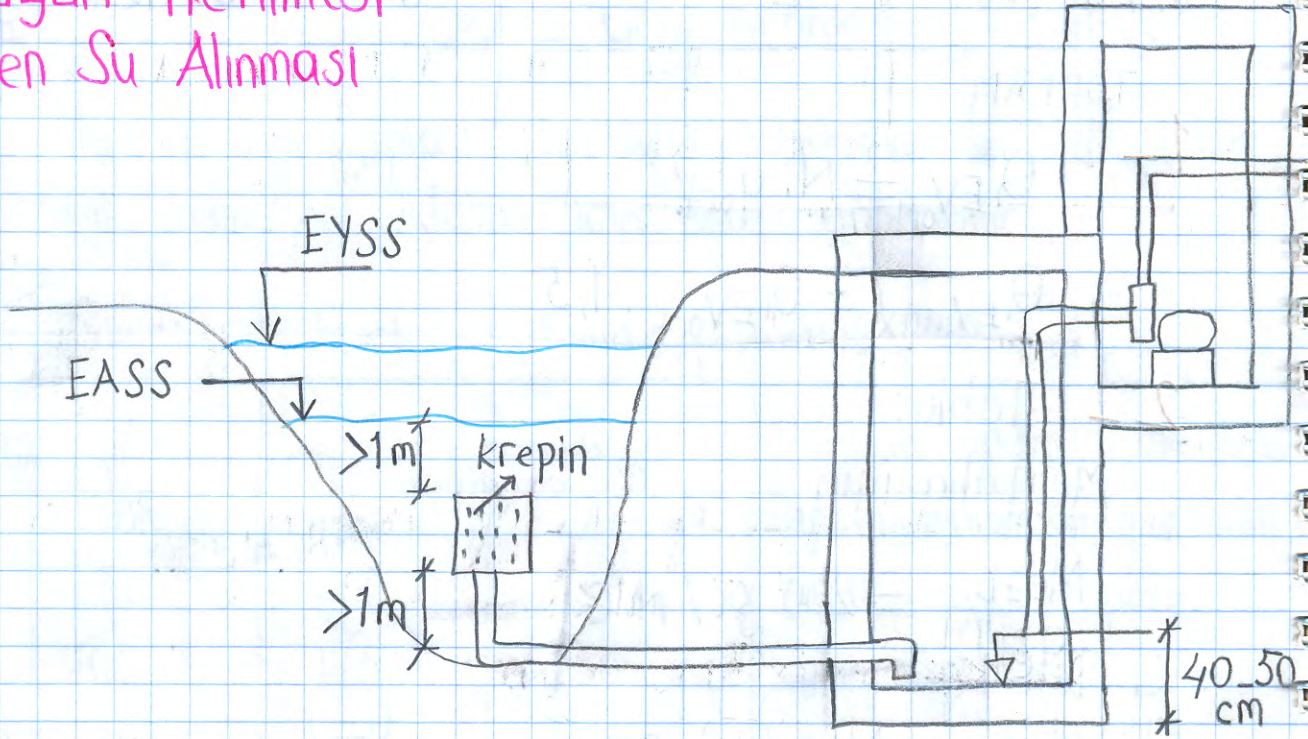
K.B.H.M. = $\uparrow \times 0,2$

B.B. Hayvan Sayısı = $\frac{B.B.H.M.}{\text{kg ?}} \rightarrow \text{hayvanın ağırlığı}$

K.B. H. Sayısı = $\frac{K.B.H.M.}{\text{kg ?}} \rightarrow \text{hayvan ağırlığı}$

- * Okul için nüfusun %20-30'u alınır. Q_{min} için bu etken değer 2 ile, Q_{ort} için 6 ile, Q_{max} için 10 ile çarpılır.
- * En sonda max toplam, yangın debisi ve su kayıpları toplanır. Bunlara $Q_{EV,max}$ eklenir ve hesap debisi bulunur.
- * Bulduğumuz max toplam bulununca bu değer için %0,2'si yangın debisini, %20'si ise su kayıplarını verir. (Çarpımda 0,002 ve 0,2 ile çarpılacak → %'si alınarak.)
- * Sonucu m^3/sn 'ye çeviririz.

Suyun İletilmesi Nehirden Su Alınması



$$V = Q \cdot t$$

$$\left(\begin{array}{l} \text{EYSS} \rightarrow 6, ab \\ \text{EASS} \rightarrow 5, ba \end{array} \right) \begin{array}{l} 6,44 \text{ benim} \\ 5,44 \text{ benim} \end{array}$$

Nüfus

Sarfiyat (L/N.G)

< 3000	60
3000 - 5000	70
5000 - 10 000	80
10 000 - 30 000	100
30 000 - 50 000	120
50 000 - 100 000	170
100 000 - 200 000	200
200 000 - 300 000	225
> 300 000	> 225 (idare ile anlaşmaya bağlı)

Bu değerlere su kayıpları ve diğer ihtiyaçlar dahildir. Ancak küçük sanayi, liman ve istasyon için ilave yapılabilir.

	Q _{min}	Q _{ort}	Q _{max}	Açıklama
1. Okul (L/N.G)	2	6	10	Nüfusun yaklaşık %20-30'u
2. Kışla	50	100	150	Bölgedeki asker sayısına bağlı
3. Hastane	250	400	600	Yatak sayısına göre
4. Otel	100	175	250	" " "
5. Hamam	300	325	350	Müşteri sayısına bağlı
6. Berber (lt/adet.G)	100	200	300	Her 1000 kişi için 1 adet
7. Lokanta	10	15	20	Müşteri sayısına göre
8. Bahçe Sulaması (lt/m ² .G)	1	2	3	m ² 'ye düşen alan
9. Fırın (lt/adet.G)	200	400	600	
10. Kasap	150	300	450	Her 1000 kişi 1 adet
11. Diğer	25	50	100	1000 - 2000 kişi gibi

12. Mezbaha (H/canlı hayvan.G)	10	20	30	Küçük baş hayvan
	30	50	80	Büyük " "
13. Süt işleme (H/Hsüt.G)	2	4	6	Günlük üretime göre
14. İdari binalar	20	30	40	
TOPLAM	min	ort	max	
Yangın debisi (%)	—	—	0,2	Toplam debinin yüzdesi
Su Kayıpları	—	—	20	Toplam debinin yüzdesi
TOPLAM				

1- $Q_{EV_{ort}} = N \cdot q_{ort}$

$Q_{EV_{max}} = Q_{EV_{ort}} \cdot 1,5$

2- Tablo:

Mezbaha için

$\frac{Mezb.}{q_{et}} = 200 \text{ gr/N.G}$

Et miktarı = $N \cdot q_{et} = \text{gr/pün} \Rightarrow \text{ton/pün}$ 'e çevrilir.

Canlı Hayvan Miktarı (C.H.M.) = $\frac{\text{Et miktarı}}{\% ?} = \text{ton C.H./pün}$

B.B.H.M. = $\downarrow \times 0,8$

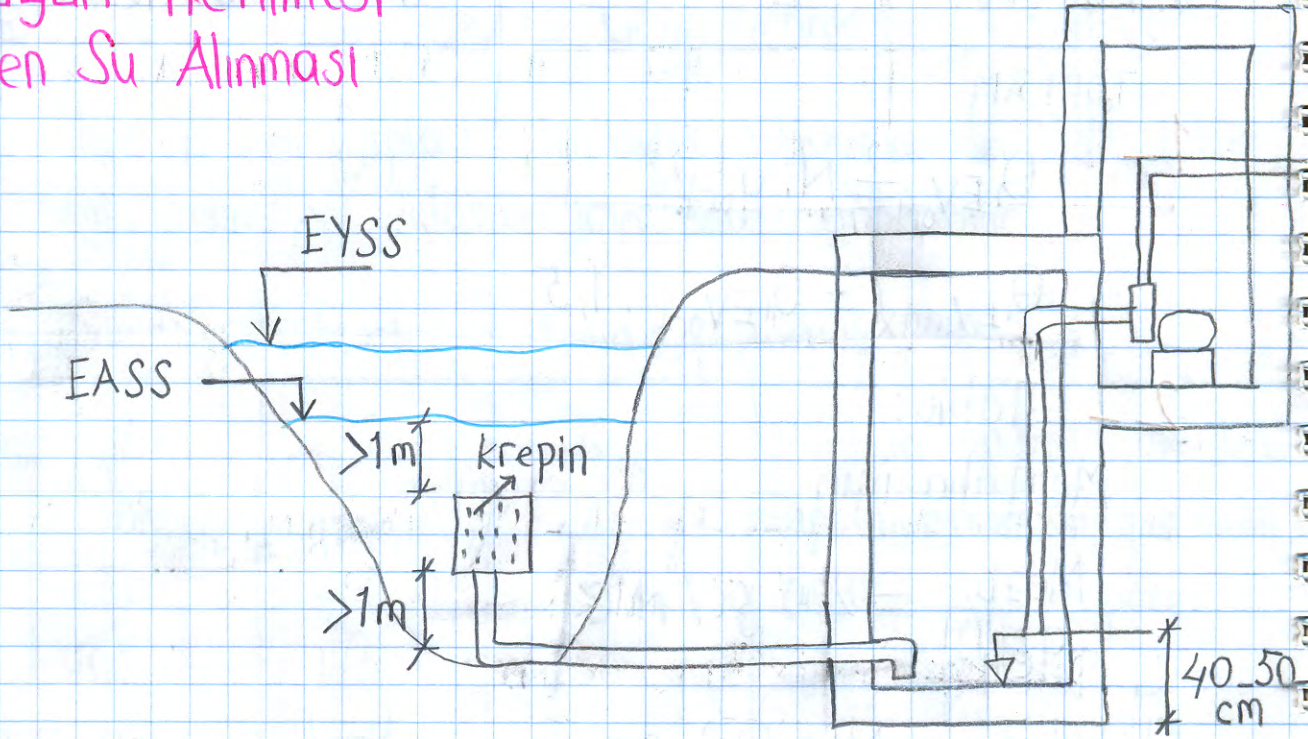
K.B.H.M. = $\uparrow \times 0,2$

B.B. Hayvan Sayısı = $\frac{B.B.H.M.}{\text{kg ?}} \rightarrow \text{hayvanın ağırlığı}$

K.B. H. Sayısı = $\frac{K.B.H.M.}{\text{kg ?}} \rightarrow \text{hayvan ağırlığı}$

- * Okul için nüfusun %20-30'u alınır. Q_{min} için bu eşik değer 2 ile, Q_{ort} için 6 ile, Q_{max} için 10 ile çarpılır.
- * En sonda max toplam, yangın debisi ve su kayıpları toplanır. Bunlara $Q_{EV,max}$ eklenir ve hesap debisi bulunur.
- * Bulduğumuz max toplam bulununca bu değer için %0,2'si yangın debisini, %20'si ise su kayıplarını verir. (Çarpımda 0,002 ve 0,2 ile çarpılacak → %'si alınarak.)
- * Sonucu m^3/sn 'ye çeviririz.

Suyun İletilmesi Nehirden Su Alınması



$$V = Q \cdot t$$

$$\left(\begin{array}{l} \text{EYSS} \rightarrow 6, ab \\ \text{EASS} \rightarrow 5, ba \end{array} \right) \begin{array}{l} 6,44 \text{ benim} \\ 5,44 \text{ benim} \end{array}$$

1- Su Alma Borusunun Projelendirilmesi:

$$V = Q \times t$$
$$A = \frac{V}{H}$$

$$Q = V \times A \rightarrow \text{borunun kesit alanı}$$

(0,5 ~ 1,5 m/sn)

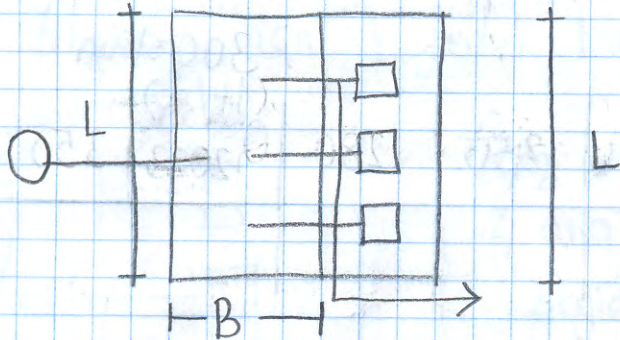


$$A = \frac{\pi D^2}{4} \rightarrow \text{borunun kesit alanı}$$

$$d_{kr} = 1,75 \times D$$

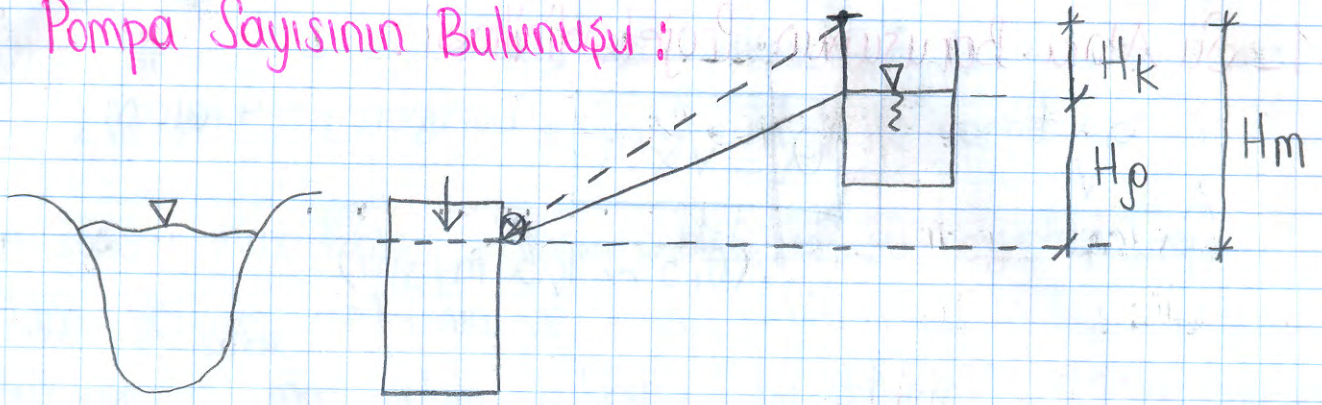
↓
krepin çapı (süzgeç çapı)

$$A_{delik} = \frac{A_{toplam}}{2}$$



$$B \times L = \frac{V}{H}$$

Pompa Sayısının Bulunması:



H_p : geometrik yükseklik

H_k : yük kaybı

H_m : manometrik yükseklik

$$H_m = H_p + H_k$$

$$H_k = H_{k_l} + H_{k_s}$$

yerel
kayıp

$$\sum \frac{v^2}{2g} + j \cdot L$$

sürtünme kaybı

$$H_m = H_p + \frac{v^2}{2g} \cdot \frac{\lambda}{D} \cdot L = H_p + \frac{8 \cdot \lambda}{\rho D^5 \pi^2} \cdot L \cdot Q^2$$

Q	50	100	150	200	250	280	300 olsun (l^3/sn) Q_{2023}	350	400
H_m									

Burada 2023 yılının debisi bulunur. İleri kuruntlar istediğimiz kadar artırılır, periyot doğru azaltılır.

L : isale hattı uzunluğu = 1500 m alınabilir.

H_m hesaplanırken Q 'lar m^3/sn 'ye çevrilip işleme konulur.

$$Q = V \times A$$

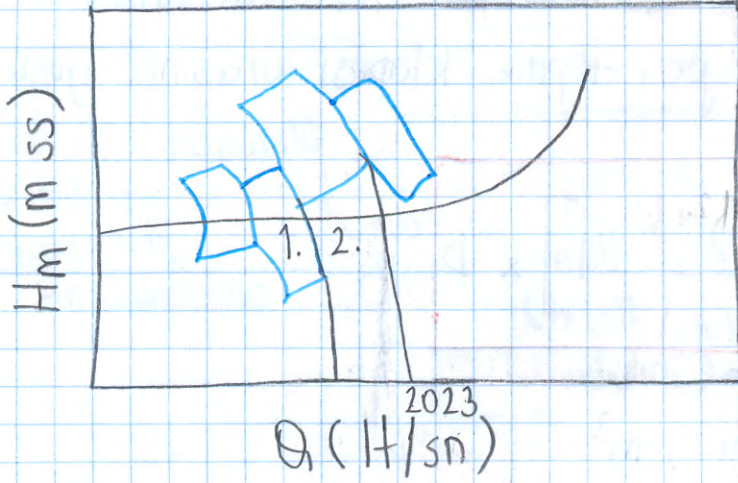
($2 \sim 2,5 m/sn$ alınır.)

$$A = \frac{\pi D^2}{4} \text{ buradan } D \text{ bulunur.}$$

$\lambda: 0,01 \sim 0,03$ alınabilir.

$H_p = 40, ab \rightarrow (40,44 \rightarrow \text{benim})$

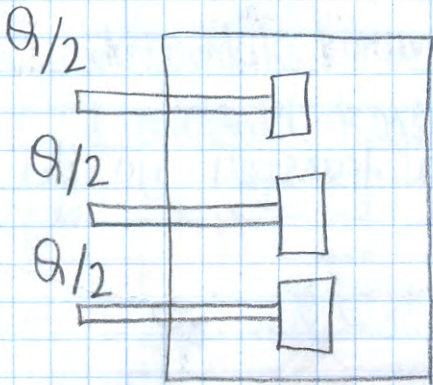
(Tablodaki her bir Q değeri için H_m 'ler bulunur ve grafik çizilir.)



(Pompa sayısı bulunurken manometrik görümlerin kestirimi noktalar belirlenir. 2023 debisine gelene kadar kaç eğri partiyse o kadar pompa kullanılır.)

1~3 pompa için + 1 pompa eklenir. 5 pompa için 2 yedek

* Her 3 pompa için 1 yedek kullanılır. 7 " " 3 "



$Q/2 \rightarrow 2$ sayıslı ana pompa sayısıdır.
4 ana 2 yedek pompa varsa $Q/4$ debiyle suyu alacaktır.

* Burada boru çaplarının birimi inç'e çevrilecek.

$$Q = A \cdot V \Rightarrow A = \frac{\pi D^2}{4} \rightarrow D \text{ bulunur}$$

birimi inç'e çevrilir.

$$N = \frac{\gamma \times Q \times H_m}{102 \eta} ; [kW]$$

γ : terfi ettirimiş suyun yoğunluğu

Q : debi

η : pompa verimi

H_m : terfi yüksekliği

Hava Kazanı

İsale hatlarını su darbelerinden korumak için yapılır. Terfi merkezinde pompalarla peri tepme klapesi arasına yerleştirilir.

$$V_k = \left[\frac{6400 (V - V_0)^2}{(\Delta P)^2} - 1 \right] \times D$$

V_k : hava kazanı hacmi, m^3

V, V_0 : suyun hızı

ΔP : basınç farkı, m^3/s

D : boru çapı

$$V_k = 0,01 \times Q \times L$$

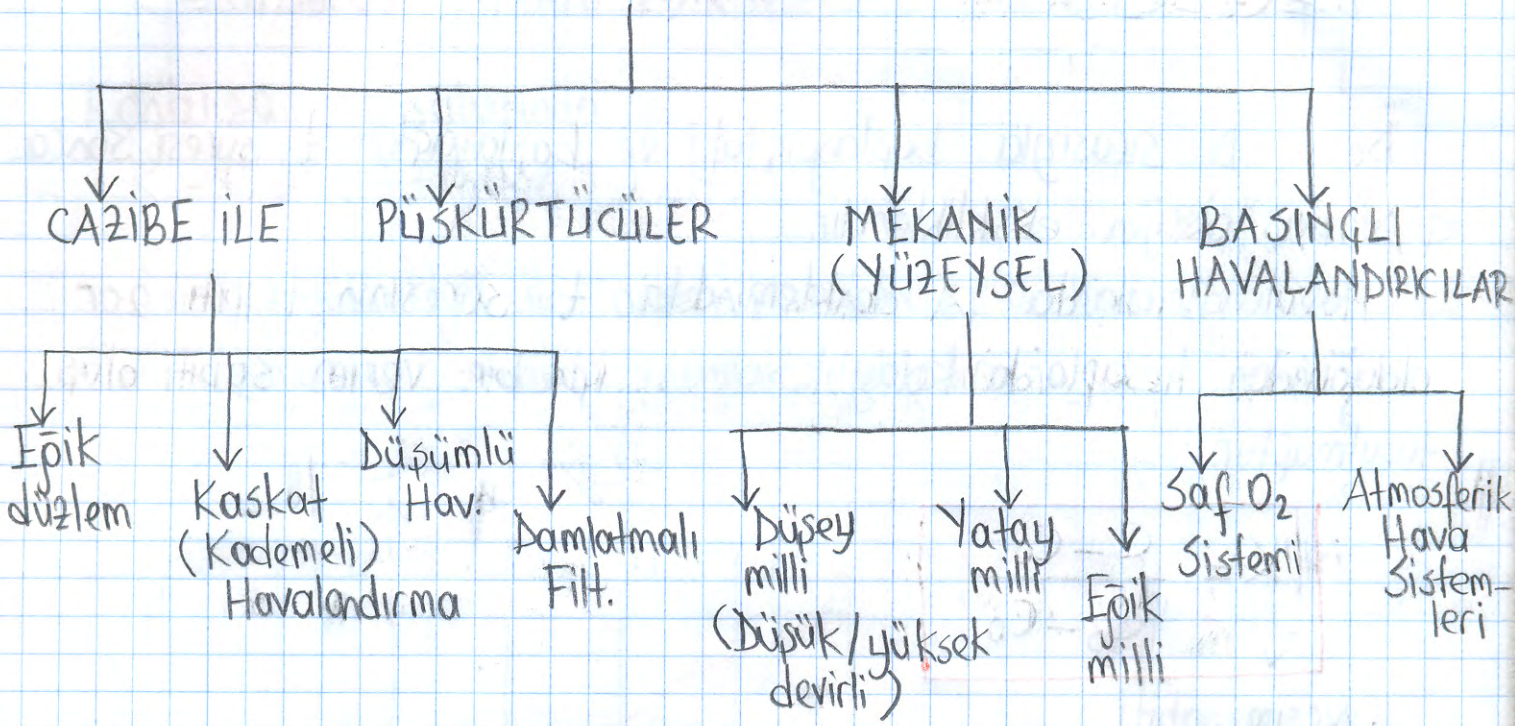
L : korumaya geçirilen hattın uzunluğu

HAVALANDIRMA

Havalandırmanın amacı gazların suya transferi ya da sudan piderilmesidir. Bu amaçlar:

- Oksijen kazandırmak
 - CO_2 kazandırmak ya da pidermek
 - Hidrojen sülfür pidermek
 - Metal pidermek
 - Uçucu yağ ve kimyasal pidermek
 - Dezenfeksiyon
- şeklinde sıralanabilir.

HAVALANDIRICILAR



Havalandırma Hızı Katsayısı

Gas transfer hızı çözünmüş oksijen eksikliği ile doğru orantılıdır.

Yani

$$\frac{dc}{dt} = -k_2 (C_s - c)$$

yazılabilir. Burada k_2 havalandırma hız katsayısıdır.

C_s : doygunluk konsantrasyonu

C : t anındaki konsantrasyon

$$t=0 \Rightarrow C = C_0$$

$$C = C_s - (C_s - C_0)e^{-k_2 t}$$

veya

$$\frac{C_s - C}{C_s - C_0} = e^{-k_2 t} \quad \dots (A)$$

$$D_0 = C_s - C_0$$

$$D = C_s - C$$

$$D = D_0 e^{-k_2 t}$$

D_0 ve D sırasıyla başlangıçtaki ve başlangıçtan t süresi sonra gözünmüş oksijen eksiklikleridir.

Havalandırıcılarda A denklemindeki t süresinin tespiti zor olduğundan hesaplarda kolaylık olması için bir verim sabiti oluşturulmuştur.

$$K = \frac{C - C_0}{C_s - C_0}$$

verim sabiti

Buna göre

$$\frac{C_s - C_e}{C_s - C_0} = e^{-k_2 t_k} = \text{sabit} = 1 - K$$

C_e : herhangi bir t süresinde O_2 konsantrasyonu

t_k : kararlı hale gelene kadar geçen süre

Havalandırıcıların Hesabı

1- Düşümlü Havalandırıcılar

Tek düşümlü oluşan havalandırıcılarda K verim sabiti, düşüm yüksekliği, sıcaklık ve suyun kirlilik derecesine bağlıdır. Bu değer temiz sularda,

$$K = 0,45 (1 + 0,046 T) \times h$$

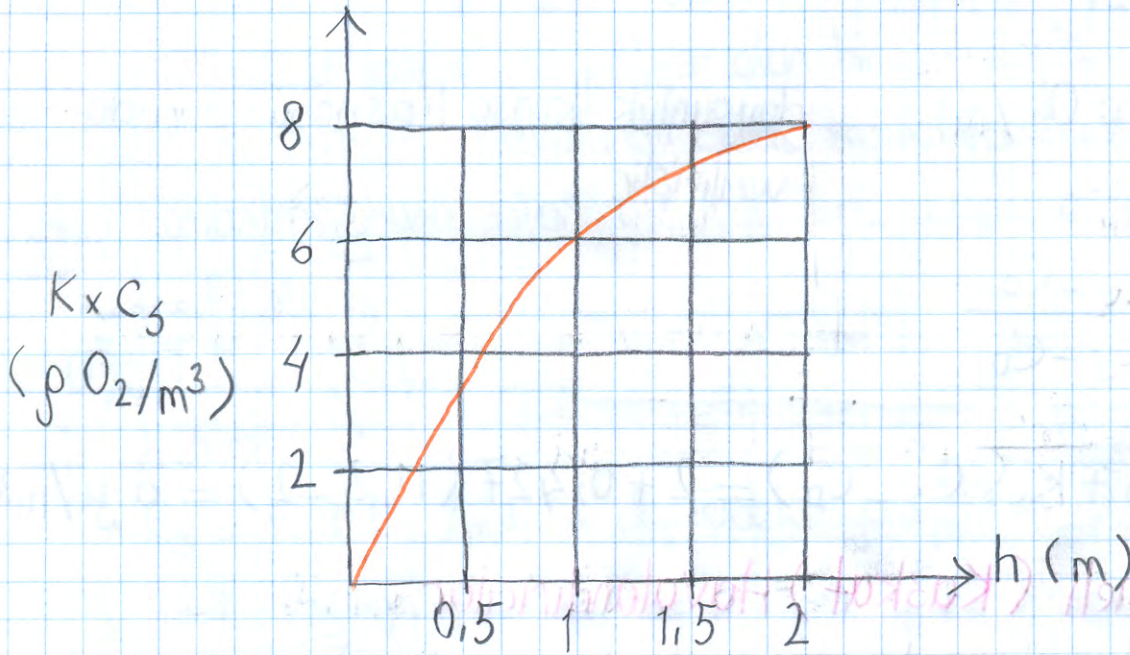
Kirli sularda ,

$$K = 0,36 (1 + 0,046 T) \times h$$

Kanalizasyon sularında ,

$$K = 0,29 (1 + 0,046 T) \times h$$

Düşüm yüksekliği ile artan havalandırma verimliliği belirli bir yükseklikten sonra sabit bir değere yaklaşır.



Düşümlü havalandırıcılarda havalandırma verimliliği O_e ile gösterilir. 0,4 ile 0,7 $kg O_2 / joule$ arasındadır.

$$O_e = \frac{K \times C_s \times \eta}{\rho \times h} \quad \eta : \text{verim}$$

Bu tip havalandırıcılarda uygun düşüm yüksekliği 0,4 - 0,8 m arasındadır.

Örnek: $T = 10^\circ\text{C}$

$$C_0 = 2 \text{ gr } O_2 / \text{m}^3$$

$$h = 0,65 \text{ m}$$

$$C_e = ?$$

Not: Akarsu

$$K = 0,45 (1 + 0,046 T) \times h$$

$$K = 0,45 (1 + 0,046 \times 10) \times 0,65$$

$$K = 0,427$$

$C_s = 11,3 \text{ gr } O_2 / \text{m}^3$ → doygunluk konsantrasyonu soruda verilmiştir.

$$K = \frac{C_e - C_0}{C_s - C_0}$$

$$C_e = C_0 + K (C_s - C_0) = 2 + 0,427 (11,3 - 2) = 6 \text{ gr } / \text{m}^3$$

2_ Kademeli (Kaskat) Havalandırıcılar

Su arıtımında sık sık kullanılan en basit ve ucuz havalandırma sistemleridir. Tek düğümlü havalandırıcılarda düşüm yüksekliğinin belli bir yüksekliğin üzerine çıkması durumunda verimin azalması sebebiyle bu sistemler geliştirilmiştir.

$$(C_e - C_0) = K (C_s - C_0)$$

ifadesinde toplam düşüm yüksekliği n adet kademeye bölünür ve her kademelerin verim sabiti,

$$K_n = \frac{K}{n}$$

şeklinde ifade edilirse n . kademe sonunda oksijen konsantrasyonu,

$$C_n = C_s - (C_s - C_0) \left(1 - \frac{K}{n}\right)^n$$

ile bulunur.

Burada $\frac{K}{n}$ her bir kademenin verim sabiti olarak alınmalıdır. Mevcut sabit bir düşüm yüksekliğinin olması durumunda toplam düşüm yüksekliğinin kaç kademeye bölünmesi gerektiği bilinmemiştir. Çünkü belli bir düşüm sayısında Ç.O. içeriği ulaşabileceği en büyük değere çıkacaktır.

Örnek: Ç.O. değeri 2 gr/m^3 olan bir su toplam düşüm yüksekliği $1,5 \text{ m}$ olan bir havalandırıcıda havalandırılacaktır. En büyük çıkış konsantrasyonuna ulaşmak için kaç kademe yapılmalıdır?

$$C_s = 10 \text{ gr/m}^3$$

a) Tek düşüm:

$$h = 1,5 \text{ m}$$

$$K \times C_s = 7 \text{ gr } O_2 / \text{m}^3 \quad (\text{defterdeki grafikten bulundu.})$$

$$K = \frac{7}{10} = 0,7$$

$$C_1 = C_s - (C_s - C_0) \left(1 - \frac{K}{n}\right)^n \\ = 10 - (10 - 2) \left(1 - 0,7\right)^1 = 7,6 \text{ gr } O_2 / \text{m}^3$$

b) İki düşüm:

$$h = \frac{1,5}{2} = 0,75 \text{ m}$$

$$K \times C_s = 5 \Rightarrow K = \frac{5}{10} = 0,5$$

$$C_2 = 10 - (10 - 2) \left(1 - \frac{0,5}{2}\right)^2 = 8 \text{ gr } O_2 / \text{m}^3$$

c) Üç düşüm:

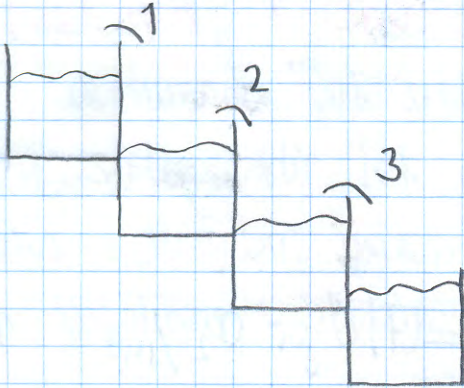
$$h = \frac{1,5}{3} = 0,5 \Rightarrow K \times C_s = 3,5$$

$$K = \frac{3,5}{10} = 0,35$$

$$C_3 = 10 - (10 - 2) \left(1 - \frac{0,35}{3}\right)^3$$
$$= 7,8 \text{ gr } O_2 / m^3$$

(3. kademeye gerek yok. Çünkü verim daha da düştü.)

Örnek: Bir kaskat havalandırıcıda 3 kademe bulunmaktadır. Her kademe oksijen konsantrasyonunu sıfırdan doygunluk değerinin %30'una yükseltmektedir. Giriş suyu sıcaklığı 20°C ve O_2 konsantrasyonu doygunluk değerinin %10'u ise çıkış suyundaki konsantrasyon ne olur?



$$C = 0 \rightarrow C_e = 0,3 C_s$$

$$K = \frac{C_e - C_0}{C_s - C_0} = \frac{0,3 C_s - 0}{C_s} = 0,3$$

$$20^\circ\text{C}'de C_s = 9,2$$

$$C_0 = 0,1 C_s$$

$$C_e = C_0 + K(C_s - C_0)$$

$$C_{e_1} = 0,1 C_s + 0,3(C_s - 0,1 C_s) = 0,37 C_s$$

$$C_{e_2} = 0,37 C_s + 0,3(C_s - 0,37 C_s) = 0,56 C_s$$

$$C_{e_3} = 0,56 C_s + 0,3(C_s - 0,56 C_s) = 0,69 C_s$$

$$C_e = 0,69 \times 9,2 = 6,36 \text{ gr } O_2 / m^3$$

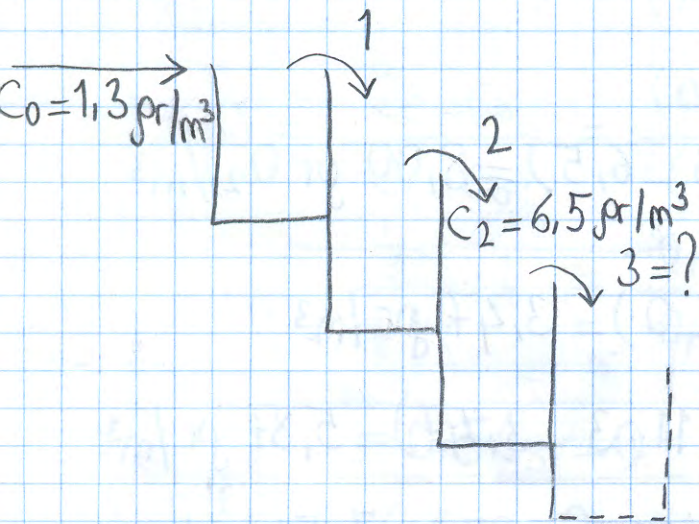
Örnek: İki kademeden oluşan bir kademeli havalandırıcı

1,3 gr/m³ konsantrasyonunda bir yeraltı suyunun havalandırılmasında kullanılmaktadır. Havalandırılmış suyun O₂ kons. 6,5 gr/m³ ve sıcaklığı 10°C'dir. Bu konsantrasyon yeterli pörülmeyle 3. bir kademe inşası planlanmıştır.

a) 3. kademeden sonraki G.O. konsantrasyonu ne olur?

b) Bu yeraltı suyu anaerobik olsaydı 3. kademe sonrası

G.O. konsantrasyonu ne olurdu?



$$C_0 = 1,3 \text{ gr/m}^3$$

$$C_e = 6,5 \text{ gr/m}^3$$

$$C_s = 11,3 \text{ gr/m}^3 \text{ (10°C için)}$$

$$a) \frac{C_e - C_0}{C_s - C_0} = K \Rightarrow C_e = C_0 + K(C_s - C_0)$$

$$C_{e_1} = \overset{C_0}{1,3} + K(11,3 - 1,3) = 1,3 + 10K$$

$$C_{e_2} = 6,5 = \underbrace{(1,3 + 10K)}_{C_0} + K(11,3 - 1,3 - 10K)$$
$$10K^2 - 20K + 5,2 = 0$$

$$K_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$K_{1,2} = \frac{20 \pm \sqrt{(20)^2 - 4 \times 10 \times 5,2}}{2 \times 10}$$

$$K_1 = 1,69$$

$$K_2 = 0,307$$

Verim sabiti 1'den büyük olamaz. Bu nedenle $K = 0,307$

$$C_{e_1} = 4,37$$

$$C_{e_2} = 6,5$$

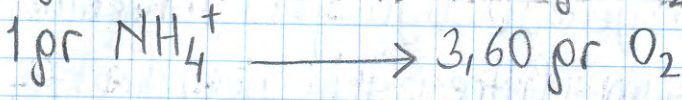
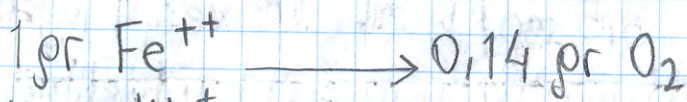
$$C_{e_3} = 6,5 + 0,307(11,3 - 6,5) = 8,00 \text{ gr } O_2 / m^3$$

b)

$$C_{e_1} = 0 + 0,307(11,3 - 0) = 3,47 \text{ gr } / m^3$$

$$C_{e_2} = 3,47 + 0,307(11,3 - 3,47) = 5,87 \text{ gr } / m^3$$

$$C_{e_3} = 5,87 + 0,307(11,3 - 5,87) = 7,54 \text{ gr } / m^3$$



Fe⁺⁺ için $0,14 \cdot 3,5 = 0,49 \text{ gr O}_2/\text{m}^3$ oksijene ihtiyaç var

NH₄⁺ için $3,60 \cdot 1 = 3,60 \text{ gr O}_2/\text{m}^3$ // // //

+

$4,09 \text{ gr O}_2/\text{m}^3 \rightarrow$ hepsi burada oksitleniyor

$$C_e = C_0 + K(C_s - C_0)$$

$$= 0 + 0,944(9 - 0) = 8,496 \text{ gr O}_2/\text{m}^3$$

$$\text{Püskürtücü çıkışı} = 8,496 - 4,09$$

$$= 4,406 \text{ gr O}_2/\text{m}^3$$

Düşümlüden sonra:

$$C_e = C_0 + K(C_s - C_0)$$

$$= 4,406 + 0,5(9 - 4,406) = 6,71 \text{ gr O}_2/\text{m}^3$$

(Düşüm yüksekliği yetmezse $K \times C_s$ işleminden sonra profiğe göre K değeri bulunur.)

(Örneğin O₂ gereksinimi 7 istenseydi biz 6,71 bulduk.

$6,71 < 7$ olduğu için profikten yararlanır.)

Örnek: 10°C sıcaklıkta ve 5 m³/sn debideki anaerobik yeraltı suyunun havalandırılması için her biri 0,3 m yükseklikte kaskat havalandırıcılar kullanılacaktır. Her bir kademe O₂ konsantrasyonunu doyumluk değerinin %10'undan %30'una yükselttiğine göre havalandırmadan sonra O₂ konsantrasyonunu doyumluğun %70'ine yükseltebilmek için kaç kademe gereklidir?

Not: C_s değeri bilinmiyor.

$$K = \frac{C_e - C_0}{C_s - C_0} = \frac{0,3C_s - 0,1C_s}{C_s - 0,1C_s} = \frac{0,2}{0,9} = 0,222$$

$$C_{e_1} = C_0 + K(C_s - C_0) \Rightarrow$$

$$C_{e_1} = K \times C_s = 0,222 C_s$$

$$C_{e_2} = 0,222 C_s + K(C_s - 0,222 C_s) = 0,395 C_s$$

$$C_{e_3} = 0,395 C_s + K(C_s - 0,395 C_s) = 0,529 C_s$$

$$C_{e_4} = 0,529 C_s + K(C_s - 0,529 C_s) = 0,633 C_s$$

$$C_{e_5} = 0,633 C_s + K(C_s - 0,633 C_s) = 0,714 C_s$$

(%70 verimi yakaladık. %70'den yüksek olabilir ama düşük olamaz.)

Proje için havalandırıcıların kullanımı:

$$Fe^{++} = 2,1 \text{ ab gr/m}^3$$

$$Mn^{++} = 1,1 \text{ ab gr/m}^3$$

$$NH_4^+ = 0,1 \text{ ab gr/m}^3$$

0,29 gr

$$Co = 4,1 \text{ ab gr/m}^3$$

$$Ce = 7,5 \text{ ba gr/m}^3$$

Bunlar suda var olarak kabul edilecek.

(K değeri bulunur. Fe, Mn, NH₄ için ne kadar O₂ gerektirir bulunur. Bunlar oksitlendiğinde 7,5 ba değerine çıkana kadar kademeler devam eder. Kendi değerine göre 1 kademe, 2 veya 3... kademeye kadar çıkabilir.)

(İstersek kaskat havalandırıcı kullanabiliriz. Ancak yeterli olmazsa püskürtücü v.s. kullanılacak.)

HIZLI KARIŞTIRMA VE YUMAKLAŞTIRMA

Su ve atıksulardaki kendiliğinden çökemeyen (özellikle kolloitler) maddeleri kimyasal madde yardımıyla çökeltilebilir gruplar (yumaklar) haline getirmesi işlemine yumaklaştırma işlemi denir. Yumaklaştırma işlemi nitrat, amonyum, klorür, sülfat, kobalt, nikel, siyanür, koku, fenoller gibi maddelerin arıtımında kullanılmaz. Özellikle bulanıklık, askıda katı, fosfat, demir, alüminyum, bakır, renk, Koi, Boi ve virüsler ile bakterilerin gideriminde oldukça işe yarar bir işlemdir. Genellikle hızlı karıştırma ve yumaklaştırma iki ayrı havuzda gerçekleştirilir. Bazı sistemlerde karıştırma, yumaklaştırma ve çöktürme birarada uygulanır. Yumaklaştırıcı olarak genellikle Fe ve Al tuzları, bazı sülfatlar ve kireç kullanılır.

Yumaklaştırıcı Yardımcıları

İşlemi hızlandırmak, daha büyük yumaklar elde etmek, sudaki Al ve Fe konsantrasyonlarını azaltmak ve suda organik maddelerden ileri gelen rezepe pidermek için yumaklaştırıcı yardımcıları kullanılır. En büyük özellikleri kendilerinin yumaklaştırıcı olmayıp herhangi bir yumaklaştırıcı ile kullanıldıklarında işleme yardımcı olmalarıdır. En önemlileri kil, kalsit, polielektrolitler, aktif silika, bazı alkali ve asitlerdir.

Bazı killer suya kötü koku ve tat veren maddeleri adsorbe ederler. Ayrıca opirlikleri fazla olduğundan gökeme işlemini kolaylaştırırlar. Kalsit özellikle bulanıklığı az olan suların arıtımında kullanılır. Polielektrolitler anyonik, katyonik ve iyonik olmayan türlere sahiptirler. Sentetik ve doğal olanları mevcuttur. Alüminyum maddelerle kullanıldıklarında çok hızlı gökebilen yumaklar oluştururlar. Sentetik polielektrolitler insan sağlığına zararlı olduğundan kullanımlarına dikkat edilmelidir. Ayrıca çok pahalıdır. Aktif silika özellikle alüminyum ile birlikte kullanıldığında kısa zincirli polimerler oluşur. pH'ın yumaklaştırma verimi üzerine etkisi çok olduğundan çeşitli alkali ve asitler kullanılır.

Yumaklaştırma Verimine Etki Eden Unsurlar

- 1- Bulanıklık
- 2- Kolloidlerin miktarı
- * 3- pH
- 4- Bekletme süresi
- 5- Sıcaklık
- 6- Alkalinite
- 7- İyonların miktarı
- 8- Yumaklaştırıcı cins ve dozajı

Yumaklaştırıcıda en önemli nokta pH'dır. Alüminyum sülfat asidik; sodyum alüminat (NaAlNO_2) alkali; ferri klorat, ferri sülfat, ferro sülfat asidik ve sönmüş ve sönmemiş kireç alkali ortamlarda kullanılır. Suda en iyi çözünürlüğü ferri klorattır (100 gr suda 91,9 gr çözünür).

Hızlı Karıştırma Havuzu Projelendirme Kriterleri

1- **Bekletme Süresi:** Kullanılan kimyasala bağlı olarak uygun bir bekletme süresi seçilir. Örneğin kireç için en az 3,5 - 4 dak, alum için 1,5 - 2 dak, polielektrolit ile kullanıldığında 0,5 - 1 dakikadır.

t: sn (30 ~ 300)

2- **Hız Gradyanı:** $G: \text{sn}^{-1}$ (200 ~ 1000)

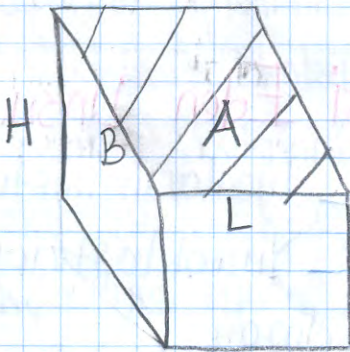
3- **Viskozite:** $\mu: \text{N} \cdot \text{sn} / \text{m}^2$: $\text{kp} \cdot \text{sn} / \text{m}^2$

Sıcaklıkla değişir. Sistem dizaynında soğuk su için projelendirilmelidir. Örneğin 5°C için $\mu = 1,56 \times 10^{-6} \text{ kp} \cdot \text{sn} / \text{m}^2$

$$* \mu = 1,56 \times 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{sn} / \text{m}^2$$

4- **Dizayn:**

$$V = Q \times t$$

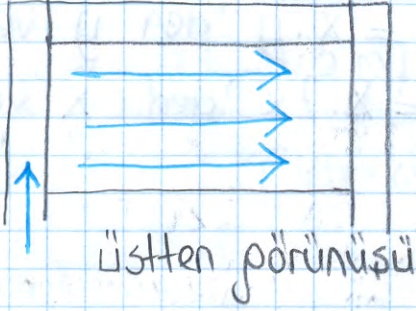
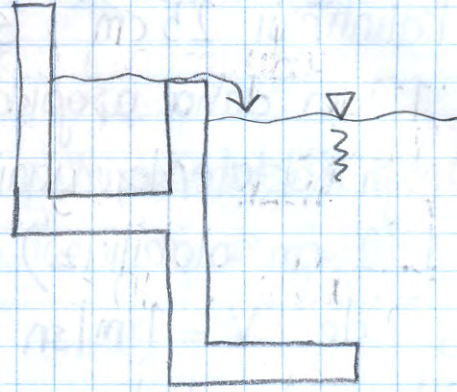


$$A = \frac{V}{H} \quad (\text{m}^2)$$

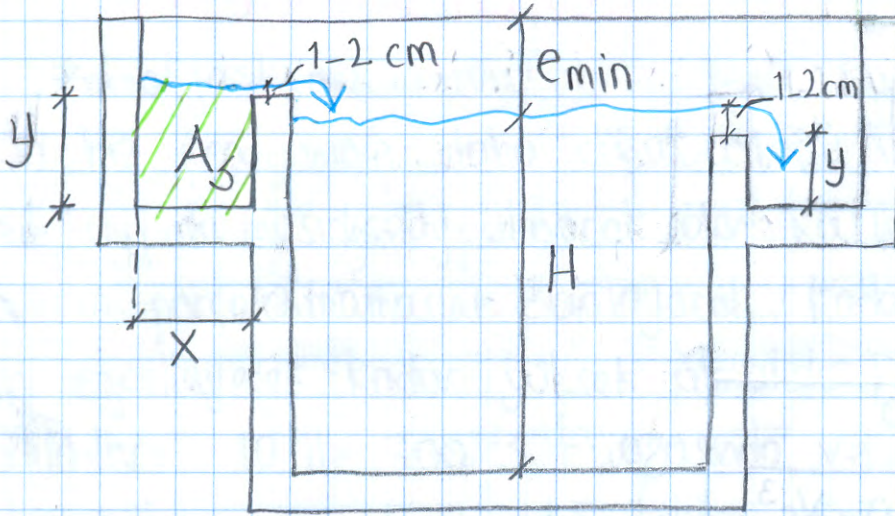
$$= B \times L \quad (B = L \text{ için})$$

$$= B^2$$

Savak Hesabı



Genellikle 2x=y



$$A_s = y \times x$$

$$Q = V \times A_s$$

$$(0,5 - 1,5 \text{ m/sn})$$

(Genellikle savaklarda $x < y$ 'dir.)

(Tavsiye olarak $2x = y$ şeklinde dikdörtgen yapabilirsin.)

(y 'ye 3-5 cm ekleyerek y 'nin obukü duvarın tüm boyu bulunabilir. Yani $\text{emin} = 3-5 \text{ cm}$ alınabilir.)

(Burada Q toplam debidir. Tek havuz varsa Q debisi alınır. Örneğin 4 havuz varsa herbirine $Q/4$ debisi girer.)

- (Yaklaşık 3 m su için 25 cm duvar kalınlığı alınabilir.)
- * Duvar kalınlığını 25 cm , savaklar 10 cm alınacak → proje için
- (2. savak 1.'den daha aşağıda olacak.)
- (Suyun taşıdığı noktalarda yani kısa duvarla su arasını her iki savak için 1-2 cm alabiliriz.)
- ($Q = V \times A_s$ 'de $V = 1$ m/sn alınabilir.)
- ($Q = A_s \times V$ 'den A_s bulunur. $A_s = x \cdot y$ 'den y ve x bulunur. Örneğin $y = 2x$ alırsan $A_s = x \cdot 2x$ 'den x ve y 'yi buluruz.)

Karıştırıcı Hesabı

$$P = G^2 \times M \times V$$

- P: güç
- G: hız gradyanı
- V: karıştırılan hacim
- M: viskozite

$$A_p = \frac{2P}{C_D \times \rho \times V_r^3}$$

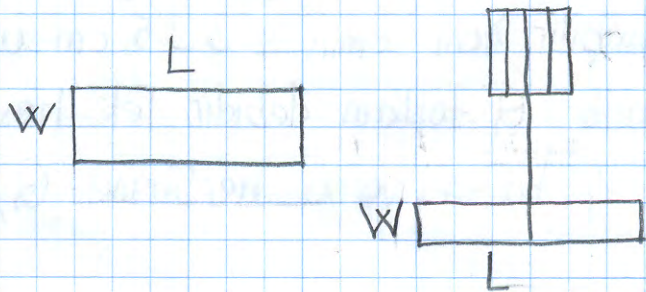
V_r : pedal izafi hızı

A_p : pedal alanı

P: güç

C_D : pedal hız katsayısı

C_D	1,2	1,5	1,9
L/w	5	20	∞



* (Tavsiye olarak pedal boyu $L = 1$ m alınabilir.)

$$A_p \leq 0,2 A \text{ alınacak.}$$

(Toplam pedal alanı havuz alanından küçük olacak. $A_p \leq 0,2 A$ şartına göre \rightarrow bu şartta A_p için toplam pedal alanına göre kural geçerli.)

$$V_r = 0,75 V^{\circ}$$

1,5 m/sn

Karıştırıcının hızı (pedal hızı)

İzafi hız

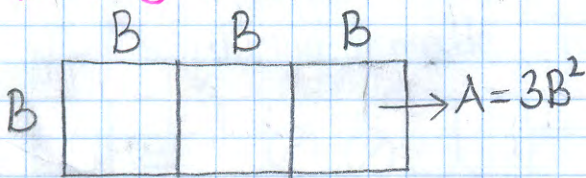
(devir hızı)

(suyun pedala göre dönme hızı)

Yumaklaştırma Havuzu

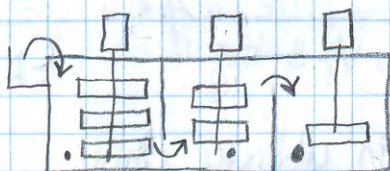
Yumaklaştırma havuzlarının hızlı karıştırma havuzlarından farklı hız gradyanının daha düşük oluşu ve her bölmede azaltılarak uygulanmasıdır. Uygulanacak olan karıştırma hızı oluşan yumakların parçalanmamasını sağlayacak kadar düşük ve çökeltmelerini engelleyecek kadar yüksek olmalıdır. Bu havuzların hız gradyanları 10 ile 100 s^{-1} arasında ve bekleme süreleri her bir bölme için 5 ile 15 dakika arasında olmalıdır. Havuzlar en az iki bölmeli inşa edilmelidir (seri bağlı).

Dizaynı:



$$G = 10 \sim 100 \text{ sn}^{-1}$$

$$t = 5 \sim 15 \text{ dak (her bir bölme)}$$



Örneğin ;

1. 2. 3.

G : 80 60 40 sn⁻¹

t : 10 10 10 dak

$$10^4 < \sum G \times t < 10^5$$

$$\sum G \times t = 10 \times 60 \rightarrow (\text{sn'ye çevirdik}) (80 + 60 + 40) \\ = 108600 \text{ (uygun değil)}$$

$$\sum G \times t = 8 \times 60 (80 + 60 + 40) \\ = 86400 \text{ (aralığa düştüğü için uygun)}$$

Havuzdaki toplam bekletme süresi: $8+8+8=24$ dak

hacim $\leftarrow V = Q \times t_{\text{toplam}}$
 $A = \frac{V}{H} = 3B^2$

H : 2-4 m arası (su yüksekliği)

(Buradan B bulunur.) (Buradaki alan 3 bölmenin toplam alanıdır.)

$$V = Q \times t_{\text{bölme}} \\ A = B^2 \text{ olur.}$$

$$P = M \times G^2 \times V \rightarrow \text{hacim}$$

püç \leftarrow

$$P_1 = M \times 80^2 \times B^2 \times H$$

$$P_2 = M \times 60^2 \times B^2 \times H$$

$$P_3 = M \times 40^2 \times B^2 \times H$$

\rightarrow bir bölme için

pedal alanı $\leftarrow A_1 = \frac{2P_1}{C_D \times \rho \times V_r^3}$

$$A_2 = \frac{2P_2}{C_D \times \rho \times V_r^3}$$

$$A_3 = \frac{2P_3}{C_D \times \rho \times V_r^3}$$

V_r : yumaklaştırmada karıştırıcı hızı 1'in altında alınır.

ρ : 1000'den az (999,8 kg/m³)

veya $V = 1$ m/sn

\downarrow
0,75 V

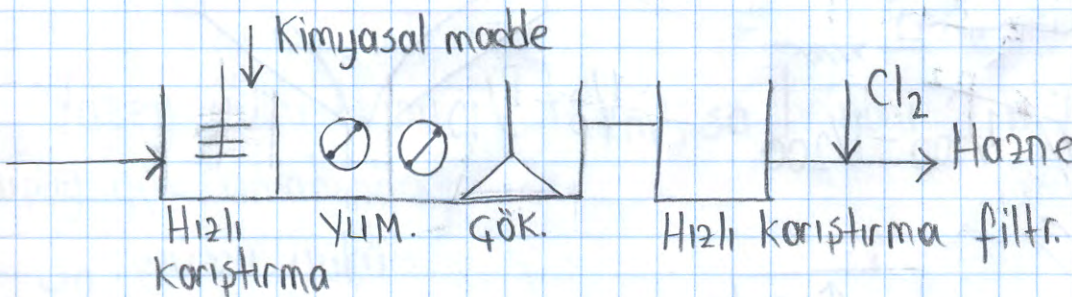
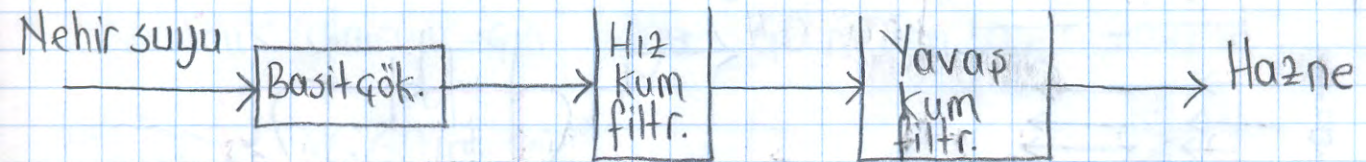
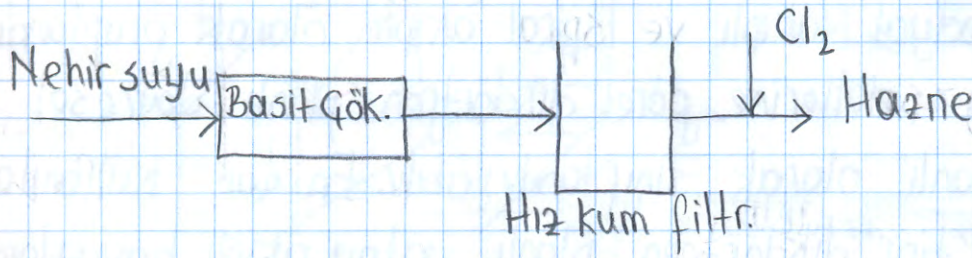
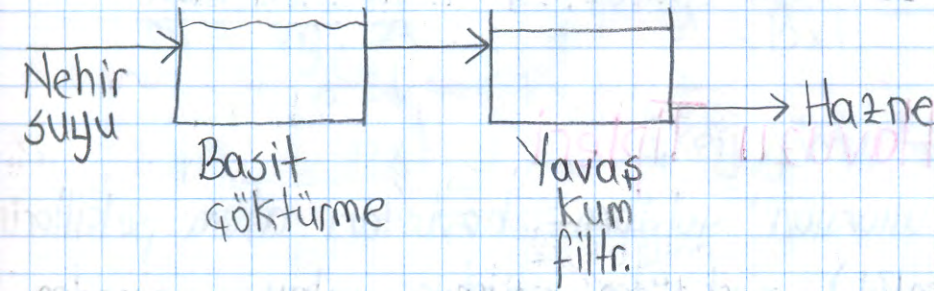
Pedal alanı karıştırıldığı havuzun yüzey alanının %20'sinden fazla olmayacak. $0,2 A \geq A_p$ (bir bölme için)

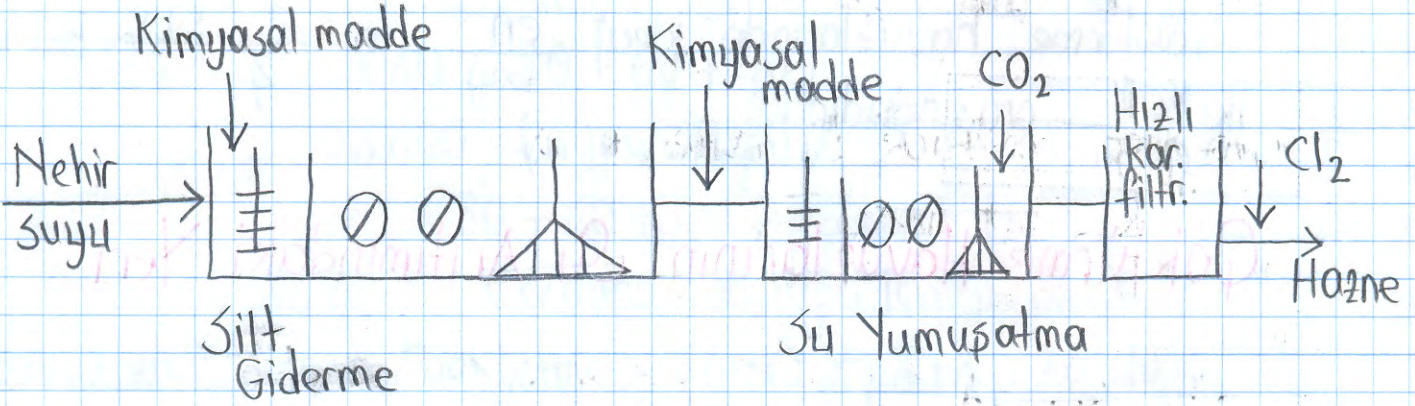
$$M = 1,56 \times 10^{-6} \text{ kg.sn/m}^2$$

GÖKTÜRME

Göktürme havuzlarında ideal $\frac{\text{en}}{\text{boy}}$ oranı $\frac{1}{4}$ 'tür. Bu değer $\frac{1}{3}$ ile $\frac{1}{5}$ arasındadır.

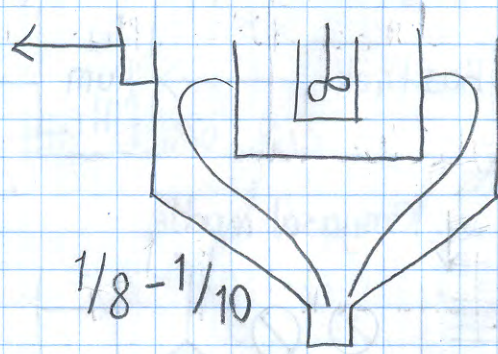
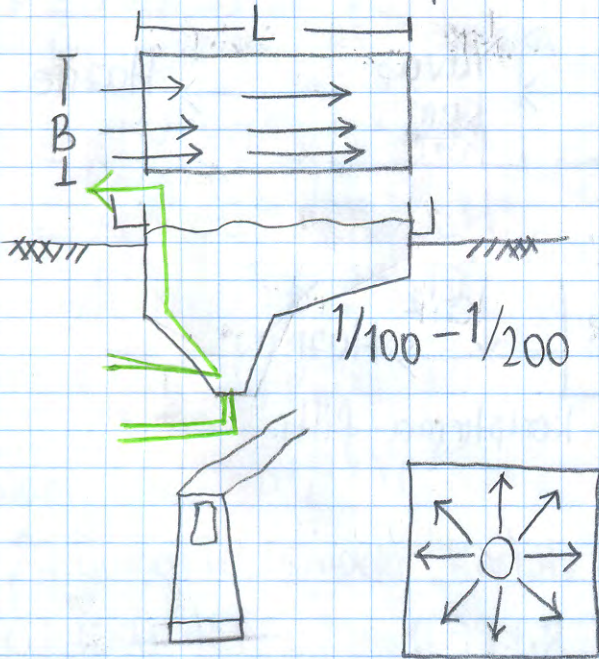
Göktürme Havuzlarının Su Arıtımındaki Yeri



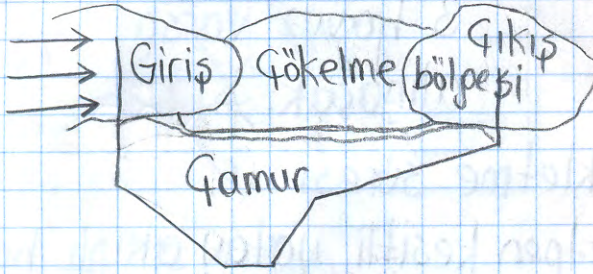


Göktürme Havuzu Tipleri

Su ortamında kullanılan göktürme havuzları akım şekillerine göre yatay akıplı (paralel) merkezden çevreye yatay, çevreden merkeze yatay radyal akıplı ve spiral akıplı olarak gruplandırılır. Ayrıca yüzey şekillerine göre dikdörtgen planlı, daireesel planlı ve kare planlı olarak sınıflandırılabilir. En çok kullanılan göktürme havuzu tipi dikdörtgen planlı yatay akıplı havuzlardır.



$$\frac{1}{5} < \frac{B}{L} < \frac{1}{3} \quad * \text{ optimum için } \frac{B}{L} = \frac{1}{4}$$



Gökürme havuzlarında yatay akış hızı

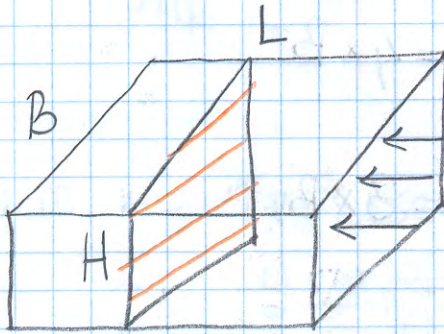
$$V_y \leq 10 \text{ mm/sn}$$

$$Q = V_y \cdot A$$

\downarrow
 $B \times H$

$$A = B \times H$$

\downarrow
dikey yönde kesit alanı



$$3 \times H \leq B \leq H \times 6$$

Ekonomik olması için boyu 60 m'den az olmalıdır.

$$L \leq 60 \text{ m}$$

Yüzey yükü birimi $[m^3/m^2 \cdot \text{sa}]$ yani $[m/\text{sa}]$ olarak düşey yük anlamındadır.

S_o : yüzey yükü

* Genellikle $S_o = 1,5 \sim 2 \text{ m}^3/m^2 \text{ sa}$ alınır.

$$S_0 = \frac{Q}{A} \rightarrow (B \times L)$$

(Proje için en az 2 adet göktürme havuzu yapılacak.)
 (Yani 2 havuz varsa $Q/2$, 3 havuz varsa $Q/3$ debisi alınacak.)

$$H = S_0 \times t$$

t: bekletme süresi
 (dikdörtgen kesitli yatay akışlı havuzlar da t süresi 1 saatten fazla alınır.)

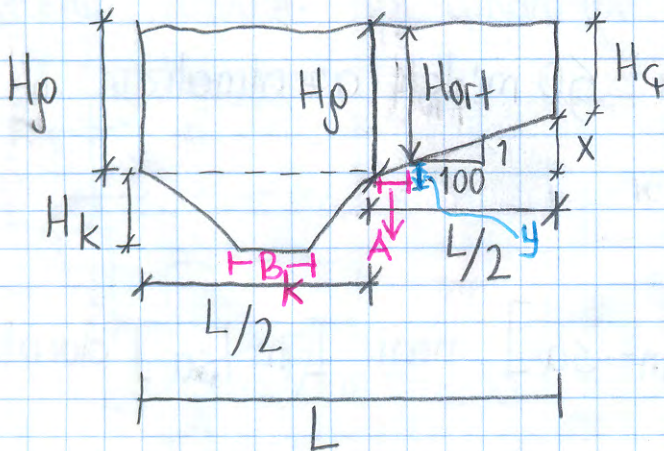
(Tavsiye olarak t 3 saatten az alınır. 1,5 - 2 sa yeterli olabilir.)

* H: 2 - 4 m alınabilir. Debi çok az ise 2 m'den daha az alınır.

$$A = B \times L$$

$$\frac{B}{L} = \frac{1}{4} \Rightarrow A = 4B^2 \Rightarrow L = 4 \times B$$

$$\frac{B}{L} = \frac{1}{3} \Rightarrow A = 3B^2 \Rightarrow L = 3 \times B$$

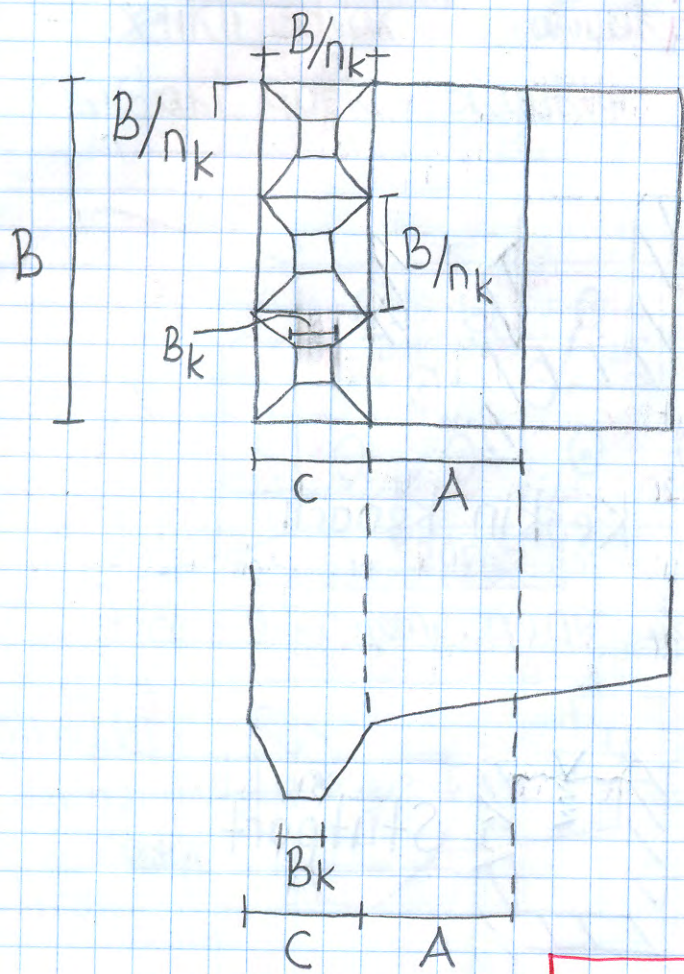


$$H = S_0 \times t$$

$$100 \rightarrow 1\text{m}$$

$$L/2 \rightarrow x?$$

$$\Rightarrow H_g = H_{ort} - x$$



n_k : koni sayısı

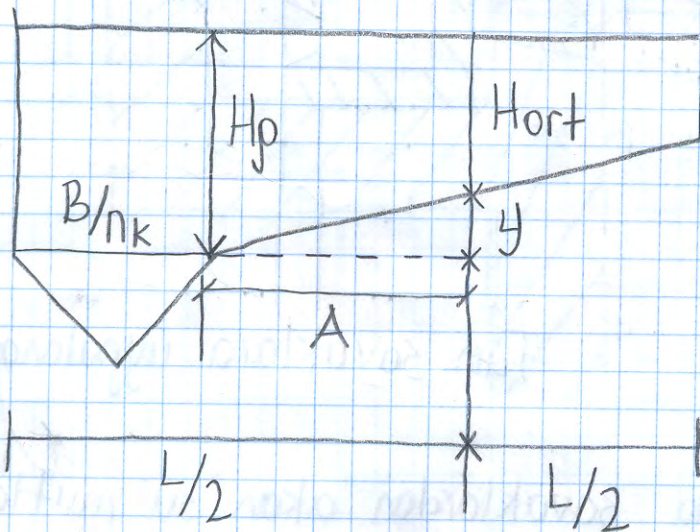
Koni sayısı en az 2, en fazla 4 tane.

Tavsiye edilen 3~4 tane.

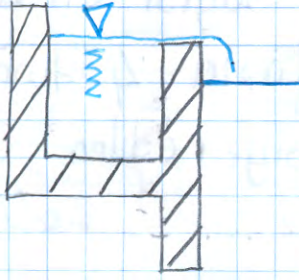
$$C = B/n_k \Rightarrow A = L/2 - B/n_k$$

100 m ~ 1 m ise

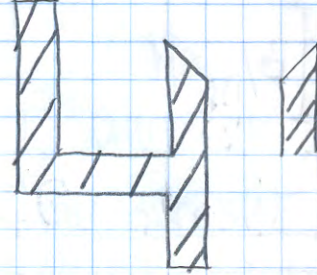
$$A \sim y \Rightarrow H_p = H_{ort} + y$$



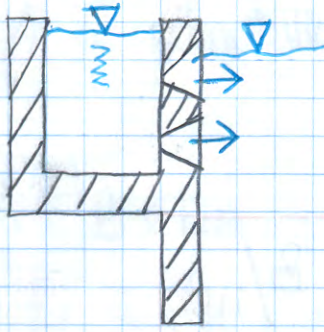
Giriş Yapısı Tipleri



Klasik savak
(düz kenarlı)



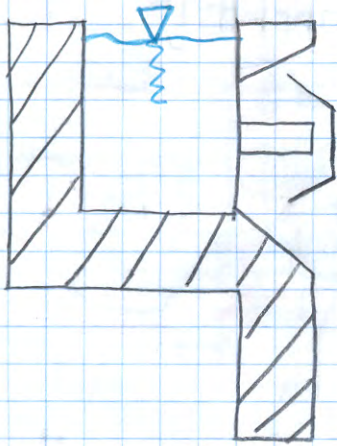
Keskin kenarlı



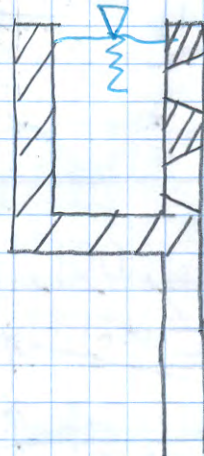
Delikli savak



Stutzpart



Clifford

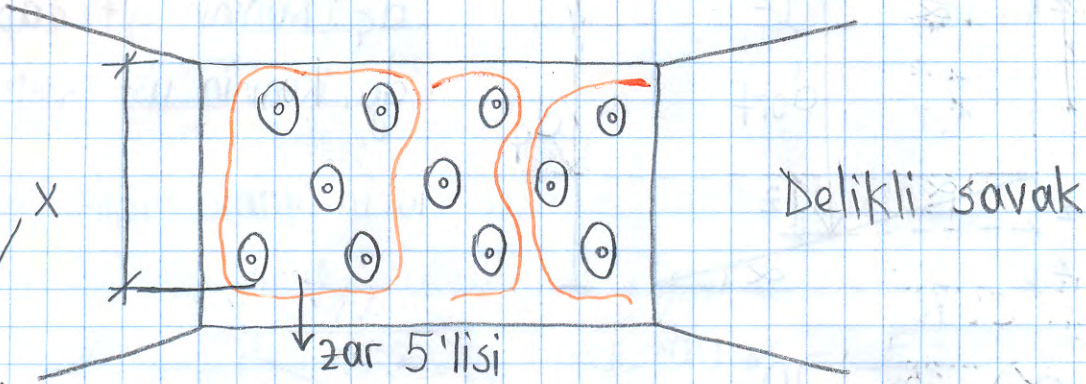


Perde

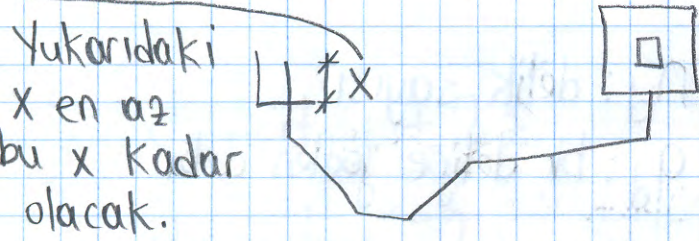
Tüm savaklara uygulanabilir

— Göktürme havuzlarında savaklardan akan su mutlaka laminar bir akım göstermelidir.

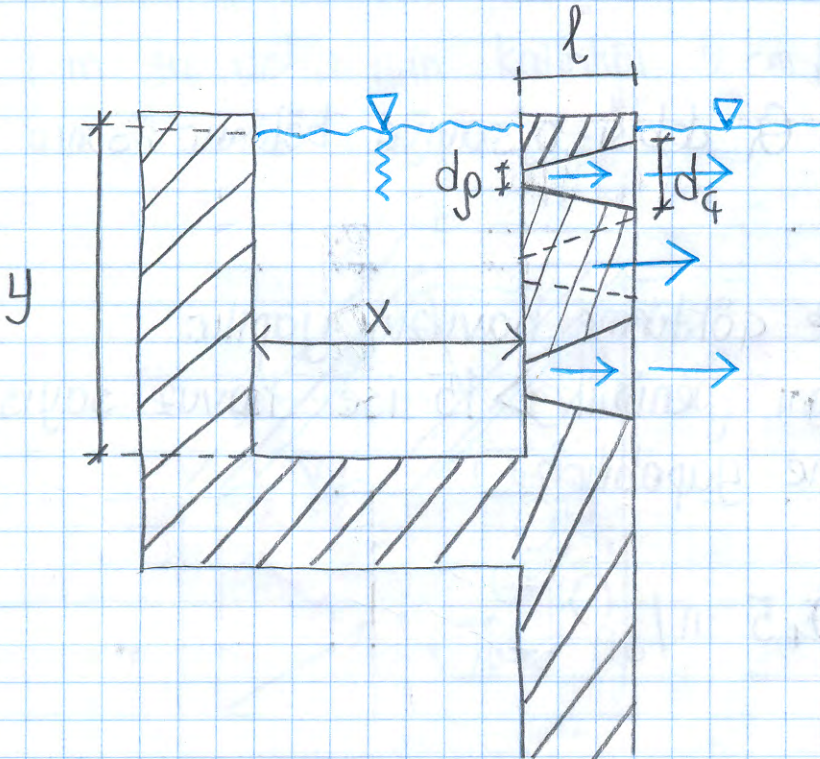
Delikli savak kullanmak uygundur. Girişteki çapları küçük, çıkıştaki çapları büyüktür. Suyu yavaşlatmak için.

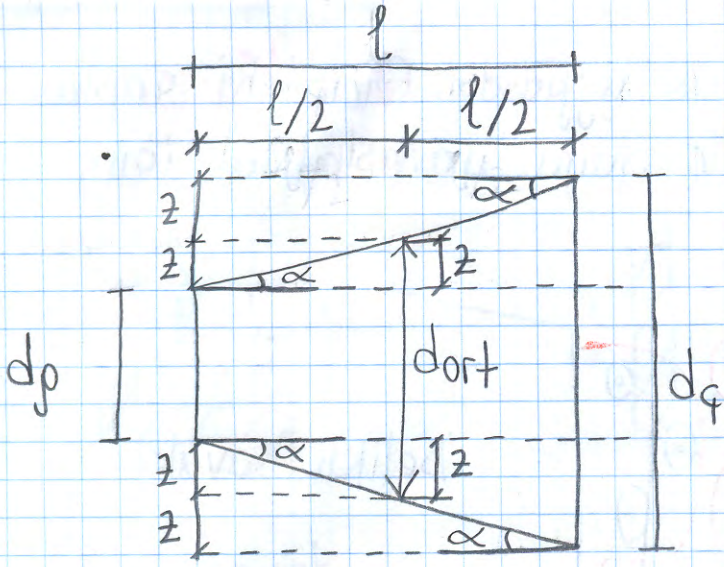


(Önce 5'er tane alınır, daha sonra 3'er 3'er gruplandırılır).



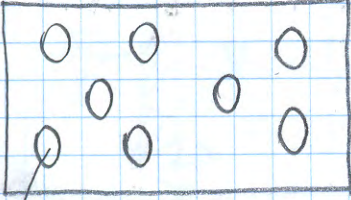
Delikli Giriş Yapısının Detaylandırılması





d_{ort} : ortalama koni çapı
 d_1 : koninin alt çapı
 d_0 : koninin üst çapı

$$\alpha = 5 \sim 10^\circ$$



n_d : delik sayısı
 q_d : bir deliğe geçen debi

$$n_d \geq 20 \text{ olsun}$$

$$q_d = Q/n_d$$

(Kaç havuz varsa Q debisi o sayıya bölünür, sonra işleme alınır.)

- ** En az 2 tane göktürme havuzu yapılır.
- ** $B > 15$ ise yani genişlik > 15 ise havuz sayısı artırılır. Örneğin 3 tane yapabiliriz.

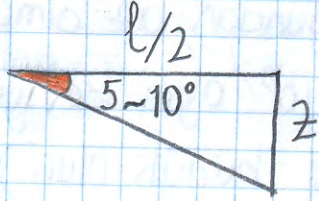
$$V = 0,1 \sim 0,5 \text{ m/sn}$$

↓
 deliklerden geçen su hızı

$$q_d = V_d \times a_d$$

$$a_d = \frac{\pi d_{ort}^2}{4}$$

bir deliğin alanı



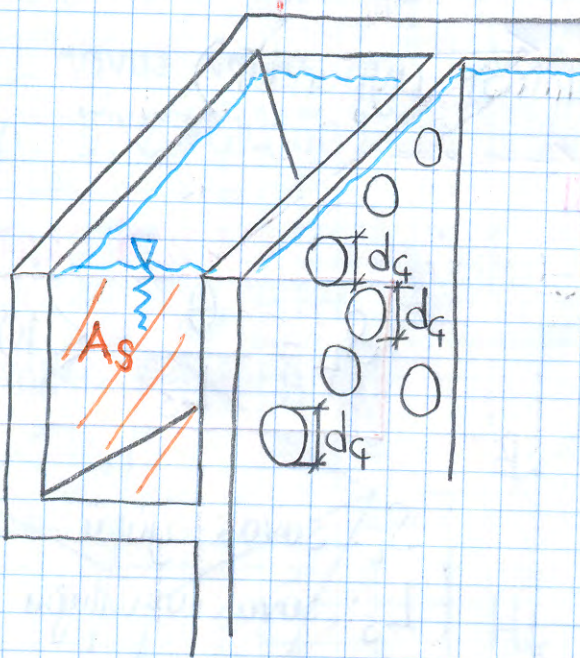
$$\tan \alpha = \frac{z}{l/2}$$

Buradan z bulunur

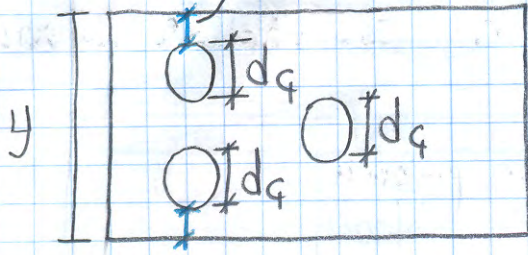
$$d_g = d_{ort} + 2z$$

$$d_p = d_{ort} - 2z$$

2 ~ 3 m'lik su için 20 ~ 25 cm duvar kalınlığı yeterlidir.
Her 1 m su artışı için kalınlığı 5 cm arttırılabilir.



bosluk için 5~10 cm yeterli



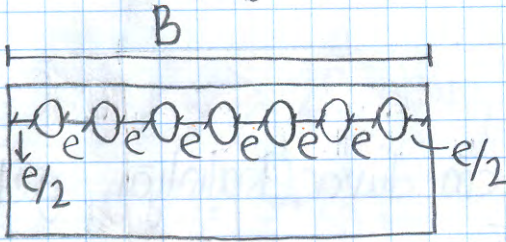
(Bu üç delik en fazla sınır sınıra durmalı, birbiri arasındaki fark fazla olur ama deliğin boyundan az olmaz.)

(Yani; $\bigcirc\bigcirc \rightarrow$ olmaz.) (3 delik ya aynı seviyede durur ya da daha büyük olur.)

$$Q = V \times A_s$$

\downarrow
 $y \times x$

e: boşluk

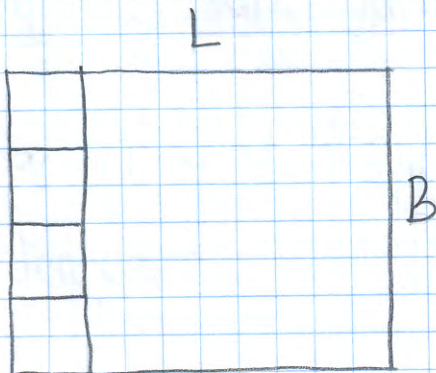


$$B = 7 \times d_g + (7+1)e$$

$$B = n \times d_g + (n+1)e$$

(Başta ve sonda $e/2$ olması uygundur.)

ÇIKIŞ Yapısı



$$S_L = \frac{Q}{L_s} \leq 10 \text{ lt/m.sn}$$

S_L : savak yükü

L_s : savak uzunluğu

- * Zayıf koapülantlarda S_L değeri 2,5 - 3'e kadar düşer.
- * Savak sayısı kanalda üzerinden su taşıyan duvar sayısıdır.

$$L_0 = B \quad (n_s = 1) \text{ için geçerli}$$

$$L_s = B \times n_s$$

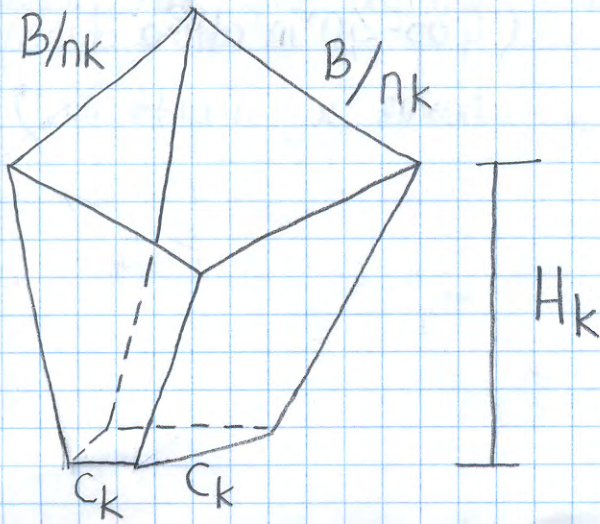
- * n_s (savak sayısı) kanalda üzerinden su taşıyan duvar sayısı
- * Savak sayısı virgülden sonra üste yuvarlanır. 7,1 ise 8 olur, 8,01 olsa 9 olur.

($S_L \leq 10$ şartını sağlamazsa savak eklenir.)

- * * Çift taraflı savak kanalında kanaldan geçen debi $\frac{2Q}{n_s}$ ise tek savaklarda $\frac{Q}{n_s}$ 'dir.

(Kaç savak varsa debi savak sayısına bölünür.)
(Örneğin 2 havuz varsa $Q/2$ alınır daha sonra 5 savak varsa $Q/2$ değeri 5'e bölünür.)

Çamur Konisi



$$V_k = \frac{(B/nk)^2 + C_k^2}{2} \times H_k$$

H_k : koni yüksekliği
 V_k : koni hacmi

Q_f : qamur debisi (m^3/sn)

V_f : qamur hacmi (m^3)

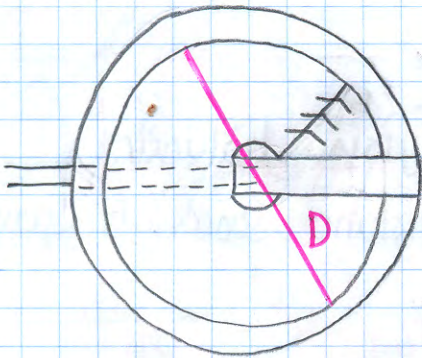
$$V_f = Q_f \times t_f$$

t_f : qamur çekme periyodu

Koniler tam dolu olunca $V_{f\ top} = V_{k\ top}$ olur.

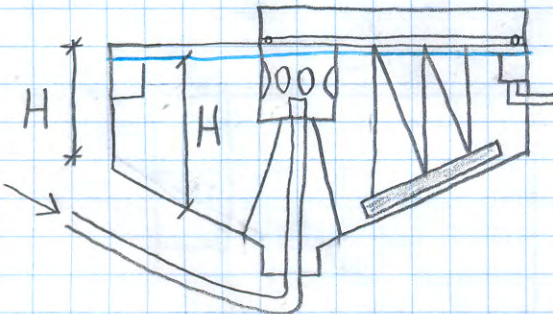
$Q_f \approx Q \times \%0,5$ (yaklaşık değeri)

Dairesel Planlı Gökürme Havuzu



$$S_0 = \frac{Q}{A}$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4} \quad (D \leq 40 \text{ m})$$

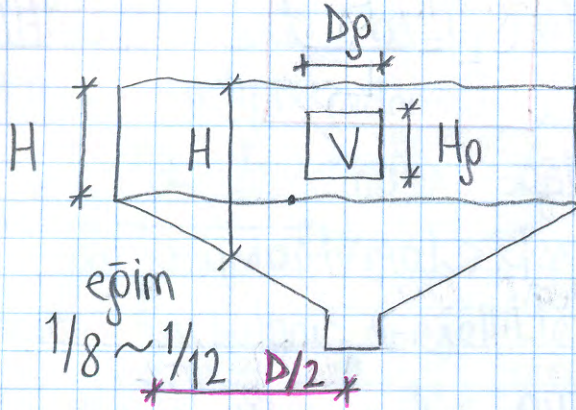


(En az iki havuz yapılır.)

(Çap 40'm altına düşene kadar havuz sayısı artırılır.)

$$V = Q \times t$$

t: bekleme süresi



$$V = \frac{\pi D^2}{4} \times H$$

(1/10) eğim 1/8 ~ 1/12 * D/2 *

Su yüksekliği (H) kenar duvar su derinliği olup bu durum havuzun sıyrıcılı olup olmamasına göre değişir. Sıyrıcılı havuzlarda havuz su yüksekliği olarak ortalama derinlik alınabilir.

* Taban eğimi 1/8 ~ 1/12 arasındadır. Ortalama olarak tavsiye edilen taban eğimi 1/10'dur.

Dp: silindirik giriş yapısının çapı

Hp: silindirik giriş yapısının yüksekliği

$$D_p \approx 1/10 D \quad (\text{Gajper})$$

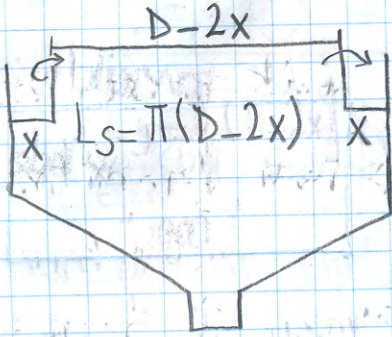
$$H_p \leq \frac{1}{3} H$$

Boru için; $Q = A \times V$

↓ (0,5 ~ 1,5 m/sn)

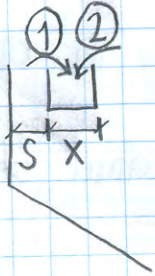
Savaklarda hız yine aynıdır ($V = 0,5 \sim 1,5 \text{ m/sn}$)

Savak Hesabı:



$$S_L = \frac{\theta}{L_s}$$

Diagram of a rectangular spillway cross-section. The length is labeled $L = \pi x D$.



$$L_s = \pi \cdot [D - 2(x + S)] + \pi \cdot (D - 2s)$$

2. duvarın çevresi 1. duvarın çevresi

(Tek savak 2 duvar var)

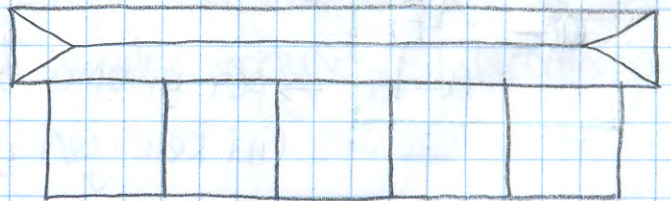
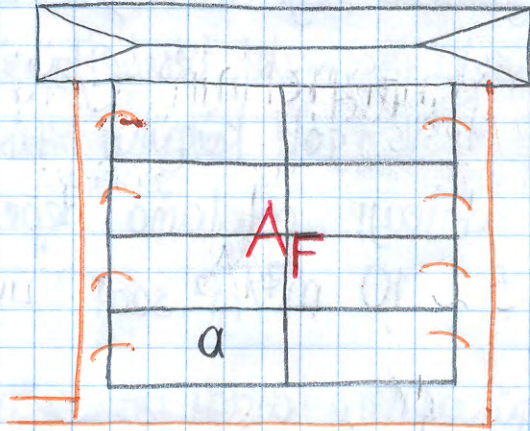
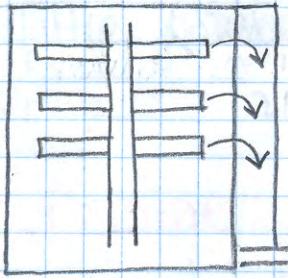
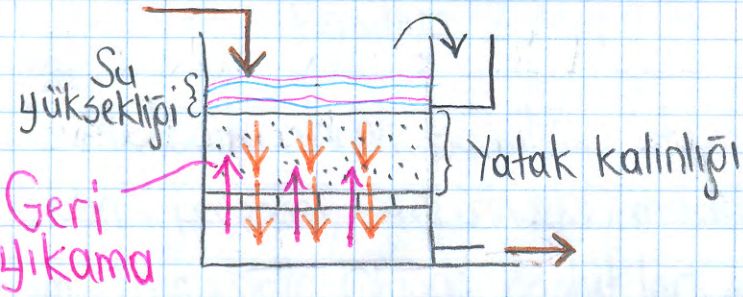
Gıkış Savagındaki Dipler:

Üçgen dipler kullanılır. Havuzdaki su seviyesini dengeler.



FİLTASYON

Filtrasyon suda asılı bulunan küçük tanecikleri uzaklaştırmak, bulanıklığı gidermek, yavaş kum filtrelerinde organik maddelerin okside olmasını sağlamak ve mikroorganizmaları kısmen sudan uzaklaştırmak, demir, mangan ve amonyumu okside etmek için uygulanır. Genellikle aşağı akışlı, yukarı akışlı ve basınçlı olmak üzere 3'e ayrılırlar. Asıl sınıflandırılmaları yavaş ve hızlı olmak üzere filtreden suyun geçiş hızına göre yapılır.



Dizaynı:

	Hızlı	Yavaş
Filtre Hızı ($m^3/m^2 \cdot sa$)	5-15	0,1-0,5
Temizleme aralığı (gün)	1-3	90-120
Yüzey alanı (m^2)	10-200	100-5000
Yatak kalınlığı (m)	0,5-2	0,6-1,2
Su yüksekliği (m)	0,25-2	1-1,5
Filtrenin etkili kısmı	Bütün hacim	Üst yüzey

$$Q = V_F \times A_F$$

$$V_F = (5-15 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{saat})$$

(Yüzey yükü dikey hızdır.)

(Hız yüksek seçmek tesis büyüklüğünü küçültür, ama çok hızlı olursa tesis çok küçülür tıkanmalar olur.)

Bundan dolayı ortalama değerler alınır.

V_F için $5 \sim 10 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{saat}$ uygundur.

a : küçük filtre alanı

$$a = \frac{A_F}{n-1}$$

→ peri yıkama olduğundan $n-1$

(iki kere peri yıkama olursa $n-2$ olur.)

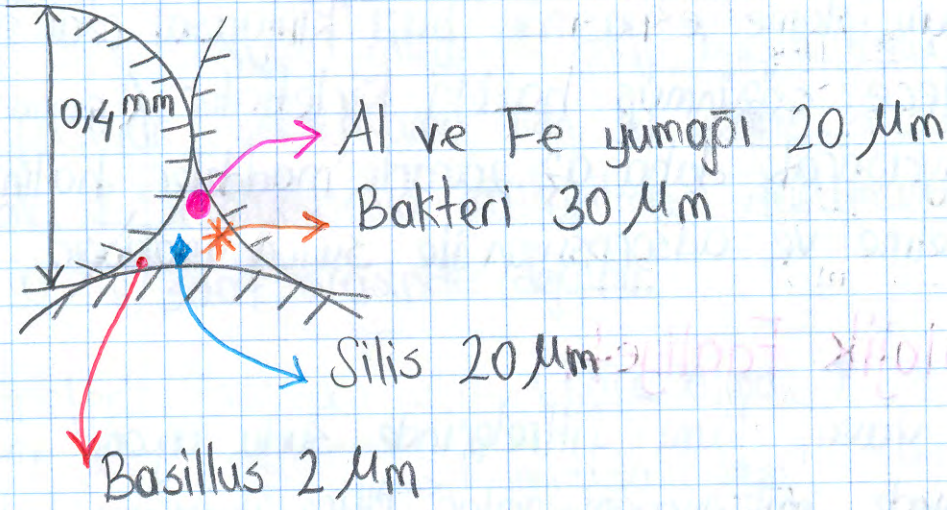
(a tablodan bulunur sonra n buna göre belirlenir.)

(8 filtreden oluşan 1 filtre yapısı çizdik burada Q debisi alınır. Ama 2 filtre yapısı varsa $Q/2$ debisi girer.)

(Çizdiğimiz şekilde $n=8$ 'dir.)

Filtrasyon Mekanizması

1- Mekanik Süzülme:



Mekanik olarak süzülme işlemi suyun filtre malzemesi arasından geçerken içerisindeki maddelerin boşluklarla takılmasıyla temizlenmesidir. Oluşan boşluklar bakteri ve virüsleri büyüklüklerinden çok fazla olduğundan tutulmalarını zorlaştırır. Ancak zamanla filtre porzeneklerinin dolmasıyla bir miktar tutulma gerçekleşir.

2- Gökelleme:

Filtre üzerinde oluşan durgun su tabakasında gökebilen maddelerin bir kısmının filtre yapısı üzerinde birikerek süzülme işlemi yavaşlatırlar. Belirli süreler sonunda filtrenin periyodik olarak yıkanması gerekir.

3- Adsorpsiyon:

Kolloidler ve küçük asılı taneciklerin sudan uzaklaştırılmasında en önemli işlemlerden biridir. Kum tanecikleri arasında adsorpsiyon için gereğinden çok büyük boşluklar olmasına rağmen atalet, yerçekimi, kesişme, difüzyon ve

hidrodinamik kuvvetlerle askıda maddeler filtre malzemesine yaklaştırılarak adsorpsiyon gerçekleştirilir.

4- Kimyasal Reaksiyon:

Filtrasyon işlemi esnasında bazı kimyasal reaksiyonlar olur. Böylece çözülmüş hâbki kirleticiler (çözümlükla organikler) ayrışarak daha az zararlı maddeler haline dönerler ve çökeltme ve adsorpsiyon ile sudan uzaklaşır.

5- Biyolojik Faaliyet:

Özellikle yavaş kum filtrelerinde suda organik madde bulunması halinde mikroorganizmalar filtre yatağına tutunarak yaşarlar. Böylece bir biyolojik faaliyet başlar. Ancak bu tip durumlarda filtreden çıkan suda organik madde olup olmadığına bakılarak dezenfeksiyon yapılmalıdır.

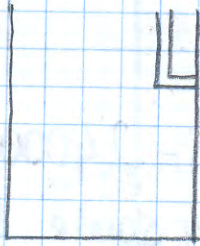
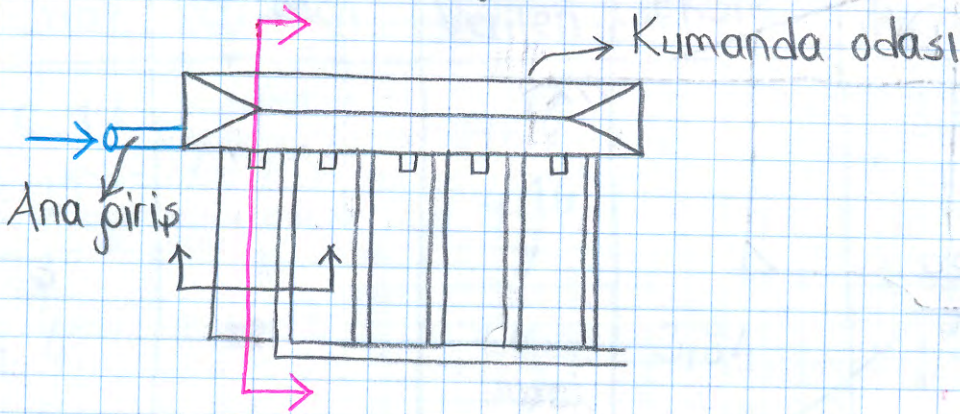
Kum Filtrelerinin Geri Yıkama

Geri yıkama suyu toplam filtre edilmiş suyun %1 ile 2'si civarında olmalıdır. Ortalama olarak 5 dakika yeterlidir. Geri yıkama suyu şehir içme suyu şebekesinden alınabilir. Ancak bu durumda su basıncı çok fazla olacağından basıncın düşürülmesi gerekir. Ayrıca bir geri yıkama haznesi inşa edilerek su buradan alınabilir. Geri yıkama çıkış suları ise:

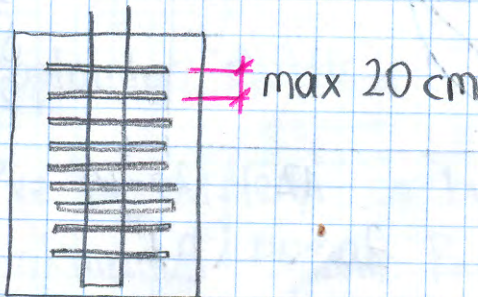
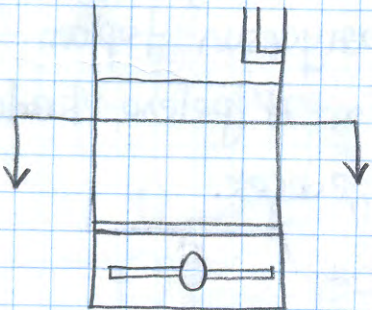
- 1- Kanalizasyona verilebilir
- 2- Nehire verilebilir
- 3- Çökeltme işlemi için tesise geri gönderilebilir
- 4- Özel filtrelere verilebilir

Yıkama suyu borularında (piriş) su hızı $2,5 \sim 4$ m/sn , çıkış kanallarında (ya da borularında) $1,2 \sim 2,5$ m/sn , tahliye borularında (kanallarında) $4 \sim 6$ m/sn 'dir. Filtreye su petiren giriş borularında su hızı $0,9 \sim 1,8$ m/sn , filtreden suyu dışarı çıkaran çıkış borularında $1 \sim 2$ m/sn hızlar uygundur. Geri yıkama için su yerine basınçlı hava da kullanılabilir. Basınçlı hava kullanılması durumunda hava hızı $50 \sim 150$ m/saat arasında değişir.

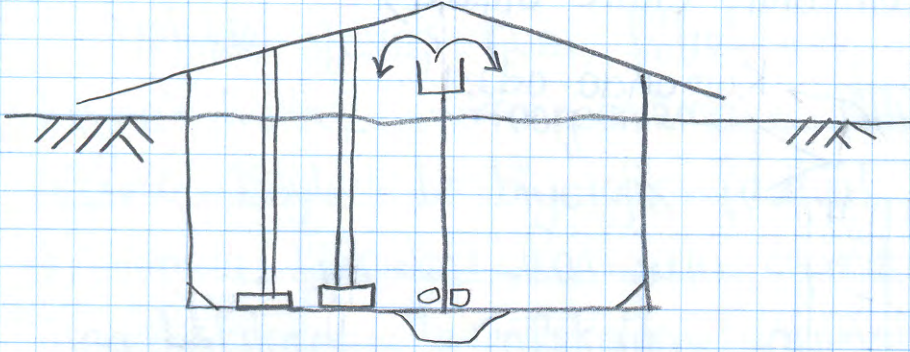
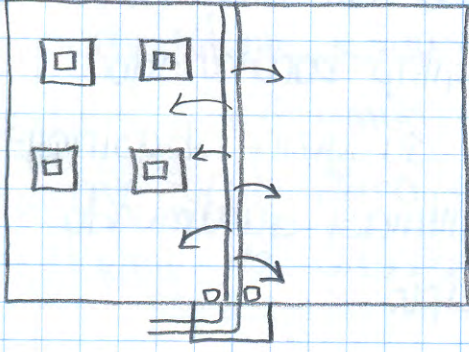
* Filtreler dikdörtgen olur (kare olmaz.)



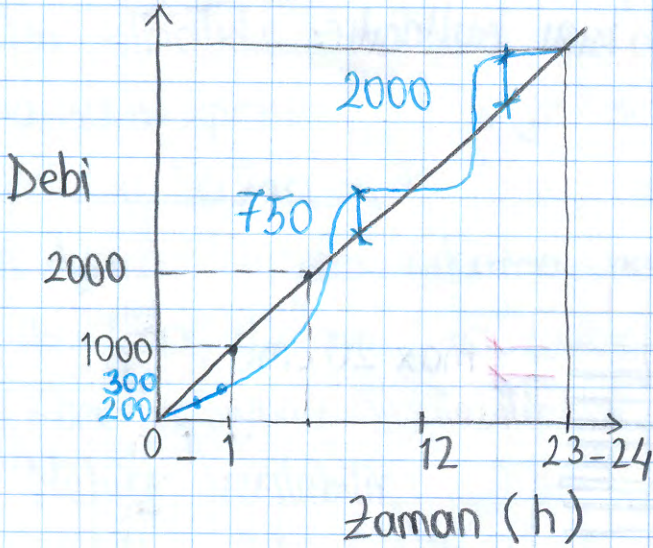
Savak alanı için geri yıkama çıkış hızı kullanılır.



SU HAZNELERİ



Grafik Metod:



$Q_1 = 24000 \text{ m}^3/\text{gün}$ olsa
24 saate bölüyorsun
her saat aralığı için o de-
ğeri yazıyorsun toplam
 24000 m^3 'e gelene kadar
devam edecek.

(Q_h debisi/24 yapıp her saat aralığı için bu çıkan değeri
grafığa yazıp toplayarak Q_h debisine kadar toplayarak ya-
zıyoruz.)

$$V_H = 2000 + 750 = 2750 \text{ m}^3 \text{ olur.}$$

0-1	200
1-2	300
⋮	
23-24	
20000	

Tablo Metodu:

Saat	% Harcanan	% Verilen	% Eksik	% Fazla
0-1	1	4,16		3,16
2	1	4,16		⋮
3	3	//		+ ⋮
4	8	//	3,84	5
5	5	//	+ ⋮	⋮
6	2	//	+ 3	+ ⋮
⋮	1	//	⋮	1
23-24	1	//	+ ⋮	⋮
		100	3	

Eksik ve fazla için toplamlar eşittir.

- 0 Pozitif ve negatiflerin en büyüğünü alıp
+5 işarete bakmadan toplanır. Bulunan değer burada
+2 % 5 'tir.
+3
0