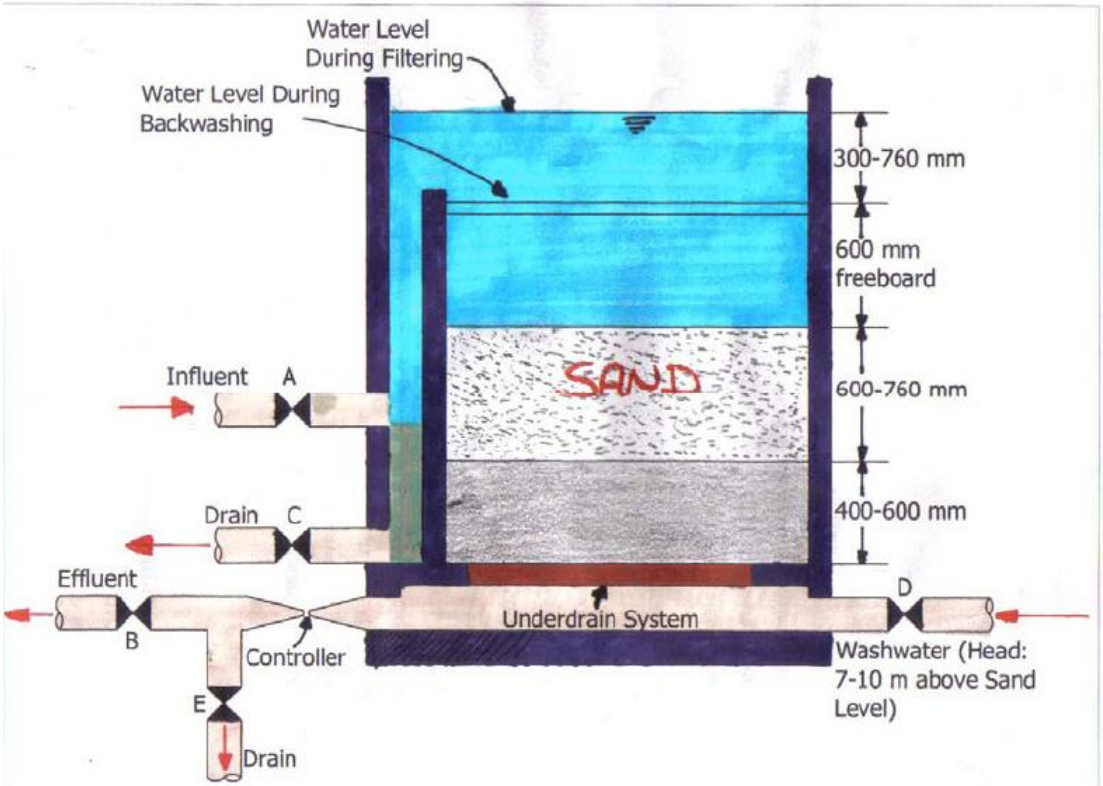
FİLTRASYON

1 GENEL BİLGİ

Filtrasyon adından da anlaşılacağı üzere filtre etmek anlamına gelir. Başka bir deyişle filtrasyon, bir akışkanın katı parçacıklar içerisinden geçirilerek bünyesindeki kirliklerin alınması işlemidir. Filtrasyon işlemi, bir dolgu yatağına konan filtre materyalinden arıtılacak suyun geçirilmesiyle gerçekleştirilir. Kullanılan filtre materyalleri, *kum, ince çakıl, parçalanmış antrasit, perlit, diatoma toprağı ve aktif karbondur*. Bunların içerisinde, istenilen boyutta bulunması ve ucuz olmasından dolayı en çok kum materyali kullanılır. Özelikle içme suyu arıtma tesislerinde çökeltme havuzlarından sonra inşa edilen bir prosestir. Bu proseste en genel anlamda çökeltme havuzunda çökelemeyen askıda katı maddelerin süzülerek sudan ayrılması işlemi gerçekleşir. Filtre malzemesi olarak çok çeşitli materyaller kullanılabilmesine rağmen çeşitli avantajlarından dolayı genellikle kum kullanılmaktadır. Şekil 1'de genel olarak bir kum filtresinin şekli görülmektedir.



Şekil 4.1. Bir kum filtresinin kesit görünümü

1.1 Filtrasyonun Amacı Ve Su Arıtımındaki Yeri

İçme suyu tasfiyesinde en eski ve en çok kullanılan tasfiye usullerinden biriside süzmedir. Su tasfiyesinde süzme işlemin maksadı aşağıda belirtilmiştir.

- ❖ Suda asılı bulunan küçük tanecikleri sudan uzaklaştırmak, bulanıklılığı gidermektir.
- ❖ Organik maddelerin okside olmasını sağlamak ,(yavaş kum filtrelerinde)
- ❖ Mikroorganizmaları nispeten sudan uzaklaştırmak.
- ❖ Demir ve manganı okside etmek
- ❖ Amonyumu okside etmek

Kullanma maksadına göre filtreler çeşitli sınıflara ayrılmaktadır.

Filtrasyon işlemi su tasfiyesinde yalnız başına veya bir başka tasfiye işlemi ile birlikte kullanılır. Yer altı suyundan su temininde demir ve manganı gidermek için hızlı filtreler havalandırmayı müteakip çok yaygın kullanılır.

Su kalitesinin nispeten iyi olduğu bazı durumlar ise yumak oluşturma bakımından kimyevi maddelerin ilavesinden sonra hızlı kum filtreleri kullanılabilir. Böyle hallerde filtrasyon işleminden sonra klor veya ozon gibi dezenfektan maddelerle dezenfeksiyon yapılması uygundur.

1.2 Filtrasyonun Mekanizması

1. Mekanik Süzme
2. Çökelme
3. Adsorpsiyon (tutunma)
4. Kimyasal reaksiyon
5. Biyolojik faaliyetler

1.3 Hızlı Kum Filtreleri İle Yavaş Kum Filtrelerinin Mukayesesi

Bugün için en çok kullanılan filtreler hızlı kum filtreleri ile yavaş kum filtreleridir. Bunları birbirlerinden ayıran en önemli kıstaslardan birisi, filtre hızıdır. Filtre hızı, filtrenin birim yüzey alanından, birim zamanda süzülen su miktarı olarak tarif edilir. Yani ;

$$V = Q / A, m^3/ m^2 *st , m / st$$

Burada ;
Q : Debi , m^3 / st A: Filtrenin Yüzey alanı ,

Her iki filtre arasındaki diğer farklar aşağıdaki tabloda verilmiştir:

Tablo 4.1. Hızlı Kum Filtreleri İle Yavaş Kum Filtrelerinin Karşılaştırılması

Mukayese Kriteri	Hızlı Kum filtreleri	Yavaş kum filtreleri
Filtre hızı , m^3 / m^2 * st	5-15	0,1-0,5
Kumun dane çapı , mm	0,5-2	0,15-0,35
Malzemenin üniformluk katsayısı	< 1,5	2-3
Yatak kalınlığı , m	0,5-2	0,6-1,2
Su yüksekliği , m	0,25-2	1,0-1,5
Temizleme şekli	Geri yıkama	sıyırma
Temizleme aralığı, gün	1-3	90-120
Bir filtrenin en düşük yüzey alanı	10-20	100-200
Bir filtrenin en büyük yüzey alanı	100-200	2000-5000
Filtre sayısı	4-40	-
Filtrenin kesirli kısmı	Bütün hacim	Üst yüzey
İnşa maliyeti	Düşük	Yüksek
İşletme masrafları	Yüksek	Düşük
Tesisin ömrü	Kısa	Uzun
Yetişmiş eleman ihtiyacı	Fazla	Az

1.4 FILTRASYON ÜNİTESİ İÇİN GEREKLİ HESAPLAMALAR

4.2.1 Boyut Analizi

Filtre materyali olarak seçilen maddenin homojenizasyonu hiçbir zaman eşdeğer değildir. Bu nedenle ortak bir çap belirlemek için boyut analizi adı verilen işlem gerçekleştirerek kullanılacak materyalin spesifik tane çapı belirlenir. Bu işlemin bir diğer ismi elek analizidir.

$$^{d}h = \Phi^{*d}s$$

$$d_h = \phi \times d_s$$

d_h= Spesifik Tane Çapı

d_s= Spesifik Yarıçap

Φ= Şekil Faktörü

Not : Şekil faktörü kullanılacak matereyalin küreye yakınlığını ifade ederi. Eğer tam küreyse şekil faktörü 1 alınır. Yalnız tam küre bir materyal bulmak imkansızdır. Bu nedenle küreye yakın olanlar 0,95 ile ifade edilir. Eğer köşe tarafı kırık biçimdeyse yaklaşık olarak 0,65 civarındadır. Sonuç olarak alınan kumun şekil biçimini ifade eden bir katsayıdır.

Spesifik Tane Çapı ;

$$\frac{w}{\phi \times d_s} = \frac{w_1}{\phi \times \sqrt{S_1 \times S_2}} + \frac{w_2}{\phi_2 \times \sqrt{S_2 \times S_3}} + \text{.....} \text{.....} + \frac{w_n}{\phi_n \times \sqrt{S_n \times S_{n+1}}}$$

w : Eleğin üzerinde kalan malzeme (%)

Φ : Eleğin üzerinde kalan malzemenin şekil faktörü

d_s : Spesifik yarıçap

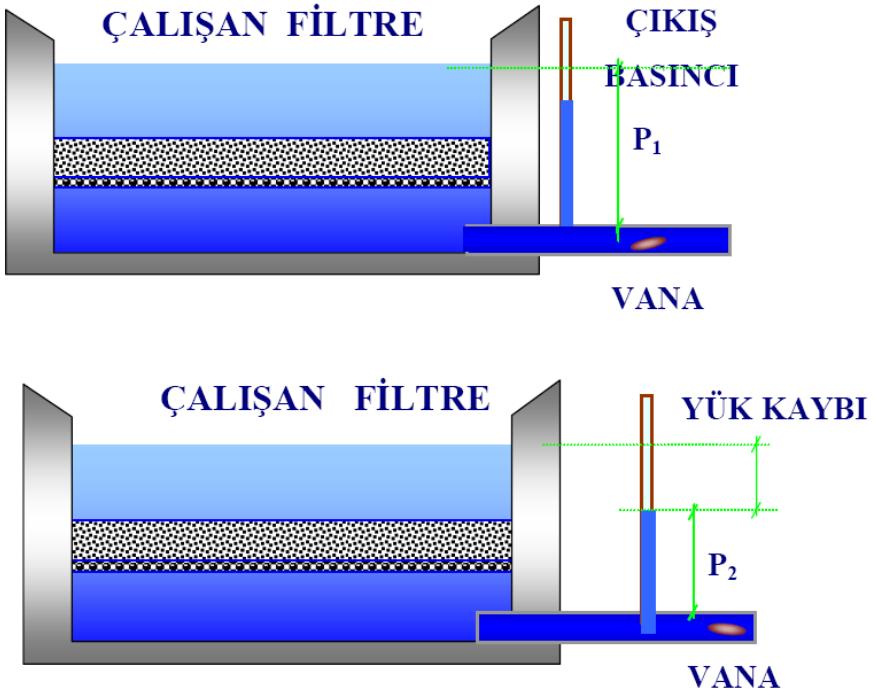
S : Elek çapı

Bu formülle spesifik tane çapı belirlenerek filtrasyon için gereken işlemlerde kullanılır.

Üniformluk Katsayısı: Malzemelerin %60'ının miktarının %10'una bölümünden elde edilen değerdir.

4.2.2 Filtrasyon Hidroliği

Filtrasyon mekanizmasında filtrasyon hidroliği ve özellikle yük kayıpları çok önemlidir. Şekil 4.2'de bir filtrasyon ünitesindeki yük kaybını açıkça görmekteyiz.



YÜK KAYBI = P_1 - P_2

Şekil 4.2. Filtrasyon Ünitesindeki Yük Kaybı

Yük kayıpları Darcy Kanunu ile belirlenir. Bu kanuna göre gözenekli bir ortamdaki akışta filtre hızı yük kaybına bağlıdır. Filtre Hızı ;

$$V = k \times \frac{H}{L} \qquad H = H_0 + \alpha \times t$$

Burada ;

H : Yük kaybı (m)

L : Yatak kalınlığı (m)

k : Geçirimsizlik Katsayısı (Boyutsuz)

α : Zamana bağlı olarak yük kaybının değişme katsayısı

t : Zaman

Filtrasyonda yük kaybının belirlenmesi Reynolds sayısı çok önemlidir.

Reynolds Sayısı ;

$$\mathrm{Re} = \frac{1}{1-P_o} \times \frac{V \times d_h}{\nu}$$

Yük kaybı hesaplanırken,

Re≤5 ise ;

$$H_0 = \frac{180 \times \nu}{g} \times \frac{(1-P_0)^2}{P_o^{\,3}} \times \frac{V}{d_h^{\,2}} \times L$$

Re>5 ise ;

$$\frac{H}{L} = 130 \times \frac{\nu^{0,8}}{g} \times \frac{(1-P_0)^{1,8}}{P_0^{\,3}} \times \frac{V^{1,2}}{d_h^{\,1,8}} \times L$$

Formülleri kullanılır.

H_0 : Filtre Temiz Haldeyken Yük Kaybı (m)

H : Yük Kaybı

ν : Kinematik Viskozite (m^2/s)

P_0 : Temiz filtre yatağı porozitesi (Boşluk hacmi/Toplam hacim)

V : Filtre hızı (m/s)

d_h : Filtre malzemesinin hidrolik çapı (m)

Φ : Şekil faktörü

g : Yerçekimi ivmesi (g/sn^2)

<u>Hızlı kum filtrelerinde iki parametre filtre verimini önemli derecede etkiler.</u>
T_r : Filtredeki yük kaybının müsaade edilen en büyük değere eşit olduğu filtre süresi
T_q : Çıkış suyu kalitesinin standartları sağladığı filtre süresi

Not : Filtrasyon ünitesinde en önemli olaylardan biri de geri yıkamadır. Filtre malzemesinin poroz yapıları kirletici unsurlar ile tıkandığında geri yıkama ile filtre temiz yatak halini alır. Bu amaçla yapılacak geri yıkamanın da yük kayıpları hesaplanmalıdır. Yalnız bu deneyde geri yıkama yapılmayacağından dolayı bu konu föyde yerini almamıştır.

4.3 FİLTRASYON DENEYİ

4.3.1 Deneyin Amacı

Filtrasyon işleminde hidrolik kayıpların zamana göre değişiminin dolgulu kolonda incelenmesi. Ayrıca elde edilen verilerle filtrasyon düzeneğinin basınç diyagramının çizilerek maksimum yük kaybı değerinin bulunması. Bununla birlikte elde edilen konsantrasyon sonuçları da göz önüne alınarak optimum geri yıkama süresinin belirlenmesi.

4.3.2 Deneyde Kullanılacak Malzemeler

1. Filtrasyon Düzeneği
2. Pompa
3. Elekler
4. Spektrofotometre

4.3.3 Deneyin Yapılışı

^ Tesiste kullanılacak filtrasyon materyalinin genel özelliklerinin belirlenmesi maksadıyla bir elek analizi yapılır.

^ Filtrasyon düzeneğinin temsil edici olabilmesi için tesiste kullanılması düşünülen filtrasyon materyali kolona yerleştirilir.

^ Planlanan hızda akımın sağlanabilmesi için pompanın düzeneğe eklenmeli ve uygun hız ayarı yapılır.

^ Filtrasyon düzeneği çalıştırılarak düzenek su ile doldurulur. ^ Giriş suyundan numune alınarak bulanıklığı ölçülür. ^ İlk olarak filtre temiz halde iken yük kaybı okunur.

^ Her saat başı filtrasyondaki yük kaybı okunarak çıkış suyu numunesi alınıp bulanıklığı ölçülür.

^ 12 saatlik bir zaman periyodu sonucunda son yük kaybı değeri okunur ve son çıkış suyu bulanılık değeri belirlenir.

^ Elde edilen veriler yardımıyla tesisin bulanıklığa göre giderim verimini zamana bağlı olduğu grafik çizilir ve T_q değeri belirlenir.

^ Filtrasyon basınç diyagramı çizilerek maksimum yük kaybı ve T_r değeri belirlenir.

^ Yük kaybının zamana bağlı olarak değişiminin grafiği çizilir.

Not: Biz bu deneyi yapmayacağız ama ek olarak bu işlemler yalnızca giriş ve çıkışta değil dolgulu kolonun çeşitli yüksekliklerinde gerçekleştirilirse filtrenin boyuna göre su arıtım potansiyeli ve optimum filtre yatağı kalınlığı belirlenebilir.

4.4 SORULAR

1. Sonuçları aşağıdaki tablodaki gibi bulunan bir elek analizinin spesifik tane çapını belirleyiniz.

Elek Çapı (S, mm)	0,71	0,80	0,90	1,00	1,12	1,25	1,40
Malzeme Yüzdesi(w,%)	1,5	6,5	34	45	10	3	
Şekil Katsayısı (Φ)	0,90	0,89	0,88	0,87	0,86	0,84	

2. Debisi 565m^3/sa olan su, özellikleri aşağıda verilen bir hızlı filtrede arıtılacaktır. Filtre üst yüzeyinden 0,4 m aşağıda 0,6m'lik bir negatif basınç oluştuğu gözleniyor. Filtrede kabul edilebilir en büyük yük kaybının 3,1 m olması için filtre yatağının kalınlığı ne olmalıdır.

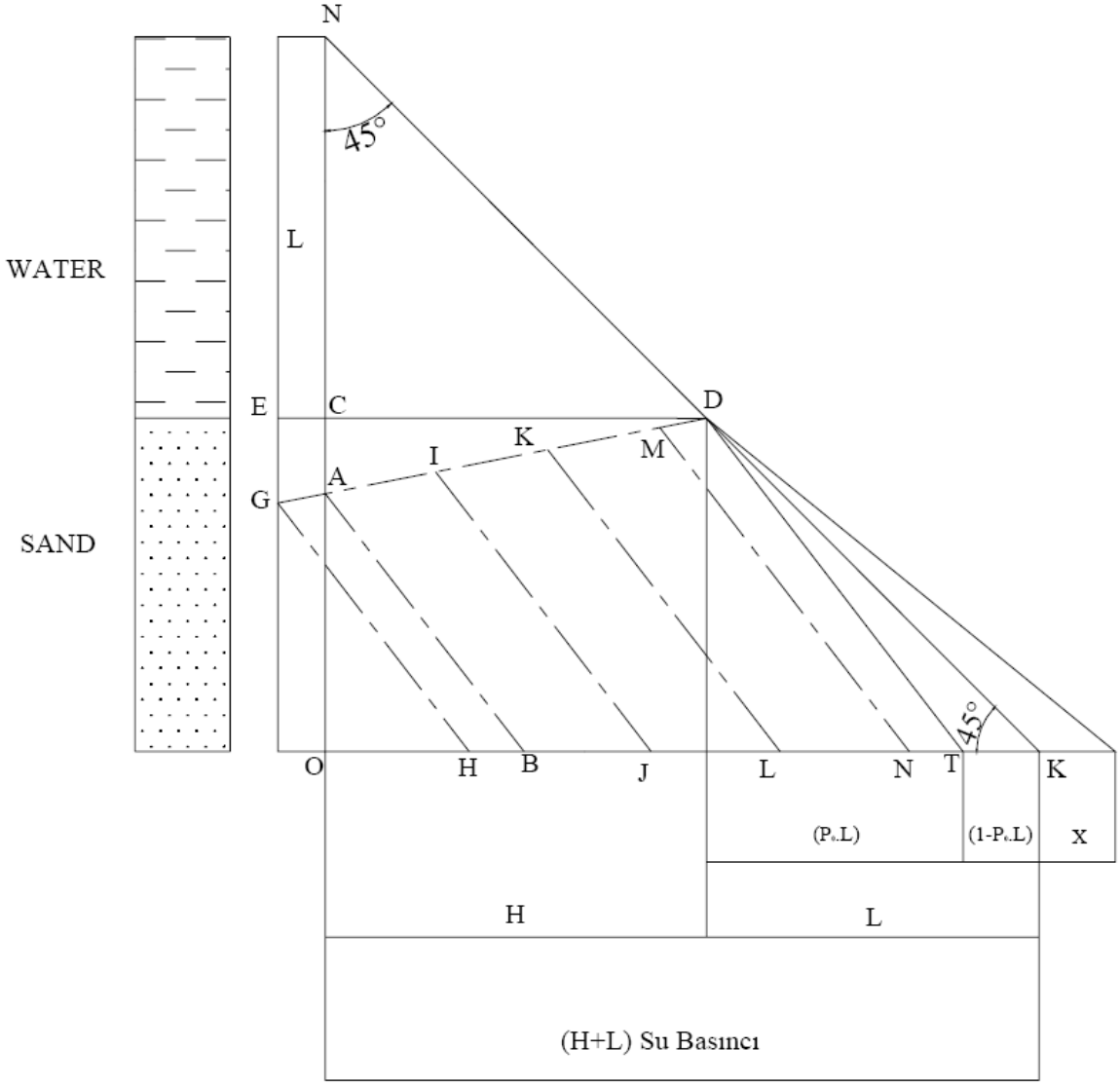
Filtre Yüzey Alanı : 150 m^2

Hidrolik Çap : 0,9mm

Su Yüksekliği : 1,8m

Temiz Yatak Porozitesi : 0,36

Kinematik Viskozite: $1{,}12 \times 10^{-6} m^2/sn$



Şekil 4.5. Filtrasyon basınç diyagramı

GH // AB // IJ // KL // MN // DT
CA = Negatif basınç olmadığı zaman kirliliğin nüfuz ettiği nokta
G = Negatif basınç sonrası kirliliğin nüfuz ettiği nokta
CO = Filtrasyon materyalinin tabaka kalınlığı
L = Su Yüksekliği
1-P0.L = Yük Kaybı (H0)
EC = Negatif basıncın miktarı
EG = Negatif basıncın nüfuz ettiği derinlik
GH–AB–IJ–KL–MN–DT = Çeşitli zamanlardaki yük kayıplarının diyagramda gösterimi