

A. Giriş

Erzurum ilinin Oltu ilçesinde yaşayan nüfusun içme suyu ihtiyacını karşılayacak kaynaktan gelen suyun içme suyu arıtma tesisinde, belirlenen proseslerden geçirilerek halkın kullanımına sunulmasını kapsayan bir proje hazırlanmıştır.

Tesis içerisindeki fiziksel ve kimyasal prosesler tanıtilarak, ilgili ihtiyacı karşılayacak şekilde tasarlanmıştır.

B. Yerleşim Yerinin Tanıtılması

B.1. Coğrafi Konum

Oltu İlçesi, Doğu Anadolu Bölgesinin kuzeydoğusunda yer alır. Ancak yüzölçümünün çoğunluğu Doğu Karadeniz Bölgesi sınırları içerisinde yer alır. Oltu Çayı vadisinde kurulan ilçe 1380 km² 'lık yüzölçümüne sahiptir. Rakımı ise 1275 metredir.

İlçenin doğusunda Şenkaya, kuzeydoğusunda Olur, kuzeyinde Yusufeli ve Uzundere, batısında Tortum ve güneyinde Narman ilçeleri bulunmaktadır. İlçe konum olarak 41-59 doğu boylamları ile 40-34 kuzey enlemleri arasında yer alır. Coğrafi bakımdan dağlık ve ormanlık bir yapıya sahiptir. En yüksek tepeleri Akdağ 3030, Kırdag 2000 m.dir. İlçenin batısında Uzundere İlçesi Yayla Mahallesinden başlayan ve doğuya doğru alçalarak genişleyen vadinin alt kısmındaki topraklar alüvyonlu verimli topraklardır.

İlçede vadi boyunca yükselen 50-500 m civarında irili ufaklı tepeler bulunmaktadır. İlçeyi ikiye bölen Oltu Çayı, Uzundere İlçesi Yayla Mahallesinden çıkan Sivri Dere ile İlçenin batısından gelen Narman Çayı İlçenin 5 km. batısında birleşerek Çoruh Nehrine akmaktadır. Yaz aylarında suyu azalmaktadır.

İlçe rakımının düşüklüğü nedeniyle Doğu Anadolu Bölgesi'nin sert kara iklimine Oltu Vadisi boyunca rastlanmaz. Yüksek kısımlar ile vadi boyu arasında iklim farkı önemli derecededir. İlçede yıllık sıcaklık ortalaması 10.2 C dir. En yüksek hava sıcaklık Temmuz-Ağustos aylarında olup 1998 yılında en fazla sıcaklık ayı 31.4 °C olmuştur. En düşük hava sıcaklığı ortalaması Aralık, Ocak, Şubat ayları itibarı ile 9.3 C dir. İlçede yazlar sıcak ve kurak kışlar ise az yağışlıdır. Yıllık yağış ortalaması (Son 10 yıllık) 29.6 M³ kg.dir.

İlçe ormanlık alanlarında sarıçam, karaağaç, pelit ve kavak gibi ağaç türlerine rastlanır. Oltu Vadisi boyunca söğüt, kavak ve meyve ağaç toplulukları bulunur. Gittikçe azalan orman örtüsü sebebiyle İlçe ve çevresinde erozyon olayı mevcuttur.

B.2. Yeryüzü Şekilleri ve yapısı

Oltu ,çoruh nehrinin kollarından olan Oltu Çayının açtığı vadinin genişlediği alanda kurulmuştur. KD_KB doğrultusunda uzanan yine Erzurumun ilçelerinden Olur ile şenkaya arasında bir dirsekte batıya dönen oltu Çayı Çoruh nehri ile birleşerek kuzeye yönelip Karadenize dökülmektedir. KD-KB yönü Mescit daları Akdag ve Yalnızçam dağları dizisiyle buna paralel Allahuekber dağ sırası arasında yer alan çöküntü alanı Oltu'nun yeryüzü şeklini kabaca belirtmektedir. Oltu'yu güneyden sınırlayan

Allahuekber dağlarının en yüksek noktası 3120 mt.dir.Aynı yönde uzanan birbirine paralel sıra dağlar Kuzey anadolu orojenik kusagı (alp orojenesi) içerisinde bulunmaktadır. Dağ sıraları ve aralarındaki akarsuların belirli yönlerdeuzanması , güneyden Arabistan , Kuzeyden rusya platformu plakalarının sıkıştırması sonucu meydana gelmiştir. Tümüyle yüksek bir bölge olan Doğu anadolunun bu bölgesi KD-GB yönlerine dönen dağlarla onlara paralel deprasyon ve birbirinden uzaklaşmış dağ sıraları arasında beliren düzlüklerden ibarettir.Üçüncü zaman ortalarında Alp oorojenesi ile olusan bölge , üçüncü zaman tamamlanmadan dış kuvvetler tarafından asındırılarak birpeneplen halini almıştır. Neeojen sonu ve Poleistosende bölge epirojenik hareketlerle Anaodudaki toptan yükselme sonucunda kıvrım dağlar ve kırıklar meydana gelmiştir.Jeolojinin Karbon devrinden sonra tesekkül ederek tam küömürleşmeyen karbonu fazla bir maden türü Oltu civarında zengin damarlar halinde bulunmaktadır. Oltu Taşı damarları , Topragın üst kısımlarında ve ince seritler halinde uzanmaktadır.bu damarlar bazı yerlerde sık sık görülmesine karşılık bazı yerlerde gayet seyrektr. Bu sebeble taşın işletmesinde galeri açmak ekonomik değildir.

B.3. Nüfus ve nüfus yoğunluğu

Cumhuriyet döneminden itibaren Oltu nüfusunda düzenli olmamakla beraber sürekli bir nüfus artışı görülür.Oltu'da 1985 nüfus sayımına göre genel nüfus 43.276 dır.Şehir merkezinin nüfusu 16.277 köylerin nüfusu ise toplam 26.999 dur. Ortalama nüfus yoğunluğu Türkiye nüfus yoğunluğunun altındadır.(km>kare58 kişi)Oltu çevresinde km2 31 kişi düşmektedir.Yoğunluğun az olmasının sebebi ise göç olayıdır.Oltu ve çevresinde nüfus daha çok vadi içlerinde,vadi kenarlarında,deprasyonun içi ve kenarlarıyla, Kuytu yamaçlarda toplanmıştır.Tarım hayvancılık kaynaklarının nüfusu geçindirecek kapasitede olmaması göç olayının giderek artmasına neden olmuştur.

2007 yılı adrese dayalı nüfus sayımına göre merkezde 20.162, köylerde 12.030 olmak üzere toplam 32.191 kişi ilçemizde yaşamaktadır. Okuma-yazma oranı % 95 'dir.

B.4. Yerleşim:

Oltu iş sahası, pazarlama, ulaşım ve yönetimin genişlediği eğilimin görüldüğü bir tarım ilçesidir. Az nüfuslu tarım tarım ve hayvancılık ilçesidir.Az nüfuslu tarım ve hayvancılık faaliyetlerinin yapıldığı kır yerleşmeleri halindedir. Oltu dışındaki kır yerleşmelerini toplu köy biçimindedir.Mezra,kom ağıl şeklinde köy altı devamlı iskan birimleri bulunmaktadır.Ancak bir kaç köyün mahllesi bulunmaktadır.köylerin kuruluşunda tabii şartlar etkili olmuştur.Köylerin büyük kısmı ortalama 1200 Mt ila 1750 Mt yükseklikleri arasında vadi içlerinde, güneye bakan yamaçlarda bulunmaktadır.

Bütün kır yerleşmelerinin ortak yönü plansız köy tipinde oluşudur.Oltu ilçesinin bağlı yerleşim noktalarında görülen toplu yerleşme daha çok küme köy karakterindedir. Bir merkez etrafında daire veya daireye en yakın bir şekilde merkezlerin bir araya toplanmasında ve adeta yığılmasıyla meydana gelmiştir.

Toplu yerleşme olayı coğrafi şartların doğurduğu bir sonuç olarak kabul edebiliriz.Özellikle iklim şartları toplulaşmaya neden olmuştur.Ayrıca tarihi devirler boyunca bölgenin uğradığı sayısız savaşlar, saldırılar toplu yerleşmenin sebebi gösterilebilir.diğer bir sebep de tarımsal çalışmalarının sirlik ve beraberliğini gerektirdiği düşüncedir. Yol kenarlarında görülen yerleşmelerinin asıl sebebi ise ulaşım ve su faktörüne yakın olmaktadır.

B.5. Ekonomi

Halkın % 75'i tarım, hayvancılık, madencilik diğer kesimi ise sanayi ve ticaretle iştigal eder. Tarım arazisi miktarı 240.000 dekar olup, ancak bunun 79.000 dekarı sulanabilir durumdadır. İlçenin 70.748 hektar orman alanı vardır.

Oltu ve çevresinde Oltu taşı işlemeciliği yapan yaklaşık yedi bin kişi olmakla beraber yıllar içerisinde Oltu taşını çıkaran ailelerde azalma görülmektedir. Oltu taşımız Tutlu, Günlüce ve Güzelsu köylerinde ilkel usullerle çıkarılmakta, Oltu merkez ve çevre köylerinde işlenmektedir. Özetle, yaklaşık 1000 aile bu işten geçimini temin etmektedir.

B.6. Sosyal Durum

İlçe merkezinde 7200 binanın 6000'i Mesken olup, 1200'ü işyeridir. Genellikle binalar karkas, yığma, kagir, ve yığma taş olarak inşa edilmiş olup, son yıllarda düzenli ve planlı konut yapımına başlanmıştır. İlçe halkın %75 i geçimini tarım, hayvancılık ve madencilik kaynaklarından sağlamakta, diğer kesim ise küçük sanayi ve ticaretle iştigal etmektedir.



Harita1. Erzurum İli, Oltu İlçesi

C. Yerleşim Yerine Ait Nüfus Projeksiyonları

Yıllar	Nüfus
1970	35952
1975	38145
1980	40980
1990	45973
2000	39537
2008	32192

Tablo 1: Yıllara göre Nüfus Dağılımı [Oltu/Erzurum]

C.1. Aritmetik Artış Metodu

$$K_A = \frac{y_s - y_i}{t_s - t_i}$$

K_A : Nüfusun zamanla artış sabiti y : Nüfus t : Zaman (Yıl)

$$K_{A_1} = \frac{38145 - 35952}{1975 - 1970} = 438,6$$

$$K_{A_2} = \frac{40980 - 38145}{1980 - 1975} = 567$$

$$K_{A_3} = \frac{45973 - 40980}{1990 - 1980} = 499,3$$

$$K_{A_4} = \frac{39537 - 45973}{2000 - 1990} = -643,6$$

$$K_{A_5} = \frac{32192 - 39537}{2008 - 2000} = -918,1$$

$$K_{A_{ort}} = \frac{\sum K_A}{5} = -11,36$$

$$y = y_{son} + K_A \cdot (t - t_{son})$$

y : Gelecekteki Nüfus

y_{son} : Yapılan son nüfus sayımı

t : Gelecekteki yıl

t_{son} : Son nüfus sayımı yılı

$$y_{2029} = 32192 + [- 11,36 \times (2029 - 2008)] = 31954 \text{ kişi}$$

$$y_{2044} = 32192 + [- 11,36 \times (2044 - 2008)] = 31783 \text{ kişi}$$

C.2. Geometrik Artış Metodu

$$K_g = \frac{\ln(y_s) - \ln(y_i)}{t_s - t_i}$$

K_g : Nüfusun zamanla artış sabiti

y : Nüfus

t : Zaman (Yıl)

$$K_{g_1} = \frac{\ln(38145) - \ln(35952)}{1975 - 1970} = 0,011$$

$$K_{g_2} = \frac{\ln(40980) - \ln(38145)}{1980 - 1975} = 0,014$$

$$K_{g_3} = \frac{\ln(45973) - \ln(40980)}{1990 - 1980} = 0,011$$

$$K_{g_4} = \frac{\ln(39537) - \ln(45973)}{2000 - 1990} = -0,015$$

$$K_{g_5} = \frac{\ln(32192) - \ln(39537)}{2008 - 2000} = -0,025$$

$$K_{g_{ort}} = \frac{\sum K_g}{5} = -0,0008$$

$$y = y_s \cdot e^{K_g \cdot (t - t_s)}$$

y : Gelecekteki nüfus

t : Gelecekteki yıl

y_s : Son nüfus sayımı

t_s : Son nüfus sayım yılı

$$y_{2029} = 32192 e^{-0,0008 (2029 - 2008)} = 31656 \text{ kişi}$$

$$y_{2044} = 32192 e^{-0,0008 (2044 - 2008)} = 31278 \text{ kişi}$$

C.3. İller Bankası Metodu

$$P = \left[\left(\frac{y_s}{y_i} \right)^{\frac{1}{t_s - t_i}} - 1 \right] \cdot 100$$

P: Nüfusun zamanla artış sabiti

y : Nüfus

t : Zaman (Yıl)

$$P_1 = \left[\left(\frac{38145}{35952} \right)^{\frac{1}{5}} - 1 \right] \cdot 100 = 1,2$$

$$P_2 = \left[\left(\frac{40980}{38145} \right)^{\frac{1}{5}} - 1 \right] \cdot 100 = 1,444$$

$$P_3 = \left[\left(\frac{45973}{40980} \right)^{\frac{1}{5}} - 1 \right] \cdot 100 = 1,156$$

$$P_4 = \left[\left(\frac{39537}{45973} \right)^{\frac{1}{10}} - 1 \right] \cdot 100 = -1,496$$

$$P_5 = \left[\left(\frac{32192}{39537} \right)^{\frac{1}{8}} - 1 \right] \cdot 100 = -2,54$$

$$P_{ort} = \frac{\sum P}{5} = -0,047$$

$P_{ort} < 0$ olduğundan $P = 1$ kabul edilmiştir.

$$y = y_s \cdot \left(1 + \frac{P}{100} \right)^{t-t_s}$$

$$y_{2029} = 32192 (1 + 1/100)^{2029 - 2008} = 39673 \text{ kişi}$$

$$y_{2044} = 32192 (1 + 1/100)^{2044 - 2008} = 46059 \text{ kişi}$$

D. Bölge Suyunun Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Parametre	Birim	Değer	Uygun Değer	İşlem
Sıcaklık	°C	23	8-12	Azaltılacak
pH		7,8	7,0-8,5	Uygun
Renk	pt-co br	400	5	Azaltılacak
Bulanıklık	NTU	125	5	Azaltılacak
Çözünmüş O ₂	mg/L	5,5	5	Uygun
Demir (Fe)	mg/L	4,5	0,2	Azaltılacak
Mangan (Mn)	mg/L	3,1	0,05	Azaltılacak
CO ₂	mg/L	-	-	Uygun
Klorür (Cl)	mg/L	380	250	Azaltılacak
Sülfat (SO ₄)	mg/L	450	250	Azaltılacak
Nitrat (NO ₃)	mg/L	44	50	Uygun
T. Organik Madde	mg/L	3,8	3,5	Azaltılacak
Koliform	EMS/100 mL	1200	-	Azaltılacak
Sertlik	°Fs	30	15	Azaltılacak

Tablo2. Bölge Suyunun Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

E. Debi Hesaplamaları

Debi hesaplamaları 1. Kademe olarak 2029 yılı, 2. Kademe olarak 2044 yılına ait nüfusa uygun birim debiler kullanılarak aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

2029 Yılı Proje Debisi

$$Q_{iletim} = \frac{q_{\max} \times N}{86400}$$

$$Q_{iletim} = \frac{120 \times 39673}{86400}$$

$$Q_{iletim} = 55 \text{ L / s}$$

$$Q_{iletim} = 0,055 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$Q_{yangin} = 10 \text{ L / s}$$

$$Q_{yangin} = 0,01 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$Q_{özel} = 0,2 \times Q_{iletim}$$

$$Q_{özel} = 0,2 \times 0,055$$

$$Q_{özel} = 0,011 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$Q_{proje} = [(1,5 \times Q_{iletim}) + Q_{yangin} + Q_{özel}] \times 5$$

$$Q_{proje} = [(1,5 \times 0,055) + 0,01 + 0,011] \times 5$$

$$Q_{proje} = 0,5175 \text{ m}^3 / \text{s}$$

2044 Yılı Proje Debisi

$$Q_{iletim} = \frac{q_{\max} \times N}{86400}$$

$$Q_{iletim} = \frac{120 \times 46059}{86400}$$

$$Q_{iletim} = 64 \text{ L / s}$$

$$Q_{iletim} = 0,064 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$Q_{yangin} = 10 \text{ L / s}$$

$$Q_{yangin} = 0,01 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$Q_{özel} = 0,2 \times Q_{iletim}$$

$$Q_{özel} = 0,2 \times 0,064$$

$$Q_{özel} = 0,0128 \text{ m}^3 / \text{s}$$

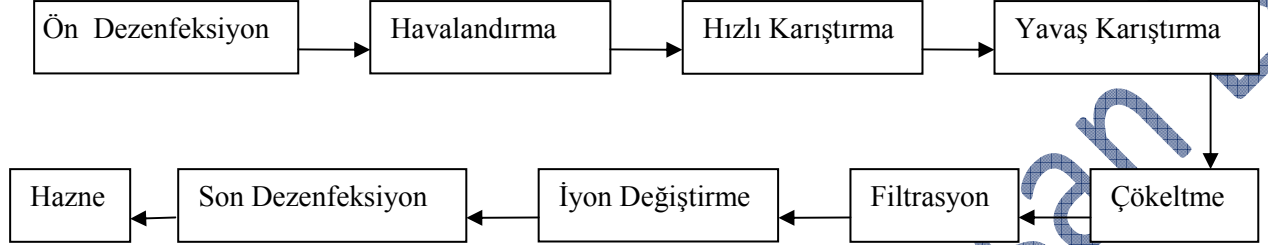
$$Q_{proje} = [(1,5 \times Q_{iletim}) + Q_{yangin} + Q_{özel}] \times 5$$

$$Q_{proje} = [(1,5 \times 0,064) + 0,01 + 0,0128] \times 5$$

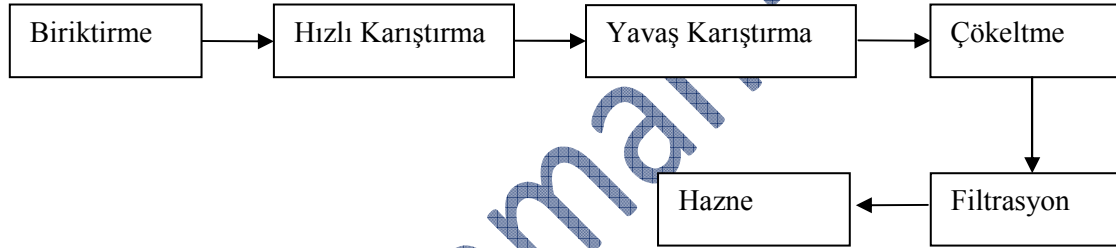
$$Q_{proje} = 0,594 \text{ m}^3 / \text{s}$$

F. İçme suyu Arıtma Tesisi Uygun Proje Akım Şemaları

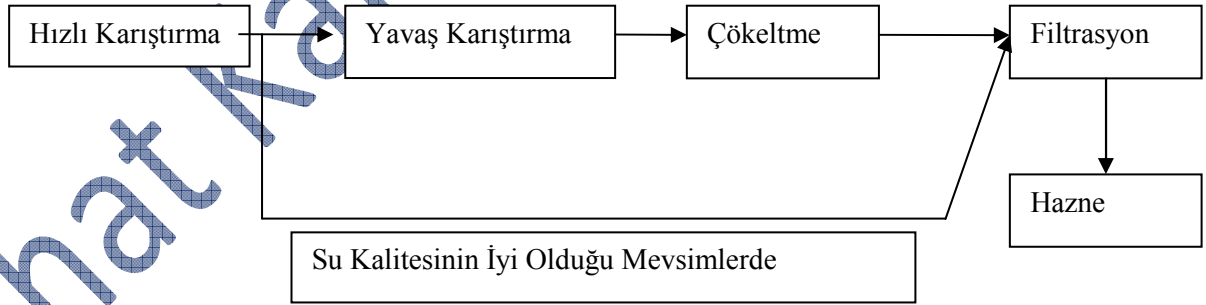
F.1. 1'nci Alternatif Akım Şeması



F.2. 2'nci Alternatif Akım Şeması



F.3. 3'ncü Alternatif Akım Şeması



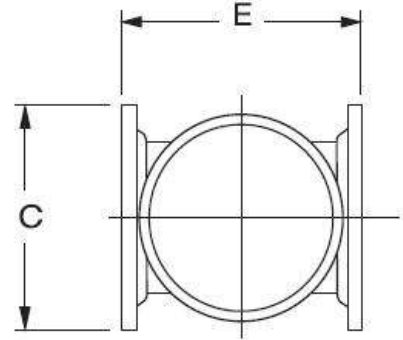
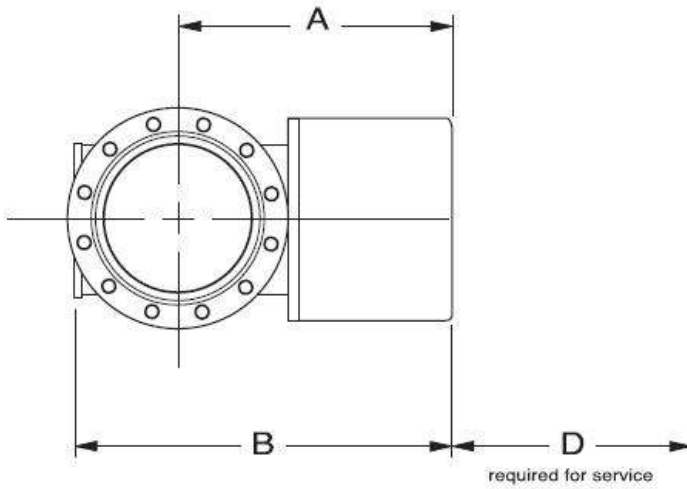
Yukarıda alternatifleri sıralanan akım şemalarından, Tablo2.'deki Bölge Suyunun Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerine bakılarak **1.Alternatif Akım Şeması** uygun görülmüştür. İçme suyu Arıtma Tesisinde **1.Alternatif Akım Şeması**'nda görünen prosesler bulunacaktır.

G. İçme Suyu Arıtma Tesisi Ünitelerinin Projelendirilmesi

G.1. UV ile Dezenfeksiyon

Tesisin hemen girişinde ham suya UV ile dezenfeksiyon uygun görülmüştür. Uygun görülen UV cihazının katalogu ekte mevcut olup aşağıdaki özelliklere sahiptir;

Sistem Özellikleri	UVSwift-30"
Giriş/Çıkış	800 mm
Arıtma Kapasitesi	4000 m ³ /sa 'in üzerinde
Lamba Sayısı	10'un üzerinde
Toplam Lamba Gücü	50-120 kW
Güç Temini	480 veya 600 V 60Hz
Reaktör Malzemesi	316LSS
Yaklaşık Reaktör Boyutları	
A	0.9 m
B	1.7 m
C	1.1 m
D	1.2 m
E	1.3 m
Otomatik Temizleme Sistemi	Opsiyonel



Yukarıda özellikleri ve ilgili kesit çizimleri verilen UV cihazı, 0.5175 m³/s olan ham suyumuz için uygun görülmüştür.

$$0.5175 \text{ m}^3 / \text{s} = 1863 \text{ m}^3 / \text{sa}$$

G.2. Havalandırma

18°C' deki suyun doymun O₂ Konsantrasyonunun Hesaplanması:

$$C_s = \frac{468}{31,6 - T} \Rightarrow C_s = \frac{468}{31,6 - 18} \Rightarrow C_s = 9.44 \text{ mg} / L$$

$$C = 5.5 \text{ mg} / L$$

Kaskat Kademesinin Belirlenmesi:

Toplam düşü yüksekliği **1.2m** olarak kabul edildi. Buna göre;

- ❖ Tek Kademeli olması halinde C₁ konsantrasyonunun belirlenmesi:

Düşü yüksekliği – $K \times C_s$ grafiği dikkate alınarak, 1.2 m' düşü yüksekliğine denk gelen $K \times C_s$ değeri $6 \text{ gO}_2 / \text{m}^3$ tür. O halde,

$$K \times C_s = K \times 9.44 \text{ mg} / L$$
$$6 \text{ gO}_2 / \text{m}^3 = K \times 9.44 \text{ mg} / L \Rightarrow K = 0.64 \text{ bulunur.}$$

$$C_1 = C_s - [(C_s - C) \times (1 - K_1)^1]$$
$$C_1 = 9.44 - [(9.44 - 5.5) \times (1 - 0.64)^1]$$
$$C_1 = 8.02 \text{ mg} / L$$

- ❖ İki kademeli olması halinde C₂ konsantrasyonunun belirlenmesi:

$$1.2 / 2 = 0.6 \text{ m}$$

Düşü yüksekliği – $K \times C_s$ grafiği dikkate alınarak, 0.6 m' düşü yüksekliğine denk gelen $K \times C_s$ değeri $4.8 \text{ gO}_2 / \text{m}^3$ tür. O halde,

$$K \times C_s = K \times 9.44 \text{ mg} / L$$
$$4.8 \text{ gO}_2 / \text{m}^3 = K \times 9.44 \text{ mg} / L \Rightarrow K = 0.51 \text{ bulunur.}$$

$$C_2 = C_s - \left[(C_s - C) \times (1 - K_2)^2 \right]$$

$$C_2 = 9.44 - \left[(9.44 - 5.5) \times (1 - 0.51)^2 \right]$$

$$C_2 = 8,49 \text{ mg} / L$$

❖ Üç kademeli olması halinde C_3 konsantrasyonunun belirlenmesi:

$$1.2 / 3 = 0.4 \text{ m}$$

Düşü yüksekliği – $K \times C_s$ grafiği dikkate alınarak, 0.4 m' düşü yüksekliğine denk gelen $K \times C_s$ değeri $3.7 \text{ gO}_2 / \text{m}^3$ 'tür. O halde,

$$K \times C_s = K \times 9.44 \text{ mg} / L$$

$$3.7 \text{ gO}_2 / \text{m}^3 = K \times 9.44 \text{ mg} / L \Rightarrow K = 0.39 \text{ bulunur.}$$

$$C_3 = C_s - \left[(C_s - C) \times (1 - K_3)^3 \right]$$

$$C_3 = 9.44 - \left[(9.44 - 5.5) \times (1 - 0.39)^3 \right]$$

$$C_3 = 8,55 \text{ mg} / L$$

❖ Dört kademeli olması halinde C_4 konsantrasyonunun belirlenmesi:

$$1.2 / 4 = 0.3 \text{ m}$$

Düşü yüksekliği – $K \times C_s$ grafiği dikkate alınarak, 0.3 m' düşü yüksekliğine denk gelen $K \times C_s$ değeri $2 \text{ gO}_2 / \text{m}^3$ 'tür. O halde,

$$K \times C_s = K \times 9.44 \text{ mg} / L$$

$$2 \text{ gO}_2 / \text{m}^3 = K \times 9.44 \text{ mg} / L \Rightarrow K = 0.21 \text{ bulunur.}$$

$$C_4 = C_s - \left[(C_s - C) \times (1 - K_4)^4 \right]$$

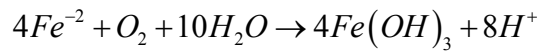
$$C_4 = 9.44 - \left[(9.44 - 5.5) \times (1 - 0.21)^4 \right]$$

$$C_4 = 7,90 \text{ mg} / L$$

Görüldüğü gibi 3 kademeden sonra sudaki oksijen miktarı azalmaktadır. O halde bu su için 3 kademeli kaskat yapılması uygun görülmüştür.

Kaskat yapısında; Fe, Mn ve Toplam Organik Maddenin giderilmesi için gerekli oksijen miktarının hesaplanması:

➤ **Fe Oksidasyonu için;**

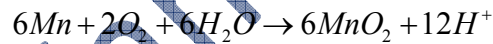
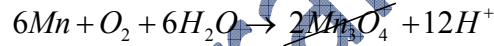


224mg/L Fe okside etmek için 32 mg/L O₂ gerekmektedir.

- Suda bulunan Fe konsantrasyonu: 4.5 mg/L
- TS-266'ya göre izin verilen Fe konsantrasyonu: 0.2 mg/L
- Giderilecek Fe konsantrasyonu: 4.5mg / L – 0.2mg / L = 4.3mg / L

$$\left. \begin{array}{l} 224mg / L \text{ Fe için } 32mg / L O_2 \\ 4.3mg / L \text{ Fe için } Xmg / L O_2 \end{array} \right\} X = 0.61mg / L O_2 \text{ gerekir.}$$

➤ **Mn Ksidasyonu için;**

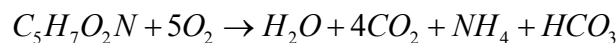


330mg/L Mn okside edebilmek için 96 mg/L O₂ gerekmektedir.

- Suda bulunan Mn konsantrasyonu: 3.1 mg/L
- TS-266'ya göre izin verilen Fe konsantrasyonu: 0.05 mg/L
- Giderilecek Fe konsantrasyonu: 3.1mg / L – 0.05mg / L = 3.05mg / L

$$\left. \begin{array}{l} 330mg / L \text{ Mn için } 96mg / L O_2 \\ 3.05mg / L \text{ Mn için } Xmg / L O_2 \end{array} \right\} X = 0.88mg / L O_2 \text{ gerekir.}$$

➤ **Toplam Organik Maddenin giderilmesi için;**



117mg/L organik madde giderimi için 180 mg/L O₂ gerekmektedir.

- Suda bulunan Organik madde konsantrasyonu: 3.8 mg/L
- TS-266'ya göre izin verilen Fe konsantrasyonu: 3.5 mg/L
- Giderilecek Fe konsantrasyonu: $3.8 \text{ mg/L} - 3.5 \text{ mg/L} = 0.3 \text{ mg/L}$

$$\left. \begin{array}{l} 117 \text{ mg/L Organik madde için } 180 \text{ mg/L } O_2 \\ 0.3 \text{ mg/L Organik madde için } X \text{ mg/L } O_2 \end{array} \right\} X = 0.462 \text{ mg/L } O_2 \text{ gerekir}$$

Toplam O_2 ihtiyacı: 1.962 mg/L Kaskad sonunda sudaki O_2 : $6.588 \text{ mg/L} > 5 \text{ mg/L}$

Bir basamağın yüksekliğinin hesaplanması:

$$1 \text{ basamağın yüksekliği} = \frac{\text{Toplam Düşüm Yüksekliği}}{n(\text{kademe sayısı})} = \frac{1.2 \text{ m}}{3} = 0.4 \text{ m}$$

Minumum ve Maksimum Alan İhtiyacının hesaplanması:

$$2029 \text{ yılı için } \left\{ \begin{array}{l} \text{Min Alan} = 85 \text{ m}^2 \text{ s} / \text{m}^3 \times 0.5175 \text{ m}^3 / \text{s} = 43.98 \text{ m}^2 \\ \text{Max Alan} = 106 \text{ m}^2 \text{ s} / \text{m}^3 \times 0.5175 \text{ m}^3 / \text{s} = 54.85 \text{ m}^2 \end{array} \right.$$

$$2044 \text{ yılı için } \left\{ \begin{array}{l} \text{Min Alan} = 85 \text{ m}^2 \text{ s} / \text{m}^3 \times 0.594 \text{ m}^3 / \text{s} = 50.49 \text{ m}^2 \\ \text{Max Alan} = 106 \text{ m}^2 \text{ s} / \text{m}^3 \times 0.594 \text{ m}^3 / \text{s} = 62.96 \text{ m}^2 \end{array} \right.$$

Ünite yapısal uzunluklarının hesaplanması:

Düşüm Yüksekliği: Yukarıda hesaplandığı gibi **0.4m'** dir.

Basamak Genişliği: Genel olarak düşüm yüksekliği kadar seçilir, **0.4m'** dir.

Giriş Yapısı (Boy): Minimum ve Maksimum alan ve Kapasite parametreleri dikkate alınarak hesaplandı ve **15.4m** olarak belirlendi.

Giriş Yapısı (En): Minimum ve Maksimum alan ve Kapasite parametreleri dikkate alınarak hesaplandı ve **1.4m** olarak belirlendi.

Toplam Savak Uzunluğu: 2029 yılı için; 97 m

2044 yılı için; 112 m

Kapasite Kontrollerinin Yapılması:

$Kapasite = 0.0054 m^3 / m^2 s$ olarak seçilmiştir. $*(2.6 \times 10^{-3} m^3 / m^2 s \propto 6.5 \times 10^{-3} m^3 / m^2 s)$

*: Selçuk Üniversitesi, Çevre Müh. Bölümü Temel İşlemler Ders Notları, Yel E.

$$2029 \text{ yılı için } \left\{ L_{savak} = \frac{Q}{Kapasite} = \frac{0.5175 m^3 / s}{0.0054 m^3 / m^2 s} = 97 m \right.$$

$$2044 \text{ yılı için } \left\{ L_{savak} = \frac{Q}{Kapasite} = \frac{0.594 m^3 / s}{0.0054 m^3 / m^2 s} = 112 m \right.$$

Minimum, Maksimum Alan Kontrollerinin Yapılması:

2029 yılı için $\Rightarrow 43.98 m^2 \propto 54.85 m^2$ aralığında olmalı,

Giriş Yapısı Alanı : $1.4 \times 15.4 = 21.56 m^2$

Basamak Alanları : $Yamuk \text{ Alanından} = \frac{17+15.4}{2} \times 0.8 = 12.96$

$$2 \text{ Yamuk} = 2 \times 12.96 = 25.92 m^2$$

Toplam Alan ihtiyacı = $21.56 m^2 + 25.92 m^2 = 47.48 m^2$ dir. Uygunur.

2044 yılı için $\Rightarrow 50.49 m^2 \propto 62.96 m^2$ aralığında olmalı,

Toplam Alan İhtiyacı = $17 \times 3 = 51 m^2$ dir. Uygunur.

Giriş Yapısının Boyutlandırılması:

Giriş Borusundaki hız $0.6 m/s < V < 1.8 m/s$ arasında olmalıdır. Buna göre giriş boru çapımızı 800 mm seçersek;

2029 Yılı için :

$$\left. \begin{aligned} Q = V \times A &\Rightarrow 0.5175 m^3 / s = V \times \frac{\pi \times 0.8^2}{4} \\ V &= 1.03 m / s \end{aligned} \right\} 0.6 m / s < 1.03 m / s < 1.8 m / s$$

2044 Yılı için :

$$\left. \begin{aligned} Q = V \times A &\Rightarrow 0.594 m^3 / s = V \times \frac{\pi \times 0.8^2}{4} \\ V &= 1.18 m / s \end{aligned} \right\} 0.6 m / s < 1.18 m / s < 1.8 m / s$$

Çıkış Yapısının Boyutlandırılması:

Çıkış borusunda su yüksekliğine uygun olarak 700mm'lik boru seçilmiştir.

2029 Yılı için :

$$Q = V \times A \quad \Rightarrow \quad \left. \begin{array}{l} 0.5175 m^3 / s = V \times \frac{\pi \times 0.7^2}{4} \\ V = 1.34 m / s \end{array} \right\} 0.6 m / s < 1.34 m / s < 1.8 m / s$$

2044 Yılı için :

$$Q = V \times A \quad \Rightarrow \quad \left. \begin{array}{l} 0.594 m^3 / s = V \times \frac{\pi \times 0.7^2}{4} \\ V = 1.54 m / s \end{array} \right\} 0.6 m / s < 1.54 m / s < 1.8 m / s$$

Toplama Kanalının Boyutlandırılması:

Çıkış yapısını açık kanal hidroliğine göre ve ekonomik kesite göre boyutlandırırız;

$$\left. \begin{array}{l} n = 0.016 \\ S = 0.0004 \end{array} \right\} \text{seçersek}$$

$$\text{Ekonomik Kesit : } B = 2H \text{ ve } R = \frac{H}{2}$$

$$Q = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \times A$$

$$0.594 = \frac{1}{0.016} \times \left(\frac{H}{2} \right)^{\frac{2}{3}} \times 0.0004^{\frac{1}{2}} \times 2H^2$$

$$H = 0.69 m \approx 0.70 m$$

$$B = 0.70 \times 2 = 1.4 m' \text{ dir.}$$

B: Kanal Genişliği
H: Su Yüksekliği

G.3. Hızlı Karıştırma (Pıhtılaştırma)

Tank Boyutlarının Belirlenmesi:

$$V = Q_{2029} \times t_d$$

V : Tank Hacmi, t_d : Bekleme süresi (30s-60s aralığında, Su Tasfiyesi, Eroğlu V.)

Bekleme süresi 45s olarak seçildi. Buna göre;

$$V = 0.5175m^3 / s \times 45s \Rightarrow V = 23,2875m^3 \text{ olarak hesaplandı.}$$

1 tank asıl ve 1 yedek olarak ve küp şeklinde düşünürsek;

$$\sqrt[3]{V} = B = L = h \Rightarrow \sqrt[3]{28.75} = 3,06m$$

$$B = 3.10m, L = 3.10m, h = 3.00m$$

Yeni Hacim: $V = 3.10 \times 3.10 \times 3.00 \Rightarrow V = 28.83m^3$ 'tür.

$h = 3.00m$ su yüksekliğini ifade eder ve tank yüksekliğini hesaplamak için %25 ünite yapısal yüksekliği faktörüne ihtiyaç duyulur o halde;

$$\left. \begin{aligned} h + (h \times \%25) &= H \\ 3.00 + (3.00 \times 0.25) &= 3.75m \end{aligned} \right\} \text{ hesaplanır.}$$

Karıştırma için gerekli Motor Gücünün Hesaplanması:

$$N = G^2 \times \mu \times V \left\{ \begin{array}{l} N : \text{Güç, watt} \\ G : \text{Hız Gradyanı, } s^{-1} \text{ (50s' den büyük bekleme sürelerinde 700s}^{-1} \text{ kabul edilir.)} \\ \mu : \text{Kinematik Viskozite, } Ns / m^2 \text{ (18}^{\circ}C \text{ için } 1.07 \times 10^{-3} Ns / m^2 \text{ 'dir)} \\ V : \text{Hacim, } m^3 \end{array} \right.$$

$$N = 700^2 s^{-1} \times 1.07 \times 10^{-3} Ns / m^2 \times 31m^3$$

$$N = 16253watt = 16.25kW$$

Motor veriminin %80 olduğu kabul edilmiştir, o halde;

$$\left. \begin{aligned} N &= 16253watt \times \%80 \\ N &= 13000watt = 13kW \end{aligned} \right\} \text{ olarak hesaplanır.}$$

Karıştırıcı Pedalların Boyutlandırılması ve Konumları:

- İki pedal arası mesafe $D_a = (\%50 - \%80) \times L$ olmalıdır. %55 seçelim, o halde;
 $D_a = \%55 \times 3.10m \Rightarrow D_a = 1.705m \cong 1,71m'$ dir.

- Duvar kalınlığı $J = \frac{D_t}{12}$ 'dir. D_t duvar kalınlıklarıyla birlikte tank tabanının uzunluğudur.

$$D_t = 2J + B, B = 1.03m' \text{ dir. O halde;}$$

$$J = \frac{2J + 3.10}{12} = J = 0.31m \text{ standart olarak } J = 0.3m' \text{ dir.}$$

- Pedalların tabandan yüksekliği $E = \frac{D_t}{3}$ 'dir. O halde;

$$E = \frac{3.10 + (2 \times 0.3)}{3} = 1.23m \text{ olarak hesaplanır.}$$

- Su içindeki pedal hızı;

$$u = \pi \times D_a \times n \begin{cases} u : \text{hız, } m/s \\ n : \text{birim zamandaki devir sayısı, rpm, devir / s} \end{cases}$$

$n = 120rpm$ yani $2devir/s$ seçilmiştir. O halde;

$$u = \pi \times 1.71m \times 2devir / s \Rightarrow u = 10.74m / s \text{ hesaplanmıştır.}$$

- İzafi Hız, mutlak hızın %75'i kabul edilirse;

$$V_r = 0.75 \times 10.74m / s \Rightarrow V_r = 8.06m / s \text{ olarak hesaplanır.}$$

$$\text{Pedalların toplam yüzey alanı } A_p = \frac{2N}{C_D \times \rho \times V_r^3} \times \frac{1}{2} \text{ 'dir. O halde;}$$

$$\frac{L}{W} = 5 \Rightarrow C_D = 1.2 \text{ 'dir. Suyun yoğunluğu } 1000kg / m^3 \text{ 'tür. } V_r = 8.06m / s \text{ 'dir.}$$

$$A_p = \frac{2 \times 13000}{1.2 \times 1000 \times 8.06^3} \times \frac{1}{2} = 0.02m^2 \text{ 'dir.}$$

- Pedal Boyutları: 2 adet pedal var ise;

$$2 \times L \times W = A_p$$

$$L = 5W \Rightarrow 2 \times 5W \times W = 0.02m^2$$

$$W = 0.045m, L = 0.225m' dir.$$

2044 yılı için bekleme süresinin kontrolü :

$$\left. \begin{array}{l} Q = 0.594m^3 / s \\ V = 28.83m^3 \end{array} \right\} t_d = \frac{28.83m^3}{0.594m^3 / s} = 48.53s \cong 49s' dir.$$

30s < 49s < 60s uygundur. (Su Tasfiyesi, Eroğlu V.)

Giriş Yapısının Boyutlandırılması:

Giriş Borusundaki hız 0.6 m/s < V < 1.8 m/s arasında olmalıdır. Buna göre giriş boru çapımızı 700 mm seçersek;

2029 Yılı için :

$$Q = V \times A \Rightarrow \left. \begin{array}{l} 0.5175m^3 / s = V \times \frac{\pi \times 0.7^2}{4} \\ V = 1.34m / s \end{array} \right\} 0.6m / s < 1.34m / s < 1.8m / s$$

2044 Yılı için :

$$Q = V \times A \Rightarrow \left. \begin{array}{l} 0.594m^3 / s = V \times \frac{\pi \times 0.7^2}{4} \\ V = 1.54m / s \end{array} \right\} 0.6m / s < 0.93m / s < 1.8m / s$$

Çıkış Yapısının Boyutlandırılması:

Giriş yapısındaki tüm boru özellikleri, çıkış yapısı içinde uygun görülmüştür.

G.4. Yavaş Karıştırma (Yumaklaştırma)

Yavaş Karıştırma Tankının Boyutlandırılması:

3 Adet odadan oluşan 1 adet yavaş karıştırma ünitesini boyutlandırılalım. Ve 1 adette yedek olsun.

$$Q_{2029} = 0.5175 m^3 / s$$

$t_d = 30 dk$ Olarak seçelim. (15dk-45dk. Su Tasfiyesi, Eroğlu V.) O halde;

$$V = Q \times t_d \Rightarrow V = 0.5175 m^3 / s \times 30 dk \times \frac{60s}{1dk}$$

$V = 931.5 m^3$ olarak hesaplanır.

Su Yüksekliği Yumaklaştırma için 5m uygundur. O halde diğer ebatlar;

$$V = h \times L \times B \Rightarrow L = B \text{ kabul edelim;}$$

$$V = 931.5 m^3 / 3 = 310.5 m^3$$

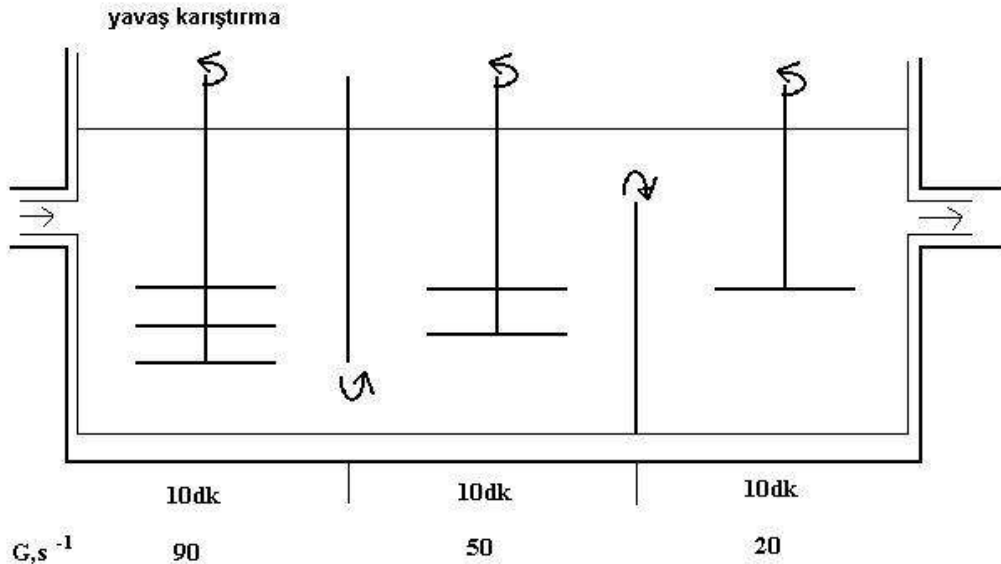
$$310.5 m^3 = 5m \times L^2 \Rightarrow L = 7.88 m \cong 7.9 m$$

Ünite Yapısal Yüksekliği, hava payı ile birlikte: $5m + (5m \times \%25) = 6.25m'$ dir.

Bu durumda yeni hacim: $V = 3 \times (7.9m \times 7.9m \times 5m) = 936.15 m^3$ 'tür.

Her bir oda hacmi: $V_1 = V_2 = V_3 = \frac{936.15 m^3}{3} = 312.05 m^3$ 'tür.

Hız gradyanlarının belirlenmesi: Her bir bölmede 10 dk bekleme olduğu dikkate alınarak,



1.Bölmede: $G_1 = 90s^{-1}$ 2.Bölmede: $G_2 = 50s^{-1}$ 3.Bölmede: $G_3 = 20s^{-1}$ olarak belirlenir.

Uygunluk Şartlarına Göre;

$$G \times t_d = (90 + 50 + 20) \times 10dk \times 60s / dk = 9.6 \times 10^4$$

$10^4 < 9.6 \times 10^4 < 10^5$ uygundur. (Su Tasfiyesi, Eroğlu V.)

1.Bölmede Karıştırıcı Teçhizatının Boyutlandırılması:

- Güç Hesabı:

$$N = \mu \times G^2 \times V \begin{cases} N : \text{güç, watt} \\ \mu : \text{kinematik viskozite, } Ns / m^2 \\ G : \text{hız gradyanı, } s^{-1} \end{cases}$$

$$N = 1.07 \times 10^{-3} \times 90^2 \times 312$$

$$N = 2704 \text{ watt}$$

Pratikte %80 verimle çalıştığı düşünülürse,

$$N = 0.80 \times 2704 \Rightarrow N = 2163 \text{ watt} \text{ olarak bulunur.}$$

- Pedal Boyutlandırılması:

$$\frac{L}{W} = 5 \Rightarrow C_D = 1.2 \text{ olmaktadır.}$$

$V_r = 0.7m/s$ kabul edelim. O halde;

$$A_p = \frac{2 \times N}{C_D \times \rho \times V_r^3} \times \frac{1}{2} \Rightarrow A_p = \frac{2 \times 2163}{1.2 \times 1000 \times 0.7^3} \times \frac{1}{2} \Rightarrow A_p = 5.25 m^2$$

3 Pedal kullanılmıştır, o halde;

$$3 \times 5W \times W = 5.25 m^2 \Rightarrow W = 0.59m \cong 0.6m \text{ ve } L = 2.95m \text{ olarak hesaplanır.}$$

2. Bölmede Karıştırıcı Teçhizatının Boyutlandırılması:

- Güç Hesabı:

$$N = \mu \times G^2 \times V \begin{cases} N : \text{güç, watt} \\ \mu : \text{kinematik viskozite, } \text{Ns} / \text{m}^2 \\ G : \text{hız gradyanı, } \text{s}^{-1} \end{cases}$$

$$N = 1.07 \times 10^{-3} \times 50^2 \times 312$$

$$N = 835 \text{ watt}$$

Pratikte %80 verimle çalıştığı düşünülürse,

$$N = 0.80 \times 835 \Rightarrow N = 668 \text{ watt} \text{ olarak bulunur.}$$

- Pedal Boyutlandırılması:

$$\frac{L}{W} = 5 \Rightarrow C_D = 1.2 \text{ olmaktadır.}$$

$V_r = 0.7 \text{ m/s}$ kabul edelim. O halde;

$$A_p = \frac{2 \times N}{C_D \times \rho \times V_r^3} \times \frac{1}{2} \Rightarrow A_p = \frac{2 \times 668}{1.2 \times 1000 \times 0.7^3} \times \frac{1}{2} \Rightarrow A_p = 1.62 \text{ m}^2$$

2 Pedal kullanılmıştır, o halde;

$$2 \times 5W \times W = 1.62 \text{ m}^2 \Rightarrow W = 0.4 \text{ m} \text{ ve } L = 2 \text{ m} \text{ olarak hesaplanır.}$$

3. Bölmede Karıştırıcı Teçhizatının Boyutlandırılması:

- Güç Hesabı:

$$N = \mu \times G^2 \times V \begin{cases} N : \text{güç, watt} \\ \mu : \text{kinematik viskozite, } \text{Ns} / \text{m}^2 \\ G : \text{hız gradyanı, } \text{s}^{-1} \end{cases}$$

$$N = 1.07 \times 10^{-3} \times 20^2 \times 312$$

$$N = 134 \text{ watt}$$

Pratikte %80 verimle çalıştığı düşünülürse,

$$N = 0.80 \times 134 \Rightarrow N = 107 \text{ watt} \text{ olarak bulunur.}$$

- Pedal Boyutlandırılması:

$$\frac{L}{W} = 5 \Rightarrow C_D = 1.2 \text{ olmaktadır.}$$

$V_r = 0.7 \text{ m/s}$ kabul edelim. O halde;

$$A_p = \frac{2 \times N}{C_D \times \rho \times V_r^3} \times \frac{1}{2} \Rightarrow A_p = \frac{2 \times 107}{1.2 \times 1000 \times 0.7^3} \times \frac{1}{2} \Rightarrow A_p = 0.26 \text{ m}^2$$

1 Pedal kullanılmıştır, o halde;

$$5W \times W = 0.26 \text{ m}^2 \Rightarrow W = 0.228 \approx 0.23 \text{ m} \text{ ve } L = 1.14 \text{ m} \text{ olarak hesaplanır.}$$

2044 yılı için Bekleme Süresi Kontrolü:

$$Q_{2029} = 0.594 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$V = 312.05 \text{ m}^3 \text{ 'tür.}$$

$$t_d = \frac{V}{Q} \Rightarrow t_d = \frac{936.15 \text{ m}^3}{0.594 \text{ m}^3 / \text{s} \times 60 \text{ s}} = 26.27 \text{ dk} \approx 27 \text{ dk} \text{ 'dır.}$$

15dk < 27dk < 45dk uygundur. (Su Tasfiyesi, Eroğlu V.)

Giriş ve Çıkış Yapısının Boyutlandırılması:

Giriş Orifisleri 6 adet ve her biri $0.5 \text{ m} \times 0.5 \text{ m}$ şeklinde karelerden oluşmaktadır.

$$\Sigma \text{Akım alanı} = 6 \times (0.5 \text{ m} \times 0.5 \text{ m}) \Rightarrow A = 1.5 \text{ m}^2$$

$$Q = V \times A$$

$$0.5175 \text{ m}^3 / \text{s} = V \times 1.5 \text{ m}^2$$

$$V = 0.345m/s \text{ dir. } (0.15m/s - 0.6m/s) \text{ uygun olduğu gör÷lmüştür.}$$

Orifisler 2 satır ve 3 sütundan oluşmaktadır. Yatayda orifiler arası **3.2m** , düşeyde orifisler arası **0.5m**, üst sıradaki orifisler su yüksekliğinden **0.75m** aşağıda ve alt sıradaki orifisler tabandan **0.75m** yukarıdadır.

Çıkış yapısı da tıpkı giriş yapısı gibi boyutlandırılmıştır.

Giriş Çıkış yapıları ve Odalar arasında geçişi sağlayan Orifisler de hız kontrolü:

Giriş Yapısında;

$$\Sigma \text{Akım alanı} = 6 \times (0.5m \times 0.5m) \Rightarrow A = 1.5m^2$$

$$Q = V \times A$$

$$0.594m^3/s = V \times 1.5m^2$$

$$V = 0.397m/s \text{ dir. } (0.15m/s - 0.6m/s) \text{ 2044 yılı içinde uygun bulunmuştur.}$$

Odalar arasında;

3 Bölmeden oluştuğuna göre 2 orifis kullanılacaktır. Orifisten geçen su hızı;

Orifis yüksekliği: 0.5m olarak seçildi. O halde;

2029 Yılı:

$$Q = V \times A \Rightarrow 0.5175m^3/s = V \times (6.5m \times 0.5m)$$

$$V = 0.16m/s \text{ dir. } (0.15m/s < V < 0.6m/s) \text{ uygundur.}$$

2044 Yılı:

$$Q = V \times A \Rightarrow 0.594m^3/s = V \times (6.5m \times 0.5m)$$

$$V = 0.19m/s \text{ dir. } (0.15m/s < V < 0.6m/s) \text{ uygundur.}$$

G.5. Çökeltme

Dağıtım Kanalının Boyutlandırılması:

2029 Yılı için;

Açık kanal, ekonomik kesite göre boyutlandırılırsa, $B=2H$ 'dır. O halde;

$$Q = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \times A$$

$$0.5175 \text{ m}^3 / \text{s} = \frac{1}{0.016} \times \left(\frac{H}{2} \right)^{\frac{2}{3}} \times 0.0004^{\frac{1}{2}} \times 2H^2$$

$$\left. \begin{array}{l} H = 0.65 \text{ m} \\ B = 1.3 \text{ m} \end{array} \right\} \text{olarak hesaplanmaktadır.}$$

Hava payı dahil edildiğinde ünite yapısal yüksekliği $0.65 \text{ m} \times 1.25 \cong 0.8 \text{ m}$ 'dir.

$$\left. \begin{array}{l} n = 0.016 \\ R = \frac{H}{2} \end{array} \right\} V = \frac{1}{0.016} \times \left(\frac{0.65}{2} \right)^{\frac{2}{3}} \times 0.0004^{\frac{1}{2}} \Rightarrow V = 0.59 \text{ m} / \text{s}$$

2044 Yılı için;

$$Q = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \times A$$

$$0.594 \text{ m}^3 / \text{s} = \frac{1}{0.016} \times \left(\frac{H}{2} \right)^{\frac{2}{3}} \times 0.0004^{\frac{1}{2}} \times 2H^2$$

$$\left. \begin{array}{l} H = 0.7 \text{ m} \\ B = 1.3 \text{ m} \end{array} \right\} \text{olarak hesaplanmaktadır.}$$

$$\left. \begin{array}{l} n = 0.016 \\ R = \frac{H}{2} \end{array} \right\} V = \frac{1}{0.016} \times \left(\frac{0.7}{2} \right)^{\frac{2}{3}} \times 0.0004^{\frac{1}{2}} \Rightarrow V = 0.6 \text{ m} / \text{s}$$

Her bir tanka su getirecek kanalların Boyutlandırılması

2029 Yılı için;

Açık kanal, ekonomik kesite göre boyutlandırırız, B=2H'dır. O halde;

$$Q = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \times A$$

$$\frac{0.5175 m^3 / s}{5} = \frac{1}{0.016} \times \left(\frac{H}{2} \right)^{\frac{2}{3}} \times 0.0004^{\frac{1}{2}} \times 2H^2$$

$$\left. \begin{array}{l} H = 0.35m \\ B = 0.7m \end{array} \right\} \text{olarak hesaplanmaktadır.}$$

$$\left. \begin{array}{l} n = 0.016 \\ R = \frac{H}{2} \end{array} \right\} V = \frac{1}{0.016} \times \left(\frac{0.35}{2} \right)^{\frac{2}{3}} \times 0.0004^{\frac{1}{2}} \Rightarrow V = 0.39 m / s$$

2044 Yılı için;

Açık kanal, ekonomik kesite göre boyutlandırırız, B=2H'dır. O halde;

$$Q = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \times A$$

$$\frac{0.594 m^3 / s}{5} = \frac{1}{0.016} \times \left(\frac{H}{2} \right)^{\frac{2}{3}} \times 0.0004^{\frac{1}{2}} \times 2H^2$$

$$\left. \begin{array}{l} H = 0.4m \\ B = 0.7m \end{array} \right\} \text{olarak hesaplanmaktadır.}$$

$$\left. \begin{array}{l} n = 0.016 \\ R = \frac{H}{2} \end{array} \right\} V = \frac{1}{0.016} \times \left(\frac{0.4}{2} \right)^{\frac{2}{3}} \times 0.0004^{\frac{1}{2}} \Rightarrow V = 0.42 m / s$$

Giriş Orifis Hesapları:

2029 Yılı için;

Boyutları $0.5m \times 0.5m$ olan 6 adet Orifis seçilmiştir.

$$\text{Bir Orifis'e gelen debi: } \frac{0.5175m^3 / s}{6} = 0.08625m^3 / s$$

$$\left. \begin{array}{l} Q = V \times A \\ 0.08625m^3 / s = V \times (0.5m \times 0.5m) \\ V = 0.345m / s \end{array} \right\} (0.15m / s < 0.345m / s < 0.6m / s) \text{ uygundur.}$$

2044 Yılı için;

$$\text{Bir Orifis'e gelen debi: } \frac{0.594m^3 / s}{6} = 0.099m^3 / s$$

$$\left. \begin{array}{l} Q = V \times A \\ 0.099m^3 / s = V \times (0.5m \times 0.5m) \\ V = 0.396m / s \end{array} \right\} (0.15m / s < 0.396m / s < 0.6m / s) \text{ uygundur.}$$

Çökeltme ünitesi Boyut Hesabı:

2029 Yılı için;

$$Q = 0.5175m^3 / s = 1863m^3 / sa$$

Tasfiye şekli, Alum ile yumaklaştırma olarak seçilmiştir. Buna göre;

Yüzey yükü, $0.6m^3 / m^2sa - 1.0m^3 / m^2sa$ arasında olmalıdır. (Su Tasfiyesi, Eroğlu V.)

Yüzey yükü $0.8m^3 / sa$ seçilmiştir.

Buna göre yüzey alanı;

$$\left. \begin{array}{l} A = \frac{Q}{S_0} \left\{ S_0 : \text{yüzey yükü} \right. \\ A = \frac{1863m^3 / sa}{0.8m^3 / m^2sa} \Rightarrow A = 2328.75m^2 \end{array} \right\} \text{olarak hesaplanır.}$$

Bekleme süresi $2sa-4sa$ arasında olmalıdır. (Su Tasfiyesi, Eroğlu V.)

$t_d = 2.5sa$ seçilerek 5 adet çökeltme havuzu uygun görülmüştür. Ayrıca 1 adet yedek havuz inşa edilecektir. Buna göre;

$$V = Q \times t_d \Rightarrow V = \frac{1863m^3 / sa}{5} \times 2.5sa = 931.5m^3$$

$$\frac{uzunluk}{genişlik} = \frac{5}{1} \text{ seçilmiştir. (3:1-5:1 aralığında olmalıdır, Su Tasfiyesi, Eroğlu V.)}$$

$W = 7.5m$ kabul edelim. $L = 37.5m'$ dir. O halde;

$$V = L \times W \times h$$

$$931.5m^3 = 37.5m \times 7.5m \times h$$

$$h = 3.3m' \text{ dir.}$$

Genişlik $7.5m$ ye kadar müsaade edilmiş ve su derinliği $2.5m-3.7m$ arasında olmalıdır. (Su Tasfiyesi, Eroğlu V.)

Çökecek olan madde $0.2 mm$ çapında iri kum olarak kabul edilmiştir. $0.2 mm$ çapındaki iri kumun çökme hızı $21 mm/s$ olarak alınmıştır. (Su Tasfiyesi, Eroğlu V.)

Ham suyun sıcaklığı başlangıçta $18^{\circ}C$ idi. Bundan önceki ünitelerde su sıcaklığının $15^{\circ}C$ 'ye düştüğü kabul edilerek, $15^{\circ}C$ su için Kinematik Viskozite değeri $1.15 \times 10^{-6} m^2 / s$ 'dir.

Yukarıdaki verilere dayanarak Reynold sayısını hesaplarsak;

Re : Reynold Sayısı

V_s : Kum'un Çökme Hızı, m/s

d_p : Kum'un Dane Çapı, m

μ : Kinematik Viskozite, m^2/s

$$Re = \frac{V_s \times d_p}{\mu} \Rightarrow Re = \frac{0.021m/s \times 0.0002m}{1.15 \times 10^{-6} m^2/s} = 3.65$$

$$1 < Re < 50 \Rightarrow C_D = \frac{24}{Re^3} \text{ 'dir. } 1 < 3.65 < 50 \text{ olduğuna göre o halde;}$$

$$C_D = \frac{24}{3.65^3} = 9.088 \cong 9.1 \text{ 'dir. Bu verilerle gerçek çökme hızını hesaplayabiliriz;}$$

$$V_s = \sqrt{\frac{4}{3 \times C_D} \times \frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_w} \times g \times d_p}$$

$$\left. \begin{array}{l} \rho_s : 2650 \text{ kg} / \text{m}^3 \\ \rho_w : 1000 \text{ kg} / \text{m}^3 \\ g : 9.81 \text{ m} / \text{s}^2 \end{array} \right\} \Rightarrow V_s = \sqrt{\frac{4}{3 \times 9.1} \times \frac{2650 - 1000}{1000} \times 9.81 \times 0.0002} \Rightarrow V_s = 0.022 \text{ m} / \text{s} \text{ dir.}$$

Tabana çökelen katı maddelerin tekrar suya karışmaması bakımından yatay su hızının belirli bir değeri aşmaması gerekir. İlgili derinlik ve tank genişliği dikkate alınarak kontrol edilirse;

$$V_0 = \frac{Q}{W \times H} = \frac{0.104 \text{ m}^3 / \text{s}}{7.5 \text{ m} \times 3.3 \text{ m}} = 0.0042 \text{ m} / \text{s}$$

Havuzdaki yatay hızın (V_0) tabana çökelen danelerin tekrar suya karışmamasına sebep olan V_s hızından küçük veya en fazla eşit olması gerekmektedir. (Su Tasfiyesi, Eroğlu V.)

O halde;

$$V_s = 0.022 \text{ m} / \text{s} > V_0 = 0.0042 \text{ m} / \text{s} \text{ olduğundan tabana çöken daneler tekrar suya karışmaz.}$$

2044 Yılı için;

$$Q = 0.594 \text{ m}^3 / \text{s} = 2138.4 \text{ m}^3 / \text{sa}$$

Tasfiye şekli, Alum ile yumaklaştırma olarak seçilmiştir. Buna göre;

Yüzey yükü, $0.6 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \text{ sa} - 1.0 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \text{ sa}$ arasında olmalıdır. (Su Tasfiyesi, Eroğlu V.) Yüzey yükü $0.8 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \text{ sa}$ seçilmiştir.

Buna göre yüzey alanı;

$$\left. \begin{array}{l} A = \frac{Q}{S_0} \left\{ S_0 : \text{yüzey yükü} \right. \\ A = \frac{2138.4 \text{ m}^3 / \text{sa}}{0.8 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \text{ sa}} \Rightarrow A = 2673 \text{ m}^2 \end{array} \right\} \text{olarak hesaplanır.}$$

$$t_d = \frac{V}{Q} \Rightarrow t_d = \frac{931.5 \text{ m}^3}{\frac{2138.4 \text{ m}^3 / \text{sa}}{5}} = 2.18 \text{ sa}$$

Tabana çökelen katı maddelerin tekrar suya karışmaması bakımından yatay su hızının belirli bir değeri aşmaması gerekir. İlgili derinlik ve tank genişliği dikkate alınarak kontrol edilirse;

$$V_0 = \frac{Q}{W \times H} = \frac{0.119 \text{ m}^3 / \text{s}}{7.5 \text{ m} \times 3.3 \text{ m}} = 0.0048 \text{ m} / \text{s}$$

Havuzdaki yatay hızın (V_0) tabana çökelen danelerin tekrar suya karışmamasına sebep olan V_s hızından küçük veya en fazla eşit olması gerekmektedir. (Su Tasfiyesi, Eroğlu V.)

O halde;

$V_s = 0.022m/s > V_0 = 0.0048m/s$ olduğundan tabana çöken daneler tekrar suya karışmaz.

Savak Hesabı:

2029 Yılı için;

Savak Yüğü, $q = 170m^3 / m.gün - 260m^3 / m.gün$ arasında olmalı. (Su Tasfiyesi, Eroğlu V.)

$q = 240m^3 / m.gün$ seçilmiştir.

$$\text{Toplam Savak Uzunluğu: } L = \frac{Q}{q} = \frac{0.5175m^3 / s \times 86400s / gün}{200m^3 / m.gün} = 223.6m$$

$$\text{Bir Tank'ın Savak Uzunluğu: } \frac{223.6m}{5\text{tank}} = 44.7m \text{ olarak hesaplanmıştır.}$$

Savaktaki su yüksekliğini 10cm, hava payını 5cm ve savak şekli “eşitkenar üçgen” şeklinde olduğu düşünülerek savak genişliğini 15cm olarak seçelim. İki savak arasındaki mesafede 20cm kabul edilirse;

$$\text{Bir tankta: } \text{Savak Sayısı} = n = \frac{44.7m}{0.35m} = 128 \text{ adettir.}$$

$$\text{Savak Sırası} = n = \frac{44.7m}{7.5mm} = 5.96 \approx 6 \text{ tanedir.}$$

2044 Yılı için;

Savak Yüğü, $q = 230m^3 / m.gün$ seçilerek, 2029 yılındaki şekliyle 2044 yılında da boyutlandırılabilir.

2 sıra savağın toplanacağı toplama kanalının boyutlandırılması:

2029 Yılı için;

$$\frac{0.5175m^3 / s}{5 \times 3} = \frac{1}{0.016} \times \left(\frac{H}{2} \right)^{\frac{2}{3}} \times 0.0004^{0.5} \times 2H^2$$

$$\left. \begin{array}{l} H = 0.23m \\ B = 0.4m \end{array} \right\} \rightarrow V = \frac{1}{0.016} \times \left(\frac{0.23}{2} \right)^{\frac{2}{3}} \times 0.0004^{0.5} \Rightarrow V = 0.29m/s$$

2044Yılı için;

$$\frac{0.594m^3/s}{5 \times 3} = \frac{1}{0.016} \times \left(\frac{H}{2}\right)^{\frac{2}{3}} \times 0.0004^{0.5} \times 2H^2$$

$$\left. \begin{array}{l} H = 0.25m \\ B = 0.4m \end{array} \right\} \rightarrow V = \frac{1}{0.016} \times \left(\frac{0.25}{2}\right)^{\frac{2}{3}} \times 0.0004^{0.5} \Rightarrow V = 0.31m/s$$

2 çökeltme tankından savaklanan suyun toplanacağı toplama kanalının boyutlandırılması:

2029 Yılı için;

$$2 \times \left(\frac{0.5175m^3/s}{5}\right) = \frac{1}{0.016} \times \left(\frac{H}{2}\right)^{\frac{2}{3}} \times 0.0004^{0.5} \times 2H^2$$

$$\left. \begin{array}{l} H = 0.45m \\ B = 0.9m \end{array} \right\} \rightarrow V = \frac{1}{0.016} \times \left(\frac{0.45}{2}\right)^{\frac{2}{3}} \times 0.0004^{0.5} \Rightarrow V = 0.46m/s$$

2044Yılı için;

$$2 \times \left(\frac{0.594m^3/s}{5}\right) = \frac{1}{0.016} \times \left(\frac{H}{2}\right)^{\frac{2}{3}} \times 0.0004^{0.5} \times 2H^2$$

$$\left. \begin{array}{l} H = 0.5m \\ B = 0.9m \end{array} \right\} \rightarrow V = \frac{1}{0.016} \times \left(\frac{0.5}{2}\right)^{\frac{2}{3}} \times 0.0004^{0.5} \Rightarrow V = 0.5m/s$$

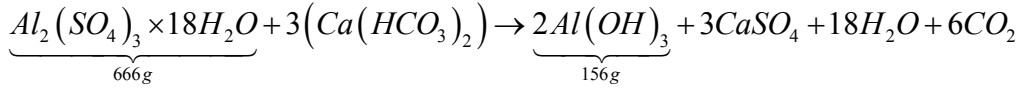
Toplama Kanalının Boyutlandırılması:

$$Q = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \times A$$

$$0.5175m^3/s = \frac{1}{0.016} \times \left(\frac{H}{2}\right)^{\frac{2}{3}} \times 0.0004^{\frac{1}{2}} \times 2H^2$$

$$\left. \begin{array}{l} H = 0.66m \\ B = 1.32m \end{array} \right\} \text{olarak hesaplanmaktadır.}$$

Çamur Miktarının Bulunması:



Alum dozu: 35mg/L olarak alınmıştır. O halde;

Alüminyum Hidroksit miktarı: $\frac{35mg / L \times 156g}{666g} = 8.198mg / L$ olarak hesaplanır.

Oluşacak çamur'un konsantrasyonu %5 olarak kabul edilmiştir.

Oluşacak çamur'un yoğunluğu 1005kg/m³ olarak kabul edilmiştir.

2029 Yılı için Çamur Miktarı:

Çamur Miktarı:

$$8.198mg / L \times 517.5L / s \times (100 / 5) \times 86400s / gün = 7331kg / gün \text{ bulunur.}$$

Oluşacak Çamur Hacmi:

$$\frac{7331kg / gün}{1005kg / m^3} = 7.29m^3 / gün \text{ olarak hesaplanır.}$$

2029 yılı için 5 adet tank yapılacağından 1 tankta oluşacak çamur hacmi:

$$\frac{7.29m^3 / gün}{5} = 1.46m^3 / gün \text{ kadardır.}$$

2044 Yılı için Çamur Miktarı:

Çamur Miktarı:

$$8.198mg / L \times 594L / s \times (100 / 5) \times 86400s / gün = 8414.7kg / gün \text{ bulunur.}$$

Oluşacak Çamur Hacmi:

$$\frac{8414.7kg / gün}{1005kg / m^3} = 8.37m^3 / gün \text{ olarak hesaplanır.}$$

2044 yılı için 5 adet tank yapılacağından 1 tankta oluşacak çamur hacmi:

$$\frac{8.37m^3 / gün}{5} = 1.67m^3 / gün \text{ kadardır.}$$

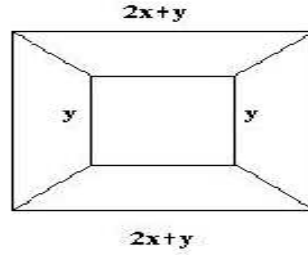
Çamur Konilerinin Boyutlandırılması:

Çöktürme tanklarının her birinde 3'er tane çamur konisi olacak şekilde tasarlayalım.

$W=7.5m$ (genişlik)

Koninin alt ve üst tabanını kare olarak boyutlandıralım, alt taban kenarı y ve üst taban kenarı ise $2x+y$ olsun.

çamur konisi



$2 \times (2x + y) = 7.5m$ ve $y = 1.5m$ kabul edelim. O halde; $x = 0.5m$ 'dir.

$2x + y = 2.5m$ 'dir.

H/x oranını 1:2 seçelim (Su Tasfiyesi, Eroğlu V.);

$$\frac{H}{x} = 2 \Rightarrow H = 2 \times 0.5m = 1m \text{ 'dir.}$$

Koni Hacminin Hesaplanması:

Çamur konilerini 1 haftada bir temizleyeceğimiz esasına dayanarak hacimlerini hesaplayalım;

$$\left. \begin{array}{l} \text{Büyük Taban Alanı: } A \\ \text{Küçük Taban Alanı: } a \\ \text{Koni Yüksekliği: } H \end{array} \right\} V = \frac{H}{3} \times (A + \sqrt{A \times a} + a)$$

$$V = \frac{1m}{3} \times (6.25 + \sqrt{6.25 \times 2.25} + 2.25) = 4.08m^3$$

2029 yılı için 1 günde oluşan çamur hacmi: $1.46m^3/gün$ 'dür. O halde çamur konileri,

$$\frac{3 \times 4.08m^3}{1.46m^3 / gün} = 8.3gün \text{ de bir temizlenmesi gerekmektedir.}$$

2044 yılı için 1 günde oluşan çamur hacmi: $1.67m^3/gün$ 'dür. O halde çamur konileri,

$$\frac{3 \times 4.08m^3}{1.67m^3 / gün} = 7.3gün \text{ de bir temizlenmesi gerekmektedir.}$$

G.6. Filtrasyon

Filtre sayısı, Filtre alanı ve Filtre Ebatlarının Belirlenmesi

2029 Yılı İçin:

Filtre Sayısı:

$n = 12 \times \sqrt{Q}$ ampirik formülü ile tespit edilir. (Su Tasfiyesi, Eroğlu V.)

$$n = 12 \times \sqrt{0.5175m^3 / s} \Rightarrow n = 8.63 \cong 8 \text{ adet filtre uygundur.}$$

Buna göre 2029 yılı için 8 adet asıl ve 2 adet yedek filtre olmak üzere 10 adet hızlı kum filtresi inşa edilecektir.

Filtre Yüzey Alanı:

$SLR = 10m^3 / m^2s$ olarak seçilir. $(5m^3 / m^2sa - 15m^3 / m^2sa)$ (Su Tasfiyesi, Eroğlu V.)

$$A = 1.5 \times \frac{Q_{2029}}{SLR} \Rightarrow A = 1.5 \times \frac{0.5175m^3 / s \times 3600s / sa}{10m^3 / m^2sa} = A = 279.45m^2 \text{ 'dir.}$$

1 Filtrenin yüzey alanı:

$$A_{filtre} = \frac{\sum A}{n-1} \Rightarrow \frac{279.45m^2}{8-2} = 46.58m^2 \text{ 'dir.}$$

Yeni alan:

$$\sum A = n \times A_{filtre} \Rightarrow \sum A = 8 \times 46.58m^2 \Rightarrow \sum A = 372m^2 \text{ 'dir.}$$

Yeni SLR:

$$SLR = 1.5 \times \frac{Q_{2029}}{A} \Rightarrow SLR = 1.5 \times \frac{0.5175m^3 / s \times 3600s / sa}{372m^2} = SLR = 5m^3 / m^2sa$$

$(5m^3 / m^2sa - 15m^3 / m^2sa)$ uygundur.

2044 Yılı İçin:

Filtre Sayısı:

$n = 12 \times \sqrt{Q}$ ampirik formülü ile tespit edilir. (Su Tasfiyesi, Eroğlu V.)

$$n = 12 \times \sqrt{0.594m^3 / s} \Rightarrow n = 9.25 \cong 10 \text{ adet filtre uygundur.}$$

Buna göre 2044 yılı için 10 adet asıl ve 2 adet yedek filtre olmak üzere 12 adet hızlı kum filtresi inşa edilecektir. Bunlardan 10'u 2029 yılında inşa edildiğinden 2044 yılında 2 adet daha inşa edilecektir.

Yeni SLR:

$$SLR = 1.5 \times \frac{Q_{2044}}{A} \Rightarrow SLR = 1.5 \times \frac{0.594 m^3 / s \times 3600 s / sa}{372 m^2} = SLR = 5.55 m^3 / m^2 sa$$

$$(5 m^3 / m^2 sa < 5.55 m^3 / m^2 sa < 15 m^3 / m^2 sa) \text{ uygundur.}$$

Filtrenin Boyutlandırılması:

$$\frac{L}{W} = 2 : 1 \square 1.5 : 1 \text{ (Temel İşlemler 1 Ders Notları, Yel, E.)}$$

L=8.5 m ve W=5.5 m'dir.

Gerekli Kabuller:

- Kum dane çapı, $d_p=0.4mm$
- Yatak kalınlığı, $L=0.8m$
- Su Yüksekliği, $H=1.5m$
- Yatak porozitesi, $p=0.55$
- Malzeme yoğunluğu, $\rho_p=2.65kg/m^3$
- Şekil Faktörü, $\Psi=0.95$
- Çakıl Derinliği, $\zeta=0.4m$
- Hava Payı, $h=0.3m$

Filtre Geri Yıkama:

Geri yıkamada Avrupa Tatbikatı kullanılmıştır. Bu da önce hava ile sonra ise su ile yıkamayı gerektirecektir.

$$\left. \begin{array}{l} Re: \text{Reynold Sayısı} \\ V_s: \text{Kum'un Çökelme Hızı, m/s} \\ d_p: \text{Kum'un Dane Çapı, m} \\ \mu: \text{Kinematik Viskozite, m}^2 / s \end{array} \right\} Re = \frac{V_s \times d_p}{\mu} \Rightarrow Re = \frac{0.042 m / s \times 0.0004 m}{1.15 \times 10^{-6} m^2 / s} = 14.6$$

$$1 < Re < 50 \Rightarrow C_D = \frac{24}{14.6^{\frac{3}{4}}} \Rightarrow C_D = 3.21$$

$$V_s = \sqrt{\frac{4}{3 \times C_D} \times \frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_w} \times g \times d_p}$$

$$\left. \begin{array}{l} \rho_s : 2650 \text{ kg/m}^3 \\ \rho_w : 1000 \text{ kg/m}^3 \\ g : 9.81 \text{ m/s}^2 \end{array} \right\} \Rightarrow V_s = \sqrt{\frac{4}{3 \times 3.21} \times \frac{2650 - 1000}{1000} \times 9.81 \times 0.0004} \Rightarrow V_s = 0.052 \text{ m/s' dir.}$$

2. iterasyon yapılır;

$$\text{Re} = \frac{V_s \times d_p}{\mu} \Rightarrow \text{Re} = \frac{0.052 \text{ m/s} \times 0.0004 \text{ m}}{1.15 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}} = 18.08$$

$$1 < \text{Re} < 50 \Rightarrow C_D = \frac{24}{\text{Re}^{\frac{3}{4}}} \Rightarrow C_D = 2.74$$

$$V_s = \sqrt{\frac{4}{3 \times 2.74} \times \frac{2650 - 1000}{1000} \times 9.81 \times 0.0004} \Rightarrow V_s = 0.056 \text{ m/s' dir.}$$

3. iterasyon yapılır;

$$\text{Re} = \frac{V_s \times d_p}{\mu} \Rightarrow \text{Re} = \frac{0.056 \text{ m/s} \times 0.0004 \text{ m}}{1.15 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}} = 19.48$$

$$1 < \text{Re} < 50 \Rightarrow C_D = \frac{24}{\text{Re}^{\frac{3}{4}}} \Rightarrow C_D = 2.59$$

$$V_s = \sqrt{\frac{4}{3 \times 2.59} \times \frac{2650 - 1000}{1000} \times 9.81 \times 0.0004} \Rightarrow V_s = 0.057 \text{ m/s} \cong 0.056 \text{ m/s' dir.}$$

$$V_s = 0.056 \text{ m/s uygundur.}$$

Geri Yıkama Hızı:

$$V_b = 20 \text{ m/sa} = 0.0056 \text{ m/s} \quad (13 \text{ m/sa} - 36 \text{ m/sa}) \quad (\text{Su Tasfiyesi, Eroğlu V.})$$

p_e : uzamış yatak porozitesi

$$p_e = \left(\frac{V_b}{V_s} \right)^{0.22} \left\} p_e = \left(\frac{0.0056 \text{ m/s}}{0.056 \text{ m/s}} \right)^{0.22} = 0.60' \text{ dir.}$$

Filtre Yatağı Uzama Miktarı:

L_e = Uzamış filtre kalınlığı.

$$L_e = \left(\frac{1-p}{1-p_e} \right) \times L \left\} L_e = \left(\frac{1-0.55}{1-0.60} \right) \times 0.8 \Rightarrow L_e = 0.9m$$

Uzama Miktarı: $L_e - L = 0.9m - 0.8m = 0.1m$ 'dir.

$$\frac{\text{Uzama Miktarı}}{\text{Yatak Kalınlığı}} = \%10 - \%20 \text{ olmalıdır.} \left\} \frac{0.1m}{0.8m} \times 100 = \%12.5 \text{ uygundur.}$$

(Temel İşlemler 1 Ders Notları, Yel E.)

Geri Yıkama Oluğunun Boyutlandırılması:

Bir filtre için oluk hesabı yaparsak;

$$Q_o = V_b \times A_{\text{filtre}}$$

$$Q_o = 0.0056m / s \times 46.58m^2 \Rightarrow Q_o = 0.26m^3 / s \text{ 'dir.}$$

Oluk Savak Yüğü;

$$Q_o = 2 \times \left(5.4 \times 10^{-6} \times L \times H^{\frac{3}{2}} \right)$$

$$0.26m^3 / s = 2 \times \left(3.33 \times 8.5m \times H^{\frac{3}{2}} \right) \Rightarrow H = 0.028m$$

Oluk Genişliği $b = 0.6m$ kabul edilirse;

$$q = \frac{Q_o}{b} : \text{Birim Genişlikteki Deşarj} (m^3 / s.m)$$

$$q = \frac{0.26m^3 / s}{0.6m} = 0.43m^3 / s.m$$

y_c : Kritik su seviyesi

$$y_c = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} \Rightarrow y_c = \sqrt[3]{\frac{0.43^2}{9.81}} \Rightarrow y_c = 0.27m$$

Maksimum Su Seviyesi;

$$h_o = \sqrt{y_c^2 + \frac{2 \times Q_o^2}{g \times b^2 \times y_c}} = 0.46m \text{ sürtünmesiz ortamdaki maksimum su yüksekliği.}$$

Zeminin Fayans olduğu kabul edilerek sürtünme de hesaba katılır. O halde;

$$\left. \begin{aligned} H_o &= 0.46 + 1.06 \times (0.46 - 0.18) \\ H_o &= 0.75m \end{aligned} \right\} \text{olarak bulunur.}$$

Hava payı dahil edildiğinde $0.75 \times 1.25 \cong 1m'$ dir.

Geri Yıkama Suyu Deposu Boyutlandırılması:

$$\left. \begin{aligned} Q_o &= 0.26m^3 / s \\ t_d &= 5dk \end{aligned} \right\} V = Q_o \times t_d \Rightarrow V = 78m^3 \times 2 = 156m^3$$

$h = 3m$ kabul edelim

$$A = 156m^3 / 3m \Rightarrow A = 52m^2$$

$L = 8m$ ve $W = 6.5m$

Filtre Giriş Çıkış Boruları'nın Hesaplanması:

2029 Yılı İçin;

Ana Giriş Borusu:

$V = 1m / s$ seçilirse

$$Q = V \times A \Rightarrow 0.5175m^3 / s = 1m / s \times A \Rightarrow A = 0.5175m^2$$

$$A = \frac{\pi \times D^2}{4} \Rightarrow 0.5175m^2 = \frac{\pi \times D^2}{4} \Rightarrow D = 0.81m \cong 0.8m = 800mm$$

Yeni Hız;

$$A = \frac{\pi \times 0.8^2}{4} = 0.50m^2 \Rightarrow \frac{Q}{A} = \frac{0.5175m^3 / s}{0.50m^2} = 1.04m / s$$

(0.9m/s-1.8m/s, Su Tasfiyesi, Eroğlu V.)

Her bir filtre çiftine su getiren boru:

$V = 1m / s$ seçilirse

$$\frac{Q}{8} = V \times A \Rightarrow 0.5175m^3 / s / 8 = 1m / s \times A \Rightarrow A = 0.065m^2$$

$$A = \frac{\pi \times D^2}{4} \Rightarrow 0.065m^2 = \frac{\pi \times D^2}{4} \Rightarrow D = 0.29m \cong 0.3m = 300mm$$

Yeni Hız;

$$A = \frac{\pi \times 0.3^2}{4} = 0.07m^2 \Rightarrow \frac{Q}{A} = \frac{0.065m^3 / s}{0.07m^2} = 0.93m / s$$

(0.8m/s-1.8m/s, Su Tasfiyesi, Eroğlu V.)

Yıkama Suyu Giriş Borusu:

$$Q_o = 0.26m^3 / s$$

$V = 3m / s$ seçilirse ; (2.5m/s-4m/s Su Tasfiyesi, Eroğlu V.)

$$0.26m^3 / s = 3m / s \times A \Rightarrow A = 0.087m^2$$

$$A = \frac{\pi \times D^2}{4} \Rightarrow 0.087m^2 = \frac{\pi \times D^2}{4} \Rightarrow D = 0.33m \cong 0.3m = 300mm$$

Yeni Hız;

$$A = \frac{\pi \times 0.3^2}{4} = 0.07m^2$$

$$0.26m^3 / s = V \times 0.07m^2 \Rightarrow V = 3.72m / s \text{ uygundur.}$$

Geri Yıkama Ana Çıkış Kanalının Boyutlandırılması:

$$Q = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \times A$$

$$2 \times 0.26 m^3 / s = \frac{1}{0.016} \times \left(\frac{H}{2} \right)^{\frac{2}{3}} \times 0.0004^{\frac{1}{2}} \times 2H^2$$

$$\left. \begin{array}{l} H = 1m \\ B = 2m \end{array} \right\} \text{olarak hesaplanmaktadır.}$$

Hava payı dahil edildiğinde ünite yapısal yüksekliği $1m \times 1.25 \cong 1.2m'$ dir.

Geri Yıkama Ana Çıkış Kanalından Gelen suyu uzaklaştıracak Borunun Boyutlandırılması:

$$Q_o = 0.26 m^3 / s$$

$V = 3m / s$ seçilirse ; (2.5m/s-4m/s Su Tasfiyesi, Eroğlu V.)

$$0.26 m^3 / s = 3m / s \times A \Rightarrow A = 0.087 m^2$$

$$A = \frac{\pi \times D^2}{4} \Rightarrow 0.087 m^2 = \frac{\pi \times D^2}{4} \Rightarrow D = 0.33m \cong 0.3m = 300mm$$

Yeni Hız;

$$A = \frac{\pi \times 0.3^2}{4} = 0.07 m^2$$

$$0.26 m^3 / s = V \times 0.07 m^2 \Rightarrow V = 3.72 m / s \text{ uygundur.}$$

Hava Debisi'nin Hesaplanması:

$$\left. \begin{array}{l} Q_{hava} = V_{hava} \times A_{filtre} \\ V_{hava} = 70m / sa \text{ seçilirse (54-90m/sa Su Tasfiyesi, Eroğlu V.)} \\ Q_{hava} = 70m / sa \times 35m^2 \Rightarrow Q_{hava} = 2450 m^3 / sa \end{array} \right\} \text{olarak hesaplanır.}$$

Bir Filtreden Süzülen Su İçin Çıkış Borusu:

$$Q = \frac{\Sigma Q}{8} = \frac{0.5175 m^3 / s}{8} = 0.065 m^3 / s$$

$V = 1m / s$ seçilir. (0.9m/s-1.8m/s Su Tasfiyesi, Eroğlu V.)

$$0.065 m^3 / s = 1m / s \times A \Rightarrow A = 0.065 m^2$$

$$A = \frac{\pi \times D^2}{4} \Rightarrow 0.065 m^2 = \frac{\pi \times D^2}{4} \Rightarrow D = 0.29m \cong 0.3m = 300mm$$

Yeni Hız;

$$A = \frac{\pi \times 0.3^2}{4} = 0.07m^2$$

$$0.065m^3 / s = V \times 0.07m^2 \Rightarrow V = 0.93m / s \text{ uygundur.}$$

Toplam Debi İçin Çıkış Borusu:

$$Q_{2029} = 0.5175m^3 / s \text{ ve } V = 5m / s \text{ seçilir. (4m/s-6m/s Su Tasfiyesi, Eroğlu V.)}$$

$$0.5175m^3 / s = 5m / s \times A \Rightarrow A = 0.1035m^2$$

$$0.1035m^2 = \frac{\pi \times D^2}{4} \Rightarrow D = 0.36m \cong 0.4m = 400mm$$

Yeni Hız;

$$A = \frac{\pi \times 0.4^2}{4} = 0.125m^2$$

$$0.5175m^3 / s = V \times 0.125m^2 \Rightarrow V = 4.14m / s \text{ uygundur.}$$

$$\left. \begin{array}{l} Q_{2044} = V \times A \\ 0.594m^3 / s = V \times 0.125m^2 \end{array} \right\} V = 4.75m / s \text{ uygundur.}$$

G.6.1. Filtrasyonda Yük Kaybı Analizi:

Filtre Yatağında Başlangıçtaki Yük Kaybının hesaplanması:

Carman-Kozeny bağıntısı yardımıyla ;

$$d_h = \psi \times d_p \Rightarrow d_h = 0.95 \times 0.0004m \Rightarrow d_h = 0.00038m$$

$$H_o = \frac{180 \times 9}{g} \times \frac{(1-p)^2}{p^3} \times \frac{V}{d_h^2} \times L$$

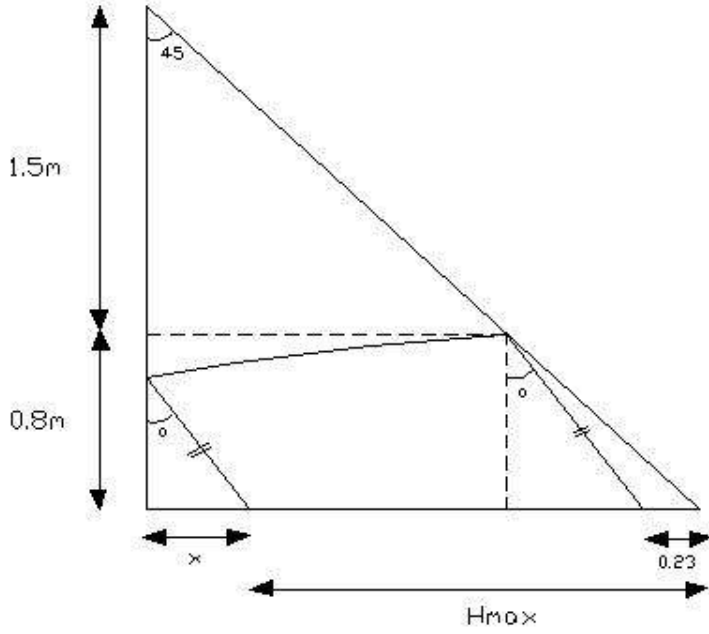
$$H_o = \frac{180 \times (1.15 \times 10^{-6} m^2 / s)}{9.81m / s^2} \times \frac{(1-0.55)^2}{0.55^3} \times \frac{(1.64 \times 10^{-3} m / s)}{0.00038^2 m} \times 0.8m$$

$$H_o = 0.23m$$

Filtrasyon sonunda kirlenmenin 0.20m derinliğe kadar nüfuz ettiğini kabul ederiz.

Filtre Yatağında Müsaade edilen Maksimum Su Yüksekliğinin hesaplanması:

Negatif Basınç olmadığı düşünülerek, filtre yatağındaki maksimum su yüksekliği;



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{(2.3 - 0.23) - 1.5}{0.8} = 0.7125$$

$$\alpha = 35^{\circ} 47'$$

$$x = (0.8 - 0.2) \times 0.7125$$

$$x = 0.4275m$$

$$H_{\max} = 2.3 - 0.4275 = 1.8725m$$

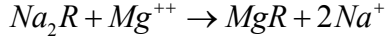
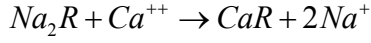
Geri Yıkama esnasında oluşacak Yük Kaybının hesaplanması:

$$Z = (1 - p) \times L \times \left(\frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_w} \right) \Rightarrow Z = (1 - 0.55) \times 0.8m \times \left(\frac{2650kg/m^3 - 1000kg/m^3}{1000kg/m^3} \right)$$

$$Z = 0.594m$$

G.7. Katyon Değiştirici

Reçine olarak sodyum bazlı katyon değiştirici kullanılacaktır. Reaksiyonlar aşağıdaki şekilde gerçekleşir;



TS-266 standartlarına göre suyun sertlik değeri 75-150 mgCaCO₃/L arasında olmalıdır. Suyun sertlik değerini 300 mgCaCO₃ /L'den 150 mgCaCO₃/L'ye dūřürmek için by-pass hattı yapılmalı ve istenilen değere getirilmelidir. By-pass hattı ile suyun bir kısmı geçirilir ve sertliğin tamamen giderilmesi engellenmiş olur. 150 mgCaCO₃/L için ;

150 / 300 = 0.5 (debinin % 50'si iyon değiştiriciye uğramayacaktır.) Böylece iyon değiştiriciden geçecek olan debi

2029 yılı için Katyon Değiştiricinin Boyutlandırılması:

$Q = 0,5175 \text{ m}^3/\text{sn} \times 86400 \text{ sn/gün} = 44712 \text{ m}^3/\text{gün}$ ise iyon değiştiriciye gelecek debi;

$$Q = 44712 \times 0.5 = 22356 \text{ m}^3/\text{gün}$$

▪ Bir Günde Giderilecek Sertlik Miktarı:

$$\text{Bir Günde Giderilecek Sertlik} = 22356 \text{ m}^3/\text{gün} \times 300 \text{ mg/L} \times 1 \text{ kg} / 10^6 \text{ mg} \times 10^3 \text{ L} / 1 \text{ m}^3$$

$$\text{Bir Günde Giderilecek Sertlik} = 6706.8 \text{ kg} / \text{gün}$$

▪ Bir Günlük Operasyon İçin Gerekli Reçine Hacmi:

Katyon Değiştirici Absorblama Kapasitesi 100 kg/m³ seçilmiştir. (15-100 kg/m³)
(Temel İşlemler 2 Ders Notları, Yel E.)

$$V_{\text{reçine}} = \frac{6706.8 \text{ kg} / \text{gün}}{100 \text{ kg} / \text{m}^3} = 67.07 \text{ m}^3 / \text{gün}$$

Bir Kolon Çapı 2m kabul edildi, buna göre;

$$A = \frac{\pi \times D^2}{4} \Rightarrow A = \frac{\pi \times 2^2}{4} = 3.14 \text{ m}^2$$

▪ Katyon Değiştiricinin Toplam Yüzey Alanı:

Filtre Hızı: 15m/sa seçilmiştir. (6-15m/sa) (Su Tasfiyesi, Eroğlu V.)

$$\Sigma A = \frac{Q}{V_{\text{filtre}}} = \frac{22356 \text{ m}^3 / \text{gün} / 24 \text{ sa}}{15 \text{ m} / \text{sa}} = 62.1 \text{ m}^2$$

▪ Tank Sayısı:

$$n = \frac{62.1 \text{ m}^2}{3.14 \text{ m}^2} = 19.8 \cong 20 \text{ adet katyon değiştirici ye \%25 yedek ilavesi ile;}$$

Toplam kanyon değiştirici = 24 adet katyon değiştirici uygundur. (4 yedek)

▪ Reçine Yüksekliği:

Kolon Yüksekliği, $h=2.5 \text{ m}$ seçilmiştir. ($h>D$ olmalıdır.) (Temel İşlemler 2 Ders Notları, Yel E.)

▪ Bir Kolonun Hacmi:

$$V_{\text{kolon}} = 3.14 \text{ m}^2 \times 2.5 \text{ m}$$

$$V_{\text{kolon}} = 7.85 \text{ m}^3$$

▪ Katyon Değiştiricilerin Toplam Kolon Hacimleri:

$$\text{Asıl Kolonlar: } \Sigma V_{\text{kolon}} = 7.85 \text{ m}^3 \times 20 = 157 \text{ m}^3$$

$$\text{Yedekler dahil: } \Sigma V_{\text{kolon}} = 7.85 \text{ m}^3 \times 24 = 188.4 \text{ m}^3$$

Operasyon Süresinin Belirlenmesi:

Katyon Değiştirici Absorblama Kapasitesi 100 kg/m^3 seçilmiş idi, bu da 1 m^3 reçinenin 100 kg sertlik giderdiği anlamına gelmektedir.

Bir Günde Giderilecek Sertlik = $6706.8 \text{ kg} / \text{gün}$

Sudaki Sertlik = 300 mg/L CaCO_3

$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ L suda} & 300 \times 10^{-6} \text{ kg CaCO}_3 & \\ \times & 6706.8 \text{ kg} & \\ \hline \end{array}$$

$$x = 22356 \text{ m}^3 \text{ suda arıtılacak.}$$

$$t_{\text{operasyon}} = \frac{22356 \text{ m}^3}{22356 \text{ m}^3 / \text{gün}} = 1 \text{ gün}$$

Rejenerasyon İşlemi:

Rejenerasyon için %10'luk NaCl çözeltisinden 100 kg/m³ seviyesinde kabul edildi.

Bir Kolonun NaCl ihtiyacı:

$$NaCl \text{ miktarı: } 100kg / m^3 \times 2.5m \times 3.14m^2 = 785kg$$

Toplam NaCl ihtiyacı:

$$4 \times 785kg = 3140kg$$

NaCl verilerinin belirlenmesi:

$$\begin{array}{cc} \%10 & 3140kg/gün \\ \%100 & x \end{array}$$

$$\frac{3140kg/gün}{x} = \frac{10}{100}$$

$$x = 31400kg / gün \text{ NaCl katısına ihtiyaç vardır.}$$

NaCl çözeltisinin yoğunluğu 1025 kg/m³ olarak alınmıştır. Buna göre;

$$V_{NaCl} = \frac{31400kg}{1025kg / m^3} = 30.63m^3$$

$$\text{Bir kolon için ihtiyaç duyulan NaCl çözeltisi hacmi: } \frac{30.63m^3}{4} = 7.66m^3, \text{ tür.}$$

Bir kolonun rejenerasyon Süresi:

$$t_{rejenerasyon} = \frac{V_{kolon}}{S_0 \times A} = \frac{7.85m^3}{15 \frac{m}{sa} \times \frac{1sa}{60dk} \times 3.14m^2} = 10dk$$

Bir kolonun rejenerasyonundaki debi:

$$Q = \frac{V_{kolon}}{t_{rejenerasyon}} = \frac{7.85m^3}{10dk} = 0.785m^3 / dk = 0.013m^3 / s$$

2044 yılı için Katyon Değiştiricinin Boyutlandırılması:

$$Q = 0.594m^3 / s = 51321.6m^3 / gün$$

Bu debinin sadece %50'si iyon değiştiriciden geçecektir. O halde iyon değiştiriciden geçecek debi;

$$Q = 51321.6m^3 / gün \times \%50 = 25660.8m^3 / gün$$

Toplam yüzey alanı;

$$\Sigma A = \frac{Q}{S_0} = \frac{25660.8m^3 / gün}{15 \frac{m}{sa} \times \frac{24sa}{1gün}} = 71.28m^2$$

Bir kolonun yüzey alanı $3.14m^2$ olduğuna göre,

$$\frac{71.28m^2}{3.14m^2} = 22.7 \cong 23 \text{ adet asıl, yedeklerle birlikte toplamda } \mathbf{28} \text{ adet kolona ihtiyaç duyulur.}$$

İhtiyaç duyulan bu kolonlardan **24** tanesi **2029** yılında inşa edildiğinden, **2044** yılı için **4** adet ilave kolon inşa edilecektir.

Su Getiren Boruların Hesapları:

Katyon Değiştiriciye Su Taşıyan Ana Borunun Hesapları:

2029 Yılı İçin;

Katyon değiştiriciye su taşıyan ana borudaki suyun debisi;

$$Q = 0.5175m^3 / s \times 0.5 = 0.25875m^3 / s$$

$$V = 1m / s \Rightarrow \begin{cases} 0.25875m^3 / s = 1m / s \times \frac{\pi \times D^2}{4} \\ D = 0.574m \cong 0.6m = 600mm \end{cases}$$

Yeni Hız;

$$0.25875m^3 / s = V \times \frac{\pi \times 0.6^2}{4} \Rightarrow V = 0.92m / s (0.6m / s \propto 1.8m / s) \text{ uygundur.}$$

2044 Yılı İçin;

Katyon değiştiriciye su taşıyan ana borudaki suyun debisi;

$$Q = 0.594m^3 / s \times 0.5 = 0.297m^3 / s$$

Hız kontrolü;

$$0.297m^3 / s = V \times \frac{\pi \times 0.6^2}{4} \Rightarrow V = 1.05m / s (0.6m / s \propto 1.8m / s) \text{ uygundur.}$$

Ana Borudan Dağıtım Borusuna su taşıyan boruların Hesapları:

2029 Yılı İçin;

Kolonlar 4 satır halinde her satırda 6'şar tane kolon bulunmak üzere yerleştirilecektir. Bundan ötürü ana boru 4'e bölünerek kolonlara su ulaşacaktır.

Bir satıra gelecek suyun debisi;

$$Q = \frac{0.5175m^3 / s \times 0.50}{4} = 0.065m^3 / s \text{ 'dir.}$$

$$V = 1m / s \Rightarrow \begin{cases} 0.065m^3 / s = 1m / s \times \frac{\pi \times D^2}{4} \\ D = 0.29m \cong 0.3m = 300mm \end{cases}$$

Yeni Hız;

$$0.065m^3 / s = V \times \frac{\pi \times 0.3^2}{4} \Rightarrow V = 0.92m / s (0.6m / s \propto 1.8m / s) \text{ uygundur.}$$

2044 Yılı İçin;

2044 yılında her satıra 1'er tane kolon ilave edilmiştir. Fakat bu satır sayısında herhangi bir değişikliğe yol açmamıştır. Buna göre;

Bir satıra gelecek suyun debisi;

$$Q = \frac{0.594m^3 / s \times 0.50}{4} = 0.074m^3 / s \text{ 'dir.}$$

Hız kontrolü;

$$0.074m^3 / s = V \times \frac{\pi \times 0.3^2}{4} \Rightarrow V = 1.05m / s (0.6m / s \propto 1.8m / s) \text{ uygundur.}$$

Dağıtım borularından her bir kolona su taşıyan boruların Hesapları:

2029 Yılı İçin;

2029 yılında her bir satırda toplam 6 adet kolon bulunmaktadır. Buna göre bir kolona gelecek suyun debisi;

$$Q = \frac{0.5175m^3 / s \times 0.5}{5 \times 4} = 0.0129m^3 / s$$

$$V = 1m/s \Rightarrow \begin{cases} 0.0129m^3/s = 1m/s \times \frac{\pi \times D^2}{4} \\ D = 0.128m \cong 0.1m = 100mm \end{cases}$$

Yeni Hız;

$$0.0129m^3/s = V \times \frac{\pi \times 0.1^2}{4} \Rightarrow V = 1.64m/s (0.6m/s \propto 1.8m/s) \text{ uygundur.}$$

2044 Yılı İçin;

2044 yılında her kolon satırına 1 adet daha kolon ilave edilmiştir. Buna göre bir kolona gelecek suyun debisi;

$$Q = \frac{0.594m^3/s \times 0.5}{6 \times 4} = 0.012m^3/s$$

Hız kontrolü;

$$0.012m^3/s = V \times \frac{\pi \times 0.1^2}{4} \Rightarrow V = 1.53m/s (0.6m/s \propto 1.8m/s) \text{ uygundur.}$$

Rejenerant Getiren Boruların Hesapları:

8.4.1. Katyon Değiştiriciye Rejenerant Taşıyan Ana Borunun Hesapları:

2029 Yılı İçin;

Ana borudan taşınacak Rejenerant'ın debisi;

$$Q = 0.013m^3/s \times 4 = 0.052m^3/s$$

$$V = 1m/s \Rightarrow \begin{cases} 0.052m^3/s = 1m/s \times \frac{\pi \times D^2}{4} \\ D = 0.257m \cong 0.25m = 250mm \end{cases}$$

Yeni Hız;

$$0.052m^3/s = V \times \frac{\pi \times 0.25^2}{4} \Rightarrow V = 1.06m/s (0.6m/s \propto 1.8m/s) \text{ uygundur.}$$

2044 Yılı İçin;

Ana borudan taşınacak Rejenerant'ın debisi;

$$Q = 0.013m^3/s \times 4 = 0.052m^3/s$$

Hız kontrolü;

$$0.052m^3 / s = V \times \frac{\pi \times 0.25^2}{4} \Rightarrow V = 1.06m / s (0.6m / s \propto 1.8m / s) \text{ uygundur.}$$

Kasyon Değiştiriciye Rejenerant Taşıyan Dağıtım Borularının Hesapları:

2029 Yılı İçin;

Dağıtım Borularında taşınacak Rejenerant'ın debisi; 1 satırda 6 kolon olacak şekilde boyutlandırılır,

$$Q = 0.013m^3 / s \times 1 = 0.013m^3 / s$$

$$V = 1m / s \Rightarrow \begin{cases} 0.013m^3 / s = 1m / s \times \frac{\pi \times D^2}{4} \\ D = 0.129m \cong 0.1m = 100mm \end{cases}$$

Yeni Hız;

$$0.013m^3 / s = V \times \frac{\pi \times 0.1^2}{4} \Rightarrow V = 1.65m / s (0.6m / s \propto 1.8m / s) \text{ uygundur.}$$

2044 Yılı İçin;

Dağıtım Borularında taşınacak Rejenerant'ın debisi; 1 satırda 7 kolon olacak şekilde boyutlandırılır,

$$Q = 0.013m^3 / s \times 1 = 0.013m^3 / s$$

Hız kontrolü;

$$0.013m^3 / s = V \times \frac{\pi \times 0.1^2}{4} \Rightarrow V = 1.65m / s (0.6m / s \propto 1.8m / s) \text{ uygundur.}$$

Bir kolona Rejenerant taşıyan boruların Hesapları:

2029 ve 2044 Yılları İçin;

Bir kolona gelen Rejenerant debisi;

$$Q = 0.013m^3 / s$$

$$V = 1m / s \Rightarrow \begin{cases} 0.013m^3 / s = 1m / s \times \frac{\pi \times D^2}{4} \\ D = 0.129m \cong 0.1m = 100mm \end{cases}$$

Yeni Hız;

$$0.013m^3/s = V \times \frac{\pi \times 0.1^2}{4} \Rightarrow V = 1.65m/s (0.6m/s \propto 1.8m/s) \text{ uygundur.}$$

By-Pass Hattının Hesapları:

2029 Yılı İçin;

By-Pass hattında taşınacak suyun debisi;

$$Q = 0.5175m^3/s \times 0.5 = 0.25875m^3/s$$

$$V = 1m/s \Rightarrow \begin{cases} 0.25875m^3/s = 1m/s \times \frac{\pi \times D^2}{4} \\ D = 0.573m \cong 0.6m = 600mm \end{cases}$$

Yeni Hız;

$$0.25875m^3/s = V \times \frac{\pi \times 0.6^2}{4} \Rightarrow V = 0.92m/s (0.6m/s \propto 1.8m/s) \text{ uygundur.}$$

2044 Yılı İçin;

By-Pass hattında taşınacak suyun debisi;

$$Q = 0.594m^3/s \times 0.5 = 0.297m^3/s$$

Hız kontrolü;

$$0.297m^3/s = V \times \frac{\pi \times 0.6^2}{4} \Rightarrow V = 1.05m/s (0.6m/s \propto 1.8m/s) \text{ uygundur.}$$

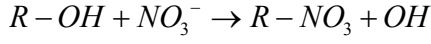
İyon değiştirme ünitesine önce katyon değiştiricilerden girilmektedir. Katyon değiştiriciler birbirine paralel bağlıdır. Katyon değiştiriciye girerken 2029 yılı için $0.25875 m^3/s$ ve 2044 yılı için $0.297 m^3/s$ lik debiler By-Pass edilen su borularla anyon değiştiricilere iletilmektedir. Bu borulardan ve katyon değiştiricilerden gelen sular birleşerek birbirine paralel, katyon değiştiriciye seri olan anyon değiştiriciye iletilmektedir.

Arıtılacak su sisteme yukarıdan, Rejenerant sisteme aşağıdan verilecektir. Kolon girişlerine vanalar yapılmıştır. İyon değiştirme sırasında su girişi ve çıkışı vanalar açık, Rejenerasyon sırasında bu vanalar kapalıdır.

G.8. Anyon Değiştirici

Anyon değiştiricide standartlara uygun olmayan sülfat ve klorür giderilecektir. Sülfatın ve Klorürün **250 mg/L** olması istenir. Ham suyumuzun sülfat değeri **450 mg/L** ve klorür değeri **380 mg/L**. Yani sülfatın **200 mg/L** si ve klorürün **130 mg/L** si giderilmesi çıkış suyu kalitemiz için yeterlidir.

Reçine olarak NaOH kullanılacaktır.



Boyutlandırma Sülfat'a göre yapılacaktır. Bu durumda sudaki istenmeyen klorür de giderilecektir.

$\frac{200}{450} = 0.44$ Olduğundan debinin %44'ü anyon değiştiriciye girecek, girmeyen kısım ise By-Pass hattı ile doğrudan geçecektir.

2029 Yılı İçin Anyon değiştiricinin Boyutlandırılması:

Anyon değiştiriciye maruz bırakılacak debi;

$$Q = 0.5175 m^3 / s \times 0.44 \times 86400 s / gün = 19673.28 m^3 / gün$$

Giderilecek Sülfat miktarı $200 mg/L = 0.2 kg/m^3$ olduğundan, 1 günde giderilecek Sülfat miktarı;

$$19673.28 m^3 / gün \times 0.2 kg / m^3 = 3934.7 kg / gün$$

Reçine kapasitesini $15 kg/m^3$ olarak kabul edersek reçine hacmi;

$$V = \frac{3934.7 kg / gün}{15 kg / m^3} = 262.3 m^3$$

Toplam Alan İhtiyacı;

Filtre Hızını, $V_{filtre} = 15 m / sa$ kabul edelim. Buna göre,

$$\Sigma A = \frac{Q}{V_{filtre}} = \frac{19673.28 m^3 / gün}{15 m / sa \times 24 sa / gün} = 54.65 m^2$$

Bir kolonun çapını 2 m kabul edelim. Buna göre 1 kolonun alanı;

$$A = \frac{\pi \times D^2}{4} = \frac{\pi \times 2^2}{4} = 3.14 m^2$$

İhtiyaç duyulan kolon sayısı;

$$n = \frac{\Sigma A}{A} = \frac{54.65 m^2}{3.14 m^2} = 17.4 \cong 18 \text{ adet asıl } 6 \text{ adet yedek olmak üzere } 24 \text{ adet kolon}$$

Kolon Yüksekliği $h=2.5m$ olarak kabul edilir. ($h>D$ olmalıdır.)

Tek bir kolonun hacmi;

$$V = 2.5m \times 3.14m^2 = 7.85m^3$$

Toplam Hacim değeri;

$$\text{Asıl kolonlar: } 18 \times 7.85m^3 = 141.3m^3$$

$$\text{Yedeklerle birlikte: } 24 \times 7.85m^3 = 188.4m^3$$

Rejenerasyon işlemi:

Rejenerasyon için %10'luk 70 kg/m^3 NaOH kullanılacaktır. Buna göre 1 kolon için ihtiyaç duyulan NaOH miktarı;

$$7.85m^3 \times 70 \text{ kg/m}^3 = 549.5 \text{ kg}$$

Toplam 40 adet kolon bulunduğundan ihtiyaç duyulan toplam NaOH miktarı;

$$549.5 \text{ kg} \times 6 = 3297 \text{ kg}$$

Çözelti %10'luk olmasından ötürü;

$$\frac{3297 \text{ kg}}{0.1} = 32970 \text{ kg}$$
 NaOH katısına ihtiyaç duyulmaktadır.

NaOH yoğunluğu 1020 kg/m^3 olduğundan ihtiyaç duyulan NaOH' un hacimsel ifadesi;

$$\frac{32970 \text{ kg}}{1020 \text{ kg/m}^3} = 32.32m^3$$
 şeklindedir.

Bir kolon için ihtiyaç duyulan çözelti ise;

$$\frac{32.32m^3}{6} = 5.39m^3$$
 olarak ifade edilir.

Rejenerasyon Süresi;

$$5.39m^3 = \left(\frac{15m/sa}{60dk/sa} \times 3.14m^2 \right) \times t_{rejenerasyon}$$

$$t_{rejenerasyon} = 6.9dk$$

Bir kolondan geçecek Rejenerant debisi;

$$Q = \frac{V_{kolon}}{t_{rejenasyon}} = \frac{7.85m^3}{6.9dk} = 1.14m^3 / dk = 0.019m^3 / s$$

2044 Yılı İçin Anyon Değiştiricinin Boyutlandırılması:

Anyon değiştiriciye maruz bırakılacak debi;

$$Q = 0.594m^3 / s \times 0.44 \times 86400s / gün = 22581.5m^3 / gün$$

Giderilecek Sülfat miktarı $200 \text{ mg/L} = 0.2 \text{ kg/m}^3$ olduğundan, 1 günde giderilecek sülfat miktarı;

$$22581.5m^3 / gün \times 0.2kg / m^3 = 4516.3kg / gün$$

Reçine kapasitesini 15 kg/m^3 olarak kabul edersek reçine hacmi;

$$V = \frac{4516.3kg / gün}{15kg / m^3} = 301.1m^3$$

Toplam Alan İhtiyacı;

Filtre Hızını, $V_{filtre} = 15m / sa$ kabul edelim. Buna göre,

$$\Sigma A = \frac{Q}{V_{filtre}} = \frac{22581.5m^3 / gün}{15m / sa \times 24sa / gün} = 62.73m^2$$

Kolon sayısı;

$$n = \frac{\Sigma A}{A} = \frac{62.73m^2}{3.14m^2} = 19.97 \cong 20 \text{ adet asıl, yedeklerle birlikte toplamda 28 adet kolon uygun olacaktır.}$$

İhtiyaç duyulan bu kolonların **24** tanesi **2029** yılında inşa edildiğinden **2044** yılında ilaveten **4** adet kolon daha inşa edilecektir.

Su Getiren Boruların Hesapları:

Anyon Değiştiriciye Su Taşıyan Ana Borunun Hesapları:

2029 Yılı İçin;

Anyon değiştiriciye su taşıyan ana borudaki suyun debisi;

$$Q = 0.5175 m^3 / s$$

$$V = 1 m / s \Rightarrow \begin{cases} 0.5175 m^3 / s = 1 m / s \times \frac{\pi \times D^2}{4} \\ D = 0.811 m \cong 0.8 m = 800 mm \end{cases}$$

Yeni Hız;

$$0.5175 m^3 / s = V \times \frac{\pi \times 0.8^2}{4} \Rightarrow V = 1.03 m / s (0.6 m / s \propto 1.8 m / s) \text{ uygundur.}$$

2044 Yılı İçin;

Katyon değiştiriciye su taşıyan ana borudaki suyun debisi;

$$Q = 0.594 m^3 / s$$

Hız kontrolü;

$$0.594 m^3 / s = V \times \frac{\pi \times 0.8^2}{4} \Rightarrow V = 1.18 m / s (0.6 m / s \propto 1.8 m / s) \text{ uygundur.}$$

Ana Borudan Dağıtım Borusuna su taşıyan boruların Hesapları:

2029 Yılı İçin;

Kolonlar 4 satır halinde her satırda 6'şar tane kolon bulunmak üzere yerleştirilecektir. Bu satırların ilk 3'ü asıl kolonlardan ve sonuncusu da yedek kolonlardan oluşacaktır.

Bir satıra gelecek suyun debisi;

$$Q = \frac{0.5175m^3 / s}{3} = 0.1725m^3 / s \text{ 'dir.}$$

$$V = 1m / s \Rightarrow \begin{cases} 0.1725m^3 / s = 1m / s \times \frac{\pi \times D^2}{4} \\ D = 0.468m \cong 0.4m = 400mm \end{cases}$$

Yeni Hız;

$$0.1725m^3 / s = V \times \frac{\pi \times 0.4^2}{4} \Rightarrow V = 1.37m / s (0.6m / s \propto 1.8m / s) \text{ uygundur.}$$

2044 Yılı İçin;

2044 yılında her satıra 1'er tane kolon ilave edilmiştir. Fakat bu satır sayısında herhangi bir değişikliğe yol açmamıştır. Buna göre;

Bir satıra gelecek suyun debisi;

$$Q = \frac{0.594m^3 / s}{4} = 0.149m^3 / s \text{ 'dir.}$$

Hız kontrolü;

$$0.149m^3 / s = V \times \frac{\pi \times 0.4^2}{4} \Rightarrow V = 1.09m / s (0.6m / s \propto 1.8m / s) \text{ uygundur.}$$

Dağıtım borularından her bir kolona su taşıyan boruların Hesapları:

2029 Yılı İçin;

2029 yılında her bir satırda toplam 6 adet kolon bulunmaktadır. Bu satırların en sonuncusundaki kolonların tamamı yedek olacak şekilde planlanmıştır.

$$Q = \frac{0.5175m^3 / s}{18} = 0.029m^3 / s$$

$$V = 1m/s \Rightarrow \begin{cases} 0.029m^3/s = 1m/s \times \frac{\pi \times D^2}{4} \\ D = 0.192m \cong 0.2m = 200mm \end{cases}$$

Yeni Hız;

$$0.029m^3/s = V \times \frac{\pi \times 0.2^2}{4} \Rightarrow V = 0.92m/s (0.6m/s \propto 1.8m/s) \text{ uygundur.}$$

2044 Yılı İçin;

2044 yılında her kolon satırına 1 adet daha kolon ilave edilmiştir. Her satırda 5 adet asıl ve 2 adet yedek kolon bulunacaktır.

$$Q = \frac{0.594m^3/s}{20} = 0.03m^3/s$$

Hız kontrolü;

$$0.03m^3/s = V \times \frac{\pi \times 0.2^2}{4} \Rightarrow V = 0.95m/s (0.6m/s \propto 1.8m/s) \text{ uygundur.}$$

Rejenerant Getiren Boruların Hesapları:

Anyon Değiştiriciye Rejenerant Taşıyan Ana Borunun Hesapları:

2029 Yılı İçin;

Ana borudan taşınacak Rejenerant'ın debisi;

$$Q = 0.019m^3/s \times 6 = 0.114m^3/s$$

$$V = 1m/s \Rightarrow \begin{cases} 0.114m^3/s = 1m/s \times \frac{\pi \times D^2}{4} \\ D = 0.38m \cong 0.4m = 400mm \end{cases}$$

Yeni Hız;

$$0.114m^3/s = V \times \frac{\pi \times 0.4^2}{4} \Rightarrow V = 0.91m/s (0.6m/s \propto 1.8m/s) \text{ uygundur.}$$

2044 Yılı İçin;

Ana borudan taşınacak Rejenerant'ın debisi;

$$Q = 0.019m^3 / s \times 8 = 0.152m^3 / s$$

Hız kontrolü;

$$0.152m^3 / s = V \times \frac{\pi \times 0.4^2}{4} \Rightarrow V = 1.21m / s (0.6m / s \propto 1.8m / s) \text{ uygundur.}$$

Anyon Değiştiriciye Rejenerant Taşıyan Dağıtım Borularının Hesapları:

2029 Yılı İçin;

Dağıtım Borularında taşınacak Rejenerant'ın debisi; Son satırda 6 kolon olacak şekilde boyutlandırılır,

$$Q = 0.019m^3 / s \times 6 = 0.114m^3 / s$$

$$V = 1m / s \Rightarrow \begin{cases} 0.114m^3 / s = 1m / s \times \frac{\pi \times D^2}{4} \\ D = 0.38m \cong 0.3m = 300mm \end{cases}$$

Yeni Hız;

$$0.114m^3 / s = V \times \frac{\pi \times 0.3^2}{4} \Rightarrow V = 1.61m / s (0.6m / s \propto 1.8m / s) \text{ uygundur.}$$

2044 Yılı İçin;

Dağıtım Borularında taşınacak Rejenerant'ın debisi; 1 satırda 14 kolon olacak şekilde boyutlandırılır,

$$Q = 0.019m^3 / s \times 2 = 0.038m^3 / s$$

Hız kontrolü;

$$0.038m^3 / s = V \times \frac{\pi \times 0.3^2}{4} \Rightarrow V = 0.6m / s (0.6m / s \propto 1.8m / s) \text{ uygundur.}$$

Bir kolona Rejenerant taşıyan boruların Hesapları:

2029 ve 2044 Yılları İçin;

Bir kolona gelen Rejenerant debisi;

$$Q = 0.019m^3 / s$$

$$V = 1m / s \Rightarrow \begin{cases} 0.019m^3 / s = 1m / s \times \frac{\pi \times D^2}{4} \\ D = 0.155m \cong 0.15m = 150mm \end{cases}$$

Yeni Hız;

$$0.019m^3 / s = V \times \frac{\pi \times 0.15^2}{4} \Rightarrow V = 1.07m / s (0.6m / s \propto 1.8m / s) \text{ uygundur.}$$

By-Pass Hattının Hesapları:

2029 Yılı İçin;

By-Pass hattında taşınacak suyun debisi;

$$Q = 0.5175m^3 / s \times 0.56 = 0.29m^3 / s$$

$$V = 1m / s \Rightarrow \begin{cases} 0.29m^3 / s = 1m / s \times \frac{\pi \times D^2}{4} \\ D = 0.607m \cong 0.6m = 600mm \end{cases}$$

Yeni Hız;

$$0.29m^3 / s = V \times \frac{\pi \times 0.6^2}{4} \Rightarrow V = 1.03m / s (0.6m / s \propto 1.8m / s) \text{ uygundur.}$$

2044 Yılı İçin;

By-Pass hattında taşınacak suyun debisi;

$$Q = 0.594m^3 / s \times 0.56 = 0.333m^3 / s$$

Hız kontrolü;

$$0.333m^3 / s = V \times \frac{\pi \times 0.6^2}{4} \Rightarrow V = 1.18m / s (0.6m / s \propto 1.8m / s) \text{ uygundur.}$$

G.9. Son Dezenfeksiyon

Klor dozu 4-10 mg/L arasındadır. Buna göre, klor dozu 5 mg/L seçildi.

Tipik temas süresi 30 dk seçildi.

İhtiyaç duyulan Klor dozu

2029 Yılı için;

$$5mg / L \times 0.5175m^3 / s \times 10^3 L / m^3 \times 86400s / gün \times 10^{-6} kg / mg = 223.56kg / gün$$

2044 Yılı için;

$$5mg / L \times 0.594m^3 / s \times 10^3 L / m^3 \times 86400s / gün \times 10^{-6} kg / mg = 256.61kg / gün$$

Klor gaz halinde anyonik iyon değiştirici çıkışında boruda dozlanacaktır. Tesiste bulunması gereken klor miktarının bir aylık depolama ve % 30'luk yedek dozu karşılayacak şekilde olması gerektiği düşünülmüştür.

Klor İçin İhtiyaç duyulan Tüp Sayısı

2029 Yılı için;

$$223.56kg / gün \times 30gün \times 1.3 = 8718.84kg$$

Klor 750 kg'lık tüpler halinde temin edilecektir. Buna göre;

$$\frac{8718.84kg}{750kg} = 11.63 \cong 12 \text{ adet asıl ve 2 adet yedek olmak üzere 14 adet tüpe ihtiyaç duyulacaktır.}$$

2044 Yılı için;

$$256.61kg / gün \times 30gün \times 1.3 = 10007.79kg$$

Klor 750 kg'lık tüpler halinde temin edilecektir. Buna göre;

$$\frac{10007.79kg}{750kg} = 13.34 \cong 14 \text{ adet asıl ve 2 adet yedek olmak üzere 16 adet tüpe ihtiyaç duyulacaktır.}$$

Klor Temas Tankının Boyutlandırılması

2029 Yılı için;

$$V = Q \times t_d \Rightarrow V = 0.5175 m^3 / s \times 30 dk \times 60 s / dk \Rightarrow V = 931.5 m^3$$

3 tank asıl ve 1 yedek kullanacak olursak 1 tank'ın hacmi;

$$\frac{\Sigma V}{3} = \frac{931.5 m^3}{3} = 310.5 m^3$$

$h = 5 m$ seçilirse;

$$A = \frac{V}{h} = \frac{310.5 m^3}{5 m} = 62.1 m^2$$

$L = 13.8 m$ ve $W = 4.5 m$ olarak tespit edilmiştir.

Uzunluk boyunca 3 perde konulmuştur. Perdelerin her biri tank enine $1 m$ mesafededir. Perde kalınlığı ve duvar kalınlıkları $0.2 m$ olarak uygun görülmüştür.

2044 Yılı için;

$$V = Q \times t_d \Rightarrow V = 0.594 m^3 / s \times 30 dk \times 60 s / dk \Rightarrow V = 1069.2 m^3$$

1 tank hacmi $310.5 m^3$ olduğuna göre, ihtiyaç duyulan tank sayısı;

$$\frac{1069.2 m^3}{310.5 m^3} = 3.44 \cong 4 \text{ adet asıl 1 adet yedek olmak üzere toplamda 5 adet tank uygundur.}$$

Bu tankların 4'ü 2029 yılında inşa edildiğinden 2044 yılında 1 tane daha ilave edilecektir.

Giriş ve Çıkış Boru Hesapları

Klor temas tankına su taşıyan Ana borunun hesabı:

2029 Yılı için;

$$Q = 0.5175 m^3 / s$$

$$V = 1 m / s \Rightarrow \begin{cases} 0.5175 m^3 / s = 1 m / s \times \frac{\pi \times D^2}{4} \\ D = 0.812 m \cong 0.75 m = 750 mm \end{cases}$$

Yeni Hız;

$$0.5175m^3/s = V \times \frac{\pi \times 0.75^2}{4} \Rightarrow V = 1.17m/s (0.6m/s \propto 1.8m/s) \text{ uygundur.}$$

2044 Yılı için;

$$Q = 0.594m^3/s$$

$$0.594m^3/s = V \times \frac{\pi \times 0.75^2}{4} \Rightarrow V = 1.34m/s (0.6m/s \propto 1.8m/s) \text{ uygundur.}$$

Klor temas tankına su taşıyan Dağıtım borusunun hesabı:

2029 Yılı için;

$$Q = \frac{0.5175m^3/s}{3} = 0.1725m^3/s$$

$$V = 1m/s \Rightarrow \begin{cases} 0.1725m^3/s = 1m/s \times \frac{\pi \times D^2}{4} \\ D = 0.468m \cong 0.5m = 500mm \end{cases}$$

Yeni Hız;

$$0.1725m^3/s = V \times \frac{\pi \times 0.5^2}{4} \Rightarrow V = 0.88m/s (0.6m/s \propto 1.8m/s) \text{ uygundur.}$$

2044 Yılı için;

$$Q = \frac{0.594m^3/s}{4} = 0.1485m^3/s$$

$$0.1485m^3/s = V \times \frac{\pi \times 0.5^2}{4} \Rightarrow V = 0.75m/s (0.6m/s \propto 1.8m/s) \text{ uygundur.}$$

G.10. Kimya Binası

G.10.1. NaCl Çözeltisi Hazırlama Tankları

Kasyon değiştirici ünitesinde Rejenerant olarak NaCl kullanılmış idi. Kullanılan bu NaCl' nin hazırlanması için kimya binasında çözelti hazırlama tankları tasarlanması gerekmektedir.

Kasyon değiştiricide yapılan hesaplara göre $30.63 \text{ m}^3/\text{gün}$ NaCl' ye ihtiyaç duyulmuş idi.

12 saat kapasiteli çözelti hazırlama tankı seçildiğinde ve uygulanacak doz 20 mg/L varsayıldığında;

2029 Yılı için;

$$\text{NaCl miktarı} = 0.5175 \text{ m}^3 / \text{s} \times 10^3 \text{ L} / \text{m}^3 \times 20 \text{ mg} / \text{L} \times 10^{-6} \text{ kg} / \text{mg} \times 3600 \text{ s} / \text{sa} \times 12 \text{ sa}$$

$$\text{NaCl miktarı} = 447.12 \text{ kg}$$

%10' luk çözelti hazırlanmasına karar verildiğine göre;

$$V = 447.12 \text{ kg} \times 100 \text{ L} / 10 \text{ kg} \Rightarrow V = 4471.2 \text{ L} = 4.47 \text{ m}^3$$

2 tank olarak boyutlandırılmalı. Yani 2 adet asıl ve 1 adet yedek tank uygundur. O halde;

$$V = \frac{4.47 \text{ m}^3}{2} = 2.235 \text{ m}^3$$

$$\left. \begin{array}{l} h = 1.3 \text{ m} \\ L = 1.3 \text{ m} \\ W = 1.3 \text{ m} \end{array} \right\} \text{ olarak boyutlandırmak uygun olacaktır.}$$

2044 Yılı için;

$$\text{NaCl miktarı} = 0.594 \text{ m}^3 / \text{s} \times 10^3 \text{ L} / \text{m}^3 \times 20 \text{ mg} / \text{L} \times 10^{-6} \text{ kg} / \text{mg} \times 3600 \text{ s} / \text{sa} \times 12 \text{ sa}$$

$$\text{NaCl miktarı} = 513.216 \text{ kg}$$

%10' luk çözelti hazırlanmasına karar verildiğine göre;

$$V = 513.216 \text{ kg} \times 100 \text{ L} / 10 \text{ kg} \Rightarrow V = 5132.16 \text{ L} = 5.13 \text{ m}^3$$

1 tank' ın hacmi 2.235 m^3 idi. O halde tank sayısı;

$$n = \frac{5.13 \text{ m}^3}{2.235 \text{ m}^3} = 2.3 \cong 3 \text{ adet asıl 1 adet yedek olarak inşa edilecektir.}$$

Çözelti karıştırma mikseri;

Hız Gradyanı, $G = 500 \text{ s}^{-1}$ seçilmiştir.

Kinematik Viskozite, $\mu = 1.1 \times 10^{-3} \text{ Ns} / \text{m}^2$

$$N = G^2 \times \mu \times V \Rightarrow N = (500 \text{ s}^{-1})^2 \times 1.1 \times 10^{-3} \text{ Ns} / \text{m}^2 \times 2.235 \text{ m}^3$$

$$N = 614.63 \text{ W}$$

Motor Verimi %70 kabul edilirse, pratikteki güç;

$$N = 614.63 \text{ W} \times 0.70 = 430 \text{ W} \text{ olarak hesaplanır.}$$

Dozlama Pompaları;

%10' luk NaCl çözeltisinden 20 mg/L dozlayacak dozlama pompası kapasitesi

2029 Yılı için;

$$0.5175 \text{ m}^3 / \text{s} \times 10^3 \text{ L} / \text{m}^3 \times 20 \text{ mg} / \text{L} \times 10^{-6} \text{ kg} / \text{mg} \times 3600 \text{ s} / \text{sa} \times 100 \text{ L} / 10 \text{ kg} = 372.6 \text{ L} / \text{s}$$

100 L/s kapasiteli pompa seçilmiş ve 4 adet asıl 1 adet yedek pompa uygun görülmüştür.

2044 Yılı için;

$$0.594 \text{ m}^3 / \text{s} \times 10^3 \text{ L} / \text{m}^3 \times 20 \text{ mg} / \text{L} \times 10^{-6} \text{ kg} / \text{mg} \times 3600 \text{ s} / \text{sa} \times 100 \text{ L} / 10 \text{ kg} = 427.7 \text{ L} / \text{s}$$

5 adet asıl ve 1 adet yedek pompa uygun görülmüştür.

G.10.2. NaOH Çözeltisi Hazırlama Tankları

Anyon değiştirici ünitesinde Rejenerant olarak NaOH kullanılmış idi. Kullanılan bu NaOH' in hazırlanması için kimya binasında çözelti hazırlama tankları tasarlanması gerekmektedir.

Anyon değiştiricide yapılan hesaplara göre 32.32 m³/gün NaOH' e ihtiyaç duyulmuş idi.

12 saat kapasiteli çözelti hazırlama tankı seçildiğinde ve uygulanacak doz 20 mg/L varsayıldığında;

2029 Yılı için;

$$\text{NaOH miktarı} = 0.5175 \text{ m}^3 / \text{s} \times 10^3 \text{ L} / \text{m}^3 \times 20 \text{ mg} / \text{L} \times 10^{-6} \text{ kg} / \text{mg} \times 3600 \text{ s} / \text{sa} \times 12 \text{ sa}$$

$$\text{NaOH miktarı} = 447.12 \text{ kg}$$

%10' luk çözelti hazırlanmasına karar verildiğine göre;

$$V = 447.12 \text{ kg} \times 100 \text{ L} / 10 \text{ kg} \Rightarrow V = 4471.2 \text{ L} = 4.47 \text{ m}^3$$

2 tank olarak boyutlandırılmalı. Yani 2 adet asıl ve 1 adet yedek tank uygundur. O halde;

$$V = \frac{4.47m^3}{2} = 2.235m^3$$

$$\left. \begin{array}{l} h = 1.3m \\ L = 1.3m \\ W = 1.3m \end{array} \right\} \text{olarak boyutlandırmak uygun olacaktır.}$$

2044 Yılı için;

$$NaOH \text{ miktarı} = 0.594m^3 / s \times 10^3 L / m^3 \times 20mg / L \times 10^{-6} kg / mg \times 3600s / sa \times 12sa$$

$$NaOH \text{ miktarı} = 513.216kg$$

%10' luk çözelti hazırlanmasına karar verildiğine göre;

$$V = 513.216kg \times 100L / 10kg \Rightarrow V = 5132.16L = 5.13m^3$$

1 tank'ın hacmi $2.235 m^3$ idi. O halde tank sayısı;

$$n = \frac{5.13m^3}{2.235m^3} = 2.3 \cong 3 \text{ adet asıl 1 adet yedek olarak inşa edilecektir.}$$

Çözelti karıştırma mikseri;

Hız Gradyanı, $G = 500s^{-1}$ seçilmiştir.

Kinematik Viskozite, $\mu = 1.1 \times 10^{-3} Ns / m^2$

$$N = G^2 \times \mu \times V \Rightarrow N = (500s^{-1})^2 \times 1.1 \times 10^{-3} Ns / m^2 \times 2.235m^3$$

$$N = 614.63W$$

Motor Verimi %70 kabul edilirse, pratikteki güç;

$$N = 614.63W \times 0.70 = 430W \text{ olarak hesaplanır.}$$

Dozlama Pompaları;

%10' luk NaOH çözeltisinden 20 mg/L dozlayacak dozlama pompası kapasitesi:

2029 Yılı için;

$$0.5175m^3 / s \times 10^3 L / m^3 \times 20mg / L \times 10^{-6} kg / mg \times 3600s / sa \times 100L / 10kg = 372.6L / s$$

100 L/s kapasiteli pompa seçilmiş ve 4 adet asıl 1 adet yedek pompa uygun görülmüştür.

2044 Yılı için;

$$0.594m^3 / s \times 10^3 L / m^3 \times 20mg / L \times 10^{-6} kg / mg \times 3600s / sa \times 100L / 10kg = 427.7L / s$$

5 adet asıl ve 1 adet yedek pompa uygun görülmüştür.

G.10.3. Alum Çözeltilisi Hazırlama Tankları

Koagülant olarak alum kullanılmış idi. Alumun suda çözünmesi için mikser kullanılacaktır. Hazırlanan çözelti dozlama pompalarıyla hızlı karıştırma ünitesine iletilecektir.

Uygulanan alum dozu 35 mg/L olarak kabul edilmiş idi.

Alum hazırlama tankları 8'er saat kapasiteli olarak düşünülürse;

2029 Yılı için;

$$Q = 0.5175m^3 / s = 1863m^3 / sa$$

$$\text{Alum Miktarı: } 1863m^3 / sa \times 35mg / L \times 10^{-6} kg / mg \times 8sa \times 1000L / m^3$$

$$\text{Alum Miktarı: } 521.64kg$$

%20' lik alum çözeltisi hazırlanacağı için;

$$521.64kg / 0.2 = 2608.2kg$$

$$m / \rho = V \Rightarrow 2608.2kg / 1025kg / m^3 \cong 2.6m^3$$

1.3 m³ hacminde tanklar kullanılırsa **2** adet asıl ve **1** adet yedek olmak üzere **3** tank **2029** yılı için yeterli olacaktır.

Tank boyutları kare prizma şeklinde tasarlanmak istendiğinde;

L=1 m, W=1 m ve **h=1.3 m** olarak belirlenir.

2044 Yılı için;

$$Q = 0.594m^3 / s = 2138.4m^3 / sa$$

$$\text{Alum Miktarı: } 2138.4m^3 / sa \times 35mg / L \times 10^{-6} kg / mg \times 8sa \times 1000L / m^3$$

$$\text{Alum Miktarı: } 598.75kg$$

%20' lik alum çözeltisi hazırlanacağı için;

$$598.75kg / 0.2 = 2993.75kg$$

$$m/\rho = V \Rightarrow 2993.75kg / 1025kg / m^3 \cong 3m^3$$

Tank sayısı;

$n = 3m^3 / 1.3m^3 = 2.3 \cong 3$ adet asıl, 1 adet yedek olmak üzere 4 adet tank uygun görülmüştür. Bu tankların 3'ü 2029 yılında hazır edildiğinden 2044 yılında 1 tane ilave edilmesi yeterli olacaktır.

Alüminyum Sülfat Hazırlama Mikserleri;

Alum hazırlama tankında hız gradyanı ve kinematik viskozite parametreleri aşağıdaki gibi kabul edilmiştir.

$$G = 150s^{-1}$$

$$\mu = 15 \times 10^{-3} Ns / m^2$$

$$N = G^2 \times \mu \times V \Rightarrow N = (150s^{-1})^2 \times 15 \times 10^{-3} Ns / m^2 \times 1.3m^3$$

$$N = 438.75W$$

Motor Verimi %70 kabul edilirse, pratikteki güç;

$$N = 438.75W \times 0.70 = 307W \text{ olarak hesaplanır.}$$

Dozlama Pompaları;

%20' lik Al_2SO_4 çözeltisinden 35 mg/L dozlayacak dozlama pompası kapasitesi:

2029 Yılı için;

$$0.5175m^3 / s \times 10^3 L / m^3 \times 35mg / L \times 10^{-6} kg / mg \times 3600s / sa \times 100L / 10kg = 652L / s$$

100 L/s kapasiteli pompa seçilmiş ve 7 adet asıl, 1 adet yedek pompa olmak üzere 8 adet pompa uygun görülmüştür.

2044 Yılı için;

$$0.594m^3 / s \times 10^3 L / m^3 \times 35mg / L \times 10^{-6} kg / mg \times 3600s / sa \times 100L / 10kg = 748.5L / s$$

8 adet asıl ve 2 adet yedek pompa olmak üzere 10 adet pompa uygun görülmüştür. Uygun görülen bu pompaların 8 adedi 2029 yılında temin edilmiş olduğundan 2044 yılında ilaveten 2 adet pompa daha temin edilmesi gerekecektir.

G.11. Çamur Kurutma Yatakları

Çökeltme tanklarının tabanlarından alınan çamur, çamur kurutma yataklarına gönderilip burada tutulacaktır.

2029 yılında toplamda günde 7.29 m^3 ve 2044 yılında 8.37 m^3 çamur oluşacağı 6. Bölüm'de hesaplanmış idi.

2029 Yılı için;

$7.29 \text{ m}^3 / \text{gün}$ çamur oluşacaktır.

Çamurun bekletme süresini **3 hafta (21 gün)** ve çamur serme kalınlığını da **50 cm** kabul edildiğinde, gerekli kurutma yatağı alanını aşağıdaki gibi hesaplayarak belirleriz.

$$A = \frac{V}{h} \Rightarrow A = \frac{7.29 \text{ m}^3 / \text{gün} \times 21 \text{ gün}}{50 \text{ cm} \times \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}}} = 306.18 \text{ m}^2$$

$$\begin{array}{l} L = 20.5 \text{ m} \\ W = 15 \text{ m} \end{array} \parallel \text{olarak belirlenir.}$$

2044 Yılı için;

$8.37 \text{ m}^3 / \text{gün}$ çamur oluşacaktır.

Çamurun bekletme süresini **3 hafta (21 gün)** ve çamur serme kalınlığını da **50 cm** kabul edildiğinde, gerekli kurutma yatağı alanını aşağıdaki gibi hesaplayarak belirleriz.

$$A = \frac{V}{h} \Rightarrow A = \frac{8.37 \text{ m}^3 / \text{gün} \times 21 \text{ gün}}{50 \text{ cm} \times \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}}} = 351 \text{ m}^2$$

$$\begin{array}{l} L = 24 \text{ m} \\ W = 15 \text{ m} \end{array} \parallel \text{olarak belirlenir.}$$

G.12. Temiz Su Tankı

Son dezenfeksiyon ünitesinden sonra su temiz su tankında belirlenen süre kadar bekletildikten sonra şebekeye verilecektir.

Üniteye Su Getiren Ana Borunun Hesabı

2029 Yılı için:

$$Q = 0.5175m^3 / s$$

$$V = 1m / s \Rightarrow \begin{cases} 0.5175m^3 / s = 1m / s \times \frac{\pi \times D^2}{4} \\ D = 0.811m \cong 0.75m = 750mm \end{cases}$$

Yeni Hız;

$$0.5175m^3 / s = V \times \frac{\pi \times 0.75^2}{4} \Rightarrow V = 1.17m / s (0.6m / s \propto 1.8m / s) \text{ uygundur.}$$

2044 Yılı için;

$$Q = 0.594m^3 / s$$

$$0.594m^3 / s = V \times \frac{\pi \times 0.75^2}{4} \Rightarrow V = 1.34m / s (0.6m / s \propto 1.8m / s) \text{ uygundur.}$$

Her bir Tankı Su Getiren Boruların Hesabı

$$Q = 0.5175m^3 / s / 2$$

$$V = 1m / s \Rightarrow \begin{cases} 0.5175m^3 / s / 2 = 1m / s \times \frac{\pi \times D^2}{4} \\ D = 0.574m \cong 0.60m = 600mm \end{cases}$$

Yeni Hız;

$$0.5175m^3 / s / 2 = V \times \frac{\pi \times 0.60^2}{4} \Rightarrow V = 0.92m / s (0.6m / s \propto 1.8m / s) \text{ uygundur.}$$

2044 Yılı için;

$$Q = 0.594m^3 / s / 2$$

$$0.594m^3 / s / 2 = V \times \frac{\pi \times 0.60^2}{4} \Rightarrow V = 1.05m / s (0.6m / s \propto 1.8m / s) \text{ uygundur.}$$

Temiz Su Tankının Boyutlandırılması

Bekleme süresi 5 saat seçildi.

$$V = Q \times t$$

$$V = 0,5175 m^3 / s \times 5 sa \times \frac{60 s}{1 dk} \times \frac{60 dk}{1 sa} = 9315 m^3$$

$$2 \text{ bölme yapılırsa: } \frac{9315}{2} = 4657,5 m^3$$

$$h = 10 m$$

$$L / W = 1.5 / 1$$

$$A = 1.5 W^2$$

$$A = 4657,5 m^3 / 10 m = 465,75 m^2$$

$$465,75 m^2 = 1,5 W^2$$

$$W = 17,5 m$$

$$L = 26,25 m$$

H. Hidrolik Hesaplamalar

Yersel Yük Kayıpları için:

$$hf = k \frac{V^2}{2g} \text{ formülü kullanılacaktır.}$$

Aşağıdaki “k” katsayıları kullanılacaktır.

Hazneden boruya geçiş (Keskin)	0.5
Hazneden boruya geçiş (Yuvarlatılmış)	0.05
Borudan hazneye geçiş	1
Dirsek (45°)	0.24
Dirsek (90°)	1.13
T bağlantılarında	0.9
Tam açık kelebek vana	0.3

Ani Daralma:

$(D_2/D_1)^2$	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
k	0.5	0.46	0.41	0.36	0.30	0.24	0.18	0.12	0.06	0.02	0

D_1 : Sıkışma öncesi borunun iç çapı, m

D_2 : Sıkışma sonrası borunun iç çapı, m

Ani Genişleme:

$$k = \left[1 - \left(\frac{D_1}{D_2} \right)^2 \right]^2$$

D_1 : Genişleme öncesi borunun iç çapı, m

D_2 : Genişleme sonrası borunun iç çapı, m

Sürekli Yük Kayıpları için:

$$hf = S \times L$$

Hidrolik Eğim belirlenirken Williams-Hazen denklemi kullanılacaktır.

$$Q = 0.2785 \times C \times D^{2.63} \times S^{0.54} \begin{cases} Q = \text{Debi} \\ C = \text{Pürüzlülük Katsayısı} \\ D = \text{Boru Çapı} \\ S = \text{Hidrolik Eğim} \end{cases}$$

H.1. Kaskad ile Hızlı Karıştırma Ünitesi Arasındaki Yük Kayıpları

Kaskad ünitesinin en üst kotu **1650m'dir**.

Her bir basamak 0.4 metre yüksekliktedir. Buna göre toplama kanalındaki su kotu:

1. Düşüm sonrası su kotu : $1650 - 0.4 = 1649.6m$

2. Düşüm sonrası su kotu : $1649.6 - 0.4 = 1649.2m$

3. Düşüm sonrası su kotu : $1649.2 - 0.4 = 1648.8m$

Toplama Kanalı Taban Kotu: $1648.8 - 0.7 = 1648.1m$

Toplama Kanalından boruya geçişteki yük kaybı:

$$hf_1 = k \frac{V^2}{2g}$$

$$hf_1 = 0.5 \frac{1.34^2}{2g} = 0.046m$$

700mm'lik borudaki sürekli yük kaybı

$$0.5175 = 0.2785 \times 95 \times (0.70)^{2.63} \times S^{0.54}$$

$$S = 0.003893$$

$$hf_2 = 0.003893 \times 10 = 0.039m$$

90°lik dirsekten kaynaklanan yük kaybı:

$$hf_3 = 1.13 \frac{1.34^2}{2g} = 0.103m$$

Vanadan kaynaklanan yük kaybı:

$$hf_4 = 0.3 \frac{1.34^2}{2g} = 0.027m$$

90°lik dirsekten kaynaklanan yük kaybı:

$$hf_5 = 1.13 \frac{1.34^2}{2g} = 0.103m$$

Borudan, hızlı karıştırma ünitesine girişteki yük kaybı:

$$hf_6 = 1 \frac{1.34^2}{2g} = 0.092m$$

Toplam Yük Kaybı

$$\sum hf = hf_1 + hf_2 + hf_3 + hf_4 + hf_5 + hf_6$$

$$\sum hf = 0.046 + 0.039 + 0.103 + 0.027 + 0.103 + 0.092$$

$$\sum hf = 0.420m$$

H.2. Hızlı Karıştırma ile Yavaş Karıştırma arasındaki yük kayıpları

$$\text{Hızlı Karıştırma ünitesindeki su kotu: } 1648.8 - 0.420 = 1648.38m$$

$$\text{Hızlı Karıştırma ünitesinin taban kotu: } 1648.38 - 3 = 1645.38m$$

Üniteden boruya geçişteki yük kaybı:

$$hf_1 = 0.5 \frac{1.34^2}{2g} = 0.046m$$

90°lik dirsekten kaynaklanan yük kaybı:

$$hf_2 = 1.13 \frac{1.34^2}{2g} = 0.103m$$

Vanadan kaynaklanan yük kaybı:

$$hf_3 = 0.3 \frac{1.34^2}{2g} = 0.027m$$

90°lik dirsekten kaynaklanan yük kaybı:

$$hf_4 = 1.13 \frac{1.34^2}{2g} = 0.103m$$

700mm'lik borudaki sürekli yük kaybı

$$0.5175 = 0.2785 \times 95 \times (0.70)^{2.63} \times S^{0.54}$$

$$S = 0.003893$$

$$hf_5 = 0.003893 \times 5 = 0.019m$$

90°lik dirsekten kaynaklanan yük kaybı:

$$hf_6 = 1.13 \frac{1.34^2}{2g} = 0.103m$$

Vanadan kaynaklanan yük kaybı:

$$hf_7 = 0.3 \frac{1.34^2}{2g} = 0.027m$$

90°lik dirsekten kaynaklanan yük kaybı:

$$hf_8 = 1.13 \frac{1.34^2}{2g} = 0.103m$$

Borudan, yavaş karıştırma ünitesine girişteki yük kaybı:

$$hf_9 = 1 \frac{1.34^2}{2g} = 0.092m$$

Toplam Yük Kaybı

$$\sum hf = hf_1 + hf_2 + hf_3 + hf_4 + hf_5 + hf_6 + hf_7 + hf_8 + hf_9$$

$$\sum hf = 0.046 + 0.103 + 0.027 + 0.103 + 0.019 + 0.103 + 0.027 + 0.103 + 0.092$$

$$\sum hf = 0.531m$$

H.3. Yavaş Karıştırma ile Çökeltme ünitesi arasındaki yük kayıpları

Yavaş Karıştırma ünitesi su kotu: $1648.38 - 0.531 = 1647.849m$

Yavaş Karıştırma ünitesi taban kotu: $1647.849 - 5 = 1642.849m$

Üniteden boruya geçişteki yük kaybı:

$$hf_1 = 0.5 \frac{1.34^2}{2g} = 0.046m$$

90°lik dirsekten kaynaklanan yük kaybı:

$$hf_2 = 1.13 \frac{1.34^2}{2g} = 0.103m$$

Vanadan kaynaklanan yük kaybı:

$$hf_3 = 0.3 \frac{1.34^2}{2g} = 0.027m$$

90°lik dirsekten kaynaklanan yük kaybı:

$$hf_4 = 1.13 \frac{1.34^2}{2g} = 0.103m$$

700mm'lik borudaki sürekli yük kaybı

$$0.5175 = 0.2785 \times 95 \times (0.70)^{2.63} \times S^{0.54}$$

$$S = 0.003893$$

$$hf_5 = 0.003893 \times 5.7 = 0.022m$$

90°lik dirsekten kaynaklanan yük kaybı:

$$hf_6 = 1.13 \frac{1.34^2}{2g} = 0.103m$$

700mm'lik borudaki sürekli yük kaybı

$$0.5175 = 0.2785 \times 95 \times (0.70)^{2.63} \times S^{0.54}$$

$$S = 0.003893$$

$$hf_7 = 0.003893 \times 20.1 = 0.078m$$

Borudan kanala girişteki yük kaybı

$$hf_8 = 1 \frac{1.34^2}{2g} = 0.092m$$

Dağıtım kanalındaki yük kaybı

$$hf_9 = 0.0004 \times 19.2 = 0.008m$$

Toplam Yük Kaybı

$$\sum hf = hf_1 + hf_2 + hf_3 + hf_4 + hf_5 + hf_6 + hf_7 + hf_8 + hf_9$$

$$\sum hf = 0.046 + 0.103 + 0.027 + 0.103 + 0.022 + 0.103 + 0.078 + 0.092 + 0.008$$

$$\sum hf = 0.582m$$

H.4. Çökeltme ünitesi ile filtrasyon arasındaki yük kayıpları

$$\text{Çökeltme ünitesi su kotu: } 1647.849 - 0.582 = 1647.267m$$

$$\text{Çökeltme ünitesi su kotu: } 1647.267 - 3.3 = 1643.967m$$

Savaklardan kaynaklanan yük kaybı

$$\text{Savaklardan kaynaklanan yük kaybı: } \left(\frac{Q/30}{1.75 \times L} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$hf_1 = \left(\frac{0.5175/30}{1.75 \times 7.25m} \right)^{\frac{2}{3}} \times 6 = 0.074m$$

Savak toplama kanalındaki yük kaybı

$$hf_2 = (0.0004 \times 7.25) \times 3 = 0.009m$$

Savakların toplandığı kanaldaki yük kaybı

$$hf_3 = 0.0004 \times 3.6 = 0.001m$$

Toplama kanalındaki yük kaybı

$$hf_4 = 0.0004 \times 15.4 = 0.006m$$

Kanaldan boruya geçiş yük kaybı

$$hf_5 = 0.5 \frac{0.6^2}{2g} = 0.009m$$

Ani daralmadan kaynaklanan yük kaybı

$$\left(\frac{D_2}{D_1} \right)^2 = \left(\frac{0.8}{1.32} \right)^2 = 0.37 \Rightarrow k = 0.30$$

$$hf_6 = 0.3 \frac{1.04^2}{2g} = 0.017m$$

800mm'lik borudaki sürekli yük kaybı

$$0.5175 = 0.2785 \times 95 \times (0.80)^{2.63} \times S^{0.54}$$

$$S = 0.002031$$

$$hf_7 = 0.002031 \times 10.65 = 0.022m$$

T bağlantısındaki yük kaybı

$$hf_8 = 0.9 \frac{1.04^2}{2g} = 0.050m$$

300mm'lik boruda sürekli yük kaybı

$$0.5175 \times 2 / 5 = 0.2785 \times 95 \times (0.30)^{2.63} \times S^{0.54}$$

$$S = 0.004421$$

$$hf_9 = 0.044212 \times 17.5 = 0.774m$$

90°lik dirsekten kaynaklanan yük kaybı

$$hf_{10} = 1.13 \frac{1.04^2}{2g} = 0.062m$$

Vanadan kaynaklanan yük kaybı

$$hf_{11} = 0.3 \frac{0.93^2}{2g} = 0.013m$$

Borudan filtrasyon ünitesine girişteki yük kaybı:

$$hf_{12} = 1 \frac{0.93^2}{2g} = 0.044m$$

Toplam Yük Kaybı

$$\sum hf = hf_1 + hf_2 + hf_3 + hf_4 + hf_5 + hf_6 + hf_7 + hf_8 + hf_9 + hf_{10} + hf_{11} + hf_{12}$$

$$\sum hf = 0.074 + 0.009 + 0.001 + 0.006 + 0.009 + 0.017 + 0.022 + 0.050 + 0.774 + 0.062 + 0.013 + 0.044$$

$$\sum hf = 1.081m$$

H.5. Filtrasyon ile Katyon değiştirici arasındaki yük kayıpları

$$\text{Filtrasyon ünitesi su kotu: } 1647.267 - 1.081 = 1646.186m$$

$$\text{Filtrasyon ünitesi taban kotu: } 1646.186 - 2.65 = 1643.536m$$

Filtrasyon ünitesinin tasarımı yapılırken üniteye oluşacak yük kaybı hesaplanmış idi. (4.7.1) Buna göre:

$$hf_1 = 0.23m$$

Vanadan kaynaklanan yük kaybı

$$hf_2 = 0.3 \frac{0.93^2}{2g} = 0.013m$$

Süzülen suyun boruya girişindeki yük kaybı

$$hf_3 = 0.5 \frac{0.93^2}{2g} = 0.022m$$

90°lik dirsekten kaynaklanan yük kaybı

$$hf_4 = 1.13 \frac{0.93^2}{2g} = 0.050m$$

400mm'lik borudaki sürekli yük kaybı

$$0.5175 / 8 = 0.2785 \times 95 \times (0.40)^{2.63} \times S^{0.54}$$

$$S = 0.001263$$

$$hf_5 = 0.001263 \times 70 = 0.088m$$

Ani genişleyen borudaki yük kaybı

$$k = \left[1 - \left[\frac{D_1}{D_2} \right]^2 \right]^2 \Rightarrow k = \left[1 - \left[\frac{0.4}{0.6} \right]^2 \right]^2 = 0.31$$

$$hf_6 = 0.31 \frac{0.92^2}{2g} = 0.013m$$

T bağlantısındaki yük kaybı

$$hf_7 = 0.9 \frac{0.92^2}{2g} = 0.039m$$

T bağlantısındaki yük kaybı

$$hf_8 = 0.9 \frac{0.92^2}{2g} = 0.039m$$

300mm'lik boruda sürekli yük kaybı

$$0.5175 \times 0.5 / 4 = 0.2785 \times 95 \times (0.30)^{2.63} \times S^{0.54}$$

$$S = 0.005129$$

$$hf_9 = 0.005129 \times 4 = 0.020m$$

90°lik dirsekten kaynaklanan yük kaybı

$$hf_{10} = 1.13 \frac{0.92^2}{2g} = 0.049m$$

90°lik dirsekten kaynaklanan yük kaybı

$$hf_{11} = 1.13 \frac{1.64^2}{2g} = 0.155m$$

Vanadan kaynaklanan yük kaybı

$$hf_{12} = 0.3 \frac{1.64^2}{2g} = 0.041m$$

Borudan katyon değiştirici kolonuna girişteki yük kaybı:

$$hf_{13} = 1 \frac{1.64^2}{2g} = 0.137m$$

Toplam Yük Kaybı

$$\sum hf = hf_1 + hf_2 + hf_3 + hf_4 + hf_5 + hf_6 + hf_7 + hf_8 + hf_9 + hf_{10} + hf_{11} + hf_{12} + hf_{13}$$

$$\sum hf = 0.023 + 0.013 + 0.022 + 0.050 + 0.088 + 0.013 + 0.039 + 0.039 + 0.020 + 0.049 + 0.155 + 0.41 + 0.137$$

$$\sum hf = 1.058m$$

H.6. Katyon değiştirici ile Anyon değiştirici arasındaki yük kayıpları

Katyon değiştiricideki su kotu: $1646.186 - 1.058 = 1645.128m$

Katyon değiştiricideki taban kotu: $1645.128 - 2.5 = 1642.628m$

Kolondan boruya geçişteki yük kaybı

$$hf_1 = 0.5 \frac{1.64^2}{2g} = 0.069m$$

Vanadan kaynaklanan yük kaybı

$$hf_2 = 0.3 \frac{1.64^2}{2g} = 0.041m$$

90°lik dirsekten kaynaklanan yük kaybı

$$hf_3 = 1.13 \frac{0.92^2}{2g} = 0.049m$$

Ani genişleyen borudaki yük kaybı

$$k = \left[1 - \left[\frac{D_1}{D_2} \right]^2 \right]^2 \Rightarrow k = \left[1 - \left[\frac{0.1}{0.3} \right]^2 \right]^2 = 0.79$$

$$hf_4 = 0.79 \frac{0.92^2}{2g} = 0.034m$$

300mm'lik boruda sürekli yük kaybı

$$0.5175 \times 0.5 / 20 = 0.2785 \times 95 \times (0.30)^{2.63} \times S^{0.54}$$

$$S = 0.000260$$

$$hf_5 = 0.000260 \times 1.8 = 0.001m$$

90°lik dirsekten kaynaklanan yük kaybı

$$hf_6 = 1.13 \frac{0.92^2}{2g} = 0.049m$$

300mm'lik boruda sürekli yük kaybı

$$0.5175 \times 0.5 / 4 = 0.2785 \times 95 \times (0.30)^{2.63} \times S^{0.54}$$

$$S = 0.051295$$

$$hf_7 = 0.051295 \times 4 = 0.205m$$

T bağlantısındaki yük kaybı

$$hf_8 = 0.9 \frac{0.92^2}{2g} = 0.039m$$

T bağlantısındaki yük kaybı

$$hf_9 = 0.9 \frac{0.92^2}{2g} = 0.039m$$

600mm'lik borudaki sürekli yük kaybı

$$0.5175 = 0.2785 \times 95 \times (0.60)^{2.63} \times S^{0.54}$$

$$S = 0.008247$$

$$hf_{10} = 0.008247 \times 6.4 = 0.053m$$

Ani genişleyen borudaki yük kaybı

$$k = \left[1 - \left[\frac{D_1}{D_2} \right]^2 \right]^2 \Rightarrow k = \left[1 - \left[\frac{0.6}{0.8} \right]^2 \right]^2 = 0.19$$

$$hf_{11} = 0.19 \frac{1.03^2}{2g} = 0.010m$$

T bağlantısındaki yük kaybı

$$hf_{12} = 0.9 \frac{1.03^2}{2g} = 0.049m$$

T bağlantısındaki yük kaybı

$$hf_{13} = 0.9 \frac{1.03^2}{2g} = 0.049m$$

400mm'lik boruda sürekli yük kaybı

$$0.5175 \times 0.5 / 3 = 0.2785 \times 95 \times (0.40)^{2.63} \times S^{0.54}$$

$$S = 0.002152$$

$$hf_{14} = 0.002152 \times 4 = 0.009m$$

90°lik dirsekten kaynaklanan yük kaybı

$$hf_{15} = 1.13 \frac{1.37^2}{2g} = 0.108m$$

90°lik dirsekten kaynaklanan yük kaybı

$$hf_{16} = 1.13 \frac{1.37^2}{2g} = 0.108m$$

Vanadan kaynaklanan yük kaybı

$$hf_{17} = 0.3 \frac{0.92^2}{2g} = 0.013m$$

Borudan anyon değiştirici kolonuna girişteki yük kaybı:

$$hf_{18} = 1 \frac{0.92^2}{2g} = 0.043m$$

Toplam Yük Kaybı

$$\begin{aligned} \sum hf &= hf_1 + hf_2 + hf_3 + hf_4 + hf_5 + hf_6 + hf_7 + hf_8 + hf_9 + hf_{10} + hf_{11} + hf_{12} + hf_{13} + hf_{14} + hf_{15} + hf_{16} + hf_{17} + hf_{18} \\ \sum hf &= 0.069 + 0.041 + 0.049 + 0.034 + 0.001 + 0.049 + 0.205 + 0.039 + 0.039 + 0.053 + 0.010 + 0.049 + 0.049 + 0.009 + 0.108 + 0.108 + 0.013 + 0.043 \\ \sum hf &= 0.968m \end{aligned}$$

H.7. Anyon değiştirici ile Klor temas tankı arasındaki yük kayıpları

$$\text{Anyon değiştirici kolonu su kotu: } 1645.128 - 0.968 = 1644.160m$$

$$\text{Anyon değiştirici kolonu su kotu: } 1644.160 - 2.5 = 1641.66m$$

Kolondan boruya geçişteki yük kaybı

$$hf_1 = 0.5 \frac{0.92^2}{2g} = 0.022m$$

90°lik dirsekten kaynaklanan yük kaybı

$$hf_2 = 1.13 \frac{0.92^2}{2g} = 0.049m$$

Vanadan kaynaklanan yük kaybı

$$hf_3 = 0.3 \frac{0.92^2}{2g} = 0.013m$$

Ani genişleyen borudaki yük kaybı

$$k = \left[1 - \left[\frac{D_1}{D_2} \right]^2 \right]^2 \Rightarrow k = \left[1 - \left[\frac{0.2}{0.4} \right]^2 \right]^2 = 0.56$$

$$hf_4 = 0.56 \frac{0.92^2}{2g} = 0.024m$$

400mm'lik boruda sürekli yük kaybı

$$0.5175/18 = 0.2785 \times 95 \times (0.40)^{2.63} \times S^{0.54}$$

$$S = 0.012096$$

$$hf_5 = 0.012096 \times 1.8 = 0.022m$$

90°lik dirsekten kaynaklanan yük kaybı

$$hf_6 = 1.13 \frac{1.37^2}{2g} = 0.108m$$

400mm'lik boruda sürekli yük kaybı

$$0.5175 \times 0.5/3 = 0.2785 \times 95 \times (0.40)^{2.63} \times S^{0.54}$$

$$S = 0.002152$$

$$hf_7 = 0.002152 \times 4 = 0.009m$$

T bağlantısındaki yük kaybı

$$hf_8 = 0.9 \frac{1.37^2}{2g} = 0.086m$$

T bağlantısındaki yük kaybı

$$hf_9 = 0.9 \frac{1.03^2}{2g} = 0.049m$$

800mm'lik borudaki sürekli yük kaybı

$$0.5175 = 0.2785 \times 95 \times (0.80)^{2.63} \times S^{0.54}$$

$$S = 0.002031$$

$$hf_{10} = 0.002031 \times 12 = 0.024m$$

Ani daralmadan kaynaklanan yük kaybı

$$\left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2 = \left(\frac{0.75}{0.8}\right)^2 = 0.88 \Rightarrow k = 0.02$$

$$hf_{11} = 0.02 \frac{1.03^2}{2g} = 0.001m$$

T bağlantısındaki yük kaybı

$$hf_{12} = 0.9 \frac{1.17^2}{2g} = 0.063m$$

500mm'lik borudaki sürekli yük kaybı

$$0.5175 / 3 = 0.2785 \times 95 \times (0.50)^{2.63} \times S^{0.54}$$

$$S = 0.002620$$

$$hf_{13} = 0.002031 \times 6.5 = 0.013m$$

90°lik dirsekten kaynaklanan yük kaybı

$$hf_{14} = 1.13 \frac{0.88^2}{2g} = 0.045m$$

Vanadan kaynaklanan yük kaybı

$$hf_{15} = 0.3 \frac{0.88^2}{2g} = 0.012m$$

Borudan klor temas tankına girişteki yük kaybı:

$$hf_{16} = 1 \frac{0.88^2}{2g} = 0.039m$$

Toplam Yük Kaybı

$$\sum hf = hf_1 + hf_2 + hf_3 + hf_4 + hf_5 + hf_6 + hf_7 + hf_8 + hf_9 + hf_{10} + hf_{11} + hf_{12} + hf_{13} + hf_{14} + hf_{15} + hf_{16}$$

$$\sum hf = 0.022 + 0.049 + 0.013 + 0.024 + 0.022 + 0.108 + 0.009 + 0.086 + 0.049 + 0.024 + 0.001 + 0.063 + 0.013 + 0.045 + 0.012 + 0.039$$

$$\sum hf = 0.579m$$

H.8. Klor temas tankı ile Temiz su tankı arasındaki yük kayıpları

$$\text{Klor temas tankındaki su kotu: } 1644.160 - 0.579 = 1643.581m$$

$$\text{Klor temas tankının taban kotu: } 1643.581 - 5 = 1638.581m$$

Üniteden boruya geçişteki yük kaybı

$$hf_1 = 0.5 \frac{0.88^2}{2g} = 0.020m$$

Vanadan kaynaklanan yük kaybı

$$hf_2 = 0.3 \frac{0.88^2}{2g} = 0.012m$$

90°lik dirsekten kaynaklanan yük kaybı

$$hf_3 = 1.13 \frac{0.88^2}{2g} = 0.045m$$

500mm'lik borudaki sürekli yük kaybı

$$0.5175/3 = 0.2785 \times 95 \times (0.50)^{2.63} \times S^{0.54}$$

$$S = 0.002620$$

$$hf_4 = 0.002031 \times 6.5 = 0.013m$$

T bağlantısındaki yük kaybı

$$hf_5 = 0.9 \frac{1.17^2}{2g} = 0.063m$$

750mm'lik borudaki sürekli yük kaybı

$$0.5175 = 0.2785 \times 95 \times (0.75)^{2.63} \times S^{0.54}$$

$$S = 0.002781$$

$$hf_6 = 0.002781 \times 6.95 = 0.020m$$

90°lik dirsekten kaynaklanan yük kaybı

$$hf_7 = 1.13 \frac{1.17^2}{2g} = 0.079m$$

750mm'lik borudaki sürekli yük kaybı

$$0.5175 = 0.2785 \times 95 \times (0.75)^{2.63} \times S^{0.54}$$

$$S = 0.002781$$

$$hf_8 = 0.002781 \times 15 = 0.042m$$

T bağlantısındaki yük kaybı

$$hf_9 = 0.9 \frac{1.17^2}{2g} = 0.063m$$

Vanadan kaynaklanan yük kaybı

$$hf_{10} = 0.3 \frac{0.92^2}{2g} = 0.013m$$

Borudan temiz su tankına girişteki yük kaybı:

$$hf_{11} = 1 \frac{0.92^2}{2g} = 0.043m$$

Toplam Yük Kaybı

$$\sum hf = hf_1 + hf_2 + hf_3 + hf_4 + hf_5 + hf_6 + hf_7 + hf_8 + hf_9 + hf_{10} + hf_{11}$$

$$\sum hf = 0.020 + 0.012 + 0.045 + 0.013 + 0.063 + 0.020 + 0.079 + 0.042 + 0.063 + 0.013 + 0.043$$

$$\sum hf = 0.413m$$

$$\text{Temiz su tankındaki su kotu: } 1643.581 - 0.413 = 1643.168m$$

$$\text{Temiz su tankındaki su kotu: } 1643.168 - 10 = 1633.168m$$

H.9. Tesisin tamamındaki toplam yük kaybı

Tesisin giriş su kotu: 1650m

Tesisteki son su kotu: 1643.168m

$$\text{Yük Kaybı: } 1650 - 1643.168 = 6.832m$$