



T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ



..... İLİ İLÇESİ
İÇME SUYU ARITMA TESİSİ PROJESİ

Öğrenci No Ad SOYAD
Öğrenci No Ad SOYAD

SAMSUN
20...

ÖZET

Bu kısımda projenin yapıldığı bölge, hizmet yılı, su kaynağı, tasarlanan üniteler vb. bilgiler kısaca verilmelidir.

KISALTMALAR

İÇİNDEKİLER

İçindekiler

1. GİRİŞ	1
1.1. Amaç.....	1
1.2. Kapsam	1
2. MEVCUT DURUM	1
2.1. Proje Süresi.....	1
2.2. Bölgeye Ait Veriler	1
2.2.1. Bölgeye Ait Genel Bilgiler.....	1
2.2.2. Nüfus ve Nüfus Yapısı	1
2.2.3. Topoğrafik Yapı ve Genel Jeoloji	1
2.2.4. Meteoroloji ve Yağış Bilgileri.....	1
2.2.5. Ekonomik ve Sosyal Yapı	1
2.2.6. Su Kaynağı Seçimi ve Tanıtımı	2
2.2.7. İçme Suyu Arıtma Tesisi Yer Seçimi.....	2
3. NÜFUS VE DEBİ HESAPLARI	2
3.1. Geleceğe Yönelik Uygun Nüfus Tahminin Yapılması.....	2
3.1.1. İller Bankası Metodu	2
3.1.2. Seçilecek Diğer Metot.....	3
3.1.3. Nüfus Tahmin Hesaplarının Karşılaştırılması.....	4
3.2. Debi Hesapları	5
3.2.1. Evsel, Ticaret, Endüstri ve Hizmet Kaynaklı Debi Hesabı	5
3.2.3. Özel Tüketim Kaynaklı Debi Hesabı	6
3.3. Kademelendirme.....	7
4. ÖNGÖRÜLEN SU KALİTE STANDARTLARI VE SİSTEM SEÇİMİ.....	7
4.1. Ham Su Değerleri	7
4.2. Mevcut Standartlar	7
4.3. Değerlendirme ve Arıtma İhtiyacının Belirlenmesi	7
4.4. İçme Suyu Arıtma Tesisi Konfigürasyonun Belirlenmesi.....	7
5. İÇME SUYU ARITMA TESİSİ ÜNİTE TASARIMLARI.....	8
5.1. Havalandırma Ünitesi	8
5.1.1. Genel Bilgi	8
5.1.2. I. Kademe İçin Hesaplamalar	11
5.1.3. II. Kademe İçin Hesaplamalar.....	11
5.1.4. Giriş Çıkış Yapıları	11

5.1.5.	Özet Tablo	11
5.2.	Hızlı Karıştırma Ünitesi.....	12
5.2.1.	Genel Bilgi	12
5.2.2.	I. Kademe İçin Hesaplamalar	14
5.2.3.	II. Kademe İçin Hesaplamalar	14
5.2.4.	Giriş Çıkış Yapıları	14
5.2.5.	Özet Tablo	14
5.3.	Yavaş Karıştırma Ünitesi.....	14
5.3.1.	Genel Bilgi	14
5.3.2.	I. Kademe İçin Hesaplamalar	16
5.3.3.	II. Kademe İçin Hesaplamalar	16
5.3.4.	Giriş Çıkış Yapıları	16
5.3.5.	Özet Tablo	16
5.4.	Çökeltim Ünitesi.....	16
5.4.1.	Genel Bilgi	16
5.4.2.	I. Kademe İçin Hesaplamalar	17
5.4.3.	II. Kademe İçin Hesaplamalar	17
5.4.4.	Giriş Çıkış Yapıları	17
5.4.5.	Özet Tablo	17
5.5.	Filtrasyon	17
5.5.1.	Genel Bilgi	17
5.5.2.	I. Kademe İçin Hesaplamalar	20
5.5.3.	II. Kademe İçin Hesaplamalar	20
5.5.4.	Giriş Çıkış Yapıları	20
5.5.5.	Özet Tablo	20
5.6.	Dezenfeksiyon	20
5.6.1.	Genel Bilgi	20
5.6.2.	I. Kademe İçin Hesaplamalar	21
5.6.3.	II. Kademe İçin Hesaplamalar	21
5.6.4.	Giriş Çıkış Yapıları	21
5.6.5.	Özet Tablo	21
5.7.	Temiz Su Deposu.....	21
5.8.	Çamur Yönetimi	21
5.9.	Kimya Odası	21
EK I	TEKNİK ÇİZİMLER	22
	Genel Yerleşim Planı ve Borulama	22
	Ünite Çizimleri	22

EK II MALİYET	22
KAYNAKÇA	23

TABLO DİZİNİ

Tablo 1. Nüfusa göre ortalama evsel su tüketimleri.....	5
Tablo 2. Hayvan türüne göre birim su tüketimi	6
Tablo 3. Özel su tüketim kaynakları için birim değerler.....	6
Tablo 4. Ham su ile limit değerlerin karşılaştırması	7
Tablo 5. Önerilen alternatiflerin karşılaştırılması	8
Tablo 6. Farklı sıcaklık değerlerinde çözünmüş oksijen konsantrasyonu.....	9
Tablo 7. K.Cs değerinin düşüm yüksekliğine göre değişimi	10
Tablo 8. Havlandırma ünitesi tasarım özeti.....	11
Tablo 9. Bekletme süresine göre seçilecek hız gradyanı.....	12
Tablo 10. Hızlı karıştırma ünitesi tasarım kriterleri	12
Tablo 11. farklı sıcaklıklar için dinamik viskozite değerleri.....	12
Tablo 12. Yavaş karıştırma ünitesi tasarım kriterleri	14
Tablo 13. Pedal boyutlarına bağlı şekil katsayısı	15
Tablo 14. Çökeltim tankı tasarım kriterleri	16
Tablo 15. Yukarı ve yatay akışlı çökeltim tankları tasarım kriterleri	17
Tablo 16. Kum filtreler için tasarım kriterleri	18
Tablo 17. Geri yıkama sistemindeki hızlar	19
Tablo 18. Dezenfeksiyon ünitesi tasarım kriterleri	20

ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 1. Yıllara göre nüfus değerleri	4
Şekil 2. K.Cs değerinin düşüm yüksekliğine göre değişimi.....	10
Şekil 3. Hızlı karıştırma ünitesi boyutları	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
Şekil 4. Çökeltim tankı tipleri	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.

1. GİRİŞ

1.1.Amaç

1.2.Kapsam

2. MEVCUT DURUM

2.1.Proje Süresi

Arıtma tesisleri genelde 5 yıllık (daha kısa olabilir) projelendirme ve inşaat süresinin ardından 30 yıl hizmet verecek şekilde tasarlanır. Bu kısımda yapılacak kabuller; projelendirme, inşaat ve hizmet süreleri ile bu sürelere tekabül eden yılları içermelidir.

2.2.Bölgeye Ait Veriler

2.2.1. Bölgeye Ait Genel Bilgiler

Bu bölümde verilen bilgilerin projede karşılığı olması gerekmektedir. Projeye etki etmeyecek gereksiz bilgilere yer verilmemelidir.

2.2.2. Nüfus ve Nüfus Yapısı

Geçmiş ve güncel nüfus sayım sonuçları ve dağılımlarına (kadın-erkek, genç-yaşlı vb.) ait verileri içermelidir. Verilen sayılar, tablolar, grafikler vb. mutlaka yazılı ifadelerle değerlendirip yorumlayarak desteklenmelidir.

2.2.3. Topoğrafik Yapı ve Genel Jeoloji

Bölgeye ait zemin özellikleri, yer altı su seviyesi vb. bilgiler verilmelidir. Verilen bilgi yorumlanmalı ve projede ne gibi etkileri olacağını açıklanmalıdır.

2.2.4. Meteoroloji ve Yağış Bilgileri

İklim özellikleri başta olmak üzere yıllık ortalama sıcaklık ve yağış miktarları ile don görülme durumu mutlaka belirtilmelidir. Verilen bilgi yorumlanmalı ve projede ne gibi etkileri olacağını açıklanmalıdır.

2.2.5. Ekonomik ve Sosyal Yapı

Burada verilen bilgiler özellikle nüfus projeksiyonları arasından yapılacak seçimde ve debi hesaplarında önemli olacaktır. Sanayi üretimi, tarım, hayvancılık, turizm gibi başlıca sektörler için mevcut durum değerlendirmesi yapılmalıdır. Planlanan yatırımlar ve bölgenin öne çıkan özellikleri ele alınmalıdır. Ayrıca bölgede yaşayan insanların gelir düzeyi, eğitim seviyeleri ve alışkanlıkları da su tüketimi üzerinde doğrudan etkili olduğundan bu konular ile ilgili detaylı

bilgi verilmelidir. Verilen bilgi yorumlanmalı ve projede ne gibi etkileri olacağını açıklanmalıdır.

2.2.6. Su Kaynağı Seçimi ve Tanıtımı

Bölgede bulunan su kaynaklarının (nehir, göl, baraj gölü, yer altısuyu vb.) tamamı belirtilmelidir. Belirlenen su kaynağının/kaynaklarının seçiminde dikkat edilen hususlar (su bütçesi, su kalitesi, iletim maliyeti vd.) açıkça belirtilmelidir.

2.2.7. İçme Suyu Arıtma Tesisi Yer Seçimi

İçme suyu arıtma tesisi yeri arazinin jeolojik ve topoğrafik yapısı göz önünde bulundurularak belirlenir. Yer seçimi teknik şartların sağlamlasının yanında inşaat ve işletme aşamalarında düşük maliyetli olmalıdır. Ek olarak yer seçiminde karar verilmesini etkileyen tüm unsurlar belirtilmeli ve elde edilen veriler yorumlanmalıdır. Tasarlanan tesisinin seçilen yer içindeki genel yerleşimi de bu esaslara göre yapılmalıdır. Harita üzerinde su kaynağı/kaynakları, su alma noktası/noktaları, tesis yeri ve kot değişimleri belirtilmelidir.

3. NÜFUS VE DEBİ HESAPLARI

3.1. Geleceğe Yönelik Uygun Nüfus Tahminin Yapılması

Geçmişe yönelik en az 5 adet nüfus değeri alınarak, biri İller Bankası yöntemi olmak üzere diğer nüfus sayım metotlarından da birini seçip hesaplama yapılmalıdır.

3.1.1. İller Bankası Metodu

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

$$y = y_s \left[1 + \left(\frac{p}{100} \right) \right]^{(t_g - t_s)}$$

Burada;

y = Hesaplanacak olan nüfus değeri

y_s = Son nüfus değeri

p = Nüfus artış hızı

y_i = İlk nüfus değeri

t_s = Son nüfus sayım tarihi

t_g = Hesaplanacak nüfusun tarihi

t_i = İlk nüfus sayım tarihi

Yukarıdaki formüle göre hesaplanan $p < 1$ ise $p=1$, $1 < p < 3$ ise p bulunan değere eşit alınır ve $p > 3$ ise $p=3$ alınır.

3.1.2. Seçilecek Diğer Metot

Aritmetik Artış Metodu

$$y = y_s + [k_a * (t_g - t_s)]$$

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

Burada;

y = Hesaplanacak olan nüfus değeri

y_s = Son nüfus değeri

k_a = Nüfus artış hızı

y_i = İlk nüfus değeri

t_s = Son nüfus sayım tarihi

t_g = Hesaplanacak nüfusun tarihi

t_i = İlk nüfus sayım tarihi

Geometrik Artış Metodu

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

$$\log y = \log y_s + k_g * (t_g - t_s) \text{ ya da } y = y_s * e^{k_g(t_g - t_s)}$$

Burada;

y = Hesaplanacak olan nüfus değeri

y_s = Son nüfus değeri

k_g = Nüfus artış hızı

y_i = İlk nüfus değeri

t_s = Son nüfus sayım tarihi

t_g = Hesaplanacak nüfusun tarihi

t_i = İlk nüfus sayım tarihi

Azalan Hızlı Artış Metodu

$$\text{yoğunluk} = \frac{\text{Mevcut Nüfus}}{\text{Mevcut Yerleşim Alanı}}$$

$L = \text{yoğunluk } x \text{ maksimum yerleşim alanı}$

$$k_d = \frac{-\ln \left[\frac{(L - y_s)}{(L - y_i)} \right]}{(t_s - t_i)}$$

$$y = y_s + (L - y_i) * e^{k_d(t_g - t_s)}$$

Burada;

y = Hesaplanacak olan nüfus değeri

y_s = Son nüfus değeri

k_d = Nüfus artış hızı

y_i = İlk nüfus değeri

t_s = Son nüfus sayım tarihi

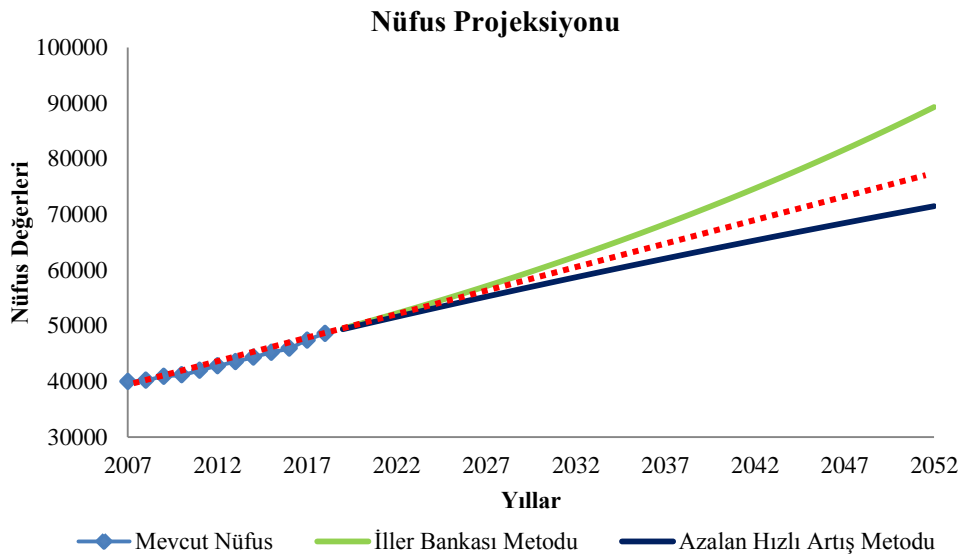
t_g = Hesaplanacak nüfusun tarihi

t_i = İlk nüfus sayım tarihi

L = Doygunluk Değeri

3.1.3. Nüfus Tahmin Hesaplarının Karşılaştırılması

Hesaplanan değerler ile geçmiş nüfus sayımlarından elde edilen değerler bir grafik üzerinde gösterilmelidir. Hesaplanan (en az) iki metot arasından seçim yapılırken ilk ve en önemli kriter geçmiş trende uygun metodun seçimidir. Ancak eğer bölgenin nüfus artış durumunu etkileyecek önemli bilgiler varsa (bölgeye yapılacak yatırımlar vb.) bunlar da mutlaka yorumlanarak iki metot arasından uygun olanı seçilmelidir. Şekil 1.'de geçmiş nüfus sayımı, ve nüfus projeksiyonları ile elde edilen değerler gösterilmiştir.



Şekil 1. Yıllara göre nüfus değerleri

3.2. Debi Hesapları

Debi hesaplarında en güvenli yöntem mevcut verilerin belirlenmesi ve bunlar üzerinden hesaplamalara devam edilmesidir. İçme suyu arıtma tesisinde arıtılıp sisteme verilen su miktarı ile konut, hizmet sanayi vb. tüketimlerin abonelerin sayaçlarından toplanan verilerden yola çıkarak belirlenmesidir. Bu metot ile kayıp ve kaçak oranının da doğru şekilde tespit edilmesi mümkündür. Ancak veri kaydının olmadığı veya ölçüm imkanının olmadığı durumlarda belirtilen aralıklardan uygun değerler seçilerek debi hesaplaması yapılabilir. Bu bölümde yapılacak tüm kabuller başlangıçta verilen bölgeye ait bilgilere dayandırılarak yapılmalıdır. Evsel, ticaret, endüstri, hizmet, hayvancılık, özel tüketimler ve kayıp-kaçakların dahil edilmesiyle toplam su tüketimi tespit edilir. Bu değer proje debisi olarak kullanılabilir.

3.2.1. Evsel, Ticaret, Endüstri ve Hizmet Kaynaklı Debi Hesabı

Tablo 1.'de nüfusa göre kişi başı ortalama günlük su tüketimleri verilmiştir.

Tablo 1. Nüfusa göre ortalama evsel su tüketimleri

Kentin Nüfusu (N) (Kişi)	Ortalama Evsel Su İhtiyacı (q_{evsel}) (L/kişi/gün)
≤ 50.000	80 - 100
$50.000 < N \leq 100.000$	100 - 120
$N > 100.000$	120 - 140

Kişi başı tüketimler başlangıç yılından itibaren belirli bir oranda artış göstermelidir. Bu amaçla kabul edilen kişi başı su tüketim değeri projeksiyon süresi boyunca % 1'den başlayarak % 0,5 ile biten bir artış ile hesaplamalara dahil edilmedir.

Kayıp-kaçak ve geri dönüşü olmayan su miktarının belirlenmesinde durum tespiti yapılarak ilgili yönetmeliğe uyacak şekilde hesaplama yapılmalıdır. Özellikle eski yerleşim yerlerinde kayıp-kaçak oranları çok yüksek olabilmektedir. Ancak yeni inşa edilen bir şebeke sisteminde % 10 - 20 civarı olması beklenmektedir. İçme Suyu Temin ve Dağıtım Sistemlerindeki Su Kayıplarının Kontrolü Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik 30874 sayılı ve 31 Ağustos 2019 tarihli Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Buna göre büyükşehir ve il belediyeleri su kayıplarını 2023 yılına kadar en fazla %30, 2028 yılına kadar ise en fazla %25 düzeyine, diğer belediyeler su kayıplarını 2023 yılına kadar en fazla %35, 2028 yılına kadar en fazla %30, 2033 yılına kadar ise en fazla %25 düzeyine indirmekle yükümlü hale gelmişlerdir.

Kişi başı tüketimlerin o yılın nüfusu ile çarpılmasıyla evsel su tüketimi bulunur. Kayıp kaçakların eklenmesiyle elde edilen brüt evsel su tüketimi üzerinden, ticaret, endüstri ve hizmet sektörü su ihtiyacı için brüt evsel tüketimin % 10 - 25 arası olduğu kabul edilebilir.

3.2.2. Hayvancılık Kaynaklı Debi Hesabı

Bölgede bulunan hayvancılık faaliyetlerini dikkate alarak hesap yapılmalıdır. Hayvancılık çok gelişmiş ise kabul yapılırken sadece bölge nüfusunun ihtiyaçlarını karşılamamanın ötesinde bir faaliyet olduğu bilinmeli ve buna göre seçim yapılmalıdır. Tablo 2.'de beslenen hayvan türüne ait günlük su tüketimi değerleri verilmektedir.

Tablo 2. Hayvan türüne göre birim su tüketimi

Hayvan Türü	Tüketim (L/adet/gün)
Büyükbaş	50
Küçükbaş	15
Tavuk-Ördek-Hindi	0,25

3.2.3. Özel Tüketim Kaynaklı Debi Hesabı

Evsel, ticari, endüstri, hizmet ve hayvancılık dışında özel tesislerden ve faaliyetlerden kaynaklanan su tüketimleri de oluşmaktadır. Tablo 3.'de özel tüketimlere ait veriler verilmiştir.

Tablo 3. Özel su tüketim kaynakları için birim değerler

Tesis	Tüketim (l/gün)
Havaalanı (kişi başı)	10 - 20
Hamam (kişi başı)	100
Pansiyoner (kişi başı)	190
Fabrika işçisi (kişi başı)	100
Otel (yatak başı)	250-600
Hastane (yatak başı)	250-600
Çamaşırhane	60 l/yıkama
Restoran (tuvaletli) (kişi başı)	25
Restoran (tuvaletsiz) (kişi başı)	10
Yatılı okul (öğrenci başı)	150
Okul (yemekhane, spor salonu ve duşu olan) (öğrenci başı)	95
Okul (yemekhane olan) (öğrenci başı)	75
Okul (öğrenci başı)	25
Kışla asker başına (asker başı)	100
Yüzme havuzu l/m ²	500
Sinema-Tiyatro (koltuk başı)	20
Günlük işçi (kişi başı)	60
Yıkama istasyonu (araç başı)	50
Mezbahada kesilen b.baş hayvan	300-400
Mezbahada kesilen k.baş hayvan	150-300

3.3.Kademelendirme

İçme suyu arıtma tesisleri en az 30 yıllık ihtiyaca göre hesaplanmalıdır. Debi artışına bağlı olarak kademelendirme ihtiyacı ortaya çıkabilir. Gerekli kademelendirme; tesisin büyüklüğü, kapasitesi ve ekonomik imkânlar kapsamında yapılmalıdır. Tesiste yer alacak ünitelerin boyut ve adetlerinin belirlenmesinde bakım ve temizlik ihtiyaçları göz önünde bulundurularak en az 1 adet ünite ve ekipmanın yedek kabul edilip işletme koşullarını kısıtlamayacak kapasitede ve adette olması sağlanmalıdır. Tesisin maksimum ve minimum debi şartlarında aynı performans ile işletilebilme esnekliğine sahip olması gerekmektedir.

4. ÖNGÖRÜLEN SU KALİTE STANDARTLARI VE SİSTEM SEÇİMİ

4.1.Ham Su Değerleri

4.2.Mevcut Standartlar

Arıtma tesisinden çıkan içilebilir nitelikte olan suyun kalitesi Sağlık Bakanlığı'nca yayımlanan 07/03/2013 tarihli ve 28580 sayılı İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik hükümleri ve TS 266 standardı ile uyumlu olmak zorundadır. Bunun yanında uluslararası kuruluşların da içme suyu kalitesine yönelik limit değerleri bulunmaktadır. Bu kısımda standartlar tablo halinde verilmelidir.

4.3.Değerlendirme ve Arıtma İhtiyacının Belirlenmesi

Ham su değerlerinden standartlara uymayan parametreler belirlenmelidir. Belirlenen parametrelere ait değerler ve bu değerlerden hareketle hesaplanan gerekli minimum giderim miktarı ve minimum giderim verimi örnek Tablo 4.'te olduğu gibi tek tabloda gösterilmelidir.

Tablo 4. Ham su ile limit değerlerin karşılaştırması

Parametre (birimleri ile)	Ham Su Değerleri	Standart Adı (ilgili parametre için limit değerler)	Gereken Giderim Miktarı (birimleri ile)	Gereken Giderim Verimi %

4.4.İçme Suyu Arıtma Tesisi Konfigürasyonun Belirlenmesi

Standartları sağlamayan her bir parametrenin standartlara uygun hale getirilebilmesi için kullanılacak üniteler belirtilmelidir. Bu ünitelerin işlevleri hakkında kısaca bilgi verilmelidir. Bu bilgilerden yola çıkarak ham su değerlerinin standartlara uygun hale

getirilmesi için gerekli üniteleri uygun sırayla bir araya getirerek en az iki ayrı konfigürasyon (akım şeması) oluşturulmalıdır. Önerilen iki alternatif tesis planından hangisinin seçileceğine karar verilmesi için bir değerlendirme yapılmalıdır. Bu değerlendirmede; işletme kolaylığı, ilk yatırım ve işletme maliyetleri, arazi durumu vb. kriterler göz önünde bulundurularak seçim yapılmalıdır. Öncelikle seçilen kriterlerin karar verme noktasındaki etkilerine/ağırlıklarına karar verilmeli sonrasında matrisler oluşturulmalıdır. Tablo 5.'te örnek karşılaştırma tablosu verilmiştir. Tabloda yer alan kriterler artırılabilir ya da daha iyi sonuç verecek farklı karar verme yöntemleri tercih edilebilir.

Tablo 5. Önerilen alternatiflerin karşılaştırılması

İçme Suyu Arıtma Alternatiflerinin Karşılaştırılması				
Parametreler	(%)	A1	A2	A3
Alan ihtiyacı				
İlk Yatırım maliyeti				
İşletme ve Bakım Maliyeti				
Enerji İhtiyacı				
Kalifiye Eleman İhtiyacı				
Kapasite Artım İmkani				
Standartları Sağlamada Yeterlilik				
Debiye Karşı Hassasiyet/Esneklik				
Toplam				

5. İÇME SUYU ARITMA TESİSİ ÜNİTE TASARIMLARI

5.1.Havalandırma Ünitesi

5.1.1. Genel Bilgi

Temelde havalandırma ünitesi ham suda koku giderimi, mangan ve demirin oksitlenerek çökmesini sağlamak üzere kullanılır. İçme suyu arıtımında en çok kullanılan havalandırıcılar, cazibeyle çalışan kaskat (merdiven) tipi havalandırıcılardır.

Kaskat havalandırıcılar kare, dikdörtgen (Genişlik / Uzunluk oranı 2/3) veya dairesel planlı tasarlanabilmektedir. Verim sabiti K, sıcaklık ve düşüm yüksekliğinin bir fonksiyonu olarak hesaplanabilmektedir.

$$K = 0,45(1 + 0,046T).h \text{ (Temiz Sularda)}$$

Burada:

T = Suyun °C olarak sıcaklığı

h = Düşüm yüksekliği, (m) dir.

Buna bağılı olarak çözünmüş oksijen konsantrasyonunu hesaplamak için aşağıdaki bağıntılar kullanılabilir.

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

Eğer toplam düşüm yüksekliği n adet kademeye bölünürse

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

C_0 = Hamsuyun ilk çözünmüş oksijen konsantrasyonu

C_n = n. kademedeki sonraki çözünmüş oksijen konsantrasyonu

C_s = Oksijen doygunluk değeri

K = Verim sabiti

n = Kademe sayısı

Çözünmüş oksijenin sudaki doygunluk değerinin bulunmasında 4°C ile 30°C arasındaki su sıcaklıkları için aşağıdaki bağıntı kullanılabilir.

$$C_s = \frac{468}{31,6 + T}$$

T = Sıcaklık °C

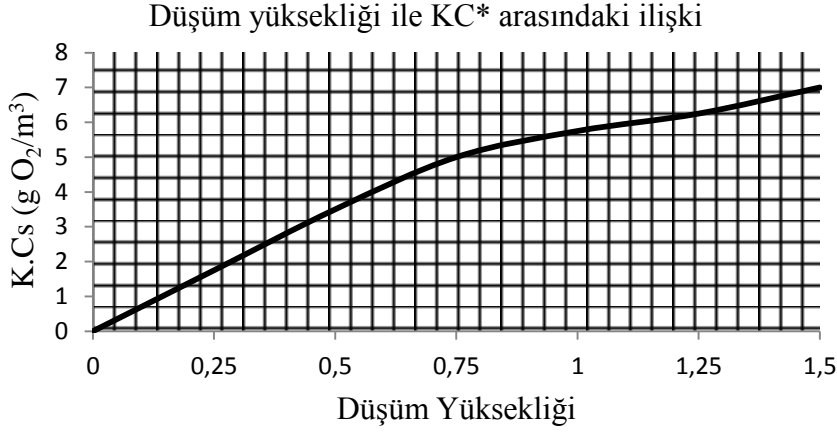
Matematiksel bağıntı yerine 760 mm Hg basınca ve % 20,9 nisbetinde oksijen ihtiva eden kuru havaya maruz kalan klorür konsantrasyonu 0 mg/L olan (tatlı) suyun çözünmüş oksijen doygunluk değerleri de Tablo 5.'de verilmiştir.

Tablo 6. Farklı sıcaklık değerlerinde çözünmüş oksijen konsantrasyonu

Sıcaklık °C	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Çözünmüş O ₂ (mg/L)	12,17	11,87	11,59	11,33	11,08	10,83	10,60	10,37	10,15	9,95

K ve C değerlerinin çarpımının düşüm yüksekliğine göre değişimi Sekil 2.'de ve bu grafikten elde edilen değerler Tablo 6.'da verilmiştir. Bunlardan yararlanarak daha önce verilen matematiksel eşitlikleri kullanmadan istenen verilere ulaşmak mümkündür.

Kaskat havalandırıcıların tek kademeli olması verimli olmadığı gibi bir yerden sonra kademe sayısını artırmak da çözünmüş oksijen miktarını artırmaz. Dolayısıyla deneyerek çözünmüş oksijen konsantrasyonunun en yüksek değere ulaştığı kademe sayısı belirlenmelidir. Ayrıca toplam düşüm yüksekliğinin 3 m'yi geçmemelidir.

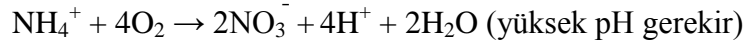
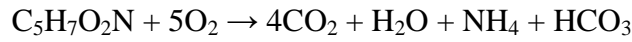
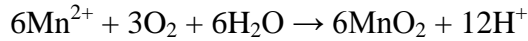
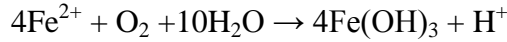


Şekil 2. K.C.s değerinin düşüm yüksekliğine göre değişimi

Tablo 7. K.C.s değerinin düşüm yüksekliğine göre değişimi

Düşüm Yüksekliği (m)	K.C.s (g O ₂ /m ³)
0	0
0,25	1,75
0,5	3,5
0,6	4
0,7	4,75
0,75	5
1	5,75
1,25	6,25
1,5	7

Çözünmüş oksijen konsantrasyonu havalandırma ile artırılırken bir taraftan da suda bulunan demir, mangan ve organik maddenin oksidasyonunda tüketilir. Havalandırma ile kazandırılan çözünmüş oksijenden tüketilen çözünmüş oksijen miktarının çıkarılmasıyla elde edilecek net değer standartlara uygun olmalıdır. Hesaplama için stokiyometrik eşitlikler kullanılır. Her ne kadar bu reaksiyonlar % 100 verimle gerçekleşmeyecek olsa da güvenli bölgede kalmak adına reaksiyonun % 100 verimle gerçekleştiği varsayılır.



Tasarımda temel boyutlandırma kriteri kaskat alanı ile debi ilişkisine dayanmaktadır. Alan ihtiyacı 85 - 105 m²/(m³/s) aralığında olmalıdır. Bu değeri sağlamak için önce kaskat boyutlandırılması yapılmalı daha sonra kontrol gerçekleştirilmelidir. İlk kademe için kaskat uzunluğu belirlenir buradan hareketle savak üzerindeki su yüksekliği, sıçrama boyu ve savak

genişliği bulunur. Bulunan savak genişliğinin ardından toplam savak alanı elde edilir ve tasarım kriterinin sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilir.

Havalandırma ünitesinde savak üzeri su yüksekliği aşağıdaki formüle göre hesaplanır.

$$Q = 1,80(L - 0,2h).h^{(3/2)} \text{ ya da } h = \left[\frac{Q}{1,80.(L-0,2h)} \right]^{2/3} \text{ (Francis formülü)}$$

Q = Debi

L = Toplam savak uzunluğu (ilk basamak)

h = Savak üzerindeki su yüksekliği (m)

Kaskat havlandırma ünitesi boyutlandırılırken basamak genişliği, sıçrama boyuna göre seçilir. Sıçrama boyu aşağıdaki formüle göre hesaplanır.

$$X = \sqrt{4 * C^2 * h * y}$$

C = Savak Katsayısı (0,62)

y = Düşü Yüksekliği (Toplam Düşü / Kademe Sayısı)

X = Sıçrama Boyu (m)

Buna göre sistemin emniyetli olması için basamak genişliği $B \gg X$ olmalı (Genelde $B = 60$ cm alınmaktadır).

5.1.2. I. Kademe İçin Hesaplamalar

5.1.3. II. Kademe İçin Hesaplamalar

5.1.4. Giriş Çıkış Yapıları

Giriş akımında su hızı 0,6 1,8 m/s (0,6 – 1 m/s tavsiye edilir) olmalıdır. Bu şartı sağlayacak uygun boru çapı seçilmelidir.

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}}$$

5.1.5. Özet Tablo

Tablo 8. Havlandırma ünitesi tasarım özeti

Boyutlandırma Öğeleri	I. Kademe	II. Kademe
Kaskat Uzunluğu (m)		
Toplam Düşüm Yüksekliği (m)		
Basamak Genişliği		
Toplam Alan (m ²)		
Giriş Borusu Çapı (mm)		
Çıkış Kanalı Genişliği (m)		
Çıkış Kanalı Su Yüksekliği (m)		

5.2. Hızlı Karıştırma Ünitesi

5.2.1. Genel Bilgi

Kimyasal maddelerin suya karıştırıldığı ve üniform dağılımın sağlandığı yapılardır. Mekanik veya hidrolik olarak karışımın sağlanması mümkündür. Suda bulunan askıdaki ve koloidal partiküller genellikle negatif bir elektrik yükü taşırlar ve bu nedenle birbirlerini iterek yumaklaşmayı ve dolayısıyla çökmeyi önlerler. Bunu engellemek için suya kimyasal maddeler (alüminyum sülfat, demir (III) klorür, polialüminyum klorür, demir sülfat) ilâve edilir. Yardımcı kimyasal madde olarak anyonik polielektrolit ilâve edilebilir. Bu maddeler, pozitif yüklü metal iyonları içerdiği için negatif yüklü askıdaki ve koloidal partikülleri nötralize ederler. Bu nötralizasyon sonucu, partiküller bir araya getirilir ve sonraki adımlarda çökeltme yoluyla sudan ayrılması sağlanır. Hızlı karıştırıcılarla ilgili olarak aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir.

Tasarıma ünite hacmini belirlemek ile başlanır, burada bekletme süresi seçilip proje debisine göre gerekli hacim belirlenmelidir.

Tablo 9. Bekletme süresine göre seçilecek hız gradyanı

Bekleme Süresi t (s)	20	30	40	>40
Hız Gradyanı, G (s ⁻¹)	1000	900	790	700

Tablo 10. Hızlı karıştırma ünitesi tasarım kriterleri

Dizayn Parametresi	Değer Aralığı	Tavsiye Edilen
Hız Gradyanı, G (s ⁻¹)	600 – 1000 (300 – 1000)*	700
Bekleme Süresi t (s)	0,5 – 5 dk	30 – 60 s (Eğer kireç ile yumuşatma işlemi de gerçekleştirilecekse 5 dk'ya kadar artırılabilir.)
G.t	10 ⁴ - 10 ⁵	
Tank hacmi, V _T (m ³)	< 8,0	5,7 (veya 6)
Su Derinliği/Tank Genişliği	1,1 – 1,6	1,5
Karıştırıcı Çapı/Tank Genişliği	0,3 – 0,5	0,4
Perde kalınlığı (m)	Tank Genişliğinin % 10'u	Her Kısımda % 9,5 - 10

Kare tabanlı olacak şekilde en az iki gözlü olarak tasarlanması tercih edilir.

Motor gücü hesaplamaları:

Tablo 11. farklı sıcaklıklar için dinamik viskozite değerleri

Sıcaklık (°C)	0	5	10	15	20
Dinamik Viskozite (N.s/m ²)	1.79x10 ⁻³	1.52x10 ⁻³	1.31x10 ⁻³	1.15x10 ⁻³	1.01x10 ⁻³

$$N = G^2 \cdot \mu \cdot V$$

N = Motor gücü, (watt)

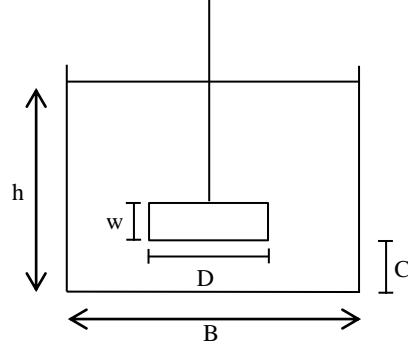
G =Hız gradyanı (s^{-1})

μ =Dinamik viskozite ($N.s/m^2$)

V =Tank hacmi (m^3)

Motor seçiminde verim % 70 – 90 arası kabul edilmelidir.

Pedal boyutlandırma hesabı:



Şekil 3. Hızlı karıştırma ünitesi boyutları

$$D = \frac{B}{3} \sim \frac{B}{5}, w = \frac{D}{5}, C = D$$

Dönme Hızı Hesabı:

$$N_m = KT. \omega^3. D^5. \rho$$

N_m =Motor gücü, kw

KT =Karıştırma sabiti (6 adet (üç kat) pedal için 6,3, yavaş karıştırma da ise 1,65 alınabilir.)

ω =Dönme hızı, dev/dk

D =Pedal dönüş çapı, m

ρ =Suyun Yoğunluğu kg/m^3

Mutlak (V_p) ve izafi hız (V_r) hesaplamalarında izafi pedal hızları mutlak hızın 0,75'i kadar kabul edilebilir.

$$V_p = \omega. \pi. D$$

$$V_r = 0,75V_p$$

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{2gy_h}}$$

Fr = Froude sayısı (birimsiz)

V = Giriş kanalındaki su hızı (m/s)

y_h = Hidrolik derinlik (m)

$$g = \text{Yerçekim ivmesi } 9,81\text{m/s}^2$$

$Fr < 1$ olmalı (yeterli karıştırmanın sağlandığını gösterir)

5.2.2. I. Kademe İçin Hesaplamalar

5.2.3. II. Kademe İçin Hesaplamalar

5.2.4. Giriş Çıkış Yapıları

5.2.5. Özet Tablo

5.3.Yavaş Karıştırma Ünitesi

5.3.1. Genel Bilgi

Yumaklaştırıcı kimyasal maddelerin hızlı karıştırma odasında suya karıştırılmasından sonra yumakların oluşması için yavaş karıştırma işleminin (flokülasyon) yapılması gereklidir. Yardımcı kimyasal madde olarak anyonik polielektrolit ilâve edilebilir. Bu işlem, partiküllerin birleştirilmesi veya büyüklüklerinin artırılması demektir. Yavaş karıştırma işlemi mekanik veya hidrolik olarak yapılabilir. Ancak sıklıkla mekanik yumaklaştırıcılar kullanılmaktadır.

Tablo 12. Yavaş karıştırma ünitesi tasarım kriterleri

Dizayn Parametresi	Değer Aralığı	Tavsiye Edilen
Hız Gradyanı, G (s^{-1})	10 - 100	20 - 74
Bekleme Süresi t (dk)	15 - 45	30 dk (Eğer kireç ile yumuşatma işlemi de gerçekleştirilecekse 45 - 60 dk'ya kadar artırılabilir.)
$G \times t$	$10^4 - 10^5$ ($2 \times 10^4 - 2 \times 10^5$)	
Bölme Sayısı	2 - 6	2 - 3

Kare tabanlı havuzlar inşa edilebilir. Bölme sayısının 2 veya 3 adet seçilmesi daha uygundur. Özellikle 3 bölmeli (seri bağlı) yumaklaştırma havuzları yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Oluşan yumakların birbirleri ile temas etme ve birleşme olasılığını artırmak ama bunu yaparken de şiddetli karıştırmanın etkisiyle parçalanmalarını önlemek üzere türbülans oluşturmayacak şekilde yavaş karıştırma yapılır. İşlemin verimini artırmak için hız gradyanının bu aşamada kademeli olarak azaltılması tercih edilir. Örneğin (her bir havuz için) yumaklaştırma süresinin 1/3 ünde 90, müteakip 1/3 ünde 50, nihai 1/3 ünde $20 s^{-1}$ almak uygun olabilir.

Pedal Alanının Hesabı:

Yumaklaştırıcıların su hareketine dik yöndeki pedalların toplam alanı A ile gösterilirse, pedalların döndürülmesi için gerekli kuvvet ve pedal alanı aşağıdaki ifadelerden hesaplanabilir.

$$F = C_d \cdot \rho \cdot A \cdot \frac{V_r^2}{2}$$

$$N = F \cdot V$$

$$N = C_d \cdot \rho \cdot A \cdot \frac{V_r^3}{2}$$

$$G = \sqrt{\frac{N}{\mu \cdot V}}$$

$$G = \sqrt{\frac{C_d \cdot \rho \cdot A \cdot V_r^3}{2 \cdot \mu \cdot V}}$$

$$A = \frac{2 \cdot \mu \cdot V}{C_d \cdot \rho \cdot V_r^3} G^2$$

Burada:

$C_d = \text{Sabit}$

$\rho = \text{Sıvının (suyun) yoğunluğu, kg/m}^3$

$A = \text{Pedalların yüzey alanı, m}^2$

$V_r = \text{İzafi hız, (m/s)}$

C_d katsayısı pedalın eni ve boyuna bağlıdır. Pedal eni W, boyu L ile gösterilirse, L/W (ya da L/D) oranından C_d değerleri aşağıdaki tablodan alınabilir.

Tablo 13. Pedal boyutlarına bağlı şekil katsayısı

L/W	5	20	∞
C_d	1,2	1,5	1,9

Toplam pedal alanı havuz en kesitinin % 10 - 25 arasında olmalıdır. Alan ihtiyacının kabul edilen pedal boyutlarına bölünmesiyle pedal sayısı elde edilir. Havuz içinde türbülans kontrolü için reynold sayısının 10000'den büyük olması istenir.

$$N_{Re} = \left(\frac{\omega \cdot \rho \cdot D^2}{\mu} \right)$$

Giriş yapısının boyutlandırılması ve eşit dağılımın kontrolü:

Hızlı karıştırma ünitesine su dikdörtgen kesitli açık kanal ile iletilmektedir. Giriş yapısında su yüksekliği h ve kanal eni B ile ifade edilecek olursa, h/B 0,5 - 0,7 arası olabilir. Kanal kesitinden yararlanarak su hızı bulunur. Eşit dağılımın göstergesi froude sayısının 1'den küçük olmasıdır.

$$F_r = \frac{V}{\sqrt{g \cdot h}}$$

5.3.2. I. Kademe İçin Hesaplamalar

5.3.3. II. Kademe İçin Hesaplamalar

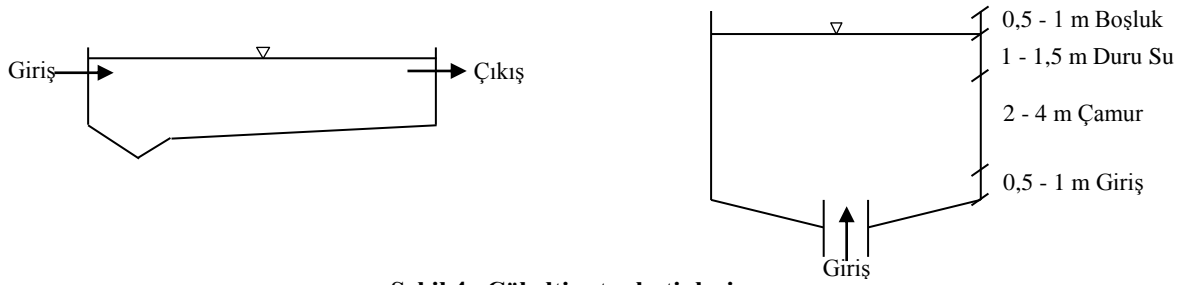
5.3.4. Giriş Çıkış Yapıları

5.3.5. Özet Tablo

5.4.Çökeltim Ünitesi

5.4.1. Genel Bilgi

Hızlı-yavaş karıştırmada kullanılan kimyasal maddelerin ilavesi ya da sertliği gidermek amacıyla suya verilen kireç ve soda nihayetinde çökebilen maddeler oluşturmaktadır. Bunlardan meydana gelen renk ve bulanıklığın gideriminde yer çekimi kuvveti ve özgül ağırlıklardan yararlanılarak çökeltim işlemi yapılır. Bu işlemin amacı kum filtrelerinden önce bir miktar giderim sağlayıp filtreye gelen yükü azaltmaktır. Uygulamada merkezden beslemeli (yukarı akışlı) kare ve daire kesitli çökteltim havuzları olduğu gibi arazi kısıtı yok ise yatay akışlı çökeltim tankları da tercih edilir.



Şekil 4. Çökeltim tankı tipleri

Çökeltme havuzlarının boyutlandırılmasında aşağıdaki hususlar göz önüne alınır:

$$\text{Yüzey yükü, } S_o = Q/A, \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{sa}$$

$$\text{Bekletme süresi, } t = V/Q, \text{ sa ve Derinlik, } h = V/A, \text{ m}$$

Kullanılan kimyasala göre oluşan yapılar çeşitlilik gösterdiğinden bunların çöktürülmesi için farklı tasarım kriterleri mevcuttur. Alum yumakları için tavsiye edilen tasarım kriterleri Tablo 14.'te gösterilmiştir.

Tablo 14. Çökeltim tankı tasarım kriterleri

Al(OH) ₃ yumaklarının Çökertilmesi	Yatay Akışlı Çökeltme Havuzları	Yukarı Akışlı Çökeltme Havuzları
Yüzey Yükü, S_o , m/sa	1 - 1,5	2 - 5
Bekletme Süresi, t , sa	2 - 4	≤ 1
Derinlik, h , m	2 - 4	5 - 7
Katı Madde Yükü, S_k , kgAKM/m ³ .sa	3	6
Savak Yükü q_s , m ³ /m.gün	125	300

Yukarı akışlı çöktürme havuzları daire ya da kare planlı, yatay akışlılar ise dikdörtgen planlı tasarlanır.

Tablo 15. Yukarı ve yatay akışlı çökeltim takları tasarım kriterleri

Tasarım Parametreleri	Dikdörtgen	Dairesel
Uzunluk (Dairesel için çap) (m)	75 (30*)	38 - 45 (30*)
Genişlik (m)	1,5 - 7,5	-
Uzunluk/Genişlik	3:1 - 5:1	-
Derinlik	2,1 - 4,6 (3*)	5 - 7
Taban Eğimi m/m	1:200 - 1:100*	1:6 - 1:12*
Çamur Konileri Eğimi m/m	1,2:1 - 2:1	1,2:1 - 2:1

* Sıklıkla uygulanan değerler.

5.4.2. I. Kademe İçin Hesaplamalar

5.4.3. II. Kademe İçin Hesaplamalar

5.4.4. Giriş Çıkış Yapıları

Çıkış yapısı olarak üçgen savak kullanılabilir. Ayrıca oluşacak çamur miktarının belirlenmesinde kullanılan kimyasal madde miktarından yararlanır.

5.4.5. Özet Tablo

5.5. Filtrasyon

5.5.1. Genel Bilgi

Filtrasyon, suyun gözenekli bir ortamdan geçirilmesi işlemidir. Bu işlem esnasında, sudaki asılı ve kolloidal maddelerin tutulması, bakteri ve diğer mikroorganizma sayılarının azalması, organik maddelerin okside olmasının sağlanması gibi fiziksel, kimyasal ve bazı durumlarda biyolojik olarak su kalitesinde iyileşme sağlanır. Filtreler, filtrasyon hızlarına göre yavaş filtreler ve hızlı filtreler; akım şartlarına göre cazibeli ve basınçlı filtreler; filtre malzemesine göre tek ortamlı ve çok ortamlı filtreler olarak farklı şekilde sınıflandırılabilirler.

Arazi durumuna göre hızlı ya da yavaş kum filtreler kullanılabilir. Filtreler, temizlik ve geri yıkama anında işletmeyi aksatmayacak şekilde yedekli ve maksimum debiye göre tasarlanmalıdır. Zamanla kirlenen filtrelerin temizliği için geri yıkama yapılmaktadır. Büyük tesislerde geri yıkama suyunda kaçan kumu kaybetmemek adına geri yıkama su tanklarına yer verilir.

Filtrasyon amacıyla yaygın olarak hızlı ve yavaş kum filtreleri kullanılır. Temel tasarım parametresi filtre hızı filtrasyon prosesinin türünü belirler. Tablo16.'da kum filtreler için tasarım parametreleri verilmektedir.

Tablo 16. Kum filtreler için tasarım kriterleri

Tasarım Parametresi	Hızlı kum filtreleri	Yavaş kum filtreleri
Filtre hızı, $m^3/m^2 \cdot sa$	5-15	0,1-0,5
Kumun dane çapı, mm	0,5-2 (0,5-1*)	0,15-0,35
Malzeme üniformluk katsayısı, $u = d_{60} / d_{10}$	<1,5	2~3
Yatak kalınlığı, m	0,5-2	0,6 -1,2
Su yüksekliği, m	0,25-2	1,0 -1,5
Temizleme şekli	Geri yıkama	Sıyırma
Temizleme aralığı, gün	1 ~ 3	90-120
Bir filtrenin en düşük yüzey alanı, m^2	10-20	100-200
Bir filtrenin en büyük yüzey alanı, m^2	100-200	2000-5000
Filtre sayısı, n	4 ~ 40	-
Filtrenin tesirli kısmı	Bütün hacim	Üst yüzey
İnşa maliyeti	Düşük	Yüksek
İşletme masrafları	Yüksek	Düşük
Tesisin ömrü	Kısa	Uzun
Yetişmiş eleman ihtiyacı	Fazla	Az

Filtre hızı yük kaybıyla doğrudan ilgilidir. Bu nedenle ünitenin yük kaybı hesaplanmalıdır. Farklı yöntemler olmakla birlikte suların arıtılmasında genellikle Carman - Kozeny denklemi kullanılır. Kumun dane çapı, 0,5 mm ile 1,0 mm arasında değişen ve normal filtrasyon hızlarında çalışan ($V = 4 \sim 12$ m/sa) hızlı kum filtreler için akımın laminer bölgede olduğu kabul edilir ve Carman-Kozeny denklemi kullanılabilir.

Hızlı kum filtrelerinin tasarımı aşağıdaki gibi yapılabilir.

$$V = Q/A \text{ salınımları dengelemek için } V = 1,5 \cdot Q/A \text{ tercih edilir.}$$

$$Q = \text{Debi, } m^3/sa$$

$$A = \text{Filtre yüzey alanı, } m^2$$

$$V = \text{Filtre hızı, } m/sa$$

Bir filtre yüzey alanı a;

$$a = \frac{A}{n-1} \text{ ya da } a = \frac{A}{n-2}$$

n = Filtre sayısı

Geri yıkama ve bakım durumları düşünüldüğünde 1 veya 2 (2 tercih edilir) filtre fazladan tasarlamak gerekmektedir. Yukarıda formüller buna göre düzenlenmiştir. Filtre sayısı n, kabul yerine aşağıdaki bağıntıdan hesap ile de bulunabilir.

$$n = 12\sqrt{Q}$$

Burada Q (m^3/s) ortalama debi olarak alınmalıdır. Bir filtre alanı a ise;

$$a = 3,5n$$

Temiz bir filtrenin başlangıçtaki yük kaybı:

$$H_0 = \frac{180v}{g} \cdot \frac{(1 - P_0)^2}{P_0^3} \cdot \frac{V}{d_h^2} \cdot L$$

H_0 = Filtre yatağının başlangıçtaki yük kaybı, m

v = Kinematik viskozite, m²/s

P_0 = Temiz filtre yatağının porozitesi

V = Filtrasyon hızı, m/s

d_h = Filtre malzemesinin hidrolik çapı, m (Esasen elek analizinden sonra hesaplanır ama proje için 0,5 - 1,0 mm arası kabul yapılabilir.)

L = Yatak kalınlığı, m 'dir

Filtrelerin boyutlarının 3 - 6 m civarında alınması uygundur. Üst kısımda 30 ~ 45 cm'lik bir hava payı bırakılmalıdır. Geri yıkama süresi 3 - 10 dakika (ortalama 5 dk) alınabilir. Geri yıkamada su kullanılıyorsa, geri yıkama hızı 37-70 m³/m².sa arasında alınır. Bazı hallerde hava da kullanılır, basınçlı hava hızı 1-1,5 m³/m².dk arasında seçilir. Geri yıkama işleminde borulardaki hızlar için verilen değerler, Tablo 17.'de verilmektedir.

Tablo 17. Geri yıkama sistemindeki hızlar

Filtreye ham su getiren giriş boruları	0,9 – 1,8 m/sn
Filtreye yumaklaştırılmış su getiren giriş boruları	0,3 – 0,6 m/sn
Filtreden süzölmüş suyu taşıyan çıkış boruları	0,9 – 1,8 m/sn
Yıkama suyunu taşıyan mecralar	1,2 – 2,5 m/sn
Yıkama suyu giriş boruları	2,5 – 4,0 m/sn
Tahliye boru ve kanalları	4 – 6 m/sn

Filtre Tabanı

Filtre ünitelerinin tabanı “false bottom” filtre tabanı şeklinde teçhizatlı beton plaklarla oluşturulacaktır.

Beton plaka boyutu: 1,25 x 0,99 (1 250 x 990 mm) kabul edilebilir.

Beton plaka adedi (adet/filtre): Filtre Alanı/1 Beton plaka Alanı

Plaka nozul sayısı (adet/plaka): Çapı 6 - 15 mm olan nozullardan yerleştirilecek

Filtre nozul sayısı (adet/filtre):

Nozul oranı (adet/m²)

Toplam Nozul Sayısı (adet)

Temin edilecek nozul sayısı (adet) montajı yapılacak miktarın %5 fazlası olacaktır.

Filtre Yatağı Malzemeleri

Filtre Yıkama Sistemi

Filtre geri yıkamasında yardımcı hava yıkamalı su ile geri yıkama sistemi tercih edilebilir.

Hava ile geri yıkama hızı 54 - 90 m³/m²/sa ve ortalama 5 dk,

Hava + su fazı 13 - 36 m³/m²/sa ve ortalama 5 dk,

Su ile geri yıkama hızı 13 -36 m³/m²/sa ve ortalama 5 dk alınabilir. (Burada seçilen değer hava + su fazındakinden daha yüksek tercih edilmeli.) Bu değerlerden kullanılacak geri yıkama suyu miktarı belirlenecek.

Filtre Geri Yıkama Suyu Tankı

5.5.2. I. Kademe İçin Hesaplamalar

5.5.3. II. Kademe İçin Hesaplamalar

5.5.4. Giriş Çıkış Yapıları

5.5.5. Özet Tablo

5.6. Dezenfeksiyon

5.6.1. Genel Bilgi

İçme sularında hastalık yapıcı (patojenik) mikroorganizmaların bulunması istenmemektedir. Bu mikroorganizmalar membran gibi ayırma prosesleri ile sudan uzaklaştırılabilir veya dezenfektanlar kullanılarak etkisiz hale getirilebilir. Suda bulunan patojen mikroorganizmaların etkisiz hale getirilerek, suyun güvenle içilebilmesini sağlayan proses dezenfeksiyon olarak tanımlanmaktadır. İçme suyu arıtma tesislerinde dezenfeksiyon işlemlerinde klor, ozon ve UV Radyasyonu öne çıkmaktadır. Her birinin avantaj ve dezavantajları olmakla birlikte şebekede oluşabilecek mikrobiyal kirlenmeye karşı etkili olması nedeniyle çoğunlukla klor kullanılmaktadır. Klorlama ünitesi, klorun suya homojen şekilde dağılmasını sağlayacak şekilde tasarlanmalı ve en az 30 dakikalık bir temas süresi temin edilmelidir. Tablo 18.'de dezenfeksiyon ünitesi tasarım kriterleri verilmiştir.

Tablo 18. Dezenfeksiyon ünitesi tasarım kriterleri

Bekletme Süresi, t (dk)	30–120 (20-60 pik debi durumunda)
Su Hızı (Yatay Akış) m/dk	2 - 4,5
Perde Alanı, Toplam Akım Kesit Alanının %	6 - 10
Klor Dozu (mg/L)	4 - 10
Su Derinliği (m)*	3 - 5
Uzunluk/Genişlik*	2 - 3
Duvar Kalınlıkları (m)*	0,2

* Uygulamada sıklıkla görülen değerler.

En az 2 adet klor tankı yapılmalıdır. Yüzey alanı hesaplandıktan sonra perde duvarlar için ayrılacak alan suyun geçtiği alanın % 6 - 10 aralığına denk gelmelidir. Asıl kritik parametre yatay akış hızıdır. Tankın çoğunlukla 3 - 10 adet perde ile bölünmesinin ardından akışın gerçekleştiği kesit alanı hesaplanarak buradan hız kontrolü yapılmalıdır. Daha sonra perde duvarların planda kapladığı alan su akışının gerçekleştiği alanın % 6 - 10 arasında olup olmadığı kontrol edilmez. Ayrıca dış ve perde duvarlar dahil edilmeden net hacim üzerinden bekletme süresi tahkiki yapılmalıdır.

5.6.2. I. Kademe İçin Hesaplamalar

5.6.3. II. Kademe İçin Hesaplamalar

5.6.4. Giriş Çıkış Yapıları

5.6.5. Özet Tablo

5.7. Temiz Su Deposu

Dezenfekte edilmiş su şebekeye verilmeden 30 - 60 dk arasında bekletme süresi olacak şekilde temiz su deposunda tutulur. Dikdörtgen planlı ve iki gözlü olacak şekilde tasarım yapılır. Genişlik/Uzunluk oranı 0,5 civarı, Su yüksekliği ise 3 - 6 m arası alınabilir.

5.8. Çamur Yönetimi

Çökeltim havuzu tabanından alınan çamur, oldukça düşük oranda katı madde içerir. Çamurun katı madde oranını artırıp hacmini azaltmak amacıyla suyunun alınması gerekir. Tesiste oluşan çamurun özelliğinden bahsedilmeli ve uygulanması düşünülen çamur işleme adımları kısa açıklamalar ile verilmelidir. Nihai bertaraf yolu belirtilmelidir.

5.9. Kimya Odası

Tesiste kullanılacak kimyasal maddenin hazırlandığı bu kısımda, farklı kimyasallar için uygun çözeltiler hazırlamak üzere tank ve karıştırıcılar bulunur. Hazırlanan kimyasallar buradan dozaj pompaları ve kimyasal madde iletim hatları ile ilgili ünitelere gönderilir. Kullanılan her kimyasal için belirli bir miktar stok bulundurulmalıdır. Ancak stoklama esnasında kimyasalın yapısının bozulmaması esastır. Dolayısıyla her bir kimyasal için farklı stokta bekletme süreleri uygulanmaktadır.

EK I TEKNİK ÇİZİMLER

Yapılacak tüm çizimler teknik çizim kurallarına uygun olacak şekilde uygun ölçek ve antetli şekilde AutoCAD programı üzerinden yapılacaktır.

Genel Yerleşim Planı ve Borulama

Tesisin yerleşimi arazinin topoğrafyasına uygun olarak cazibeli olacak şekilde tertiplenmelidir. Tesisin yerleşim planında 2'nci ve 3'ncü kademelerde yapılacak üniteler için de yer bırakılmalıdır.

Ünite Çizimleri

Tasarlanan her bir ünite için plan ve kesit olmak üzere iki adet teknik çizim yapılacaktır.

EK II MALİYET

Alt yapı tesisleri de diğer tüm mühendislik ürün ve hizmetlerinde olduğu gibi fayda/maliyet optimizasyonu esas alınarak tasarlanır. Bu açıdan proje kapsamında tasarlanacak tesise ait ilk yatırım ve işletme maliyetlerini oluşturan kalemlerin belirlenmesi ve bunlara ait gerekli hesaplamalar gösterilmelidir. Finansman kaynağı ve modeli açıklanmalı ve birim içme suyu miktarı başına maliyet gösterilmelidir. Temin edilecek ürün ve hizmetlere ait teknik bilgilerin (katalog, fiyat tarifesi vb.) de maliyet başlığı altında verilecektir.

KAYNAKÇA

Çakmakcı, M., Özkaya, B., Yetilmezsoy K., ve Demir S. (2013). Su arıtma tesislerinin tasarım ve işletme esasları. Orman Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü.

Davis, M. L. (2010). Water and wastewater engineering: design principles and practice. McGraw-Hill.

Eroğlu, V. (2008). Su tasfiyesi. Çevre ve Orman Bakanlığı.

Şekerdağ, N. (2016). İçme suyu arıtma tesislerinin projelendirilmesi. Nobel Yayıncılık.