



T.C.  
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



[YÜKSEK LİSANS TEZİ]

[MARMARA DENİZİ İÇİN UYGUN TERS OZMOS MEMBRAN  
SİSTEMİ TASARIMI |

[Zozan KALMAZ]

[DANIŞMAN  
Prof. Dr. Hüseyin SELÇUK]

[Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı |

[Çevre Mühendisliği Programı |

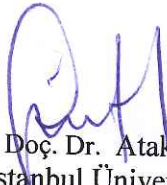
[İSTANBUL-2019]

Bu çalışma 19.07.2019 Tarihinde aşağıdaki jüri tarafından  
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Çevre Mühendisliği Programı Yüksek Lisans Tezi olarak  
kabul edilmiştir.

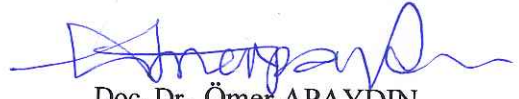
TEZ JÜRİSİ



Prof. Dr. Hüseyin SELÇUK  
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa  
Mühendislik Fakültesi



Doç. Dr. Atakan ÖNGEN  
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa  
Mühendislik Fakültesi



Doç. Dr. Ömer APAYDIN  
Yıldız Teknik Üniversitesi  
Mühendislik Fakültesi



[20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa’nın aboneliği olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Lisansüstü Eğitim Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

Bu tez, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin ..... numaralı projesi ile desteklenmiştir.

Bu tez, ..... numaralı ..... projesi ile desteklenmiştir.]

## ÖNSÖZ

Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Programı çerçevesinde hazırlanmıştır.

Tez konusunun seçiminde ve yürütülmesinde yol gösterici olan ve çalışmanın her aşamasında bana zaman ayırıp desteğini ve yardımını esirgemeyen Sayın Hocam Prof. Hüseyin SELÇUK'a en içten teşekkürlerimi sunuyorum.

Desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili eşim Sadık KALMAZ, annem Gülseren AYAZOĞLU ve beni uyanık olduğu zaman çalıştırmayan minik kızım Yezda KALMAZ'a çok teşekkür ediyorum. |

[Haziran 2019]

[Zozan KALMAZ]

# İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ .....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ŞEKİL LİSTESİ .....	viii
TABLO LİSTESİ.....	x
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ .....	xi
ÖZET .....	xii
SUMMARY .....	xiii
a) GİRİŞ .....	1
1.1.    SUYUN ÖNEMİ VE DENİZ .....	1
<b>2. GENEL KISIMLAR.....</b>	<b>4</b>
2.1.    İÇMESUYU ARITMA STANDARTLARI VE KİRLETİCİ PARAMETRELERİ.....	4
2.1.1.    BULANIKLIK .....	4
2.1.2.    ELEKTİRİKSEL İLETKENLİK .....	4
2.1.3.    TOPLAM ÇÖZÜNÜMÜŞ MADDELER .....	5
2.2.    SU KALİTE STANDARTLARI .....	5
2.3.    SUDAKİ TOKSİKOLOJİK PROBLEMLER .....	6
2.3.1.    Alg Patlaması.....	6
2.3.2.    Siyanobakteriler.....	8
2.3.3.    Siyanotoksinler .....	8
2.3.4.    Mikrosistinler .....	9
2.4.    MEMBRAN ARITMA PROSESLERİ.....	11
2.4.1.    OZONLAMA PROSESİ.....	11
2.4.2.    AKTİF KARBON .....	11
2.4.3.    ZEOLİT KULLANIMI.....	12
2.4.4.    KARTUŞ FİLTRELER .....	12
2.4.5.    GRANÜLER ORTAM FİLTRASYONU.....	13
2.5.    DENİZ SUYU TUZ GİDERME PROSESLERİ .....	14
2.5.1.    BUHARLAŞTIRMA PROSESLERİ.....	14
2.5.2.    MEMBRAN PROSESLER.....	15

2.5.3.	Mikrofiltrasyon.....	18
2.5.4.	Ultrafiltrasyon.....	18
2.5.5.	Nanofiltrasyon .....	19
2.5.6.	Ters Osmoz.....	20
2.5.7.	Elektrodiyaliz ve Elektrodiyaliz dönüşü.....	21
<b>3.</b>	<b>MALZEME VE YÖNTEM.....</b>	<b>23</b>
3.1.	MARMARA DENİZİ SU KALİTESİ MEVSİMLERE GÖRE DEĞİŞİMİ VE TESİS PROJESİ.....	23
3.2.	MARMARA AMBARLI BÖLGESİ PROJE ALANI.....	28
3.3.	DSTO SİSTEMLERİ PROSES ŞEMASI.....	33
3.4.	ARITMA TESİSİ PROSES VE HESAPLARI.....	36
3.4.1.	SU ALMA YAPILARI .....	36
3.4.2.	HIZLI KARIŞTIRMA YAPISI .....	37
3.4.2.1.	<i>Koagülasyon</i> .....	37
3.4.3.	YAVAŞ KARIŞTIRMA YAPISI.....	38
3.4.4.	DAF SİSTEMİ(ÇÖZÜNMÜŞ HAVA FLOTASYONU, CHF ).....	38
3.4.4.1.	<i>Flotasyon</i> .....	38
3.4.5.	DURU SU TOPLAMA VE TERFİ YAPISI .....	46
3.4.6.	BASINÇLI KUM FİLTRELERİ .....	47
3.4.7.	DİSK FİLTRELER .....	49
3.4.8.	ULTRAFİLTASYON SİSTEMİ.....	49
3.4.9.	TERS OZMOS (RO) BESLEME YAPISI .....	52
3.4.10.	KARTUŞ FİLTRELER.....	52
3.4.11.	TERS OZMOS (RO) SİSTEMİ .....	53
3.5.	TO SİSTEM TASARIMI VE PROJELENDİRME .....	58
3.5.1.	ROSA PROGRAMI TASARIMI .....	58
3.5.2.	Rosa Programı İle Verim İzleme .....	68
3.5.3.	IMS PROGRAMI SİSTEM TASARIMI PROJELENDİRME .....	71
<b>4.</b>	<b>BULGULAR.....</b>	<b>78</b>
4.1.	PERFORMANS TESTLERİ .....	78
4.2.	MEMBRAN ARITMA SİSTEMİNİN YILLIK İŞLETME MALİYETİ.....	80
<b>5.</b>	<b>SONUÇ .....</b>	<b>82</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>		<b>85</b>
<b>EKLER .....</b>		<b>87</b>

ARITMA TESİSİNDE KULLANILAN MALZEME	
ÇEŞİTLERİ VE ÖZELLİKLERİ .....	87
ARITMA TESİSİNDE KULLANILAN EKİPMANLAR POMPALAR.....	92
PERFORMANS TESTİ SONUÇLARI .....	99
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>108</b>

|



## ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 2.1: Siyanobakteri açılımı.....	9
Şekil 2.2: Membranların gözenek çaplarına göre sınıflandırılmaları ve ayırma özellikleri...15	15
Şekil 3.1: Membranların gözenek çaplarına göre sınıflandırılmaları ve ayırma özellikleri...24	24
Şekil 3.1: Marmara Denizi SYB'lerinin 2014-2017 yılları arası yüzey tabaka (0-10m ortalama) besin elementleri karşılaştırılması.....	25
Şekil 3.3: Marmara Denizi kıyı su kütlelerinin 2016 yılı ekolojik durum değerlendirmesi....26	26
Şekil 3.4: EUAŞ Santralının konumu.....	30
Şekil 3.5: EUAŞ Santrali Görüntü.....	30
Şekil 3.6: Ters ozmos ile deniz suyu arıtımında kullanılan uygulanabilir farklı ön arıtma seçenekleri ve proses düzenleri.....	33
Şekil 3.7: DSTO tesisinde uygulanacak olan akım diyagramı.....	34
Şekil 3.8: DAF proses akım şeması.....	40
Şekil 3.9: ROSA kontrol panelinin görünümü.....	59
Şekil 3.10: Rosa kontrol panelinde besleme suyu özelliklerinin eklenmesi.....	59
Şekil 3.11: Programdaki su kütüphanesinin görünümü.....	60
Şekil 3.12: Seçilen su kalitesi değerlerinin görünümü.....	61
Şekil 3.13: Çökelme bilgisinin verildiği “Scaling information” sekmesinin görünümü.....	62
Şekil 3.14: Sistem tertip tarzı “System configuration” sekmesinin Görünümü.....	63
Şekil 3.15: Akım hesabı “Flow calculator” penceresinin görünümü.....	64
Şekil 3.16: Raporlama “Reports” sekmesinin görünümü.....	64
Şekil 3.17: Girilen verilere göre tasarlanan sistemin detaylı rapor görüntüsü.....	65
Şekil 3.17: (Devamı) Girilen verilere göre tasarlanan sistemin detaylı rapor görüntüsü.....	66
Şekil 3.18: Programın maliyet analizi “cost” sekmesinin görünümü.....	66



<b>Şekil 3.19:</b> Ön görülen maliyet.....	67
<b>Şekil 3.20:</b> Akı ve debi arasındaki ilişkiyi gösteren grafik.....	68
<b>Şekil 3.21:</b> Akış ve debi arasındaki ilişkiyi gösteren grafik.....	69
<b>Şekil 3.22:</b> Enerji ve debi arasındaki ilişkiyi gösteren grafik.....	69
<b>Şekil 3.23:</b> Maliyet ve debi arasındaki ilişkiyi gösteren grafik.....	70
<b>Şekil 3.24:</b> Besleme basıncı ve debi arasındaki ilişkiyi gösteren grafik.....	70
<b>Şekil 3.25:</b> IMS programı açılış ekranı.....	71
<b>Şekil 3.26:</b> IMS programı tasarım başlangıç sayfası.....	72
<b>Şekil 3.27:</b> IMS Tasarım programı analiz “Analysis” sekmesinin ekran görüntüsü.....	73
<b>Şekil 3.28:</b> IMS Tasarım programı tasarım “Design” sekmesinin ekran görüntüsü.....	74
<b>Şekil 3.29:</b> IMS tasarım programı sistem analizi.....	74
<b>Şekil 3.30:</b> Sistem akış diyagramı.....	75
<b>Şekil 3.31:</b> Hesaplama “Calculation” sekmesi ekran görüntüsü.....	76
<b>Şekil 3.32:</b> IMS programı kimyasal dozaj hesap ekranı.....	76
<b>Şekil 3.33:</b> IMS programı işletme maliyetleri penceresi.....	77
<b>Şekil 5.1:</b> Proses akım diyagramı.....	82

## TABLO LİSTESİ

### Sayfa No

<b>Tablo 2.1:</b> EK-Kategorilere Göre Su Kalite Standartları.....	5
<b>Tablo 3.1:</b> Hamsu Su Analiz Özeti.....	31
<b>Tablo 3.2:</b> Konvansiyonel ve Yüksek Hızlı DAF sistemleri tasarım kriterleri.....	41
<b>Tablo 3.3:</b> Atmosferik basınçta sıcaklık-hava çözünürlük tablosu.....	43
<b>Tablo 3.4:</b> UF Tasarımda baz alınan parametreler.....	49
<b>Tablo 3.5:</b> Ön Görülen Maliyet.....	68
<b>Tablo 4.1:</b> Yıllık işletme maliyeti.....	80
<b>Tablo 5.1:</b> Rosa programı sıcaklığa göre değişimi.....	83
<b>Tablo 6.1:</b> Performans testi sonuçları.....	99

## SİMGE VE KISALTIMA LİSTESİ

<b>Simgeler</b>	<b>Açıklama</b>
<b>DSTO</b>	: Deniz suyu ters osmoz
<b>TO</b>	:Ters osmoz
<b>WHO</b>	: Dünya Sağlık Örgütü
<b>ESEPA</b>	: Çevre Koruma Ajansı
<b>MC</b>	: Microcystins
<b>DOM</b>	: Doğal organik madde
<b>THM</b>	: Trihalometan
<b>HAA</b>	: Haloasetik asit
<b>DYÜ</b>	: Dezenfeksiyon Yan Ürünlerini
<b>EPA</b>	: Amerikan Çevre Koruma Teşkilatı
<b>GAC</b>	: Granüler Aktif Karbon
<b>TAK</b>	: Toz Aktif Karbon
<b>PAC</b>	: Powdered Aktif Carbon
<b>UF</b>	: Ultrafiltrasyon
<b>MF</b>	: Mikrofiltrasyon
<b>NF</b>	: Nanofiltrasyon
<b>SOC</b>	: Sentetik Organik Karbon
<b>ED</b>	: Elektrodiyaliz
<b>EDR</b>	: Elektrodiyaliz dönüşü
<b>TBS</b>	: Türk Boğazlar Sistemi
<b>DAF</b>	: Çözünmüş hava flotasyonu
<b>GYF</b>	: Granül Yatak Filtrasyon
<b>PAK</b>	: Polialüminyum Klorür
<b>GYF</b>	: Granül Yatak Filtrasyon
<b>GMF</b>	: Granüler Ortam Filtrasyonu
<b>HDPE</b>	: Yüksek Yoğunluklu Polietilen
<b>PRFG</b>	: Dolgu Malzemesi
<b>DGKÇ</b>	: Doğalgaz Kombine Çevrim Santrali

## ÖZET

# MARMARA DENİZİ İÇİN UYGUN TERS OZMOS MEMBRAN SİSTEMİ TASARIMI

## YÜKSEK LİSANS TEZİ

Zozan KALMAZ

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Hüseyin SELÇUK

Her geçen gün artan su kıtlığı nedeniyle içmesuyu arıtımında alternatif arayışları devam etmektedir. Ekonomik yöntemlerle su arıtmanın önemi gün ve gün önem kazanmaktadır. Deniz suyu arıtımı bunlardan en önemlisidir. Membran sistemleriyle birlikte kullandığımız konvansiyonel sistemler sayesinde arıtma verimini korumaktayız ve tesisin yaşam ömrünü uzatmaktayız. Yapılan performans testleriyle arıtmada istenilen verime ulaşılmıştır. DSTO sisteminin projeksiyonun nasıl yapıldığı, referans ve ölçüm sonuçları verilmektedir. Tesisin işletme maliyetinin kriz zamanlarında nasıl değiştiği hesaplanmıştır.

Temmuz 2019, 121 sayfa.

**Anahtar kelimeler:** Ters Ozmoz, İleri Arıtma Teknikleri, Ultrafiltrasyon, Deniz Suyu Arıtımı

## SUMMARY

### DESIGN OF REVERS OSMOS MEMBRANE SYSTEM FOR THE MARMARA SEA

M.Sc. THESIS

Zozan KALMAZ

Istanbul University-Cerrahpasa  
Institute of Graduate Studies  
Department of Engineering Sciences

Supervisor : Prof. Dr. Hüseyin SELÇUK

Due to the increasing water shortage, the search for alternative water treatment continues. The importance of water treatment with economic methods is gaining importance day by day. SWT is the most important of these. With conventional systems and membranes, treatment efficiency increase and extend the life of the plant. With the performance tests, the desired efficiency was achieved. The projection of the SWTO system, reference and measurement results are given. Calculated how the operating cost of the facility changes in times of crisis

July 2019, 121 pages.

**Keywords:** Reverse Osmos, Advanced Treatment Techniques, Ultrafiltration, Sea Water Treatment

## 1. GİRİŞ

### 1.1.ŞUYUN ÖNEMİ VE DENİZ

Su canlı hayatının devam edebilmesi için gerekli olan maddedir. Vücudumuzun sağlıklı bir şekilde işlev görmesi için bu maddeye ihtiyaç duyarız. Su olmadan yaşam mümkün değildir. Canlılığın devamı için zaruri bir maddedir. Vücudumuzun sağlıklı bir şekilde fonksiyon göstermesi için gerekli temel besin malzemesidir.

Her geçen gün artan insan popülasyonuna içilebilir sağlıklı su bulabilmek çok ciddi bir sıkıntıdır. İçilebilir su kaynağı bulmakta çok ciddi sıkıntılar yaşanmaktadır. Bundan dolayı alternatif su kaynağı arama veya farklı metotlar ile ekonomik şekilde su arıtmanın yolları araştırılmaktadır.

Deniz suyu organik ve inorganik kirliliğe ve tuzluluk oranına göre değişiklikler göstermektedir. Bu çalışmada yoğun deşarj noktaları ile yüksek kirlilikteki Marmara denizinin içmesuyu olarak kullanılması için uygun sistemlerin seçilmesi ve tasarımı araştırılmıştır.

Dünya üzerinde neredeyse 26 ülke tarımsal ve ekonomik gelişmelerini sürdürebilmek adına temiz su kaynaklarına ulaşmakta sıkıntı çekiyor ve yaklaşık 1 milyar insan temiz içme suyundan yoksun durumdadır. Bu bölgelerin arasında özellikle Orta Doğu'da tarımsal faaliyetler ve halk yaşamı su kıtlığı sebebiyle önemli derece etkilenmektedir. Önümüzdeki 50 yıl içerisinde dünya nüfusunun %40-50 arasında artacağı tahmin edilmektedir bu sebeple su kaynaklarının korunması ve kullanılmış suların arıtılarak yeniden kullanılması su sıkıntısını en aza indirebilmek açısından önem arz etmektedir. Dünya üzerindeki suların %98'i yüksek tuzluluk sebebiyle doğrudan kullanıma elverişli değildir. Birçok bölgede su sıkıntısı inkar edilemez bir olgu haline geldiği için alternatif su kaynakları bulmak adına yeni teknolojilerin geliştirilmesine hız verilmiştir. Termal desalinasyon prosesleri bu konuda iyi bir seçenek gibi gözükse de kurulum, bakım ve harcanan enerji için yüksek yatırım ve işletme maliyetini de beraberinde getirir. Genel itibariyle desalinasyon maliyetini en aza indirebilmek için ters ozmos (TO) membran filtrasyonu geniş bir alanda kullanılmaktadır ve son yıllarda önemli bir alternatif temiz su kaynağı haline gelmiştir. Dünya üzerinde deniz

suyundan temiz su üreten 15.000'den fazla deniz suyu arıtma tesisi bulunmaktadır ve araştırmacılar maliyeti düşürüp, enerji verimini arttırmaya yönelik sürekli çalışmalar yürütmektedir.

Günümüzde deniz suyu arıtımı için tercih edilen, en yaygın ve öncü teknoloji deniz suyu ters ozmos (DSTO) sistemleridir. Ucuz maliyetli DSTO sistemi uygulamasının önündeki en büyük engel membranların tıkanmasıdır. Deniz suyu içerisinde bulunan partikül ve organik maddelerin membran yüzeyinde birikmesi ve membran modüllerinde biyolojik büyümenin meydana gelmesi DSTO tesislerinde sıklıkla işletim problemlerine sebep olmaktadır. Ters ozmos (TO) membranlarına gelen organik, inorganik ve askıda katı madde yüklerini azaltmak ve bununla ilgili işletim problemlerini en aza indirmek veya membranların tıkanması için geçen süreyi uzatmak için genellikle TO membranları öncesinde ön arıtma sistemleri uygulanmaktadır. DSTO tesislerinin genelinde özellikle Ortadoğu'da koagülasyon ve granül yatak filtrasyon (GYF) yöntemleri deniz suyunun ön arıtımında kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra son yıllarda düşük basınçlı membran filtrasyon sistemleri DSTO sistemlerinin ön arıtması olarak artarak kullanılmaktadır.

Yıllar geçtikçe, mikroskobik alglerin DSTO tesislerinde işletme problemlerinin en büyük sebebi olduğu netlik kazanmıştır. Alglerin DSTO tesisleri üzerindeki olumsuz etkileri alg patlamalarının yaşandığı bölgelerde daha önemli bir şekilde hissedilmektedir. Alg patlamaları ön arıtma sistemlerini tıkadığı ve/veya kabul edilemez kalitede TO besleme suyu üretimine sebep oldukları için birçok DSTO tesisinin kapanmasına veya arıtma kapasitelerinde düşüş yaşanmasına sebep olmuştur. Bazı tesislerde TO membranları alg patlamaları sebebiyle temizlenmesi mümkün olmayacak şekilde kirlenerek tesislerin kapatılmasına sebebiyet vermiştir. Bu durum su teminini yüksek oranda deniz suyu arıtımından sağlayan bölgeler için büyük önem arz ederken, etkili ön arıtma sistemlerinin gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Tıkanmayı kontrol altında tutmak için çoğu DSTO tesisi bir veya daha fazla ön arıtma sistemi kullanmaktadır. Ön arıtma sistemleri su kaynağında bulunan askıda katı madde (partikül, alg, inorganik, organik madde vb.), yağ-gres gibi kirleticileri gidermek için genel olarak filtrasyon ve diğer fiziksel-kimyasal proseslerden oluşmaktadır. Ön arıtma genellikle birincil ve ikincil arıtma olarak iki ayrı sınıfa ayrılmaktadır. Birincil arıtma olarak koagülasyon ve sonrasında bir durultucu (çöktürme veya çözünmüş hava ile yüzdürme

(ÇHY) kullanılmaktadır. İkincil arıtma ise konvansiyonel ve ileri arıtma yöntemi olarak ikiye ayrılmaktadır. Konvansiyonel arıtma yönteminde bir granül yatak filtre sistemi kullanılırken ileri arıtma yönteminde mikrofiltrasyon (MF) veya ultrafiltrasyon (UF) sistemleri kullanılmaktadır.





## **2. GENEL KISIMLAR**

### **2.1.İÇMESUYU ARITMA STANDARTLARI VE KİRLETİCİ PARAMETRELERİ**

#### **2.1.1. Bulanıklık**

Bulanıklık kil, süt, ince parçalanmış organik maddeler, yosunlar, diatometreler, demir bakterileri ve diğer mikroorganizmaların oluşturduğu haldir. Bulanıklık kum gibi askıda olan maddelerden ileri geliyorsa tehlikeli olmayıp çökelme ve filtrasyonla giderilebilir. Kil gibi koloidal maddelerin giderilmesi ise çok güçtür. Su içindeki madde, kaynağına göre kabaca inorganik veya organik olarak sınıflandırılabilir. Organik bileşikler genel olarak kokuya, renge ve tada neden olurken, bulanıklık meydana getiren maddeler çoğunlukla inorganiktir. Bulanıklığın 3 bakımdan önemi vardır. Su ne kadar sıhhi olursa olsun istenmez, şüpheyle bakılır. Çünkü askı halindeki maddeler içinde sağlığa zarar veren mikroplarda bulunabilir. İkincisi filtre edilmesinin zorlaşması ve kimyasal maddelerle çökelmeleri gerekir, o da pahalı olur. Son olarakta dezenfeksiyonu zorlaştırır. Canlı organizmalar askı halindeki bulanıklık veren maddeler üzerinde bulduklarından klorun veya dezenfektanın etkisini zorlaştırır. Daha fazla dezenfektan harcanır (Güler ve Çobanoğlu,1997). Deniz suyu arıtımında bulanıklık giderimi çok önemlidir. Her ne kadar membranlarda tutulsada askıda katı maddeler membran yüzeylerini hemen tıkayabilmektedir. Bu tıkanma bazen geri dönüşümlü, bazen ise geri dönüşümsüz olmaktadır. Bu yüzden membranlardan önce koagülasyon ve flotasyon işlemleriyle tesisten uzaklaştırılmalıdır.

#### **2.1.2. Elektriksel İletkenlik**

Elektriksel iletkenlik içme sularında önemli bir parametre olarak kabul edilir. 25°C deki 1 cm<sup>3</sup> suyun iletkenliğini microohm /cm kullanılır. İletkenlik, bir dereceye kadar sudaki iyon konsantrasyonu ile doğru orantılıdır. (Güler ve Çobanoğlu,1997).Deniz suyu arıtımında iletkenlik çok ciddi bir problemdir. Çok yüksek değerleri arıtmak gerektiği için ters ozmoz ünitelerinin kullanılması gerekmektedir.

### 2.1.3. Toplam Çözünmüş Maddeler

Sudaki çözünmüş maddeler, suda çözünmüş az miktardaki organik madde ve anorganik tuzların varlığından ileri gelir. Çözünmüş üç madde içinde bulunan başlıca iyonlar, karbonat, bikarbonat, klorür, sülfat, nitrat, sodyum, potasyum, kalsiyum ve magnezyumdur. Çözünmüş maddeler tat, sertlik, korozyon gibi suyun özelliklerine etki eder ve kabuklanmaya neden olurlar. Toplam çözünmüş maddeler doğal kaynaklardan, lağım atıklarından, şehir drenaj sularından ve endüstriyel sulardan ileri gelmektedir. Çoğunlukla drenaj kaynaklıdır. Deniz suları arıtımında ciddi bir öneme sahiptirler. Bu organik maddeleri ayırmak için kimyasal dozlaması yapılarak koagülasyon ve flotasyon işlemleriyle membran ünitelerine varmadan kirlilik ortadan kaldırılır.

### 2.2.SU KALİTE STANDARTLARI

Su kalite standartlarının değerleri Tablo 2.1' de görülmektedir.

**Tablo 2.1:** Kategorilere Göre Su Kalite Standartları (Resmi Gazete)

		<b>TS 266</b>	<b>WHO</b>	<b>EPA</b>
1	PH	≤ 9,5-6,5≤	≤ 9,5-6,5≤	≤ 8,5-6,5≤
2	Renk (filtrasyon sonrası) (Pt-Co Birimi)	20	15	20
5	iletkenlik (20 °C 'da) (µS / cm)	2500	2500	2500
6	Koku ( 25 °C ' da seyrelme faktörü)	Duyusal	Duyusal	Duyusal
7*	Nitrat (mg NO <sub>3</sub> /L)	50	50	50
8	Florür (mg F/L)	1,5	1,5	1,5
9	Alüminyum (mg Al/L)	0,2	0,2	0,2
10*	Çözünmüş demir (mg Fe/L)	0,2	0,3	0,2
11*	Mangan (mg Mn/L)	0,05	0,1	0,05
12	Bakır (mg Cu/L)	2	2	2

16	Nikel (mg Ni/L)	0,02	0,02	0,02
17	Arsenik mg As/L	0,01	0,01	0,01
18	Kadmiyum (mg Cd/L)	0,005	0,003	0,005
19	Toplam krom (mg Cr/L)	0,05	0,05	0,05
20	Kurşun (mg Pb/L)	0,01	0,01	0,01
21	Selenyum (mg Se/L)	0,01	0,01	0,01
22	Civa (mg Hg/L)	0,001		
24	Siyanür (mg Cn/L)	0,05	0,07	0,05
25	Sülfat (mg SO <sub>4</sub> /L)	250	250	250
26	Klorür (mg Cl/L)	250	250	250
32	Toplam pestisit (mg/L)	0,0005		
37	Amonyak azotu (NH <sub>4</sub> )	0,5	1,5	0,5
39	Toplam koliform (37 °C'de) (EMS/100 mL)	0	0	0
40	Fekal koliform (EMS/100 mL)	0	0	0
41	Microcystin-LR	0,001		0,001

### 2.3.SUDAKİ TOKSİKOLOJİK PROBLEMLER

#### 2.3.1. Alg Patlaması

Deniz içerisindeki tüm canlı yaşamı birincil üreticilere bağlıdır. Algler ve diğer mikroorganizmalar CO<sub>2</sub>'i biyokütleyle çevirerek denizdeki besin zincirinin tabanını oluştururlar. Fitoplanktonlar (yüzen algler) binlerce çeşit organizma türünü kapsar. Büyümek ve çoğalmak için her birinin kendine özgü çevresel şartlara ihtiyacı vardır. Sonuç olarak bu şartlar sağlandığı zaman, belirli bir zaman içerisinde ve alanda sürekli olarak büyüme ve çoğalma gözlemlenir ve bu olaya “alg patlaması” adı verilir. Alg patlaması

görülen bölgelerde yoğun alg birikmeleri ve deniz suyunun renginin değiştiği gözlemlenir. Bu durum birçok açıdan deniz yaşamını ve toplumun deniz kaynaklarını kullanımını olumsuz yönde etkilemektedir. Güneş ışığı ile birlikte doğal fiziko-kimyasal değişkenler (sıcaklık, akım, tuzluluk, besin yükü, vb.) denizlerde alg konsantrasyonunu ve dağılımını etkileyen önemli faktörlerdir. Doğal ve antropojenik kaynaklı nitrojen (N), fosfor (P), birçok iz metaller ve vitaminler alg patlamasına sebep olan önemli etkenlerdir.

Alg patlamasının DSTO tesisleri üzerinde potansiyel iki olumsuz etkisi bulunmaktadır,

1) DSTO sisteminin alg toksinlerini deniz suyundan tamamen giderebildiğinden emin olmak gerekir;

2) Ham su içerisinde bulunan alglerden dolayı askıda katı madde konsantrasyonu ve organik yük artacağı için işletme sorunları ortaya çıkacaktır. Zehirli alg toksinlerinin deniz suyu içerisinde bulunması ve bunların kuvvetli nörotoksin oluşu sebebiyle deniz suyunun arıtmadan sonra içme suyu olarak kullanılması durumunda ciddi önlemler alınması gerekir.

Ham su içerisinde bulunan yüksek alg biyokütlesi TO membranlarının işletimini engellemektedir. Alg patlamasından etkilenen suların filtrasyonu sırasında partikül alg hücreleri, parçaları ve organik maddeler eğer ön arıtma ile giderilemez ise membranların üzerinde birikerek kek tabakasının oluşumuna neden olur. Böylelikle akı düşer, yüksek basınç kayıpları meydana gelir ve membranların geçirgenliği azalır. Ayrıca yapışkan maddenin membran yüzeyinde birikmesi besleme suyu içerisinde bulunan bakteri ve diğer partiküllerin birikmesine geri dönüşü olmayan tıkanmalara yol açar. Bakterilerin ters ozmos sistemlerinde membranlara yapışması, birikmesi ve çoğalması membran üzerinde biofilm tabakasının oluşmasına neden olur. Biofilm birikimi belirli bir seviyeye geldiğinde membran sisteminde işletme problemleri görülmeye başlanır, oluşan bu tabakaya biobirikim adı verilmektedir. Biyofilm birikimi alg patlamalarının olduğu dönemlerde sudaki alg kaynaklı organik maddelerin artması nedeniyle hızlanabilir. Bazı alg kaynaklı organik maddeler yapışkan bir yapıya sahiptir ve membran yüzeyine rahatlıkla yapışarak birikir. Biriken bu maddeler bakteriler için uygun üreme koşulu sağlar. İşletme problemleri normalize membran akısındaki önemli düşüşler ya da sürücü basıncındaki net kuvvet artışı ya da besleme kanalındaki basınç düşüşü olarak belirtilebilir.

### 2.3.2. Siyanobakteriler

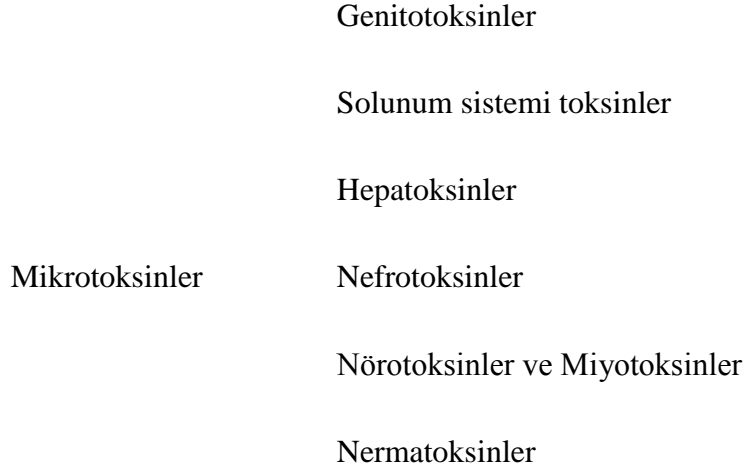
Mavi yeşil alg olarak da bilinirler, fotosentez yoluyla enerji üretirler. Zarla çevrili olmamaları nedeniyle bakteriler, fotosentetik olması açısından algler içinde sınıflandırılır. Kendilerine özgü pigmentleri vardır. Pigment olarak klorofil-a ve fikobilin içerir. Fikoblinlerin bir sınıfı olan fikosiyantinler mavi yeşil renklidir ve klorofil-a pigmentleriyle birlikte siyanobakteriler mavi yeşil renk verir. Mavi yeşil alg olarak da bilinirler.

### 2.3.3. Siyanotoksinler

Siyanotoksinler, siyanobakteriler tarafından doğal olarak üretilen çeşitli toksin gruplarıdır. Dünya genelinde tatlı su, acı su ve deniz planktonunun yaygın üyeleridir. Şu ana kadar omurgalılarda toksik etki oluşturan 46 siyanobakteri türü tespit edilmiştir. Aşırı siyanobakteri artışı genellikle ötrofik sularda görülen bir sorundur. Siyanobakteri artışı suyun bulanık bir hal almasına neden olur. Oluşan siyanobakteri kütlesi rüzgar ile sahile kadar ulaşır. Kötü koku oluşumuna neden olur. Siyanobakteri kütlesi zamanla dibe çöker ve çözünmüş oksijen miktarı düşürür. Bu durum suyun arıtılmasını zorlaştırmaktadır.

Ayrıca siyanobakteri artışı hızlı kum filtrelerinin tıkanmasına neden olur veya geri yıkama periyotlarının düşmesine neden olarak arıtma maliyetini artırır. Buna ilaveten ürettikleri toksinler nedeni ile sağlık ve su kalitesi açısından tehdit oluşturur (Şengül, 2014).

Söz konusu bu toksik siyanobakterilerin kanserojen risk taşımalarından dolayı yeterince araştırılmamıştır. WHO sağlık risklerini dikkate alarak, içme suyunda kabul edilebilir mikrosistin üst sınırını 1µg/L olarak belirlemiştir (WHO, 2003). USEPA' da sağlıklı içme suyu temini açısından kirletici aday listesinde mikrosistine yer vermiştir.



**Şekil 2.1:** Siyanobakteri açılımı (Şengül, 2014).

#### **2.3.4. Mikrosistinler**

Microcystis, Anabaena, Planktothrix, Nostoc ve Anabaenopsis cinslerine ait siyanobakteriler tarafından üretilen hepatoksinlerin bir grubudur. Birçoğu yüksek derecede toksik olan mikrosistinlerin yapısal varyantlarıdır. Mikrosistin doğada en yaygın olan ve üzerinde en çok çalışılan siyanotoksindir.

Microcystis, Anabaena, Planktothrix, Nostoc ve Anabaenopsis cinslerine ait siyanobakteriler tarafından üretilen hepatotoksinlerin bir grubudur. Mikrosistinler İlk olarak Microcystis aeruginosa' dan izole edilmiştir. Birçoğu yüksek derecede toksik olan mikrosistinlerin yapısal varyantları, monosiklik heptapeptid yapıda bulunan iki korunmamış pozisyondaki amino asite bağlanan farklı amino asitleri demetillenen veya asetillenen amino asitleri içerir (Şengül, 2014).

Doğada en yaygın olan ve üzerinde en çok çalışılan siyanotoksindir. Anabaenopsis cinslerine ait siyanobakteriler tarafından üretilen hepatoksinlerin bir grubudur. Bir çoğu yüksek derecede toksikdir. WHO sağlık risklerini dikkate alarak, içme suyunda kabul edilebilir mikrosistin üst sınırını 1µg/L olarak belirlenir. Mikrosistin genel yapısında 2 ve 4 ile gösterilen bölgelere sırası ile lösin arginin amino asitlerinin bağlanması sonucu mikrosistin-LR oluşmaktadır. Hepatoksin olarak sınıflandırılan mikrosistin-LR, diğer mikrosistin varyantları açısından en toksik olanıdır. Mikrosistin-LR nin yükü karboksil grupların ayrışması sonucunda çoğu PH değerlerinde ( $3 < \text{Ph} < 12$ ) negatiftir (Şengül, 2014),

Mikrosistin öncelikli etkilerinden biri karaciğer hasarına ve karaciğer yetmezliğine sebep olmasıdır. İçme suyuyla birlikte sürekli düşük dozlarda mikrosistin alan insanların karaciğerinde tumor oluşumunu tetikleyebileceği düşünülmektedir. Ülkemizde siyanobakterilerin aşırı artışı durdurmak için ilk kez İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi (İSKİ) tarafından 1999 yılından itibaren Ömerli ve Terkos Baraj Göllerinde bakır sülfat uygulamasına geçilmiştir. Uygulamanın diğer ekolojik riskleri göz ardı edilirse artışı göreceli olarak sınırladığı belirlenmiştir (Şengül, 2014).

### **Mikrotoksinler**

Mikrotoksinler; yiyecek endüstrisinde bulunan farklı patojenik mantar çeşitleri tarafından oluşturulan metabolizma ürünleridir. Bu besinleri alan canlılarda, akut, subakut, latent veya kronik karakterde toksiyonlara yol açan toksik maddedir.

Mikrotoksinlerin toksikasyonlarına mikrotoksikozis denir. Mikrotoksinler vücudumuzda en çok karaciğerin fonksiyonlarını bozar, etkilediği birçok organ mevcuttur. Mikrotoksinlerin büyük çoğunluğu hepatoksik yapıdadırlar. (Aydın, N., konferans).

### **Mikrotoksin Çeşitleri**

Aflatoksin, tikrotesenler, zearalenone, okratoksinler, rubratoksinler, ratula

Mikrotoksinler etki ettiği organ ve etkileme şekline göre aşağıdaki gibi sıralanır..

- 1)Hepatoksinler
- 2)Nefrotoksinler
- 3)Nörotoksinler ve miyotoksinler
- 4)Alimenter kanal toksinleri
- 5)Dermatoksinler
- 6)İmmunosupresif etki
- 7)Solunum sistemi toksinleri
- 8)Genitotoksinler

9)Teratojenik etki

10)Karsinojenik etki

11)Mitojenik etki (Aydın, N., konferans)

## 2.4.MEMBRAN ARITMA PROSESLERİ

### 2.4.1. Ozonlama Prosesi

Canlı orgnizmalar, organik ve inorganik maddeler, endüstri atıkları, çözünmüş gazlar, yüksek mineral değerleri gibi sebeplerden ötürü suda kötü tat ve koku oluşumu meydana gelir. Bunlardan dolayı oluşan koku ve tad kontrolü ve renk gierimi, uygun miktarda ozonlama dozlaması yapılarak giderilir.

Ozon (O<sub>3</sub>; triatomik oksijen); renksiz ve keskin kokulu bir gazdır .küçük değerlerle bile zehirleyici etkisi vardır. Hem gaz hem de çözelti olarak çok etkileyici bir gazdır.

Aritma tesisinde ozon kullanırken dikkat etmek gereklidir. Ozon çok korozif bir gazdır. Gereksiz yüksek ozon kullanımı suda bulunan organik ve inorganik maddelerle etkileşime girerek, toksik ve kanserojen etki yaparlar. (Suffet ve dig. 1986).

### 2.4.2. Aktif Karbon

Yaygın olarak kullanılan endüstriyel adsorbanlar arasında çevre kirliliğini kontrol amacıyla, şu anda kullanılan adsorbanların en önemlisi, yüksek gözenekliliğe sahip aktif karbonlardır. Ticari olarak aktif karbonlar, odun, turba, linyit, kömür, mangal kömürü, kemik, Hindistan cevizi kabuğu, pirinç kabuğu, fındık kabuğu ve yağ ürünlerinden elde edilen karbonların çeşitli işlemlerden geçirilerek aktive edilmesiyle elde edilirler.

Yüzey özellikleri, kullanılan madde içeriği ve kullanılan sürece göre değişkenlik gösterir. Aktif Karbon üretmede kullanılan hammaddenin cinsi gözenek boyutu dağılımını ve rejenerasyon özelliklerini etkiler. Aktivasyondan sonra karbon, belli boyutlara ve adsorpsiyon kapasitelerine göre ayrılır. Boyutlandırmada iki sınıf vardır: 1. Genellikle 0,074 mm (200 sieve)' den küçük çapa sahip Toz Aktif Karbon (TAK) (Powdered Activated Carbon, PAC), 2. 0,1 mm (~140 sieve)'den büyük çapa sahip Granüler Aktif Karbon (GAK) (Granular Activated Carbon, GAC) (Tchobanoglous, 2003).



Su arıtımında çok yaygın olarak kullanılan adsorbentlerin başında gelmektedir. Yüksek gözenekli yapısından ötürü çok iyi verim sağlar. Adsorpsiyon proseslerinde yaygın olarak kullanılan aktif karbon belirli bir yapısal formül ile karakterize edilemeyen oldukça geniş yüzey alanı ve gözenek yapısına sahip karbonlu malzeme şeklinde tanımlanır. Aktif karbon genellikle 600 ila 1200 m<sup>2</sup>/g arasında değişen, yüksek gözeneklilik ve geniş bir yüzey alanına sahiptir. (Schaeffer, 2008)

- Makro gözenekler : > 25 nm,
- Mezo gözenekler : > 1 nm ve < 25 nm,
- Mikro gözenekler : < 1 nm.

Yüzey özellikleri, kullanılan madde içeriği ve kullanılan sürece göre değişkenlik gösterir. Aktif Karbon üretimde kullanılan hammaddenin cinsi gözenek boyutu dağılımını ve rejenerasyon özelliklerini etkiler. Aktivasyondan sonra karbon, belli boyutlara ve adsorpsiyon kapasitelerine göre ayrılır. Boyutlandırma iki sınıf vardır: 1. Genellikle 0,074 mm (200 sieve)' den küçük çapa sahip Toz Aktif Karbon (TAK) (Powdered Activated Carbon, PAC), 2. 0,1 mm (~140 sieve)'den büyük çapa sahip Granüler Aktif Karbon (GAK) (Granular Activated Carbon, GAC) (Tchobanoglous, 2003).

#### **2.4.3. Zeolit Kullanımı**

Zeolit, mana olarak "Kaynayan Taş" demektir. ; milyonlarca yıl önce oluşmuş doğal minerallerden oluşur. Volkanik küller sulu ortamda zamanla değişme uğraması neticesinde meydana gelir.

Yapısal olarak; değişebilir katyonlar, bal peteği, kafese benzeyen, ve su ihtiva eden mikro gözenekli yapıdadır. Bu özellikleri nedeniyle katalitik, seçimli adsorpsiyon ve moleküler elek gibi faaliyetlerde kullanımı vardır. Fiziksel ve kimyasal yapılarından dolayı iyon değişimi yapabilme adsorpsiyonu ve bu özelliğinden kaynaklı elek yapısı nedeniyle çeşitli endüstri işlerinde kullanılır.

#### **2.4.4. Kartuş Filtreler**

Kartuş filtreler tekrar kullanılabilir, Dolgu malzemesi plastik veya metal malzemenin her ikisinde kullanılabilir. Kartuş fitlenin filtre malzemesi tek kullanımlık pamuk, yün, suni ipek, selüloz, fiberglas, polypropilen, akrilik, laylon, selüloz ester, florlu hidro karbon ve

seramik malzemelerden oluşur. Tekrar kullanılabilir veya temizlenebilir filtre malzemeleri çoğunlukla ; paslanmaz çelik, seramik, florlu hidro karbonlar ve diğer metal alaşımlarından yapılır.

Kartuş filtreler giriş suyu partikül yüklemesi düşük olduğunda kullanılır.(0,01 örn) ve yükleme çok yükleme çok yüksek olduğunda kullanılamaz. Kartuş filtreler suyu kristal temiz faza kadar arıtmaktadır. Partikül boyutu mikronaltı 40µm boyutuna kadar ulaşmaktadır. Filtrasyonun partikül giderim verimi , arıtılmı suyun karakteristiğine, işletme paramtreleri ve kullanılan kartuşa bağlıdır.

Kartuş filtre için bu buluşun bazı yönleri yerçekimi akışına göre beslemesi olan, end of life mekanizmasına sahip su arıtma cihazlarıdır. Burada bir silindir gösterilmesine rağmen, bu buluşun kahve makinesinde veya tıkaca sahip olan geniş hazneli rezervuarlardaki gibi yerçekimi ile beslenen çeşitli cihazlarda kullanılabileceği anlaşılmaktadır (Vigneswaran, 2009).

Filtrelenmiş ve kimyasal olarak şartlandırması yapılan su tesiste bulunan membran ve pompaları korumak maksatlı tekrar kartuş filtrede arıtılmalıdır (Başarn, 2015).

Kullanılan kartuş filtreler sistemdeki suyun ne amaçla arıtıldığına bağlı olarak farklı malzeme türleri kullanılır. Tortu tutmak için çelik, plastik, iplik veya kağıt filtreler kullanılırken, koku ve tat giderimi için Karbon kartuş filtreler kullanılır.

Bu buluşun diğer bir yanında , bu sistem arıtma yaparken end of life sistemi ile dolduktan sonra arıtılmış su boşalmasını sağlar. Sayma makinesiyle makinenin kaç kez dolduğunu sayar. Bu mekanizmada , şamandıra her yükseldiğinde ve indiğinde bir kaçış yolu mekanizmasına sahiptir.

Bu buluşun diğer yanında kaç defa filtrenin dolduğunu göstermesidir. Su arıtma biriminde bulunan aparat sayesinde kaç kez daha dolum yapacağı bilinir. Dolum sayma makinesi su tarafından hareket ettirilen bir parçaya sahiptir (Tanner and Emmons, 1996).

#### **2.4.5. Granüler Ortam Filtrasyonu**

Deniz suyu ters ozmos sistemleri için geliştirilen ön arıtma sistemleri hali hazırda mevcut teknoloji ile üretilmektedir ve genel olarak konvensiyonel filtrasyondan oluşmaktadır. Kum

ya da antrasitten oluşan tek ya da iki aşamalı granüler filtreler ön arıtma sistemlerinde basınçlı ya da basınçsız olarak kullanılmaktadır. Kum ve antrasit (0,8-1,2 mm/2-3 mm) filtre yatakları yüksek filtrasyon oranları sağladığı, daha uzun çalışabildiği ve daha az geri yıkama suyu ihtiyacına sahip olduğu için tek aşamalı filtrasyonda uygundur. Antrasit/kum yatakları ortalama 12m/sa filtrasyon hızı ile çalışır ve 20 m/sa'lık pik filtrasyon hızlarına çıkış suyu kalitesi düşmeden çıkabilirler. Ön arıtma sistemlerinde GMF'nin temel özelliği partiküller ve koloidal maddelerin yüksek yüklerde gelmesini engellemektir.

Granüler ortam filtrasyonu, derinlik filtrasyonu sayesinde RO besleme suyunun kalitesini artırır. Fakat yüksek konsantrasyonlarda organik madde ya da türbidite yükleri ile karşılaşıldığında RO için gereken besleme suyu kalitesine (SDI b 5) ulaşabilmek için koagülasyon gerekmektedir. Bu sistemlerde koagülasyon tam ölçekli ya da hat üzerinde uygulanabilir. Koagülasyon partikülleri ve koloidal maddeleri agrega haline getirerek filtrasyon mekanizmasını derinlik filtrasyonundan yüzey filtrasyonuna çevirir (kek filtrasyonu). Filtrasyon oranları arttığında (5-10 m/sa) kek filtrasyonu filtrelerde yük kaybının üstel olarak artışına sebep olur.

Alglerin verimli bir şekilde arıtılmaması granüler filtrelerin tıkanmasına ve çalışma süresinin kısılmasına neden olur. En bilinen filtre tıkayıcı alg türleri diatomlardır, bununla birlikte yeşil algler, flagella türleri ve cyanobakteria da filtreleri tıkayabilir. Filtrelerin işletilmesi hızlı tıkanma oranları, ön arıtmadan geçen su kalitesinin bozulması, geri yıkama sıklığı ile sistemin daha fazla devre dışı kalması ve kapasite azalması ile karakterize edilebilir.

## **2.5. DENİZ SUYU TUZ GİDERME PROSESLERİ**

### **2.5.1. .Buharlaştırma Prosesleri**

Suyun( katı veya gaz) hal değişimden yararlanmak maksadıyla termal araç kullanımı ile faz ayrımı yapılan prosesdir. Denizin tuzlu suyundan suyu buharlaştırıp ayırmak ve ardından tekrar sıvı hale getirmektir. Termal veya güneş enerjisinden yararlanılır (Aydın F., Ardalı Y., 2012).

Deniz suyu arıtmasında kullanılan damıtma prosesleri Çok işlemlili damıtma , Çok kademeli şok damıtma, Mekanik buhar sıkıştırma, Güneşle damıtmadır. Arıtılan su safsu düzeyine

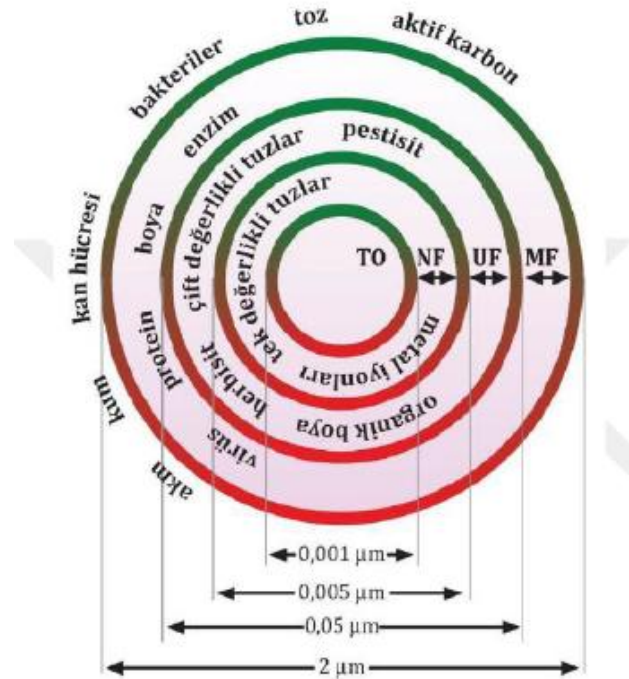
yakın ölçüde arıtıldığından dolayı işletme maliyetleri çok yüksektir. Gelir düzeyi yüksek olan ülkeler kullanmaktadırlar. Bunun yanı sıra çevresel etkileri oldukça fazladır.

### 2.5.2. Membran Prosesler

Membranlar; yüksek seçiciliğe sahiptirler. Ayırma işlemi membranın kimyasal ve fiziksel yapısına göre belirlenir. Ayırma işlemi; basınç farkı, elektriksel potansiyel, derişim farkı, sıcaklık farkı gibi özelliklerinin biri veya birkaçının birlikte kullanılmasıyla oluşturulur. Membranın arıtma verioi seçiciliğe ve akı değerlerine göre belirlenir (Salt ve Dinçer 2006).

Membranlar fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre sınıflandırılır. organik veya inorganik, gözenekli ve gözeneksiz, simetrik veya asimetrik, doğal veya sentetik, boşluklu veya boşluksuz, olarak sınıflandırılır. Farklı türlerde inorganik ve organik maddeler ile membranlar üretilmektedir (Çakmacı , 2013).

Filtrasyon çalışma mekanizması farklı boydaki moleküllerin farklı gözenek çapına sahip membranlar üzerinde tutunma prensibine dayanır. Şekil 2.2'de farklı membran boyutlarına göre tutunan farklı maddeler ve membran türleri verilmiştir..



Şekil 2.2: Membranların gözenek boyutlarına göre kategorilendirilmesi ve tutulan maddeler (Koyuncu, 2018)

Membranlar ayrıştırma ve saflaştırma için uygulanır. Membranların kullanımı fiyat ve arıtma bakımından oldukça cazip halle gelmektedir. Membran prosesinin içme sularında geniş ve çeşitli uygulama alanları mevcuttur. EPA tarafından en iyi arıtma teknolojileri arasından yerini almıştır. Yüksek kalitede içme suyu elde edilir. Membran prosesleri içmesuyu veya atıksu arıtımı yanında hafif tuzlu suların ve deniz sularının tuzsuzlaştırılmasında da kullanılır. Son yıllarda membran prosesleri organiklerin gideriminde ve yumuşatma işlemindedeki kullanılmaya başlanmıştır. Membran kullanımı her geçen gün artmaktadır.

Membran uygulama alanları:

1. Su (ham su) arıtımı
2. Evsel ve endüstriyel atıksuların arıtımı ve geri kullanımı
3. Hafif tuzlu sulardan ve deniz sularından tuz giderilmesiyle içme suyu elde edilmesi
4. Yumuşatma ve organiklerin giderimi
5. Endüstriyel proses suyu eldesi (Kitiş ve Yiğit, 2009).

Membran yüksek seçicilik prensibine dayanarak çalışır. Bir çok faktör etkili olsada moleküler büyüklüklere göre ayırım yapılmasını sağlayan bir prosesdir. Membran iki farklı faz arasında bulunan ayırıcı yüzeydir. Bundan ötürü

membran kabaca moleküler büyüklüklerinin baz alınarak ayrılmalarını sağlayan bir araçtır. Ayrıca yüklü parçacıkların üzerinden geçişini düzenler ve böylece bir elektrik potansiyelin oluşması için gerekli şartları oluşturur. Bir membran proseslerinde iki fazı fiziksel olarak ayıran üçüncü faza ihtiyaç vardır. Membran iki faz arasında ayırım sağlayan ara fazdır. Bir membran prosesinde iki faz arasına yerleştirilen membran fazı, bu iki faz arasındaki kütle değişimini kontrol eder. membran ayırma prosesinde fazlar karışımlardan oluşur. bundan dolayı ayırma prosesinde karışımda bulunan bileşenlerden birisinin diğerlerine tercihen değişimi gerçekleşir. böylece membran diğer bileşenlere karşı seçici davranmış olur. Bu yüzden bir faz bileşenlerden birisi bakımından zenginleşirken diğer fazda ise hızla azalır. Membran prosesini, bir bileşenin membran tarafından ayrılan bir fazdan diğer faza seçici ve kontrollü olarak geçişi denilebilir. Farklı maddelerin membran üzerinden hareketine bir veya iki yürütücü kuvvet (itici güç) eşlik eder. Bunlar kimyasal potansiyel veya elektrik

potansiyel değişiminden kaynaklanıdır. Basınç değişimi, kimyasal potansiyel değişimi, konsantrasyon veya her ikisinden de kaynaklanmaktadır (Kitiş ve Yiğit, 2009).

Yarı geçirken membrandan ozmotik basınçdan daha fazla basınç uygulanarak istenmeyen maddeler tutulur ve su arıtılarak filtrelenir

#### Membran Prosesi İçin Boyut Aralığı

İçmesuyu arıtımda mikrofiltrasyon ve ultrafiltrasyon teknikleri kullanımı sudan partiküllerin uzaklaştırılmasında konvansiyonel arıtma seçeneğine oranla her geçen gün daha çok yaygınlaşmaktadır. Mikrofiltrasyon ve Ultrafiltrasyon teknikleriyle tatlısulardan partiküllerin, bulanıklığın ve patojenlerin giderilmesinde kullanılır. Her iki UF/MF ve koagülasyon/filtrasyon proses teknikleri sudan partiküllerin uzaklaşmasını sağlar. Bunun yanında ultrafiltrasyon mikrofiltrasyon teknikleri sudan patojenlerin tutulmasında daha avantajlıdır.

Nanofiltrasyon tekniğiyle tatlı suların yumuşatılması ve DBT yan ürünlerini dezenfeksiyonunda etkilidir. RO ve ED genellikle sudan çözünmüş maddeleri uzaklaştırmak için kullanılır. Ters osmoz ve elektrodializ genellikle sudan çözünmüş maddeleri uzaklaştırmak için kullanılır. Elektrodializ tuzlu su demineralizasyonunda ve tatlısu yumuşatmak için kullanılır. Ters Osmoz öncelikle çok tuzlu su veya deniz sularından tuzun giderilmesinde ayrıca sentetik organik karbonların (SOCs) gideriminde kullanılır. Tuzsuzlaştırma tekniği öncelikle toplam çözünmüş tuzların (TDS) giderimi için tasarlanmıştır, Genellikle konvansiyonel arıtma teknikleriyle arıtılamaz.

İçmesuyu kirleticileri; biyolojik, inorganik ve organik kirleticilerdir bunun yanı sıra radyolojik, partiküller kirleticiler ve diğer kirleticilerdir. Her bir membran prosesi için kirleticilerin boyut aralığına göre kısmen veya tamamen giderim performansları gösterilmiştir. Bütün membran prosesleri bulanıklık ve patogen giderimi sağlar fakat ultrafiltrasyon ve mikrofiltrasyon büyük partiküllerin gideriminde daha uygun maliyetlidir. Ufak kirleticiler boyut farkından , yüklerin itme gücü veya difüzyon gibi tekniklerle membranda atıklarını bırakarak giderilmektedir. Buna rağmen aşağıda belirtilen bazı atıklar tespit seviyesinin altında kalabilirler.

İnce partikül aralığını daha yüksek bulanıklık üreten parçacıklar oluşturur. Bunlar; askıda katı madde, kistler ve daha büyük bakteriler. Membrane prosesi normalde makromoleküller ve ufak partiküllerin iyonik yüklerinin gideriminde etkiliydi fakat büyük deliklerin işletme problemleri çıkardığı için uygun maliyetli olmamaktadır. Membranın maksimum gözenek çapından daha büyük kirleticiler difüzyon gibi kontrol prosesleriyle tamamen giderilmektedir. Kirletici büyüklüğü ve yük çeşiti arttıkça difüzyon ile membranlarda kirletici tutulması artmaktadır. Sonuç olarak; metallerin giderimi, toplam çözünmüş katılar, biotoa, radyoaktivite ve dezenfeksiyon yan ürünleri giderilmektedir. Ticari olarak membranlar yüksüz iyonları hidrojen sülfür(H<sub>2</sub>S) gibi, küçük yüksüz organik kirletici giderimini sağlar.

### **2.5.3. Mikrofiltrasyon**

Mikrofiltrasyon membranları 0,05-2 µm gözenek çaplarıyla çözeltilerden bakteriler, virüs, ve partiküller başta olmak üzere kendi gözenek çaplarından daha büyük olan bütün maddeleri giderirler. Mikrofiltrasyon membranlarındaki çalışma prensibi, fiziksel olarak elekten geçirme mekanizmasına göre yapılır. Gözenek çapından büyük olan maddeler membrane yüzeyinde tutulmaktadır (Koyuncu, 2018).

### **2.5.4. Ultrafiltrasyon**

makromoleküllerin ve kolloidal maddelerin arıtımında kullanılır. UF membranların gözenek boyutları 0,05 mm ile 1 nm arasında değişir. Ultrafiltrasyon membranlarında üst tabaka kalınlığı, 50–250 arasında değişir ve yüksek geçirgenlik ve yüksek seçiciliği sahip olan bir alt tabakaya sahiptir. Filtrasyonun büyük kısmı üst tabakada meydana gelir. Ultrafiltrasyon membranları, bakteri ve virüs giderilmesinde oldukça güvenlidir. UF membranlarında, maddelerin tutulma seviyeleri moleküler ağırlık engelleme sınırı (MWCO) ile ifade edilmekte olup her bir membran türü için bu değer belirlenmiştir. Ultrafiltrasyon membranları ile moleküler ağırlıkları, 1000–1000000 arasında değişen maddeler tutulmaktadır. UF membran performansı, sadece membran özellikleri ile değil, aynı zamanda konsantrasyon polarizasyonu, tıkanma ve adsorpsiyon ile de belirlenmektedir (Arı, 2009).

Mikrofiltrasyon ve Ultrafiltrasyon teknikleriyle çok bulanık değerlerine sahip suların arıtılmasında, içme sularından bakteri ve virüs gideriminde veya ters osmoz ve

nanofiltrasyon sistemlerinden önce ters osmoz sistemini koruma amaçlı kullanılmaktadır. Böylece, Ters osmoz membranlarının ömürleri artar. Ultrafiltrasyon sistemlerinin Ters osmoz öncesinde ön arıtma amacıyla kullanılması durumunda, Ters Osmoz membranları için daha iyi kalitede su üretilmesi, daha az kimyasal madde ihtiyacı, sürekli ve kolay otomatik işletme imkanı, gibi önemli üstünlükler sağlanır (Koyuncu, 2018).

UF membranları TO için pilot ve ticari ölçeklerde uzun süredir test edilen ve kullanılan arıtım sistemleridir. Konvansiyonel arıtım sistemlerine göre düşük alan ihtiyacı, sabit yüksek kaliteli ürün çıkışı, büyük moleküler yapıdaki ağır organiklerin yüksek oranda arıtımı, genel kimyasal kullanımının daha düşük olması gibi avantajları bulunmaktadır. Başarılı pilot çalışmaları UF membranlarının büyük TO tesislerinde (>100.000 m<sup>3</sup>/gün) kullanılmasını sağlamıştır.

Filtrasyon için gerekli olan sürücü kuvvetine bağlı olarak UF membranları basınçlı ve vakumlu olarak çalıştırılabilmektedir. Her iki sistem de TO tesislerinde ön arıtım amacıyla kullanılmaktadır. Konvansiyonel sistemlere göre UF sistemleri daha güvenilir sistemlerdir. Bu nedenle konvansiyonel sistemlerden sonra, ön arıtımın son aşaması olarak kullanılmaları uygundur. Konvansiyonel sistemler UF membranlarının çalışma süresini ve verimliliği arttırmak için kullanılabilir.

### **2.5.5. Nanofiltrasyon**

Nanofiltrasyon, ters osmoz ve ultrafiltrasyon arasında molekül ayırımını yapan bir sistemdir. Birçok çok değerlikli iyon (sülfat-karbonat gb) membranda tutulurken tek değerlikli iyonların seyrelmiş çözeltileri genellikle engellenmeden membrandan geçerler. Nanofiltrasyonun bu mükemmel ayırma kabiliyeti, ya bir akışkanın istenmeyen maddelerini ya da değerli maddelerini seçimli olarak konsantre etmesine olanak tanır. NF tekniğinin kullanıldığı alanlar; demineralizasyon, renk giderimi ve tuz giderimidir.

Nanofiltrasyon prosesi yüksek akı değerleri ve düşük enerji gereksinimi sebebiyle pek çok alanda ters osmozun yerini almaya başlamıştır. Nanofiltrasyon, gözenek çapları ve geçirgenlik özelliklerine bakıldığında ultrafiltrasyon ve ters osmoz arasında bulunmaktadır. NF membranları yaklaşık olarak 1-10 nm'lik bir moleküler ağırlık engelleme sınırına tekabül edecek şekilde üretilmekte olup genel olarak 200-1000 Dalton gibi düşük moleküler ağırlığa sahip organik çözeltilerin ayırımında kullanılmaktadır.



Nanofiltrasyon membranları tek değerlikli tuzların giderilmesinde yüksek geçirgenliğe sahiptir. Fakat çok değerlikli tuzları büyük ölçüde tutmaktadır, bu yüzden kalsiyum ve magnezyum gibi iyonların yol açtığı sertlik gideriminde verimli çalışmaktadır.

Nanofiltrasyon işlemi, ters osmoz işlemine göre düşük enerji ihtiyacından dolayı dezenfeksiyon yan ürünlerinin oluşumuna yol açan organik maddelerin giderilmesinde kullanılır. Yüzeysel sularında bulunan doğal organik bileşikler gözenek boyutlarından dolayı elek mekanizmasıyla arıtılır (Utku, 2018).

### 2.5.6. Ters Osmoz

Osmoz filtreleme prensibine dayanan doğal bir prosestir. Hücre hücre duvarları doğal yarı geçirgen membranlardan oluşur.. Hücre zarı dışında bulunan örneğin; yüksek miktarda su; hücre zarından süzülerek geçer ve zarın iki tarafındaki yoğunluğu ve basıncı eşitlemeye çalışır. Membranın yarı geçirgen doğal yapısı sayesinde suyun geçişi, çözülmüş minerallerin geçişine göre daha kolay olur. Az yoğun çözeltilerdeki su, daha konsantre çözeltiliyi seyreltmek ister. İki çözelti arasında konsantrasyon farkı ortaya çıkar ve ozmotik basınç farkını belirler. Bu basınç farkından dolayı (2.31 fit su 1 psi'ye eşittir.) 1" kare başına 0.454 kg'lık basınç üniteleri yer değiştirir. Yani; 1000 mg/lit toplam çözülmüş farklılık 1 psi ozmotik basınç farkına eşittir. Basınç, ozmotik basıncı büyük olan konsantre solüsyona uygulandığı zaman suyun geçişi tersine döner ve ro kurulmuş olur. Membranın suyu geçirmediği seçiciliği değişmemiştir. Sadece su ışının yönü değişmiştir. Böylece çözülmüş minerallerden suyun ayrıldığı su arıtım tekniği ortaya çıkmış olur. Tuzun mekanizmasını ve suyun membrandan geçtiğini düşündüğümüzde, tam tuz eliminasyonunun neden olmadığı ve işletim şartlarının arıtımı ne kalitede etkilediği ortaya çıkar. Membranın suyun geçişine izin verirken, tuzları arkada tutması, tuzların çözeltilerde iyon halinde bulunmasından dolayıdır. Çözeltilerdeki çözülmüş tuzlar katyon (+) veya anyonlar (-) halindedir. İyonlar membrana yaklaştıklarında, kendi doğal yüklerinin yansımından dolayı reddedilirler. Aynı yükler birbirini iter tıpkı aynı kutupların birbirini itmesi gibi. Yüksüz olan su, membrandan geçerek süzölmüş tarafta yer alır. Katyonlar ve anyonlar çözelti içerisinde dolaşırlar ve bazen birbirleriyle temas edecek kadar yaklaşarak bireysel yüklerini boşaltırlar. Bunlar membrandan rahatlıkla geçerler.. Su, bütün tuzlarını bırakarak membrandan geçtiğinde, tuzlu su konsantrasyonu gitgide artar. Tuzlu su tarafındaki aşırı konsantrasyondan kaçınmak amacı ile nüfuz etme hacmi, düşük basınç

sisteminde geri alınır. Besleme akımı hacminin, %30-60 oranında çalışması ile korunur. RO ile arıtılacak sularda en önemli parametre şüphesiz TDS değeridir. TDS bize kullanılan hamsu hakkında net bilgiler vermektedir. Hamsuyun TDS değeri bize arıtılacak hamsu hakkında önemli bilgiler verir.

Ters osmoz prosesi ile su içerisinde bulunan çözünmüş katı, bakteri, virüs ve diğer mikropları giderebilmektedir. TO membranın gözenek çapı  $< 0.001 \mu\text{m}$ 'dir. TO'un en yaygın kullanım alanı deniz suyundan içme suyu elde edilmesidir(>800 psig). Prosesin en belirgin özelliği hiçbir faz değişiminin olmamasıdır. Nispeten düşük miktarda enerji gerektiren basınç sürücülü (300-1500 psig) bir prosestir. İçi boş lif ve spiral sargı modüller tercih edilir. Diğer kullanım alanları; ilaç sektörü, gıda işleme ve elektronik endüstrileri için ultra saf su üretimi, kullanılabilir kalitede su eldesi, kağıt hamuru ve kağıt endüstrisi için su eldesi ve atık su muamelesi gibi büyük bir uygulama alanına hakimdir (Salt, 2006).

Ters osmoz yaygın olarak yüksek tuzluluk, zengin mineralizasyon, çözünmüş madde ve organik madde içeriği yüksek olan deniz sularının arıtılmasında kullanılır (Aydın ve Ardalı, 2012).

### **2.5.7. Elektrodializ ve Elektrodializ dönüşü**

Elektrodializde sulu çözeltilerdeki iyonik bileşenler, iyon değiştirici membranları yardımıyla elektrik alanının sürücü kuvvet olarak kullanılmasıyla uzaklaştırılmaktadır. Membran, seçici ve yarı geçirgendir ve sadece anyonların veya katyonların geçişine izin vermektedir. Ayırma işlemi, molekül boyutundan ziyade elektrik yükü yardımıyla gerçekleşmektedir. Tuzsuzlaştırma prosesinde katyonlar ve anyonlar sırasıyla katot ve anot tarafından çekilir, iyon değiştirici membranlar ile tutulur ve daha sonra ortamdaki çıkarılır. Sonuç olarak, daha az iyonik madde taşır hale getirilmiş olmaktadır (Koyuncu, 2018).

Elektrodializ (ED) ve Elektrodializ dönüşü(EDR) prosesleri 0.0001 boyutundaki en ufak kirlenici iyonları eğer yüklüyse giderebilmeyi başarıyor. Sonuç olarak ED ve EDR tekniğiyle iyonik kirlenicilerin arıtılması sınırlıdır ve patogen gideriminde ve birçok organik uygulamalar da etkisiz kalmaktadır. RO ve NF tekniklerinin ikisinde difüzyon ve eleme işlemlerini gerçekleştirir. Bu yöntemler difüzyon ile bütün patogenler ve organik kirlenicileri bunun yanı sıra hemen hemen iyonik kirlenicilerin tamamını eleme yaparak giderir. RO ve NF proseslerinin arıtma sahaları birçok alanda mevcuttur. İçme suyunda

UF Tekniği ile 6-log dan daha büyük bütün patojenleri giderir. MF ile 6-log daha büyük kistleri tutar. Sonuçta; bu proseslerle mikrobiyal kirliliği ve bulanıklılığı verimli Şekilde giderebiliriz. Bu Şekilde birleŐik devletlerde ideal içmesuyu kaynağı haline gelmiş bulunur. Biyolojik ve kimyasal toksinlerin gideriminde mevcut düzenlemeler daha sıklı kontrol edilecek Şekilde düzenlenmiŐtir (K.Edzwald, 2011).

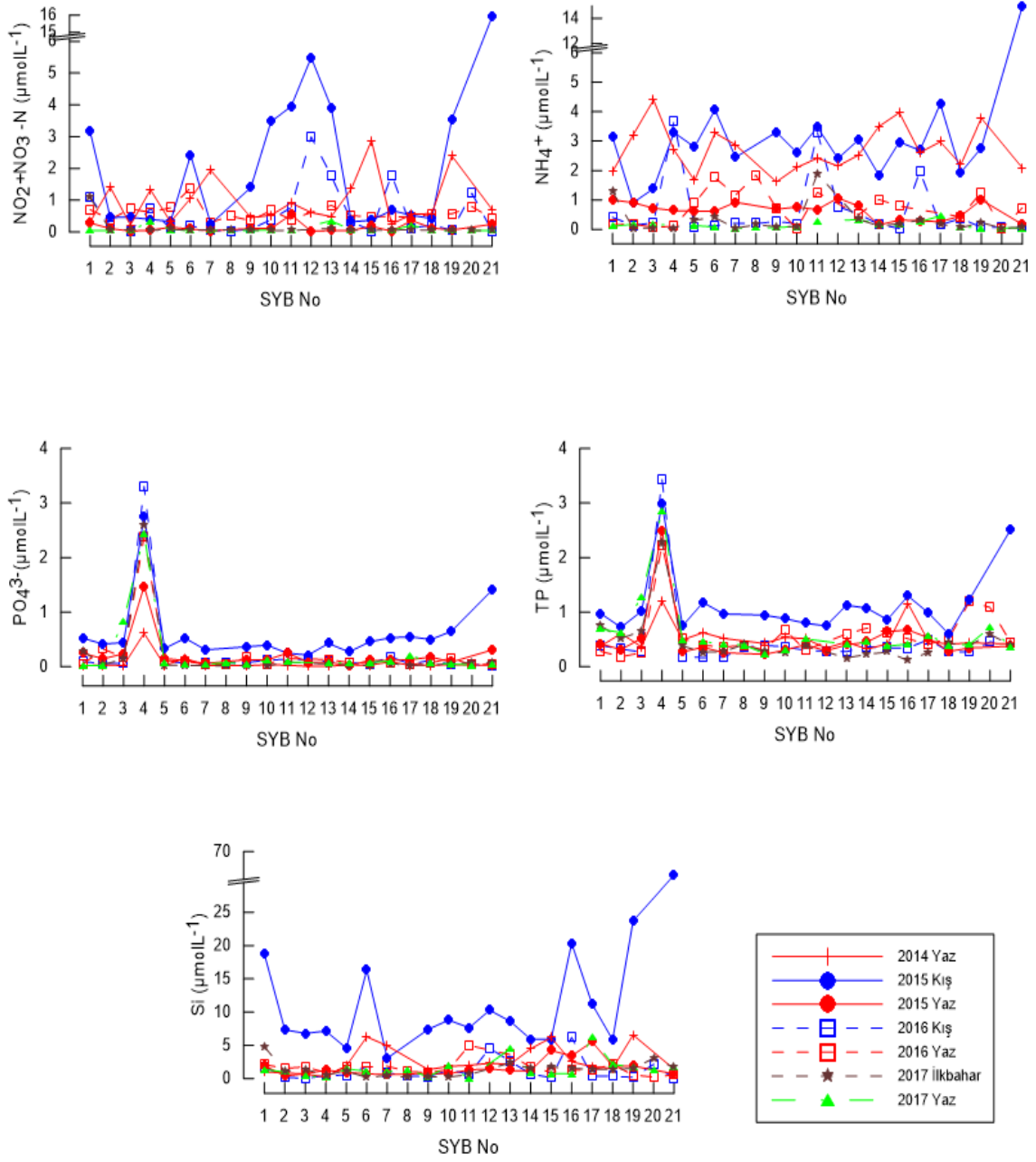


### 3. MALZEME VE YÖNTEM

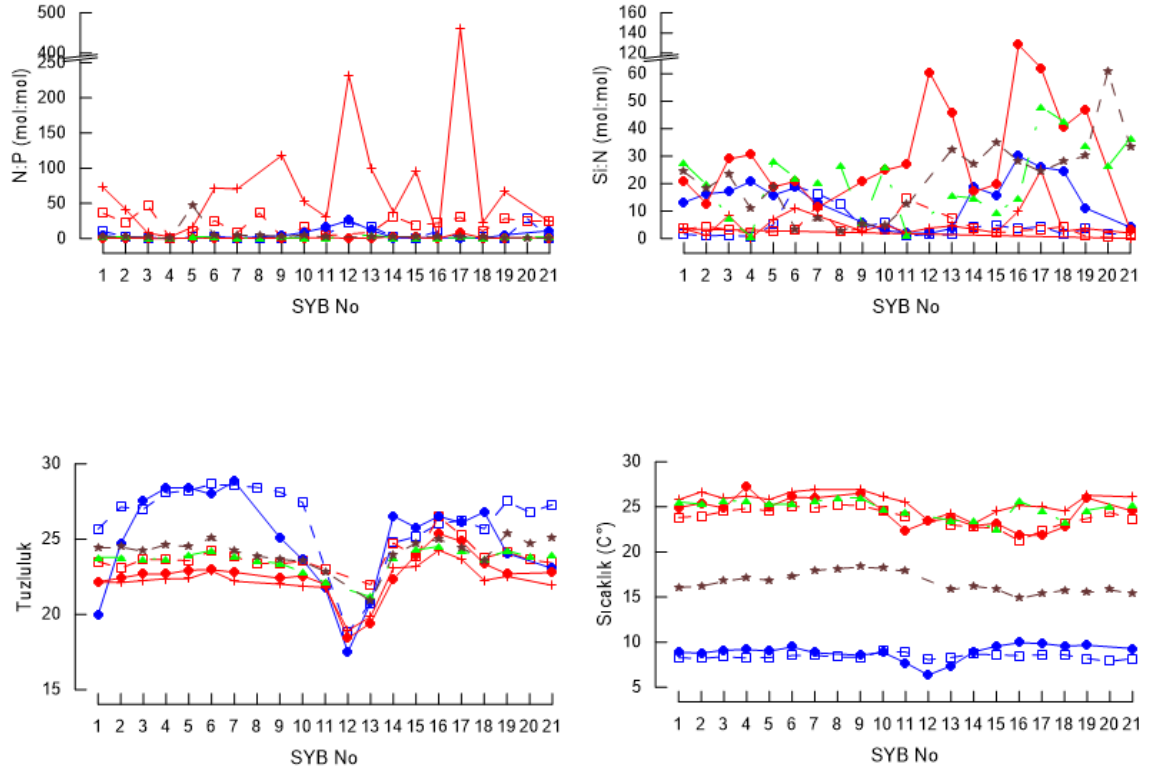
Marmara denizi su kalitesi üzerinde laboratuvar çalışmaları yapılarak, ham su özellikleri hakkında bilgi sahibi olunmuştur. Ham su üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda, literatür araştırmaları yapılarak hangi proseslerin kullanılması gerektiğine karar verilmiştir.

#### 3.1.MARMARA DENİZİ SU KALİTESİ MEVSİMLERE GÖRE DEĞİŞİMİ VE TESİS PROJESİ

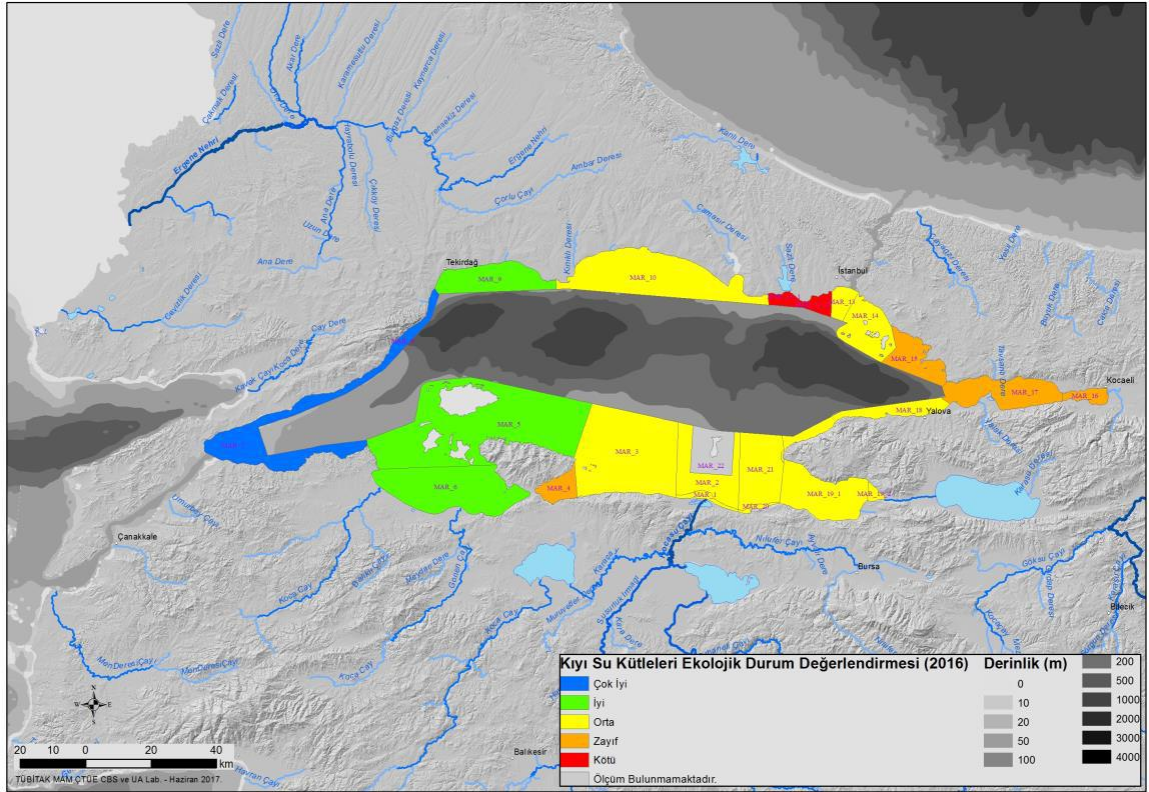
Marmara denizinde besi maddelerinin kış dönemlerinde ilkbahar ve yaz dönemlerine göre daha yüksek olduğu söylenebilir, ancak yıllar arası farklılıklar da vardır. İlkbahar döneminde tüm besin maddeleri en düşük seviyesinde olması birincil üreticiler (fitoplankton) tarafında tamamen alındığını gösterir. Fosforlu bileşiklerin her mevsimde MAR04 (Bandırma Körfezi) en yüksek seviyede ölçülmesi sanayi ve evsel baskıların sürekli olduğunu gösterir. Bunu dışında Susurluk etkisindeki SYB 'lerde (1-2-20-21) de görece yüksek azotlu bileşikler ve silikat tespit edilmiştir. N:P (Redfield molar) oranı okyanus ve baskı altında olmayan denizel sistemlerin ışıklı su tabakası için 16 olarak tanımlanmıştır. Bu değer, Marmara Denizi için genelde 5'in altında olup <2 olan değerler istenilmeyen değerlerdir. Si:N oranının ise <5 olması istenen bir durum değildir. Bu durum özellikle fitoplankton diatom grubundan diğer gruplara kaymalara ve sonuç olarak ekosistem yapısının değişmesine neden olur. Marmara Denizinin su yönetim birimlerinin 'lerinin 2014-2017 yılları arası yüzey tabaka (0-10m ortalama) besin elementleri karşılaştırılması ve besin elementleri oranları ve bazı fiziksel özelliklerinin karşılaştırılması Şekil 3.1 ve 3.2'de verilmiştir ( 2014-2016 yılı marmara denizi özet raporu,2017).



**Şekil 3.1:** Marmara Denizi SYB'lerinin 2014-2017 yılları arası yüzey tabaka (0-10m ortalama) besin elementleri karşılaştırılması (2014-2016 yılı marmara denizi özet raporu,2017)



**Şekil 3.2:** Marmara Denizi SYB'lerinin 2014-2017 yılları arası yüzey tabaka (0-10m ortalama) besin elementleri oranları ve bazı fiziksel özelliklerinin karşılaştırılması. (2014-2016 yılı marmara denizi özet raporu,2017)



**Şekil 3.3:** Marmara Denizi kıyı su kütlelerinin 2016 yılı ekolojik durum değerlendirmesi (2014-2016 yılı marmara denizi özet raporu,2017).

Marmara Denizi, Çanakkale, İstanbul Boğazları ile Ege Denizi ve Karadeniz arasında “Türk Boğazlar Sistemi” (TBS) olarak bilinen tek ve özel bir sistemdir. Bu bölge tarihin başlangıcından beri farklı medeniyetlerin yer aldığı ve her zaman yoğun insan etkisi altında olan ve doğal, kültürel ve ekonomik faaliyetlerin gerçekleştirildiği bir bölge olmuştur. Fiziksel olarak, TBS kendi lokal dinamiklerine sahip, komşu denizlerden etkilenen ve onları etkileyen bir yapıdadır. Tarihsel süreçler boyunca biyolojik olarak çok zengin, balıkçılık potansiyeli yüksek, deniz canlılarının göç yollarını oluşturan bir sistem olagelmıştır. İstanbul Boğazı, tüm sistem dinamiğini kontrol eden en önemli elementtir. Her iki boğaz ve bunların Marmara Denizi’ne açılan bölgelerinde oldukça karmaşık karışım, tabakalaşma ve jet akıntı ve dolaşım özellikleri yer alır. 1980’li yıllardan bu yana TBS üzerine yapılan dinamik sistem çalışmalarının tümü özetlenerek, Özsoy ve ark. (2016) tarafından tüm ayrıntılarıyla yakın zamanda yayınlanmıştır. Marmara Denizi’nin bugünkü çevresel durumunu iyi değerlendirmek için denizin üst su ve alt su dinamiklerini iyi anlamak gerekir. Marmara Denizi alt sularının fiziksel özelliklerinin oldukça stabil olduğu bilinir. Göreceli küçük değişimler ise Marmara Denizi alt sularının Akdeniz suları ile yenilenmesi proseslerini

tanımlar. Marmara Denizi kıyı su kütlelerinin 2016 yılı ekolojik durum değerlendirmesi Şekil 3.3’de verilmiştir.

Yenilenme yıllar arasında farklılıklar gösterirken, aynı zamanda kış ve yaz dönemleri yenilenme süreçleri de farklı seyrederek. Örneğin, kış döneminde sisteme giren Akdeniz suyu batıda çöker ve oradan içeriye doğru farklı derinlik tabakalarından yayılır. Yazın ise güney şelfine ulaşıp oraya yerleşir ve oradan sisteme yayılır. Bu doğal süreçler, basen boyunca alt tabaka sularının çözünmüş oksijen seviyelerini direkt olarak etkiler. Üst sular ve ara tabakanın yer aldığı derinlikler ile bu tabakanın kalınlığı gibi özellikler ise mevsimsel olarak ve aynı zamanda İstanbul Boğazı’nda Çanakkale Boğazı’na doğru önemli değişiklikler gösterir. Özellikle kış aylarında rüzgârların etkisi ile ara tabaka kalınlaşır, üst tabaka inceler. Üst su tabakası kış aylarında yaz aylarına göre her zaman 4-5 psu daha tuzludur. Yazın ise 20-25 m’lerde gözlenen soğuk ara su tabakası (kış aylarında, yüzeyde Marmara Denizi veya Karadeniz’de oluşan ve daha sonra ara tabakaya çöken) genellikle tipiktir. Karadeniz girdilerinin azaltılması yönünde Karadeniz havzası komşu ülkelerinin aldığı ve alacağı önlemler önem arz etmekle beraber, asıl olan Marmara Denizi havzalarındaki karasal faaliyetleri (yerleşim, sanayi, tarım, hayvancılık vs.) ve aynı zamanda denizel tüm faaliyetleri (taşımacılık, gemilerden deşarjlar, tarama/boşaltma, balıkçılık vs.) denetleyebilmek, bunlardan kaynaklanan kirlilik yüklerini azaltmak ve bunların etkilerini düzenli olarak takip edebilmektir (ÇŞB, TÜBİTAK-MAM 2017 b).

Marmara Denizi bentik habitat durumu her türlü baskıdan (avcılık da dâhil) etkilenmektedir. Ancak giderek azalan oksijen seviyeleri ve önemli bir alanda –yaygın olarak- doygunluk sınır değerinin altına inilmiş olması bu konuda önemli bir geriye gidişin olduğunu düşündürmektedir. Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı kapsamında, 2016 yılında gerçekleştirilen deniz tabanı biyoçeşitlilik çalışması sonuçları bu beklentiye –ne yazık ki- doğrulamaktadır. Bu çalışmada, Kuzey şelfinde balıkçılık tahribatının yanı sıra kontrol edilemeyen derin deşarj etkisi tespit edilmiş, bu durum dip su kalitesinin bozulmasına ve dolayısıyla habitat kaybına sebep olmuştur. Özellikle 50-80 m derinlik konturunda önemli habitat tahribatı tespit edilmiştir. Güney şelfinde ise balıkçılığa ve oksijensizliğe bağlı habitat tahribatı gözlenmiştir. Bunun sebebinin sadece balıkçılık değil doğu basendeki (Çınarcık Çukuru; 45 istasyon bölgesi) oksijensizleşmenin de olabileceği değerlendirilmiştir. Güney ve kuzey şelfindeki bozulan alanlarda tek tür baskınlığı gözlenmiştir. Bu seviyenin



daha da ilerlemesi durumunda bu bölgelerde de körfez içlerinde gözlenen azoik ortam koşullarına dönüşme olasılığının yüksek olabileceği açıktır. Marmara Denizi'nde tespit edilen habitat tahribatı, biyoçeşitlilikteki düşüş ve oksijensizleşme sorunlarından dolayı biyoçeşitlilik araştırmalarının daha sık aralıklarla yapılması ve Marmara Denizi'nin daha sıklıkla izlenmesi gerekliliği vurgulanmıştır. İklimsel değişkenlikler ve Karadeniz'den yüzey taşınım etkilerinin yanı sıra; yoğun şekilde planlanan karasal ve denizel faaliyetlerin neden olduğu besin elementleri, kimyasallar ve deniz çöpleri ile kirlenme, balıkçılık potansiyelindeki azalma, habitat ve biyoçeşitlilik kaybı, yabancı türlerin varlığı, mukus oluşumları, plankton patlamaları, balık ölümleri gibi olaylar ile sosyal açıdan kültür ve yaşam alışkanlıkların farklılaşması açısından gelinen kötü bir durumdur.

Marmara Denizi büyük yüzey alanına sahip olması onu atmosferik çökelmelere karşı savunmasız bırakabilmektedir. Ancak, hava-su arasındaki bu etkileşimler kirli suların da temizlenmesine yol açabileceği unutulmamalıdır. İkinci önemli nokta, Marmara Denizi'nin havzasında önemli sanayi bölgeleri vardır. Bunların çoğu herhangi bir arıtma uygulamadan atıksularını bu iç denize veya ona ulaşan akarsulara deşarj etmektedir. Bu da Marmara Denizi'nin aşırı kirlenmesine sebep olmaktadır. Marmara Denizi, Akdeniz ile Karadeniz arasında olduğu için devamlı bir akıntıya sahiptir ve bu akıntı nedeniyle, kirleticiler denizde uzak mesafelere kadar taşınmaktadır.. Dolayısıyla endüstrileşme ve nüfus yoğunluğunun az olduğu bölgelere kadar kirlilik taşınmaktadır. Diğer önemli noktaysa; Marmara Denizi büyük bir hacme sahiptir ve bu denizde suyun hidrolik kalış süresi uzamaktadır. Sonuç olarak kirleticiler bu ortamda uzun süreler kalmaktadır.

Biyolojik birikme kirleticileri, ekosistem açısından ciddi tehlikeler oluşturmaktadır (Taşdemir, 2002).

### **3.2.MARMARA AMBARLI BÖLGESİ PROJE ALANI**

İstanbulda su sıkıntısı olmasından dolayı deniz suyu arıtımı zorunlu hale gelmektedir. Tesis ihtiyacını deniz suyunu arıtarak gidermektedir.

## **İstanbul DGKÇ Santrali A Ünitelerine Osmoz Sistemi ile Artırılmış Su Tesisi Elektrik Santralin Kuruluş Amacı ve Tarihi**

İşin amacı; İstanbul DGKÇ Santrali A İşletme Müdürlüğü deiyonizasyon sisteminin beslemesi için mevcut şebeke suyu ve kuyu suyu sistemlerine alternatif olarak Deniz Suyu Arıtma Tesisinin yapılması amaçlanmıştır.

EÜAŞ, verimlilik ve karlılık ilkelerine göre elektrik üretim faaliyetlerinde bulunmak amacıyla teşkil edilen bir kamu kurumudur.

Santralin temeli 12 Ekim 1987 yılında atılmış ve 8 ay gibi kısa bir sürede 1. ve 2. Gaz türbinlerin yapımı tamamlanmış ve 9 ağustos 1988’de deneme üretimleri başlamıştır.

Ambarlı Doğalgaz Kombine Çevrim Santrali İstanbul ilimizin 30 km. batısında Avcılar İlçesi, Marmara denizi kıyısında tesis edilmiştir.. 3 kombineden oluşan santral toplam 1350 MW kurulu güce sahiptir.

### **Projenin Yeri**

Proje konusu alan İstanbul İli, Avcılar İlçesi’nde Ambarlı Mahallesinde bulunan E.Ü.A.Ş Elektrik Üretim Tesisinin sınırları içinde yer almaktadır.

## **TESİSİN SU İHTİYACI**

### **Hamsu Kalitesi**

Ters Ozmos arıtma tesisine alınacak hamsu santral soğutma suyu dönüş hatlarından alınacaktır. Hamsu noktasından alınan numunelerin analiz sonuçları Tablo 3.1’de sunulmuştur.

### **Hamsu Kalitesinin Değerlendirilmesi**

Hamsu analiz sonuçlarına ait minimum, ortalama ve maksimum değerlerden oluşan özet veriler Tablo 3.1 ’de verilmiştir. Hamsu ile ilgili değerlendirmeler araştırma ve proses seçimi bölümünde verildiği için burada değinilmemiştir.



Şekil 3.4: EUAŞ Santralini konumu



Şekil 3.5: EUAŞ Santralini Görüntü

Marmara deniz suyu belirli zaman aralığında izlenerek max ve min değerler elde edilmiştir. Bu değerler göz önüne alınarak arıtma tesisi için nasıl bir yol ve yöntem izleneceğine karar verilmiştir. Ham su analiz özeti incelendiğinde bulanıklık, amonyak, biyolojik oksijen ihtiyacı ve kimyasal oksijen ihtiyacı, toplam organik karbon değerlerinin yüksek olduğu görülmektedir. Denize yapılan deşarjlardan dolayı değerler yüksek çıkmaktadır.

**Tablo 5.1:** Hamsu Su Analiz Özeti.

Parametre		Birim	Min	Ort.	Max
pH			6,92	7,92	8,36
Bulanıklık		NTU	0,82	25,11	348
Sülfat	SO <sub>4</sub>	mg/L	875	1.916,67	5840
Nitrit	NO <sub>2</sub>	mg/L	0,007	0,02	0,059
Amonyak	NH <sub>3</sub>	mg/L	0,02	0,39	3,86
Biyolojik Oksijen İhtiyacı	BOİ <sub>5</sub>	mg/L	2	12,25	42
Kimyasal Oksijen İhtiyacı	KOİ	mg O <sub>2</sub> /L	123	190,50	258
Yağ ve Gres		mg/L	<10	<10	<10
Toplam Askıda Katı Madde	AKM	mg/L	10	122,40	1058
Serbst Klor	ClO <sup>-</sup>	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05
Alkalinite		mg CaCO <sub>3</sub> /L	140	182,40	460
Toplam Sertlik		mg CaCO <sub>3</sub> /L	3734	4.337,00	5075
Toplam Çözünmüş Maddeler		mg/L	21910	24.588,73	30377
Bikarbonat Alkalinitesi	HCO <sub>3</sub>	mg CaCO <sub>3</sub> /L	140	182,47	460
Karbonat Alkalinitesi		mg CaCO <sub>3</sub> /L	0	-	0
Fenol Ftalein Alkalinitesi		mg CaCO <sub>3</sub> /L	0		0
İletkenlik		mS/cm	26	34,53	40,9
Toplam Katılar		mg/L	22510	25.891,60	31140
Karbonat Sertliği		mg CaCO <sub>3</sub> /L	140	182,20	460
Karbonat Olmayan Sertlik		mg	3274	4.154,60	4923

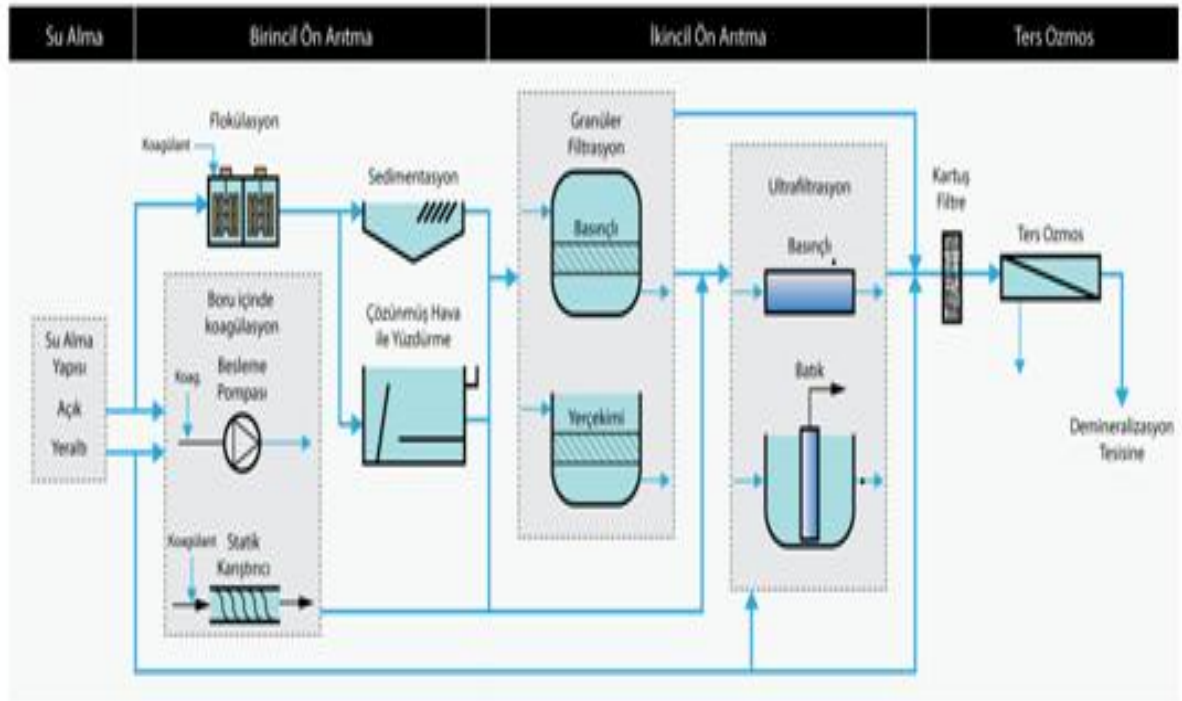
		CaCO <sub>3</sub> /L			
Demir (+2)	Fe <sup>+2</sup>	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1
Karbondioksit	CO <sub>2</sub>	mg CO <sub>2</sub> /L	134,45	194,71	426,3
Klörür	Cl	mg/L	12156	13.094,73	15146
Toplam Organik Karbon	TOC	mg/L	1,9	6,51	30,8
Hidroksit Alkalinitesi		mg CaCO <sub>3</sub> /L	0		0
Silika (Koloidal)		mg/L	0,11	0,44	1,03
Silika (Toplam)		mg/L	0,87	1,30	2,79
Metiloranj Alkalinitesi		mg CaCO <sub>3</sub> /L	140	182,40	460
Nitrat	NO <sub>3</sub>	mg/L	0,24	2,52	18,11
Renk		Pt-Co	<3	<5	<5
Permanganant İndeksi		mg O <sub>2</sub> /L	0,74	7,24	16,34
Stronsiyum	Sr	mg/L	2,4	3,60	4,9
Alüminyum	Al	mg/L	0,4	0,48	0,55
Bakır	Cu	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05
Baryum	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1
Demir	Fe	mg/L	0,59	1,27	1,87
Kalsiyum	Ca	mg/L	153	231,51	328,9
Magnesium	Mg	mg/L	428	746,38	961

### Arıtılmış Su Kalitesi

Arıtma tesisi sonucunda 126 m<sup>3</sup>/h debi ve iletkenlik <500 µs/cm olacak şekilde arıtılmış su istenmektedir.

### 3.3.DSTO SİSTEMLERİ PROSES ŞEMASI

DSTO tesislerinde kullanılmakta olan farklı ön arıtma opsiyonları ve çeşitli proses dizilimleri Şekil 3.6'de gösterilmiştir. Hamsu karakteristiğine göre suda hangi arıtma proseslerinden geçeceğine karar verilir.



**Şekil 3.6:** Ters ozmos ile deniz suyu arıtımında kullanılan uygulanabilir farklı ön arıtma seçenekleri ve proses düzenleri.

Su alma yapısı → Koagülasyon-Flokülasyon → Sedimentasyon → Granüler Filtrasyon → Ultrafiltrasyon → Kartuş Filtre → RO

Su alma yapısı → Koagülasyon-Flokülasyon → Sedimentasyon → Granüler Filtrasyon → Ultrafiltrasyon → RO

Su alma yapısı → Koagülasyon-Flokülasyon → Sedimentasyon → Ultrafiltrasyon → Kartuş Filtre → RO

Su alma yapısı → Koagülasyon-Flokülasyon → Çözünmüş Hava Flotasyonu → Granüler Filtrasyon → Ultrafiltrasyon → Kartuş Filtre → RO

Su alma yapısı → Koagülasyon-Flokülasyon → Çözünmüş Hava Flotasyonu → Granüler Filtrasyon → Ultrafiltrasyon → RO

Su alma yapısı → Koagülasyon-Flokülasyon → Çözünmüş Hava Flotasyonu → Granüler Filtrasyon → Ultrafiltrasyon → RO

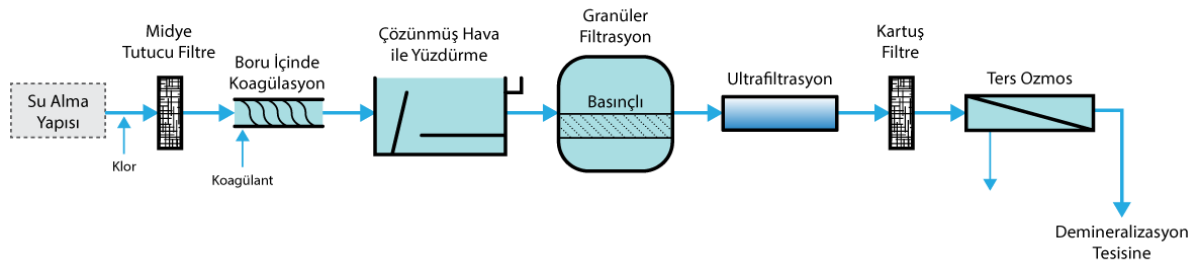
Su alma yapısı → Boru içinde koagülasyon → Granüler Filtrasyon → Kartuş Filtre → RO

Su alma yapısı → Boru içinde koagülasyon → Ultrafiltrasyon → Kartuş Filtre → RO

Subsurface Su alma yapısı → Boru içinde koagülasyon → Ultrafiltrasyon → Kartuş Filtre → RO

Subsurface Su alma yapısı → Kartuş Filtre → RO

### Mevcut tesis akım diyagramı



Şekil 3.7: DSTO tesisinde uygulanacak olan akım diyagramı

Deniz Suyu Arıtma Sistemi (Desalination Sistemi) 3.024 m<sup>3</sup>/gün (126 m<sup>3</sup>/h) nihai nominal kapasiteye göre hizmet verebilecektir Marmara denizi su kalitesine bakıldığında max bulanıklık 348 NTU, Yağ ve Gres 4,2 mg/lt, Toplam Askıda Katı Madde 1058 mg/lt . İletkenlik 48,9 mS/cm dir. TO sistemine ham su girişi istenilen ürün suyu debisine göre 366,66 m<sup>3</sup>/sa olarak belirlenmiştir. İletkenliğin düşürülmesi amacıyla ters ozmos sistemi seçilmiştir. Tesise gelen ham deniz suyu üzerinde yapılan laboratuvar çalışmaları ve literatür araştırmaları sonucunda deniz suyu içerisinde yağ-gres, alg, midye, askıda katı madde (AKM) konsantrasyonları yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu parametrelerin giderilebilmesi, TO sistemini tıkanmaya karşı korunması ve sistem içerisinde kullanılacak membranların ömrünü uzatılabilmesi amacıyla midye tutucu filtre, koagülasyon ve flotasyon sistemleri, granüler filtrasyon ve ultrafiltrasyon sistemleri tasarlanmış ve projelendirilmiştir.

Tesis terfi yapısı, kimyasal arıtma, basınçlı kum filtreleri, Ultrafiltrasyon sistemi, Ters Ozmos Sistemi ve çamur işleme ünitelerinden oluşmaktadır. Hatlardan alınan hamsu pompalarla basıldığında ilk önce şok klorlama yapılarak mekanik filtreden geçirilecektir. Bunu takip eden kimyasal arıtma ünitesi hızlı karıştırma (koagülasyon), yavaş karıştırma (flokülasyon) ve DAF (Çözünmüş hava flotasyonu – yüzdürme) tanklarını içermektedir. DAF 'tan sonra hamsu tekrar terfi havuzuna alınarak basınçlı kum filtrelerine yollanacaktır. Buradan çıkan filtrelenmiş sular Ultrafiltrasyon sistemine verilecektir. pH'ı istenen aralığa getirmek için ihtiyaç halinde asit dozlaması yapılarak su Ters Ozmos (RO) ünitesine basılacaktır. Ters Ozmostan çıkan arıtılmış su tanklara alınacak buradan da pompalar ile sisteme basılacaktır. Bu arada Ters ozmosta oluşan konsantre atık su atılmak üzere drenaj havuzuna gidecektir. DAF 'ta oluşan kimyasal çamur ise, yoğunlaştırma tankından filtreprese susuzlaştırılmak üzere basılacaktır.

Tesiste kullanılan deniz suyunda yapılan incelemelerde numunelerin askıda matı madde ve klorür muhtevalarının yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Hava koşullarına bağlı olarak su kalitesi değişebilmektedir, özellikle rüzgarlı günlerde askıda katı madde muhtevasının yükseldiği görülmüştür. Bunun dışında yağ-gres içeriği genel olarak 10'un altında olmakla birlikte, zaman zaman yükselmektedir.

### **Proseslerin Tanıtımı**

*Ön Klorlama:* Tesise gelen bakteri, midye ve alg konsantrasyonunun düşürülebilmesi amacıyla ön klorlama işlemi yapılacaktır.

*Midye Tutucu Filtre (Jet Filtre):* Tesise gelen deniz suyunda midye problemi olduğu belirtilmiştir. Midyeler havuzlarda birikmekte ve ekipmanları tıkayabilmektedir. Bu yüzden tesise gelen yükün azaltılabilmesi amacı ile koagülasyon öncesinde midye tutucu bir filtre tertip edilecektir.

*Koagülasyon ve Flotasyon (DAF):* AKM, yağ-gres ve alg konsantrasyonlarının düşürülebilmesi amacıyla  $FeCl_3$  ile koagülasyon yapılan bir çözünmüş hava ile yüzdürme sistemi kurulacaktır. Bu parametrelerin ön filtrasyon sistemlerinden önce giderilmeleri ön filtrasyon sistemlerinin çalışma ömrünü arttırmaktadır.

*Kum Filtresi ve Disk Filtre:* Kum filtresi ve disk filtre, koagülasyondan sonra elde edilen ürünün ters ozmosa girmeden önce ön arıtımı için kullanılmaktadır. Disk filtresi, kum



filtresinden kaçan kumların tutulması için kullanılacaktır. Bu yapılar ultrafiltrasyona gelen ürünün kalitesini arttırdığı için çalışma süresini olumlu etkilemekte ve membran ömrünü uzatmaktadır.

*Ultrafiltrasyon:* Ters ozmos sistemlerinde optimum performansın sağlanabilmesi ve maliyetlerin azaltılabilmesi için uygun bir ön arıtma işlemi gereklidir. TO üreticileri SDI değerinin 3'ün altında olmasının arıtım için uygun olacağını belirtmektedir. SDI'daki yükselmeler TO membranlarında hızlı tıkanmalara sebebiyet vermekte ve bakım sürelerini arttırmaktadır. Bu nedenle TO'ya gelen suyun kalitesinin sabit bir şekilde sağlanması gerekmektedir. Klasik ön arıtma sistemleri bu konuda tamamen güvenilir değildir. Bu nedenle ultrafiltrasyon sistemi en uygun sistem olarak tercih edilmiştir.

*Ters Ozmos:* Deniz suyunda bulunan iyon konsantrasyonunun giderilebilmesi için ters ozmos sistemi kullanılacaktır. Uygulanacak arıtma sistemi akım diyagramı şekil 3.7'de verilmiştir.

### **3.4.ARITMA TESİSİ PROSES VE HESAPLARI**

Hamsu üç ayrı hattan ayrı ayrı pompalarla emiş yapılarak sisteme kolektör vasıtasıyla basılacaktır. Sadece bir hattan su gelebilme ihtimaline karşılık pompa seçiminde tesisin tüm debisini karşılayacak şekilde seçim yapılmıştır. Dolayısıyla hamsu giriş pompalarının herbirinin debisi  $370 \text{ m}^3/\text{h}$  olarak seçilmiştir.

#### **3.4.1. Su Alma Yapıları**

Su alma yapılarının DSTO tesisine gelen deniz suyunun kalitesi üzerinde önemli bir etkisi olacaktır ve bu yüzden ön arıtma sisteminin tasarımını etkilemektedir. Günümüzde DSTO tesisleri açık su alma yapıları ile işletilmektedir. Bu da demek oluyor ki ön arıtma prosesleri gerekli DSTO tesisi besleme suyu kalitesini sağlarken ham deniz suyu kalitesindeki değişimleri de giderecek şekilde tasarlanması gerekir. Son yıllarda birçok tesis DSTO tesisine giren deniz suyu kalitesini iyileştirmek için yeraltı su alma yapılarını kullanmaktadır ve ön arıtma sistemlerinin tasarım ve işletme açısından karmaşıklığını en sonunda azaltmaktadır.

Yeraltı su alma yapıları kumsal alanlara veya deniz dibine açılan kuyular (dikey, açılı ve dairesel) ve galerilerden oluşabilir. Bu tip su alma yapısı kıyı bölgelerin doğal jeolojik özelliklerini kullanarak deniz suyunun yavaş bir şekilde toprak, kum ve taş katmanlardan geçerek DSTO tesisine girmeden önce filtre edilmesine ve aktif biyolojik arıtma gerçekleşmesine olanak sağlamaktadır. Bu tarz prosesler alg patlaması sırasında deniz suyu içerisinde önemli ölçüde askıda katı madde, alg, bakteri ve çözünmüş organik karbon giderimi sağlamaktadır. Böylece ön arıtma sistemlerinin kirletici yükü giderim veriminin artmasına yardımcı olur. Yeraltı su alma yapılarının kurulması sahil ve kıyı bölgelerinin yakınlarında bulunan tesisler için daha çok edilmektedir.

### **3.4.2. Hızlı Karıştırma Yapısı**

Hızlı karıştırma işlemi ile sistemin Damlatmalı filtrenin önüne konulmuştur. Koagülasyon işlemi bu ünite de yapılmaktadır.

#### **3.4.2.1. Koagülasyon**

Koagülasyon genel olarak konvansiyonel ön arıtma sistemlerinde sedimentasyon /yüzdürme sonrasında GYF sisteminin bulanıklık giderimi ve yüzey yükü oranları açısından proses performansını iyileştirmek üzere uygulanmaktadır. Koagülasyon konvansiyonel GYF sisteminin giderebildiği ortalama partikül boyutunu önemli ölçüde azaltmaktadır. Örneğin iyi işletilen bir filtre 0.2 µm boyutuna kadar küçük parçacıkları koagülasyon sonrasında giderebilmektedir. Koagülasyon sistemlerinin tasarımı ve işletilmesinde karıştırma hızı ve zamanı önemli parametrelerdir. Karıştırma boru hattında veya büyük ölçekte sağlanabilir. Boru hattında gerçekleştirilen koagülasyon oluşan flokların durultucu basamağı kullanılmadan giderilmesini sağlayan bir uygulamadır ve bu işlem sırasında flokülasyon tankına olan ihtiyaç ortadan kalkmaktadır. Sonuç olarak çoğu boru hattı koagülasyon uygulamasında kolagülasyon, koagülant maddenin bir statik karıştırıcı (konvansiyonel GYF için) öncesinde veya doğrudan besleme hattına dozlanarak gerçekleştirilir. Flokülasyon ise boru hattında veya flokülasyon tankı içerisinde gerçekleştirilebilir. UF uygulamalarında amaç partiküllerin çapının büyümesi olmadığı ve küçük floklar UF işletmesini iyileştirebildiği için ayrıca flokülasyona ihtiyaç duyulmayabilir.

Demir tuzları, özellikle demir klorür deniz suyu koagülasyon uygulamalarında en iyi seçimdir. Deniz sularının arıtımında TO sisteminin ön arıtımında alüminyum sülfat ve

polialüminyum klorür (PAK) laboratuvar ve pilot ölçekte çalışılmış olsa da büyük ölçekli tesislerde kullanılmamaktadır. Bunun en büyük nedeni alüminyumun çözünürlüğünün nispeten yüksek olması ve TO membranlarına kadar ulaşarak taşlaşmaya sebebiyet vermesidir. Demir klorür geniş pH aralıklarında daha az çözünürlüğe sahiptir ve ön arıtmadan sonra suda daha az çözülmüş demir bırakır ve böylelikle taşlaşma sorununun önüne geçilmiş olur. Üstelik demir klorür, hidroliz ürünlerine daha reaktif ve soğurucu hale getiren yüksek katyonik yük/toplam kütle oranına sahiptir. Bu sayede daha yüksek oranda yağ-gres, doğal ve sentetik organik madde giderimi sağlanmaktadır. Demir klorür kullanımından sonra oluşan çökelmiş demir hidroksit çamur hacmi, sülfat bazlı koagülantların ( $Fe_2(SO_4)_3$  vb.) %30-60'ı kadardır. Buna ek olarak, demir klorür kullanımı ile oluşan çamurun susuzlaştırılması genellikle daha kolaydır.

Kimyasal pıhtılaştırma, bulanıklık, kil tanecikleri, organik maddeler, bakteri ve alglerin yok edilmesi amaçlanmaktadır.

### **3.4.3. Yavaş Karıştırma Yapısı**

Hızlı karıştırma işleminden sonra bir dağıtım kanalında toplanır, dengeli ve eşit şekilde dağıtılır.

İyi bir yumaklaştırma sağlamak amacıyla 2 bölmeli üniteler yapılmıştır. Bölmede bulunan karıştırıcının hızı PLC ye göre hesaplanır. Hız gradyan ve devir miktarları farklılık gösterir.

### **3.4.4. Daf Sistemi(Çözünmüş Hava Flotasyonu, Çhf )**

Daf sisteminde hızlı ve yavaş karışıma sonrası oluşan floklar toplanarak çöktürülüp, toplanıp sistemden atılma prensibine dayanır. Flotasyon sağlanır.

#### **3.4.4.1.Flotasyon**

Çöktürme genel olarak GYF ve MF/UF sistemlerinden önce, tipik olarak besleme suyu günlük ortalama bulanıklık değerinin 30 NTU'dan yüksek olduğu durumlarda sisteme giren katı yükünü düşürmek amacıyla kullanılmaktadır. Besleme suyu bulanıklık değerinin çok yüksek (>100 NTU) olduğu durumlarda konvansiyonel çöktürme tankları düşük katı madde ve alg içeriği sağlanması açısından yetersiz kalabilir. Bu durumda lamella plakalar gibi katı madde giderim verimini arttıran unsurlar kullanılabilir. Çöktürmenin olmadığı koşullarda

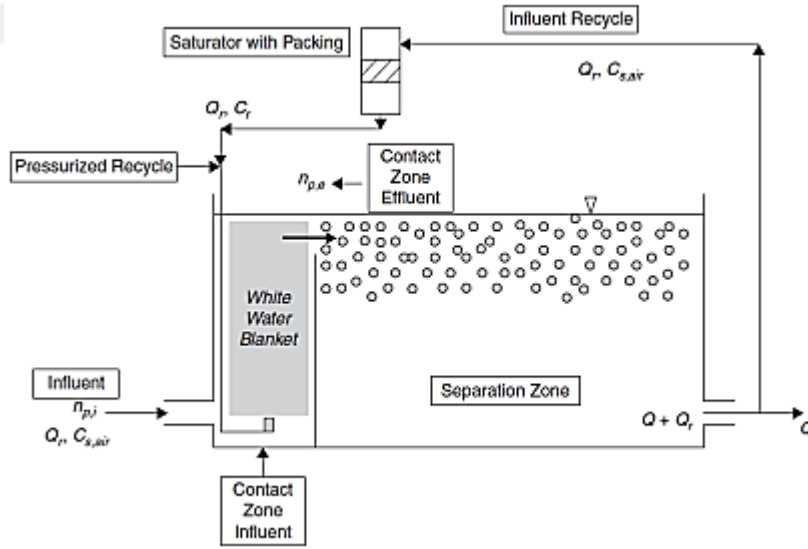
yüksek bulanıklık değerleri GYF'nin katı madde tutma kapasitesinin aşılmasına neden olabilir. Sonuç olarak düşük üretim kapasitesi, daha kısa filtre işletim süresi, sık geri yıkama periyotları ve düşük çıkış suyu kalitesi gibi problemler meydana gelir. Deniz suyu ön arıtması için çöktürme tankları tipik olarak çöktürme tankı çıkış suyunun 2.0 NTU ve  $SDI_{15} < 6$  olacağı şekilde tasarlanmaktadır.

ÇHY konvansiyonel filtrasyon veya MF/UF sistemlerinden önce partikül maddelerinin giderimini sağlayan durultucu bir prostestir. Genel olarak iki kademeli yumaklaştırıcı sonrasında, çöktürme prosesinde deniz suyu için kullanılan koagülant dozundan daha az koagülant dozlanarak uygulanır. Basınç altında hava ile doygunluğa ulaştırılmış su, besleme hattına verilir. Yüzdürme tankına ulaşan suların basıncı düşerek sadece atmosferik basınca maruz kalır ve su içerisinde çözülmüş hava, gaz fazına geçerek mikro kabarcıklar (yaklaşık 30-100  $\mu\text{m}$ ) oluşturur. Bu kabarcıklar koagüle olmuş flokları ve katı maddeleri yüzeyine taşıyarak yüzmelerini sağlar. Su yüzeyinde bulunan katı maddeler mekanik sıyrıcı veya savaklar ile su yüzeyinden sıyrılır. Durultulmuş sular ise tank tabanından borular ile çekilerek bir sonraki prosese verilir. Konvansiyonel ÇHY prosesi 5-15 m/st hidrolik yük oranlarında işletilir. Son yıllarda 15-30 m/st ve üzeri hidrolik yük oranına sahip yüksek hızlı ÇHY üniteleri geliştirilmiştir.

ÇHY üniteleri su üzerinde yüzen, düşük yoğunluklu partikül maddelerin giderimi için çok uygundur. Örneğin algler, yağ ve gres gibi çöktürme ile giderilemeyen kirleticilerin giderilmesinde yüksek verimler elde edilmektedir. Alg patlamasından etkilenen deniz suları gibi arıtılması zor sular için filtrasyon öncesinde ÇHY ünitesinin kullanılması şiddetle önerilmektedir. Yüzdürme ile alg konsantrasyonu önemli ölçüde giderilerek ortam filtrelerinin hızlı bir şekilde tıkanması ve kapasitelerinin düşmesi engellenmektedir. Prosesin etkili olması için genellikle 1-2 mg Fe(III)/L veya biraz daha yüksek koagülant dozu yeterli olmaktadır. TO besleme suyu için kabul edilebilir SDI değerine ulaşmak için ÇHY çıkış sularına granül ortam filtresinden hemen önce ilave koagülant dozlanması gerekebilir. Literatürde birçok ÇHY ünitesinde 20 mg/L  $\text{FeCl}_3$  konsantrasyonuna kadar koagülant dozlaması yapıldığı belirtilmiştir. Yüksek hızlı ÇHY sistemlerinde yüzey yükü 30 m/st hıza kadar ulaşabildiği için daha küçük alana ihtiyaç duyar. Bu sebeple filtrasyon ünitesinin önüne yüzdürme ünitesinin eklenmesi konvansiyonel çöktürme ünitesinin kullanımına oranla daha ucuz bir yöntemdir. Fakat ÇHY prosesinde havanın suya difüzyonu ve

doyunluğa ulaşması için gereken ilave ekipman ihtiyacı, çamur sıyrıcılar, arıtılmış su sirkülasyonu sistemin maliyetini artırır ve karmaşık hale getirir.

Çözünmüş hava flotasyonunda, sudaki oksijen belirli bir basınç altında doygun hale getirildikten sonra ortama uygulanan basınç kaldırılarak, basınç altında çözünmüş olan oksijen atmosferik şartlarda birden gaz haline geçerek kabarcıklar oluşturur bu sayede hafif tanecikler yüzeye çıkar. Flotasyon ünitesinde 5 – 6 atm basınç altında çözünmüş hava kullanılmaktadır. Basınçlı hamsu açık hava basıncına açık olan flotasyon havuzuna verildiğinde, basınç farkından dolayı hava kabarcıkları oluşur ve istenen flotasyon da gerçekleşmiş olur. Üstte toplanan yağlı maddeler yüzey sıyrıcı ile toplanırken aynı şekilde dipte toplanan çamurlar da çamur vanaları sayesinde sistemden uzaklaştırılırlar. DAF sistemi çıkışından alınan geri devir suyu, özel olarak tasarlanmış olan mikro hava kabarcık jeneratörü ile basınç tankından geçirildikten sonra proses suyuyla birlikte filtrasyon ünitesine verilmektedir. DAF sisteminin genel akım şeması Şekil 6.1’de verilmiştir.



Şekil 3.8: DAF proses akım şeması

**Tablo 3.2:** Konvansiyonel ve Yüksek Hızlı DAF sistemleri tasarım kriterleri

Sembol	Parametre	Birim	Konvansiyonel	Yüksek Hızlı
T	Temas Süresi	dakika	10-20	10-15
$V_{cz-hl}$	Temas Bölgesi (Contact Zone) Hidrolik Yükleme Hızı	m/h	100-200	120-300
$T_{cz}$	Temas Bölgesi(Contact Zone) Bekleme Süresi	dakika	1 - 2,5	1 - 2
$V_{nom-hl}$	Nominal Hidrolik Yükleme Hızı	m/h	5 - 15	10 - 30
$V_{sz-hl}$	Ayrışma Bölgesi (Separation zone)Hidrolik Yükleme Hızı	m/h	6 - 18	20 - 40
	Havuz derinliği	m	2- 3,5	2,5 - 4,5
R	Geri devir oranı	%	6 - 12	6 - 12
	Basınçlandırma Tankı (Saturator)Basıncı	kPa	400 - 600	400 - 600
	Basınçlandırma Tankı (Saturator) Verimi	%	80 - 95	80 - 95
A/S	Hava/Katı madde oranı (Flotation technology)	mL hava/mg katı	0,05-0,1	
	Havanın Çözünürlüğü (20°C)	mL/L	18,7	

DAF' a Gelen Debi,  $Q = 370 \text{ m}^3/\text{h}$

Havuz Sayısı = 2 adet

Bir Havuza Gelen Debi,  $Q_0 = 370 \text{ m}^3/\text{h} / 2 = 185 \text{ m}^3/\text{h}$

Geri Devir Oranı,  $R = \%10$  alınırsa,

Geri Devir Debisi,  $Q_r = 185 \text{ m}^3/\text{h} \times \frac{10}{100} = 18,5 \text{ m}^3/\text{h}$  olur.

Bir Havuza Giren Debi,  $Q_T = Q_r + Q_0 = 185 \text{ m}^3/\text{h} + 18,5 \text{ m}^3/\text{h} = 203,5 \text{ m}^3/\text{h}$

$$Q_T = 203,5 \text{ m}^3/\text{h} = 0,0565 \text{ m}^3/\text{sn}$$

### **Temas Bölgesi (Contact Zone) Hesabı :**

Yükleme Hızı,  $V_{cz-hl} = 130 \text{ m/h}$

Temas Süresi,  $T_{cz} = 1,85 \text{ dak} = 111 \text{ sn}$

Yüzey Alanı,  $A_c = Q_T / V_{cz-hl} = 203,5 \text{ m}^3/\text{h} / 130 \text{ m/h} = 1,565 \text{ m}^2$

Genişlik = 2 m

Uzunluk =  $1,565 \text{ m}^2 / 2 \text{ m} = 0,78 \text{ m} \cong 0,8 \text{ m}$

Hacmi =  $0,0565 \text{ m}^3/\text{sn} \times 111 \text{ sn} = 6,2715 \text{ m}^3$

Su derinliği =  $6,2715 \text{ m}^3 / 1,565 \text{ m}^2 = 4 \text{ m}$

### **Ayrışma Bölgesi (Separation Zone) Hesabı :**

Yükleme Hızı,  $V_{sz-hl} = 22 \text{ m/h}$

Yüzey alanı  $A_{sz} = Q_T / V_c = 203,5 \text{ m}^3/\text{h} / 22 \text{ m/h} = 9,25 \text{ m}^2$

Genişlik = 2 m

Uzunluk =  $9,25 \text{ m}^2 / 2 \text{ m} = 4,625 \text{ m} = 4,7 \text{ m}$

Hacmi =  $2 \text{ m} \times 4,7 \text{ m} \times 4 \text{ m} = 37,6 \text{ m}^3$

Temas Süresi,  $T = 37,6 \text{ m}^3 / 0,0565 \text{ m}^3/\text{sn} = 665 \text{ sn} \cong 11 \text{ dakika}$  (10 - 15 dakika arasında olduğu için uygundur.)

$A_{csz}$  : Toplam Yüzey Alanı (Contact + Separation zone) ( $\text{m}^2$ )

$A_{sz}$  : Ayrışma Bölgesi (Separation zone) Yüzey Alanı ( $\text{m}^2$ )

$$\text{Nominal Hidrolik Yükleme, } V_{\text{nom-hl}} = Q_0/A_T = \frac{185 \text{ m}^3/\text{h}}{(0,8+4,7)\text{m} \times 2\text{m}} = 16,8 \text{ m/h}$$

(10 – 30 m/h arasında olduğu için uygundur)

$$\text{Ayrışma Bölgesi Hidrolik Yükleme, } V_{\text{sz-hl}} = \frac{Q_0 + Q_r}{A_{\text{sz}}} = \frac{203,5 \text{ m}^3/\text{h}}{4,7\text{m} \times 2\text{m}} = 203,5 \text{ m}^3/\text{h} / 9,4 \text{ m}^2 \cong 21,65 \text{ m/h}$$

(20 – 40 m/h arasında olduğu için uygundur)

Çözünmüş Hava doygunluk Değeri,  $C_s = 18,7 \text{ mg/L}$  (Tablodan)

Basınç altında çözünme sabiti,  $f = 0,5$

Basınç,  $P = 4 \text{ bar}$

Askıda katı madde girişi,  $X_0 = 35 \text{ mg/L}$  (Su analizine göre)

$$\frac{A}{S} = \frac{C_s \times Q_r (f \times P - 1)}{Q_0 \times X_0}$$

$$\frac{A}{S} = \frac{18,7 \times 18,5 (0,5 \times 4 - 1)}{185 \times 35} = 0,0534 \text{ uygun aralıktadır.}$$

**Tablo 3.3:** Atmosferik basınçta sıcaklık-hava çözünürlük tablosu

Temperature (°C)	Solubility in pure water of air (ppm)
0	29.2
5	25.7
10	22.8
15	20.6
20	18.7
25	17.1
30	15.6

**a) DAF Çamur Hesabı**

$$\text{Günlük debi, } Q = 370 \text{ m}^3/\text{h} = 8.880 \text{ m}^3/\text{gün}$$

$$\text{Askıda katı madde oranı, } SS = 35 \text{ mg/L}$$



DAF verimi,  $R = \%90$

Çamur Konsantrasyonu,  $C = \%2 (2-3)$

Katı çamur miktarı,  $P_{f1} = Q \times SS \times R \times 10^{-5}$

$$P_{f1} = 8.880 \times 35 \times 90 \times 10^{-5}$$

$$P_{f1} = 279,72 \text{ kg/gün}$$

Çamur Hacmi,  $V_{f1} = P_{f1}/(10 \times C)$

$$V_{f1} = 279,72/(10 \times 2)$$

$$V_{f1} = 13,99 \text{ m}^3$$

#### b) DAF Çamur Havuzu Hesabı

DAF Çamur Havuzu en az 6 saatlik çamuru alacak şekilde dizayn edilmelidir.

Çamur Havuzu,  $V = 0,58 \text{ m}^3/\text{h} \times 6 \text{ h} \cong 3,5 \text{ m}^3$

#### c) DAF Filtre pres Hesabı

Çamur debisi  $V_{f1} \cong 14,0 \text{ m}^3/\text{gün}$

Katı çamur miktarı  $P_{f1} \cong 280 \text{ kg/gün}$

Filtre presler çamurları %30-35 oranında susuzlaştırırlar.

%30 susuzlaştırmaya göre filtrepreste oluşacak çamur hacmi

$$V = 280 \text{ kg/gün} \times 100/30 = 933 \text{ L/gün}$$

Günde 3 şarj olacağı kabulü ile filtre preste her şarjda susuzlaştırılacak çamur miktarı

$$932,4 \text{ L} / 3 = 310,8 \text{ L}$$

80x80 bir plakanın çamur kapasitesi yaklaşık 16 L'dir

$$310,8 \text{ L} / 16 \text{ L/plaka} = 19,43 \text{ plaka}$$

%20 emniyet payı kabul edilirse

19,43 plaka x 1,2 = 23,3 plaka

800x800 - 25 plakalı bir filtre pres seçilmiştir.

#### d) DAF Girişine Koagülant Dozajı

DAF ünitesinde koagülant kimyasalı olarak  $\text{FeCl}_3$  kullanılacaktır. DAF girişindeki deniz suyuna max. 15 mg/L  $\text{FeCl}_3$  dozajı yapılacaktır. Buna göre;

Hamsu Debisi,  $Q = 370 \text{ m}^3/\text{h} = 0,1028 \text{ m}^3/\text{sn}$

Dozaj miktarı,  $= 15 \text{ mg/L} = 0,015 \text{ kg/m}^3$

$\text{FeCl}_3$  Tüketimi,  $= 370 \text{ m}^3/\text{h} \times 0,015 \text{ kg/m}^3 = 5,55 \text{ kg/h}$

Solüsyon özgül ağırlığı  $= 1,43 \text{ g/cm}^3$  (20 °C)

$\text{FeCl}_3$  Debisi  $Q_{\text{FeCl}} = 5,55 \text{ kg/h} / 1,43 \text{ g/cm}^3 = 3,88 \text{ L/h}$  (%100)

Piyasada  $\text{FeCl}_3$  %40 'lık olarak satılmaktadır.

%40'lık  $\text{FeCl}_3$  Çözeltisi Debisi,  $Q_{\text{FeCl}} = 3,88 \text{ L/h} / 0,4 = 9,7 \text{ L/h} = 232,8 \text{ L/gün}$

Klor Dozajı için gerekli ekipmanlar;

- 1.600L PE Tankı ( UF ile ortak)
- 0-20 L/h – 5 Bar Dozaj pompası 2 Adet ( 1A+1Y),

olarak seçilmiştir.

#### e) Polimer Dozajı

Polielektrolit sarfiyatını hesaplamak için çamurun katı madde miktarları yaklaşık olarak saptanmalıdır. Daha önceki hesaplamalarda DAF ünitesinden

Çamur debisi,  $V_{f1} \cong 14,0 \text{ m}^3/\text{gün}$ 'dür.

Katı çamur miktarı  $P_{f1} \cong 280 \text{ kg/gün}$

çamur atılacağı hesap edilmişti.

Filtrepres için 1000 kg katı madde için öngörülen polimer miktarı 4 kg polimer olursa;

$$\begin{aligned} \text{Polimer} &= 4 \text{ kg Polimer}/1000 \text{ kg KM} \times 280 \text{ kg KM/gün} \\ &= 1,12 \text{ kg/gün} \end{aligned}$$

polielektrolitler genellikle yoğun yapıları nedeniyle %0,5 gibi düşük çözelti konsantrasyonlarda hazırlanır.

$$\text{Polimer özgül ağırlığı} = 1,06 \text{ ton/m}^3$$

$$\text{Polimer Debisi} \quad Q_{\text{poli}} = 1,12 / (0,005 \times 1,06 \times 1000) = 0,211 \text{ m}^3/\text{gün}$$

Polimer dozajı hatta yapılacağı ve Çamur pompasının kapasitesi 2 m<sup>3</sup>/h olduğuna göre;

$$\begin{aligned} Q_{\text{poli}} &= 0,211 \times (2 \text{ m}^3/\text{h} / 14 \text{ m}^3/\text{gün}) = 0,03 \text{ m}^3/\text{h} = \\ &30 \text{ L/h} \end{aligned}$$

Polielektrolit Dozajı için gerekli ekipmanlar;

- 1.600 L PE Tankı,
- 0-50 L/h Dozaj pompası 2 Adet ( 1A+1Y)
- Tank üzeri karıştırıcı 1 Adet

(Aydın F., Ardalı Y., 2012)

### 3.4.5. Duru Su Toplama Ve Terfi Yapısı

DAF ünitesinden alınan durultulmuş suyun basınçlı Kum Filtresi, Disk Filtre ve UF sistemine basılması için kullanılacak yapıdır. 30 dk bekletme süresini sağlamak üzere projelendirilmiştir.

$$\text{Debi,} \quad Q = 370 \text{ m}^3/\text{h} = 6,17 \text{ m}^3/\text{dak.}$$

$$\text{Hacim,} \quad V = Q \times t = 6,17 \times 30 = 185 \text{ m}^3$$

Su Yüksekliği,  $H_{su} = 4,0 \text{ m}$

Yüzey Alanı,  $A = 185/4,0 = 46,25 \text{ m}^2$

Havuz Eni,  $W = 4,30 \text{ m}$  ise

Havuz Boyu,  $L = 46,25 / 4,3 = 10,75 \text{ m}$

Havuz Yüksekliği  $H = 4,0 + 0,5 \text{ m}$  (hava payı) = 4,5 m

Havuz Ölçüleri (WxLxH) = 4,3 x 10,75 x 4,5 m

### 3.4.6. Basınçlı Kum Filtreleri

Duru Su Toplama ve Terfi Yapısında pompalar ile basınçlandırılan su Kum Filtresi ve Ultrafiltrasyon sisteminden geçirilerek tortu bakımından arıtılır. Bu havuzdan üç ayrı pompa ile su üç ayrı hatta basılmaktadır. Her hatta 2 adet asıl 1 adet yedek kum filtresi projelendirilmiştir.

#### a) Basınçlı Kum Filtresi Hesabı

Her hatta gelen debi,  $Q_h = 370 \text{ m}^3/\text{h} / 3 = 123,33 \text{ m}^3/\text{h}$

7Filtre başına düşen debi,  $Q_{\text{filtre}} = 123,33 \text{ m}^3/\text{h} / 2 \text{ adet} = 61,67 \text{ m}^3/\text{h}$  olmaktadır.

$$V = 11 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{h}$$

Filtre Yüzey Alanı,  $A = 61,67 \text{ m}^3/\text{h} / 11 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{h} = 5,606 \text{ m}^2$

Filtre Çapı,  $D = \sqrt{\frac{4 \times A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 5,606}{\pi}} = 2,67 \text{ m}$  (seçilen filtre çapı = 2,7 m)

Filtre Yüzey Alanı,  $A_{\text{sec}} = \frac{\pi \times D^2}{4} = \frac{\pi \times 2,7^2}{4} = 5,73 \text{ m}^2$

$$V_{\text{mask}} = 61,67 \text{ m}^3/\text{h} / 5,73 \text{ m}^2 = 10,76 \text{ m}^3/\text{h} \text{ uygundur (10 - 20 m}^3/\text{h)}$$

Filtre yatağı üç malzemedan oluşacaktır: kum, antrasit ve garnet. Tabana yerleştirilen kum derinliği 1,00 m, kumun üstüne yerleştirilecek antrasit yüksekliği 0,30 m, en üste de 0,30 m yüksekliğinde garnet doldurulacaktır.

Geri yıkamada hava ve su kullanılacaktır. Geri yıkama süresi şu şekilde olacaktır;

- Boşaltma 5 dakika
- Hava ile karıştırma 5 dakika
- Su ile ters yıkama 20 dakika
- Durulama 5 dakika

#### b) Geri Yıkama Hesabı

##### Hava Hesabı

Hava ile geri yıkamadaki Yüzey yükü  $50 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{h}$  seçilmiştir. (Literatur;  $40\text{-}90 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{h}$ )

$$\text{Filtre Yüzey Alanı } A_{\text{sec}} = 5,73 \text{ m}^2$$

$$\text{Gerekli Hava Miktarı} = 5,73 \times 50 = 286,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Blower Kapasitesi} = 290 \text{ m}^3/\text{h}, 500 \text{ mbar (1 asıl + 1 yedek) seçilmiştir.}$$

##### Su Hesabı

Su ile geri yıkamadaki yüzey yükü  $30 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{h}$  (genellikle  $20\text{-}50 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{saat}$ )

$$\text{Filtre Yüzey Alanı } A_{\text{sec}} = 5,73 \text{ m}^2$$

$$\text{Gerekli Su Miktarı} = 5,73 \times 30 = 171,9 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Pompa Kapasitesi} = 170 \text{ m}^3/\text{h (1 asıl + 1 yedek) seçilmiştir.}$$

Filtrelerin Geri Yıkanması için gereken günlük su ihtiyacı;

$$\text{Su ile Yıkamada} = 6 \text{ filtre/gün} \times 20 \text{ dak} \times 170 \text{ m}^3/\text{h} / 60 \text{ dak/h} = 340 \text{ m}^3/\text{gün}$$

##### Sonuç olarak;

$$\text{Kum filtresi sayısı} : 9 \times (6A+3Y)$$

$$\text{Kum filtresinin çapı} : 2700 \text{ mm}$$

$$\text{Silindirik kısmın yüksekliği} : 2500 \text{ mm}$$

$$\text{Kum Yüksekliği} : 1000 \text{ mm}$$

Antrasit yüksekliği : 300 mm

Garnet yüksekliği : 300 mm

Yıkama Pompası : 170 m<sup>3</sup>/h (1 asıl + 1 yedek) frekans invertörlü

### 3.4.7. Disk Filtreler

Herhangi bir olumsuzlukta kum filtrelerinden kum kaçması ihtimaline karşılık UF membranlarını korumak maçıyla UF öncesindeki boru hattına 100 mikron filtreleme aralığına sahip disk filtreler konumlandırılmıştır. 125 m<sup>3</sup>/h debiyi geçirecek filtrelerin sayısı ve ölçüleri imalatçı tarafından belirlenmiştir. Bu filtreler girişinde ve çıkışında bulunan basınç şalterinde oluşan basınç farkına göre otomatik olarak yıkamaya girecektir. Yıkama sistemi sıralı olarak birbirini takip edecek ve UF'ye kesintisiz olarak su vermeye devam edecektir.

### 3.4.8. Ultrafiltrasyon Sistemi

Kum filtreden geçen su sırasıyla disk filtrelere oradan da Ultrafiltrasyon ünitesine gelmektedir. Ultrafiltrasyon tasarımı 122 m<sup>3</sup>/h debiye göre Ultrafiltrasyon membran üreticileri tarafından tasarlanmıştır. Yapılan projeksiyonla aynı zamanda UF öncesi dozlanacak kimyasal miktarı, geri yıkama ve CIP yıkama debileri ve geri yıkama kimyasalları miktarları, yıkama periyodu ve süresi de belirlenmektedir.

**Tablo 3.4:** UF Tasarımda baz alınan parametreler.

Parametre	Birim	Giriş	Çıkış
Bulanıklık	NTU	25	≤0,2
TSS	ppm	25	≤0,1
DOC	ppm	5	*
COD	ppm	25	*

\* %20- 30 arası giderim amaçlanmaktadır.

Çeşitli firmaların yaptığı tasarım neticesinde %89 geri kazanım oranına sahip 26 modüllü/sistem tasarımı seçilmiştir. Fakat Yüklenici farklı marka ve tipte UF ünitesi seçmesi durumunda marka ve kullanılan ekipman kapasitelerinde değişiklik olacaktır. Yüklenici Üniversite 'nin onayını aldıktan sonra UF tipini değiştirebilecektir.

Seçilen projeksiyona göre;

Sistem Besleme Pompası : 122 m<sup>3</sup>/h – 1,6 bar

Geri Yıkama Pompası : 418,6 m<sup>3</sup>/h – 2,8 bar

CIP Pompası : 45,5 m<sup>3</sup>/h – 1 Bar

Kostik Dozaj Pompası : 44,1 L/h

Asit Dozaj Pompası : 382,7 L/h

Klor Dozaj Pompası : 74 L/h

Koagülant Dozaj Pompası : 2,5 L/h

#### **a) UF Koagülant Dozajı**

UF projeksiyonuna göre UF öncesinde 1 sisteme (122 m<sup>3</sup>/h debi) için ortalama 2 ppm FeCl<sub>3</sub> dozajı yapılırsa günlük 27,5 L FeCl<sub>3</sub> (%14) çözelti kullanılacaktır.

Hamsu Debisi,  $Q = 366 \text{ m}^3/\text{h}$

Dozaj miktarı,  $= (366/122) 27,5 \text{ L/gün} = 82,5 \text{ L/gün} \text{ (%14)}$

Piyasada FeCl<sub>3</sub> %40 olarak satılmaktadır.

%40'lık FeCl<sub>3</sub> Çözeltisi Debisi,  $Q_{\text{FeCl}_3} = 82,5 \text{ L/gün} \times (0,14/0,4) = 28,9 \text{ L/gün}$

FeCl<sub>3</sub> Dozaj Tankı UF ve DAF için ortak olarak projelendirilmiştir. 6 günlük stok yapılacağı kabulü ile

Dozaj Tankı Hacmi,  $V = 6 \times (233+29) = 1.572 \text{ L}$  hacim çıkmaktadır.

FeCl<sub>3</sub> Dozajı için gerekli ekipmanlar;

- 1.600L PE Tankı (DAF ile ortak),
- 0-5 L/h – 5 Bar Dozaj pompası 2 Adet ( 1A+1Y),

olarak seçilmiştir.

#### **b) UF Asit Dozajı**

Membran üreticilerin yaptığı projeksiyona göre UF membranlarının geri yıkaması sırasında 1 sisteme (122 m<sup>3</sup>/h debi) için günlük 10,7 L HCl (%32) çözelti kullanılacaktır.

Üç sistem olduğuna göre,  $Q_{HCl} = 10,7 \text{ L/gün} \times 3 \text{ sistem} = 32,1 \text{ L/gün}$  (%32 lik çözelti)

HCl Dozajı için gerekli ekipmanlar;

- 0-382,7 L/h – 5 Bar Dozaj pompası 2 Adet ( 1A+1Y),

olarak seçilmiştir.

#### **c) UF Kostik Dozajı**

Membran üreticilerin yaptığı projeksiyona göre UF membranlarının geri yıkaması sırasında 1 sisteme (122 m<sup>3</sup>/h debi) için günlük 1,0 L NaOH (%32) çözelti kullanılacaktır.

Üç sistem olduğuna göre,  $Q_{NaOH} = 1,0 \text{ L/gün} \times 3 \text{ sistem} = 3,0 \text{ L/gün}$  (%32 lik çözelti)

HCl Dozajı için gerekli ekipmanlar;

- 0-50 L/h – 5 Bar Dozaj pompası 2 Adet ( 1A+1Y),
- 1.600L PE Tankı.

#### **d) UF Klor Dozajı**

Membran üreticilerin yaptığı projeksiyona göre UF membranlarının geri yıkaması sırasında 1 sisteme (122 m<sup>3</sup>/h debi) için günlük 0,7 L NaOCl (% 12) çözelti kullanılacaktır.

Üç sistem olduğuna göre,  $Q_{klor} = 0,7 \text{ L/gün} \times 3 \text{ sistem} = 2,1 \text{ L/gün}$  (%12 lik çözelti)

Piyasada sıvı hipoklorit%15 olarak satılmaktadır.



$$Q_{\text{klor}} = 2,1 \text{ L/gün} \times (12/15) = 1,68 \text{ L/gün} \text{ (%15lik Klor çözeltisi)}$$

Klor Dozajı için gerekli ekipmanlar;

- 0-80 L/h – 5 Bar Dozaj pompası 2 Adet ( 1A+1Y),
- Tank son klorlama ile birlikte kullanılacaktır.

### 3.4.9. Ters Ozmos (Ro) Besleme Yapısı

UF ünitesinden çıkan filtrelenmiş su RO besleme tankına gelmektedir. Geri yıkama pompaları da bu havuzdan emiş yapacaktır, RO Besleme Yapısı bu yüzden 35 dak. bekletme süresini sağlamak üzere projelendirilmiştir.

Debi,  $Q = 122 \text{ m}^3/\text{h} = 6,17 \text{ m}^3/\text{dak.}$

Hacim,  $V = Q \times t = 6,17 \times 35 = 215,95 \text{ m}^3$

Su Yüksekliği,  $H_{\text{su}} = 4,0 \text{ m}$

Yüzey Alanı,  $A = 216/4,0 = 54 \text{ m}^2$

Havuz Eni,  $W = 5,50 \text{ m}$  ise

Havuz Boyu,  $L = 54 / 5,5 = 9,81\text{m} \cong 10,0 \text{ m}$

Havuz Yüksekliği  $H = 4,0 + 0,5 \text{ m (hava payı)} = 4,5 \text{ m}$

Havuz Ölçüleri (WxLxH) : 5,5 x 10,0 x 4,5 m

### 3.4.10. Kartuş Filtreler

Kartuş filtreler Ters ozmos yüksek basınç pompası öncesinde konumlandırılmıştır. RO öncesinde 5 mikrondan küçük partikülleri tutarak ters ozmos membranlarını korumak amacıyla konulmuşlardır. Besleme yapısından emilen hamsu 3 ayrı hatta bölünerek birbirine paralel üç hat oluşturulmuştur. Kapasiteleri ters ozmos besleme kapasitesi ile aynı  $94 \text{ m}^3/\text{h}$ 'tir. İmalatçılardan gelen bilgiler doğrultusunda her hat üzerinde 4 modüllü filtreler kullanılmıştır. Bu filtreler geri yıkama işlemi bulunmamaktadır. Kartuş Filtrelerin girişinde

ve çıkışında bulunan manometrelerdeki basınç farkının değişiminde göre filtre içindeki kartuşlar yenileriyle değiştirilmektedir.

#### 3.4.11. Ters Ozmos (Ro) Sistemi

Osmoz filtreleme prensibine dayanan doğal bir prosestir. Hücre hücre duvarları doğal yarı geçirgen membranlardan oluşur

Membrandan bazı maddeler geçemez bazıları ise geçebilir. Membranın yarı geçirgen doğal yapısı nedeniyle suyun geçişi, çözülmüş minerallerin geçişine göre daha kolay gerçekleşir. Az yoğun çözültideki su, daha konsantr çözültiyi seyreltmek ister. Buda, 2 çözülti arasında konsantrasyon farkını ortaya çıkarır ve ozmotik basınç farkını belirler.

Basınç, ozmotik basıncı büyük olan konsantr solüsyona uygulandığı zaman suyun geçişi tersine döner ve ters osmoz kurulmuş olur. Membranin suyu geçirmedeki seçiciliği değişmemiştir. Sadece su akışının yönü değişmiştir. Membranın suyun geçişine izin verirken, tuzları arkada tutması, tuzların çözültide iyon halinde bulunmasından dolayıdır. Çözültide bulunan çözülmüş tuzlar katyon (+) veya anyonlar(-) halinde bulunur.

Tuzlu su tarafını devamlı yıkamak, membranın tıkanmasını en aza indirir böylece su, bütün tuzlarını bırakarak membrandan geçtiğinde, tuzlu su konsantrasyonu gitgide artar. Drenaj yapılmazsa, tuzlu su tarafındaki mineral madde konsantrasyonu, tuzun çözülmüş değerlerinin üzerine çıkar ve çökelti oluşturarak membran üzerinde tabakalaşma meydana gelir. Bundan dolayı ters osmos sistemlerinde belli bir akı değeri sağlanarak konsantr tuzlu suyun atılması sağlanmalıdır.

Ters Ozmos tasarımı 94 m<sup>3</sup>/h besleme debisinde 42 m<sup>3</sup>/h iletkenlik <500 µs/cm olacak şekilde arıtılmış su veren membran üreticileri tarafından tasarlanmıştır. Yapılan projeksiyonla sistemin beslenmesi gereken basınç değeri, dozlanacak antiscalant kimyasal miktarı, geri yıkama ve CIP yıkama debileri de belirlenmiştir. RO sistemine besleme suyu sıcaklığı 18 – 32 °C arasında çıkış debisini ve iletkenlik değerini sağlayacaktır.

Çeşitli firmaların yaptığı tasarım neticesinde %44,7 geri kazanım oranına sahip 11 modüllü, 66 membranlı sistem tasarımı seçilmiştir.

Seçilen projeksiyona göre;

Yüksek Basınç Pompası : 45 m<sup>3</sup>/h – 50 bar

Booster Pompası : 49 m<sup>3</sup>/h – 3,5 bar

ERI :49 m<sup>3</sup>/h – 48 bar

Flushing Pompası : 112 m<sup>3</sup>/h – 4 bar

CIP Pompası : 112 m<sup>3</sup>/h – 4 Bar

Antiscalant Dozaj Pompası : 2,5 L/h

#### a) RO Asit Dozajı

Membran üreticilerin yaptığı projeksiyona göre RO öncesinde pH düşürmek amacıyla max. 125,85 mg/L HCl (%100) dozlanması gerekmektedir.

Hamsu Debisi,  $Q = 94 \text{ m}^3/\text{h}$

Dozaj miktarı,  $= 126 \text{ mg/L} = 0,126 \text{ kg/m}^3$

HCl Tüketimi,  $= 94 \text{ m}^3/\text{h} \times 0,126 \text{ kg/m}^3 = 11,844 \text{ kg/h}$

Solüsyon özgül ağırlığı  $= 1,16 \text{ g/cm}^3 (15 \text{ }^\circ\text{C})$

HCl Debisi  $Q_{\text{HCl}} = 11,84 \text{ kg/h} / 1,16 \text{ g/cm}^3 = 10,21 \text{ L/h} (\%100)$

Piyasada HCL %32 olarak satılmaktadır.

%32'lik HCl Çözeltisi Debisi,  $Q_{\text{HCl}} = 10,21 \text{ L/h} / 0,32 = 31,91 \text{ L/h}$

3 sistem olduğuna göre günlük tüketim  $= 3 \times 31,91 \text{ L/h} \times 24 \text{ h} = 2.297,52 \text{ L}$

HCl Dozajı için gerekli ekipmanlar;

➤ 0-40 L/h – 5 Bar Dozaj pompası 6 Adet ( 3A+3Y),

UF ile RO'un asit tankı ortak olarak kullanılacaktır. 2 günlük stok yapılacağı kabul edilerek.

$V_{\text{HCl}} = 2 \times (765+32) = 1.594 \text{ L}$  hacim çıkmaktadır.

➤ 1.600L PE Tankı (UF+RO ile ortak) olarak seçilmiştir.

### b) SMBS Dozajı

Klor RO membranlarına zarar vererek gözeneklerinin açılmasına sebep olmaktadır. Bu sebeple RO öncesinde kloru tutmak amacıyla SMBS dozlaması yapılacaktır.

RO girişindeki deniz suyuna max. 5 mg/L SMBS dozajı yapılacaktır. Buna göre;

$$\text{Hamsu Debisi, } Q = 94 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Dozaj miktarı, } = 5 \text{ mg/L} = 0,005 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{SMBS Tüketimi, } = 94 \text{ m}^3/\text{h} \times 0,005 \text{ kg/m}^3 = 0,47 \text{ kg/h}$$

$$\text{Solüsyon özgül ağırlığı } = 1,48 \text{ g/cm}^3 \text{ (20 } ^\circ\text{C)}$$

$$\text{SMBS Debisi } Q_{\text{SMBS}} = 0,47 \text{ kg/h} / 1,48 \text{ g/cm}^3 = 0,32 \text{ L/h (} \%100)$$

Çözelti %20 olarak hazırlanırsa

$$\text{Çözeltisi Debisi, } Q_{\text{SMBS}} = 0,32 \text{ L/h} / 0,2 \cong 1,6 \text{ L/h}$$

$$\text{Günlük Tüketim } Q_{\text{SMBS}} = 24 \text{ h} \times 1,6 \text{ L/h} \times 3 \text{ sistem} = 115 \text{ L/gün (} \%20\text{'lik çözelti)}$$

$$\text{Çözeltinin bekleme süresi } = 1600 \text{ L} / 115 \text{ L/gün} = 13 \text{ gün uygundur.}$$

SMBS Dozajı için gerekli ekipmanlar;

- 0-5 L/h – 5 Bar Dozaj pompası 6 Adet ( 3A+3Y),
- 1.600L PE Tankı 1 Adet
- Tank üzeri karıştırıcı 1 Adet

### c) Antiscalant Dozajı

RO membranların da birikmeyi önlemek amacıyla giriş suyuna 5 ppm antiscalant dozlaması yapılmaktadır. Buna göre;

$$\text{Hamsu Debisi, } Q = 94 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Dozaj miktarı, } = 5 \text{ mg/L} = 0,005 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Antiscalant tüketimi, } = 94 \text{ m}^3/\text{h} \times 0,005 \text{ kg/m}^3 = 0,47 \text{ kg/h}$$

$$\text{Solüsyon özgül ağırlığı } = 1,1 \text{ g/cm}^3 (1,08 - 1,4)$$

$$\text{Antiscalant debisi } Q_{\text{ant}} = 0,47 \text{ kg/h} / 1,1 \text{ g/cm}^3 = 0,43 \text{ L/h} (\%100)$$

Çözelti %20 olarak hazırlanırsa

$$\text{Çözeltisi Debisi, } Q_{\text{ant}} = 0,43 \text{ L/h} / 0,2 = 2,15 \text{ L/h}$$

$$\text{Günlük Tüketim } Q_{\text{ant}} = 24 \text{ h} \times 2,15 \text{ L/h} \times 3 \text{ sistem} = 154 \text{ L/gün} (\%20'lik \text{ çözelti})$$

$$\text{Çözeltinin bekleme süresi } t = 1600 \text{ L} / 154 \text{ L/gün} = 10 \text{ gün uygundur.}$$

Antiscalant Dozajı için gerekli ekipmanlar;

- 1.600L PE Tankı
- 0-5 L/h – 5 Bar Dozaj pompası 6 Adet ( 3A+3Y),

olarak seçilmiştir.

## KİMYASAL DOZAJLAR

### Terfi Ünitesi Klor Dozajı

Alg giderimi için sisteme şok klorlama yapılacaktır. Şok klorlama için deniz suyuna max. 20 mg/L hipoklorit dozajı yapılacaktır. Klor çözeltisi sistemin girişindeki pompalara basılacaktır. Buna göre;

$$\text{Hamsu Debisi, } Q = 370 \text{ m}^3/\text{h} = 0,1028 \text{ m}^3/\text{sn}$$

$$\text{Dozaj miktarı,} = 20 \text{ mg/L} = 0,02 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Klor Tüketimi,} = 370 \text{ m}^3/\text{h} \times 0,02 \text{ kg/m}^3 = 7,4 \text{ kg/h}$$

$$\text{Klor yoğunluğu} = 1,210 \text{ g/cm}^3 (20 \text{ }^\circ\text{C})$$

$$\text{Klor Debisi} \quad Q_{\text{klor}} = 7,4 \text{ kg/h} / 1,210 \text{ g/cm}^3 = 6,12 \text{ L/h} (\%100)$$

Piyasada sıvı hipoklorit %15'lik olarak satılmaktadır.

$$\%15'lik \text{ Klor Çözeltisi Debisi,} \quad Q_{\text{klor}} = 6,12 \text{ L/h} / 0,15 = 40,8 \text{ L/h} = 979,2 \text{ L/gün}$$

Klor Dozajı için gerekli ekipmanlar;

- 1.600 L PE Tankı,
- 50 L/h Dozaj pompası 2 Adet ( 1A+1Y),

olarak seçilmiştir.

### **RO sonra dezenfeksiyon**

#### **Çıkış Klor Dozajı**

Son klorlama için max. 5 mg/L hipoklorit dozajı yapılacaktır. Klor çözeltisi ürün suyu pompalarından sonra hatta dozlanacaktır. Buna göre;

$$\text{Ürün suyu Debisi,} \quad Q = 126 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Dozaj miktarı,} = 5 \text{ mg/L} = 0,005 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Klor tüketimi,} = 126 \text{ m}^3/\text{h} \times 0,005 \text{ kg/m}^3 = 0,63 \text{ kg/h}$$

$$\text{Klor yoğunluğu} = 1,210 \text{ g/cm}^3 (20 \text{ }^\circ\text{C})$$

Piyasada sıvı hipoklorit %15'lik olarak satılmaktadır

$$\text{Klor Debisi} \quad Q_{\text{klor}} = 0,63 \text{ kg/h} / (0,15 \times 1,210 \text{ g/cm}^3) = 3,47 \text{ L/h} (\%15)$$

$$\text{Günlük Tüketim} \quad Q_{\text{klor}} = 3,47 \text{ L/h} \times 24 \text{ h} = 83,28 \text{ L/gün}$$

Klor Tankı UF geri yıkama ile birlikte kullanılacaktır. 15 günlük stok yapılacağı kabul edilerek.

$$V_{\text{klor}} = 15 \times (83,28+2) = 1.279 \text{ L}$$

Klor Dozajı için gerekli ekipmanlar;

- 1.600 L PE Tankı,
- 0-5 L/h Dozaj pompası 2 Adet ( 1A+1Y),

olarak seçilmiştir.

### **3.5.TO SİSTEM TASARIMI VE PROJELENDİRME**

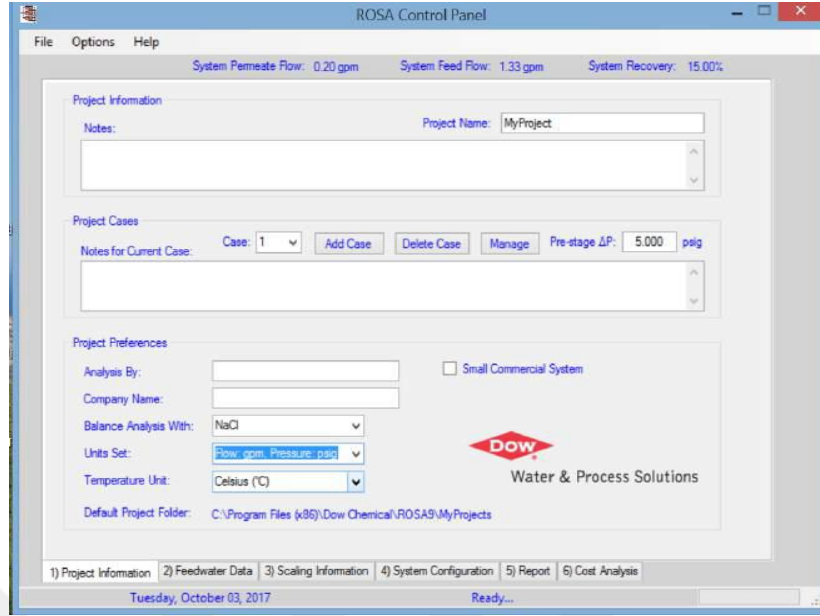
#### **3.5.1. Rosa Programı Tasarımı**

##### **Proje Bilgilerinin Girilmesi**

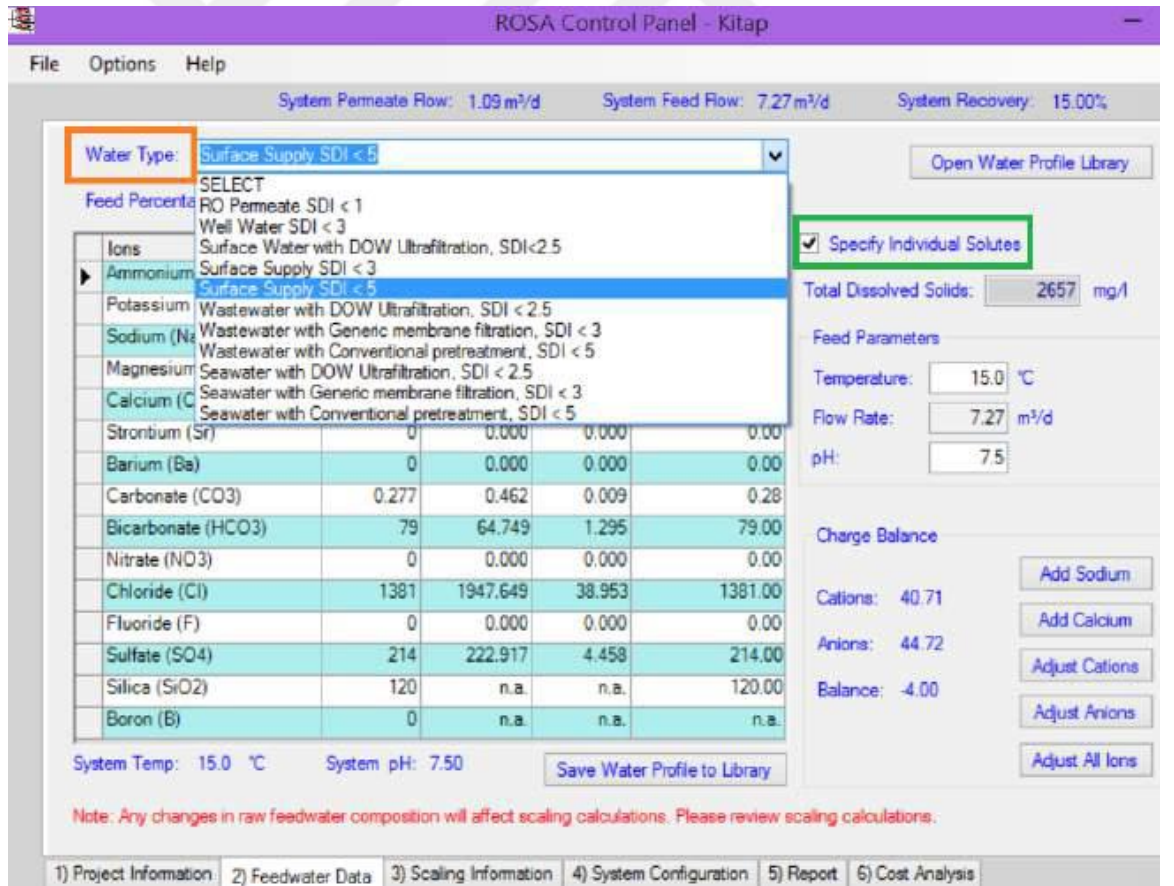
ROSA programını kullanarak bir ters osmoz sistemi tasarlanabilir. Tasarıma 1 numaralı ‘project information’ sekmesinden başlanır (Şekil 3.9). ‘Project name’ kısmına proje ismi yazılır. ‘Units set’ kısmından isteğe göre birim seçimi yapılabilir. Bu örnekte seçilecek birim debi için m<sup>3</sup>/gün ve basınç için bar’dır. ‘Temperature unit’ kısmından istenilen sıcaklık birimi seçilir. Bu örnekte °C birimi seçilmiştir.

##### **Besleme Suyu Verilerinin Girilmesi**

Tasarımın ikinci aşamasında (feedwater data sekmesi) arıtımı yapılacak su hakkındaki veriler programa eklenir. Şekil 3.10’te program sekmesinin görüntüsü verilmiştir. ‘Water type’ kısmından programa önceden tanımlanmış olan besleme suyu kaynak tipleri seçilebilir. Bunun için ‘specify individual solutes’ kutucuğu işaretlenir ve elimizdeki besleme suyunun kimyasal karakteristiği iyon bazında, mg/l olarak programa girilir. Girilen veriler ‘save water profile to library’ sekmesi tıklanarak su kütüphanesine kaydedilir (Şekil 3.10). Su kalitesine göre iyon dengesini program otomatik olarak yapacaktır. Bu şekilde sisteme dozlanacak kimyasalların miktarı tahmin edilebilir (charge balance). Daha önceden su kütüphanesine kaydedilen değerler “Open Water Profile Library” sekmesi tıklandıktan sonra Şekil 3.11’da görülen pencereden seçilebilir.



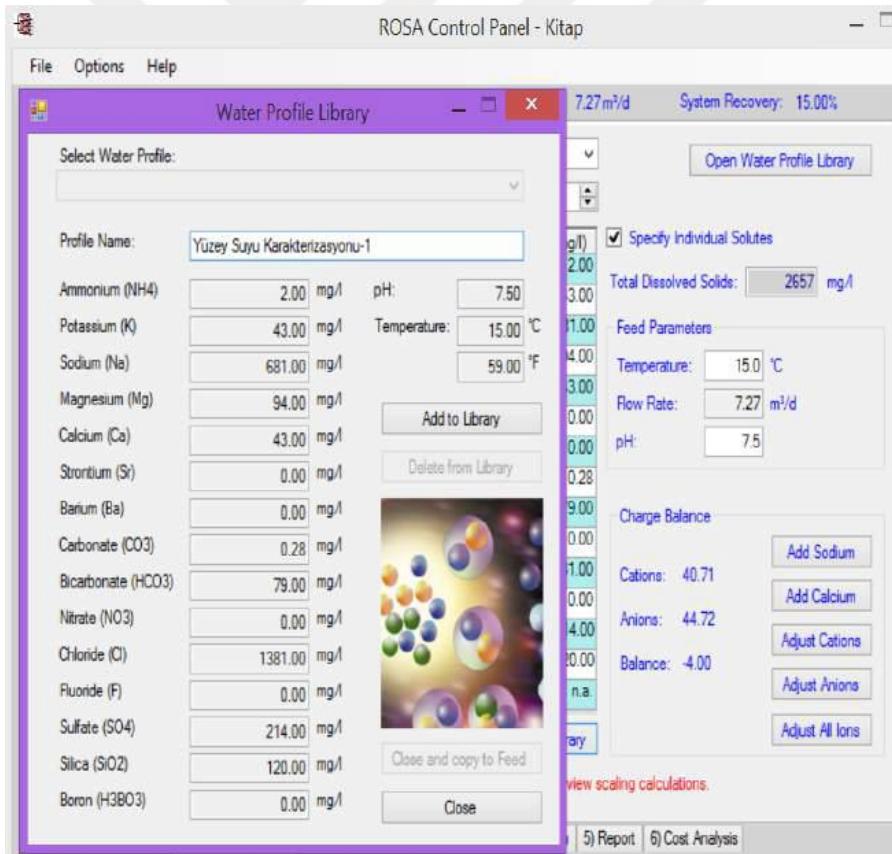
Şekil 3.9: ROSA kontrol panelinin görünümü.



Şekil 3.10: Rosa kontrol panelinde besleme suyu özelliklerinin eklenmesi.



Şekil 3.12’de görüldüğü üzere, girilen su kalitesi verilerini baz alarak program katyon-anyon dengesini hesaplamaktadır. Bu aşamada besleme suyunun yumuşatılma ihtiyacı değerlendirilebilir. Program anyon-katyon dengesini otomatik olarak yapmaktadır. Program ara yüzünün üçüncü sekmesi membranda oluşabilecek çökelmeler ile ilgili bilgilerin yer aldığı kısımdır. Şekil 3.13’de görüldüğü gibi program verilen su kalitesi değerlerinden yola çıkarak antiskalant ihtiyacı oluştuğunu belirtmektedir. Şekil 3.13’de yeşil çerçeve ile gösterilen kısımda çökeltme oluşumunu engellemek için yapılabilecek bazı seçenekler bulunmaktadır. Bu seçeneklerden su kaynağına uygun olan seçenek seçilebilir. ‘User-adjusted pH’ seçeneği seçildiğinde pencerenin sağ alt köşesindeki seçenekler aktif hale gelmektedir. Buradan dozlama kimyasalı (seçenekler arasında H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HCl ve NaOH bulunmaktadır) seçilebilir. Yapılan seçime göre pencerede görülen TDS, iyonik güç gibi parametreler program tarafından tekrar hesaplanmaktadır.



Şekil 3.11: Programdaki su kütüphanesinin görünümü.

## Sistem Tertip Tarzı

Programın 4. sekmesinde sistem tertip tarzı ile ilgili tasarım parametreleri yer almaktadır. Şekil 3.14’da ters osmoz sisteminde kaç adet kademe olacağı, besleme suyunun kaç modülden geçeceği, sızıntı akısı, geri kazanım gibi parametrelerin olduğu görülmektedir. Bu pencerede daha önce hesapladığımız ve belirlediğimiz modül sayısı, kademe sayısı ve basınç kabı çeşidi gibi bilgiler bulunmaktadır. Sızıntı debisi ‘Permeate flow’ sekmesine tıklayarak açılan pencerede istenen sızıntı debisi, geri kazanım, besleme debisi ve sızıntı akısı değerleri programa girilebilmektedir. Açılan pencerenin görünümü Şekil 3.15’de verilmiştir. Açılan pencerede giriş yapacağımız değer “specify” seçeneği seçilir. Diğer parametreler geri kazanım oranı, sızıntı debisi ve akı otomatik olarak hesaplanır.

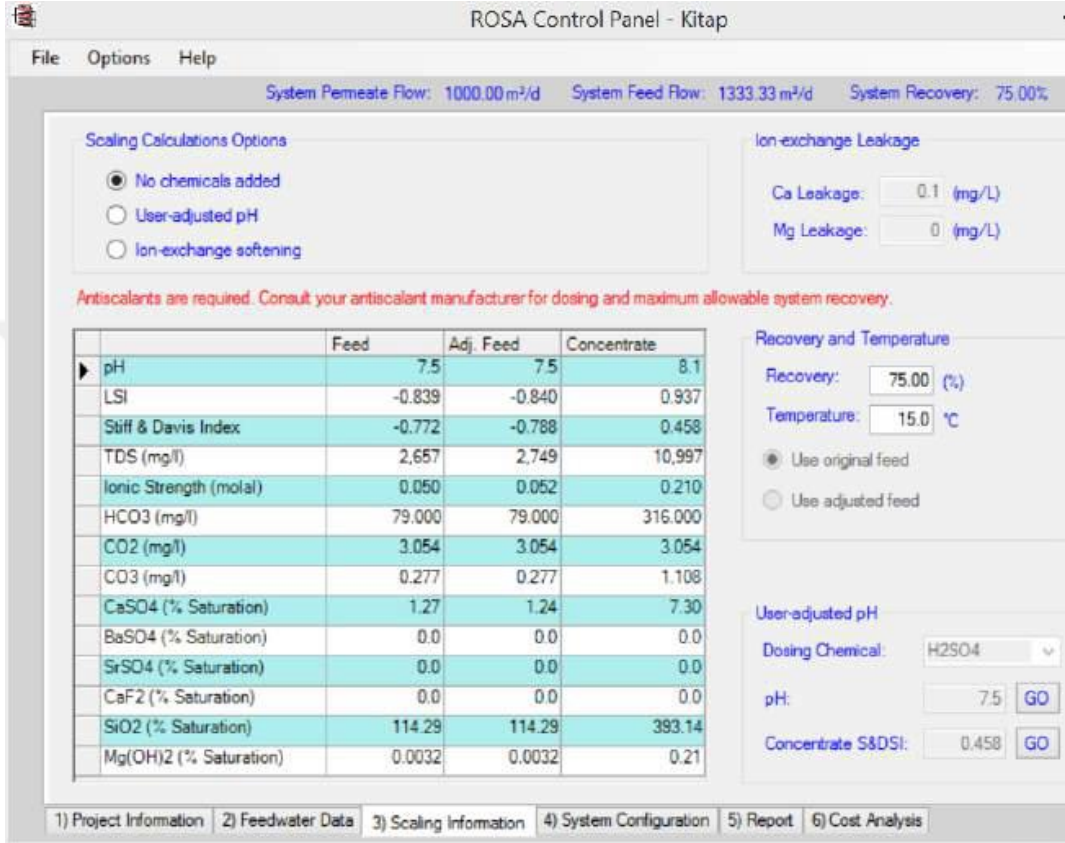
The screenshot shows the ROSA Control Panel - Kitap software interface. The main window displays various water quality parameters and system configuration options. The 'Water Type' is set to 'Surface Supply SDI < 5'. The 'System Permeate Flow' is 1000.00 m³/d, 'System Feed Flow' is 1333.33 m³/d, and 'System Recovery' is 75.00%. The 'Feed Percentage' is 100.0 (%), 'Feed Number' is 1, and 'Feed Streams' is 1. The 'Specify Individual Solutes' checkbox is checked. The 'Total Dissolved Solids' is 2,631 mg/l. The 'Feed Parameters' section shows Temperature: 15.0 °C, Flow Rate: 1333.3 m³/d, and pH: 7.5. The 'Charge Balance' section shows Cations: 42.71, Anions: 42.71, and Balance: 0.00. The 'System Temp' is 15.0 °C and 'System pH' is 7.50. The 'Save Water Profile to Library' button is visible. The bottom status bar shows the current tab is '2) Feedwater Data'.

Ions	mg/l	ppm CaCO3	meq/l	Total Conc. (mg/l)
Ammonium (NH4+ + NH3)	2.098	5.816	0.116	2.10
Potassium (K)	45.115	57.689	1.154	45.12
Sodium (Na)	714.496	1553.929	31.079	714.50
Magnesium (Mg)	98.624	405.658	8.113	98.62
Calcium (Ca)	45.115	112.563	2.251	45.12
Strontium (Sr)	0	0.000	0.000	0.00
Barium (Ba)	0	0.000	0.000	0.00
Carbonate (CO3)	0.265	0.441	0.009	0.26
Bicarbonate (HCO3)	75.462	61.849	1.237	75.46
Nitrate (NO3)	0	0.000	0.000	0.00
Chloride (Cl)	1319.156	1860.430	37.209	1319.16
Fluoride (F)	0	0.000	0.000	0.00
Sulfate (SO4)	204.417	212.934	4.259	204.42
Silica (SiO2)	125.902	n.a.	n.a.	125.90
Boron (B)	0	n.a.	n.a.	n.a.

Şekil 3.12: Seçilen su kalitesi değerlerinin görünümü.

Şekil 3.14’deki pencerede “stage in pass” sekmesinden sistemin kaç kademe yapılması gerektiği belirlenir. “Configuration for stage 1 in pass 1” kısmında her bir kademe için sistem tasarımı yapılır. Her kademedeki basınç kabı sayısı, her basınç kabındaki membran sayısı bu kısımda veri olarak girilir. Besleme basıncının ne olacağı yine bu bölümde belirlenmektedir. Sistemde kullanılacak membranın ne olacağı “product” sekmesinden seçimi yapılır. Seçilen membrana beslenecek maksimum debi, basınç değerleri seçilen membrana göre farklılık

göstermektedir. Ürün katalogundan membranlar için belirlenen bu değerler kontrol edilmelidir.



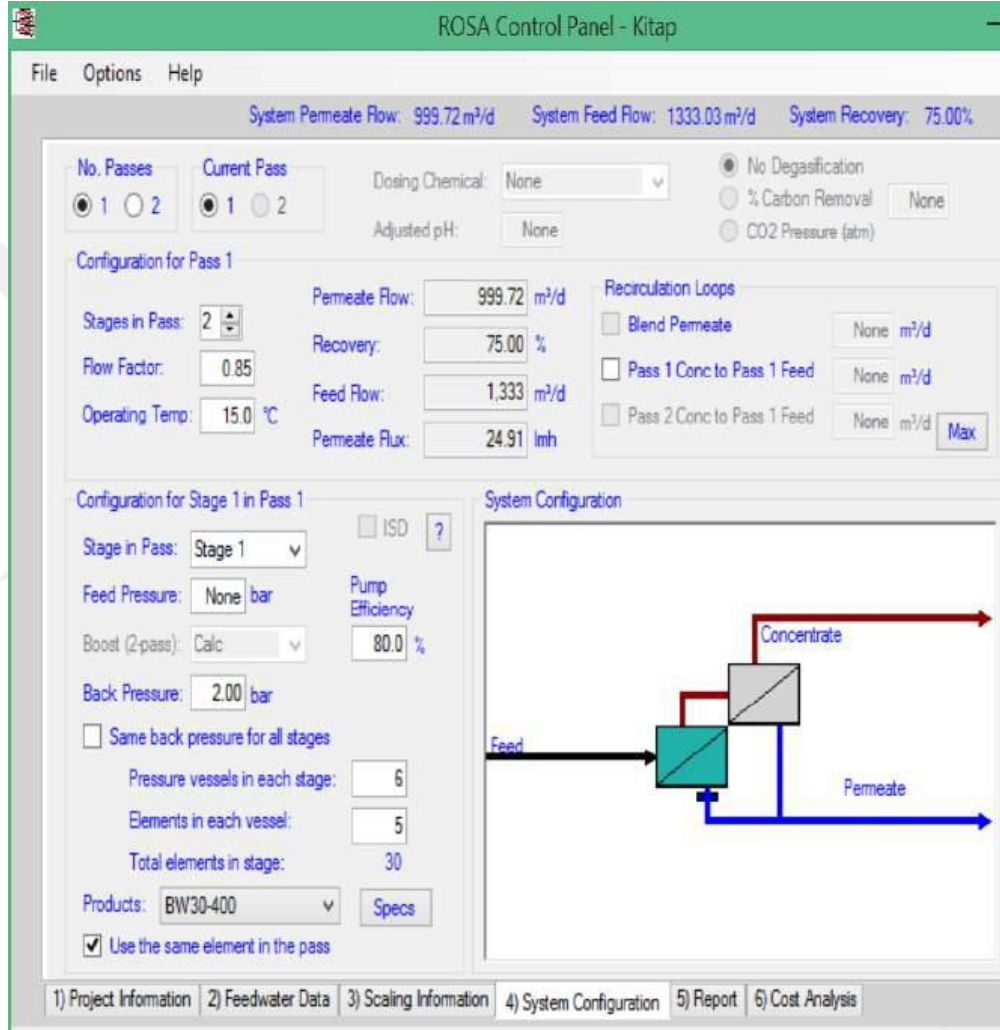
Şekil 3.13: Çökeltme bilgisinin verildiği “Scaling information”

sekmesinin görünümü.

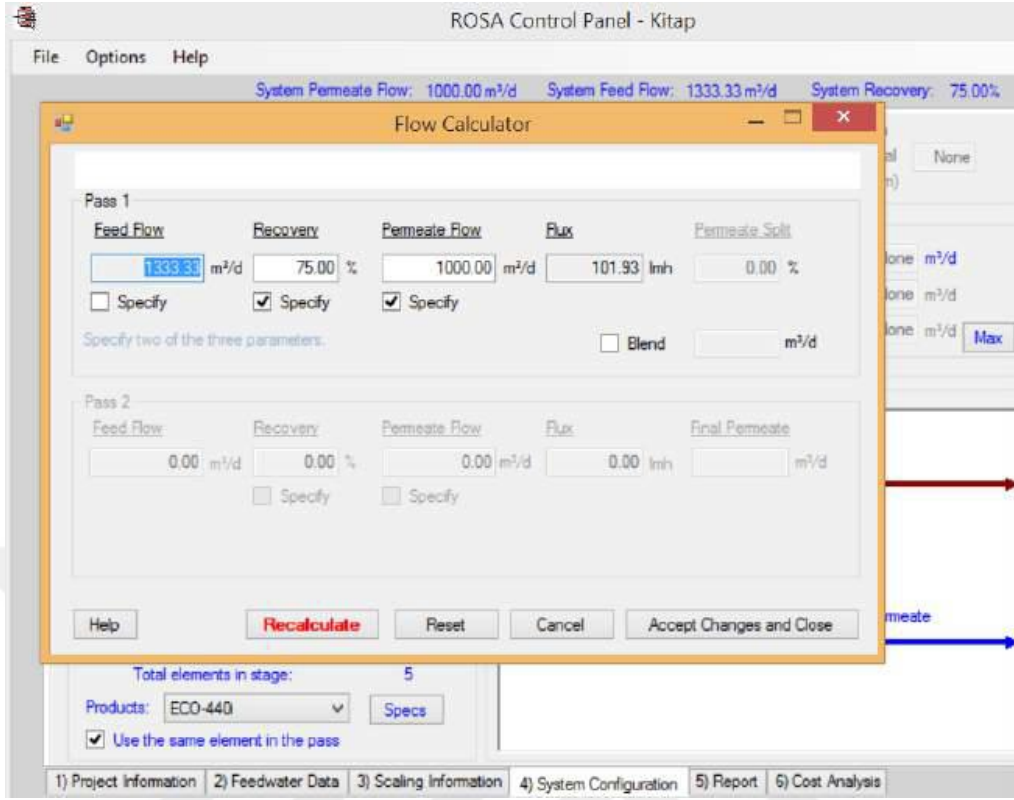
### Sistem Analiz Sonuçlarının Alınması

Sistem tertip tarzları belirlendikten sonra “Report” sekmesi seçildiğinde program hesaplamayı yapacaktır. Hesaplama sonrası Şekil 3.16’de verilen pencere açılacaktır. Bu pencerede ham su özelliklerinin ne olduğu seçilen membran elementinin ne olduğu, sistem ortalama akısı, her kademedeki ortalama akı, besleme pompasının basıncı gibi özet bilgiler verilmektedir. Şekil 3.16’de verilen pencereye ek olarak sistem projeksiyonunun detaylı açıklaması için Şekil 3.17’de verilen pencereler açılmaktadır. Bu pencerede sistem tasarımında kullanılan bütün parametrelerin sayısal değerleri verilmektedir. Her kademedeki kullanılan membran elementinden geçen akı, iyon ve katyonların giderim miktarları,

tüketilen enerji, ihtiyaç duyulan pompa kapasiteleri bu pencerede verilir. Aynı zamanda sistem tasarımda hatalar söz konusu ise pencerede bulunan “Design Warnings” kısmında hataların ne olduğu belirtilmektedir. Tasarımda hata söz konusu ise bir önceki aşamaya geri dönülerek tasarım tekrar gözden geçirilir.



**Şekil 3.14:** Sistem tertip tarzı “System configuration” sekmesinin Görünümü.

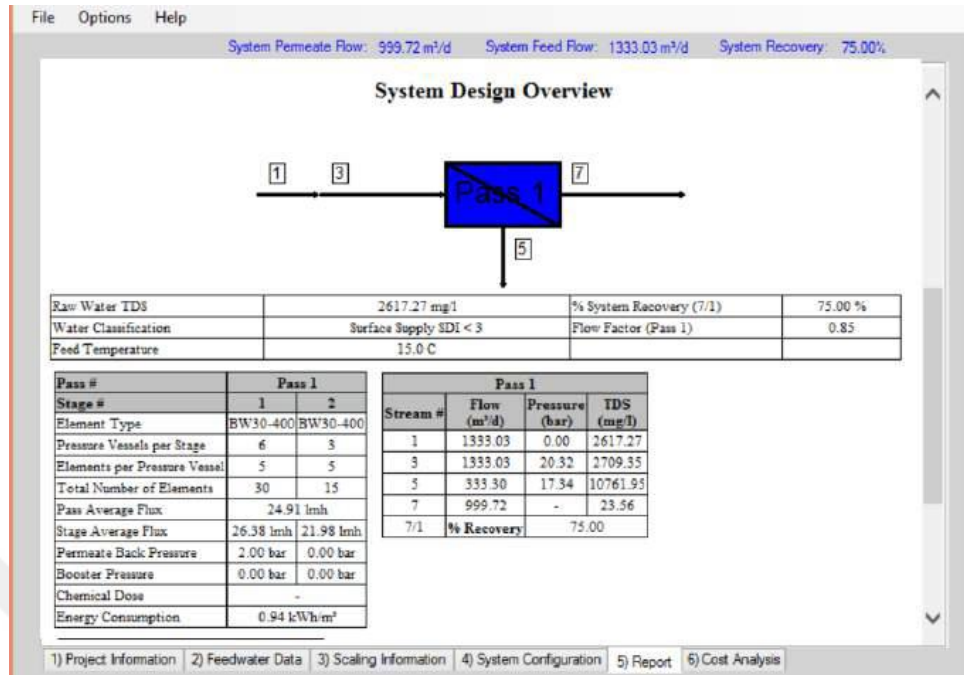


Şekil 3.15: Akım hesabı “Flow calculator” penceresinin görünümü.

Örnek olarak, tasarımı yapılan bu sistem için verilen uyarıya istinaden ilk kademenin süzöntü tarafına geri tepme vanası eklenmiştir.

### Sistem Maliyet Analizi

Programda dahil olan sekmelerden bir diğeri de maliyet analizinin gerçekleştirildiği “cost analysis” sekmesidir (Şekil 3.18). Bu sekmede sarı ile işaretli kutulara spesifik değerler girilerek projeksiyonun işletme maliyetleri çıkarılabilir. İlk yatırım maliyetinin hesaplanabilmesi için yerel yüklenicilerin membran satış rakamları ve işçilik maliyetlerin hesaba katılması gerektiğinden dolayı ayrıca hesaplanmalıdır. İşletme bakımından ön görülen maliyet program üzerinde hesaplandıktan sonra excel dosyası olarak sunulabilmektedir. Örnek Excel dosyası Şekil 3.19’de verilmiştir.



Şekil 3.16: RAPORLAMA “REPORTS” SEKRESİNİN GÖRÜNÜMÜ

Sistem tasarımlarının doğru şekilde yapılabilmesi için üretici firmanın membranlar için belirlediği özellikler gözden geçirilmeli ve bu bilgiler ışığında tasarım yapılmalıdır. Önemli olan bir diğer nokta ise ham su karakterizasyonunun doğru şekilde yapılarak gerçek verilerin projeksiyona girilmesidir.

Detail Report

Project Information:

Case-specific

System Details

Feed Flow to Stage 1	1333.03 m <sup>3</sup> /d	Pass 1 Permeate Flow	999.72 m <sup>3</sup> /d	Osmotic Pressure	
Raw Water Flow to System	1333.03 m <sup>3</sup> /d	Pass 1 Recovery	75.00 %	Feed Concentrate	1.83 bar
Feed Pressure	20.32 bar	Feed Temperature	15.0 C	Average	7.00 bar
Flow Factor	0.85	Feed TDS	2709.33 mg/l	Average	4.14 bar
Chem. Dose	None	Number of Elements	45	Average NDP	15.34 bar
Total Active Area	1670.20 m <sup>2</sup>	Average Pass 1 Flux	24.91 l/mh	Power	39.20 kW
Water Classification: Surface Supply SDI < 3				Specific Energy	0.94 kWh/m <sup>3</sup>

Stage	Element	#PT	#Ele	Feed Flow (m <sup>3</sup> /d)	Feed Press (bar)	Rein Flow (m <sup>3</sup> /d)	Conc Flow (m <sup>3</sup> /d)	Conc Press (bar)	Perme Flow (m <sup>3</sup> /d)	Avg Flux (lmh)	Perme Press (bar)	Booster Press (bar)	Perme TDS (mg/l)
1	BW30-400	6	5	1333.03	19.98	0.00	697.29	18.81	705.74	26.38	2.00	0.00	16.83
2	BW30-400	3	5	697.29	18.46	0.00	333.30	17.34	293.98	21.98	0.00	0.00	39.73

Name	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate		Total
			Stage 1	Stage 2	Stage 1	Stage 2	
NH <sub>4</sub> + NH <sub>3</sub>	1.98	2.00	4.23	7.36	0.00	0.00	0.00
K	43.00	43.00	91.60	170.68	0.31	0.70	0.43
Na	681.00	773.07	1638.78	2659.21	5.37	10.78	7.00
NO <sub>3</sub>	94.00	94.00	193.40	374.42	0.32	0.74	0.44
Ca	43.00	43.00	91.60	171.39	0.44	0.93	0.60
Cl	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO <sub>2</sub>	0.48	0.48	1.37	4.63	0.00	0.00	0.00
HCO <sub>3</sub>	79.00	79.00	165.58	305.12	0.78	1.50	1.21
NO <sub>2</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cl	1381.00	1381.00	2924.54	5485.10	0.04	21.30	12.71
F	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SO <sub>4</sub>	214.00	214.00	414.18	833.72	0.31	1.20	0.70
SiO <sub>2</sub>	80.00	80.00	169.64	318.60	0.32	0.70	0.45
Boron	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO <sub>2</sub>	3.00	3.00	3.30	4.70	3.46	2.77	3.27
TDS	2617.27	2709.33	3737.56	10761.93	16.83	39.73	53.26
pH	7.90	7.90	7.60	7.76	5.68	5.88	5.76

Şekil 3.17: Girilen Verilere Göre Tasarlanan Sistemin Detaylı Rapor Görüntüsü.

**Design Warnings**  
-None-

**Solubility Warnings**  
Langelier Saturation Index > 0  
Stiff & Davis Stability Index > 0  
SiO<sub>2</sub> (% Saturation) > 100%  
Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

**Stage Details**

Stage	Element	Recovery	Perm Flow (m <sup>3</sup> /d)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m <sup>3</sup> /d)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
Stage 1	1	0.12	23.58	10.92	222.17	2709.35	19.98
	2	0.13	24.63	13.17	196.59	3060.44	19.64
	3	0.14	23.63	16.11	171.96	3496.94	19.36
	4	0.15	22.53	20.06	148.33	4051.28	19.14
	5	0.17	21.25	25.09	125.80	4773.06	18.95
Stage 2	1	0.11	22.63	26.91	209.10	5737.96	18.46
	2	0.11	21.28	32.08	186.47	6430.72	18.16
	3	0.12	19.76	38.78	165.22	7233.60	17.89
	4	0.12	18.10	47.71	145.45	8233.55	17.68
	5	0.13	16.26	59.87	127.36	9396.24	17.49

**Scaling Calculations**

	Raw Water	Adjusted Feed	Concentrate
pH	7.50	7.50	7.76
Langelier Saturation Index	-0.84	-0.84	0.58
Stiff & Davis Stability Index	-0.77	-0.77	0.11
Ionic Strength (Molal)	0.05	0.05	0.21
TDS (mg/l)	2017.27	2709.35	10761.95
HCO <sub>3</sub>	79.00	79.00	306.12
CO <sub>2</sub>	3.05	3.05	4.73
CO <sub>3</sub>	0.28	0.28	4.63
CaSO <sub>4</sub> (% Saturation)	1.27	1.27	7.29
BaSO <sub>4</sub> (% Saturation)	0.00	0.00	0.00
SiO <sub>2</sub> (% Saturation)	0.00	0.00	0.00
CaF <sub>2</sub> (% Saturation)	0.00	0.00	0.00

Şekil 3.17: (Devamı) Girilen Verilere Göre Tasarlanan Sistemin Detaylı Rapor Görüntüsü

ROSA Control Panel - Kitap

File Options Help

System Permeate Flow: 999.72 m<sup>3</sup>/d System Feed Flow: 1333.03 m<sup>3</sup>/d System Recovery: 75.00%

A	B
<b>Project Identification</b>	
Project Name	Kitap
Case #	1
<b>Project Overview</b>	
Unit set for economic evaluation	m <sup>3</sup> -m <sup>3</sup> /h-bar
System water production (m <sup>3</sup> /h)	41.66
System recovery (%)	75.00
<b>Project Economic Variables</b>	
Project Life (years)	5
Interest rate (%)	10
Power cost (\$/kWh)	0.08
<b>Pass 1</b>	
<b>Projection Results</b>	
Pass 1 permeate production (m <sup>3</sup> /h)	41.66
Pass 1 feed pressure (bar)	20.32
Pass 1 concentrate pressure (bar)	17.34
Pass 1 recovery (%)	75.00
Pass 1 energy recovery efficiency (%)	
<b>Capital Expense</b>	
Pass 1 pressure vessels	9
Pressure vessel cost (\$/vessel)	0

1) Project Information 2) Feedwater Data 3) Scaling Information 4) System Configuration 5) Report 6) Cost Analysis

Friday, December 8, 2017 Run complete: 0 error(s).

Print  
Export to Excel  
Copy to Clipboard

Gray cells are ROSA values.  
Yellow cells are user inputs.  
White cells are calculated values.

Units Set  
 English (gpm, psi)  
 Metric (m<sup>3</sup>/h, bar)

Şekil 3.18: Programın Maliyet Analizi "Cost" Sekmesinin Görüntüsü.

<b>Project Economic Variables</b>	
Project Life (years)	10
Interest rate (%)	10
Power cost (\$/kWh)	0,08
<b>Pass 1</b>	
<b>Projection Results</b>	
Pass 1 permeate production (m <sup>3</sup> /h)	41,66
Pass 1 feed pressure (bar)	20,32
Pass 1 concentrate pressure (bar)	17,34
Pass 1 recovery (%)	75,00
Pass 1 energy recovery efficiency (%)	
<b>Capital Expense</b>	
Pass 1 pressure vessels	9
Pressure vessel cost (\$/vessel)	450
Pass 1 capital for pressure vessels	\$4050,00
Product	BW30-400 (5) BW30-400 (5)
Pass 1 total elements	45
Element cost (\$/element)	\$500,00
Pass 1 capital for elements (\$)	\$22500,00
Pass 1 capital (\$)	\$26550,00
Pass 1 capital(\$/m <sup>3</sup> )	\$0,01
<b>Operating Expense</b>	
<b>Power</b>	
Pass 1 pumping power (kW)	39,20
Pass 1 pump specific energy (kWh/m <sup>3</sup> )	0,94
Brine energy recovery (kWh/m <sup>3</sup> )	0,00
Pass 1 net energy consumption (KWh/m <sup>3</sup> )	0,94
Pass 1 net energy cost (\$/year)	\$1648,15
Energy expense NPV (\$)	10127,19
Pass 1 energy expense (\$/m <sup>3</sup> )	\$0,08
<b>Membrane replacement cost</b>	
Pass 1 replacement rate (%/year)	13
Replacement price (\$/element)	\$500,00
Pass 1 replacement cost for elements (\$/year)	\$2925,00
Pass 1 replacement membrane NPV (\$)	\$17972,86
Pass 1 membrane replacement expense (\$/m <sup>3</sup> )	\$0,01
<b>Operating expense subtotal</b>	
Pass 1 operating expense NPV (\$)	\$28100,05
Pass 1 operating expense per m <sup>3</sup>	\$0,08
<b>Pass 1 Total</b>	
Pass 1 cost NPV (\$)	\$22500,00
Life Cycle Cost (\$/m <sup>3</sup> )	\$0,01
<b>Total System</b>	
Capital	\$26550,00
Operating expense NPV (\$)	\$28100,05
Cost of water NPV (\$/m <sup>3</sup> )	\$0,01

Şekil 3.19: Ön Görülen Maliyet.

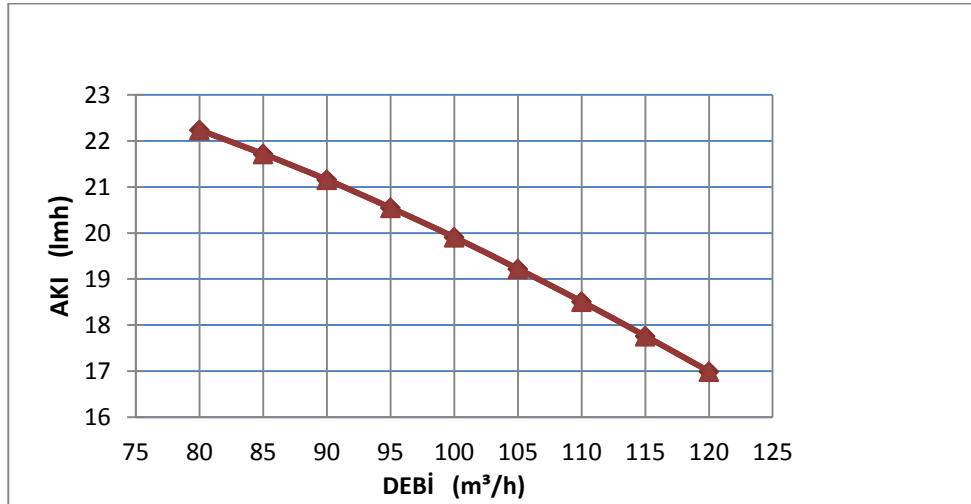


### 3.5.2. Rosa Programı İle Verim İzleme

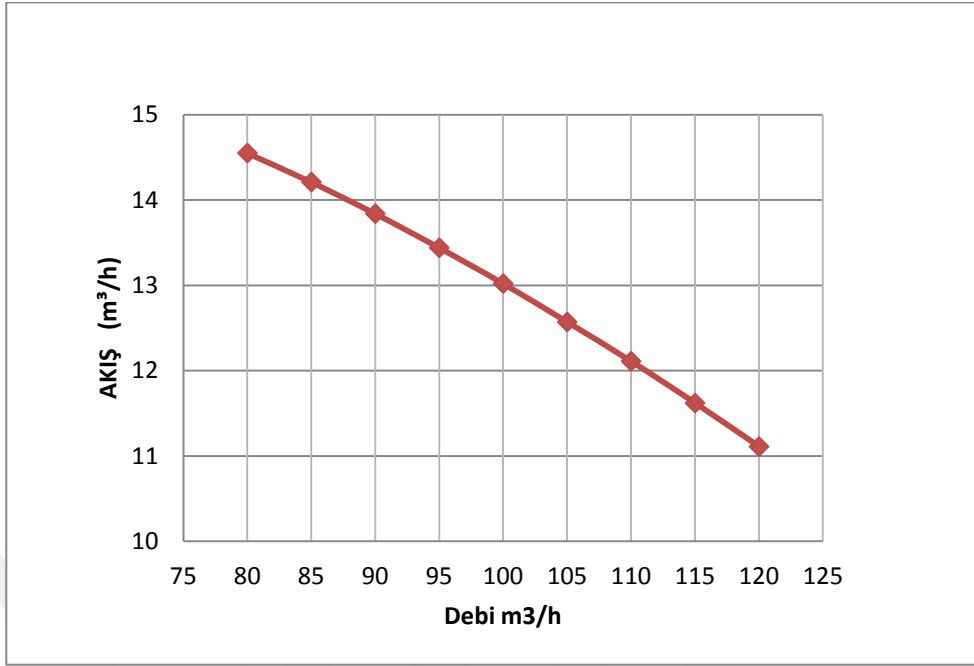
Bu çalışmada farklı debilerde sistem çalıştırılarak akı, akış enerji, maliyet ve besleme basıncı değerleri gözlenmiştir ve grafikte gösterilmiştir. Deney  $25^{\circ} C$ ' de 8,36 pH değerinde yapılmıştır

**Tablo 3.5:** Ön Görülen Maliyet

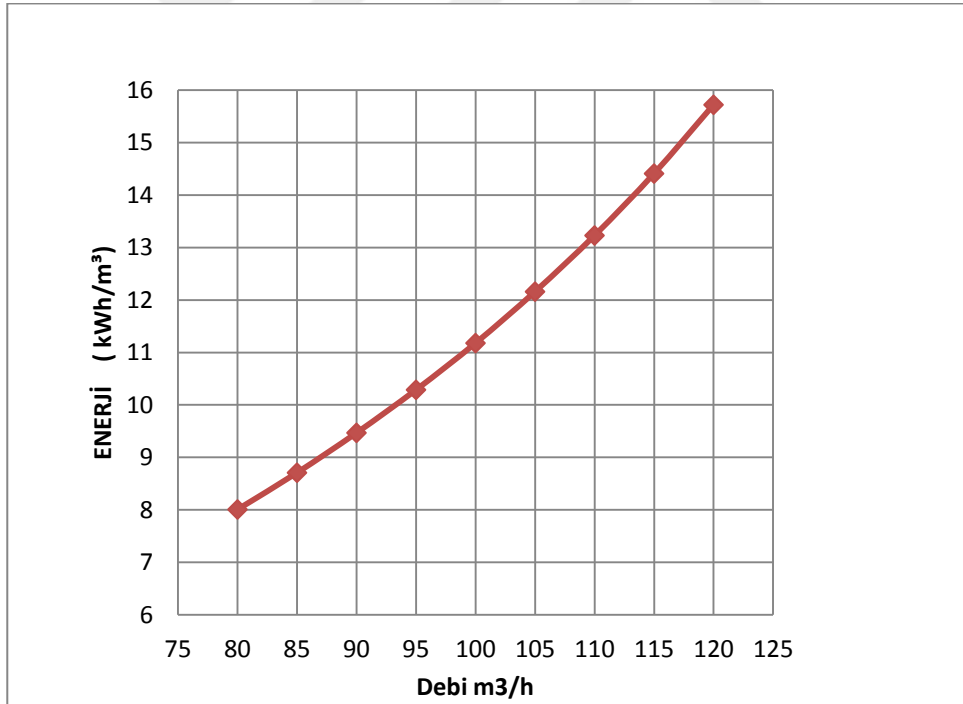
DEBİ (m <sup>3</sup> /h)	80	85	90	95	100	105	110	115	120
PASS 1 FLUX (lmh)	22,24	21,72	21,16	20,55	19,91	19,22	18,51	17,76	16,99
DEBİ (m <sup>3</sup> /h)	80	85	90	95	100	105	110	115	120
PERMEATE FLOW(m <sup>3</sup> /h)	14,55	14,21	13,84	13,44	13,02	12,57	12,11	11,62	11,11
DEBİ (m <sup>3</sup> /h)	80	85	90	95	100	105	110	115	120
SPECIFIC ENERGY ( kWh/m <sup>3</sup> )	8,01	8,71	9,47	10,29	11,18	12,16	13,23	14,41	15,72
DEBİ (m <sup>3</sup> /h)	80	85	90	95	100	105	110	115	120
COST OF WATER ( \$/m <sup>3</sup> )	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05
DEBİ (m <sup>3</sup> /h)	80	85	90	95	100	105	110	115	120
FEED PRESSURE (bar)	46,82	46,82	46,82	46,82	46,82	46,82	46,82	46,82	46,82



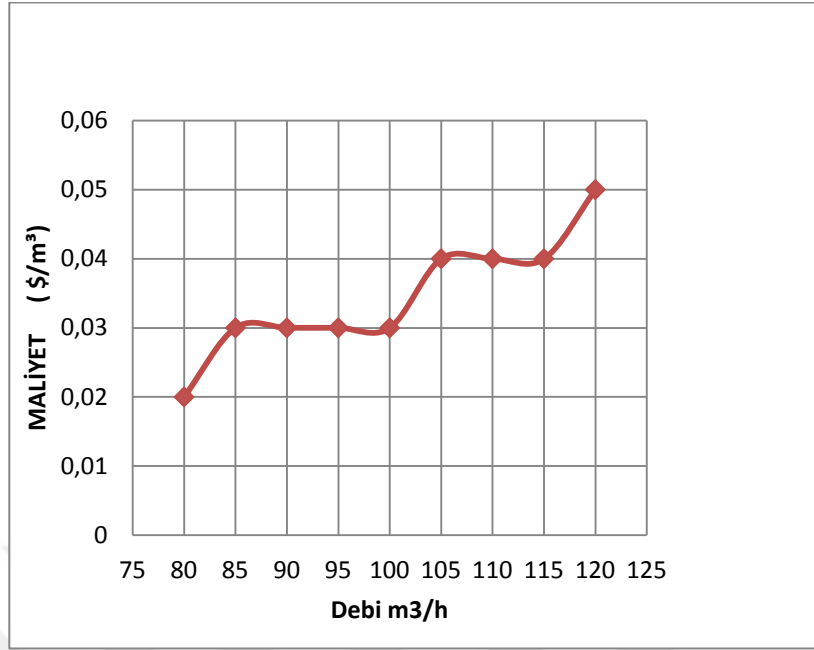
**Şekil 3.20:** Akı ve debi arasındaki ilişkiyi gösteren grafik.



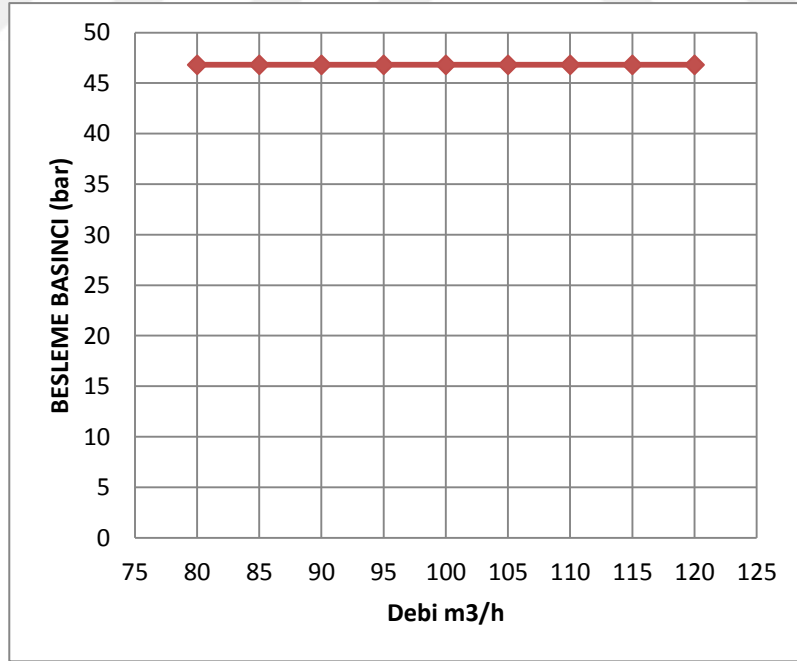
Şekil 3.21: Akış Ve Debi Arasındaki İlişkiyi Gösteren Grafik.



Şekil 3.22: Enerji Ve Debi Arasındaki İlişkiyi Gösteren Grafik.



Şekil 3.23: Maliyet ve debi arasındaki ilişkiyi gösteren grafik.



Şekil 3.24: Besleme basıncı ve debi arasındaki ilişkiyi gösteren grafik.

### 3.5.3. Ims Programı Sistem Tasarımı Projelendirme

#### Programlama basamakları

IMS programı başlatıldığında Şekil 3.25'te verilen pencere açılacaktır. program dili, maliyet hesabında kullanılmak üzere para birimi seçilmektedir. seçimler yapıldıktan sonra Devam (Continue) sekmesi ile Şekil 3.26' te verilen pencere çıkmaktadır. Bu pencerede kırmızı kutucuk içine alınan bölümünde teknik servis bültenleri, kullanım kılavuzları ve firmaya ait membranların özelliklerine bakmak için kataloglar bulunmaktadır. Aynı zamanda sistemlerin işletilmesine yönelik kayıt programı ve işletme esnasında karşılaşılan problemlerin tartışıldığı yardım masasına bu bölümden ulaşılabilir. Sistem tasarımı yapmak için "TO Proje" (RO Project) sekmesinden geçmiş tasarımlar çağrılabilir veya "Yeni Proje" (New Project) sekmesiyle yeni bir tasarıma başlanabilir.



Şekil 3.25: IMS programı açılış ekranı

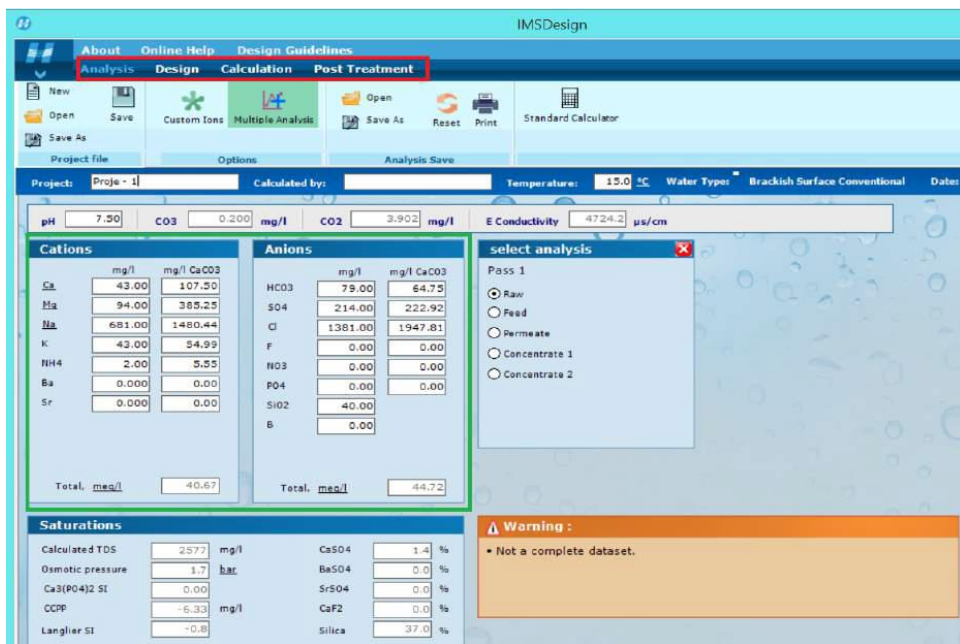


Şekil 3.26: IMS programı tasarım başlangıç sayfası

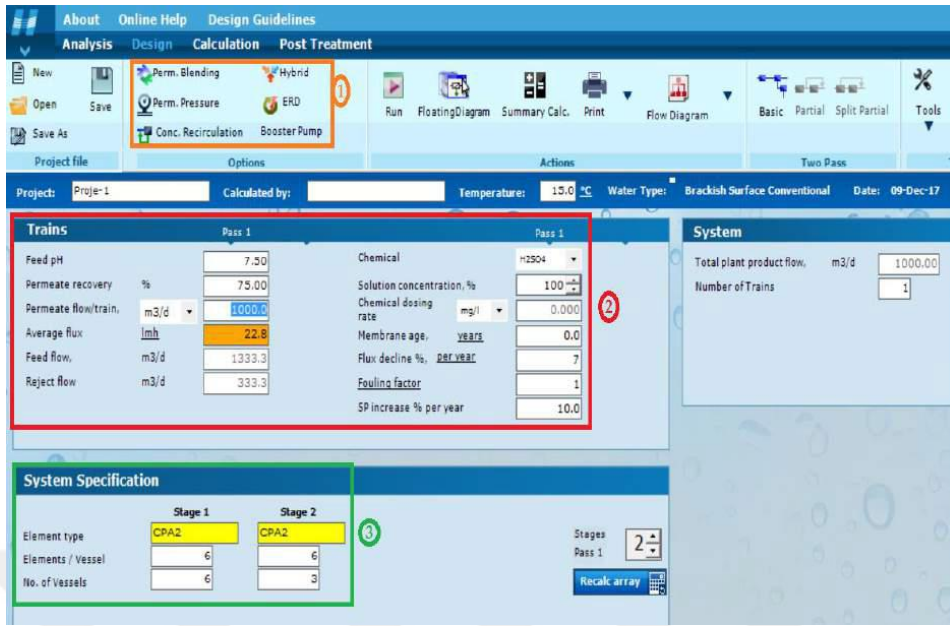
Şekil 3.26’teki pencerede bulunan sekmelerden “New Project” işaretlendikten sonra Şekil 3.27’de verilen tasarım sayfası açılacaktır. Bu pencerede kırmızı kutu içerisine alınan üst sekmelerden ilk olarak “Analiz” (Analysis) sekmesi kısmından su kalite bilgileri girilmelidir. Yeşil kutu ile belirtilmiş alanda giriş suyuna ait kirlilik miktarlarının ne olduğu girilir. İletkenlik ve toplam çözünmüş madde konsantrasyonu program tarafından otomatik hesaplanır. Besleme suyu tipi yine bu sayfada seçilir. “Analysis” sekmesinde işlemler tamamlandıktan sonra “Tasarım” (Design) sekmesi seçilir. Şekil 7.20’de verilen pencere açılır. Bu pencerede turuncu kutu içerisine alınmış 1 no’lu bölgede sistemin hidrolik tasarımı için seçimler yapılır. Bir miktar hamsu ile süzüntü suyunun karışımı ile bir çıkış suyu kalitesi elde edilmek isteniyor ise “Süzüntü Karışımı” (Perm. Blending) seçilir. “Süzüntü Basıncı” (Perm.Pressure) seçeneği sistemin süzüntü tarafına geri tepme valfi ile basınç (back pressure) oluşturulmak istendiği zaman seçilir. Özellikle membran elementi için belirlenmiş geri kazanım oranının geçildiği durumlarda ve homojen süzüntü debisi alınmak istendiği durumlarda kullanılır. Sistemin sonunda oluşan konsantre sıvının bir miktarı sistemin başına gönderilmek istendiği durumlarda “Konsantre Geri Devri” (Conc. Recirculation) seçilir. “Hibrit” (Hybrid) seçeneği sistemin kademelerinde farklı membran tipi kullanılmak istendiği durumlarda kullanılır. “ERD” seçeneği sistemde enerji geri

kazanım sistemi uygulanmak istenildiği durumlar için kullanılır. “Floating Diagram” seçeneği ile oluşturulan sistemin akış diyagramı görülür. “Akış Diyagramı” (Flow Diagram) seçeneğine tıklanarak akış şeması üzerinde belirlenmiş noktadaki basıncı iletkenlik, süzüntü debisi, konsantrasyon debisi ve akı gibi değerler görülebilir. Tasarım penceresi içerisinde kırmızı kutu ile işaretlenmiş 2 no’lu bölmede sistemin hidrolik verileri girilmektedir. İstenilen süzüntü miktarı, gerim kazanım oranı ve suyun pH’ı girildikten sonra 3 no’lu bölgedeki “Element Tipi” (Element Type) seçilir. Çıkan listeden membran modeli seçildikten sonra kademe sayısını, basınç kabı içerisindeki element sayısını ve basınç kabı sayısını program otomatik olarak belirler. Bütün giriş verileri tamamlandıktan sonra “Çalıştır” (Run) sekmesi seçilerek sistem analiz edilir. Sistem analiz sayfası olarak Şekil 3.29’de verilen ekran görüntüsü açılır.

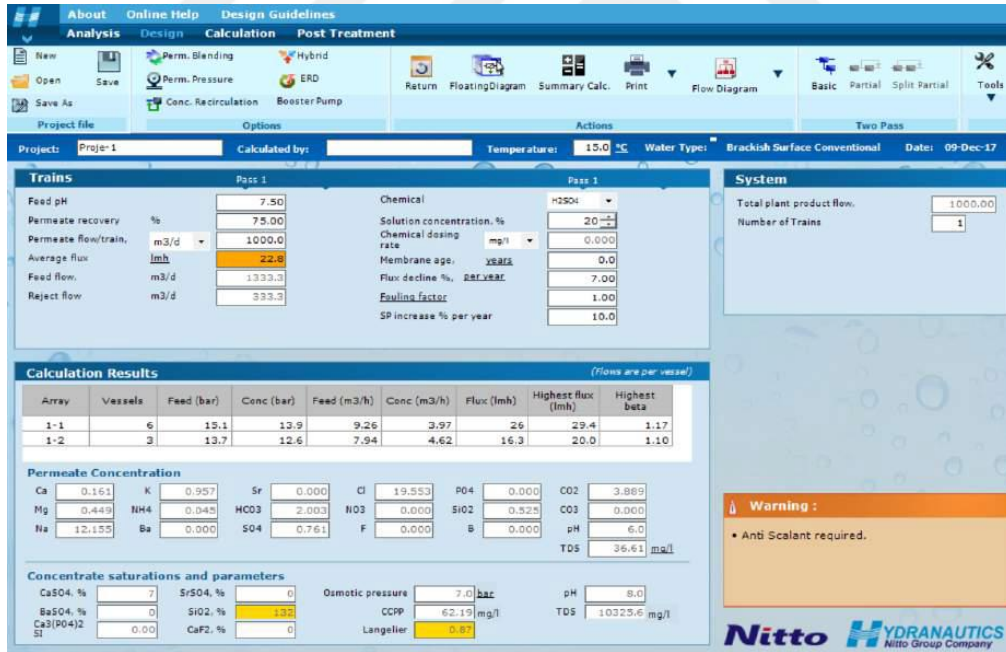
Şekil 3.29’deki ekran görüntüsünde görüleceği üzere sistemin kademelerinde ne kadarlık giderim yapıldığı, maksimum akı değerlerinin ne olduğu ve çıkış suyu kalite değerleri verilmektedir. Aynı zamanda “Doymunluk Parametreleri” (Saturation Parameter) kısmında konsantrasyon akımındaki doymunluk değerleri verilmektedir. Bu değerlerin üretici tarafından belirlenen sınırlar içerisinde olması beklenmektedir. Limit değeri aşan herhangi bir saturasyon değeri hakkında sistem uyarı vermektedir. Analizi yapılan sisteme ait akış diyagramı ve diyagram üzerinde verilen numaralarda sistem verileri Şekil 3.30’da verilmiştir.



Şekil 3.27: IMS Tasarım programı analiz “Analysis” sekmesinin ekran görüntüsü



Şekil 3.28: IMS Tasarım programı tasarım “Design” sekmesinin ekran görüntüsü.

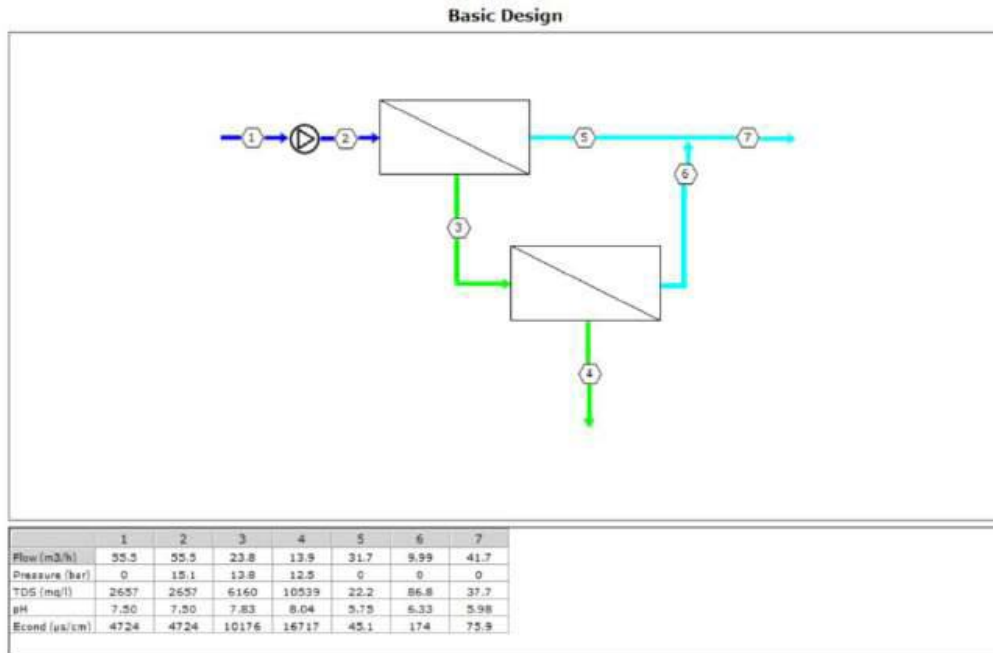


Şekil 3.29: IMS tasarım programı sistem analizi.

Sistem çıkış suyu kalite kriterini sağlıyor ve yapılan tasarım uygun ise “Hesapla” (Calculation) sekmesine gidilerek işletme maliyet analizleri yapılabilir. “Calculation” sekmesinin altında açılan program penceresi Şekil 3.31’de verilmiştir. Hesaplama sekmesinde ilk açılan ekranda pompa verimi, motor verimi gibi veriler girilir. Program

tarafından m<sub>3</sub> üretilen su başına tüketilecek enerji miktarı belirlenir. Aynı sayfada bulunan “Kimyasal İhtiyacı” (Chemical Requirement) sekmesi seçilerek Şekil 3.32’deki ekrana gidilir. Bu sekmede sistem için kimyasal dozajı gerekli ise dozaj miktarları ve maliyeti hesaplanır. Özellikle SBMS ve Antiscalant dozajı en çok kullanılan dozaj türüdür. Bu nedenle her iki kimyasal için dozaj gerekliliği kontrol edilmelidir. Calculation sekmesinin bir sonraki adımı ise “maliyet” (cost) penceresidir (Şekil 3.33). Bu pencerede sistemin toplam işletme maliyetini ne olacağına dair bilgiler bulunmaktadır.

Tasarımcı aynı zamanda işletme maliyetlerini kontrol ederek sistemde bazı optimizasyonlar yapabilir. Şekil 3.33’de verilen ekran görüntüsünde 1000 m<sub>3</sub>/gün kapasiteli yüzeysel su arıtımı yapan bir sistemin işletme maliyetleri görülmektedir.



**Şekil 3.30:** Sistem akış diyagramı.



**Power Calculation**

Project: Proje-1 Calculated by: Temperature: 15.0 °C Water Type: Brackish Surface Conventional

Pass 1		
Pump / Boost pressure	bar	15.1
Product flow	m3/d	1000.0
Pump flow	m3/d	1333.3
Pump efficiency	%	80.0
Motor efficiency	%	90.0
VFD Efficiency	%	97.0
Power/Stage/Pass	kw	32.8
	BHP	43.9
<b>Total pumping power</b>	<b>kw</b>	<b>32.8</b>
<b>Pumping specific energy</b>	<b>kwh/m3</b>	<b>0.79</b>

Şekil 3.31: Hesaplama “Calculation” sekmesi ekran görüntüsü.

**Chemical Requirement**

Project: Proje-1 Calculated by: Temperature: 15.0 °C Water Type: Brackish Surface Conventional

System		
Feed flow,m3/d		1333.3
Permeate flow,m3/d		1000.0
Total Product flow,m3/d		1000.0

Summary of Chemical Cost		
	Permeate Pass 1	Total Product
USD/m3	0.010	0.010
USD/kgal	0.038	0.038
USD/Mega litres	10.0	10.0
USD/Mega usgal	37.9	37.9
USD/Mega m3	10000	10000
USD/Acre.ft	12.3	12.3

SMBS Dosing Feed		
Solution conc.	%	10.0
Specific gravity		1.10
Solution cost	USD/l of 10% sol.	0.0
Dose, mg/l	100% basis	0.0
Consumption	kg/h	0.0

H2SO4 Dosing Feed		
Solution conc.	%	20.0
Specific gravity		1.08
Solution cost	USD/l of 10% sol.	0.0
Dose, mg/l	100% basis	0.000
Consumption	kg/h	0.0

Antiscalant Dosing Feed		
Solution conc.	%	40.0
Specific gravity		1.00
Solution cost	USD/l of 10% sol.	0.3
Dose, mg/l	100% basis	10.0
Consumption	kg/h	1.4

NaOCl Dosing Feed		
Solution conc.	%	10.0
Specific gravity		1.30
Solution cost	USD/l of 10% sol.	0.0
Dose, mg/l	100% basis	0.0
Consumption	kg/h	0.0

Şekil 3.32: IMS programı kimyasal dozaj hesap ekranı.

IMSDesign

About Online Help Design Guidelines

Analysis Design Calculation Post Treatment

New Open Save PowerRequirement Chemical Requirement Cost Print DefaultValues USD - USA Select Currency

Project file Calculations Options

Project: Proje-1 Calculated by: Temperature: 15.0 °C Water Type: Brackish Surface Conventional

### Cost Calculation

Plant capacity	m <sup>3</sup> /d	1000.0	Plant life, years	15.0
Specific investment, USD/m <sup>3</sup> /d		922.90	Membrane life, years	5.0
Investment, USD		922898	Membrane cost, USD/element	500
Interest rate, %		4.5	Number of elements	54
Plant factor, %		90.0	Inhibitor cost	USD/kg 2.20
Power cost, USD/kwhr		0.200	Inhibitor dosing	mg/l 3.0
Power consumption	kwhr/m <sup>3</sup>	0.79	Acid cost	USD/kg 1.50
Maintenance(% of investment)		3.0	Acid dosing	mg/l 0.0

### Cost Calculation Results

Capital cost	USD/m <sup>3</sup>	0.17
Power cost	USD/m <sup>3</sup>	0.16
Chemicals cost	USD/m <sup>3</sup>	0.01
Membrane replacement cost	USD/m <sup>3</sup>	0.02
Maintenance cost	USD/m <sup>3</sup>	0.08
<b>Total water cost</b>	<b>USD/m<sup>3</sup></b>	<b>0.44</b>

Şekil 3.33: IMS programı işletme maliyetleri penceresi.

## **4. BULGULAR**

### **4.1.PERFORMANS TESTLERİ**

#### **İstanbul DGKÇ Santrali A Osmoz Sistemi İle Arıtılmış Su Tesis**

#### **Sistemi Yapılması İşine Ait 72 Saatlik**

##### **TESTİN AMACI**

İstanbul DGKÇ Santrali A Ünitelerine Osmoz Sistemi İle Arıtılmış Su Tesis Sistemi Yapılması İşine Ait 72 Saatlik Performans Testi Prosedürü iş kapsamında 72 saatlik performans testi çalışmasının tarifindeki gibi yapmaktır.

##### **Genel Notlar;**

Performans testi, 72 saat sürecek olup sistem testler süresince tam kapasite ile çalışacaktır. Performans testlerinde sistemin dizayn aşamasında kabul edilen ekli hamsu analiz değerleri üzerinden yapılmış kabuller referans alınacak olup güncel hamsu değerleri de analiz ettirilecek ve dizayn ham su değerlerinden kabul edilebilir aralıkların dışında ve performans kriterlerini etkileyebilecek sapmalar olması halinde güncel hamsu değerlerine göre gerekli hesaplar ve membran projeksiyonları DENİZSU ve EUAŞ tarafından birlikte yapılarak revize performans kriterleri birlikte değerlendirilecektir.

72 saatlik performans testi sırasında, EUAŞ'den kaynaklanan duruş ve arızalardan dolayı tesisin üretiminin bir kısmı ya da tamamının kesintiye uğraması durumunda duruş süresi kayıt edilerek performans testlerinin toplam süresine eklenecektir.

72 saatlik performans testi sırasında, DENİZSU'dan kaynaklanan duruş ve arızalardan dolayı tesisin üretiminin bir kısmı ya da tamamının kesintiye uğraması durumunda ünitelerin münferit duruş süreleri ve sayıları kayıt edilecektir. Sistem bütününde toplam 4 saate kadar duruş olması halinde duruş süreleri performans testlerine eklenecektir. Toplam duruş süresinin söz konusu sınırları aşması halinde ise performans testlerinde başa dönecektir.

**TEST PROSEDÜRÜ, NUMUNE ALIMLARI VE TÜKETİM TAKİPLERİ**

Performans testine ait bütün çalışmalar EUAŞ kontrolünde DENİZSU tarafından yürütülecektir.

Performans Testlerinde kalibre edilmiş ölçü aletleri ve test enstrümanları kullanılacak ve bunlara ait güncel kalibrasyon test sertifikaları, testler öncesinde Performans Testleri Alt Komisyonuna sunulacaktır ve kontrolleri yapılacaktır.

Testler süresince kullanılan ekipman/parametrelerin kontrolleri ve kabul kriterlerine uygunluğunun kontrolü EUAŞ ve DENİZSU yetkili personelleri tarafından müştereken yapılarak ekipman/parametre bazında oluşturulmuş ekli veri formları kayıt altına alınacaktır.

Testler süresince kullanılan ekipman ve enstrüstasyonların kimyasal ve Elektrik tüketimleri günlük kayıt altına alınacak olup test sonunda ortalama alınarak hesaplanacaktır.

**PERFORMANS TESTİ SONUÇLARI:**

72 saatlik performans testleri sonucunda test sonuçlarının referans değerlerini karşıladığı görülmektedir.

UF projeksiyonları; Hamsuda AKM değeri 10 ppm ölçülmüş. Bunun %50'sinin DAF ve MM filtrede tutulduğunu kabul edilerek, UF projeksiyonunu 5 ppm AKM değeri üzerinden düşünülmüştür. Projeksiyonda görüldüğü gibi bu değer için UF verimi yaklaşık %93 gibi çıkıyor . güncel projeksiyonlar ile UF ünitelerinin test run süresince işletme koşulları örtüşmektedir.

RO projeksiyonları; Test run süresince hamsu iletkenlik değeri averajda yaklaşık 37300  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ve giriş sıcaklığı averajda 28 derece olarak ölçülmüştür. RO ünitelerini de averajda 43,5 m<sup>3</sup>/h ürün debisi ve %46 civarında bir verimde çalıştırmış, averajda 290-300  $\mu\text{S}/\text{cm}$  civarında ürün iletkenliği elde edilmiştir. Bu değerlerle RO projeksiyonu yaptığımızda (membranlar yeni olduğu için membran ömrü 0 yıl olarak tanımlandı) ürün iletkenliği 285  $\mu\text{S}/\text{cm}$  gibi çıkmıştır. Dolayısıyla RO projeksiyonları ile RO ünitelerinin test run süresince işletme koşulları örtüşmektedir.

## 4.2.MEMBRAN ARITMA SİSTEMİNİN YILLIK İŞLETME MALİYETİ

**Tablo 4.1:** Yıllık işletme maliyeti

Ekipmanın Adı	Miktarı	Birimi	Birim Fiyatı (2016)	Toplam Fiyat (2016)	Birim Fiyatı (2018)	Toplam Fiyat (2018)
			Euro/adet	Euro/yıl	Euro/adet	Euro/yıl
Kimyasal Sarfiyatı	1	takım	164.477,39 €	164.477,39 €	251.377,74 €	251.377,74 €
Elektrik Sarfiyatı	1	takım	180.573,81 €	180.573,81 €	221.047,25 €	221.047,25 €
<b>TOPLAM</b>				<b>345.051,20 €</b>		<b>472.425,00 €</b>

Tablo 4.1’de yıllık işletme maliyeti belirlenir ve yıllık toplam su kapasitesine bölüldüğünde yıllık işletme maliyeti belirlenir. Mevcut döviz kurları üzerinden yıllık işletme maliyeti belirlenir.

### 2016 yılında öngörülen birim fiyat:

RO Ürün Suyu Kapasitesi	126	m <sup>3</sup> /saat
RO Ürün Suyu Kapasitesi	3024	m <sup>3</sup> /gün
RO Ürün Suyu Kapasitesi	90720	m <sup>3</sup> /ay
RO Ürün Suyu Kapasitesi	1103760	m <sup>3</sup> /yıl

RO üretim birim m3 başına işletme maliyeti	0,31	€/m <sup>3</sup>
RO üretim birim m3 başına işletme maliyeti	1,03	TL/m <sup>3</sup>

<b>KURLAR</b>		
EURO	3,29	TL
USD	2,9515	TL

**2018 yılında öngörülen birim fiyat:**

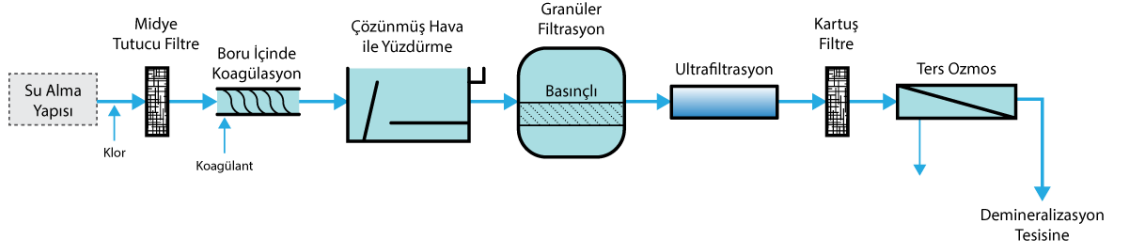
RO Ürün Suyu Kapasitesi	126	m <sup>3</sup> /saat
RO Ürün Suyu Kapasitesi	3024	m <sup>3</sup> /gün
RO Ürün Suyu Kapasitesi	90720	m <sup>3</sup> /ay
RO Ürün Suyu Kapasitesi	1103760	m <sup>3</sup> /yıl
RO üretim birim m3 başına işletme maliyeti	0,43	€/m <sup>3</sup>
RO üretim birim m3 başına işletme maliyeti	2,65	TL/m <sup>3</sup>

<b>KURLAR</b>	
EURO 6,19	TL
USD 5,43	TL

## 5. SONUÇ

Marmara denizi su kalitesine bakıldığında Bulanıklık (348-0,82 NTU), Yağ ve Gres (4,2-0,5 mg/L), Toplam Askıda Katı Madde(1058-11 mg/L), İletkenlik(48,9-33,2mS/cm), Toplam Organik Karbon(30,8-1,9 mg/L), KOİ(123 mg O<sub>2</sub>/L) ve BOİ(31-2mg/L) değerlerinin kontrolsüz deşarjlardan dolayı çok yüksek olduğu gözükmektedir. Marmara denizi yüksek kirlilik altındadır.

Hamsu üzerinde yapılan literatür araştırması ve laboratuvar sonuçları neticesinde deniz suyu içerisinde yağ-gres, alg, midye, askıda katı madde (AKM) konsantrasyonları yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu parametrelerin giderilebilmesi, TO sistemini tıkanmaya karşı korunması ve sistem içerisinde kullanılacak membranların ömrünü uzatılabilmesi amacıyla midye tutucu filtre, koagülasyon ve flotasyon sistemleri, granüler filtrasyon ve ultrafiltrasyon sistemleri tasarlanmış ve projelendirilmiştir. Yüksek iletkenliği gidermek için ters osmoz uygulanmalıdır. Tesisde Şekil 5.1’de görülen proses uygulanmıştır.



**Şekil 5.1:** Proses akım diyagramı

RO prosesi tasarımı için ROSA programı öğrenilmiştir, tasarıma geçilmiştir. Program tarafından bütün anyon katyon dengesi otomatik olarak hesaplanır. Program ham su özelliklerinin ne olduğu seçilen her kademedeki ortalama akı, membran elementinin ne olduğu, sistem ortalama akısı, besleme pompasının basıncı, akı, iyon ve katyonların giderim miktarları, tüketilen enerji, ihtiyaç duyulan pompa kapasiteleri, hakkında bilgilerde verilir.

RO prosesi için IMS programını öğrenilmiş ve tasarımı yapılmıştır. Program sayesinde akış şeması üzerinde belirlenmiş noktalardaki basıncı iletkenlik, süzüntü debisi, konsantre debisi ve akı gibi değerler görülür, sistemin kademelerinde ne kadarlık giderim yapıldığı, maksimum akı değerlerinin ne olduğu ve çıkış suyu kalite değerleri verilir, sistem için kimyasal dozajı gerekli ise dozaj miktarları ve maliyeti verilir, Toplam işletme maliyeti hesaplanır

Rosa programını grafiksel anlamak adına yaptığımız çalışmada; rosa programında debinin akım, akış, spesifik enerji, su maliyeti, besleme basıncı gibi bilgilerle olan eğrileri oluşturulmuştur.

Rosa programında 25° C , 32° C ve 40° C gibi farklı sıcaklıklarda program çalıştırılarak sistem akı, akış ve besleme basıncı değerleri değişimi gözlemlenmiştir. Ph değeri 8.36, debi 94 m<sup>3</sup>/h, 44,7 geri dönüşüm oranında sıcaklığa göre akı, akış ve besleme basıncı değerlerinin değişimi izlenmiştir. Tablo 5.1 de görülmektedir

**Tablo 5.1:** Rosa programı sıcaklığa göre değişimi.

	25° C	32° C	40° C
Besleme basıncı (bar)	46,82	46,82	46,82
Akış (m <sup>3</sup> /h)	13,52	16,76	20,78
Akı (lmh)	20,68	25,63	31,27
Tüketilen Enerji ( kWh/m <sup>3</sup> )	10,12	8,16	6,59

DSTO sisteminin işletme maliyetinin ne kadar değiştiği hesaplanmıştır. 2016 yılı ve 2018 yılları arasında artan döviz kurları neticesinde tesisin işletme maliyeti % 160 oranında artmıştır. RO üretim birim m<sup>3</sup> başına işletme maliyeti 2016 yılı için 0,31 €/m<sup>3</sup>. RO üretim birim m<sup>3</sup> başına işletme maliyeti 2018 yılı için 0,43 €/m<sup>3</sup>. Kullanılan kimyasallar, elektrik sarfiyatı gibi faktörlerden dolayı maliyet 0,43'e kadar çıkmaktadır. Artan döviz kurları nedeniyle türk lirasına çevrildiğinde maliyet ciddi oranda artmaktadır. RO üretim birim m<sup>3</sup> başına işletme maliyeti 1,03 TL/m<sup>3</sup> den 2,65 TL/m<sup>3</sup> 'e kadar çıkmaktadır.

72 saatlik performans testleri sonucunda test sonuçlarının referans değerlerini karşıladığı görülmektedir. UF projeksiyonları; Hamsuda AKM değeri 10 ppm ölçülmüş. Bunun %50'sinin DAF ve MM filtrede tutulduğunu kabul edilerek, UF projeksiyonunu 5 ppm AKM değeri üzerinden düşünülmüştür. Projeksiyonda görüldüğü gibi bu değer için UF



verimi yaklaşık %93 gibi çıkıyor . güncel projeksiyonlar ile UF ünitelerinin test run süresince işletme koşulları örtüşmektedir. RO projeksiyonları; Test run süresince hamsu iletkenlik değeri averajda yaklaşık 37300  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ve giriş sıcaklığı averajda 28 derece olarak ölçülmüştür. RO ünitelerini de averajda 43,5 m<sup>3</sup>/h ürün debisi ve %46 civarında bir verimde çalıştırmış, averajda 290-300  $\mu\text{S}/\text{cm}$  civarında ürün iletkenliği elde edilmiştir. Bu değerlerle RO projeksiyonu yaptığımızda (membranlar yeni olduğu için membran ömrü 0 yıl olarak tanımlandı) ürün iletkenliği 285  $\mu\text{S}/\text{cm}$  gibi çıkmıştır. Dolayısıyla RO projeksiyonları ile RO ünitelerinin test run süresince işletme koşulları örtüşmektedir. Rosa programı ile kısaca kıyaslarsak rosa programıda 25°C’de % 14,39 verimle çalıştırıldığında iletkenlik değeri 25884mg/l den 250,79mg/l ‘ ye kadar düşmektedir. ||



## KAYNAKLAR

[URL1 [www.dsi.gov.tr/toprak-ve-su](http://www.dsi.gov.tr/toprak-ve-su) [ziyaret tarihi: 05/03/2017]

Güler, Ç., Çobanoğlu, Z., 1997, Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi, *Su kalitesi*, 43, 44.

Eroğlu, V., 2008, *Koku Ve Tat Kontrolü*, İçme suların tasfiyesi, 6 baskı, 209-211

Resmi gazete, 2008, EK-I: Kategorilere Göre Su Kalite Standartları, No:28338

Şengül, B., 2014, İçme Suyundaki Siyanotoksinleri Aktif Karbonla Zenginleştirilmiş Koagülasyon Batık Membran İle Arıtımı, Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği.

WHO (2003): *Guidelines For Safe Recreationalwater Environments*. Volume 1: Coastal and fresh waters. Chapter 8: Algae Andcyanobacteria İn Fresh Water. 136-144. WHO,Geneva

Aydın, N., Ankara, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Hayvan sağlığında mikotoksinler ve mikotoksikozisler, syf:37-40

Suffet, IH, Anselme C, Mallevalle J., 1986 Removal of Tastes and Odors byOzonation. AWWA Seminar on Ozonation: Recent Advances and Research Needs, Denver, CO

TCHOBANOGLIOUS, G., 2003. Wastewater Engineering, fourth edition. McGrawHill, New York, tez no:413579

Schaeffer, 2008, Schaeffer, K., 2008, Match treatment type to carbon type, Water Technol. Magazine, 31(1), Technical pages

T.c. Sağlık Bakanlığı Refik Saydam Hıfzıssıhha Merkezi Başkanlığı,*Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 68(2) 2011]

Vigneswaran, S., 2009, Waste Water Treatment Technologies, Enclodedia Of Life Support System, volume 1

Başaran, Y., 2015 , *Türkiye’de Deniz Suyundan İçme Suyu Üretiminin Maliyet Değerlendirmesi*, syf:111

John D. Tanner David J. Emmons, 1996, Recovery Engineering Inc,

Aydın, F.,Ardalı, Y., 2012, *Seawater desalination technologies, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Sigma 30,Syf 156-178*

Salt, Y., Dinçer, S., 2006, *An option for special separation operations: membrane Processes, Journal of Engineering and Natural Sciences Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, Sigma 2006/4*

Çakmıkcı M., Özkaya B., Yetilmezsoy K., Demir S., 2013, *Su Arıtma Tesislerinin Tasarım ve İşletme Esasları, Orman ve Su İşleri Bakanlığı,*

Koyuncu, İ., 2018, *Su/Atıksu Arıtılması ve Geri Kazanılmasında Membran Teknolojileri ve Uygulamaları, Cilt 1: Membran Teknolojileri ve Su Arıtma, syf:60*

Kitiş, M., Yiğit, N., 2009, *Su ve Atıksu Arıtımında İleri Arıtma Teknolojileri- Arıtılmış Atıksuların Geri Kullanımı Ders Notu, 4/63*

Arı, P.h., 2009, *Türkiye’de İçme Suyu Amaçlı Büyük Kapasiteli Membran Sistemlerinin Maliyet Analizi, Yüksek lisan tezi, İstanbul Teknik Üni, Çevre bilimleri ve Mühendisliği,*

Utku, İ., 2018, *Nanofiltrasyon Ve Granül Aktif Karbon İleri Su Arıtma Yöntemlerinin Karşılaştırmalı Maliyet Analizi,*

K.Edzwald, J., 2011, *water quality&treatment a handbook on drinking water, Water, Sixth Edition*

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ,Tubitak, 2017, 2014-2016 Yılı Marmara Denizi Özet Raporu, *Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı, Çed, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü,*

Taşdemir, Y., 2002, *Marmara denizi: kirliticiler ve çevre açısından Alınabilecek tedbirler, Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 7, Sayı 1,*

## **EKLER**

### **ARITMA TESİSİNDE KULLANILAN MALZEME ÇEŞİTLERİ VE ÖZELLİKLERİ**

#### **DUBLEKS (1.4462) PASLANMAZ ÇELİK**

Dubleks paslanmaz çelik (1.4462 ya da 4462 paslanmaz çelik), aşırı derecede korozyona karşı dayanıklı bir paslanmaz çelik kalitesidir. 4462 kalitesindeki bu paslanmazlar 304 ve 316 kalite malzemelere oranla paslanmaya karşı daha yüksek bir direnç gösterip, kimyasal olarak hem östenitik hem de ferretik paslanmaz çelik özellikleri taşırlar. Bu kalitedeki paslanmaz ferretik paslanmaz çeliklere göre daha sert olup, östenitik malzemelere göre ise kopmaya karşı iki kat daha dirençlidirler. Ülkemizde bu paslanmaz çelik kalitesi yerine göre (İngilizce ismiyle) "duplex paslanmaz" olarak da anılmaktadır.

#### **304L (1.4539) PASLANMAZ ÇELİK**

904L kalite paslanmaz çelik oldukça yüksek miktarda krom, nikel ve molipten içeren bir paslanmaz çelik kalitesidir. Süper östenitik paslanmaz çelik olarakta adlandırılan bu kalite, çok iyi bir korozyon direncine sahiptir. Bu paslanmaz çelik kalitesi özellikle sülfürik asite ve yoğun klorlu ortama karşı oldukça dayanıklıdır. 1.4462 dubleks kalite paslanmaz çelik malzemedenden çok daha iyi bir korozyon direncine sahip olan bu paslanmaz çelik kalitesi, oldukça iyi bir antimanyetik yapıya sahiptir.

#### **316L (1.4404) PASLANMAZ ÇELİK**

316 kalite paslanmaz çelik, 304 kalite paslanmaz çeliğin içerisine molibdenve daha fazla nikel eklenerek elde edilen bir malzeme kalitesidir. 316 paslanmaz çelik malzemelerin korozyona dayanımı kimyasal içeriği sayesinde sert koşullu ortamlarda (deniz suyu, asidik sıvılar vs.) dahi çok iyidir. Ayrıca 316 kalite malzemelerin kopma dayanımı (ultimate strength), 304 kalite malzemelere oranla çok daha yüksektir. Parçalar kaynakla birleştirilecekse, o kısımlar ısınmadan ötürü korozyon riskiyle karşı karşıya kalırlar. Böyle durumlardan kaçınmak için, daha az karbon içerikli olan 316L (1.4404) kalite paslanmaz çelik malzeme kullanılmalıdır. 316L kalite paslanmaz çelik ise 316 kalite paslanmaz çelik

ile kimyasal içeriği açısından benzeşse de daha düşük oranda karbon içermektedir. Dolayısıyla 316L paslanmaz çelik kalın kesitlerde de kaynak sonrası tavlama gerektirmez.

### **316Tİ (1.4571) PASLANMAZ ÇELİK**

316 kalite paslanmaz çelik, 304 kalite paslanmaz çeliğin içerisine molibden ve daha fazla nikel eklenerek elde edilen bir malzeme kalitesidir. Bu içerik sayesinde 316 kalite malzemelerin korozyona dayanımı sert koşullu ortamlarda dahi (deniz suyu, asidik sıvılar vs.) çok iyidir. Ayrıca 316 kalite malzemelerin kopma dayanımı (ultimate strength), 304 kalite malzemelere oranla çok daha yüksektir.

### **PASLANMAZ ÇELİK 316/316L/316Tİ KALİTE**

316 kalite paslanmaz çelik, 304 kalite paslanmaz çeliğin içerisine molibden ve daha fazla nikel eklenerek elde edilen bir malzeme kalitesidir. 316 kalite paslanmaz çelik malzemelerin korozyona dayanımı kimyasal içeriği sayesinde sert koşullu ortamlarda (deniz suyu, asidik sıvılar vs.) çok daha iyidir. Ayrıca 316 kalite malzemelerin kopma dayanımı (ultimate strength), 304 kalite malzemelere oranla çok daha yüksektir. Parçalar kaynakla birleştirilecekse, o kısımlar ısınmadan ötürü korozyon riskiyle karşı karşıya kalırlar. Böyle durumlardan kaçınmak için, daha az karbon içerikli olan 316L (1.4404) kalite paslanmaz çelik malzeme kullanılmalıdır. 316L kalite paslanmaz çelik ise 316 kalite paslanmaz çelik ile kimyasal içeriği açısından benzeşse de daha düşük oranda karbon içermektedir. Dolayısıyla 316L paslanmaz çelik kalın kesitlerde de kaynak sonrası tavlama gerekmez.

316Ti ise, 316 kalite paslanmaz çeliğin içerisine titanyum eklenmiş halidir. Eğer malzeme 550 - 800°C arası yüksek sıcaklığa uzun süre maruz kalacaksa, 316Ti (1.4571) kalite paslanmaz çelik kullanılmalıdır. 316Ti paslanmazlar düşük miktarda titanyum içerirler. Bu oran ise genellikle % 0.5 kadardır. 316Ti kalite paslanmaz çeliklerin yüksek sıcaklıklardaki dayanım süresi 304 veya 316 paslanmaz çelik kalitelerine oranla daha uzundur.

#### ***Kullanım Alanları***

316L kalite paslanmaz çeliğin kullanım alanı malzemenin kalitesi ve kimyasal içeriği sayesinde çok geniştir. Örneğin aşındırıcı sıvıların tanklarında ve saklama kazanlarında,

kimya ve petrokimya endüstrisinde, buhar kazanlarında, boya endüstrisinde, gıda tesislerinde, madencilikte sıkça 316L kalite ve türevindeki kalitelerde paslanmaz çelik malzemeler kullanılır. 316L kalite paslanmaz çeliğin kimyasal içeriği ve 316 kalite paslanmazlara oranla daha düşük karbon içermesi yüzünden, eğer parçalar kaynakla birleştirilecekse bu kısımlarda 316L kalite paslanmaz çeliklerin tercih edilmesi tavsiye edilir.

### **SOLVENTSİZ EPOKSİ BOYA**

Solvent ihtiva etmediğinden yanma veya patlama riski yoktur. Gıda nizamnamesine uygun malzemeler kullanılarak imal edilmiştir. Yüksek katılı, yapışma, sertlik, esneklik ve kimyasala karşı dayanımı yüksektir.

Korozyona ve kimyasallara karşı gösterdiği yüksek savunma direnci, beton zemin üzerine kalın katlar halinde uygulanarak yüksek film bir kalınlığı elde edilebilmesi, Yüzeğe parlak bir görünüm kazandırması. Asit, petrol ürünleri, su ve solventlere dayanıklı olması, Aşınma ve darbelere karşı mekanik mukavemetinin yüksek olması, Özellikle içme suyu depolarında kullanılmaya uygun olması.

Epoksi zemin kaplama boyası özellikle kimyasal zarar görmeye müsait koşullarla karşılaşan tüm çelik ve beton yüzeylerin korunmasında kullanılır. Metal yüzeylerin, beton zeminlerin, kimyasal ve fiziksel etkilere karşı korunması amacı ile geliştirilmiş bir zemin kaplama sistemidir. atık su arıtma tankı, su deposu, boru hatları ve arıtma tesislerinde ki tüm yüzeylerde rahatlıkla kullanılabilir.

### **ST37 KALİTE KARBON ÇELİK**

Sıcak üretim sonucu oluşan çeliğin tekrardan işleme alınarak soğuk çekme işlemi uygulanması sonucu oluşturulan madde **ST37**'dir. Bu işleme transmisyon adı verilir. Bu işlem bir nevi sıkıştırma işlemi olarak geçmektedir. Soğuk çekme tekniği sonucunda çelik yeni özellikler kazanarak daha dayanıklı hale getirilmiş olur. Bu işlem sonunda oluşan ST37'nin başlıca özellikleri; çelik hassas ölçü toleranslarına gelmiş olur, sıcak haldeki halinden daha üst düzey bir yüzey kalitesine sahip olur, ürünün çekme kalitesi arttırılmış olur, ürünün sertliği artar ve sünme durumu azalmış olur.

Transmisyon çelik türleri talaş kaldırılmasında sert bir yapıya sahip olmadıkları için daha rahat işleme konulmaktadır. Ancak otomat çeliği kadar kolay şekilde talaş kıramadığından dolayı işlem süresi biraz daha uzun olabilir. Genel olarak kullanılma sebebi ise otomat çeliklerine göre daha ekonomik olmasıdır.

Değişime uğramış çelikler daha çok çekme ve kopma dayanımlarına göre isimlendirilir. Karbon değerleri düşürülüp Mangan değerleri arttırıldığından dolayı malzemenin direnci artmış olur. Bu sayede kullanımı daha yaygın hale gelir.

**ST37**ürününün minimum çekim kuvveti 370 N / mm<sup>2</sup> 'dir.

Değişime uğramış çelikler düşük Karbon değeri sayesinde yüksek kaynak kabiliyetine sahiptir. Bu sayede montaj işlemi sırasında ve montaj işlemi sonrasında kaynak işlemi gerektiren makine parçalarında, otomotiv ekipmanlarında, millerde ve sanayi imalatının birçok parçasında kullanılmakta ve işleri daha da kolaylaştırmaktadır. Bu sebepten çok tercih edilmektedir.

## **PVC –U TEKNİK ÖZELLİKLERİ**

U-PVC Basıncılı İçme Suyu Boruları geçme ve yapıştırma muflu olmak üzere iki tipte, 20° C de, PN 6, PN 8, PN 10, PN 12,5, PN 16, PN20 ve PN25 anma basınçlarına dayanacak şekilde yedi ana sınıfta, muhtelif çaplarda, güvenlik katsayılarına göre uygun et kalınlıklarında ve 6 mt. boyunda, seri olarak üretilmektedir. Değişik anma basınçları ve uzunluklar siparişe göre üretilebilmektedir. PVC-U Basıncılı Boruları organik ve inorganik asitlere karşı dayanıklı olarak üretilmişlerdir.

Avantajları:

- Hafiftir taşıma ve montaj kolaylığı sağlar.
- Uzun ömürlüdür.
- Çürümeye ve korozyona dayanıklıdır.
- Basınç kaybı düşüktür.
- Yüzeyi pürüzsüz ve parlaktır.
- Yanıcı, parlayıcı ve infilak edici değildir.
- Yüksek darbe dayanımı vardır.
- Basıncılı ek parçalara tamamen uyumludur.

Kullanım alanları:

- Yer altı ve üstü basınçlı su taşıma sistemlerinde (şehir ve endüstriyel alanlar temiz su sistemleri),
- Tarımsal sulama sistemlerinde(ana taşıyıcı ve dağıtıcı boru),
- Elektrik ve haberleşme sistemlerinde(Kablo ve ağ sistemi döşenmesi),
- Kanalizasyon, pis su ve atık madde deşarj sistemlerinde,
- Kimyasal ve endüstriyel tesislerde.

## **HDPE**

(High Density Polyethylene – Yüksek Yoğunluklu Polietilen) hammadde ile üretilmektedir.

Hdpe boru ifadesi daha çok günümüzde Pe 100 boru gurubu için kullanılmaktadır.

Hdpe hammaddesi ile üretilen borular -50 °C ile +60 °C gibi çok yüksek sıcak aralığında güvenle kullanılabilir.

Hdpe Borularının en az 50 yıl en çok 100 yıl kullanım ömrü vardır.

Hdpe Borular özgül ağırlığının düşük olması nedeniyle taşınması kolay ve ucuzdur.

Hdpe Borular esnekliği nedeniyle depremlerden en az etkilenen türdür.

Hdpe Borular iyi derecede aşınma, sürtünme direnci, sıfır derecede paslanmaz özelliğine sahiptir.

Hdpe Borular kimyasal maddelere karşı oldukça dayanıklıdır.

Hdpe Borularının kaynak ve birleştirme yöntemleri oldukça basittir.

Hdpe Borular iyi bir maliyet ve performans verimine sahiptir.

Hdpe Borular su ile kimyasal etkileşimde bulunmadığından dolayı suyun görünüşüne tadına kokusuna vs. etki etmez. Bu sebepten dolayı su aşınmasında en çok tercih edilen türdür.

HDPE hammaddesi çok iyi sıkıştırma özelliğine sahip olduğu için Kuzeyboru Hdpe Borularının yüzeyi pürüzsüz üretilebilir.

Hdpe Borular yüzeyinde organik maddeler tutunmasına izin vermez.

Hdpe Borular elektriği iletmezler.

Hdpe Borular asitlere ve alkalilere karşı oldukça dayanıklıdır. Sadece nitrik asitten zarar görür.

Hdpe Boruları mikroorganizmalara karşı dayanıklıdır.



Hdpe Borular organik çözücülerde çözünme yapmazlar.

Hdpe Borular Çevre dostudur.

### **NEOPREN**

Güneş ve muhtelif hava şartlarına dayanıklılık.

Muhtelif yağlara ve kimyasal sıvılara karşı dayanıklılık

Geniş bir sıcaklık aralığında kullanılabilme

Mükemmel fiziksel dayanıklılık

Diğer hidrokarbon türevi lastiklere göre daha iyi yanma direnci

mükemmel fiziksel dayanımı vardır

### **EBONİT KAPLAMA**

Yüksek miktarda kükürt kullanılarak vulkanizesi sağlanan çok sert bir kauçuk ürünüdür. Metal yüzeylerde çok yüksek yapışma mukavemeti sağlaması, kimyasal etkilere yüksek dayanma gücü (yağ, basınç, vakum, asit, baz, korrozyon, vs.) ısı direncinin yüksek olması modern plastiklere karşı avantaj sağlamaktadır

### **POLİAMİD**

Makina endüstrisinde çok kullanılan bir malzemedir. Nispeten sertlik rijit, kaygan ve iyi mekanik dayanımı değerlerine sahip bir malzemedir. Dişli uygulamalarında tekerlek yapımına kadar muhtelif kullanım alanları vardır. Ancak Döküm Polyamid kadar sert ve aşınmaya dayanıklı, Poliasetal (POM) kadar kaygan bir malzeme değildir. Kimyasal mukavemeti orta değerdedir, bazı asit ve bazlara karşı mukavemeti vardır. Basit dişlilerde, yataklarda, civatalarda, flanşlarda, makara kayış kasnaklarında, kesim plakası, filtre plakası, tezgah tablası ve her türlü parça imalatında kullanılır.

## **ARITMA TESİSİNDE KULLANILAN EKİPMANLAR POMPALAR**

### **Terfi Pompası**

Her üç boru hattından hamsu emişi yaparak tesise pompalamak üzere kullanılacak pompalar. Su ile temas eden kısımları deniz suyunun korozif etkisine mukavim duplex paslanmaz çelik

malzemededen, pompa kapasitesine uygun elektrik motoru ile akuple edilmiş gerekmektedir. Su sıcaklığı denizlerde mevsimsel farklılıklardan dolayı değişim gösterdiği için, tuzlu sudaki kalsiyum klorür konsantrasyonuna bağlı olarak yüksek korozif etki gözükülebilir. Bundan dolayı duplex paslanmaz çelik malzeme kullanılması uygun görülmektedir.

#### **Kum Filtresi Besleme Pompası**

DAF ünitesi çıkışındaki havuzdan emişi yaparak kum filtrelerine basmak üzere kullanılacak pompalar. Su ile temas eden kısımları deniz suyunun korozif etkisine mukavim duplex paslanmaz çelik malzemededen yapılmalıdır.

#### **Kum Filtresi Geri Yıkama Pompası**

DAF ünitesi çıkışındaki havuzdan emişi yaparak kum filtrelerin sırasıyla geri yıkanmasında kullanılacak pompalardır. su ile temas eden kısımları deniz suyunun korozif etkisine mukavim AISI904L (DIN 1,4539) ve/veya duplex paslanmaz (DIN 1,4517) çelik malzemededen yapılmalıdır.

#### **Ters Ozmos Besleme Pompası**

Filtrelenmiş su havuzdan emişi yaparak Ters ozmos sistemi yüksek basınç pompalarını besleyen pompalar. su ile temas eden kısımları deniz suyunun korozif etkisine mukavim AISI904L (DIN 1,4539) ve/veya duplex paslanmaz (DIN 1,4517) çelik malzemededen yapılmalıdır.

#### **Yüksek Basınç Pompası**

Ters ozmos sisteminde yüksek basıncı sağlamak üzere konulmuş pompalardır. su ile temas eden kısımları deniz suyunun korozif etkisine mukavim AISI904L (DIN 1,4539) ve/veya duplex paslanmaz (DIN 1,4517) çelik malzemededen yapılmalıdır.

#### **Booster Pompası**

Ters ozmos sisteminde enerji geri kazanım sisteminden gelen basınçlı suyu membran girişlerine pompalayan pompalardır. su ile temas eden kısımları deniz suyunun korozif etkisine mukavim AISI904L (DIN 1,4539) ve/veya duplex paslanmaz (DIN 1,4517) çelik malzemededen yapılmaktadır.

### **rn Suyu Pompası**

Arıtılmış suyu gerekli yerlere pompalamak üzere kullanılacak pompalar su ile temas eden kısımları en az AISI316L paslanmaz elik malzemededen yapılmaktadır.

### **Durulama (Flushing) Pompası**

Ters ozmos sisteminin duruşları sonrasında tüm ozmos sistemini yıkamak üzere kullanılacak olan pompalar. su ile temas eden kısımları en az AISI316L paslanmaz elik malzemededen yapılmaktadır.

### **UF Geri Yıkama Pompası**

Filtrelenmiş su havuzdan emişi yaparak UF sisteminin periyodik olarak yıkanması için kullanılacak olan pompalar. su ile temas eden kısımları deniz suyunun korozif etkisine mukavim AISI904L (DIN 1,4539) ve/veya duplex paslanmaz (DIN 1,4517) elik malzemededen yapılmaktadır.

### **Disk Filtre Geri Yıkama Pompası**

Filtrelenmiş su havuzdan emişi yaparak disk filtrelerin yıkaması için kullanılacak olan pompalar., su ile temas eden kısımları deniz suyunun korozif etkisine mukavim AISI904L (DIN 1,4539) ve/veya duplex paslanmaz (DIN 1,4517) elik malzemededen yapılmaktadır.

#### **a)UF CIP Pompası**

CIP tankında hazırlanmış olan çözelti ile UF sisteminin yıkanması sırasında kullanılacak olan pompalar., su ile temas eden kısımları en az AISI316L paslanmaz elik malzemededen yapılmaktadır .

#### **b)RO CIP Pompası**

CIP tankında hazırlanmış olan çözelti ile RO sisteminin yıkanması sırasında kullanılacak olan pompalar. su ile temas eden kısımları en az AISI316L paslanmaz elik malzemededen yapılmaktadır.

#### **c)Filtrepres Besleme Pompası**

Çamur yoğunlaştırma tankındaki çamuru filtre prese basmak üzere kullanılacak pompalar. gövdesi GG 25 döküm malzemedir, mili 1.4571 (316Tİ, 316 kalite malzemelerin korozyona dayanımı sert koşullu ortamlarda dahi (deniz suyu, asidik sıvılar vs.) çok iyidir, kopma dayanımları yüksektir. ) malzemedir yapılmaktadır.

#### **d)Sızıntı Suyu Transfer Pompası**

Dalgıç (terfi) pompası karakteristikte ve çalışma ortamına uygun pompaların elektrik motoru ile birlikte her pompa için ayrı ayrı çıkış dirseği, AISI316L paslanmaz çelik malzemedir imal edilmektedir.

#### **e)Atıksu Deşarj Pompası**

Tesisin her noktasından gelen yıkama suları, CIP suları, flushing suları, ters osmozun konsantre suları ve sızıntı sularının biriktiği havuzdan deşarj edilmesinde kullanılacak pompalar. Yatay milli, mekanik salmastralı, santrifüj tip, su ile temas eden kısımları deniz suyunun korozyon etkisine mukavim AISI904L (DIN 1,4539) ve/veya duplex paslanmaz (DIN 1,4517) çelik malzemedir yapılmaktadır.

#### **f)Mekanik Filtre Yıkama Pompası**

Mekanik filtre yıkama hattından emiş yapacak olan pompa. su ile temas eden kısımları deniz suyunun korozyon etkisine mukavim duplex paslanmaz çelik malzemedir yapılmaktadır.

### **PE KİMYASAL DEPOLARI**

Polietilen hammadde ile üretilen tank ve depolar ,içine konulan kimyasalla reaksiyona girmez, partikül bırakmaz güneş ışığı ve hava şartlarından etkilenmez.

### **MİCRO-HAVA KABARCIK JENERATÖRÜ**

DAF ünitesinde çıkış suyunun bir kısmını geri devir ettirmek ve DAF'a mikro (30-60 µm ölçülerinde hava kabarcığı) hava vermek amacıyla kullanılacaktır. Böylece çok küçük hava kabarcıkları oluşturularak kabarcıklar yüzdürücü etkisini artırarak küçük katı maddelerin daha verimli bir şekilde yüzeyde toplanacaktır, su ile temas eden kısımları deniz suyunun korozyon etkisine mukavim duplex paslanmaz çelik malzemedir yapılmaktadır.

## **DOZAJ POMPALARI**

Gövdesi korozyona dayanıklı, agresif sıvılara uygun malzemeden yapılmaktadır.

## **KOAGÜLASYON, FLAKÜLASYON KARIŞTIRICISI**

Su ile temas eden kısımları AISI316L kalite paslanmaz çelik malzemeden, diğer kısımları St37 kalite karbon çelik malzemeden imal edilmektedir. St37 karbon çelik yüzeyler solventsiz epoksi boya ile 3 kat boyanacaktır.

## **YÜZEY SIYIRICI**

Su ile temas eden kısımları deniz suyunun korozif etkisine mukavim duplex paslanmaz çelik malzemeden imal edilmektedir.

## **Çamur Karıştırıcısı**

Su ile temas eden kısımları AISI316L kalite paslanmaz çelik malzemeden, diğer kısımları St37 kalite karbon çelik malzemeden yapılmaktadır. St37 karbon çelik yüzeyler solventsiz epoksi boya ile 3 kat boyanacaktır.

## **KİMYASAL MADDE HAZIRLAMA KARIŞTIRICILARI**

### **Polielektrolit Hazırlama Karıştırıcısı**

Polielektrolit çözeltisinin hazırlanması sırasında gerekli karışımı sağlamak üzere konulmaktadır. su ile temas eden kısımları AISI316L kalite paslanmaz çelik malzemeden, diğer kısımları St37 kalite karbon çelik malzemeden imal edilmektedir. St37 karbon çelik yüzeyler solventsiz epoksi boya ile 4 kat boyanacaktır.

### **SMBS Hazırlama Karıştırıcısı**

SMBS çözeltisinin hazırlanması sırasında gerekli karışımı sağlamak üzere konulmaktadır. su ile temas eden kısımları AISI316L kalite paslanmaz çelik malzeme üzeri PE veya Poliüretan kaplı, diğer kısımları St37 kalite karbon çelik malzemeden imal edilmiş karıştırıcının, St37 karbon çelik yüzeyler solventsiz epoksi boya ile 4 kat boyanacaktır.

## **KİMYASAL MADDE DOZAJ TANKLARI**

Kimyasal madden çözeltisinin dozaj için hazır olarak stoklanacağı ve dozaj pompalarının emiş yapacağı tanklardır. Kimyasal maddenin yapısına göre farklı et kalınlıklarında PE malzemedden yapılabilir.

## **ÜRÜN SUYU TANKI**

Arıtılmış suyun geldiği tanktır.. 12 mm et kalınlığında PE malzemedden yapılır.

## **MEKANİK FİLTRE**

Denizden hamsu içinde gelebilecek midye, larva vb. katıları tutmak için sistem girişinde kullanılacaktır, gövdesi CTP, iç malzemesi AISI904L paslanmaz çelik malzemedden imal edilmektedir. Filtrenin su ile temas eden kısımları deniz suyunun korozif etkisine mukavim CTP ve AISI316L malzemedden imal edilmiş olacaktır.

## **KUM FİLTRESİ**

Gerek deniz suyunda bulunan gerekse DAF sisteminden kaçan partikülleri tutmak amacıyla UF sistemi öncesinde kullanılacaktır., işletme basıncına uygun et kalınlığında St37 kalite çelik malzemedden imal edilir.

Filtre tankları basınçlı kaplar yönetmeliğine uygun olarak maksimum 16 bar basınca (test basıncına) dayanıklı olmalıdır. Tankların tüm yüzeyler SA2,5 kalite yüzey kumlama işlemine tabi tutulduktan sonra iç kısımları deniz suyunun korozif etkisine karşı Neopren veya Ebonit malzeme ile kaplanacaktır. Dış yüzeyleri solventsiz epoksi boya ile 4 kat boyanacaktır.

## **DİSK FİLTRESİ**

Kum filtrelerinden herhangi bir olumsuz durumda temiz su hattına kum kaçarak UF membranlarına zarar vermemesi için disk filtreler kullanılacaktır. Poliamid malzemedden imal edilir

## **ULTRAFİLTRASYON SİSTEMİ**

Ters ozmos sistemi öncesinde, ters ozmos membranlarını korumak ve ömrünü artırmak üzere kullanılacaktır.

Şase yükleri taşıyacak kapasitedeki Şase yükleri taşıyacak kapasitedeki AISI304 veya AISI316L malzeme NPI, NPU ve L profillerden imal edilecek.

Şase üzerindeki borulama uygun çapta ve basınçta seçilmiş HDPE boru ve fittinglerden yapılacaktır.

## **TERS OZMOS (RO) SİSTEMİ**

Ters ozmos sistemi yüksek basınç altında deniz suyundaki tuzu giderecek olan sistemdir.

Membran modülleri korozyon ve kimyasala dayanıklı PRFG malzemedden imal edilmiş ve 1000 psi basınca dayanıklı olacaktır. Düşük basınçlı boru hatları (Permeate çıkışı) 16 bar basınca dayanıklı U-PVC veya HDPE olacaktır.

## **KARTUŞ FİLTRE**

Membranları, depo ve hatlardan gelebilecek herhangi bir katı partiküle karşı korumak amacıyla membran öncesinde kartuş filtre kullanılacaktır, modül kılıfı FRP, iç kısmı PP malzemedden imal edilmiştir. Her filtre 4 modülden oluşacak, her modülde de bir adet kartuş bulunacaktır. Filtre modülü deniz suyunun korozyif etkisine karşı PRGF malzemedden imal edilmiş olacaktır. Şase yükleri taşıyacak kapasitedeki NPI, NPU ve L profillerden imal edilecek, yüzeyleri solventsiz epoksi boya ile 4 kat boyanacaktır.

## PERFORMANS TESTİ SONUÇLARI

Tablo 11.1: Performans Takip Tabloları

DAF ÜNİTESİ PERFORMANS TAKİP TABLOSU									
Kabul-Referans Değerleri / Ölçüm Değerleri:									
Giriş Çöz.Org.Md. Referans Değeri	: <30,8 mg/l(TOC karşılığı)	Çıkış Çöz.Org.Md. Referans Değeri	:	Giriş Bakiye Klor Değeri	: <0,5 ppm	Giriş Yağ- Gres Referans Değeri	: <10 mg/l	Çıkış Yağ- Gres Değeri	: <1 mg/l
Giriş Çöz.Org.Md. Ölçülen Değeri (Lab)	:	Çıkış Çöz.Org.Md. Ölçülen Değeri (Lab)	:	Giriş Bakiye Klor Ölçülen Değeri (Lab)	: 0.05 ppm (ort.)	Giriş Yağ- Gres Ölçülen Değeri (Analizör)	: 0.46 mg/l (ort.)	Çıkış Yağ- Gres Ölçülen Değeri (Analizör)	: 0.19 mg/l (ort.)

KUM FİLTRELERİ – DİSK FİLTRELER GRUBU PERFORMANS TAKİP TABLOSU					
Kabul-Referans Değerleri / Ölçüm Değerleri:					
Çıkış Bulanıklık Referans Değeri	: < 25 NTU	KF Yıkama Suyu Referans Değeri	: 25 m <sup>3</sup> /h	Disk F. Yıkama Suyu Referans Değeri	: 4 m <sup>3</sup> /h
Çıkış Bulanıklık Ölçülen Değeri	: 0.74 NTU(ort.)	KF Yıkama Suyu Ölçülen Değeri	: 5.83 m <sup>3</sup> /h (ort.)	Disk F. Yıkama Suyu Ölçülen Değeri	:0.05 m <sup>3</sup> /h (ort.)



ULTRAFİLTRASYON ÜNİTESİ – 1 PERFORMANS TAKİP TABLOSU						
Kabul-Referans Değerleri / Ölçüm Değerleri:						
Giriş Bakiye Klor Değeri	: <0,1 mg/l		Giriş yağ Gres Değeri	: <1 mg/l	Giriş Bulanıklık Değeri	: 25 NTU
Giriş Bakiye Klor Ölçülen Değeri	0,036 mg/l ortalama		Giriş Yağ Gres Ölçülen Değeri	: .....	Giriş Bulanıklık Ölçülen Değeri	: 0,683 NTU Ortalama değer

Giriş Basınç Değeri	: 1,5 – 3 bar		Giriş Brüt Debi Referans Değeri	: 122 m <sup>3</sup> /h	Çıkış Bulanıklık Referans Değeri	: <1 NTU
Giriş Basınç Ölçülen Değeri	< 1,5 bar		Giriş Brüt Debi Ölçülen Değeri	< 122 m <sup>3</sup> /h ortalama değer	Çıkış Bulanıklık Ölçülen Değeri	: Giriş<1 NTU

Çıkış Çöz.Org.Md. Değeri	: <5 mg/l		Ters Yıkama Scklk. Değeri	: <30 °C	Ters Yıkama Basınç Değeri	: 3 -3,5 bar
Çıkış Çöz.Org.Md. Ölçülen Değeri	: .....		Ters Yıkama Scklk. Ölçülen Değeri	: <30 °C	Ters Yıkama Basınç Ölçülen Değeri	< 3 Bar ( Scada Değeri )

ULTRAFİLTRASYON ÜNİTESİ – 2 PERFORMANS TAKİP TABLOSU						
Kabul-Referans Değerleri / Ölçüm Değerleri:						
Giriş Bakiye Klor Değeri	: <0,1 mg/lt		Giriş yağ Gres Değeri	: <1 mg/lt	Giriş Bulanıklık Değeri	: 25 NTU
Giriş Bakiye Klor Ölçülen Değeri	0,028 mg/lt ortalama		Giriş Yağ Gres Ölçülen Değeri	: .....	Giriş Bulanıklık Ölçülen Değeri	: 0,71 NTU Ortalama değer

Giriş Basınç Değeri	: 1,5 – 3 bar		Giriş Brüt Debi Referans Değeri	: 122 m <sup>3</sup> /h	Çıkış Bulanıklık Referans Değeri	: <1 NTU
Giriş Basınç Ölçülen Değeri	< 1,5 bar		Giriş Brüt Debi Ölçülen Değeri	< 122 m <sup>3</sup> /h ortalama değer	Çıkış Bulanıklık Ölçülen Değeri	: Giriş<1 NTU

Çıkış Çöz.Org.Md. Değeri	: <5 mg/lt		Ters Yıkama Scklk. Değeri	: <30 °C	Ters Yıkama Basınç Değeri	: 3 -3,5 bar
Çıkış Çöz.Org.Md. Ölçülen Değeri	: .....		Ters Yıkama Scklk. Ölçülen Değeri	: <30 °C	Ters Yıkama Basınç Ölçülen Değeri	< 3 Bar ( Scada Değeri )

ULTRAFİLTRASYON ÜNİTESİ – 3 PERFORMANS TAKİP TABLOSU						
Kabul-Referans Değerleri / Ölçüm Değerleri:						
Giriş Bakiye Klor Değeri	: <0,1 mg/lt		Giriş yağ Gres Değeri	: <1 mg/lt	Giriş Bulanıklık Değeri	: 25 NTU
Giriş Bakiye Klor Ölçülen Değeri	0,04 mg/lt ortalama		Giriş Yağ Gres Ölçülen Değeri	: .....	Giriş Bulanıklık Ölçülen Değeri	: 0,70 NTU Ortalama değer

Giriş Basınç Değeri	: 1,5 – 3 bar		Giriş Brüt Debi Referans Değeri	: 122 m3/h	Çıkış Bulanıklık Referans Değeri	: <1 NTU
Giriş Basınç Ölçülen Değeri	< 1,5 bar		Giriş Brüt Debi Ölçülen Değeri	< 122 m3/h ortalama değer	Çıkış Bulanıklık Ölçülen Değeri	: Giriş<1 NTU

Çıkış Çöz.Org.Md. Değeri	: <5 mg/lt		Ters Yıkama Scklk. Değeri	: <30 °C	Ters Yıkama Basınç Değeri	: 3 -3,5 bar
Çıkış Çöz.Org.Md. Ölçülen Değeri	: .....		Ters Yıkama Scklk. Ölçülen Değeri	: <30 °C	Ters Yıkama Basınç Ölçülen Değeri	< 3 Bar ( Scada Değeri )

ULTRAFİLTASYON ÜNİTESİ – 1 PERFORMANS TAKİP TABLOSU (Süreler)					
Kabul-Referans Değerleri / Ölçüm Değerleri:					
Servis Süresi Değeri	: >30 dk/yıkama	Ters Yıkama Süresi Değeri	: <60 sn/yıkama		
Servis Süresi Ölçülen Değeri	: 40 Dakika	Ters Yıkama Süresi Ölçülen Değeri	: 55 Sn		
Asidik Yıkama Pryd. Değeri	: >12 saat	Alkali Yıkama Pryd. Değeri	: >24 saat		
Asidik Yıkama Pryd. Ölçülen Değeri	18 Saat	Alkali Yıkama Pryd. Ölçülen Değeri	TMP Değerine Göre izlendi. > 72 Saat		

ULTRAFİLTASYON ÜNİTELERİ GRUBU AKI-VERİM PERFORMANS TAKİP TABLOSU					
Kabul-Referans Değerleri / Ölçüm Değerleri:					
Net Filtrasyon Akısı Değeri	: <65 lmh			UF Verim Değeri	: >%88
Net Filtrasyon Akısı Ölçülen Değeri	: 52,45 lmh/ ort.			UF Verim Ölçülen Değeri	: %92,4 ort

TERS OSMOZ ÜNİTESİ – 1 SU KALİTESİ PERFORMANS TAKİP TABLOSU					
Kabul-Referans Değerleri / Ölçüm Değerleri:					
Giriş Bakiye Klor Değeri	: <0,1 mg/l			Giriş İletkenlik Referans Değeri	: 50.000 $\mu$ S/cm
Giriş Bakiye Klor Ölçülen Değeri	: 0,04 mg/l			Giriş İletkenlik Ölçülen Değeri	: 37300 $\mu$ S/cm Ortalam
Giriş SDI Değeri	: <3			Ürün İletkenlik Değeri	: <500 $\mu$ S/cm
Giriş SDI Ölçülen Değeri	1,77 Ort. Değer			Ürün İletkenlik Ölçülen Değeri	290,80 $\mu$ S/cm Ortalama

TERS OSMOZ ÜNİTESİ – 1 DEBİ-BASINÇ PERFORMANS TAKİP TABLOSU					
Kabul-Referans Değerleri / Ölçüm Değerleri:					
RO Giriş Basıncı Referans Değeri	: 48-50 bar	RO Besi Suyu Debisi Referans Değeri	: 93 m3/h	Kons.Çkş. Suyu Debisi Referans Değeri	: 51 m3/h
RO Giriş Basıncı Ölçülen Değeri	: PLC'den ort. Değer girilecek	RO Besi Suyu Debisi Ölçülen Değeri	:94.72 m3/h(debimetre ort.)	Kons.Çkş. Suyu Debisi Ölçülen Değeri	:50.76 m3/h(debimetre ort.)
RO Kons. Çıkış Basıncı Referans Değeri	: 46-48 bar	RO Ürün Suyu Debisi Referans Değeri	: 42 m3/h		
RO Kons. Çıkış Basıncı Ölçülen Değeri	: PLC'den ort. Değer girilecek	RO Ürün Suyu Debisi Ölçülen Değeri	:43.47 m3/h(debimetre ort.)		

TERS OSMOZ ÜNİTESİ – 1 AKI-VERİM PERFORMANS TAKİP TABLOSU				
Kabul-Referans Değerleri / Ölçüm Değerleri:				
RO Membran Akısı Değeri	: <16 lmh		RO Verim Değeri	: >%45
RO Membran Akısı Ölçülen Değeri	:15.73 lmh		RO Verim Ölçülen Değeri	:>45.68

TERS OSMOZ ÜNİTESİ – 2 SU KALİTESİ PERFORMANS TAKİP TABLOSU					
Kabul-Referans Değerleri / Ölçüm Değerleri:					
Giriş Bakiye Klor Değeri	: <0,1 mg/l			Giriş İletkenlik Referans Değeri	: 50.000 µS/cm
Giriş Bakiye Klor Ölçülen Değeri	: 0.03 mg/l			Giriş İletkenlik Ölçülen Değeri	: 37340 µS/cm Ortalam
Giriş SDI Değeri	: <3			Ürün İletkenlik Değeri	: <500 µS/cm
Giriş SDI Ölçülen Değeri	1.59 Ort. Değer			Ürün İletkenlik Ölçülen Değeri	313.76 µS/cm Ortalama

TERS OSMOZ ÜNİTESİ – 2 DEBİ-BASINÇ PERFORMANS TAKİP TABLOSU					
Kabul-Referans Değerleri / Ölçüm Değerleri:					
RO Giriş Basıncı Referans Değeri	: 48-50 bar	RO Besi Suyu Debisi Referans Değeri	: 93 m3/h	Kons.Çkş. Suyu Debisi Referans Değeri	: 51 m3/h
RO Giriş Basıncı Ölçülen Değeri	: PLC'den ort. Değer girilecek	RO Besi Suyu Debisi Ölçülen Değeri	:91.61 m3/h(debimetre ort.)	Kons.Çkş. Suyu Debisi Ölçülen Değeri	:50.55 m3/h(debimetre ort.)
RO Kons. Çıkış Basıncı Referans Değeri	: 46-48 bar	RO Ürün Suyu Debisi Referans Değeri	: 42 m3/h		
RO Kons. Çıkış Basıncı Ölçülen Değeri	: PLC'den ort. Değer girilecek	RO Ürün Suyu Debisi Ölçülen Değeri	:43.44 m3/h (debimetre ort.)		

TERS OSMOZ ÜNİTESİ – 2 AKI-VERİM PERFORMANS TAKİP TABLOSU					
Kabul-Referans Değerleri / Ölçüm Değerleri:					
RO Membran Akısı Değeri	: <16 l/h			RO Verim Değeri	: >%45
RO Membran Akısı Ölçülen Değeri	:15.72 l/h			RO Verim Ölçülen Değeri	:>47.31

TERS OSMOZ ÜNİTESİ – 3 SU KALİTESİ PERFORMANS TAKİP TABLOSU					
Kabul-Referans Değerleri / Ölçüm Değerleri:					
Giriş Bakiye Klor Değeri	: <0,1 mg/l			Giriş İletkenlik Referans Değeri	: 50.000 µS/cm
Giriş Bakiye Klor Ölçülen Değeri	:0.07 mg/l			Giriş İletkenlik Ölçülen Değeri	: 37403 µS/cm Ortalam
Giriş SDI Değeri	: <3			Ürün İletkenlik Değeri	: <500 µS/cm
Giriş SDI Ölçülen Değeri	1.97 Ort. Değer			Ürün İletkenlik Ölçülen Değeri	284.57 µS/cm Ortalama

TERS OSMOZ ÜNİTESİ – 3 DEBİ-BASINÇ PERFORMANS TAKİP TABLOSU					
Kabul-Referans Değerleri / Ölçüm Değerleri:					
RO Giriş Basıncı Referans Değeri	: 48-50 bar	RO Besi Suyu Debisi Referans Değeri	: 93 m <sup>3</sup> /h	Kons.Çkş. Suyu Debisi Referans Değeri	: 51 m <sup>3</sup> /h
RO Giriş Basıncı Ölçülen Değeri	: PLC'den ort. Değer girilecek	RO Besi Suyu Debisi Ölçülen Değeri	:94.09 m <sup>3</sup> /h(debimetre ort.)	Kons.Çkş. Suyu Debisi Ölçülen Değeri	:50.71 m <sup>3</sup> /h(debimetre ort.)

RO Kons. Çıkış Basıncı Referans Değeri	: 46-48 bar	RO Ürün Suyu Debisi Referans Değeri	: 42 m <sup>3</sup> /h		
RO Kons. Çıkış Basıncı Ölçülen Değeri	: PLC'den ort. Değer girilecek	RO Ürün Suyu Debisi Ölçülen Değeri	:43.45 m <sup>3</sup> /h(debimetre ort.)		

TERS OSMOZ ÜNİTESİ – 3 AKI-VERİM PERFORMANS TAKİP TABLOSU					
Kabul-Referans Değerleri / Ölçüm Değerleri:					
RO Membran Akısı Değeri	: <16 l/mh		RO Verim Değeri	: >%45	
RO Membran Akısı Ölçülen Değeri	:15.72 l/mh		RO Verim Ölçülen Değeri	:>45.97	



## ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Zozan KALMAZ
Doğum Yeri	Bakırköy
Doğum Tarihi	17.08.1988
Uyruğu	<input checked="" type="checkbox"/> T.C. <input type="checkbox"/> Diğer:
Telefon	5300331171
E-Posta Adresi	zozanayazoglu@gmail.com
Web Adresi	

Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Fakülte	Mühendislik Fakültesi
Bölümü	Çevre Mühendisliği
Mezuniyet Yılı	2012

Yüksek Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Enstitü Adı	Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Anabilim Dalı	Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı
Programı	Program Adı

Makale ve Bildiriler	