



**MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

**DEMİR ÇELİK SEKTÖRÜNDE SU ŞARTLANDIRMA VE ATIK**  
**SULARIN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**HARUN SADE**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Antakya/HATAY**

**AĞUSTOS-2010**

MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DEMİR ÇELİK SEKTÖRÜNDE SU ŞARTLANDIRMA VE ATIK SULARIN  
DEĞERLENDİRİLMESİ

HARUN SADE

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Prof. Dr. Ertuğrul BALTACIOĞLU danışmanlığında hazırlanan bu tez 02/08/2010 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oybirliğiyle kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ertuğrul BALTACIOĞLU  
Başkan

Doç. Dr. Semir GÖKPINAR  
Üye

Yard. Doç. Dr. Emin ÜNAL  
Üye

Bu tez Enstitümüz Makine Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

**Kod No:**

Doç. Dr. Erdal YILMAZ

Enstitü Müdürü V.

**Proje No:**

**Not:** Bu tezde kullanılan bütün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

**İÇİNDEKİLER**

	Sayfa
ÖZET.....	V
ABSTRACT.....	VI
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	VII
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	4
3.1. Materyal.....	4
3.2. Yöntem.....	4
4. Araştırma Bulguları ve Tartışma.....	6
4.1. Modern Demir ve Çelik Üretimi.....	6
4.1.1. Entegre Tesis.....	6
4.1.2. Entegre Demir ve Çelik Tesisinde Su Gereksinimi.....	7
4.1.3. Suyun Sanayide Kullanılma Nedenleri.....	8
4.1.4. Su Kimyası Parametreleri.....	11
4.1.4.1. İletkenlik (Conductivity).....	12
4.1.4.2. Sertlik (Hardness).....	14
4.1.4.2.1. Sudaki Sertlik Çeşitleri.....	16
4.1.4.2.2. Geçici Sertlik (Karbonat Sertliği).....	16
4.1.4.2.3. Kalıcı Sertlik.....	16
4.1.4.3. Toplam, Geçici ve Kalıcı Sertlik Hesapları.....	17
4.1.4.4. Suda Toplam Sertlik Tayini.....	19
4.1.4.5. Alkalinite (Alcalinity).....	19
4.1.4.6. PH.....	19
4.1.4.6.1. PH Değerinin Ayarlanması.....	21
4.1.4.7. Klorür (Chloride - Cl).....	22
4.1.4.8. Silikat (Silicate).....	23

### III

4.1.4.9. Demir (Iron).....	23
4.1.4.10.Çözünmüş Oksijen.....	23
4.1.4.11.Çözünmüş Karbondioksit.....	24
4.1.4.12.Konsantrasyon Sayısı.....	24
4.1.4.12.1. Konsantrasyon Sayısına Etki Eden Faktörler.....	25
4.1.4.12.1.1. Fiziksel Etkiler.....	25
4.1.4.12.1.2. Kimyasal Etkiler.....	26
4.1.4.13.Su Kimyası Parametrelerinin Sisteme Etkisi ve Çözümleri.....	26
4.2. Su Şartlandırma Sistemi ve Sistem Ekipmanları.....	28
4.2.1. Soğutma Suyu Sistemi Tipleri.....	28
4.2.1.1. Tek Geçişli Soğutma Suyu Sistemi.....	28
4.2.1.2. Açık Devre Soğutma Suyu Sistemleri.....	28
4.2.1.3. Kapalı Devre Soğutma Suyu Sistemler.....	30
4.2.2. Su Şartlandırma ve Soğutma Sistemi Devre Elemanları.....	31
4.2.2.1. Soğutma Kuleleri.....	32
4.2.2.1.1. Karşı Akışlı Kule (Counterflow Tower) (KAK).....	33
4.2.2.1.2. 3.2.1.2.Çapraz Akışlı Kule(Crossflow Tower) (ÇAK).....	34
4.2.2.1.3. 3.2.1.3.Soğutma Kule Yapısı.....	35
4.2.2.1.4. 3.2.1.4.Soğutma Kule Elemanları.....	36
4.2.2.1.4.1. Fan Grubu.....	36
4.2.2.1.4.2. Damla Tutucu.....	37
4.2.2.1.4.3. Su Dağıtım Sistemi.....	38
4.2.2.1.4.4. Nozul.....	39
4.2.2.1.4.5. Dolgu.....	39
4.2.2.1.4.6. Hava Giriş Panjurları.....	40
4.2.2.1.4.7. Taşıyıcı Yapı.....	41
4.2.2.1.4.8. Su Yönlendiriciler.....	42
4.2.2.1.4.9. Servis Penceresi.....	43
4.2.2.1.4.10.Soğutma Kulesinde Kullanılan Hesaplar.....	43
4.2.2.1.4.10.1. Islak Termometre Sıcaklığı.....	43
4.2.2.1.4.10.2. Yaklaşım Sıcaklığı.....	44

4.3. Su Şartlandırma.....	44
4.3.1. Korozyon.....	45
4.3.1.1. Korozyon Çeşitleri.....	45
4.3.1.2. Korozyona Sebep Olan Etkenler.....	47
4.3.1.3. Korozyon Hızı.....	48
4.3.1.4. Korozyonun Önlenmesi.....	48
4.3.1.5. Korozyonun Hızını Belirlemek İçin Yapılan Ölçümler.....	48
4.3.1.6. Korozyon Kuponu İle Korozyon Hızı Ölçümü.....	49
4.3.1.6.1. Korozyon Kuponu Uygulama Örneği.....	52
4.3.1.6.2. Sürekli (On-line) Korozyon Hızı Ölçümü.....	53
4.3.2. Kireç Taşı (Kışır) Oluşumu.....	54
4.3.2.1. Kireç Taşının Oluşum Sebepleri.....	54
4.3.2.2. Kireç Taşı Oluşumunun Kontrolü.....	55
4.3.3. Mikrobiyolojik Oluşum.....	56
4.3.4. Tortu Oluşumu.....	57
4.3.4.1. Tortu Oluşumunun Kontrolü.....	58
4.4. Sıcak Haddehane Tesisi Su Şartlandırma Sistemi.....	60
4.4.1. Demir Çelik Sektöründe Su Sistemleri.....	61
4.4.2. Kapalı Devre Su Sistemi.....	63
4.4.2.1. Birincil (Primer) Soğutma Sistemi.....	65
4.4.2.2. İkincil (Sekonder) Soğutma Sistemi.....	66
4.4.3. Açık Devre Su Sistemi.....	66
4.4.3.1. Tufal Çukuru.....	69
4.4.3.2. Yatay Çökeltme Havuzları.....	71
4.4.3.3. Kum Filtreleri.....	73
4.4.3.3.1. Kum Filtrelerinin Çalışması.....	77
4.4.3.4. Soğutma Kulesi.....	86
4.4.3.5. Kimyasal Dozajlama.....	88
4.4.3.5.1. Kimyasal Malzeme Sarfiyat Hesaplaması.....	89
4.4.3.6. Çamur Tesisi ve Kekleştirme.....	92
4.4.3.6.1. Çökeltme Havuzları.....	94

4.4.3.6.2. Koagülasyon.....	97
4.4.3.6.2.1. Koagülasyon İçin Kullanılan Kimyasal Malzemeler.....	97
4.4.3.6.3. Flokülasyon.....	98
4.4.3.6.4. Çamur Susuzlaştırma – Kekleştirme ve Jar Testi.....	99
4.4.3.6.4.1. JAR Testi ve Uygulaması.....	99
4.4.3.6.4.2. JAR Testinde Koagülasyon için Kullanılan Kimyasallar.....	99
4.4.3.6.4.3. JAR Testi Deney Düzenegi.....	100
4.4.3.6.4.4. JAR Testi Yapılışı.....	101
4.4.3.6.4.5. JAR Testi Hesaplamaları.....	102
4.4.3.6.4.6. JAR Testi Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	103
4.4.3.6.5. Telafi Suyu “Make-Up” Sistemi.....	103
4.4.3.6.5.1. Membran Teknolojileri Hakkında Genel Bilgiler.....	104
4.4.3.6.5.2. Membran Filtrasyonu.....	104
4.4.3.6.5.2.1. Membran Modüllerinin Yapısı ve Dizaynı.....	105
4.4.3.6.5.2.1.1. Spiral Sargılı Modüller.....	106
4.4.3.6.5.3. Membran Filtrasyonu Uygulama Aralığı.....	107
4.4.3.6.5.3.1. Nano Filtrasyon Prosesi.....	109
4.4.3.6.5.3.2. Ters Osmoz Filtrasyon Prosesi.....	110
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	112
KAYNAKLAR.....	115
TEŞEKKÜR.....	116
ÖZGEÇMİŞ.....	117

## ÖZET

**DEMİR ÇELİK SEKTÖRÜNDE SU ŞARTLANDIRMA VE ATIK SULARIN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Günümüzde yaşanan küresel ısınmaya paralel olarak su tüketiminde artış ve temiz su kaynaklarında azalmalar görülmektedir. Bunun yanında sanayi sektöründe de su ihtiyacının göze çarpıcı derecede olduğu da bilinmektedir. Kuraklıklar ve tüketimi karşılamak için açılan yeni kaynakların yetersiz kalması sebebiyle alternatif çözümler üretilmesi ve suyun ekonomik işletilmesi zorunluluğunu ortaya çıkarmıştır. Evsel tüketimin yanında endüstriyel alanda kaliteli ve yüksek miktarda suya ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu tez çalışmasında, suyun hayati önem taşıdığı demir çelik sektörü ve sektör içinde su tüketiminin fazla olduğu İskenderun Körfezi Bölgesindeki Sıcak Sac Haddehane Tesisi incelenmiştir. Bu bölgedeki demir çelik işletmelerinin kullandığı yer altı su kaynakları nano filtrasyon ile ters ozmos tesislerinde iyileştirilerek akabinde şartlandırılması yapılmıştır. Tesiste ham kaynak suyu kullanımı ile şartlandırılmış su kullanımları kıyaslanmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda, iyileştirilerek şartlandırılmış su kullanımında ham su kullanımına kıyasla telafi su tüketimlerinin azaldığı, kimyasal madde tüketiminde de tasarruf sağlandığı gözlemlenmiştir. Bunun yanında tesislerde kullanılan ekipmanların su kullanımından kaynaklı arızaları azaltılarak üretim kayıpları da önlenmiştir.

2010, 129 sayfa

**Anahtar Kelimeler:** Su şartlandırma, sanayide su tüketimi, sıcak haddehane, demir çelik sektörü.

**ABSTRACT****WATER TREATMENT IN STEEL MAKING SECTOR AND RECYLING OF WASTE WATERS**

Nowadays paralel to the living global warming, it is seemed that water consumption increases and fresh water resources decrease. Besides that water requirement in industrial area is known as become remarkable degree. Due to drought and new sources that is opened to supply the consumptions, necessity of creating alternative solutions and processing the water economically have been exposed.

In this thesis study, steel making sector, which water has a vital importance, and hot strip mill plant that requires much water consumption located in İskenderun, has been inspected. The underground water sources, that is used in steel making plants located in this region, is improved by nano filtration and reverse osmosis then treated accordingly. In the plant usage of row underground water and treated water has been compared. Conclusion of studies, usage of treated water compared to raw water causes reducing make-up water requirements and chemical consupcion. Besides all, brake downnd of plant equipments and production interruptions caused by water usage is prevented.

2010, 129 pages.

**Keywords :** water treatment, water consumption in industrial area, hot strip mill, iron&stee making sector.



**SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ**

ASTM	Amerika Test ve Malzeme Topluluğu Standartları
EN	Avrupa Standartları
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AB	Avrupa Birliği
FS°	Fransız Sertlik Derecesi
IS°	İngiliz Sertlik Derecesi
AS°	Alman Sertlik Derecesi
KG	Kilogram
Ppm	Litredeki partikül miktarı
PH	Asitlik ve Bazlık Derecesi
MPY	Korozyon Hızı
LSI	Langelier Saturation Index
RSI	Ryznar Stability Index
KAK	Karşı Akışlı Kule
ÇAK	Çapraz Akışlı Kule
Q	Debi
H	Basma Yüksekliği
P	Pompa Gücü

**ÇİZELGELER DİZİNİ**

	<b>Sayfa</b>
Çizelge 2.1. Akış Hızının Etkileri.....	10
Çizelge 2.2. Sertlik Değerleri.....	15
Çizelge 2.3. Su Kimyası Parametrelerinin Sisteme Etkisi Ve Çözümleri...	27
Çizelge 5.1. İsdemir’De Kullanılan Su Çeşitleri.....	62
Çizelge 5.2. Yıllara Göre Mersin Çayı Özgül Su Tüketim Değerleri.....	62
Çizelge 5.3. Mersin Çayı Suyu ERDEMİR Ve Firma Tavsiye Değerleri Karşılaştırma Tablosu.....	63

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Şekil 2.1. Entegre ve Ark Ocaklı Tesislerde Üretim Akışı.....	7
Şekil 2.2. Su Hızının Korozyon Hızına Etkisi.....	11
Şekil 2.3. İletkenlik Deney Düzeneği.....	13
Şekil 2.4. Sertlik Çeşitleri Ve Meydana Geliş Şekilleri.....	18
Şekil 2.5. Alkali İyonlar.....	19
Şekil 2.6. PH - Korozyon Hızı İlişkisi.....	21
Şekil 2.7. Çözülmüş Oksijen Miktarının Korozyon Hızına Etkisi.....	23
Şekil 2.8. Make-up, Blöf ve konsantrasyon Sayısı ilişkisi.....	25
Şekil 3.1. Açık Devre Soğutma Suyu Sirkülasyon Sisteminin Akış Şeması	29
Şekil 3.2. Kapalı – Açık Devre Soğutma Suyu Sirkülasyon Sisteminin Akış Şeması.....	30
Şekil 3.3. Yüksek Fırın Modernizasyonu Sonrası , Soğutma Suyu Sistemi	31
Şekil 3.4. Nükleer Enerji Santrali Ve Doğal Çekişli Soğutma Kulesi.....	32
Şekil 3.5. Karşı Akışlı Soğutma Kulesi Çalışma Prensibi.....	33
Şekil 3.6. Çapraz Akışlı Soğutma Kulesi Çalışma Prensibi.....	34
Şekil 3.7. Soğutma Kulesi İç Yapısı.....	35
Şekil 3.8. Kule Fanı.....	36
Şekil 3.9. Kule Damla Tutucuları.....	37
Şekil 3.10. Kule Su Dağıtım Sistemi.....	38
Şekil 3.11. Kule Nozulları.....	39
Şekil 3.12. Kule Dolgusu.....	40
Şekil 3.13. Kule Hava Giriş Panjurları.....	41
Şekil 3.14. Kule Taşıyıcıları.....	42
Şekil 3.15. Su Yönlendiriciler.....	42
Şekil 3.16. Kule Servis Penceresi.....	43
Şekil 4.1. Korozyon Çeşitleri.....	46
Şekil 4.2. Korozyon Kuponunun Sisteme Bağlanması.....	50
Şekil 4.3. Sistemden Çıkarılmış Korozyon Kuponu Örnekleri.....	51
Şekil 4.4. Korozyon Hızları Ve Korozyonun Kuponlar Üzerindeki Etkileri	53

Şekil 4.5.	Modernizasyon Öncesi, 3.Yüksek Fırın Gaz Yıkama Sistemi Boru Ve Vanaları.....	53
Şekil 5.1.	Kapalı Devre Su Çevrimi.....	65
Şekil 5.2.	Birincil (Primer) Devre Su Çevrimi.....	66
Şekil 5.3.	Slab Isıtma Fırını Çıkışı.....	67
Şekil 5.4.	Tufal Kırıcı.....	68
Şekil 5.5.	Haddelenen Sıcak Şerit'in Geçişi Ve Merdane Soğutma Sisteminin Çalışması.....	69
Şekil 5.6.	Haddehaneden Gelen Açık Toplama Kanalı Ve Çökeltme Çukuru.....	69
Şekil 5.7.	Tufal Çukuru Yağ Sıyırıcılar Ve Pompa İstasyonu.....	70
Şekil 5.8.	Çukurdan Yükleme İçin Biriktirilen Tufal.....	70
Şekil 5.9.	Sıyırıcı Arabalar Ve Yatay Çökeltme Havuzları.....	72
Şekil 5.10.	Çamur Çukuru ve Çamur Pompaları.....	72
Şekil 5.11.	Kum Filtreleri.....	73
Şekil 5.12.	Filtreleme Devresi.....	74
Şekil 5.13.	Filtre İçi Nozul Yerleşimi.....	75
Şekil 5.14.	Nozul Yapısı.....	75
Şekil 5.15.	Filtre Katmanları.....	76
Şekil 5.16.	Kum Filtresi İç Yapısı.....	77
Şekil 5.17.	Kum Filtresi Çalışma Şeması.....	85
Şekil 5.18.	Cebri Kule.....	87
Şekil 5.19.	Çamur Sistemi Akış Şeması.....	93
Şekil 5.20.	Radyal Çökeltme Havuzu Kesit Görünüşü.....	94
Şekil 5.21.	Çökeltme Havuzları.....	96
Şekil 5.22.	Katı Atık ve Çamur İşleme Akış Şeması.....	96
Şekil 5.23.	Jar Testi Ekipmanı.....	100
Şekil 5.24.	Su İçinde (Flok) Yumaklaşmanın Başlaması.....	102
Şekil 5.25.	Membran Çalışma Mekanizmasının Şematik Gösterimi .....	105
Şekil 5.26.	Modül Dizaynlarının Şematik Gösterimleri ve Hid. Akış Mod...	106
Şekil 5.27.	Spiral Sargılı Membran Modülü.....	107
Şekil 5.28.	Membran Uygulama ve Geçirgenlik Oranları.....	108
Şekil 5.29.	Ters Osmoz Tesisi.....	111

## 1. GİRİŞ

Türkiye’de elde edilebilir toplam su potansiyeli 205 km<sup>3</sup>’tür. Buradan, 70 milyon nüfusa göre Türkiye’de yaklaşık kişi başına yılda ortalama 2.928 m<sup>3</sup> su düşmektedir. Eğer bu hesaplama 110 km<sup>3</sup> olan ekonomik kullanılabilir su potansiyeli dikkate alınarak hesaplanırsa, yılda kişi başına 1.735 m<sup>3</sup> su düşmektedir. (Akgül,2006) Ülkemizde kullanılabilir yer altı ve yer üstü su potansiyelinin %35’i kullanılmakta, geriye kalan ise kullanımı beklemektedir. Kullanılabilir yerüstü su potansiyelinin %67’si, yer altı su kaynaklarının ise %27’si hala kullanıma sunulmamıştır. Türkiye’de yüzeysel kaynakların yaklaşık %33’ü, yer altı su potansiyelinin yaklaşık %48’i kullanılmaktadır. Erişilebilen suyun 32.9 km<sup>3</sup>’ü yerüstü suları iken, 6 km<sup>3</sup>’ü yer altı sularıdır. Bu suyun 29.2 km<sup>3</sup>’ü (%75) sulama, 5.7 km<sup>3</sup>’ü (%15) içme kullanma suyu, 4 km<sup>3</sup>’ü (%10) ise sanayi suyu ihtiyaçlarının karşılanmasında kullanılmaktadır. (Akgül,2006)

Küresel ısınmaya paralel olarak su tüketiminde artış ve kullanılabilir su kaynaklarında azalmalar görülmektedir. Buna paralel sanayi sektöründe de su ihtiyacının hem miktar hem de kalite olarak da günden güne artması dikkat çekicidir. Yaşanan kuraklıklar sebebiyle tüketimi karşılamak için açılan yeni kaynakların yetersiz kalması alternatif çözüm üretmeyi ve tekrar kullanma zorunluluğunu ortaya çıkarmıştır. Dünyanın birçok yerinde evsel ve sanayi atıkları değerlendirilerek tekrar kullanıma sunulmaktadır, bunların başında sınırlı üretime doğru gitmekte olan su gelmektedir. Ülkemiz su kaynakları yönünden zengin gibi görünse de küresel ısınma ve kaynakların yanlış kullanımları ile gelecekte sıkıntı yaşanılması muhtemeldir ki bunun ilk belirtileri büyük şehirlerde görülmektedir.

İçme ve kullanım suları ihtiyaçları uzun mesafelerden büyük çaplı boru hatları ve yüksek debili pompa istasyonları ile sağlanır duruma gelmiştir. Yapılan bu çalışmalar her geçen gün artan ihtiyaca yetecek geçici ve maliyetli çözümler olmaktadır.

Bu aşamada kullanıma elverişsiz olan kaynaklar membran teknolojisi kullanılarak yüksek kaliteler elde edilmeye başlanmıştır. Yüksek kalite su ihtiyacı sadece evsel kullanım alanlarında değil endüstri alanında da ortaya çıkmıştır. Ülkemizde membran teknolojisi ağırlıklı olarak endüstriyel sektöre hitap etmekte ve kullanımı

yaygınlaşmaktadır. Bu yaygınlaşma sistemlerin daha ekonomik işletilmesine olanak sağlamaktadır. Son durum itibariyle ülkemizde membran teknolojisini kullanan ve sistemleri kendi atölyelerinde oluşturan firma sayısı artmaktadır.

Elde edilen sonuçlarla özellikle hedef alınan Sıcak Haddehane Tesisinde direk ham kuyu suyu ve demineralize ve ters ozmos tesislerinde iyileştirilen karışım suları kıyaslanmıştır. Sonrasında farklı kalitedeki su kullanıma bağlı sistemin genelinde ekipmanlar üzerinde oluşan fiziksel etkiler ile tüketim değerlerindeki önemli etkililer belirlenmiştir.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Yapılan kaynak araştırmasında endüstrinin temelini oluşturan demir-çelik sektöründe bu konu ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmadığı, bulunan diğer kaynakların tez çalışmasının belli bölümlerine hitap ettiği belirlenmiştir. Dolayısıyla bu tez çalışmasının amacı demir-çelik sektörü özellikle de suyun en fazla tüketildiği Sıcak Sac Haddehane Tesisi için ihtiyaç duyulan telafi suyunun karşılanması, uygun şekilde şartlandırılarak tesiste kullanılması, kullanım sonucunda etkilerinin takip edilmesidir. Ve bu tesis için hazırlanmıştır.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. MATERYAL

Bu çalışmada, Sıcak Haddehane Tesisi'nin soğutma sistemi ve ton başına su tüketimi, kullandığı telafi suyu miktarı dikkate alınarak incelenmiştir.

Tesis tarafından kullanılan ekipmanların teknik özellikleri, incelemenin yapıldığı İSDEMİR A.Ş. 'nin hassasiyeti sebebiyle tez raporu içerisinde verilmemiş, çalışma prensipleri ilgili bölümlerde açıklanmıştır. Su tesisinde kullanılan ekipmanlar aşağıda sıralanmıştır.

1. Tufal çukuru pompaları ve yağ sıyırıcılar,
2. Yatay çökeltme havuzları ve çamur tahliye pompaları
3. Yağ ve çamur sıyırıcı arabalar,
4. Kum filitreleri ve geri yıkama sistemi,
5. Soğutma Kuleleri ve pompa grupları
6. Radyal çökeltme havuzları ve karıştırıcı arabalar,
7. Belt Press tipi kek sistemi,
8. Polielektrolit ünitesi ve dozaj pompaları,
9. Kimyasal dozajlama ünitesi.

#### 3.2. YÖNTEM

Bu çalışmada Demir-Çelik Sektöründe soğutma sisteminin işletmesel açıdan incelemesi yapılmıştır. İnceleme içeriği, soğutması yapılan tesisin talep ettiği özelliklerde suyun şartlandırması, telafi suyu tüketimlerinin ve telafi suyu tüketimine paralel olarak kimyasal madde tüketimlerinin belirlenmesi ile şartlandırmanın ekipmanlara etkileri şeklindedir.

Tesise alınan ham su soğutma kulelerinden geçirilerek ihtiyaç duyulan sıcaklık elde edilerek, kule havuzunda PH ayarlaması ve kimyasal dozajlama yapılarak kullanıcılara gönderilmiştir. Kullanım esnasında suyun miktar olarak kayıp değerleri (



buharlaşma, kaçaklar vb.) gözlemlenmiştir. Bunların yanında su kullanıcılarının ve iletim hatlarının korozyon değerleri ve korozyona karşı uygulanan kimyasal şartlandırmanın etkileri korozyon kuponları ile takip edilmiştir.

#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

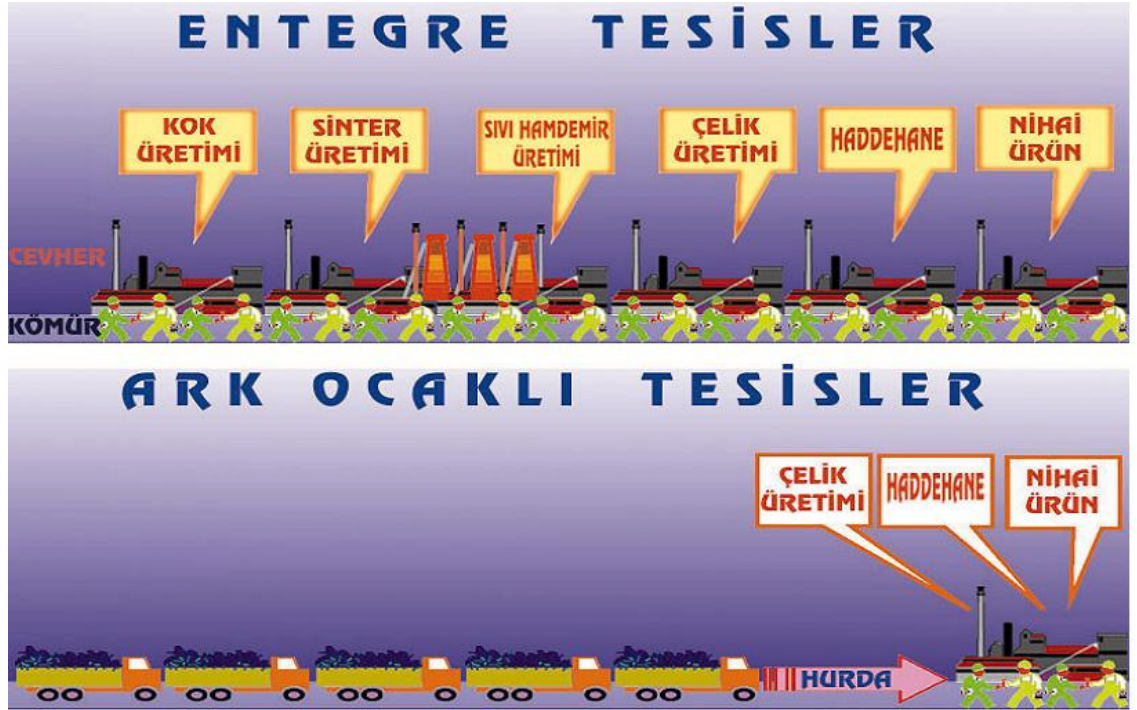
##### 4.1. MODERN DEMİR ve ÇELİK ÜRETİMİ

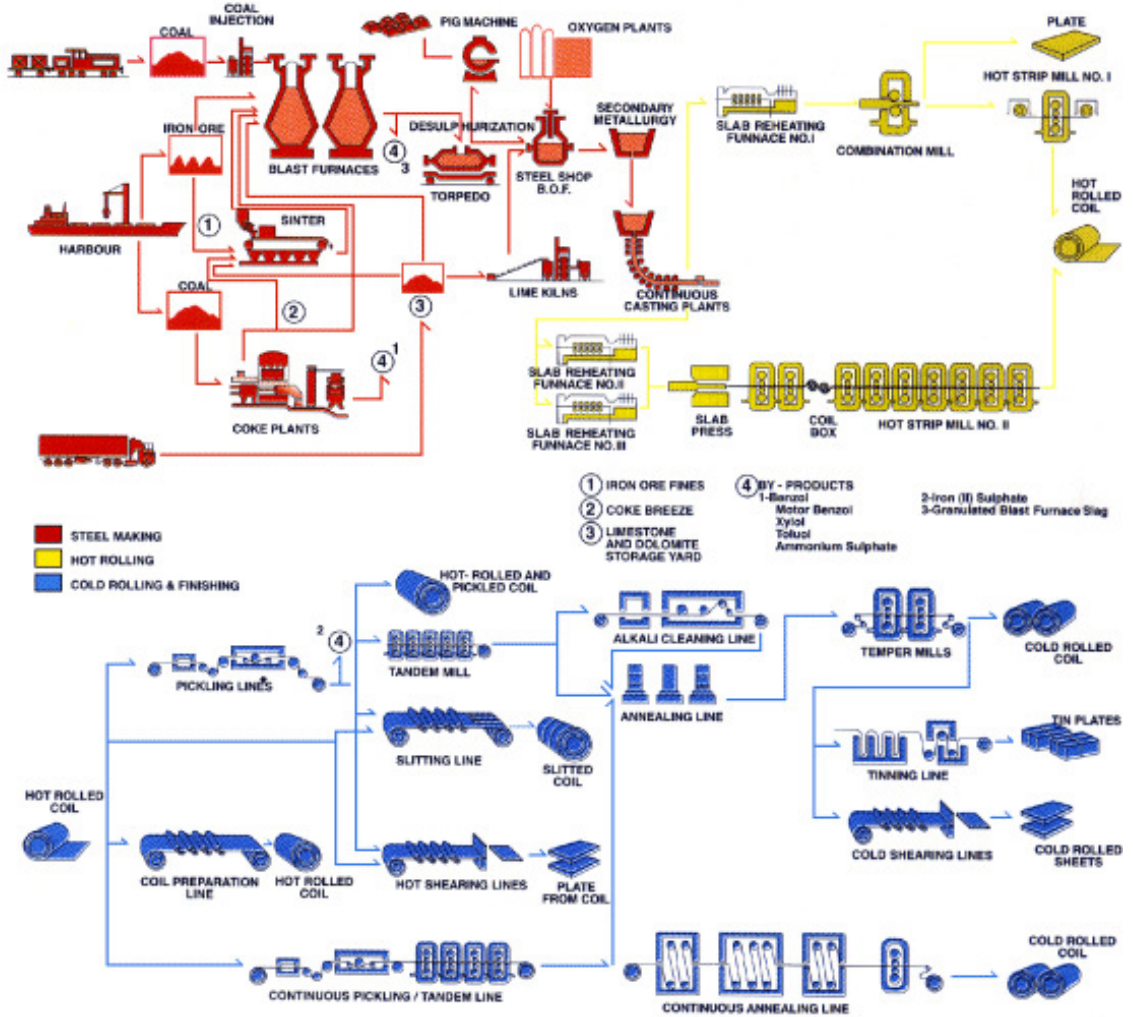
Günümüzde demir çelik çok yaygın olarak iki şekilde üretilmektedir.

1. Demir madeni ve taş kömürü kullanarak üretim yapan ENTEGRE tesislerde
2. Hurda demir kullanarak üretim yapan ARK OCAKLI tesislerde

##### 4.1.1. ENTEGRE TESİS

Aynı üretim sahasında iki veya daha fazla tesisin bir arada meydana getirdiği tesisler topluluğunun bütünü olup, üretimden çıkan yan ürünlerin de işlenerek nihai üretim yapıldığı komple üretim tesisidir. İsdemir Entegre bir tesistir. Üretim; Kok, Sinter, Yüksek Fırın, Çelikhane ve Haddehaneler gibi ana üretim ünitelerinde yapılmaktadır.





ŞEKİL2.1. ENTEGRE VE ARK OCAKLI TESİSLERDE ÜRETİM AKIŞI

#### 4.1.2. ENTEGRE DEMİR ve ÇELİK TESİSİNDE SU GEREKSİNİMİ

Endüstride kullanılan suyun önemli bir kısmının işlevi soğutmadır ve bu iş için su, iyi bir soğutucu kaynaktır.

Su, sıcak bir kaynaktan çıkacak ısıyı yani kaloriyi bünyesine alır ve ısıtır.

- Demir-Çelik tesisinde, 1600°C'lara çıkan sıcaklıklarda üretim yapılabilmesi için kullanılan makina ve ekipmanların soğutulmasında kullanılmaktadır.
- Sıcaklık değişmesi veya termik ısı transferi genellikle, soğuk ve sıcak kaynakların teması olmadan metallerin yüzeyinde gerçekleşir.

#### 4.1.3. SUYUN SANAYİDE KULLANILMA NEDENLERİ

Suyun sanayide kullanılma nedenlerini aşağıdaki gibi sıralayabiliriz;

- Doğada çok fazladır, kolaylıkla temin edilebilir ve ucuzdur,
- Büyük miktarlarda ısı taşıyabilir, kontrol edilebilir,
- Pompalanabilir, hacim değiştirmez ve genleşmez,
- Soğutma esnasında fazla sıcaklık artışı olmaz ve çevreyi çok az etkiler.

#### DOĞADAKİ SUYA GENEL BAKIŞ :

- Yeryüzünün  $\frac{3}{4}$  'ü su ile kaplıdır,
- Su molekülü dokunduğu her şeyi, metal, toprak, taş v.s. eritebilen en mükemmel çözücüdür, tek ihtiyacı zamandır,
- Doğada saf su yoktur, yağmur suyu dahi saf değildir,
- Hayatın devamı için gereklidir,
- Sanayide, soğutma amaçlı olarak kullanılır,

#### SUYUN SAFLIĞINI BOZAN SEBEPLER:

Suyun saflığını bozan sebepler aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Yağmur olarak yeryüzüne düşen su, temas ettiği her malzemeyi az veya çok çözerek kendi bünyesine alır ve saflığı bozulur.
- Bunlar, suda çözülmüş katı madde tuzlarıdır.
- Başlıcaları, kalsiyum, magnezyum, madenler, demir, mangan v.s.
- Askıda katı maddeler. Kil, kum, mil, alüvyon, ağaç, yaprak, yağ v.s.
- Gazlar: Oksijen, karbondioksit v.s.
- Bakteri, yosun, virüs, mantar, spor v.s.

## SANAYİDE KULLANILAN SU KAYNAKLARI:

Sanayide, yer altı (kuyu) suyu ve yüzey (nehir, göl ve baraj suları) olmak üzere iki çeşit tatlı su kullanılır. Tatlı su dışında soğutma amaçlı deniz suyu da kullanılabilir. Tatlı su kaynaklarının özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir;

### 1. YERALTI (KUYU) SULARI :

Yer altı su kaynaklarının genel olarak özellikleri şu şekildedir;

- Çözünmüş katı madde miktarı fazladır,
- Askıda katı madde miktarı azdır,
- Demir ve manganez miktarı yüksektir,
- Oksijen miktarı düşüktür,
- Sülfür gazları içerebilir,
- Kalitesi ve sıcaklığı hemen hemen sabittir.

### 2. YÜZEY (NEHİR, GÖL VE BARAJ) SULARI:

Yüzey sularının genel olarak özellikleri şu şekildedir;

- Çözünmüş katı madde miktarı azdır,
- Askıda katı madde miktarı fazladır,
- Suyun kalitesi iklim ve mevsimlere göre sık sık değişir,

Her iki tip suda da bulunan çözücülük özelliği, çözünmüş katı maddeler, soğutma suyu sistemleri ve ekipmanlar için zararlıdır. Bu nedenle, soğutma suyu sistemlerinde; TAŞ TEŞEKKÜLÜ, (SCALE) ve KOROZYON' un önlenmesi için, kimyasal olarak su şartlandırması yapılır. Su kalitesindeki değişikliklerden dolayı, sistemlerde meydana gelen tüm olumsuzluklar;

Planla, Uygula, Kontrol et, Önlem al PUKO döngüsü ile çözülür.

#### SUYUN TESİSLERDEKİ KULLANIM YERLERİ:

- Makina ve ekipmanların soğutulmasında, (Su kullanımı yüksek olan ve geri dönüşü mümkün olan üniteler için, kendi arasında devir daimi sağlayan resirkülasyon tesisleri kurulmuştur)
- Resirkülasyon sistemi, soğutma kulelerinin, buharlaşma, blöf ve rüzgar kayıplarından kaynaklanan tamamlama (make-up) suyunda,
- Kuvvet Santralında buhar üretimi için kullanılan demineralize su tesisinde,
- Su yumuşatma (Na-IX) sisteminde, gaz, toz tutma ve temizlik işlerinde,
- Fabrikada, banyo, tuvalet v.b, yerler ile, çim ve ağaç sulama suyu olarak,
- Kimyasal malzeme hazırlama sistemlerinde kullanılmaktadır.

#### SU HIZININ BORU VE SİSTEMLERE ETKİLERİ:

Sirkülasyon suyunun hızı, boru ve sistem güvenliği için önemlidir. Sistemin verimli çalışması için su hızı çok yüksek de olmamalıdır, çok düşük de olmamalıdır. Su hızının sisteme etkisi ile ilgili bilgiler aşağıdaki tabloda görülmektedir.

<b>AKIŞ HIZININ ETKİLERİ</b>		
Sıra No	Akış hızı m/sn	SEBEP OLACAĞI DURUM
1	< 0,15	Akış çok düşük.Katı maddeler çöker Tehlikeli boyutlara ulaşırsa, mekanik temizlik gerekir
2	0,15 - 1,0	Çökmeleri önlemek için dispersant verilmesi gerekir
3	1,0 - 1,5	İdeal akış hızı
4	1,5 - 3,0	Borularda sürtünme aşınmasından dolayı, metal kaybı olur. Korozyon önleme kimyasal malzemesi verilmesi gerekir.
5	> 3,0	Korozyon kaybı olur.

**ÇİZELGE 2.1. AKIŞ HIZININ ETKİLERİ**

Su hızı ile korozyon hızı ilişkisi aşağıdaki grafikte gösterilmiştir.



**ŞEKİL2.2. SU HIZININ KOROZYON HIZINA ETKİSİ**

#### **4.1.4. SU KİMYASI PARAMETRELERİ**

Soğutma suyu sisteminde kullanılan su gerekli şartlandırmalar yapılmaz ise, bor hatları ve sistemdeki ekipmanlarda kışır (taş) tabakası oluşmasına, boru hatlarının ve sistem elemanlarının hızlı bir şekilde korozyona maruz kalmasına neden olabilir. Ayrıca suyu kullanan ana üniteler (kok,sinter, , yüksek fırın çelikhane, sürekli döküm, sıcak haddehane v.b.), suyun belirli özelliklerde olmasını isterler. Tüm bunların sağlanması için suyun kimyasal malzeme kullanarak şartlandırılması yapılır. Bu şartlandırma yapılırken de suyun bazı özelliklerine bakılır. Suyun karakterini (özellikliğini) belirleyen bu parametrelere su kimyası parametreleri denir.

##### SU KİMYASI PARAMETRELERİ

1. İLETKENLİK (CONDUCTIVITY)
2. SERTLİK (HARDNESS)
3. ALKALİNİTE (ALKALINITY)
4. pH

5. KLORÜR (CHLORIDE) (Cl<sup>-</sup>)
6. SİLİKAT (SILICATE)
7. DEMİR (IRON)
8. ÇÖZÜNMÜŞ OKSİJEN
9. ÇÖZÜNMÜŞ KARBONDİOKSİT

Soğutma suyu sistemlerinde, su şartlandırma programı (suya çeşitli kimyasallar vererek su kontrol parametrelerini istenen değerlerde tutma programı) uygulanmadığı takdirde, sistemde dört temel problem ortaya çıkar. Bunlar;

1. Taş teşekkülü oluşumu (kışır)
2. Tortu (birikinti) oluşumu
3. Korozyon
4. Mikrobiyolojik kirlenme

Soğutma suyu sistemlerinde, yukarıda sayılan problemlerle karşılaşmamak için su kimyası parametreleri ölçülür ve olması gereken değerlerde kalması da, su şartlandırma kimyasal malzemeleri kullanılarak sağlanır. Bu konu ile ilgili daha detaylı bilgi bölüm 1.13. SU ŞARTLANDIRMASI' da verilmiştir.

#### 4.1.4.1. İLETKENLİK (CONDUCTIVITY)

Suyun elektrik akımını iletmesi ölçüsüdür.

Çözünmüş katı madde içermeyen sular ( SAF SU ) elektrik akımını iletmez, Çağırışım: Araç radyatörüne saf su konulması yanlıştır. Kaynatılarak geçici sertliği alınmış su daha iyidir, en iyisi de inhibitörlü sudur,

Su içinde bulunan madenler arttıkça iletkenlik artar, bu nedenle iletkenliğin tanımını; suda bulunan katı maddeler olarak yapabiliriz,

Suda çözünmüş haldeki minerallerin ağırlıkları “ mg/l” veya “ppm” cinsinden ölçülür.

$$\text{ppm} = \text{mg/l} = \text{g/m}^3$$

Suyun iletkenliği arttıkça, TAŞ TEŞEKKÜLÜ, (SCALE) VE KOROZYON miktarı artar,



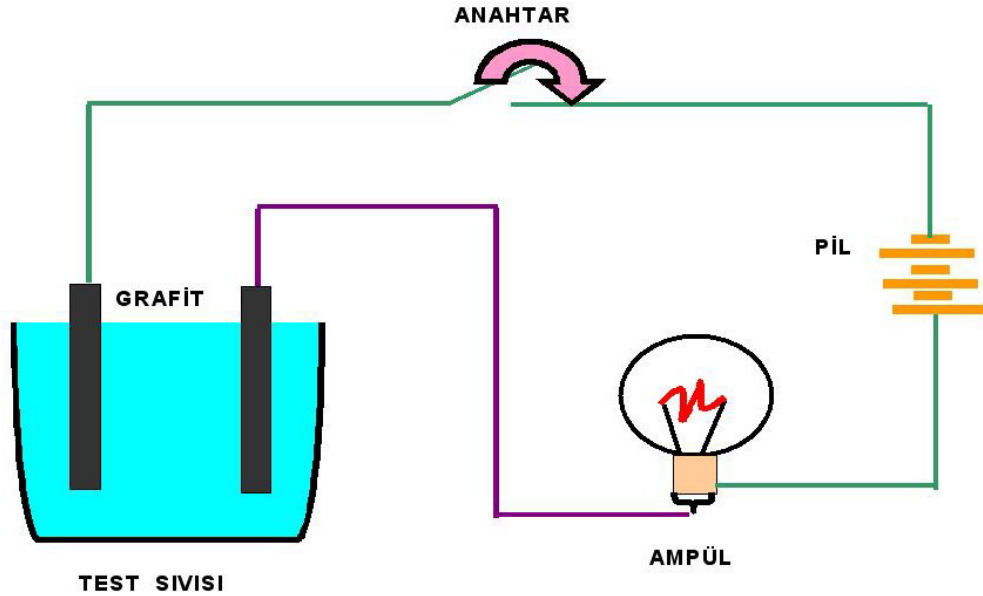
İletkenlik ölçü birimi “mikrosiemens/cm” (uS/cm) veya “mikromho” (mho)  $1 \text{ u S} = 1 \text{ mho}$

**ÖRNEK :** Bir ton saf su içinde 100 gram tuz (NaCl) eritildiğinde, oran  $100 \text{ g/m}^3$ , (mg/l) olur ve bu suyun iletkenliği 212 mikrosiemens/cm’dir.

**DENEY:** Saf su, Mersin Çayı suyu ve Deniz suyunun iletkenliğinin ölçümü.

Kabın içerisine saf su koyduğumuz zaman, saf su elektrik akımını iletmediği için, ampul yanmayacaktır. Saf su içerisine tuz ilave ettiğimiz zaman ampulün yanmaya başladığı gözlemlenir. Bunun nedeni tuz içerisindeki iyonların suda çözünmesi ve elektrik akımını iletmesidir.

Deney kabının içerisine deniz suyu ve mersin çay sularını ayrı ayrı koyduğumuz zaman yine ampulün yandığı gözlemlenir. Çünkü deniz suyu da mersin çayı suyu da elektrik akımını iletirler.



- İŞLEM**
- 1 - SAF SU KONULARAK AMPUL YANMASI DENENECEK
  - 2 - SOFRA TUZU İLAVE EDİLECEK
  - 3 - MERSİN ÇAYI SUYU KONULACAK
  - 4 - DENİZ SUYU KONULACAK
  - 5 - ŞEKER KONULACAK

### ŞEKİL2.3. İLETKENLİK DENEY DÜZENENİ

#### 4.1.4.2. SERTLİK (HARDNESS)

Bir suyun sertliği içindeki başlıca çözünmüş kalsiyum (Ca) veya magnezyum (Mg) tuzlarından ileri gelip, suyun sabunu çökeltme kapasitesidir. Sabun, suda özellikle her zaman için bulunan kalsiyum ve magnezyum iyonları tarafından çökeltilir. Fakat bu çökeltme aynı zamanda Fe, Al, Mn ve Zn gibi çok değerli metaller ve hidrojen iyonları tarafından da meydana getirilir. Sertlik, kalsiyum ve magnezyum iyonlarının, kalsiyum karbonat cinsinden toplam konsantrasyonları olarak ifade edilir. Bununla beraber gösterilebilecek miktarlarda bulunan sertlik verici diğer iyonları da kapsayabilir.

Kalsiyum ve magnezyum bikarbonatları geçici sertliği (veya karbonat sertliğini) yine bu elementlerin klorür, nitrat, sülfat, fosfat ve silikatları ise kalıcı sertliği (veya karbonat olmayan sertliği) verir. Her iki sertliğe birden sertlik bütünü denir.

Geçici sertlik bikarbonatlardan ileri geldiğinden, suların kaynatılması ile giderilir. Halbuki kalıcı sertlik kalsiyum ve magnezyum sülfat ve klorürden ileri geldiği için kaynatılmakla giderilemez.

Çeşitli sertlik birimleri vardır. Bunlardan en çok kullanılanları şunlardır ;

1. FRANSIZ SERTLİK DERECEŚİ (FS<sup>o</sup>): Litrede 10 mg kalsiyum karbonat kapsayan suyun sertliđi, 1 Fransız Sertlik Derecesidir.
2. İNGİLİZ SERTLİK DERECEŚİ (IS<sup>o</sup>): 1 galon (0,7 litre) suda 10 mg kalsiyum karbonat kapsayan suyun sertliği, 1 İngiliz Sertlik Derecesidir.
3. ALMAN SERTLİK DERECEŚİ (AS<sup>o</sup>): Litrede 10 mg kalsiyum oksit (CaO) kapsayan suyun sertliđidir.
4. AMERİKAN SERTLİK DERECEŚİ: 1 grain (0,0648gr) CaCO<sub>3</sub>/Amerikan galonu (3,785 lt)
5. RUS SERTLİK DERECEŚİ: 0.001 g Ca/lt  
1 FS<sup>o</sup> = 0,56 AS<sup>o</sup> = 0,7 IS<sup>o</sup> = 10 ppm

Yukarıdaki rakamsal bilgileri tablo olarak verecek olursak,

	ppm	Derece				
		İngiliz	Amerikan	Frans.	Alman	Rus
	CaCO <sub>3</sub>					
ppm veya CaCO <sub>3</sub>	1,00	0,07	0,058	0,10	0,056	0,40
İng. Sert .Derecesi	14,19	1,00	0,83	1,43	0,80	5,72
Amer. Sert. Derece.	17,16	1,20	1,00	1,72	0,96	6,86
Fran. Sert. Derece.	10,0	0,70	0,58	1,00	0,56	4,00
Alman Ser. Derece.	17,86	1,25	1,04	1,79	1,00	7,14
Rus Sertlik Der.	2,50	0,18	0,15	0,25	0,14	1,00
meq CaCO <sub>3</sub>	50,00	3,50	2,90	5,00	2,80	20,04

### ÇİZELGE 2.2. SERTLİK DEĞERLERİ

Sertlik birimi Ülkemizde, mg/l (CaCO<sub>3</sub> cinsinden) veya Fransız sertlik derecesi (Fr S°) = 10 mg/l CaCO<sub>3</sub> veya Alman sertlik derecesi (AS°) = 17,9 mg/l CaCO<sub>3</sub> olmak üzere kullanılmaktadır

ÖRNEK: 150 mg/l CaCO<sub>3</sub> toplam sertliği olan su, kaç Fransız sertlik derecesi (Fr S°) eder?

Cevap :  $150 / 10 = 15$  Fr S° dir

Sertliğe Göre Su Sınıflandırması; ( mg/l CaCO<sub>3</sub> cinsinden )

0 – 70	Çok yumuşak
70 – 140	Yumuşak
140 – 210	Az sert
210 – 310	Sert
310 – 520	Oldukça sert
520 – ve üzeri	Çok sert

Suda sertlik arttikça, suyun yıkama özelliği azalır ve sabun kullanma miktarı artar. Yani sert su ile çamaşır yıkamak, yumuşak suya göre daha pahalıdır.

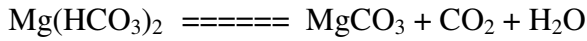
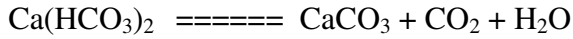
#### 4.1.4.2.1. SUDAKİ SERTLİK ÇEŞİTLERİ

Suda geçici ve kalıcı sertlik olmak üzere iki farklı sertlik bulunur.

#### 4.1.4.2.2. GEÇİCİ SERTLİK (KARBONAT SERTLİĞİ)

Toprak alkali minerallerin, kalsiyum, magnezyum v.b' nin bikarbonat  $\text{HCO}_3^-$ , biklorür  $\text{HCl}^-$  ve bisülfatları  $\text{HSO}_4^-$  dır. Suyun kaynaması ile sudan ayrılır, bir kısmı çamur olarak çökerken diğer bir kısmı da taşlaşarak kaynama kabına yapışır ve sonuçta ısı transferini azaltır.

Suyun ısıtılması ile sudaki kalsiyum ve magnezyum iyonları, çöktürülerek uzaklaştırıldığı için ( $\text{CO}_2$  da uçar) geçici sertlik adı verilmiştir. Reaksiyonları şu şekildedir;



Örnek : Çaydanlık, kalorifer boruları veya buharlı ütülerin içinin kireç bağlaması,

#### 4.1.4.2.3. KALICI SERTLİK

Toprak alkali minerallerin, kalsiyum, magnezyum v.b.'nin klorür  $\text{Cl}^-$  veya  $\text{SO}_4^{2-}$  sülfatlarıdır. Başka bir deyişle; Sülfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), Klorür ( $\text{Cl}^-$ ) ve Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) iyonlarının meydana getirdiği sertliktir.

Bunlar ;

- Kalsiyum sülfat  $\text{CaSO}_4$
- Magnezyum sülfat  $\text{MgSO}_4$

- Kalsiyum klorür CaCl<sub>2</sub>
- Magnezyum klorür MgCl<sub>2</sub>
- Kalsiyum nitrat Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>
- Magnezyum nitrat Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> ve kısmen de diğer bileşiklerden meydana gelir.

Suyun kaynatılması ile gitmez, ancak suyun buharlaştırılması esnasında kazanlarda veya ısı değiştiricilerde sert, taş benzeri depozitler oluşturur. Neticede, soğutma verimi (ısı transferi) düşer, enerji sarfiyatı artar, bakım ve işletme maliyetleri yükselir.

Sistemlerde kireçlenme, enerji kayıplarının en fazla olduğu dirsek, vana, eşanjör gibi yerlerde başlar ve borulara doğru gider. Neticede, soğutma verimi (ısı transferi) düşer, enerji sarfiyatı artar, bakım ve işletme maliyetleri yükselir.

Sirkülasyon suyunda sülfat konsantrasyonu, ender koşullar içerisinde, 1400 ppm SO<sub>4</sub> limit olarak önerilebilir.

#### 4.1.4.3. TOPLAM, GEÇİCİ VE KALICI SERTLİK HESAPLARI

Toplam sertlik, geçici ve kalıcı sertlik hesapları aşağıdaki gibi yapılır;

$$\text{Toplam sertlik (FS}^\circ\text{)} = (\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}) \text{ meq/l} \times 5$$

Ca ++ (mg/l)	Mg++ (mg/l)
Ca++(meq/l) = -----	Mg++ (meq/l) = -----
20.04	12.156

Geçici ve kalıcı sertlikte 2 hal mevcut olabilir ;

a) Toplam sertlik > meq/l HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> alkalinitesi x 5 ise,

$$\text{Geçici sertlik FS}^\circ = \text{meq/l HCO}_3^- \text{ alkalinitesi} \times 5$$

$$\text{Kalıcı sertlik FS}^\circ = \text{Toplam Sertlik FS}^\circ - \text{Geçici sertlik FS}^\circ$$

b) Toplam sertlik FS<sup>°</sup> ≤ meq/l HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> alkali x 5 ise,

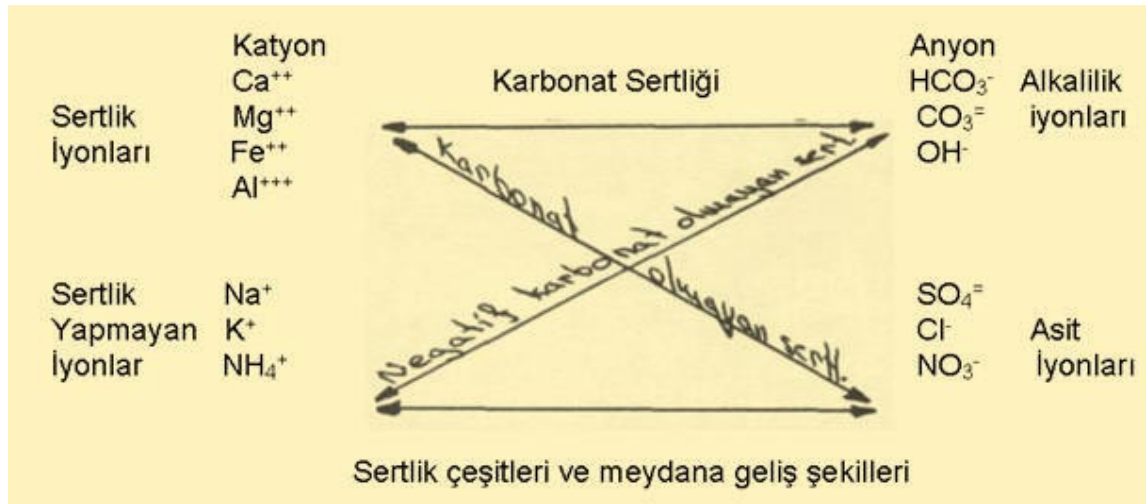
$$\text{Geçici sertlik FS}^\circ = \text{Toplam sertlik FS}^\circ - \text{Kalıcı sertlik FS}^\circ = 0 \text{ dır.}$$

Eğer neticeler ppm kalsiyum karbonat olarak isteniyorsa, (1 FS° = 10 ppm kalsiyum karbonat/litre olduğuna göre) yukarıda bulunan değerler 10 ile çarpılır.

Yukarıda sertlik hakkında yazılanları esaslar aynı kalarak şöyle de gösterebiliriz ;

Su içindeki metal iyonlarına ve asit köklerine göre sertlik Ca ve Mg iyonlarına göre sınıflandırılabilir. Asit köklerine göre sertlik yapılan sınıflandırmada sertlik, karbonat ve karbonat olmayan gruplara ayrılır.

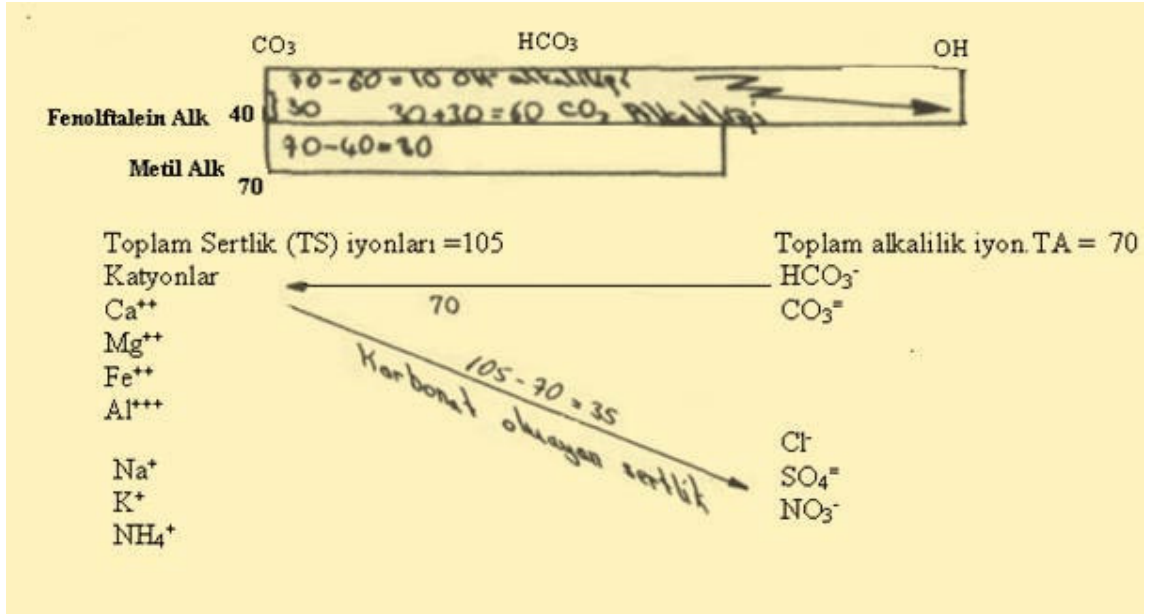
Bazı durumlarda su içindeki alkalilik iyonları, sertliği meydana getiren metal iyonlardan fazladır. Bu takdirde alkalilik iyonları Na ve K la birleşerek negatif karbonat olmayan sertliği meydana getirir.



#### ŞEKİL2.4. SERTLİK ÇEŞİTLERİ VE MEYDANA GELİŞ ŞEKİLLERİ

**ÖRNEK :** Bir suya ait titrasyon neticesinde fenolftalein alkaliliği 40 mg/lt, toplam alkalilik 70 mg/lt ve toplam sertlik 105 mg/lt olduğuna göre karbonat sertliği, Ca ve Mg karbonat ve bikarbonat miktarları, karbonat olmayan sertlik ve negatif karbonat olmayan sertlik miktarları nedir ?

Alkalilik iyonları CO<sub>3</sub>= 60 mg/lt OH- 10 mg/lt HCO<sub>3</sub>- 0 mg/lt olarak bulunur.



**ŞEKİL 2.5. ALKALİ İYONLAR**

Pratik sistemin uygulanması:

1. Toplam alkalilik ile toplam sertlikten hangisi küçükse o karbonat sertliğidir. Karbonat sertliği çizgisinin üzerine yazılır.
2. Toplam alkalilik ve toplam sertlikten hangisi büyükse ondan küçük olan çıkarılır ve diğeri karbonat olmayan sertlik veya negatif karbonat olmayan sertlik çizgilerinden hangisi büyük değer tarafından başlıyorsa onun üzerine yazılır.

Sonuç;

Karbonat sertliği 70 mg/lit ,  $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3 = 60 \text{ mg/lit}$  ,  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + \text{Mg}(\text{HCO}_3)_2 = 0$

Karbonat olmayan sertlik 35 mg/lit ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Mg}(\text{OH})_2 = 10$

Negatif olmayan sertlik 0 dır.

#### 4.1.4.4. SUDA TOPLAM SERTLİK TAYİNİ

250 ml ve 100 ml su numunesi alınır.

5 ml tampon çözelti ilave edilir. (Buffer tampon çözeltisi)

3 - 4 damla eriokrom indikatör çözeltisi ilave edilir.

0,1 N veya 0,01 N EDTA çözeltisi ile titrasyon yapılır.

Sonuç olarak bürette okunan ml değeri meq / lt birimi cinsinden toplam sertlik miktarını verir.

NOT: Çözeltilerin tamamı kalite metalürji laboratuvarlarından standardizasyonu yapılmış şekilde temin edilmelidir.

#### 4.1.4.5. ALKALİNİTE (ALKALINITY)

Suyun asidi nötrele etme yeteneğinin (bazlığının) ölçüsüdür. Toplam alkalinite, sudaki karbonat ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ), hidroksit ( $\text{OH}^-$ ) iyonlarının toplamıdır. Alkaliliği oluşturan en önemli elemanlar Ca ve Mg bikarbonatlarıdır.

Alkalinite, P (fenol ftalein) ve M (metil oranj) alkaliniteleri ile belirlenir. P ve M değerlerinden çıkılarak suyun içerdiği hidroksit, karbonat ve bikarbonat iyonlarının miktarları (ppm- $\text{CaCO}_3$  olarak) bulunur. Bazı koşullarda kalsiyum ve karbonat reaksiyona girerek kalsiyum karbonatı oluşturur ve kireç taşı depoziti olarak adlandırılır.

Alkalinitenin yüksek olması kireç ve kışır oluşumunda etkilidir. Çok düşük olması da korozyon hızını artırır.

#### 4.1.4.6. PH

PH bir çözeltinin asitlik veya bazlık derecesini tarif eden ölçü birimidir. Açılımı "Power of Hydrogen" (Hidrojenin Gücü) dir. 0'dan 14'e kadar olan bir skalada ölçülür. pH teriminde p; eksi logaritmanın matematiksel sembolünden ve H ise hidrojenin kimyasal formülünden türetilmişlerdir. pH tanımı, hidrojen konsantrasyonunun eksi logaritması olarak verilebilir:

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$



- Bir maddenin pH değeri hidrojen iyonu  $[H^+]$  ile hidroksil iyonunun  $[OH^-]$  derişimlerinin oranına direk bağlıdır. Eğer  $H^+$  derişimi  $OH^-$  derişiminden fazla ise çözelti asidik; yani pH değeri 7 den düşüktür.
- Eğer  $OH^-$  derişimi  $H^+$  derişiminden fazla ise maddemiz bazik; yani pH değeri 7 den büyüktür.
- Eğer  $OH^-$  ve  $H^+$  iyonlarından eşit miktarlarda mevcutsa, madde 7 pH değerine sahip olmak üzere nötrdür.

pH değeri 7 den küçük ise asidiktir korozyon yapar, yukarısı baziktir taş teşekkülü yapar. Doğada su, pH 8,5 değerinde dengededir.

Genelde güneşe maruz kalan kapalı bir sistemde pH değeri yükselme eğilimi gösterir. Yani sistemdeki su bazik hale geçer ve sistemde taş teşekkülüne sebep olur.



**ŞEKİL 2.6. PH - KOROZYON HIZI İLİŞKİSİ**

#### 4.1.4.6.1. pH DEĞERİNİN AYARLANMASI

- **pH Değerini Düşürmek**

pH'ı düşürmek için asit kullanılır. Bunlar genelde aşağıdaki gibidir:

Hidroklorik Asit HCl - sıvı

Sülfürik Asit  $H_2SO_4$  - sıvı

Sodyum Bisülfat  $NaHSO_4$  - toz

Suya asit ilave edilerek suyun pH değeri düşürülür. Asit ilavesi ile sudaki hidrojen iyonları artar ve su pH değeri düşer. Ancak hidrojen iyonu dışındaki asitle beraber suya eklenen bileşenler su karakterini olumsuz etkileyebilir. Örneğin sülfürik asit eklendiğinde hidrojenle beraber suya sülfat da eklenmiş olur ve sudaki sülfat sertliği artırarak kışır oluşturma riski yaratır. Hidroklorik asit ilavesinde ise hidrojen iyonu ile birlikte suya klorür (Cl) de ilave edilmiş olur. Su içindeki klorür korozyonu hızlandırıcı etki yapar.

Görüldüğü gibi suya ilave edilen asitler sadece pH değerini düşürmekle kalmamakta, su karakterini içerdiği kimyasallar ile değiştirmektedir. Bu nedenle suyun pH değerini düşürmek için, su karakterine uygun olan asit kullanılır.

- **pH Değerini Yükseltmek**

pH'ı yükseltmek için bir baz yada alkali malzeme ilave edilir.

Başlıca pH yükselticiler aşağıdaki gibidir:

Sodyum hidroksit (kostik) (NaOH)

Sodyum karbonat; pH düşürücüler kadar yakıcı olmadığı için, özel talimatlar yada uyarılar bulunmamaktadır. Kostik çok yakıcı olduğundan dikkatle kullanılmalıdır.

#### **4.1.4.7. Klorür (CHLORIDE) (Cl)**

Su içinde çözülmüş olan tabii Cl iyonunun mg/l cinsinden miktarıdır. Bütün doğal sularda klorür bulunur. Klorür tuzlarının çözünürlüğü fazla olduğundan normal ve pis sularda en fazla bulunan iyonlardan birisidir. Normal sularda 1 mg/l'ten birkaç bin mg/l'te kadar klorür iyonuna rastlanır. Deniz suyu veya endüstri artıklarıyla karışan bazı sularda, klorür yüksek olabilir. Bu açıdan takip edilen suda ani klorür yüksekliği araştırılması gereken bir konu olmalıdır. Genellikle klorürü yüksek olan maden sularının sodyumları da yüksektir. Sulara klorür veren başlıca tuz sodyum klorürdür. Bazı şartlarda ise kalsiyum klorürde bulunabilir.

Klorür iletkenlik değerinin yükselmesine neden olur. Korozyon ve metal-metal bağları arasındaki çatlamalara sebep olur.

#### 4.1.4.8. SİLİKAT (SILICATE)

Su içinde çözülmüş olan  $\text{SiO}_2$  iyonunun mg/l cinsinden miktarıdır. Yüksek pH değerlerinde çözünmesi zor demir bileşiklerini oluştururlar. Oluşan demir bileşikleri ısı transferini güçleştirir.

#### 4.1.4.9. DEMİR (IRON)

Su içinde çözülmüş olan Fe iyonunun mg/l cinsinden miktarıdır. Suyu renkli ve tortulu bir görüntü verir. Çökelti oluşturarak boru içindeki akışı ve eşanjörlerdeki ısı transferini zorlaştırırlar.

#### 4.1.4.10. ÇÖZÜNMÜŞ OKSİJEN

Su içinde çözülmüş halde bulunan  $\text{O}_2$  gazının mg/l cinsinden miktarıdır. Sudaki çözülmüş oksijen suda yaşayan bitkilerin fotosentez olayı sonucu verdikleri oksijen ve havadaki oksijenden gelir. Suda çözülmüş oksijen miktarı minimum seviyede tutulmalıdır. Korozyonun en büyük etkilerindedir. Kontrol edilmesi son derece önemlidir.



**ŞEKİL 2.7. ÇÖZÜNMÜŞ OKSİJEN MÜKTARININ KOROZYON HIZINA ETKİSİ**

#### 4.1.4.11. ÇÖZÜNMÜŞ KARBONDİOKSİT

Su içinde çözünmüş halde bulunan CO<sub>2</sub> gazının mg/l cinsinden miktarıdır. Suda zayıf asit özelliği gösterir ve suyun pH değerinin yükselmesine neden olur ve korozyon hızını artırır.

#### 4.1.4.12. KONSANTRASYON SAYISI (CONCENTRATION RATIO): “C”

Sadece saf su buharlaşır. Sudaki erimiş katı maddeler buharlaşamadıkları için sürekli olarak sudaki miktarı artar. Gereğinden fazla miktardaki çözünmüş katı maddeler, sistemlerde taş teşekkülü yapar. Bu olaya sebebiyet vermemek için sisteme taze tamamlama suyu ilave edilerek çözünmüş katı madde miktarı düşürülür. Blöf ile tamamlama suyundaki muhtelif parametrelerin birbirine bölünmesi ile bulunan sayıya konsantrasyon sayısı denir. Örneğin : C = 3 veya 5, 8, 10, 20 gibi,

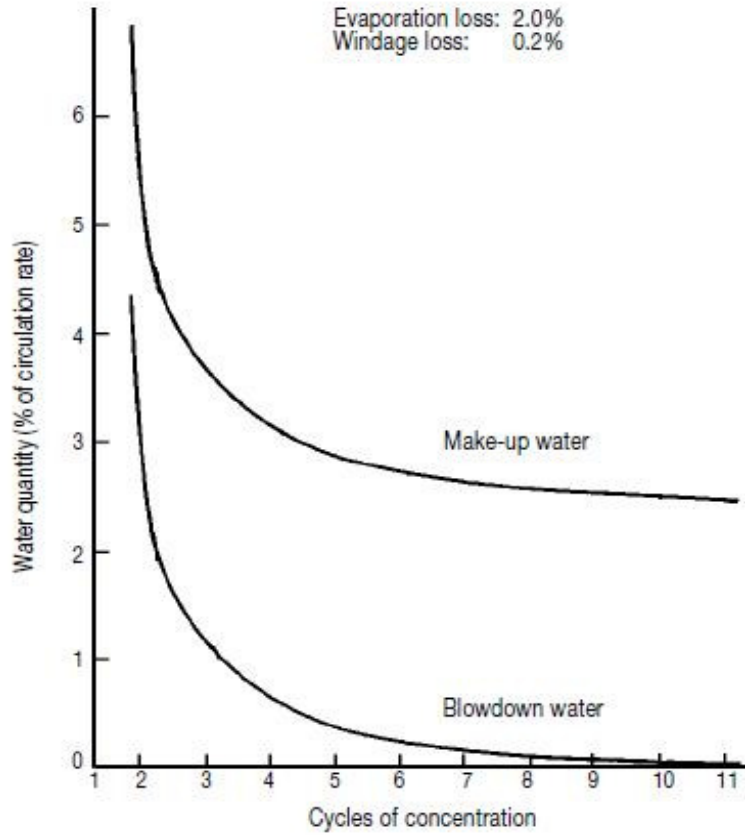
Demir Çelik Sektöründeki yarı açık kule sisteminde genel olarak C=4-5, Kapalı sistemlerde C= 0,2 (Bakır Devreli Sistemler için) ila 0,5 (Paslanmaz Çelik Devreli Sistemler için ) alınmaktadır.

Konsantrasyon sayısı arttıkça, su ıslah kimyasal maddeleri birim fiyatı düşer.

$c = \text{Blöf suyu çözünmüş katı madde miktarı} / \text{Tamamlama suyu çözünmüş katı madde miktarı}$

$c = \text{Blöf suyu iletkenliği} / \text{Tamamlama suyu iletkenliği}$ , ayrıca klorür (Cl<sup>-</sup>), sülfat (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) da kullanılabilir.

Otomasyon sistemleri için, bir veya birkaç parametre birlikte kullanılmaktadır.



**ŞEKİL 2.8.** MAKE-UP, BLÖF VE KONSANTRASYON SAYISI İLİŞKİSİ

#### 4.1.4.12.1. KONSANTRASYON SAYISINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

##### 4.1.4.12.1.1. Fiziksel Etkiler

Soğutma kule buharlaşması, rüzgar, sürüklenme ve sızıntı kayıpları.

Kulelerin eski veya yeni olması tüm kayıpları ve soğutma verimini etkilemektedir.

Yeni tip inşa edilen, yüksek verimli, kapalı çevrimli ve tam otomasyonlu kulelerdeki konsantrasyon sayısı, 10 - 50 ve hatta 100 katına ulaşabilmektedir.

Yeni tip kulelerde, sürüklenme kayıpları, 0,2 % olarak sağlanabilmektedir.

#### 4.1.4.12.1.2. Kimyasal Etkiler

Sirkülasyon suyunun, taş teşekkülü ve korozyon eğilimini izleme yöntemidir, Langelier Saturation Index ( LSI ) = pH – pH<sub>s</sub> ve Ryznar Stability Index ( RSI ) = 2 (pH<sub>s</sub>) – pH<sub>a</sub> ile kontrol edilir.

#### 4.1.4.13. SU KİMYASI PARAMETRELERİNİN SİSTEME ETKİSİ VE ÇÖZÜMLERİ

Parametreler	ETKİSİ	ÇÖZÜMLER
İletkenlik	Yüksek olması korozyona sebep olur.	Sistemlerden blöf yapılır. Düşük iletkenlikteki ilave make up suyu sisteme verilerek iletkenlik istenen değerlere düşürülür.
Sertlik	Yüksek olması ısı transfer yüzeylerinde kireç ve kışır tabakası oluşmasına sebep olur. Bu nedenle kontrol altında tutulması çok önemlidir.	Temelinde kalsiyum ve magnezyum iyonlarından kaynaklandığı için bu iyonları alacak ön arıtma sistemleri kullanılmalıdır.
Alkalinite	Yüksek olması kireç ve kışır oluşumunda etkilidir. Çok düşük olması da korozyon hızını artırır.	Düşük alkalinite için sisteme kostik ilave edilir. Yüksek alkalinite değerini düşürmek için de uygun asitler ilave edilir.
pH	Yüksek olması 10 ve üzeri kireç-kışır oluşumunun yanında sistem ekipmanlarının korozyona uğramasına sebep olur. Düşük olması da pH < 5,5	Düşük pH için sisteme kostik ilave edilir. Yüksek pH değerini düşürmek için de uygun asitler ilave edilir.

Parametreler	ETKİSİ	ÇÖZÜMLER
	korozyon hızını artırır. Bu nedenle pH değeri en önemli kontrol parametrelerindendir.	
Klorür	İletkenlik değerinin yükselmesini en çok etkileyen parametrelerden biridir. Korozyon ve metal-metal bağları arasındaki çatlamalara sebep olur.	Tuz ve tuzlu su çözeltilerinde yoğun miktarda bulunur. Sisteme tuzlu su kaçağı olmasını engellemek gerekir.Örneğin, deniz suyunda klorür miktarı çok yüksektir.
Silikat	Çok yüksek pH larda ısı transfer yüzeylerinde en zor çözülen demir bileşikleri oluştururlar. Isı transferini zorlaştırırlar	pH dengesi kurulmalıdır ya da Ters Osmos gibi nanoteknolojilerle sudan ayrılmalıdır.
Demir	Çok düşük ph değerlerinde (pH < 7,0) korozyona uğrayan metal yüzeyinden çözülür ve uygun ortamlarda ısı transfer yüzeylerinde çökelti oluşturur.	pH dengesi kurulmalıdır.
Çözünmüş Oksijen	Suda çözülmüş oksijen miktarı minimum seviyede tutulmalıdır. Korozyonun en büyük etkenlerindendir. Bu nedenle kontrol altında tutulması çok önemlidir.	102 °C de suda minimum değerindedir. Sistem bu sıcaklıkta belli süre tutulup sudan ayrılabilir. Uygulanamazsa oksijen tutucu yardımcı kimyasallar kullanılır.
Çözünmüş Karbondioksit	Suda çözülmüş karbondioksit; suda zayıf asit özelliği gösterip pH değerini düşüreceğinden korozyon hızını artırır.	pH dengesi kurulmalıdır.

**ÇİZELGE 2.3. SU KİMYASI PARAMETRELERİNİN SİSTEME ETKİSİ VE ÇÖZÜMLERİ**

## **4.2. SU SARTLANDIRMA SİSTEMİ VE SİSTEM EKİPMANLARI**

### **4.2.1. SOĞUTMA SUYU SİSTEMİ TİPLERİ**

Genel olarak üç farklı soğutma suyu sistemi mevcuttur.

#### **4.2.1.1. TEK GEÇİŞLİ SOĞUTMA SUYU SİSTEMİ (Once-Through Cooling Systems)**

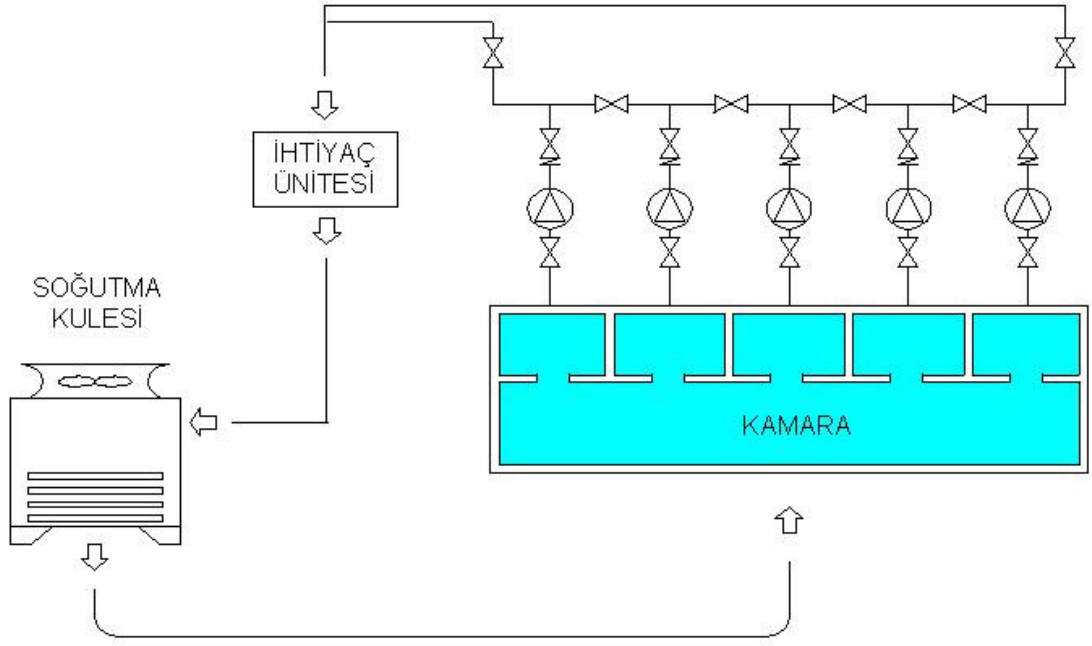
Su bir defa soğutma işleminde kullanıldıktan sonra atılır. Bu nedenle büyük miktarlarda su kaynağına ihtiyaç vardır. Şartlandırmadan kullanılır ise sistemlerde su eğilimine bağlı olarak taş teşekkülü (scale) yapar. Şartlandırma yapılır ise maliyeti aşırı yüksek olur ve çevre kirliliği yapar.

Fabrikamızda kuvvet santralindeki turbo körükler ve turbo jeneratörlerdeki buharın yoğunlaştırılması için deniz suyu kullanılarak bu şekilde yapılmaktadır. Ayrıca, termal sular da bu gruba girmektedir.

#### **4.2.1.2. AÇIK DEVRE SOĞUTMA SUYU SİSTEMİ**

Su, soğutma, gaz yıkama, toz tutma, kesme, temizleme veya bir kaçını kapsayacak şekilde kullanılır. Kullanım amacına göre, bünyesine giren malzemelerden arındırılıp, soğutulup kimyasal şartlandırması yapıldıktan sonra devir daim (sirküle) ettirilerek sürekli kullanılır. Isı değiştiricilerden dönen sıcak su, taşıdığı ısıyı soğutma kulesinde havaya (atmosfere) verir ve tekrar soğutma yapmak için ısı değiştiricisine geri döner. Entegre demir çelik tesislerinde Yüksek Fırınlar, Çelikhane Gaz Yıkama ve Haddehaneler su resirkülasyon sistemlerinde bu sistem kullanılmaktadır.





**ŞEKİL 3.1. AÇIK DEVRE SOĞUTMA SUYU SİRKÜLASYON SİSTEMİNİN AKIŞ ŞEMASI**

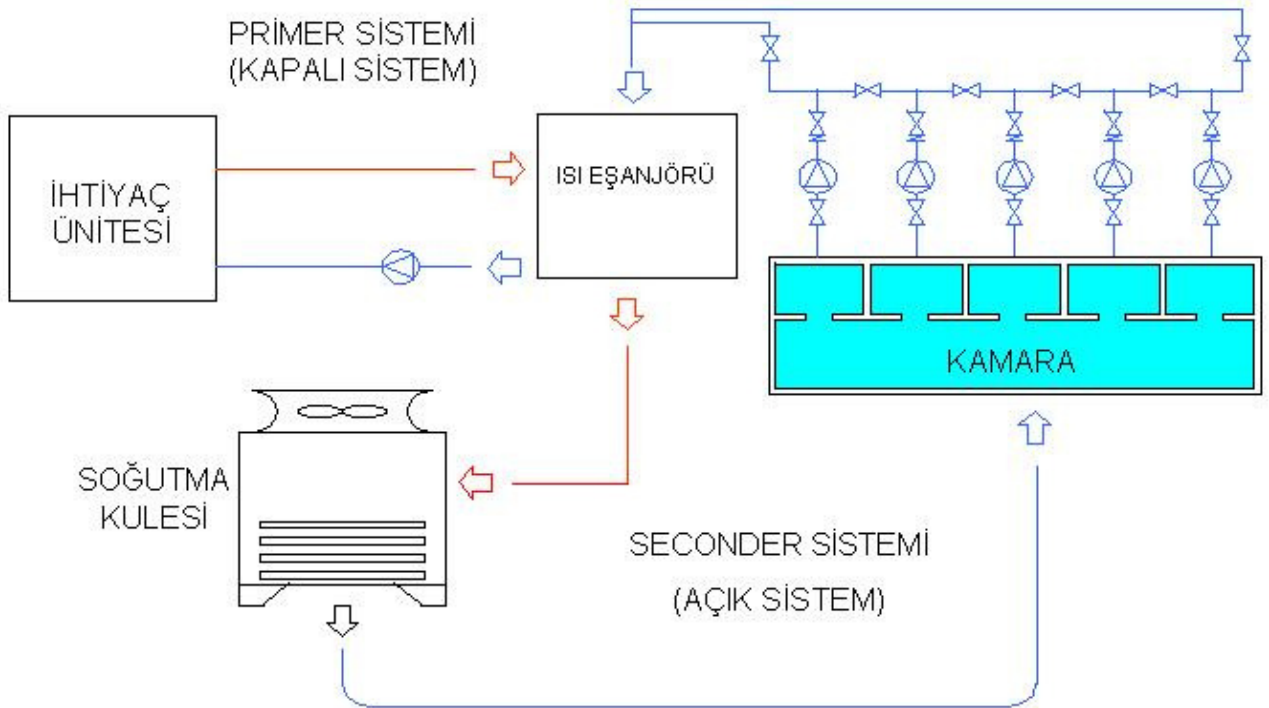
#### AÇIK DEVRE SOĞUTMA SUYU SİSTEMLERİNİN EKSİKLİKLERİ:

- Açık devre soğutma suyu kule sistemlerinde, suyun soğutulması için kule içine atmosferden hava çekilir.
- Atmosferdeki hava içerisinde, katı maddeler vardır.
- Kule içinden geçen hava, içerisindeki katı maddeleri suya bırakır.
- Su içerisine karışan katı maddeler özellikle devir daim hızının düşük olduğu yerlerde çamur olarak çöker ve sistem verimini olumsuz yönde etkiler.
- Sistemde dolaşan soğutma suyundaki katı madde artışını önlemek için sirkülasyon debisinin %2-8 kadarı kum filtresinden geçirilerek tekrar sisteme verilir.
- Kum filtresine tutunan katı maddeler (çamur) geri yıkama yapılarak filtreden atılır.
- 3. Yüksek Fırın açık devresinde 6000 m<sup>3</sup>/h lik sirkülasyon suyunun 480 m<sup>3</sup>/h lik kısmı kum filtresi ile filtre edilerek sisteme tekrar verilmektedir.

#### 4.2.1.3. KAPALI DEVRE SOĞUTMA SUYU SİSTEMİ

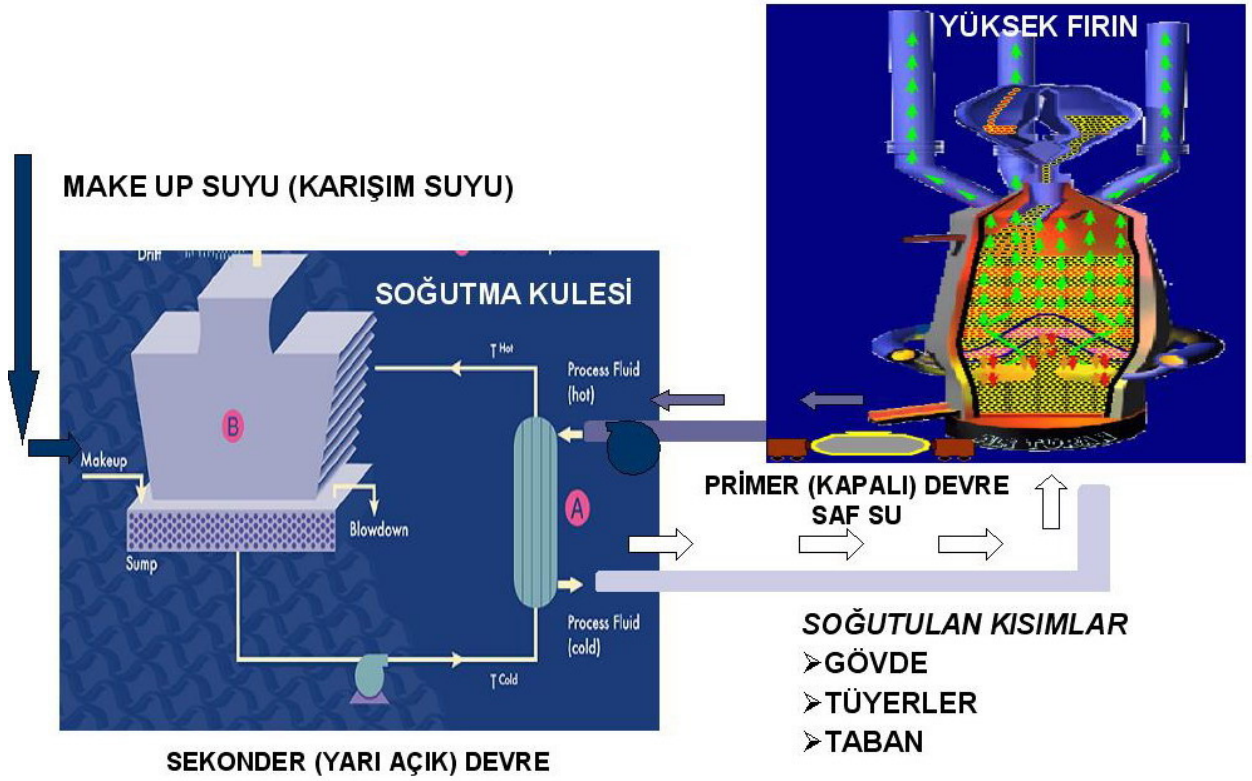
Kule ile soğutulması gereken ekipman arasında ısı değiştirici eşanjör konularak yapılan iki devreli sirkülasyon sistemidir.

Birinci devrede, yumuşak su kullanılır ve ısı değiştirici eşanjöründe ikinci devre kule suyu ile soğutur. Birinci devre kapalı (primer), ikincisi yarı açık çevrim (sekonder) olarak çalışır. Birinci devredeki yumuşak su, erimiş oksijen nedeni ile korozif olduğundan kimyasal olarak inhibitör beslemesi yapılır. Yumuşak suda sertlik veren maddeler alındığı için taş teşekkülü (scale) problemi yoktur. Tamamlama suyu (make-up) çok az, sistem denetimi kolaydır. Bakteriyolojik faaliyetler ve yosunlaşma da çok azdır. İlk yatırım ve işletme masrafları fazla olup, hassas çalışan sistemler için en uygun seçimdir. 3.Yüksek Fırın Modernizasyon sonrası gövde, taban ve tüyerlerin soğutulması, sıcak haddehane slab fırın su sirkülasyonu (A) devresi bu şekildedir.



**ŞEKİL 3.2.** KAPALI – AÇIK DEVRE SOĞUTMA SUYU SİRKÜLASYON SİSTEMİNİN AKIŞ ŞEMASI

Resim 10 da kapalı devre soğutma suyu sisteminin şematik gösterimi verilmiştir. Görüldüğü gibi ihtiyaç ünitesi devresi kapalı (primer) devredir. Burada sınan su, eşanjörlerde ikincil soğutma suyuyla, yani sekonder devreden gelen su ile soğutulmaktadır.



**ŞEKİL 3.3.** YÜKSEK FIRIN MODERNİZASYONU SONRASI , SOĞUTMA SUYU SİSTEMİ

#### 4.2.2. SOĞUTMA SUYU SİSTEMLERİ DEVRE ELEMANLARI

1. SOĞUTMA KULESİ
2. POMPALAR
3. ISI EŞANJÖRÜ
4. FİLTRELER
5. ÇÖKELTME HAVUZLARI

6. ÇAMUR SUSUZLAŞTIRMA (KEK) SİSTEMİ
7. VANALAR
8. SIZDIRMAZLIK ELEMANLARI
9. FLANŞLAR

#### 4.2.2.1. SOĞUTMA KULELERİ (COOLING TOWER)

Soğutma kuleleri, çeşitli tesislerde kullanılarak ısınan suların, yeniden kullanılmasını sağlamak için soğutulmasına yarayan, gereksiz ısıyı sistemden uzaklaştıran sistemlerdir. Bir bakıma fabrikaların radyatörü gibi vazife görürler. Kapalı sistemlerde eşanjörde ısınan, açık sistemde ise doğrudan ihtiyaç ünitesinde ısınan su, soğutma kulelerinde soğutulur

Soğutma kuleleri havanın hareket yönüne göre ikiye ayrılır;

KARŞI AKIŞLI KULE (COUNTERFLOW TOWER) (KAK)

ÇAPRAZ AKIŞLI KULE (CROSSFLOW TOWER) (ÇAK)

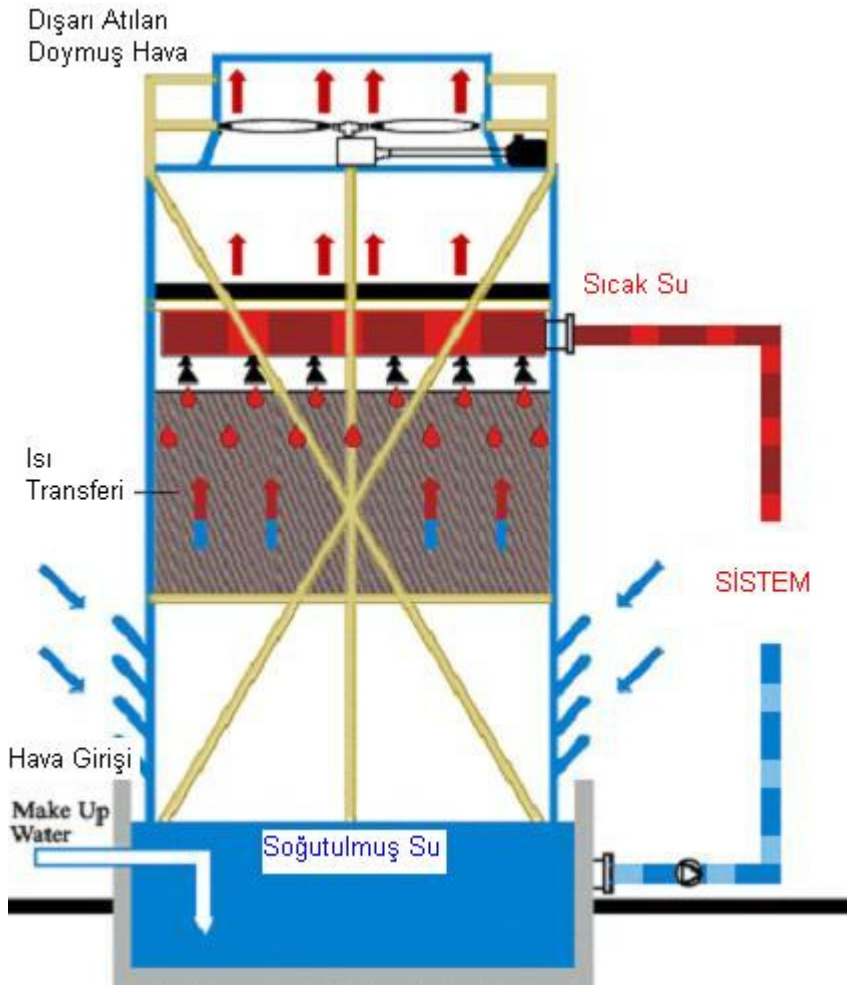
Soğutma kulelerinde hava çekişi cebri veya tabii şekilde olabilir. Tabii hava çekişi olan kuleler hiperbolik şekilde olur ve havanın hareketi doğal olarak sağlanır. Herhangi bir an grubu bulunmaz. Yapı itibari ile doğal çekişli soğutma kuleleri, cebri çekişli kulelerden daha büyük yapıdadırlar.



**ŞEKİL 3.4. NÜKLEER ENERJİ SANTRALİ VE DOĞAL ÇEKİŞLİ SOĞUTMA KULESİ**

#### 4.2.2.1.1. KARŞI AKIŞLI KULE (COUNTERFLOW TOWER) (KAK)

Su ve havanın 180 derecelik bir açı oluşturacak şekilde karşı karşıya geldiği sistemlerdir. Su dağıtımı oluklu bir sistemle yapılabileceği gibi trake adı verilen basınçlı bir borulama sistemiyle de gerçekleştirilebilir. Nozullar aracılığıyla minimize edilen su, dolgu üzerinden kulenin dört bir yanından içeriye hızla nüfuz eden hava ile karşılaşır ve ısı transferi gerçekleştirilir. Soğuk su, alt havuzda toplanır ve sisteme gönderilir. Sıcak su, dolgu arasından yukarıdan aşağıya doğru düşerken, havanın aksi istikamette aşağıdan yukarıya doğru geçtiği kule tipidir. İsdemir’deki kuleler genel olarak bu tiptedir.

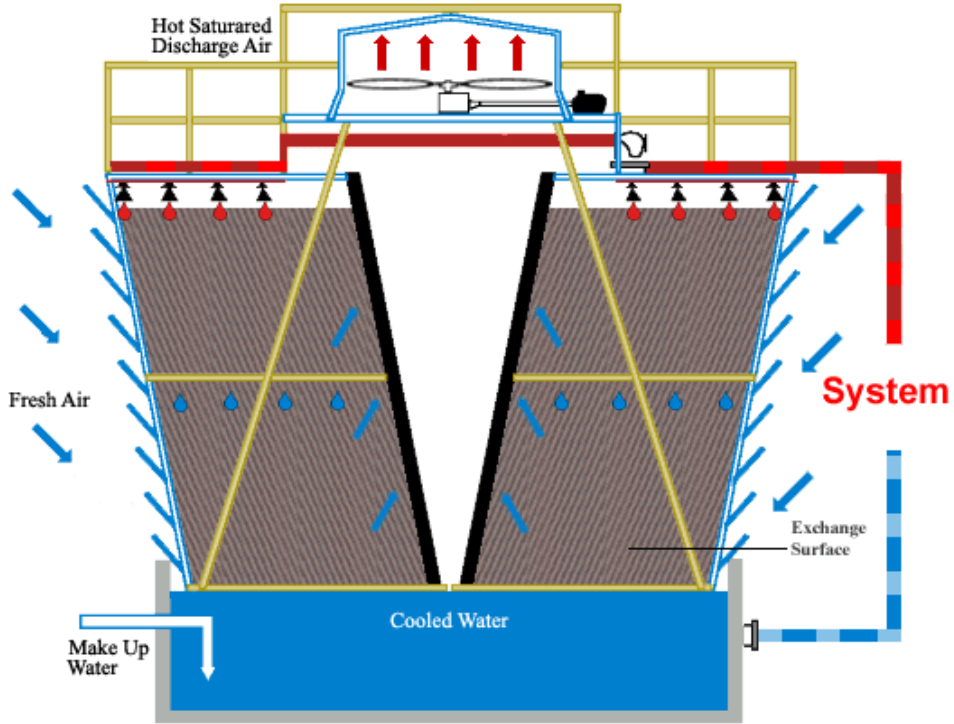


**ŞEKİL 3.5. KARŞI AKIŞLI SOĞUTMA KULESİ ÇALIŞMA PRENSİBİ**

Soğutma kulesi hava girişlerinden dış ortam havası kule içerisine alınır. Kule fanı ile hava yukarı doğru çıkarken tersi yönde hareket eden suyun sıcaklığını bünyesine çeker. Hava kule üzerinden doymuş olarak dış ortama atılır. Soğutulan su kule altındaki havuzda toplanır. Buharlaşan su miktarı make up suyu ile tamamlanır.

#### 4.2.2.1.2. ÇAPRAZ AKIŞLI KULE (CROSSFLOW TOWER) (ÇAK)

Su ve havanın 90 derecelik bir açı oluşturacak şekilde karşı karşıya geldiği sistemlerdir. Su dağıtımı doğal bir şekilde, yerçekiminin gücü ile gerçekleşmektedir. Sıcak su dağıtım havuzu üzerine sistematik şekilde konuşlandırılmış olan nozullar aracılığıyla su minimize edilir ve dolgu üzerine gönderilir. Hava giriş panjurlarından gelen hava ile dolgu yüzeyinde karşılaşan su arasında ısı transferi gerçekleşir ve alt havuzda toplanan soğuk su tekrar sisteme gönderilir. Sıcak su, dolgu içinden yukarıdan aşağıya doğru düşerken, havanın dolgudan yatay olarak geçtiği kule tipidir.



ŞEKİL 3.6. ÇAPRAZ AKIŞLI SOĞUTMA KULESİ ÇALIŞMA PRENSİBİ

Karşı ve çapraz akışlı kulelerin karşılaştırılması aşağıda verilmektedir.

Genel olarak tüm dünyada KAK kullanımına doğru eğilim vardır. Belirgin avantajı ise ;

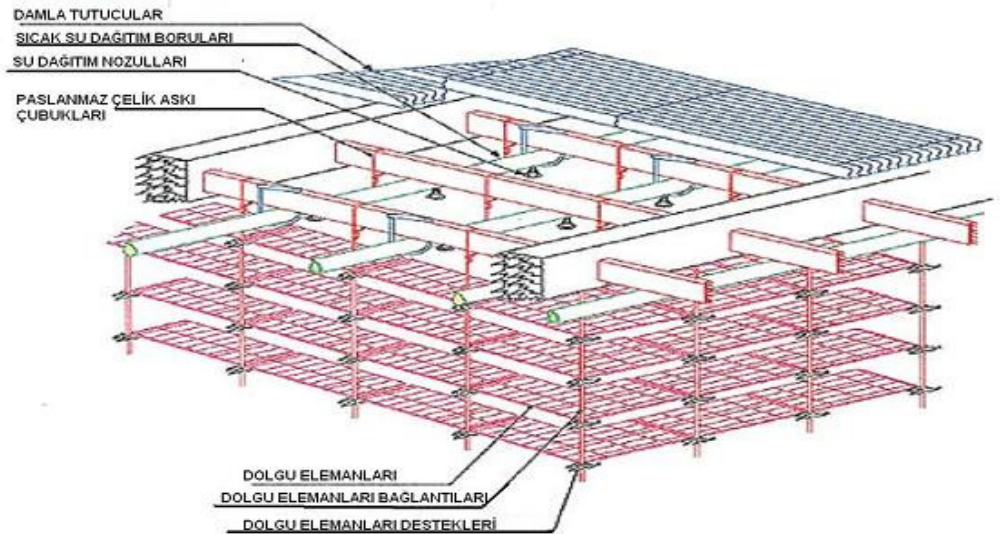
- Isıl verimi daha yüksektir,
- Genel olarak 4,5 ila 5,5 °C yaklaşımda çalışabilirler,
- Kontak (temas) yüzeyi % 25 daha fazladır,

ÇAK ;

- 8 ila 10 °C yaklaşım mertebesinde randımanlı çalışabilirler,
- Dolgu yüksekliği fazladır dolayısı ile pompa gücü daha yüksek seçilir,
- Buzlanma ve yosun daha fazla oluşur,

#### 4.2.2.1.3. SOĞUTMA KULESİ YAPISI

Soğutma kulesi içerisinde damla tutucular, su dağıtım nozulları, sıcak su dağıtım boruları, dolgu elemanları ve dolgu bağlantıları bulunur. Kuleye gelen sıcak su, nozullar ile dolgu yüzeyine püskürtülür ve aşağı doğru hareket etmeye başlar. Kule içerisine hava ise ters yönde geçerken suyun ısınıp bünyesine alır. Hava içerisindeki su taneciklerinin dışarı atılmasını en aza indirmek için, kule üzerinde damla tutucular bulunur. Aşağıdaki resimde kule iç yapısı görülmektedir.

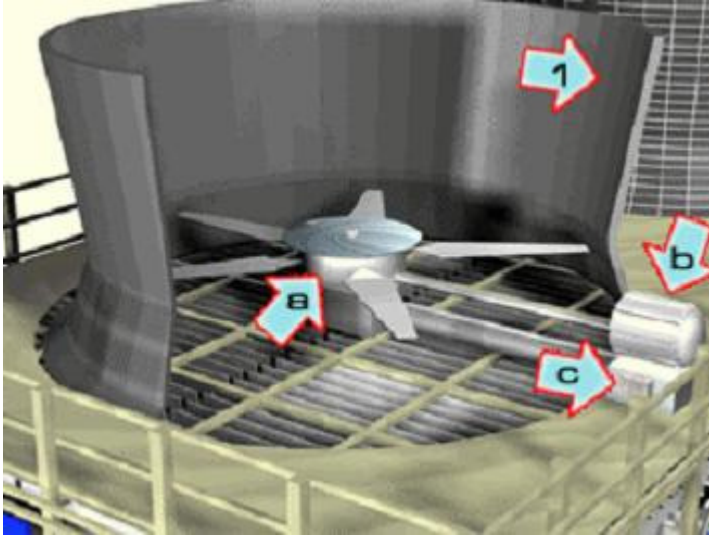


**ŞEKİL 3.7.** SOĞUTMA KULESİ İÇ YAPISI

#### 4.2.2.1.4. SOĞUTMA KULESİ ELEMANLARI

##### 4.2.2.1.4.1. FAN GRUBU

Fan grubu, kulenin çatı bölümünde fan bacası içerisinde bulunur. Buharlaşmanın gerçekleşmesi için dışarıdaki havanın emilerek soğutma dolguları üzerinden geçirilip fan bacasından atmosfere atılmasını sağlar.



**ŞEKİL 3.8.** KULE FANI

Kulelerde direk akuple motor ve redüktör grubu veya yatay giriş – düşey çıkışlı redüktör ile buna bağlı mekanik ekipmanlar kullanılmaktadır. Direk akuple sistemde elektrik motoru, redüktör miline doğrudan bağlanır. Elektrik motoru sürekli su buharı ve ıslak ortamda kaldığı için, korozyondan dolayı kısa sürede arızalanması veya değiştirilmesi gerekmektedir. Bakım veya değiştirme duruşlarına imkan vermeyen sistemlerde tercih edilmemektedir.

Yatay giriş – düşey çıkışlı redüktör ve buna bağlı mekanik ekipmanlar, fan, şaft, elektrik motoru, fan bacası v.b. işletme ve bölge şartlarına uygun malzeme ve fonksiyonel elemanlardan seçilmesi gerekmektedir.



#### Fan Grubu Elemanları

- a. Fan Kanatları
- b. Fan Motoru ve Redüktör Grubu
- c. Titreşim Şalteri

#### 4.2.2.1.4.2. DAMLA TUTUCU

Damla tutucu, kule içerisinde fan grubunun bulunduğu platform ile su dağıtım sistemi arasında yer alır. Görevi, nozullarda zerreciklere ayrılan su taneciklerinin cebi emilen hava ile sürüklenip fan bacasından kaçmasını engelleyerek su kaybını önlemektir. Kule oturma alanının tamamını kaplayacak şekilde monte edilirler.



**ŞEKİL 3.9. KULE DAMLA TUTUCULAR**

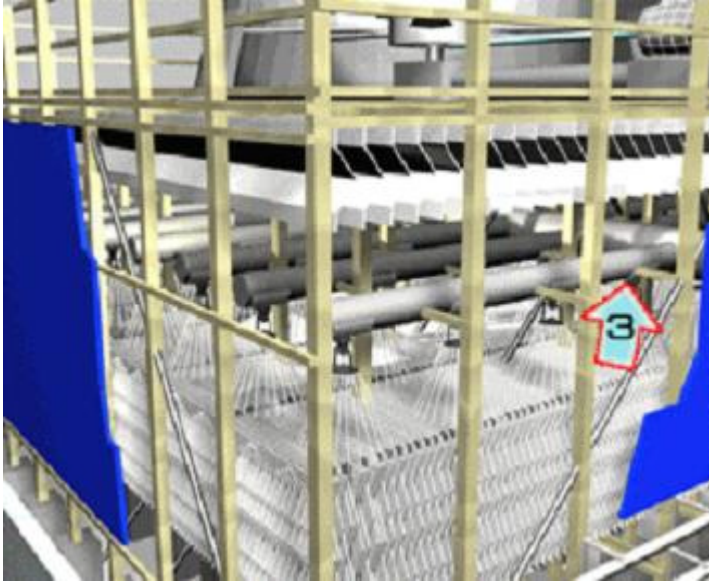
Damla Tutucu Çeşitleri ;

- a. Yüksüklü Damla Tutucular
- b. V-Tipi Damla Tutucular
- c. C-Tipi (Sinüzoidal) Damla Tutucular
- d. Emprenyeli Özel Damla Tutucular

#### 4.2.2.1.4.3. SU DAĞITIM SİSTEMİ

Su dağıtım sistemi, kule içerisinde damla tutucular ile kule dolguları arasında bulunur. Su dağıtım sistemi işletme şartlarına uygun olarak PVC, CTP, Sıcak daldırma galvaniz, paslanmaz çelik veya empenyeli ahşap malzemeden imal edilir. Ana ve tali boru veya kanallardan oluşur. Suyu, kule oturma alanına eşit olarak dağıtacak şekilde tasarlanır. Fıskiyeler, temizlik ve bakım için kolay sökülüp takılabilir şekilde olmalıdır.

Su sıcaklığının yüksek olduğu ortamlara uygun boru veya kanal malzemesi seçimi yapılır. Suyun kirli olduğu durumlarda, kolay temizlenebildiğinden açık kanal sistemi uygulanır.



**ŞEKİL 3.10.** KULE SU DAĞITIM SİSTEMİ

Su Dağıtım Sistemi Çeşitleri

- a. PVC boru tipi
- b. CTP boru tipi
- c. CTP açık kanal
- d. Ahşap açık kanal

#### 4.2.2.1.4.4. NOZUL

Dağıtım sistemindeki suyun dolgu üzerine püskürtülmesi için kullanılırlar. Debi ve basınç ayarlamalarının kolayca yapılabilmesi için nozul içine yerleştirilen ve değişebilen çapta huniler kullanılmaktadır.



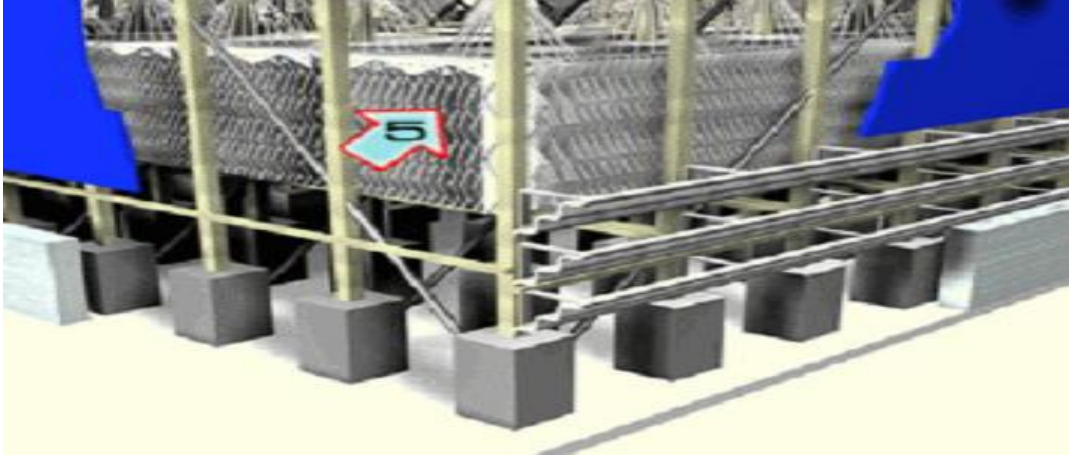
**ŞEKİL 3.11. KULE NOZULLARI**

Nozul Çeşitleri:

- a. Elekli Nozul
- b. Kademeli Nozul
- c. Papatya Nozul
- d. Açık Kanal Nozul

#### 4.2.2.1.4.5. DOLGU

Soğutma kulesi dolgusu, hava giriş panjurlarının üzerinde ve su dağıtım sisteminin altında bulunur.



**ŞEKİL 3.12. KULE DOLGUSU**

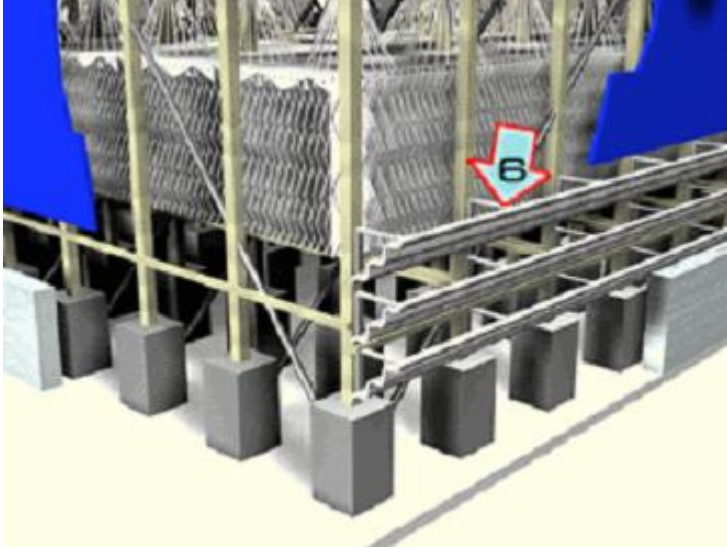
İşletme suyunun kirlilik derecesine göre PP'den mamul splash grid (sıçratmalı grid) ve splash bigudi (sıçratmalı bigudi) veya PVC'den mamul petek tip dolgu kullanılır.

Dolgunun üzerine eşit ve düzgün olarak su yağmurlaması yapılır. Böylece su damlacıkları sürekli sıçratılarak veya dolgu üzerinde süzülerek kolayca buharlaşır. Dolgu, yüksek verim alınabilmesi için optimum ıslak yüzeyin sağlanacağı şekilde tasarlanıp imal edilir.

#### **4.2.2.1.4.6. HAVA GİRİŞ PANJURLARI**

Hava giriş panjurları, kulenin dışında gövde üzerinde, soğutulmuş su havuzu ile dolgu kotu arasında yer alırlar. Kuleye giren havanın eşit ve düzgün olarak dolguya geçişini sağlarlar. Havuzda biriken suyun sıçramalar ile kaybını önlerler. Güneş ışınlarını belli ölçüde engelleyerek yosun oluşumunu azaltırlar ve kulenin bu bölümündeki boşluğu kapatırlar.

Proje dizaynına uygun olarak, kulenin iki veya dört tarafında hava giriş panjurları bulunur. Panjur malzemesi genellikle kaplama malzemesi ile aynı formda CTP' den imal edilir ve panjurlar minimum hava direnci sağlayacak şekilde monte edilir.



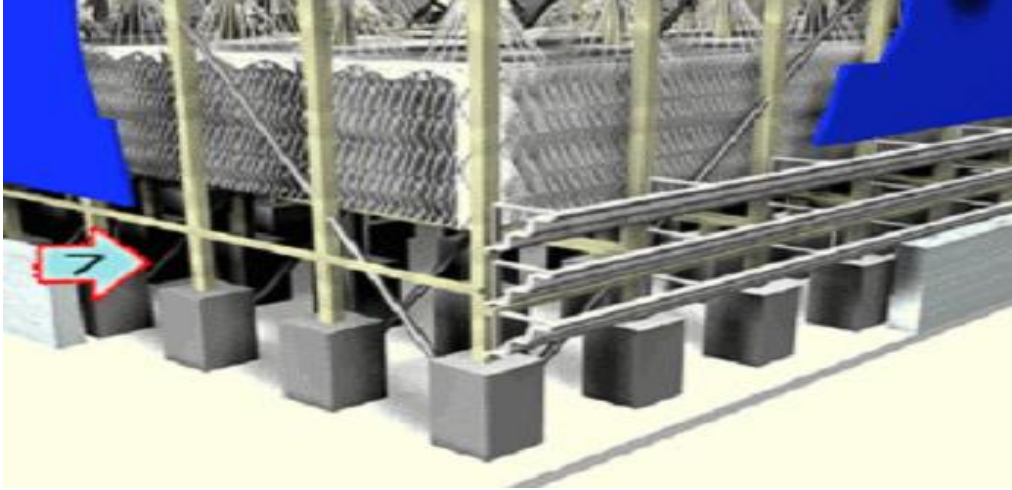
**ŞEKİL 3.13. KULE HAVA GİRİŞ PANJURLARI**

Hava Giriş Panjur Çeşitleri

CTP, PVC veya emprenyeli ahşap malzemeden imal edilmektedir.

#### **4.2.2.1.4.7. TAŞIYICI YAPI**

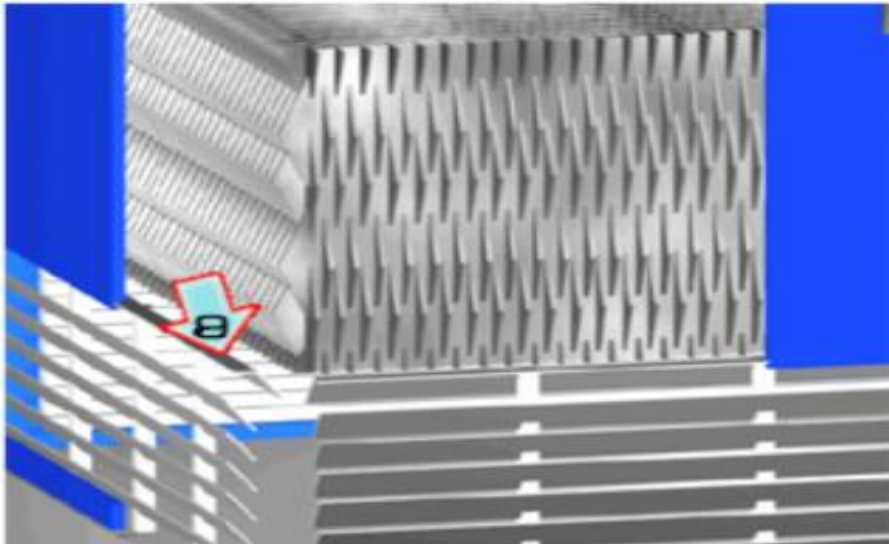
Taşıyıcı yapı, emprenyeli ahşap, CTP profil, betonarme , Sıcak daldırma galvaniz kaplı çelik veya paslanmaz çelik malzemeden imal edilir. Malzeme, ekonomik ömür, yatırım maliyeti ve imal süresi göz önünde bulundurularak işletme ve bakım şartlarına uygun olarak seçilir. Kulede dış cephe , taşıyıcı yapı ve mekanik aksamın birleştirilmesinde, montajında kullanılan tüm cıvata ve somunlar Sıcak daldırma galvaniz kaplamalı çelik veya tamir, bakım duruşuna tahammülü olmayan sistemler için, 304 kalite paslanmaz çelik malzeme kullanılmaktadır.



**ŞEKİL 3.14. KULE TAŞIYICILARI**

#### **4.2.2.1.4.8. SU YÖNLENDİRİCİLER**

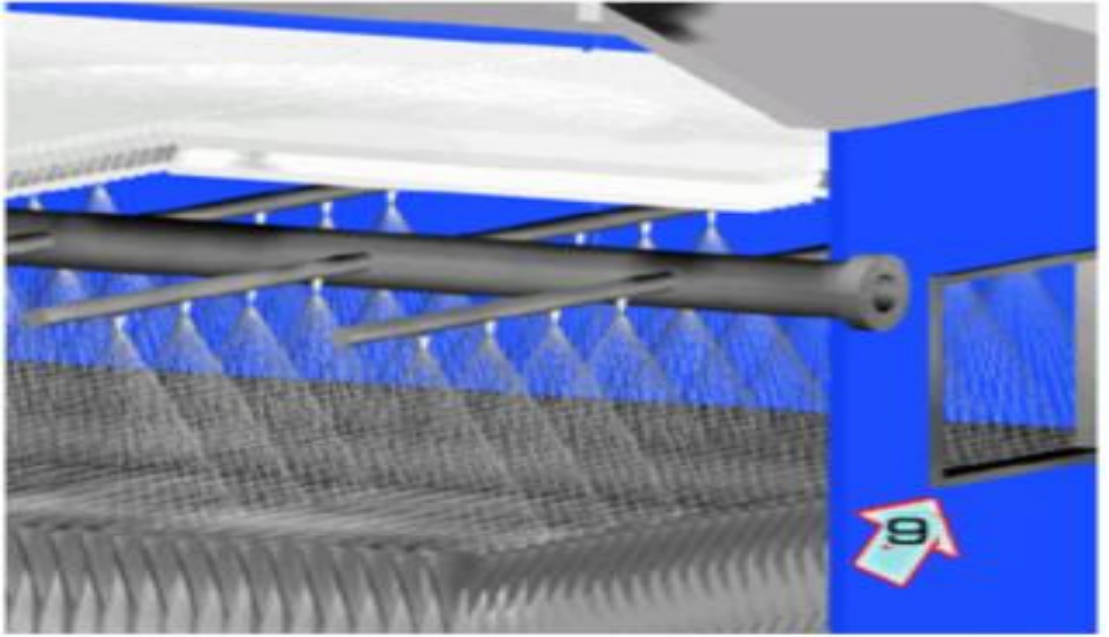
Su yönlendiriciler, kulenin içinde hava giriş panjurlarının üzerinde ve kule dolgularının altında yer almaktadır. CTP malzemenen imal edilip kule gövdesine 45° eğimli olarak monte edilirler. Fanın çalışmadığı zamanlarda kulenin yan duvarlarından süzülen suyun sıçrayarak havuz dışına çıkmasını engeller ve havuzun merkezine doğru yönlendirilmesini sağlarlar.



**ŞEKİL 3.15. SU YÖNLENDİRİCİLER**

#### 4.2.2.1.4.9. SERVİS PENCERESİ

Kulenin yan duvarında bulunur. Su dağıtım sistemini ve dolguyu rahatlıkla kontrol etmeye yarar. Kulede arıza durumunda ve kontrollerde iç kısmın gözetlenmesine ve içerisine personel girmesine imkan verir. Kolay açılıp kapanabilir. Su sızdırmaz ve paslanmaya karşı dayanıklı malzemedен imal edilir.



ŞEKİL 3.16. KULE SERVİS PENCERESİ

#### 4.2.2.1.4.10 SOĞUTMA KULESİNDE KULLANILAN HESAPLAR

##### 4.2.2.1.4.10.1. ISLAK TERMOMETRE SICAKLIĞI (WET BULB TEMPERATURE)

Havanın ısı değişikliği olmadan doyma noktasına ulaştığı sıcaklıktır. Teorik olarak atmosfer basıncında buharlaşarak soğuyan, soğutma suyunun ulaşabileceği minimum sıcaklıktır. Pratik olarak ölçme yöntemi, haznesi ıslatılarak rüzgarda

kurutulan termometrenin gösterdiği minimum değerdir. İsdemir'deki kule yapımında esas alınan değer : + 27,4 °C dır.

### **3.2.1.4.10.2. YAKLAŞIM SICAKLIĞI (APPROACH TO WET BULB TEMPERATURE)**

Kulenin suyu soğutmada ulaşılacağı, ıslak termometre sıcaklığına en yakın olan değerdir, bu değer aynı zamanda dizayn değeridir.

Teorik olarak sıfır olmakla birlikte, pratikte 4 °C veya daha büyük olarak alınır. İsdemir kuleleri için bu değer : 5°C (+,- 2°C) dır.

ÖRNEK : Yüksek Fırın soğutma kulesi için dizayn kabul değerleri, kuleye giren sıcak su 39, çıkan su 32°C dir. Yani 7°C soğutma yapacak şekilde kurulmuştur.

### **4.3. SU ŞARTLANDIRMA**

Soğutma suyu sistemlerinde su, kimyasal olarak şartlandırılmadığında aşağıdaki temel problemler ortaya çıkar.

1. Korozyon
2. Taş Teşekkülü (Kışır) Oluşumu
3. Mikrobiyolojik Oluşum (Mikroorganizmaların Üremesi Ve Depozitlenmesi)
4. Tortu Oluşumu

Soğutma suyundaki ve sistemdeki sorunların giderilmemesi, işletmede;

- Isı iletim veriminde düşüğe dolayısıyla enerji tüketim maliyetinde artışa
- Bakım onarım masraflarında artışa
- Beklenmedik duruşlar yapmasına ve üretimin aksamasına neden olur.



### 4.3.1. KOROZYON

Korozyon geniş anlamı bir sözcüktür. Sözlük anlamı, paslanma, aşınma, çürüme, bozukluk, çürüklük şeklindedir. Teknik açıdan ise, önceleri sadece metale özgü bir deyim olarak kullanılmış, sonraları en sert taşlarla, tahta vb. malzemelerinde korozyonundan bahsedilir olmuştur.

Korozyon, nitelik olarak mekanik ve kimyasal olarak sınıflandırılabilir. Mekanik korozyonda sürtünmeden kaynaklanan aşınma, dolayısıyla madde kaybı söz konusudur, maddenin özelliğinde değişme olmaz sadece şekli bozulur. Kimyasal korozyonda ise, madde değişerek özelliğini yitirir, metalik kökenlidir.

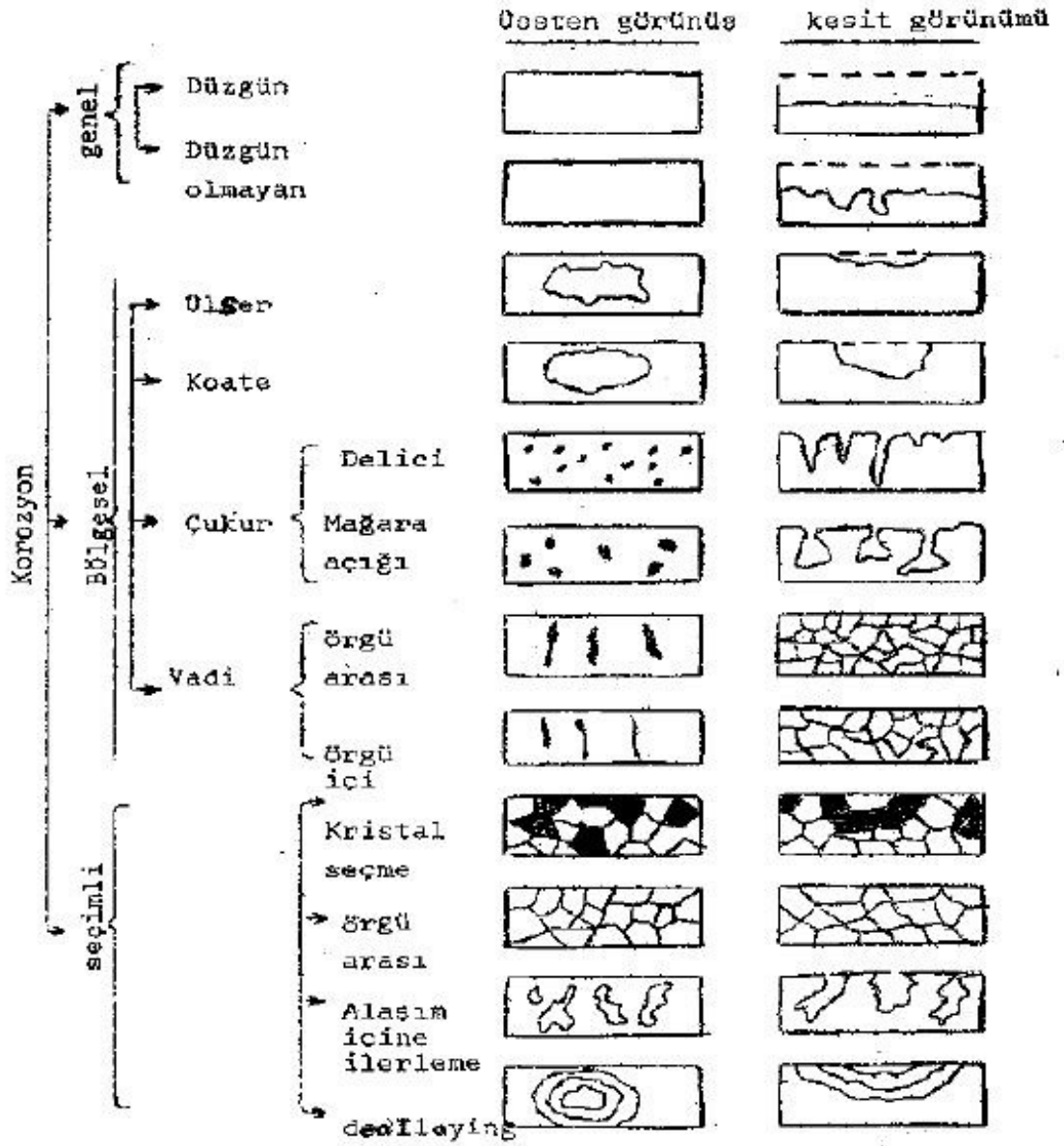
Metalik korozyonda, metal, kimyasal ve elektro kimyasal reaksiyonlarla iyon haline geçerek metalik özelliğini yitirir. Bu tür korozyon metalin, doğada bulunduğu hale dönme eylemi olarak tanımlanır. Metaller, doğada saf halde bulunmazlar, genellikle oksit, sülfür ve karbonat cevherleri şeklindedir. Bu cevherler, metallerin en kararlı durumlarıdır, ancak metal, saf haldeyken kendisini cevherden arındırmak için harcanan enerji kadar bir enerjiyi geri vererek hızla doğada bulunduğu cevher durumuna dönmeye meyyleder.

#### 4.3.1.1. KOROZYON ÇEŞİTLERİ

Korozyon; genel korozyon, bölgesel korozyon ve seçimli korozyon olmak üzere üçe ayrılır. Genel korozyonda metalin tüm yüzeyi yaklaşık aynı hızda ve aynı oranda aşınır. Düzgün ve düzgün olmayan genel korozyon olmak üzere iki çeşidi vardır. Düzgün genel korozyonda metal kesitinde herhangi bir pürüzlülük gözlenmezken, düzgün olmayan genel korozyonda metal kesitinde pürüzlülük gözlenir.

Bölgesel (lokal-çukurcuk) korozyonda, yüzeyin her tarafı aşınmaz, korozyon belirli bölgelerde oluşur. Aşınmanın olduğu bölgeye bağlı olarak, ülser, krater, çukur, vadi korozyonu olmak üzere dörde ayrılır. Korozyona uğrayan alan geniş, az sayıda ama derin değil ise ülser, derinse krater adını alır. Yüzeyde çok sayıda küçük delikçikler oluşmuşsa buna çukur korozyonu denir. Çukur korozyonunda, çukurlar metali delecik şekilde doğrudan derinliğe ilerliyorsa “delici çukur korozyonu” , metal içine girdikten

sonra yayılıyorsa “mağara açıcı çukur korozyonu” olarak adlandırılır. Metal yüzeyinde belirli çizgiler halinde görülen bölgesel korozyona vadi korozyonu denir. Korozyonun örgü sınırları boyunca gerçekleştiği örgü arası korozyon ve örgü içinde gelişen güzel gerçekleştiği örgü içi korozyon olmak üzere iki çeşit vadi korozyonu vardır.



ŞEKİL 4.1. KOROZYON ÇEŞİTLERİ

Seçimli korozyonda alaşım içindeki bazı katkı elementlerinin seçimli olarak aşınması söz konusudur. Kristal seçme, örgü arası, alaşım içine ilerleme ve kurban elektrot seçimli korozyon olmak üzere dört çeşittir. Alaşımın kristal örgüsü içinde bazı katı elementlerinin kristalleri seçimli olarak aşınabilir (kristal seçme), kristal örgülerinin araları aşınabilir (örgü arası), belirli bir örgü izlemeksizin alaşımın belirli bölgeleri içe doğru çözünebilir (alaşım içine ilerleme) ya da alaşımı oluşturan elementlerden biri, belirli bir kurala uymaksızın çözünerek alaşımı terk edebilir.

#### **4.3.1.2. KOROZYONA SEBEP OLAN ETKENLER**

1. Metallerin elektrot potansiyellerinin farklı olması nedeniyle, sistemde birbirinden farklı metal kısımların bulunması halinde potansiyeli daha negatif olan metal bölümü iletkenlik sağlandığında anot, diğeri katot olur. Örneğin bakır-çelik, bakır-font bölümleri olan bir metal yapıda pil oluşarak korozyona yol açar.
2. Aynı cins bir metalin bileşiminin tekdüze olmaması için, yani metal yapısındaki saf olmayan bölümler, alaşım bileşiminde yer yer farklılıklar, metaller içinde çeşitli artık maddelerin bulunuşu, fabrikasyon kusurları, metal yüzeyindeki koruyucu kaplama veya oksit tabakasının her yerde aynı olmayışı pil oluşumuna sebep olarak korozyona sebep olur.
3. Metalin hazırlanması esnasında yapılan işlemlerde farklılıklar, tavlama, temizleme, parlatma, cilalama gibi.
4. Zeminin değişen kimyasal yapısı, oksijen veya nem miktarındaki değişmeler, kristal yapı farklılığı ve mikrobiyolojik organizmaların işlevleri gibi nedenlerle korozyon kutupları oluşur.
5. Elektrolit (zemin suyu veya yer altı suyu) içindeki farklı konsantrasyondaki çözünmüş tuzlar, gazlar, elektrolitin akış hızında farklılıklar, sıcaklık değişimleri, erimiş oksijen miktarı, suyun pH değeri, alkalitesi, karbondioksit içeriği gibi çeşitli etkenler de korozyona sebep olabilir.

#### **4.3.1.3. KOROZYON HIZI**

Korozyon hızı metalin birim zamandaki çözünme miktarıdır. Bölgesel korozyon söz konusu olduğu sistemlerde korozyon hızı, korozyonun derinlemesine ilerleme biçiminde verilebilir. Kimyasal olaylarda korozyon hızı kütle azalması yöntemiyle (test kuponları) ve elektrokimyasal yöntemlerle ölçülür.

#### **4.3.1.4. KOROZYONUN ÖNLENMESİ**

Metallerin korozyonunu önlemek için çeşitli yöntemler vardır. Bunlardan en ekonomik olanı, çalışma koşulları da göz önüne alınarak seçilir. Korozyondan korunmanın yolları çok çeşitlilik göstermekle birlikte, en önemlisi ortama dayanıklı metal ve alaşımların seçimidir.

Korozyondan korunma yöntemlerini;

1. Dayanıklı malzeme kullanmak
2. Ortama inhibitör eklemek
3. Boya, plastik gibi korozyona dayanıklı malzemelerle metal yüzeyi kaplamak
4. Katodik koruma uygulamak
5. Anodik koruma uygulamak
6. Kurban elektrot kullanmak olarak sıralayabiliriz.

#### **4.3.1.5. KOROZYONUN HIZINI BELİRLEMEK İÇİN YAPILAN ÖLÇÜMLER**

Soğutma suyu sistemlerinde, devir daim eden su taş teşekkülü yapan karakterde veya korozyon yapan karakterde olabilir. Suyun taş teşekkülü yapan karakterde olması kesinlikle istenmez. Çünkü boru katlarında ve sistemlerde oluşacak taş teşekkülünün (kışır) temizliği nerdeyse mümkün değildir. Bu nedenle suyun az miktarda korozyon yapıcı karakterde olması tercih edilir.

Ancak sistemdeki suyun korozyon hızı çok yüksek değerlerde olur ise, sistemdeki ekipmanlar çok kısa sürede zarar görür ve iş görmez hale gelebilirler. Bu nedenle sistemde dolaşan suyun yüksek korozyona sebebiyet vermemesi gerekir.

Su korozyon hızının azaltılması için su içerisinde kimyasal malzemeler ilave edilir. Kullanılan kimyasal malzemeler işletme maliyetini artırır. Çok düşük korozyon hızları, ancak çok yüksek miktarda kimyasal malzeme kullanımı ile mümkün olmaktadır. Yatırım maliyetleri (sistemdeki ekipmanlar, boru hatları v.s.) ve işletme maliyetlerini dengede tutmak için, soğutma suyu sistemlerinin ortalama işletme ömrünün 25 ila 30 yıl olması istenir.

Buna göre korozyon hızları;

- Kapalı-yarı açık sistemlerin primer devresinde bakır malzeme var ise;  
korozyon hızı < 0,2 MPY , paslanmaz çelik ise 0,5 MPY ,
- Açık indirekt sistemlerde <2MPY,
- Açık direkt sistemlerde (yağlı tufallı sistemler) < 4MPY olması istenir. [1 MPY (mils per year) = 0,0254 mm Yıllık Yüzey Aşınması]

Sistemlerdeki korozyon hızları korozyon kuponları ile (test kuponu) veya on-line olarak lineer ve çukurcuk korozyonu olarak PLC otomasyonlu olarak ölçülebilir. Ayrıca, günümüz teknolojilerinde istenilen korozyon hızını PLC'ye girildiğinde bu değeri en fazla 10 dakikada bir ölçüm yaparak sağlayan otomasyon sistemleri de kullanılmaktadır.

#### 4.3.1.6. KOROZYON KUPONU İLE KOROZYON HIZI ÖLÇÜMÜ

Soğutma suyu sistemlerindeki değişik metallerin nispi korozyon oranlarını belirlemek için korozyon kuponu (test kuponu) adı verilen küçük metal çubuklar kullanılır. Önceden tartılmış bu kuponlar sisteme 30 – 60 - 90 günlük süreler için yerleştirilir, sonra çıkartılır, temizlenir ve tekrar tartılır. Kupon sisteme yerleştirilmeden önceki ağırlığı ile sonraki ağırlığı arasındaki fark, korozyon oranını hesaplamada kullanılır.

Kupon sisteme yerleştirilmeden önceki ağırlığı ile sonraki ağırlığı arasındaki fark, yüzeydeki korozyon hızını belirler.

Korozyon hızı,  $d = 345. \Delta g / g.A.t$  (mpy) olarak bu formül ile hesaplanır.

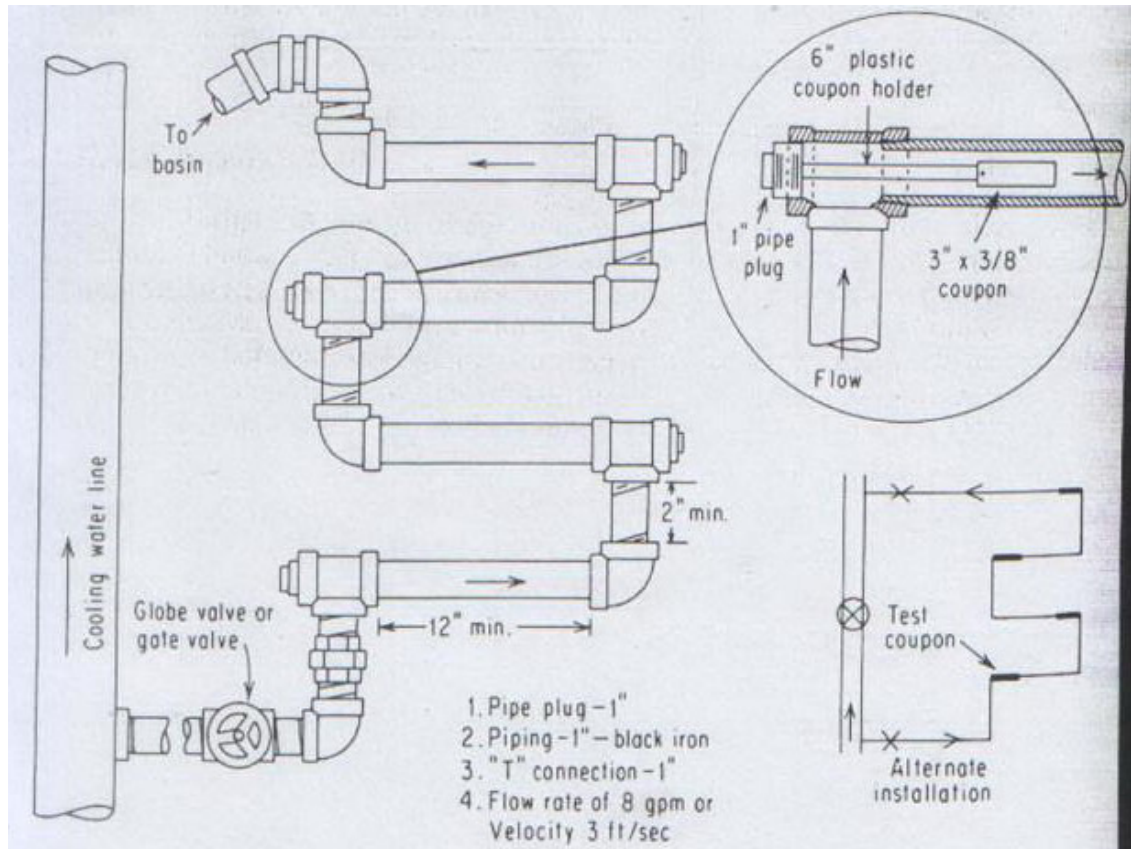
$\Delta g$ : ağırlık azalması (mgr)

$g$  : Kupon yoğunluğu (gr/ cm<sup>3</sup>)

$A$  : yüzey alanı dm<sup>2</sup>

$t$  : zaman (gün)

Korozyon hızının belirlenmesinde yüzeydeki korozyonun yanı sıra çukurcuk korozyonuna da bakılır. Kupondaki tüm malzeme yüzeyindeki inceltme çok az olurken çukurcuk korozyonu ile malzeme bir noktadan delinip kullanılamaz hale gelebilir.



**ŞEKİL 4.2.** KOROZYON KUPONUNUN SİSTEME BAĞLANMASI

Metal yüzeyinde oluşan çukurların alanı ve derinlikleri, ortamda bulunan etkin iyonların konsantrasyonuna bağlı olduğu gibi, yüzey genişliğine de bağlıdır. Yeterli derinlikte çukurların oluşabileceği genişlikte yüzeylerle çalışmak koşuluyla, çukur derinliklerinin zamanla değişimlerini veya oyulma hızlarını mikroskopla incelemek daha uygundur. Korozif ortamda belirli süreler bekletilen örneklerden kesitler alarak çukur derinlikleri mikroskopik olarak ölçülebilmektedir. Bu yolla birçok ortamda yapılan ölçmelerle türetilen bağıntılardan biride, literatürde, maksimum oyuk derinliğinin zamanın küp kökü ile çizgisel değiştiği kabul edilmektedir.

Hesaplanması,  $d = k.t^{1/3}$  formülü ile yapılmaktadır.

d= maksimum oyuk derinliği

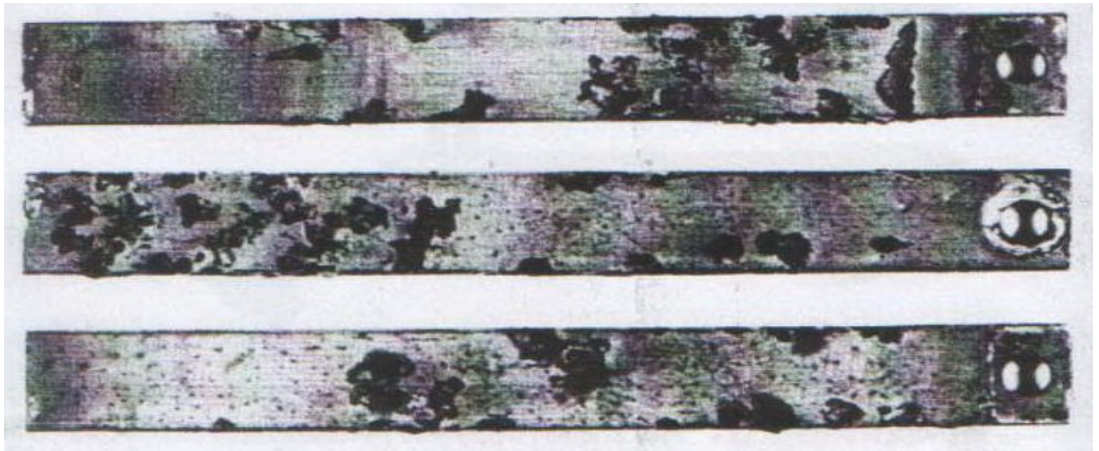
t= zaman

k= metal ve ortama bağlı bir sabittir.

Bu bağıntı yardımıyla belirli bir süre ( $t_1$ ) korozif ortamda bekletilen örnek üzerinde mikroskopik yöntemle ölçülen maksimum oyuk derinliğinden ( $d_1$ ), malzemenin delinme zamanı ( $t_2$ ) bulunabilmektedir. Maksimum oyuk derinliği en çok metalin kalınlığı ( $d_2$ ) kadar olacaktır.

Hesaplanması,  $t_2 = t_1 (d_2 / d_1)^3$  formülü ile yapılmaktadır.

Çukur korozyonu oluşan koşullarda kesitlerin mikroskopla incelenmesi çukur derinliklerinin zamana bağlı olarak izlenmesi yöntemi, sonuçları belirli bağıntılara uymasa dahi en güvenli yollardan birisi olarak kabul edilmektedir.



**ŞEKİL 4.3.** SİSTEMDEN ÇIKARILMIŞ KOROZYON KUPONU ÖRNEKLERİ

Korozyon kuponu ile korozyon hızı ölçüm sistemlerinde yaygın olarak, ASTM D 2688-94 standardı kullanılmaktadır. Bu standartta korozyon kuponunun sistemlere nasıl bağlanacağı, ölçümlerin nasıl yapılacağı detaylı olarak tanımlanmaktadır.

Korozyon kuponu ile korozyon hızı ölçümlerinde elde edilen değerler, geçmişe yönelik ortalama değerlerdir. Geçmişe yönelik değerler ölçüldüğü için, sisteme anında müdahale etme şansı vermemektedir. Ancak, gelecek için dikkate alınması gereken bilgi olarak değerlendirilmektedir.

#### 4.3.1.6.1. KOROZYON KUPONU UYGULAMA ÖRNEĞİ

Sistemin korozyondan korunması ve taş teşekkülü oluşumunun engellenmesi amaçlı olarak kullanılan su şartlandırma kimyasallarının uygunluğu, sistemin farklı yerlerine takılan korozyon kuponları ile anlaşılmaktadır.

Örnek : Sistemde olması gereken korozyon hızı ve kupon ölçüm değerleri aşağıda verilmiştir.



TARİH	İSTENİLEN KOROZYON HIZI (MPY)	GERÇEKLEŞEN KOROZYON HIZI (MPY)
29/11/2004	MAX.4 MPY	11,44 MPY (ORT)
27/04/2005 5/06/2005	MAX.4 MPY	2,52 MPY (ORT)





**Şekil 4.4.** KOROZYON HIZLARI VE KOROZYONUN KUPONLAR ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ



**ŞEKİL 4.5.** MODERNİZASYON ÖNCESİ, 3.YÜKSEK FIRIN GAZ YIKAMA SİSTEMİ BORU VE VANALARI

#### 4.3.1.6.2. SÜREKLİ (ON-LINE) KOROZYON HIZI ÖLÇÜMÜ

Test kuponları ile yapılan korozyon hızı ölçümleri geçmişe yönelik korozyon ortalama hızları hakkında bilgi vermektedir. Sürekli (on-line) korozyon hızı ölçümünde ise sistemdeki suyun o anki korozyon hızı ölçülür. Yapılan ölçüm anlık ve sürekli. Dolayısıyla sisteme anlık müdahale edilerek korozyon hızı kontrol altına alınabilir.

Sürekli korozyon ölçüm sistemi, sistem suyu içerisine daldırılmış iki veya üç adet elektrot vasıtası ile 10 dakikada bir ölçüm yaparak alınan sinyalleri korozyon

hızına dönüştüren modem ile sisteme müdahale eden PC ve senkronize çalışan kimyasal malzeme besleme ünitesinden oluşmaktadır. İki adet elektrot kullanıldığında homojen (lineer), üç adet elektrot kullanıldığında, hem homojen hem de çukurcuk korozyonu ölçülebilmektedir.

Bu yöntem ile boru hatlarının hangi noktasında, ne tür korozyon başladığı tespit edilmektedir. Böylece oluşabilecek problemler önceden görülmekte ve gerekli önlemleri alma fırsatı sağlanmaktadır. Ayrıca sürekli korozyon ölçüm sistemi su şartlandırma kimyasal maddelerini, yaptığı ölçüm sonucunda istenilen korozyon hızı değerine göre sisteme besleme yaptığı için, sistemin tam ihtiyacı kadar olan malzemeyi gerektiği anda vermekte ve işletme ekonomisi ile sürekli optimizasyon yapma imkanını da sağlamaktadır.

#### **4.3.2. KİREÇ TAŞI (KİŞİR) OLUŞUMU**

Kireç taşı (kışır) suda çözünebilir safsızlıkların ağırlıklı olarak inorganik maddelerden oluşan çökeltilerin, metal yüzeylerde yoğun bir şekilde tabakalaşmasıdır. Sık karşılaşılan taş oluşumları aşağıdaki gibidir.

- Kalsiyum karbonat
- Kalsiyum fosfat
- Magnezyum tuzu
- Silis

##### **4.3.2.1. KİREÇ TAŞI OLUŞUMUNUN SEBEPLERİ**

Su içerisinde kireç taşı oluşumuna uygun ortam olup olmadığını belirleyen dört ana değişken vardır. Bular;

- Alkalinite veya asidite (pH)

- İletkenlik (Su içerisinde bulunan kireç taşı oluşmasına sebebiyet verecek minerallerin miktarı)
- Diğer çözülmüş maddeler

Bu faktörlerden herhangi biri değiştiğine taş oluşum eğilimi de değişir. Alkalinite ya da pH değerindeki bir değişiklik taş oluşumunu büyük oranda etkiler. Örneğin; pH ve alkalinite arttığında kalsiyum karbonatın (soğutma sistemlerinde en çok karşılaşılan kireç taşı oluşumu) çözünürlüğü düşer ve çökme eğilimine girer. Silis gibi bazı mineraller düşük alkalinite de daha az çözünürler.

İçinde buldukları suyun sıcaklığı yükseldikçe birçok tuzun çözünürlüğü de artar. Ancak kalsiyum karbonat gibi bazı tuzların çözünürlüğü sıcaklıkla ters orantılıdır ve suyun sıcaklığı arttıkça bunların çözünürlüğü azalır. Bu yüzden genelde yüksek ısılarda taş oluşumuna yol açar.

Sudaki çözülmüş taş oluşumuna yol açıcı minerallerin miktarı doyma noktasını geçtiğinde tabalaşma görülebilir. Bununla beraber diğer çözülmüş katı maddeler de taş oluşumu eğilimini artırabilirler.

#### **4.3.2.2. KİREÇ TAŞI OLUŞUMUNUN KONTROLÜ**

Kireç taşı oluşumunu kontrol altına almanın dört temel yolu vardır.

1. Kireç taşı oluşumuna yol açan mineral konsantrasyonlarını, sistemdeki konsantrasyon oranını kontrol ederek yada bu mineralleri sisteme girmeden yok ederek sınırlanır.
2. Kireç taşı oluşumuna yol açabilecek mineralleri su içinde çözülmüş (kalsiyum karbonat gibi) halde sisteme asit verilir.
3. Taş oluşumu olasılığın azaltmak için sistemde mekanik değişiklikler yapılır. (su debisini artırma, ısı iletim yüzeylerini artırma gibi)
4. Kireç taşı oluşumunu engelleyen kimyasallar ile şartlandırma yapılır. Kireç taşı oluşumunu engelleyen inhibitörler, taş oluşturucu mineralleri depozit oluşmasına izin vermeyecek şekilde solüsyon içinde tutarak engeller. Mineral bozucular, taş oluşumunun kristal yapısını değiştirerek katı depozitler yerine hacimli taşınabilir bir çamur oluştururlar.

### 4.3.3. MİKROBİYOLOJİK OLUŞUM

Soğutma kulesi atmosfere açık olduğu için doğrudan kirliliğe maruz kalır. Sistemin kirliliği doğal olarak mikrobiyolojik üremenin artmasına yol açacaktır. Sistem çalışırken ortamın sıcaklığı ve yoğun oksijenin bulunması "mezofilik aerobik bakterilerin" hızlı bir şekilde çoğalmalarına yol açacaktır.

Soğutma suyunda oluşan mikro organizmalar şunlardır;

- Bakteriler
- Mantarlar
- Yosun

Bakteriler kendi içinde aerobik ve anaerobik olmak üzere iki gruba ayrılır. Aerobik bakteriler solunum esnasında oluşan oksidative reaksiyon için oksijene gereksinim duyarlar. Anaerobik bakteriler ise oksijensiz ortamda yaşar ve büyürler. Bazı türleri için oksijen zehir gibidir. Bazı türler ise oksijenli ortamda yaşayabilirler.

Soğutma suları içerisinde oluşan mikro organizmalar soğutma suyu yapısını bozar. Büyük kütleler haline gelerek sistemin çeşitli yerlerinde tıkanıklığa sebep olurlar ve bu nedenle kontrol altında tutulmaları son derece önemlidir. Biyolojik ıslah programının asıl amacı suyun içinde oluşan mikrobiyolojik büyümeyi kontrol altına almaktan çok ısı değiştirici yüzeylerinde oluşan mikrobiyolojik büyümeyi kontrol altına almaktır.

Mikrobiyolojik büyümeyi kontrol altında tutmak için kullanılan kimyasalların genel ismi biosittir. Biositler kendi içerisinde yükseltgeyen ve yükseltgemeyen olmak üzere ikiye ayrılır.

Yükseltgeyen biositler, mikroorganizmaların hayati elemanlarını tersinmez oksidasyon ile öldürürler. En fazla kullanılan yüksetgeyen biositler şunlardır;

1. KLOR VE TÜREVLERİ
2. BROM VE TÜREVLERİ
3. KLOR DİOKSİT
4. OZON

Soğutma sularına bu kimyasallar belirli dozajlarda verilmelidir.

- Klor ve türevleri için;

Sürekli: 0.1 - 0.3 ppm Cl<sub>2</sub> serbest klor bakiyesi

Aralıklı: 0.2 - 0.8 ppm Cl<sub>2</sub> serbest klor bakiyesi

1 - 1.5 saat sonra

- Brom ve türevleri;

Sürekli : 0.5 - 0.5 ppm toplam bakiye

Aralıklı : 2 - 3 ppm Toplam bakiye ( 1 saat sonra )

Yükseltgenmeyen biositler ise mikroorganizmaların yaşam proseslerini çeşitli şekilde etkileyen büyümelerini ve üremelerini durduran sentetik organik moleküllerdir.

Yükseltgenmeyen biositlerin reaksiyonu:

Hücre membranı ile,

Hücre duvarı ile,

Cytoplasmatic elemanlar ile,

Fotosentez ile,

Soğutma suyunun karakterine göre uygun biosit kullanılır.

#### 4.3.4. TORTU OLUŞUMU

Tortu oluşumu; taş oluşumu haricindeki katı maddelerin yığılma oluşturarak işletme ekipmanlarının çalışmasını engellemesi ya da bozması demektir.

Tortu oluşturuçular şunlardır;

- Pislik ve çamur (toz)
- Kum
- Korozyon atıkları
- Doğal atıklar
- Mikrobiyolojik kütleler
- Alüminyum fosfatlar
- Demir fosfatlar

Tortu oluşumunu artıran en önemli faktörler; su karakteristiği, sıcaklık, su debisi, mikrobiyolojik üreme, korozyon ve kirlenme olarak sıralanabilir.

Su sıcaklığı arttıkça tortu oluşma eğilimi artar. Isı transfer yüzeyleri soğutma suyuna oranla daha sıcak olduğundan bu bölgelerde tortu oluşumu hızlanır. Su hızı da tortu oluşmasını etkiler. Su hızı 0,3m/s ve altında ise askıda katı maddeler (AKM) çökme eğilimi gösterir ve tortu oluşturur. Daha yüksek akış hızlarında (>0,92m/s) tortu oluşum yine oluşabilir ama ciddi boyutlarda olmayacaktır.

Mikroorganizmalar her yüzey üzerinde depozitlenebilirler. Korozyon ya da demir depozitlenmesi oluşturan bakteriler büyük hacimli tıkaçıcılar olarak depozitlenen korozyon ürünleri oluşturur yada bunlardan istifade ederler. Tüm mikrobiyal koloniler değişik tıkaçıcı depozitlenmeler oluşturan birer çamur ve pislik toplayıcı ünite gibi davranırlar.

Korozyon tortu oluşumunu artırıcı, hareketli ve kırıntı halindeki proses pisliği yada mikrobiyal atıklar ile karışan çözünmez korozyon ürünleri oluşturur.

Proses atıkları da tortu oluşumunu etkiler. Isı eşanjörlerinden proses tarafına sızan maddeler birçok şekilde ciddi tortu oluşumu problemlerine yol açabilirler. Soğutma suları içerisine karışan yağlar mikroorganizmalar için besin kaynağı olup mikrobiyolojik üremeleri destekleyebilir. Kireç taşı veya korozyon inhibitörleri reaksiyona girerek çözünmez tıkaçıcılar oluşturmalarına yol açabilir.

#### **4.3.4.1. TORTU OLUŞUMUNUN KONTROLÜ**

Tortu oluşumu mekanik olarak veya kimyasal şartlandırma yolu ile kontrol altına alınabilir. En iyi kontrol metodu tortu oluşumunun cinsine bağlı olarak belirlenir. Soğutma suyu sisteminde tortu oluşumu kontrolü aşağıdaki temel kritikleri içerir;

**Önleme:** Tıkaçıcıların sisteme girmesini engelleyebilecek tüm yöntemlerdir. Bu mekanik değişikliği yada make up suyu temizleyebilmek için kimyasal eklemeyi gerektirebilir. Sisteme alınacak sularda askıda katı madde miktarı fazla ise ön dinlendirme yapılır ve filtrelerden geçirilir.

**İndirgeme:** Önlenemeyen sebeplerden dolayı sisteme giren tortuların azalması yada yok edilmesi için uygulanan yöntemdir. Sirkülasyon suyunun sistemin tipine göre gerekli miktardaki yüzdesi filtrelerden geçirilir. Kule havuzlarının periyodik olarak temizliği yapılır. Dinlendirme havuzlarında su içindeki askıda katı maddelerin çökmesi ve sirkülasyon suyundan ayrılması sağlanır.

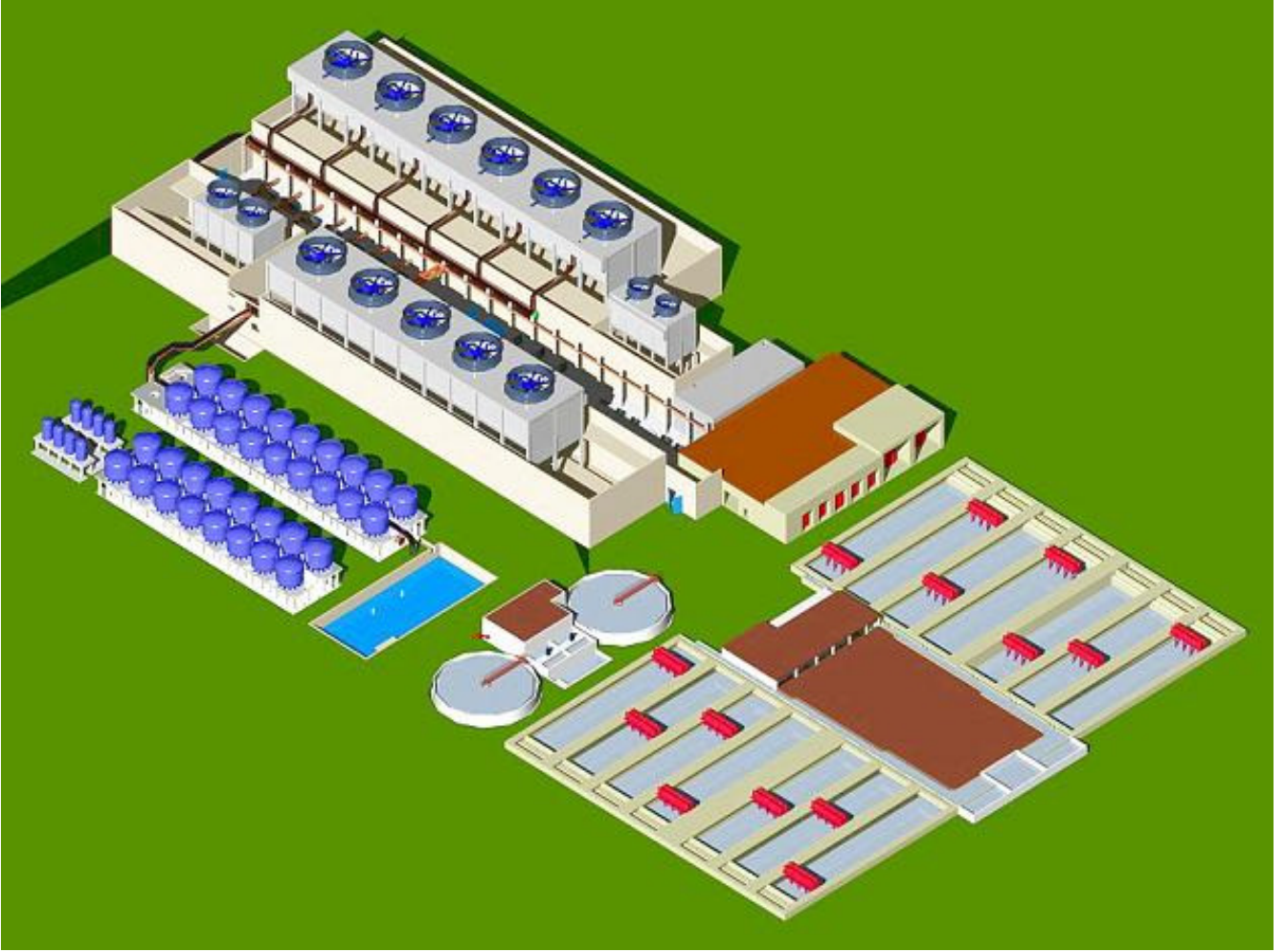
**Sürekli Kontrol:** Tortuların sistemlerde depozitleşmesini önlemek için sürekli hareket sağlanmalıdır. Bu işlem kimyasal dispersantların (seyreltici) ilavesi ile eşanjörlere hava üfleme, ters yıkama gibi işlemleri kapsar.

Kutuplaştırıcı ve yüzey gerilim düşürücü dispersantlar tortuların su içinde süspansiyon şeklinde kalmalarını sağlayarak, metal yüzeyler üzerinde tabakalaşmaları engeller veya hali hazırda yüzeye yapışmış tortuların yüzeyden sıyrılmalarını sağlar.

Kutuplaştırıcı dispersantlar; su içerisindeki tortuların (taşıdıkları) üzerindeki elektrik yükleri artırmak suretiyle birbirlerini itmelerini ve böylece suda asılı kalarak yüzeylere yapışmasını önlerler.

Yüzey gerilimini düşürücü dispersantlar; yüzey gerilimini düşürme prensibi doğrultusunda yeni depozit oluşumunu engellediği gibi, önceden oluşmuş depozitleri de yerinden kaldırır. Bu sayede su içindeki partiküller su akışı boyunca suda askıda kalarak, filtrasyon veya blöf ile sistemden dışarı atılabilirler.

#### 4.4. SICAK HADDEHANE SU ŞARTLANDIRMA TESİSİ





#### 4.4.1. DEMİR-ÇELİK SEKTÖRÜNDE SU SİSTEMLERİ

##### Genel Tanımlama

Demir Çelik sektöründe su, sistemlerin soğutulmasında, temizlenmesinde ve ürünlerin metalürjik özelliklerinin belirlenmesinde kullanılır. Genel olarak kullanılan su sistemleri ve yardımcı tesisler aşağıda sıralanmaktadır.

- Kapalı devre su sistemleri
- Açık devre su sistemleri
- Nihai ürün soğutma sistemi
- Soğutma Kuleleri
- Atıkların değerlendirilmesi
- Kimyasal şartlandırma
- Telafi Suyu Sistemi

Günümüzde demir çelik sektöründe birçok birimde yukarıda listelenmiş sistemlerin bir veya birkaçı kullanılmaktadır. Söz konusu sistemlerin tamamını Sıcak Sac Haddehane Tesisinde ( Hot Strip Mill ) bulmak mümkündür, bu sebeple yapılan çalışmada Sıcak Haddehane Tesisi baz alınmıştır.

##### İSDEMİR'DE KULLANILAN SU ÇEŞİTLERİ

İsdemir' de çeşitli ihtiyaçlar için, çeşitli sular kullanılmaktadır. Kullanılan sular ile ilgili ayrıntılı bilgi aşağıda tablo halinde verilmiştir.

CİNSİ	KULLANIM AMACI
İçme Suyu	İçme
Mersin Çayı Suyu	Endüstriyel ve Kullanma (Banyo,Çim Sulama)
Kirli Su	Evsel Atık
Sirkülasyon Suyu (Sıcak-	Ekipman Soğutma

Soğuk)	
Su Şartlandırma Suyu (Na IX)	Karışım Suyu Elde Etmek
Nano Filtrasyon Suyu	Karışım Suyu Elde Etmek
Demineralize Su	Kuvvet Santralı ve primer devre için saf su üretmek
Karışım Suyu	Eşanjör ve hassas devreli sistemler için make-up suyu
Aslantaş Baraj Suyu	Eşanjör ve hassas devreli sistemler için make-up suyu
Deniz Suyu	Kuvvet Santralı Türbinlerinde buharı yoğunlaştırmak için

### ÇİZELGE 5.1. İSDEMİR'DE KULLANILAN SU ÇEŞİTLERİ

İSDEMİR' in 2,2 milyon ton/yıl üretim yapabilmesi için, gerekli olan 1,7 m<sup>3</sup>/sn endüstriyel tatlı su ihtiyacını karşılamak amacı ile Sarıseki Beldesi yakınındaki Mersin Çayı kapıtajı yanına pompa istasyonu kurulmuştur. Halen, en kritik aylarda 5500 m<sup>3</sup>/saat su alınabilmektedir.

Mersin çayı su tüketim değerleri ile mersin çayı ve diğer su kaynaklarının kimyasal özellikleri ile ilgili bilgiler aşağıda tablo halinde verilmiştir.

YILLAR	Su Tüketimi (m <sup>3</sup> /saat)	Özgül Su Tüketimi (m <sup>3</sup> /THÇ)
2003 Ortalama	3.817	18,0
2004 Ortalama	3.753	16,4
2005 Ortalama	3.412	14,5
2006 Ortalama	2.690	11,7
2007 Ortalama	2.629	9,9

### ÇİZELGE 5.2. YILLARA GÖRE, MERSİN ÇAYI ÖZGÜL SU TÜKETİM DEĞERLERİ

Firma Adı	Make-up suyu için kritik parametreler				
	Toplam sertlik	Sülfat	İletkenlik	S.Katı Madde	Konsant. sayısı
	°F	mg/l	m.ohm/cm	mg/l	
Mersin Çayı Suyu	90	600	1300	2	
Su Tasfiye (NaIX) çıkış	5	707	1792	0	
Aslantaş baraj suyu	18	32	420	80	
Erdemir baraj suyu	15	20	350	100	
Erdemir servis suyu	15	15	280	2	
PW tavsiye değeri	27	150	1700	10	2 & 4
DREW tavsiye değeri	16	40	600		
BETZ tavsiye değeri	7	40	600		
İDÇ,C/C firma isteği	10	150	550		
Karışım Suyu	19	220	865		
Teorik max.değer	90	800	2500		
Not : Belirtilmemiş olan değerler ortalamadır.					

**ÇİZELGE 5.3. MERSİN ÇAYI SUYU, ERDEMİR VE FİRMA TAVSİYE DEĞERLERİ KARŞILAŞTIRMA TABLOSU**

#### 4.4.2. KAPALI DEVRE SU SİSTEMLERİ (Close Circuit)

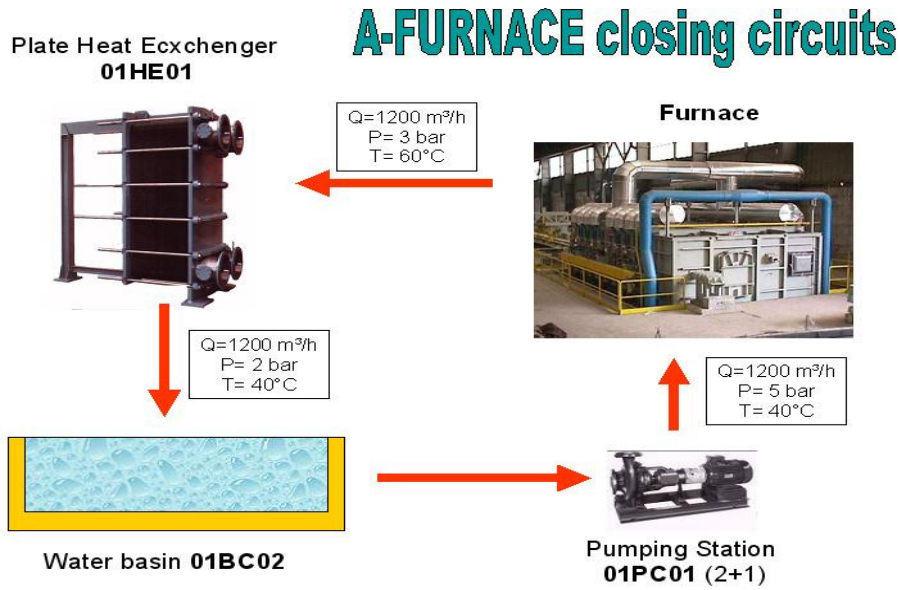
Kapalı devre su sistemleri, soğutulan suyun tüketicilere borular içerisinde gönderilmesi ve açık ortamla temasa geçmeden toplanma havuzuna tekrar dönmesi prensibiyle çalışan sistemlerdir.

Bu sistemde suyun toplandığı açık ortamla teması izole edilmiş havuz, suyun pompalanmasında kullanılacak pompa üniteleri, kapalı devre suyun soğutulmasında kullanılan eşanjörler, sistemin akışının kontrol ve takibinde kullanılan otomasyon cihazları bulunmaktadır. Bu sistem birincil sistem olarak adlandırılır.

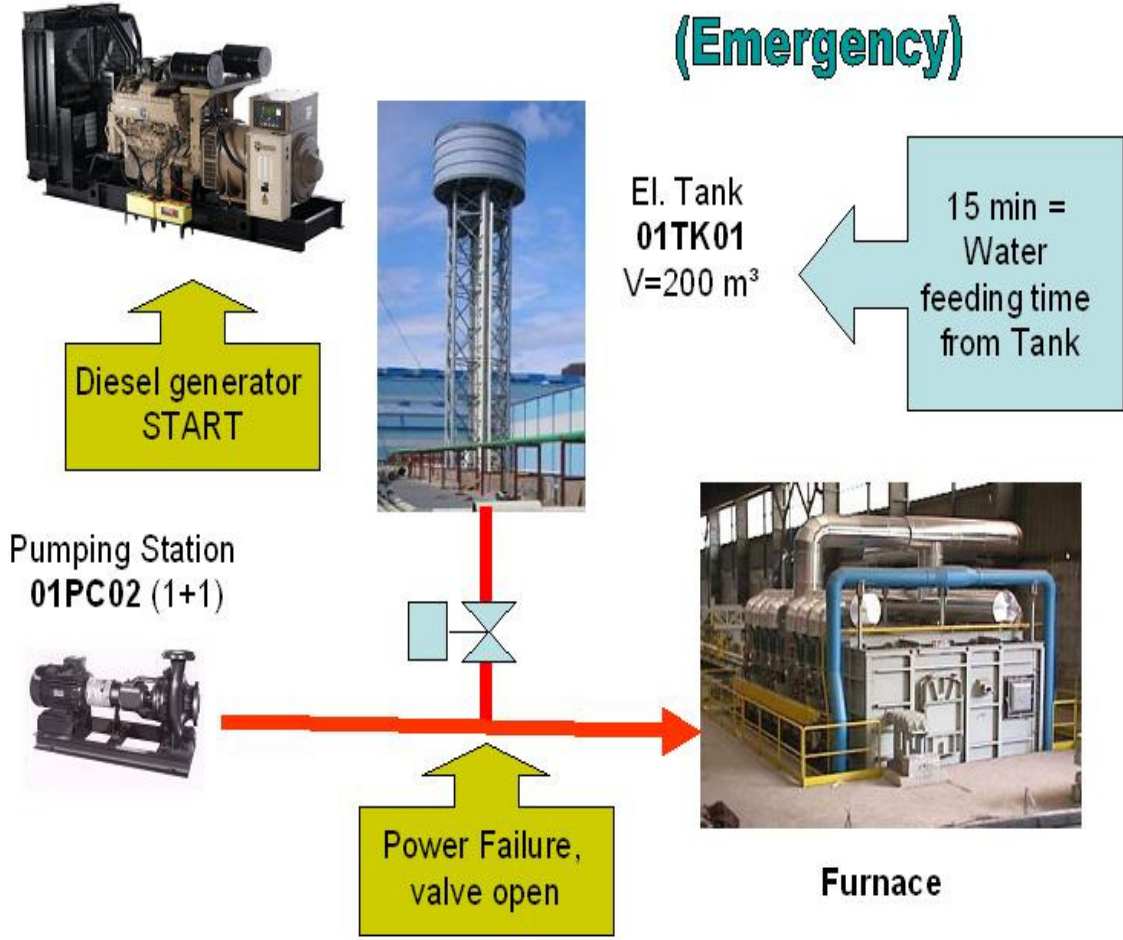
Kapalı sistemin su çevrimi aşağıda belirtilen bölümler arasında yapılmaktadır.

- Kapalı devre soğuk su havuzu (birincil sistem)
- Pompa istasyonu (soğuk su havuzundan tüketicilere suyun iletilmesinde kullanılır)
- Eşanjörler
- İkincil devre soğuk su havuzu
- Pompa istasyonu (ikincil devreden eşanjör sistemine suyun iletilmesinde kullanılır)
- Soğutma kuleleri

Kapalı devre suyun soğutulması ise ikincil soğutma sistemi “Secondary System” vasıtasıyla yapılmaktadır. Tesislerde çevrim esnasında ısınan su sisteme dönmeden önce plakalı eşanjörler vasıtasıyla bulunduğu ortamla temas geçmeksizin soğutularak soğuk su havuzuna gönderilir. Eşanjörlerin üzerinde bulunan paslanmaz çelikten imal edilmiş plakaların üzerindeki akış kanallarının bir kısmından birincil sistem suyu geçerken diğer taraftan ikincil sistem suyu geçmekte, ısı alış-verişi prensibiyle soğutma sağlanmaktadır. İkincil sistemde soğutma ise havaya açık, üzerinde soğutma fanları bulunan toplama havuzunda yapılmaktadır. Sistemin; debi, basınç, sıcaklık vb. değerleri boru hatları ve havuz üzerinde bulunan otomasyon cihazları yardımı ile takip edilir.



## Furnace closing circuits (Emergency)

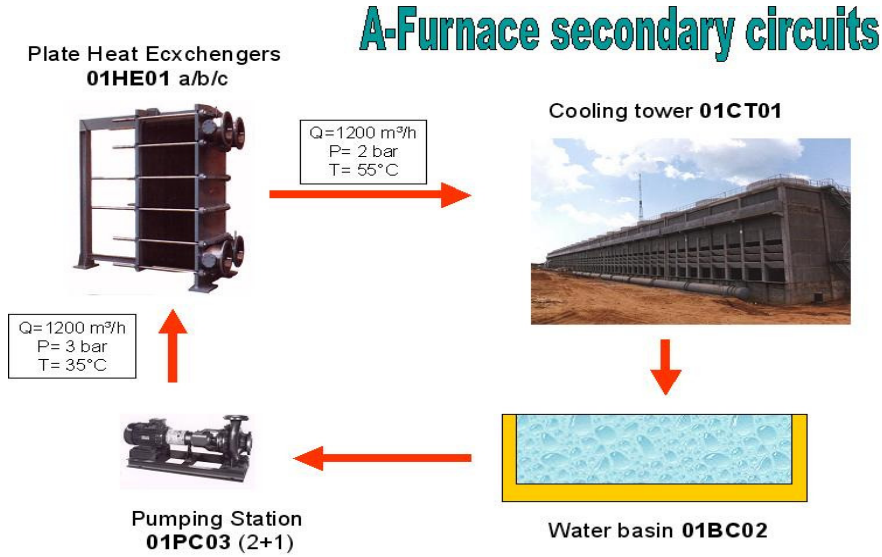


ŞEKİL 5.1. KAPALI DEVRE SU ÇEVİRİMİ

### 4.4.2.1. BİRİNCİL (Primer) SOĞUTMA SİSTEMİ

Kapalı su sistemleri, ısı alış verişinin çok olduğu, haddehanede haddelenecek olan ürünün tavlansında kullanılan tav fırınlarının taşıyıcı sistemlerinde bulunan skid&post adı verilen destek borularının içerisinde, hidrolik ünitelerin eşanjörlerinde, merdane yatakları ve bazı ekipmanların gövde soğutmalarında, klimalarda, otomasyon cihazlarında vb. kullanılmaktadır.

#### 4.4.2.2. İKİNCİL (Sekonder) SOĞUTMA SİSTEMİ



#### ŞEKİL 5.2. BİRİNCİL (PRİMER) DEVRE SU ÇEVİRİMİ

Kapalı sistemlerde su;

- Düşük sertlik ve CaCO<sub>3</sub> içeriği,
- Düşük iyon oranı ve iletkenlik,
- Düşük askıda katı madde ve yağ içeriği özelliklerine sahip olması sebebiyle yukarıda sıralanan hassas ekipmanlarda kullanılmaktadır.

#### 4.4.3. AÇIK DEVRE SU SİSTEMİ (Open/Direct Circuit)

Haddehanelerde açık devre sistemler ekipmanların ve ürünün soğutulması olmak üzere 2 şekilde kullanılır.

Açık devre su sistemlerinde 1 .sistemde, soğutma suyu tüketiciye gönderilerek kullanılacak ekipmanlarda direkt temas ile soğutma yapılmaktadır.Sistemi oluşturan parçalar aşağıda sunulmaktadır.

- Soğuk su havuzu

- Pompa istasyonu ( havuzdan tesise suyun aktarılmasında kullanılmaktadır.)
- Toplama kanalı ve toplama çukuru ve ara pompa istasyonu( çapak çukuru )
- Yatay çökeltme havuzları ve pompa istasyonu
- Filtreleme ( bkz IV.)
- Soğutma kuleleri ( bkz V.)

Sistemin çalışması iki aşamada olmaktadır.

1) Birinci aşamada su, soğutma ihtiyacının karşılanması için soğuk su havuzundan tesise pompalanır. Özellikle haddehanelerdeki çalışma prensibi gereği merdane soğutmalarında, sıcak malzemenin işlenmesinde kullanılan merdanelerin soğutulmasında, ürün üzerinde oksijen teması ile oluşan kabuğun (tufal) yüksek basınç ile temizlenmesi için descaling sistemlerinde kullanılmaktadır.

Slab, ısıtma fırınlarından yaklaşık 1200-1250 C°'de çıktıktan sonra üzerinde oluşan tufalin alınması için 220 bar basınçta çalışan su jeti "tufal kırıcı"ya gelir. Burada açık devre su yüzey temizlemede kullanılır.



**ŞEKİL 5.3. SLAB ISITMA FIRINI ÇIKIŞI**



**ŞEKİL 5.4. TUFAL KIRICI**

Sonrasında haddeleme prosesinde merdanelerin sıcak slab ile temas etmesinden kaynaklı ısı yükselişini kontrol etmek amacıyla “roll coolant”- merdane soğutucu olarak açık devre su kullanılmaktadır.





## ŞEKİL 5.5. HADDELERDEN SICAK ŞERİT'İN GEÇİŞİ VE MERDANE SOĞUTMA SİSTEMİNİN ÇALIŞMASI

### 4.4.3.1. TUFAL ÇUKURU

Burada temizlik esnasında yüzeyden kopan tufal parçaları aşağıda bulunan açık toplama kanalına dökülür. Ürün ve ekipmanlar ile direkt temas olması sebebiyle, toplama kanalı vasıtasıyla toplama çukuruna gelen suyun içerisinde tufal, gres, hadde yağı vb.birçok madde bulunmaktadır.

Sonraki aşamada su, içerisinde bulunan yağ ve tufal parçalarından arındırılmak üzere öncelikle kaba temizlemenin yapıldığı “tufal (çapak) çukuru”na alınır. Burada haddehaneden gelen 500µm - 5000µm arasındaki kaba parçalar kendi ağırlığının etkisiyle çukur içerisinde çöker. Çöken parçalar kepçe yardımıyla dışarı alınarak suyunun süzülmesi sağlanır, buradan da tekrar kullanılmak üzere Sinter Fabrikasına gönderilir.

Bu arada tesisten gelen gres vb. yağın bir kısmı yağ sıyırıcıları vasıtasıyla sistemden uzaklaştırılır.



## ŞEKİL 5.6. HADDEHANEDEN GELEN AÇIK TOPLAMA KANALI VE ÇÖKELME ÇUKURU



**ŞEKİL 5.7. TUFAL ÇUKURU YAĞ SIYIRICALAR VE POMPA İSTASYONU**



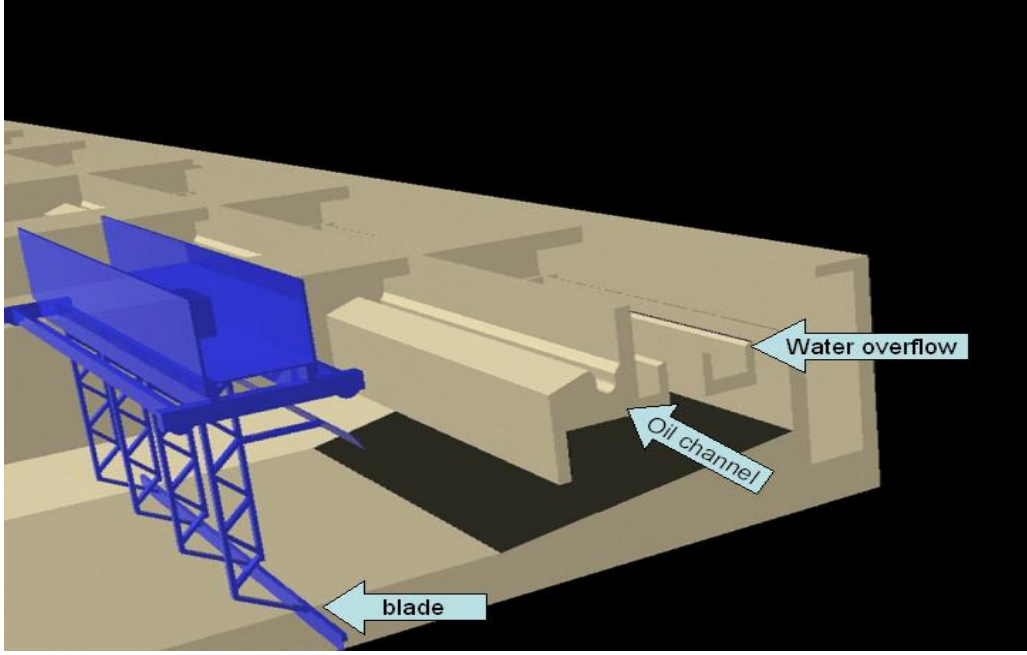
**ŞEKİL 5.8. ÇUKURDAN YÜKLEME İÇİN BİRİKTİRİLEN TUFAL.**

#### 4.4.3.2. YATAY ÇÖKELTME HAVUZLARI

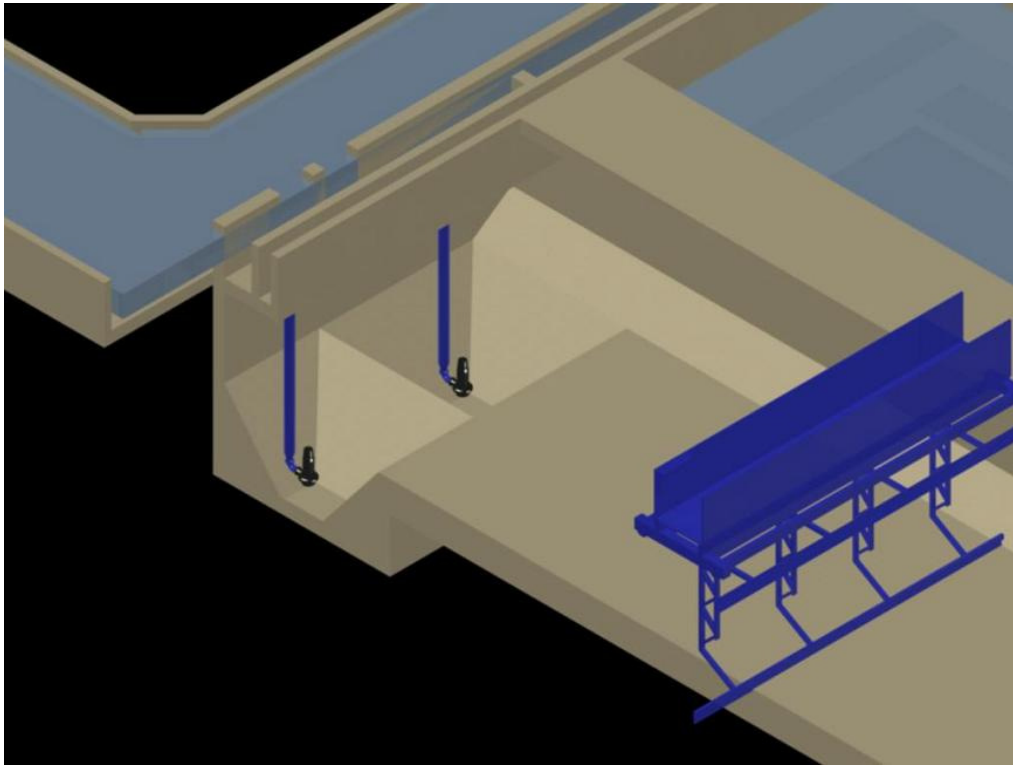
Tufal çukurunda kaba tufali ve yağı alınan su pompa ile yatay dinlenme havuzlarına alınır. Burada havuz hacmi, suyun hızı ve su içerisinde bulunan askıda katı maddelerin miktarları da dikkate alınarak bekletme yapılır.

Bu esnada su içerisinde bulunan katı maddelerin birbirine yapışması ve ağırlıkları ile çökelmeleri için kimyasal malzeme kullanılır, dinlenme gerçekleşirken su içerisinde bulunan yağ partikülleri de yüzeyde toplanmaya başlar. Havuz içerisinde bir tarafta yağı, diğer tarafta dibe çöken çamuru toplamada kullanılan sıyrıcı arabalar ile atık maddeler toplanarak filtreleme işlemi için değişik ebatta kum katmanlarından oluşan filtreye gönderilir.





**ŞEKİL 5.9.** SIYIRICI ARABALAR VE YATAY ÇÖKELME HAVUZLARI



**ŞEKİL 5.10.** ÇAMUR ÇUKURU VE ÇAMUR POMPALARI

Sıyırıcı arabanın yüzeyden topladığı yağ, toplama kanalı ile toplama çukuruna alınır, buradan tufal çukurundan alınan yağ ile birlikte atık depolama sahasına sevk edilir. Sıyırıcı arabanın yatay çökeltme havuzu dibinden sıyırdığı çöken 500µm 'ye kadar olan tufaller, havuz dibinde bulunan toplama çukurlarında birikir. Buradan dalgıç çamur pompaları ile çamur işleme tesisi çökeltme havuzlarına iletilir.

Açık devre su ikinci aşamada, tesiste haddelenmiş yassı mamlün üzerine laminar ( kendi cazibesıyla ) akış sağlanarak soğutma işlemi yapıldığı duşlu masada kullanılır. Suyun miktarı ve akışın sürekliliği elde edilen ürünün kalitesinin belirlenmesinde önemli bir etken oluşturur. Suyun duşlu masadaki tüketim miktarı tesisin kendi oto kontrol sistemi tarafından, kalite ile ilişkili olarak ayarlanır.

\* Duşlu masa resmi ve dual phase çelik üretiminde su tüketim resmi

\*sürkülasyon konulacak, kullanılacak ekipmanlardan resimler alınacak

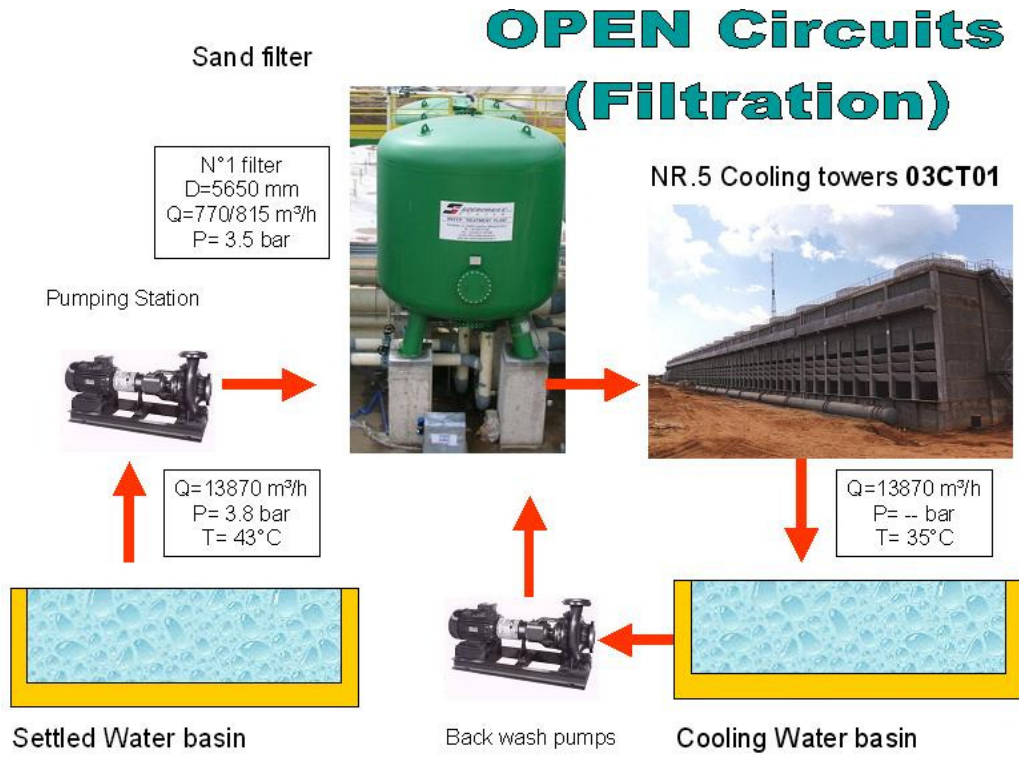
\* Filtre resmi konulacak.

#### **4.4.3.3. KUM FİLTRELERİ**

Sirküle edilen suyun içerisinde bulunan katı maddelerin alınması, yağdan arındırılması vb. işlemler filtre ünitesinde yapılır. Filtreleme esasında tankın içerisine ebatlarına göre katmalar halinde yerleştirilen kum tarafından yapılmaktadır. Yağın çok olduğu sistemlerde antrasitte kullanılmaktadır.



ŞEKİL 5.11. KUM FİLTRELERİ



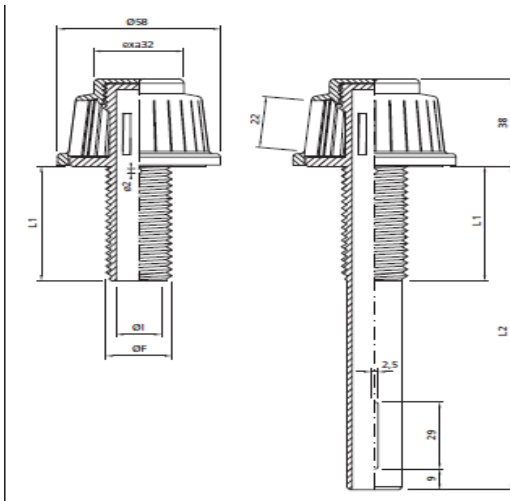
ŞEKİL 5.12. FİLTRELEME DEVRESİ

Yapı itibariyle filtre alttan başlayarak kaba kum taneleri ( 3 - 5 mm), orta ölçü kum taneleri ( 2 - 3 mm) ve en üstte ince kum taneleri ( 1 - 3 mm) yada antrasit olmak üzere 3 katmandan oluşur. Tankın en alt kısmında kumun ve filtrelenen suyun birbirine karışmadan teminini sağlayan nozullar bulunmaktadır.



**ŞEKİL 5.13. FİLTRE İÇİ NOZUL YERLEŞİMİ**

Nozullar hemen üstünde bulunan kaba kum tanelerinden daha küçük aralıklı olması sayesinde suyu ve kumu birbirinden ayırarak filitreleme işleminin tamamlanmasını sağlar. Filtreleme esnasında su en üstten alta doğru süzülerek gelir.



**ŞEKİL 5.14. NOZUL YAPISI**

Çalışma esnasında belli zaman aralıklarında filitreler tıkanma sebebiyle işlem göremez, bu durum filtre sisteminde bulunan otomasyon aletleri ile giriş ve çıkış hatları arasında meydana gelen basınç farklığı sayesinde anlaşılır ve geri yıkama olarak adlandırılan temizleme işlemine geçilir.

DESCRIPTION		LAYER		NOTES	
Shell height	HV	2500	mm		
			mm		
			mm		
Layer high	quarz type 3 Hqz3	1.300	mm		
Granulometry	quarz type 3	1-1,7	mm		
Layer high	quarz type 2 Hqz2	200	mm		
Granulometry	quarz type 2	2-3	mm		
Layer high	quarz type 1 Hqz1	200	mm		
Granulometry	quarz type 1	3-5	mm		

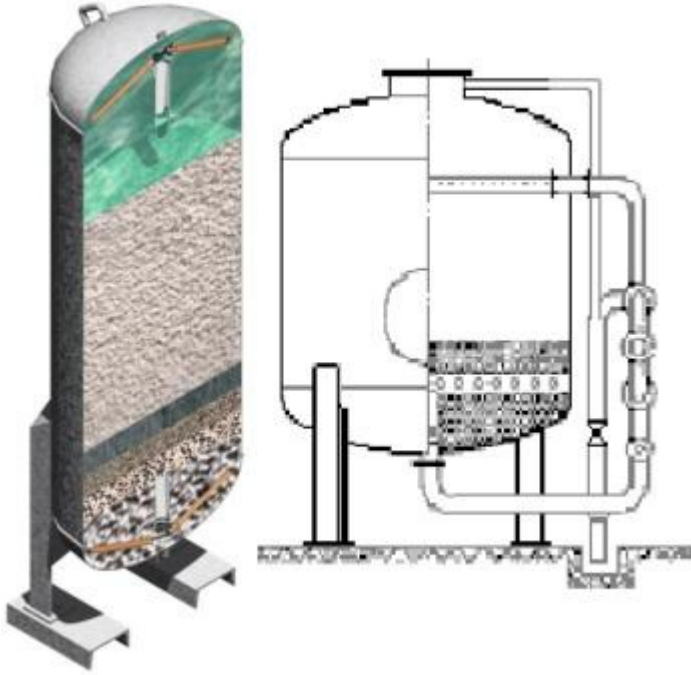
DESIGN											
DIAMETER	HV SHEEL	H qz 3 QUARZ	H qz. 1+2 QUARZ	Bottom Type 0=T/1=E	Number of filters TOT					Filter weight Kg	Density Kg/l
2.200	2500	1.300	400	1	1					3.200	1,5
		Volume litri		Weight kg	Weight TOT kg					Real Height layer mm	N° of bags 25 Kg each
Quarz	3	4941,7		7.425	7.425					1302	297
Quarz	2	760,3		1.150	1.150					202	46
Quarz	1	760,3		1.150	1.150					202	46
										Totale 1706	

ŞEKİL 5.15. FİLTRE KATMANLARI



#### 4.4.3.3.1. KUM FİLTRELERİNİN ÇALIŞMASI

Filtre Tankına üstten giren ham suda bulunan maddeler tank içindeki filtrasyon malzemeleri tarafından tutulur. Filtre edilen su, tankın altından alınarak bir sonraki işleme gider. Filtreleme işlemi sonucu kirlenen tank, zaman zaman alttan verilen basınçlı su ile 30-60 dakika kadar ters yıkama (backwash) yapılarak temizlenir. Bu yöntemle ters yıkama yapılan filtre tankı içinde toplanan tortular dışarıya atılmış olur.



**ŞEKİL 5.16.** KUM FİLTRESİ İÇYAPISI

Ters yıkama işlemi üç şekilde yapılır:

##### 1.El ile (Manuel) Ters Yıkama

Gerekli vanalar, operatör tarafından açılıp kapanarak filtre tankı ters yıkamaya alınır.

##### 2.Basınç Farkı İle Otomatik Ters Yıkama

Filtre kirlendiği zaman suyu rahat geçirmez ve direnç oluşturur. Çıkış basıncı giriş basıncından daha küçük olur. Fark basıncı belirlenen değere ulaştığında filtre tankı otomatik olarak ters yıkama işlemine başlar.

### 3.Zaman Ayarlı Otomatik Ters Yıkama

Filtre tankı ne sıklıkla ve ne kadar süre ile ters yıkama yapacağı önceden belirlenir. Belirlenen zamana göre filtre tankı ters yıkamaya otomatik olarak başlar.

## SICAK HAD. KUM FİLTRESİNİN ÇALIŞMA ŞEKLİ, TANK İŞLETMEDE

NOT:

- 1 NOLU C SİSTEMİ TUFALLI SU VANASI AÇIK
- 2 NOLU FİLTRELENMİŞ SU VANASI AÇIK

03BLO1A

VOLUMETRIC BLOWER

FLOWRATE = 1700 m<sup>3</sup>/h

HEAD = 0.05 MPa

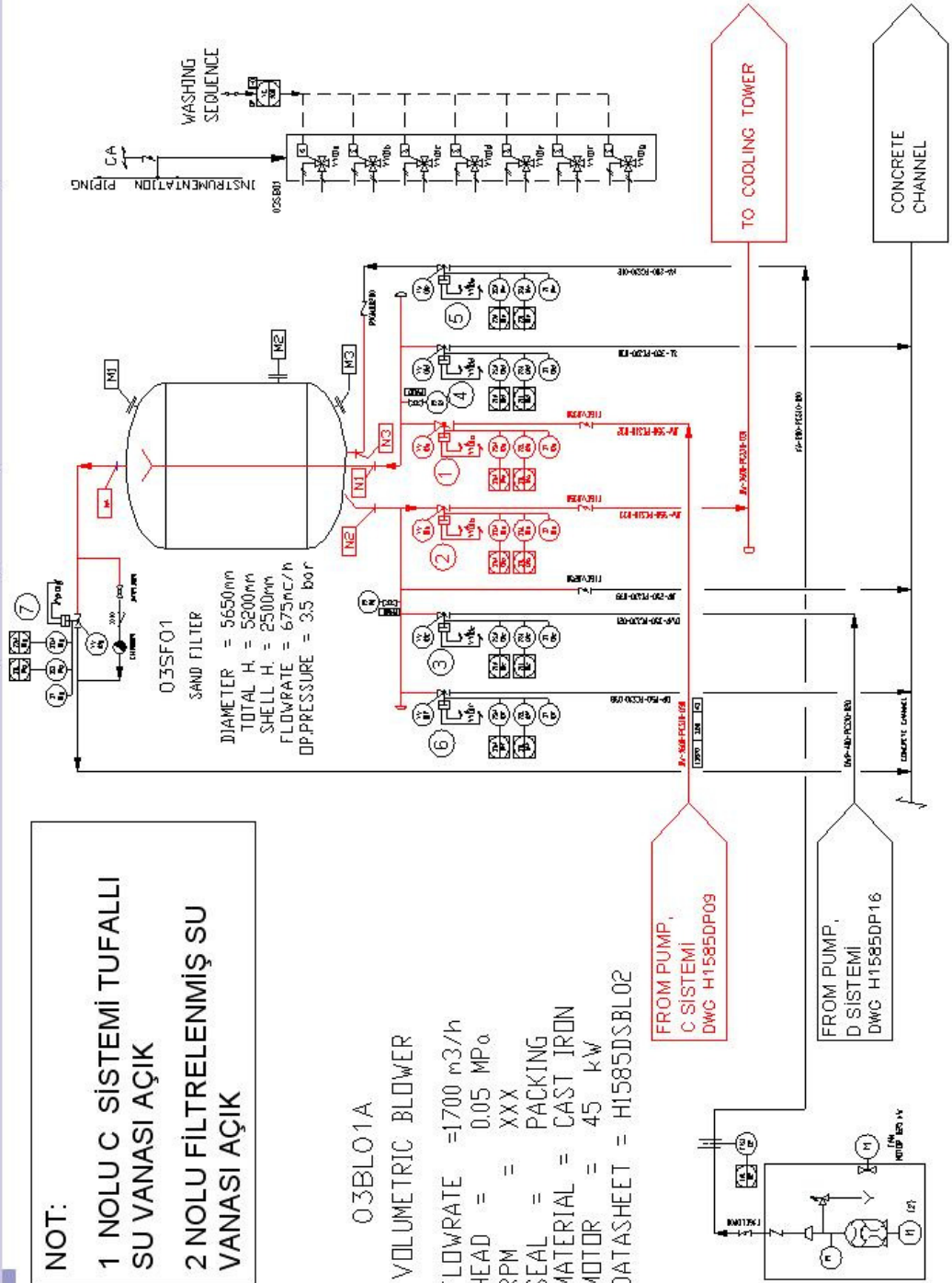
RPM = XXX

SEAL = PACKING

MATERIAL = CAST IRON

MOTOR = 45 kW

DATASHEET = H1585D5BL02



# KUM FİLTRESİ GERİ YIKAMA: FİLTREYİ DURUŞA ALMA

NOT:

TÜM VANALAR KAPALI

03BLO1A

VOLUMETRIC BLOWER

FLOWRATE = 1700 m<sup>3</sup>/h

HEAD = 0.05 MPa

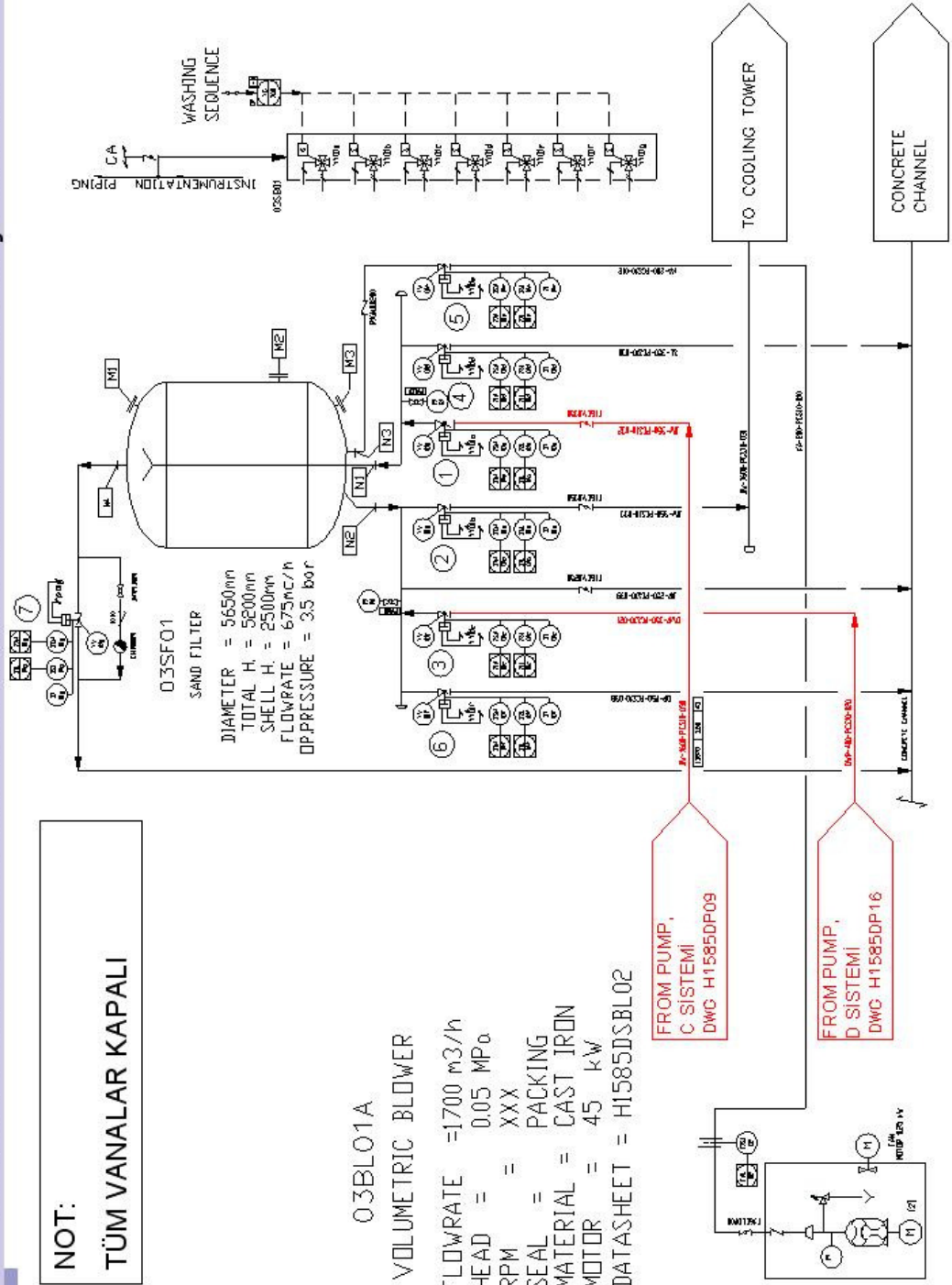
RPM = XXX

SEAL = PACKING

MATERIAL = CAST IRON

MOTOR = 45 kW

DATASHEET = H1585DSBL02



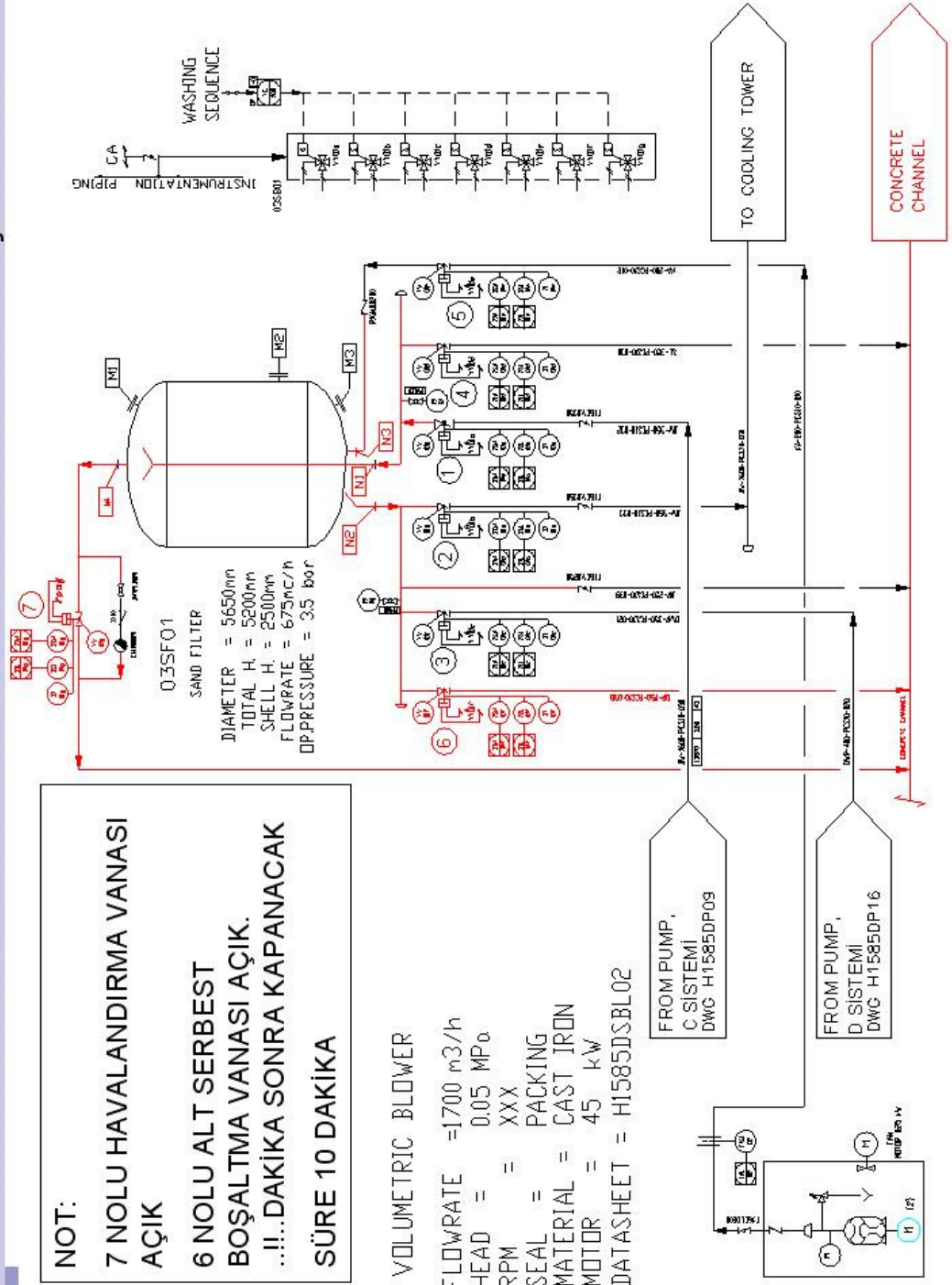
## KUM FİLTRESİ GERİ YIKAMA: FİLTRE SU BOŞALTMA

NOT:

7 NOLU HAVALANDIRMA VANASI  
AÇIK  
6 NOLU ALT SERBEST  
BOŞALTMA VANASI AÇIK.  
...!!..DAKİKA SONRA KAPANACAK  
SÜRE 10 DAKİKA

VOLUMETRIC BLOWER

FLOWRATE =1700 m<sup>3</sup>/h  
HEAD = 0.05 MPa  
RPM = XXX  
SEAL = PACKING  
MATERIAL = CAST IRON  
MOTOR = 45 kW  
DATASHEET = H1585D5BL02





## KUM FİLTRESİ GERİ YIKAMA: FİLTRE BEKLEME ZAMANI

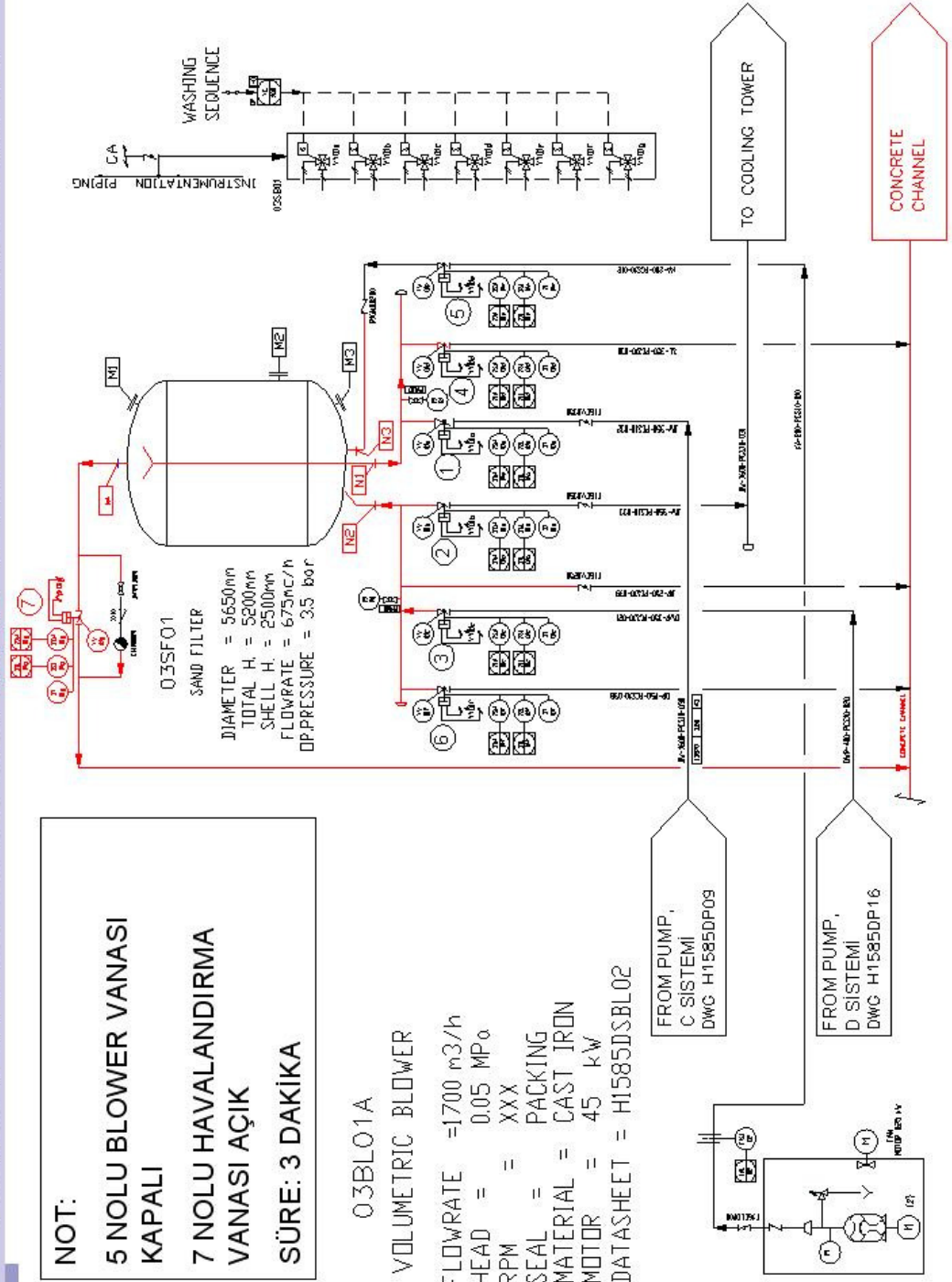
NOT:

5 NOLU BLOWER VANASI  
KAPALI  
7 NOLU HAVALANDIRMA  
VANASI AÇIK  
SÜRE: 3 DAKIKA

03BLO1A

VOLUMETRIC BLOWER

FLOWRATE = 1700 m<sup>3</sup>/h  
HEAD = 0.05 MPa  
RPM = XXX  
SEAL = PACKING  
MATERIAL = CAST IRON  
MOTOR = 45 kW  
DATASHEET = H1585DSBL02



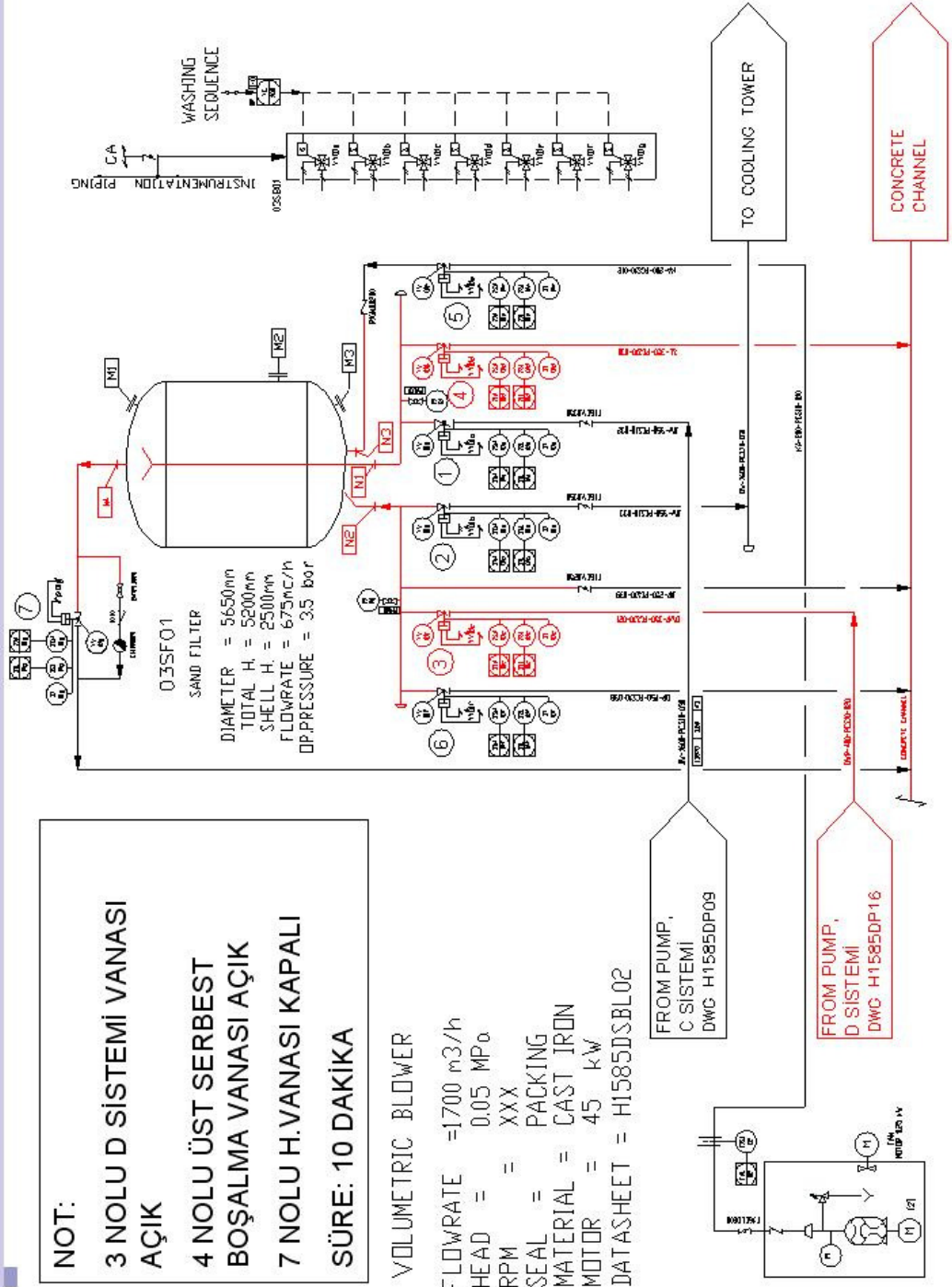
## KUM FİLTRESİ GERİ YIKAMA: FİLTRE SU YIKAMA

NOT:

- 3 NOLU D SİSTEMİ VANASI AÇIK
- 4 NOLU ÜST SERBEST BOŞALMA VANASI AÇIK
- 7 NOLU H.VANASI KAPALI
- SÜRE: 10 DAKİKA

VOLUMETRIC BLOWER

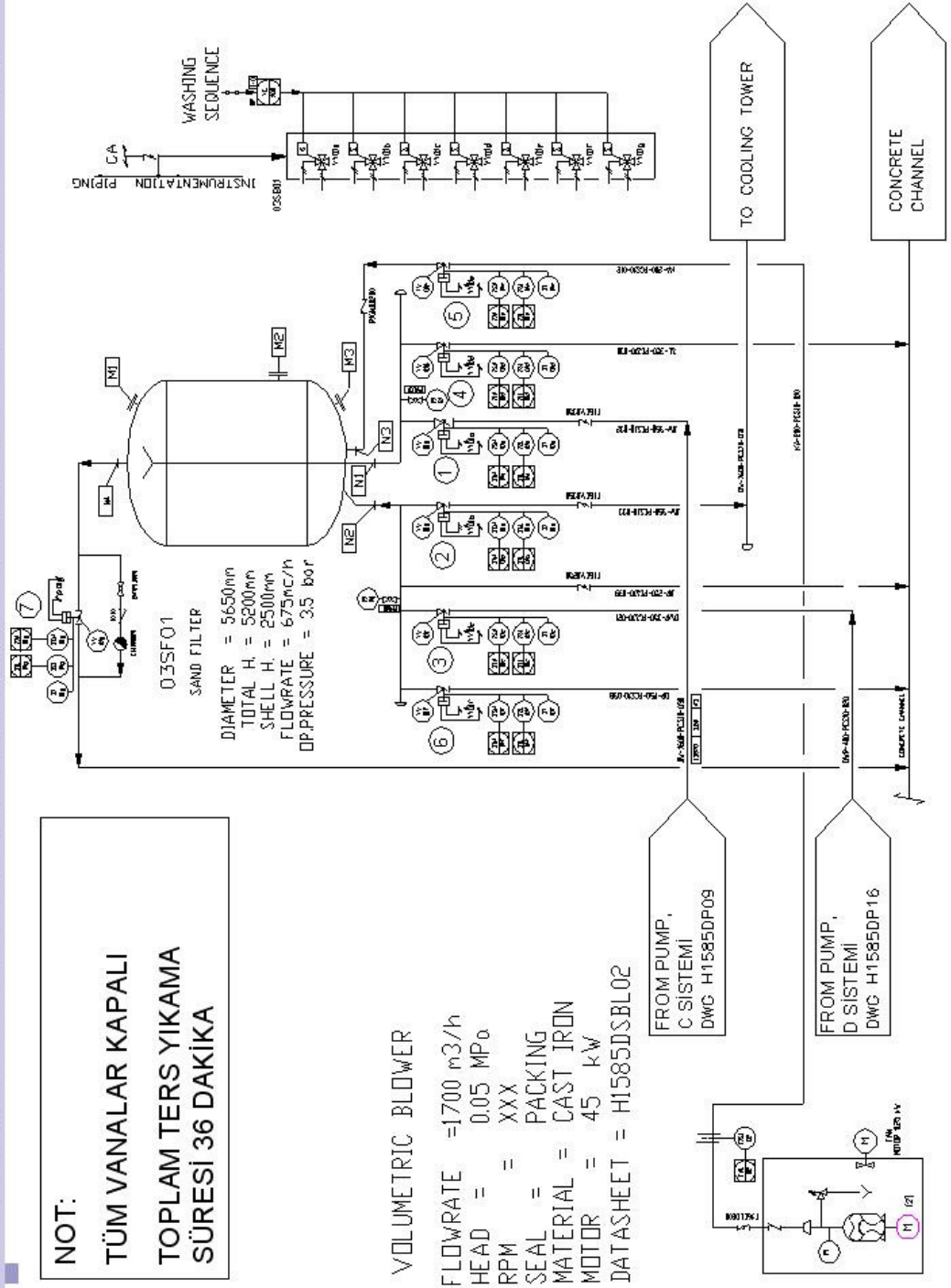
FLOWRATE = 1700 m<sup>3</sup>/h  
 HEAD = 0.05 MP<sub>a</sub>  
 RPM = XXX  
 SEAL = PACKING  
 MATERIAL = CAST IRON  
 MOTOR = 45 kW  
 DATASHEET = H1585DSBL02



## KUM FİLTRESİ GERİ YIKAMA: FİLTRE BEKLEME ZAMANI

NOT:

TÜM VANALAR KAPALI  
TOPLAM TERS YIKAMA  
SÜRESİ 36 DAKIKA





## KUM FİLTRESİ GERİ YIKAMA: FİLTRE İŞLETMEDE

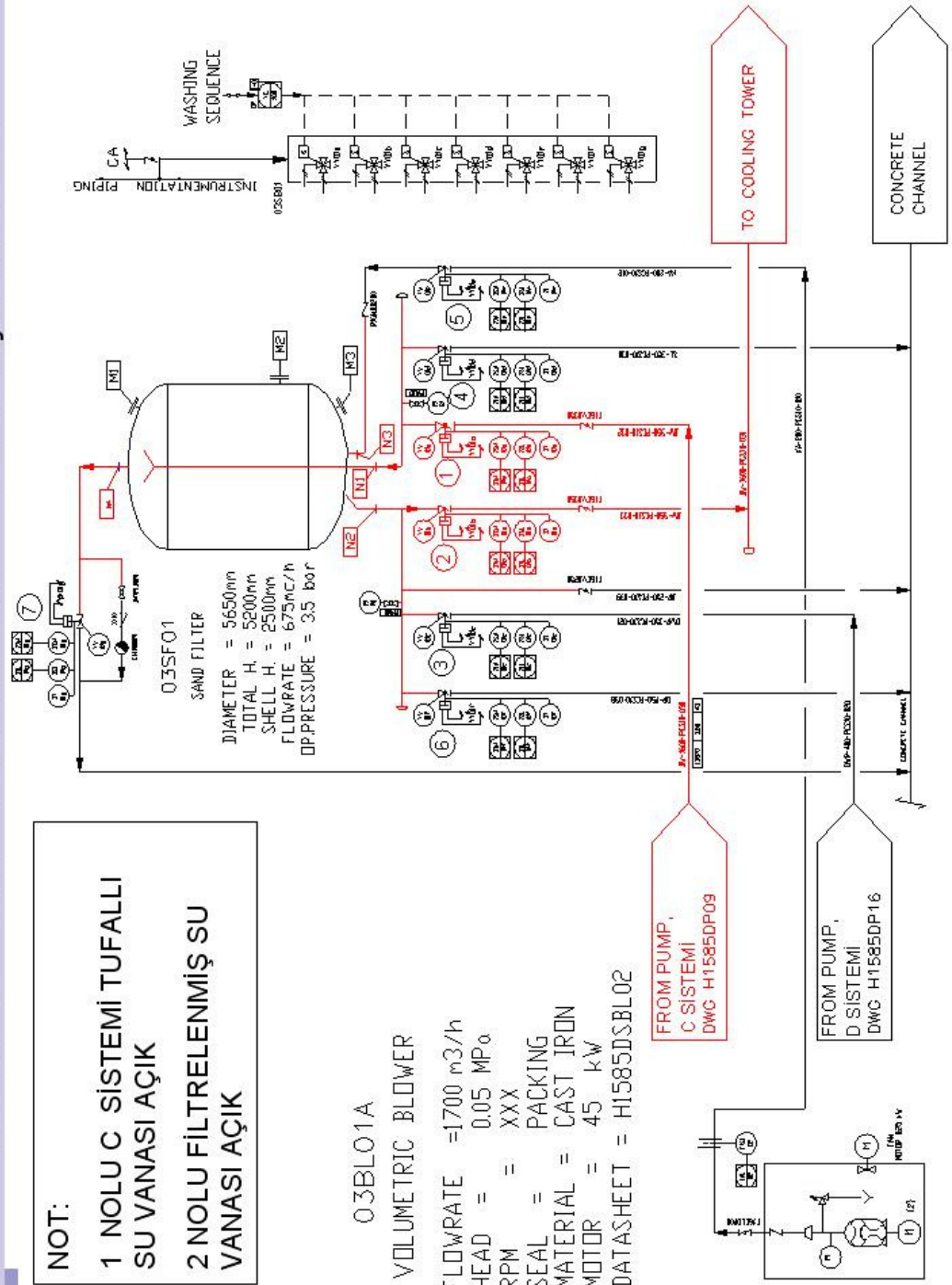
NOT:

- 1 NOLU C SİSTEMİ TUFALLI SU VANASI AÇIK
- 2 NOLU FİLTRELENMİŞ SU VANASI AÇIK

03BLO1A

VOLUMETRIC BLOWER

FLOWRATE = 1700 m<sup>3</sup>/h  
 HEAD = 0.05 MPa  
 RPM = XXX  
 SEAL = PACKING  
 MATERIAL = CAST IRON  
 MOTOR = 45 kW  
 DATASHEET = H1585DSBL02



ŞEKİL 5.17. KUM FİLTRESİ ÇALIŞMA ŞEMASI

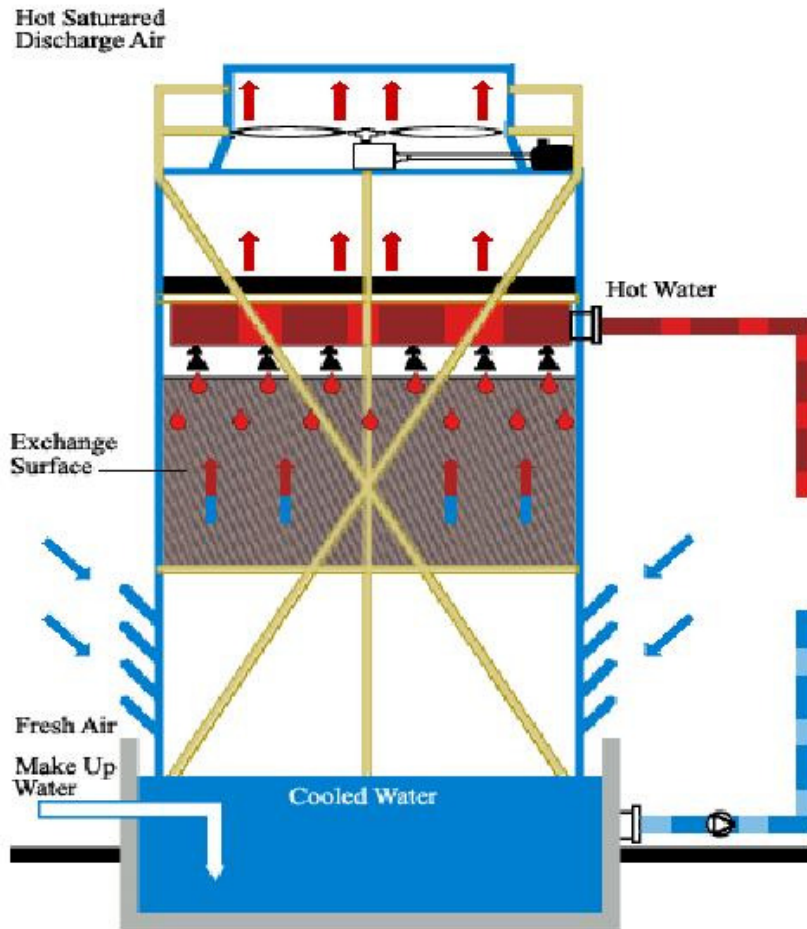
Geri yıkama işlemi 4 aşamada yapılmaktadır, bunlar :

- Su ile yıkama,
- Hava ile yıkama,
- Hava ve su ile yıkama,
- Durulama,

Filtre önce boşaltılır ve arkasında taze su aşağıdan yukarıya doğru tersten gönderilerek kum katmanları arasındaki parçaların çıkarılması sağlanır. İkinci aşamada taneler arasının dahada açılması için basınçlı hava gönderilir. Üçüncü aşamada su ile birlikte basınçlı hava ile temizlik işleminin etkinliği artırılır. Dördüncü ve son aşamada ise su ile durulama yapılarak işlem tamamlanır. Geri yıkamada açığa çıkan atık su, atıktoplama havuzuna buradan da atıkların değerlendirilmesi kapsamında çamur işleme merkezine gönderilir.

#### **4.4.3.4. SOĞUTMA KULESİ**

Su soğutma kuleleri çalışma prensiplerine göre karşı akışlı ve çapraz akışlı kuleler olmak üzere ikiye ayrılır. Karşı akışlı su soğutma kulelerinde su yukarıdan aşağı süzülürken hava aşağıdan yukarı hareket eder. Çapraz akışlı su soğutma kulelerinde su yukarıdan aşağı inerken hava akımı yataydır. Son yıllarda cebri çekişli karşı akışlı kuleler tercih edilmektedir.



ŞEKİL 5.18. CEBRİ KULE

Karşı akışlı cebri çekişli tip su soğutma kulelerinde, işletmeden ısınıp gelen su, özel olarak imal edilmiş su dağıtım sistemi ve fiskiyeler yardımı ile kulenin tüm kesitine yukarıdan aşağı doğru homojen olarak püskürtülür. Püskürtülen su kütleleri, kule dolguları arasından süzülerek parçalanır. Dış ortamın nemine sahip hava, motor fan grubu yardımı ile dolgular üzerinden aşağıdan yukarıya doğru emilir. Dolgu soğutma yüzeyinde hava ile buluşan su; havaya ısı verir ve bir kısmı buharlaşarak soğur. Soğuyan su; kule soğuk su havuzunda toplanarak işletmeye gönderilir. Suyun buharlaşması sonucu nemi artan hava (doyma oranına yakın), kulenin en üstünde bulunan fan bacasından atmosfere atılır.

Termodinamik esaslarına göre; buharlaşan her bir gram suyun faz ( Hal ) değişimini gerçekleştirebilmesi için yaklaşık 540 Kalori enerji sistemden emilir. Bu yaklaşımla; sistemde dolaşan suyun her 6 °C soğuması için yaklaşık su debisinin % 1' nin buharlaşması gerekmektedir.

Bu miktar aşağıdaki formülle hesaplanabilir;

$$\text{Buharlaşma Miktarı (m}^3\text{/h)} = 0.00085 \times 1.8 \times \text{Debi (m}^3\text{/h)} \times (T_g - T_ç)$$

#### 4.4.3.5. KİMYASAL DOZAJLAMA

Su sistemlerinde kimyasal şartlandırılması, çalışma esnasında buharlaşma ve sızma vb sebeplerden olayı kaybedilen suyun yerine takviye edilen telafi suyu “make-up” kalitesi ile doğrudan ilişkilidir. Suyun toplandığı havuzlarda bulunan ölçüm cihazları ile suyun iletkenlik, Ph değerleri takip edilerek değerlerin artışlarına göre telafi suyu takviyesi yapılır.

Suyun içerisindeki çözülmüş iyonlar suyun iletkenlik değeri olarak belirtilir. Sistemdeki iletkenlik değeri çalışma esnasında kaybedilen su sebebiyle artış gösterir ve iyon artışı korozyon ve madde çökmesi sebebiyle sistemlerde istenmez. Kullanılan iletkenlik ölçüm cihazları ile set edilen değer üzerine çıkılması suyun iyon açısından derişik olduğu anlamına gelir ve seyreltme işlemi yapılmalıdır. Bunun için havuzdan set değerine gelene kadar su atılarak ( blöf) taze telafi suyu alınır. Bir sistemin buharlaşma

kayıpları, blöf miktarı ve alınan telafi suyu arasındaki ilişki konsantrasyon sayısı ( çevrim sayısı) olarak ifade edilir.

Bir sistemdeki konsantrasyon sayısının yüksek olması suyun daha uzun süre kullanılması ve telafi suyu tüketiminin azalması anlamına gelir. Garfiğe göre bu sayı max 4 olarak alınabilir, 4 üzeri katsayılarında grafik sabit olduğu için tüketim miktarı değişmez.

Suyun kimyasal yapısı ve bulunduğu kaynağın etkisi ile sistemlerinde kullanımları öncesinde korozyon, sertlik ve biyolojik oluşuma karşı şartlandırılması gerekmektedir. Şartlandırma sistemi, kimyasal malzemelerin deplandığı tank üniteleri ve dozajlamayı sağlayacak olan diyafram tip pompa ünitelerinden oluşmaktadır

Suyun şartlandırılması birkaç işlem ile yapılmaktadır, öncelikle su içerisindeki katı maddelerden arındırılması için filtrelerden geçirilir, daha sonra Ph ayarlaması için içerisine sülfürik asit gönderilir. Ph seviyesi ayarlanan ham su kullanım için herbir sistemin soğuk su havuzlarına make-up ( telafi suyu ) olarak gönderilir.

Havuz içerisinde suyun sıcaklığı sebebiyle biyolojik oluşumun (mantar ve yosun) önlenmesi amacıyla Cl bazlı biyosit maddesi ilave edilir.

Ayrıca suyun içerisinde bulunan iyonların ( demir vb.) boru içerisinde geçişi esnasında elektron alışverişi sebebiyle ortaya çıkan korozyon ve malzeme kayıplarının önlenmesi amacıyla anti korozif malzemeler kullanılır. Suyun içerisinde bulunan  $CaCO_3$  sebebiyle tersi malzeme birikiminin önlenmesi ve tıkanmaların önüne geçilmesi için dispersant olarak adlandırılan çökelmeyi önleyici malzeme ile şartlandırma tamamlanır.

Esasında maliyet açısından göze çarpsada kimyasal şartlandırma ekipman ömrü ve boru hatlarının korunarak üretim kayıpları, ekipman arızaları vb. hususların önlenmesinde önem arz etmektedir. Tüketimin azalması kullanılan suyun kalitesi ile doğrudan etkilidir. Bu sebeple yeni nesil sistemlerde ters basınç ve nano filtrasyon teknolojilerinin kullanılarak sistemlere kaliteli su takviye edilmektedir.

#### **4.4.3.5.1. KİMYASAL MALZEME SARFİYATI HESAPLAMASI**

Su Şartlandırma Tesisi'nde şartlandırma yapılması, hangi tür kimyasalın yada kimyasalların kullanılacağı yanında her  $m^3$  malzeme için ne kadar kullanılacağı

hayati önem taşımaktadır. Sonuçta amaç suyun istenilen şartlara gelmesini en uygun ve en ekonomik şekilde sağlamaktır.

Kimyasal şartlandırma, bölüm 2.4 'te verilen su parametrelerinin tesis ekipmanlarının kullanacağı uygun seviyelere getirilmesinde uygulanır. Sarf edilecek kimyasalın miktarında özellikle telafi olarak kullanılacak suyun önemi bulunmaktadır. Şöyle ki, soğutma sistemlerinde suyun ömrü bölüm 2.4.12'de belirtilen sirkülasyon sayısı dikkate alınarak belirlenir.

Genellikle suyun iletkenlik değeri yani su içerisindeki iyon konsantrasyonu yükseldikçe, sistemde dolaşan suyun temas ettiği sıcak yüzeylerde, özellikle plakalı eşanjörlerde, birikim (kışır) ve tortu oluşturmaması için blöf yani sistemden uzaklaştırılarak taze telafi suyu (make up) alınır. Bu şekilde devir daim yapan suyun değerleri kontrol altına alınır. Telafi suyu olarak alınan suyun değerleri, blöf edilene ne kadar yakınsa sirkülasyon sayısı o kadar az olur ve atılan suyun miktarı artar, bağlantılı olarak da tüketilen kimyasalın miktarı da artmış olur.

Bu sebeple tesislerin tasarımları yapılırken, iletkenlik değerlerinin ve sıcaklık farkının kabul edilebilir en yüksek değerlerde hesaplara dahil edilmesi, ihtiyaç duyulacak telafi suyu ve kimyasal miktarlarının azalmasına, aynı oranda da daha ekonomik şartlandırma yapılmasına olanak sağlar.

Aşağıda bazı sistemler örnek alınarak yapılan kimyasal tüketim miktar hesabı bulunmaktadır.

### UYGULAMA – 1)

Sistem ve havuzdaki su için, A kimyasal malzemesinden 20 ppm şoklama yapılması gerekmektedir. Ayrıca, make-up suyuna 100 ppm aynı A kimyasal malzemedan verilirse günlük, aylık ve yıllık kullanım miktarları kaç lt. ve kg olur ?

A kimyasal malzemesinin yoğunluğu :  $1,4 \text{ g/cm}^3$

Havuz hacmi :  $900 \text{ m}^3$

Sistem ve boru hacmi :  $1100 \text{ m}^3$

Sistem debisi :  $1200 \text{ (m}^3/\text{h)}$

Sıcaklık farkı (  $t_2 - t_1$  ) =  $20 \text{ }^\circ\text{C}$

Konsantrasyon katsayısı  $e = 4$

**Çözüm:**

**a) Sistemdeki Toplam Su Miktarı :**  $900 + 1100 = 2000 \text{ m}^3$

**A Kimyasal malzeme miktarı** =  $(2000 \text{ m}^3 \times 20 \text{ g/m}^3) / (10^3 \text{ g/kg}) \times 1 \text{ şok}$   
 $= 40 \text{ kg} / 1 \text{ şok}$

**b) Make-up (MU) = Evaporasyon (E) + Blöf (B)**

$$E = \frac{Q \times \Delta t}{560} \quad E = \frac{1200 \times 20}{560} = 42,8 \text{ m}^3/\text{h} \cong 43 \text{ (m}^3/\text{h)}$$

$$B = \frac{E}{e-1} = \frac{43}{3} = 14 \text{ (m}^3/\text{h)} \quad \text{MU} = E + B \Rightarrow \text{MU} = 57 \text{ (m}^3/\text{h)}$$

**A Kimyasal malzeme miktarı** :  $\frac{57 \text{ (m}^3/\text{h}) \times 100 \text{ (g/m}^3)}{10^3 \text{ (g/kg)}} \times 24 \text{ h} = 137 \text{ (kg/gün)}$

:  $137 \text{ kg/gün} = 4110 \text{ (kg/Ay)} = 49320 \text{ (kg/yıl)}$

$$\frac{1 \text{ dm}^3}{X} \quad \frac{1,4 \text{ kg ederse}}{49.320 \text{ kg}} \quad X = \frac{49320}{1,4} \cong 35229 \text{ dm}^3 \cong 35 \text{ m}^3 / \text{YIL}$$

**UYGULAMA – 2)**

Sirkülasyon debisi  $Q = 1200 \text{ (m}^3/\text{h)}$  olan bir sisteme B kimyasalından  $5 \text{ ppm}$  verilmesi gerekirse, günlük , aylık ve yıllık kullanım miktarı kaç lt. ve kg olur ?

Not: B kimyasal malzeme yoğunluğu :  $1,3 \text{ (g/cm}^3)$ 'dür.

$$\begin{aligned} \text{B kimyasal malz. miktarı: } \frac{1200 \text{ (m}^3/\text{h}) \times 5 \text{ (g/m}^3)}{10^3 \text{ (g/kg)}} \times 24 \text{ h} &= 144 \text{ (kg/gün)} = 110 \text{ (lt/gün)} \\ &= 4320 \text{ (kg/ay)} = 3323 \text{ (lt/ay)} \\ &= 51840 \text{ (kg/yıl)} = 39877 \text{ (lt/yıl)} \end{aligned}$$

B kimyasalı  $200 \text{ lt.}'\text{lik}$  bidonlar ile gelirse yılda kaç varil alınması gerekir ?

$$39876 \text{ (lt/yıl)} / (200 \text{ lt}) = 199,38 \text{ (varil/yıl)} \cong 200 \text{ (varil/yıl)}$$

#### 4.4.3.6. ÇAMUR TESİSİ VE KEKLEŞTİRME

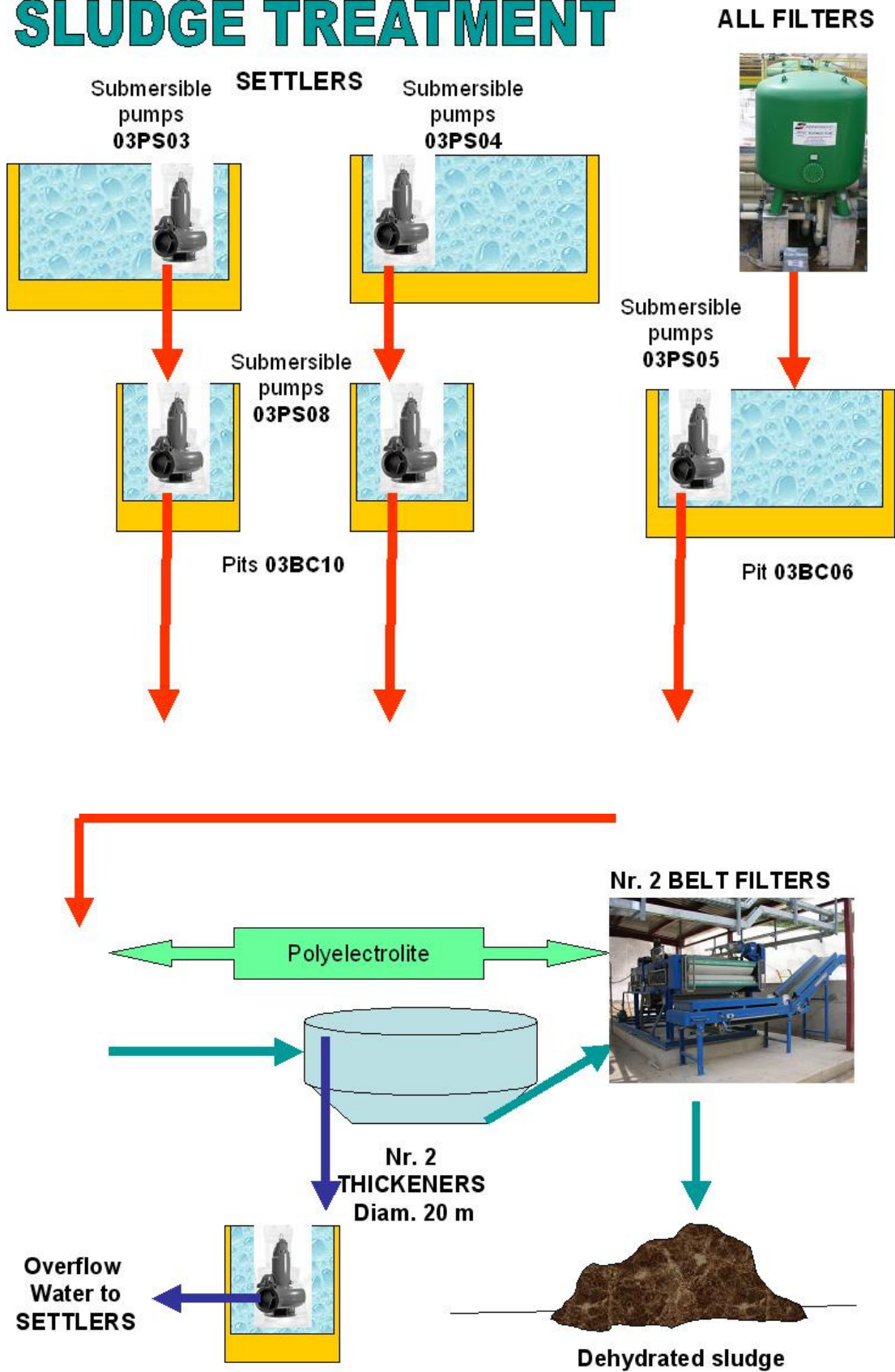
Haddehane tesisinde kullanılan ekipmanlar, imalat yapısı sebebiyle yağ ve tufal gibi atık malzemeler ortaya çıkmaktadır. Bunlardan kaba tufal (  $>500 \mu$  ) içerisindeki yağ oranı %2 'yi geçmemesi kaydıyla ( çevre kanunu sebebiyle ) sinterleme ünitesine gönderilerek yüksek fırınlarda tekrar kullanılır. Yağ ise ayrı bir tarafta toplanarak yakılmak üzere, sertifikası bulunan tesislere gönderilir.

Filtre ve yatay dinlendirme havuzlarında çökelen ince yapıdaki (  $<500 \mu$  ) tufaller ise dairesel çökeltme havuzlarında içerisine polielektrolit adı verilen pekleştirme malzemesi ile karıştırılır. Karışım yoğun pelte kıvamını alır ve alt-üst polipropilen bantlardan oluşan press makinasına girerek suyu sıkılır. Suyu ve katı malzemesi birbirinden ayrılan içerisinde yağ bulunan tufalin bu şekline kek adı verilir. Benzer şekilde yağ oranı %2 'yi geçmemesi kaydıyla tekrar sistemde kullanılabilir, aksi durumda depolanmak üzere atık toplama merkezine oradanda yakılmak üzere, sertifikası bulunan tesislere gönderilir.

Atıkların bertarafı üretimden çok daha maliyetli olduğundan tesislerin mümkün olan en az derecede atık oluşacak şekilde tasarlanması gerekmektedir.



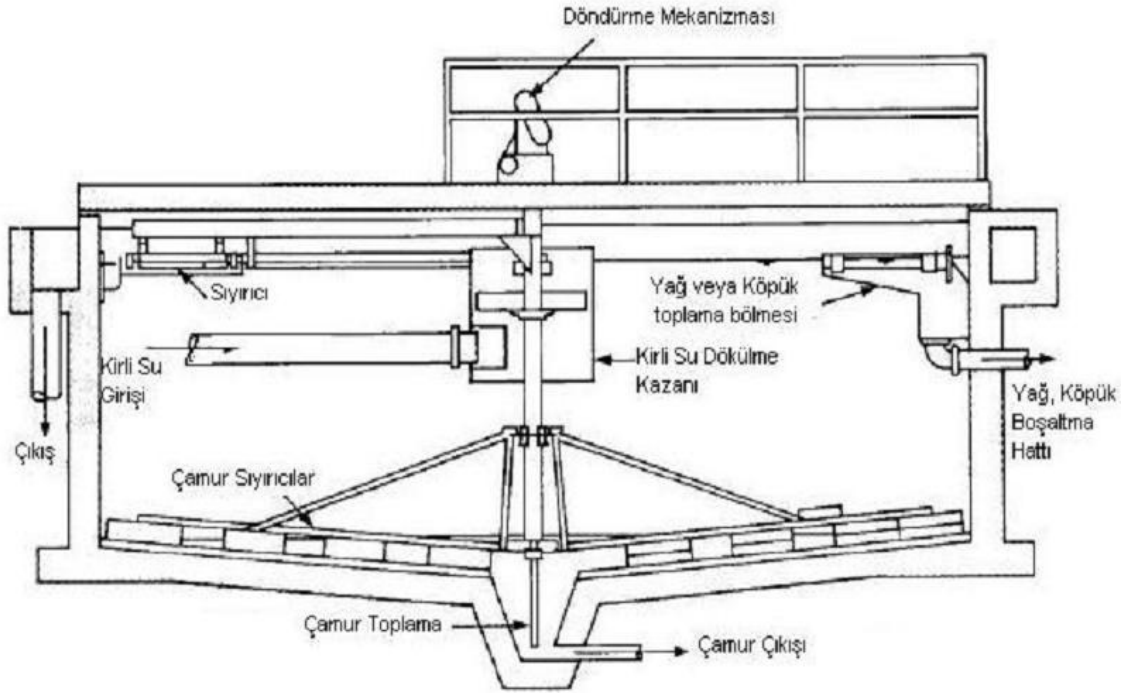
# SLUDGE TREATMENT



ŞEKİL 5.19. ÇAMUR SİSTEMİ AKIŞ ŞEMASI

#### 4.4.3.6.1. ÇÖKELTME HAVUZLARI

Çökeltme havuzları, yağlı ve katı maddeli suyun hızı yavaşlatılarak katı maddelerin tabana çökmesi ve yağın üst kısımdan sıyrılarak alınmasını sağlayan ekipmanlardır. Soğutma suyu sistemlerinde, içme ve kullanma suyu ile atık su arıtma tesislerinde su içindeki katı maddeleri dinlendirerek ayırmak için çökeltme havuzları kullanılır.



**ŞEKİL 5.20.** RADYAL ÇÖKELTME HAVUZU KESİT GÖRÜNÜŞÜ

Çökeltme havuzları dairesel, yatay akışlı kare veya dikdörtgen şekilde olabilir. Sıcak haddehane su tesislerinde 12 adet yatay akışlı dikdörtgen kesitli çökeltme havuzu ile 2 adet dairesel çamur koyultma amaçlı çökeltme havuzu vardır. En çok kullanılan çökeltme havuzu tipi ise dairesel (radyal) çökeltme havuzlarıdır. Havuz tabanı eğimli olup, tabana çöken çamurlar havuz üzerinde devamlı dönen sıyrıcı köprü vasıtası ile sıyrılıp havuz merkezindeki çamur toplama hunisinde toplanır.

Dipteki hunide toplanan çamur vidalı pompalarla çekilerek, suyunun alınması ve kekleştirme için belt preslere gönderilir.

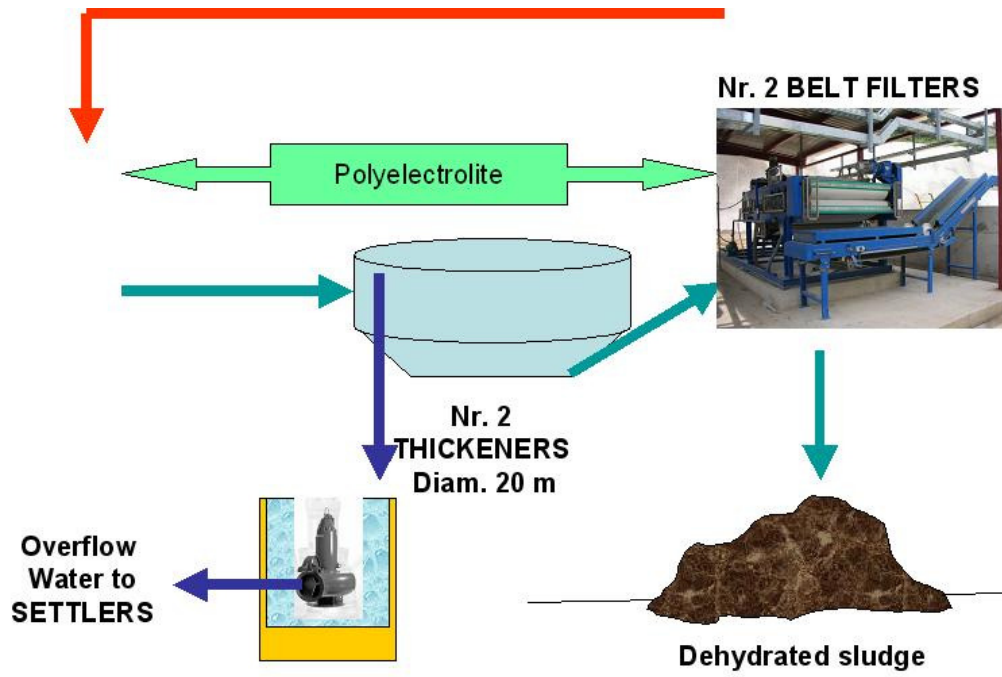


YÜKSEK FIRINLAR GAZ YIKAMA SİSTEMİ, RADYAL ÇÖKELTME HAVUZU





ŞEKİL 5.21. ÇÖKELME HAVUZLARI



ŞEKİL 5.22. KATI ATIK ve ÇAMUR İŞLEME AKIŞ ŞEMASI

#### 4.4.3.6.2. KOAGÜLASYON

Ham su içinde bulunan çökelmeyen kolloidal maddeler veya yavaş çöken askıda katı maddeleri, hızlı çökelebilen floklara çevirmek için suya birleştirici (yumaklaştırıcı) kimyasal malzeme verilir.

Suya kimyasal madde karıştırılarak hızlı karıştırılmasına, kolloidal ile askıda katı maddelerin birleştirilmesi ve yumaklaştırılmış katı maddelerin birleşmesine koagülasyon denir.

En çok kullanılan koagülant madde alum ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  ve demir tuzlarıdır. (Ferrous Sulphate  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , Ferric Sulfate  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ , Ferric Chloride  $\text{FeCl}_3$ ) Koagülasyon işlemini kolaylaştırıcı olarak polielektrolit kimyasal malzemesi kullanılmaktadır.

#### 4.4.3.6.2.1. KOAGÜLASYON İÇİN KULLANILAN KİMYASAL MALZEMELER

##### Alum ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$ )

Hidroksit flokları oluşturmak için suda yeterli alkalinite bulunmalıdır. Gerekli pH değerleri arasında alkalinite genellikle bikarbonat iyonları formunda olur.

Bazı ham sulara alumla reaksiyona girecek yeterli miktarda alkalinite yoksa, alkalinite olarak kireç (hidroksit iyonu olarak) veya (karbonat iyonu olarak) soda külü eklenir.

Alum koagülasyonu için optimum pH değerleri 4.5 - 8.0 dir.

##### Ferrous Sulphate ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ )

Hızlı çökeltme için hidroksit iyonu formunda alkaliniteye ihtiyaç vardır. Reaksiyonun oluşması için pH 9.5 'e yükseltilmelidir. pH yükseltilmesi kireçle yapılabilmektedir.

**Ferric Sulfate (Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>)**

Suda yeterli tabii alkalinite yoksa, suya sönmüş kireç eklenir.  
Optimum pH aralığı, 4-12 dir.

**Ferric Chloride (FeCl<sub>3</sub>)**

Suda yeterli tabii alkanite yoksa, suya sönmüş kireç eklenir.  
Optimum pH aralığı 4-12 dir.

**Polielektrolit (İşlemi Hızlandırıcı Kimyasal Malzeme)**

Polielektrolitler anyonik (negatif yüklü), katyonik (pozitif yüklü), poliamfolit (nanyonik) (pozitif ve negatif yüklü grup) türlerinde olur.

Polielektrolitler nişasta ve polysaccharide sakızları gibi tabii orijinli ya da sentetik orijinli olup, su arıtımında genellikle sentetik polielektrolitler kullanılmaktadır.

**4.4.3.6.3. FLOKÜLASYON**

Flokülasyon, koagülasyon işlemi sonucunda birleştirilen küçük flokların yavaş karıştırılarak yumaklaştırılması ve yoğunlukları artırılarak hızlı çökebilen büyük flokların oluşması işlemidir. Yavaş karıştırma işlemi, mekanik karıştırma, havalı karıştırma ve hidrolik karıştırma işlemleriyle yapılır. En çok mekanik karıştırıcılar tercih edilmektedir. Mekanik karıştırıcılardan en yaygın olanı pedallı dairesel karıştırıcılar olup türbin ve pervaneli karıştırıcılar da kullanılmaktadır. Yavaş karıştırma işleminde bekleme süresi: 15-30 dak. Hız gradyanı,  $G = 45-90 \text{ sn}^{-1}$  olarak seçilmektedir.

#### 4.4.3.6.4. ÇAMUR SUSUZLAŞTIRMA (KEK) SİSTEMİ ve JAR TESTİ

Radyal çöktürme havuzu tabanındaki yoğun çamurlu suya tekrar polimer verilerek karıştırılır. Bu yoğun çamurlu su, döner tip iki adet bez filtre arasında sıkıştırılarak susuzlaştırır. Sonuçta, % 45 katı madde ihtiva eden atık (kek) yapılmış olur. Üretilen kek içerisinde bulunan yağ oranına göre tekrar değerlendirilmek üzere Sinter fabrikasına gönderilir. Kekleştirme işlemi esnasında çamurun pekleştirilmesinde kullanılacak polielektrolit malzemenin, sistemdeki çamura uygunluğu için “Jar Testi” yapılarak belirlenir.

##### 4.4.3.6.4.1. JAR TESTİ VE UYGULAMASI

Deneyin Amacı, Sudaki süspansiyon katı madde veya renk giderilmesi işlemi esnasında çöktürme havuzlarında kullanılan kimyasal malzemelerin, sahada veya laboratuvar bazında en uygun miktar, pH ve karıştırma hızını tespit ederek en ekonomik kimyasal malzeme miktarı kullanımının sağlanmasıdır.

Koagülasyon ve flokülasyon hızı ile etkinliği, kullanılan kimyasal malzemenin karakteristiği, miktarı, karıştırma hızı, pH değeri, ısı gibi etkenlerden dolayı değişiklik göstermektedir. Bu nedenle, uygun kimyasal malzeme dozaj miktarı Jar test deneyleri yapılarak bulunmaktadır.

Su karakterinin değiştiği her zaman, Jar test deneyi yapılmalıdır.

##### 4.4.3.6.4.2. JAR TESTİNDE KOAGÜLASYON İÇİN KULLANILAN KİMYASALLAR

Alum ( $Al_2(SO_4)_3 \cdot 14H_2O$ )

Ferrous Sulphate ( $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ )

Ferric Sulfate ( $Fe_2(SO_4)_3$ )

Ferric Chloride ( $\text{FeCl}_3$ )

Polielektrolit (İşlemi Hızlandırıcı Kimyasal Malzeme )

#### 4.4.3.6.4.3. JAR TESTİ DENEY DÜZENEGİ

##### Deneyde Kullanılan Araç ve Gereçler:

Jar test ekipman seti,

1'er litrelik karıştırıcı pedal sayısı kadar cam beher,

50 ve 100 ml'lik ölçü skalalı pipet,

5 ve 10 ml'lik pipet,

Hassas terazi,

pH metre,

Spektrofotometre,

Alkalinite deney malzemeleri,

Colormetre,

Termometre,

Kronometre,

##### Deneyde Kullanılan Kimyasal Malzemeler:

Alüm çözeltisi: %10'luk. 10 gr alüminyum sülfat ve 90 gr saf su.

Ferric Sulfate ( çözeltisi: %10'luk. 10 gr demir (III) sülfat ve 90 gr saf su.

Kalsiyum karbonat: 10 gr kalsiyum karbonat ve 90 gr su.



ŞEKİL 5.23. JAR TESTİ EKİPMANI



#### 4.4.3.6.4.4. JAR TESTİ YAPILIŞI

##### 1. Ön Hazırlık:

Numune hazırlama: 20-30 lt numune su bir kaba doldurulur. İçine bulanıklık 20-40 birim olacak şekilde bentonit veya kaolin ile renk 50-80 birim olacak şekilde kaynatılmış yaprak suyu veya çay ilave edilir. Hazırlanan numunede pH, bulanıklık, renk ve alkalinite tayinleri yapılır. Deney sırasında su ve ortam sıcaklıkları kaydedilir. Hazırlanan çözeltiler 10-300 mg/L dozlar arasında numuneye ilave edilir.

Reaksiyon tamamlandığında suyun alkalitesi en az 25 mg/l - CaCO<sub>3</sub> olmalıdır. Alüminyum sülfatın veya demir (III) sülfatın maksimum dozu ile reaksiyona girecek alkalinite hesaplanır.

Koagülant dozajının alkalinite, pH, renk, bulanıklık ve diğer gözlenecek değişikliklerle karşılaştırılmasına yardım edecek tablolar hazırlanır.

##### 2. En Uygun Koagülant Dozunun Bulunması

Bir litrelik 5 adet behere 1'er litre numune konulur ve numuneler Jar test ekipmanına yerleştirilir. Numuneler 100 d/d hızla bir dakika karıştırılırken dört behere 10-300 mg/L arasında seçilecek dozlarda koagülant ilave edilir. 1 beher kontrol için kullanılır. Daha sonra numuneler 30-40 d/d hızla 20-30 dakika yavaş karıştırılır. Gözle görülen flok, yumakların teşekkülüne kadar geçen süre ve oluşan yumakların boyut ve görünüşü kaydedilir. Yumaklaşmadan sonra karıştırıcı pedallar çıkartılır ve beherler 30 dk çökelmeye bırakılır. 30 dk sonra beherlerdeki çamur derinlikleri ölçülür ve yaklaşık olarak hesaplanır. Üstteki berrak kısımdan çökelmeyi dağıtmadan ölçü skalalı pipetle numune alınarak dozlama yapılmış her bir beher için renk, bulanıklık ve pH tayinleri yapılır. Elde edilen sonuçlar tatmin edici değil ise, koagülant dozu değiştirilerek en uygun dozaj miktarı bulunana kadar deney tekrarlanır.



**ŞEKİL 5.24. SU İÇİNDE (FLOK) YUMAKLAŞMANIN BAŞLAMASI**

### **3. En Uygun pH Değerinin Bulunması**

Yapılan deneyde kullanılan koagülantın en uygun dozu kullanılarak pH değeri 6.0, 6.5, 7.0, 7.5, 8.0, 8.5, ve 9.0'a getirilmiş numunelerle deney tekrarlanır. (Numunelerin pH değerleri pıhtılaştırıcı ilavesinden önce ayarlanır) İşlem sonunda beherlerde oluşan çamur derinlikleri ölçülür ve yaklaşık hacimleri hesaplanır. Berrak kısımdan ölçü skalalı pipetle numune alınarak her bir beher için pH, renk ve bulanıklık tayinleri yapılır.

### **4. Karıştırma Süresi ve Şiddetinin Etkisinin Bulunması**

En uygun pH için, değişik boyut ve şekilde karıştırıcı pedallar kullanılır ve bunlar farklı hızlarla döndürülür. Her beher içine önceden belirlediğimiz en uygun dozda koagülant konur ve tüm beherlerdeki pH eşit hale getirilir. Hızlı karıştırma 100 d/d, yavaş karıştırma 30-40 d/d olarak uygulanır. İşlem bitince pedallar beherde oluşan yumakları bozmayacak şekilde alınır. Beher 30 dk çökelmeye bırakılır. Çökeltme sonunda berrak kısımdan alınan numunenin pH, renk ve bulanıklık tayinleri yapılır.

#### **4.4.3.6.4.5. JAR TESTİ HESAPLAMALARI**

Tatmin edici sonuçlar bulunduğu anda bulanıklık-koagülant dozu ve rengin tersi-koagülant dozu arasında grafik çizilir. Renk ve bulanıklığın başlangıç ve son pH

değerine göre değişimi grafikte gösterilir. Bu grafikten en uygun koagülant dozu ve en uygun başlangıç pH değeri tespit edilir. Kullanılan koagülant dozajı ve pH için bulanıklığın tersi-zaman arasında bir grafik oluşturularak en uygun karıştırma hızı belirlenir. Daha sonra bulanıklık değerinin tersinin logaritması-zaman arasında bir grafik çizilir. Deney neticelerine en uygun olan doğru çizilir ve eğimi bulunur.

#### **4.4.3.6.4.6. JAR TESTİ SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

Yapılan deney ve bulunan sonuçlar ışığında gerçek sistemde kullanılacak koagülant madde miktarı ile ilgili bir hesaplama yapılır ve sisteme verilecek koagülant miktarı tespit edilmiş olur.

#### **4.4.3.6.5. TELAFİ SUYU “MAKE-UP” SİSTEMİ**

Su Şartlandırma sisteminde, tesislerden gelen ısınmış suyun soğutulmasında kullanılan kulelerdeki buharlaşma ve rüzgar ile süpürülme ile sistemin kendi bünyesinde oluşan kaçaklar sebebiyle, çevrim yapılan suyun hacminde azalmalar meydana gelmektedir. Suyun azalması ile gerek konsantrasyon sayısının artması gerekse hedeflenen sıcaklığın elde edilmesi konularında sıkıntılar yaşanır. Bunun önlenmesi için sistemin tasarım aşamasında yapılan hesaplar ve varsayımlara ve realitede ölçüm değerleri oranınca sisteme taze telafi suyu “make-up” alınır.

Alınan telafi suyunun sistemin blöf yani çevrim oranını tamamlayarak iyonlar açısından yoğunluk kazanmış atık suyun değerlerinden mümkün olduğunca az değerlere sahip olması tercih edilir. Telafi suyu için eğer var ise nehir, baraj vb. yüzey suları ile kuyu sularından istifade edilir. Yüzey sularının içerisinde çözülmüş mineral açısından fakir olması dikkate alınarak, kuyu suyuna nazaran daha fazla tercih edilir.

Uygun kaynaklara sahip olunmayan durumlarda ise membranlı veya reçineli su arıtım teknolojileri ( ters ozmoz, demimeralize, nano filtrasyon vb.) kullanılır.

#### 4.4.3.6.5.1. MEMBRAN TEKNOLOJİLERİ HAKKINDA GENEL BİLGİLER

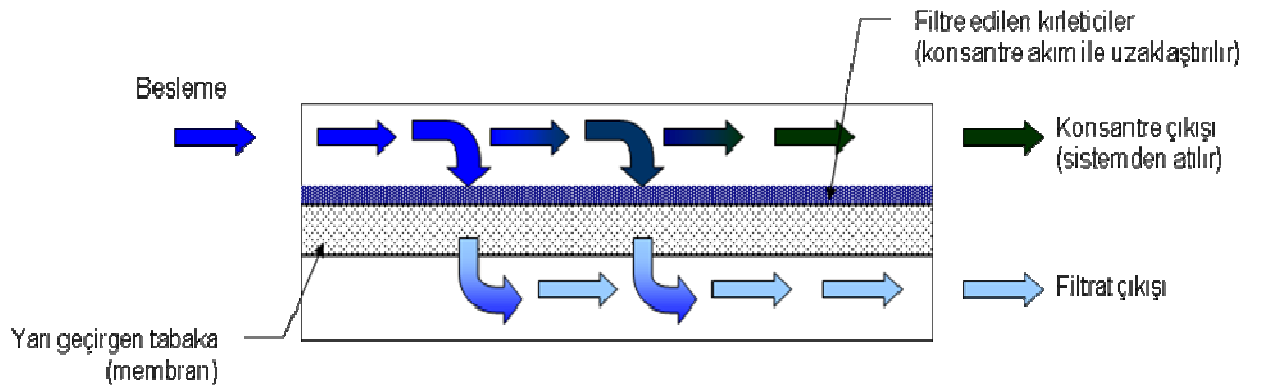
Günümüzde ilerleyen teknolojiye paralel olarak su arıtımı konusunda da konvansiyonel sistemler yerini membran teknolojilerine bırakmıştır. Membran teknolojileri su saflaştırmadan atıksu arıtımına, deniz suyu uygulamalarından ön arıtım sistemlerine kadar çok geniş bir yelpazede kullanılmaktadır.

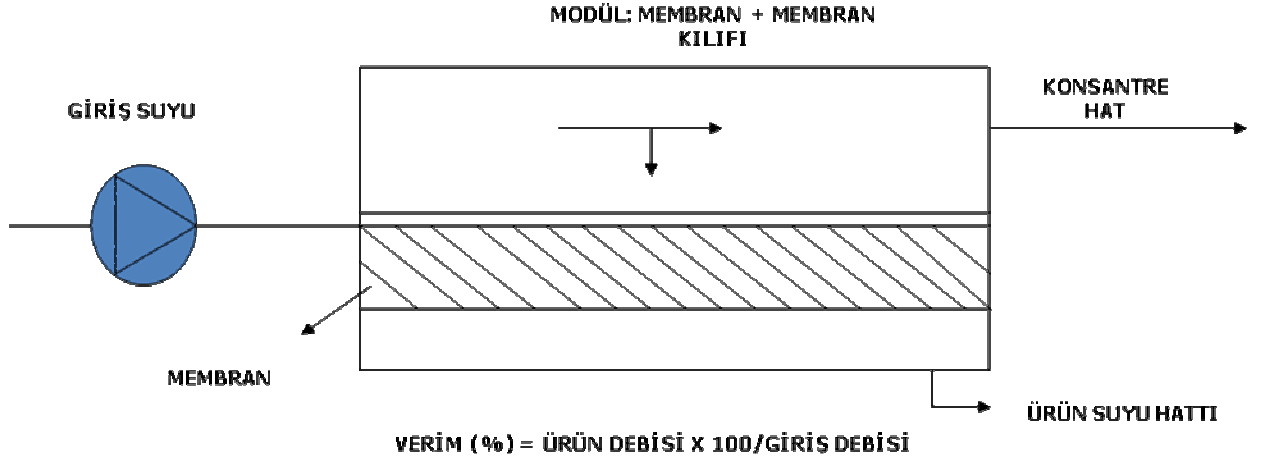
Membran teknolojilerinden Reverse Osmosis (R/O) sistemlerinin kullanımı diğer membran teknolojilerine göre daha eskidir. Mikrofiltrasyon, Ultrafiltrasyon ve Nanofiltrasyon sistemleri ise 1980/90 yıllarında uygulanmaya başlamıştır.

Membran, karışım halindeki maddelerin iki ayrı faza ayrılmasında seçici bariyer rolü oynayan tabakadır. Bu tabaka sayesinde çözülmüş ve partiküler maddeler membrana giren besleme akımından ayrılmaktadır. Bunun sonucunda besleme akımı, süzüntü ve konsantre akım olmak üzere iki ayrı akım halinde membranlardan çıkmaktadır.

#### 4.4.3.6.5.2. MEMBRAN FİLTASYONU

Bir akışkanın yarı geçirgen bir bariyer (membran) tarafından biri daha konsantre (konsentrat, retentat), diğeri ise daha seyreltik (filtrat, permeat) olan iki ayrı akıma ayrılmasıdır.





**ŞEKİL 5.25. MEMBRAN ÇALIŞMA MEKANİZMASININ ŞEMATİK GÖSTERİMİ**  
(4)

Membran sistemleri “Çapraz Akış Filtrasyon” (“Cross Flow”) prensibine göre çalışmaktadır. Cross Flow filtrasyon ile, membranlara tek hatla gelen su Konsantre ve Ürün suyu hattı olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. (4)

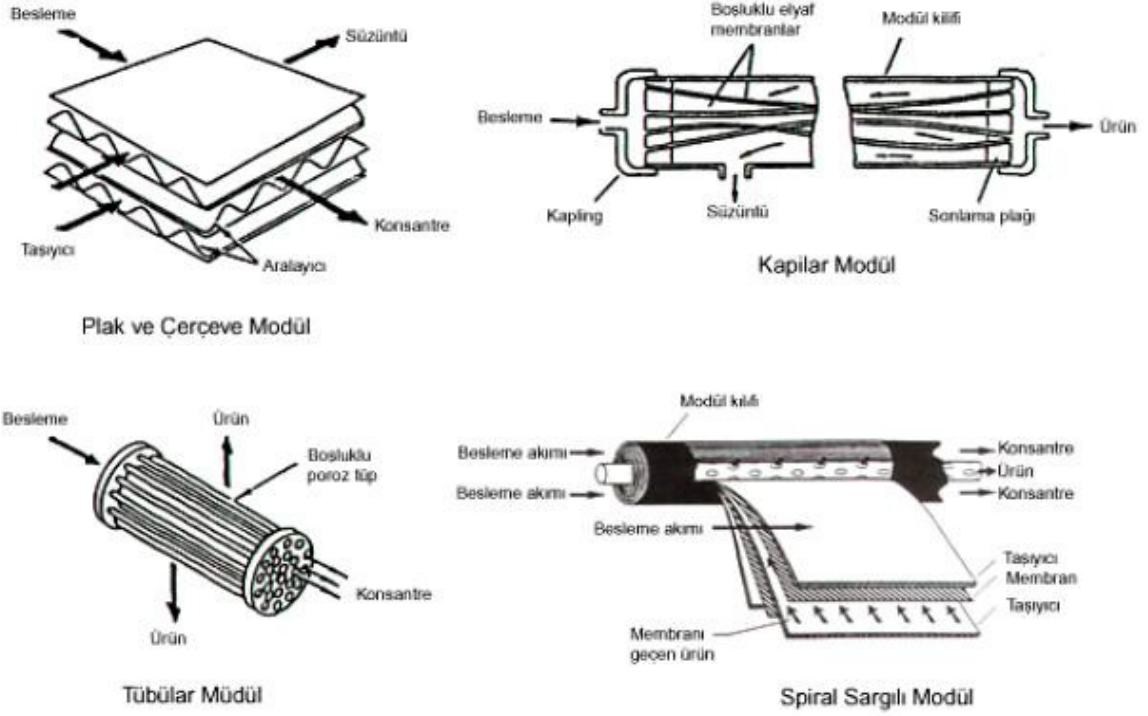
Dünya genelindeki Nanofiltrasyon uygulamaları da bu prensip doğrultusunda dizayn edilmektedir. Membranın bir tarafından diğerine akışın oluşmasını sağlayan itici kuvvetler aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Basınç farkı ( $\Delta P$ )
- Konsantrasyon farkı ( $\Delta C$ )
- Sıcaklık farkı ( $\Delta T$ )
- Elektriksel potansiyel farkı

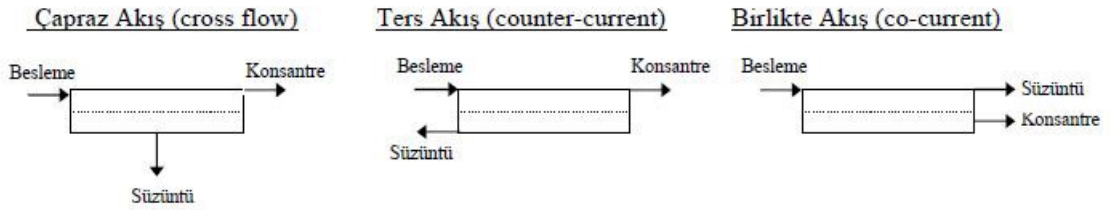
#### **4.4.3.6.5.2.1. MEMBRAN MODÜLLERİNİN YAPISI VE DİZAYNI**

Yüksek performanslı bir membran prosesi membranın yüzey alanının büyük olduğu membran modülü ile elde edilmektedir. İlk modül basit filtrasyon teknolojisine dayanıyordu ve bir çeşit filtre preste tutulan membran tabakalarından oluşmaktaydı. Bunlar plak ve çerçeve modüller olarak adlandırılmaktadır. Aynı dönemde bir dizi membran tüpünden oluşan diğer sistemlerde geliştirilmiştir. İki sistemde hala kullanılmakta ise de nispeten yüksek maliyetlerinden dolayı, daha ekonomik olan spiral

sargılı ve boşluklu elyaf modüller geliştirilmiş ve yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır. (1)



Modül dizaynında kullanılan başlıca akış türleri çapraz, ters ve birlikte akışlardır.

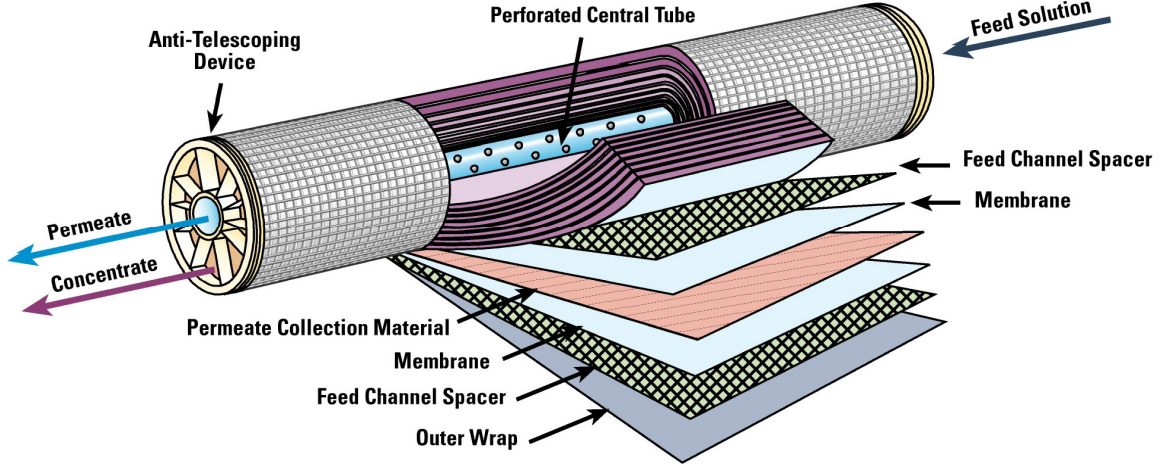


**ŞEKİL 5.26** MODÜL DİZAYNLARININ ŞEMATİK GÖSTERİMLERİ ve HİDROLİK AKIŞ MODELLERİ (1)

#### 4.4.3.6.5.2.1.1. SİRAL SARGILI MODÜLLER

Önceleri suni böbrek için kullanılan spiral sargılı modüller ters osmoz sistemleri için geliştirilmiştir. Ticari modüller tipik olarak 36-40" uzunluğunda ve 4", 6", 8" ve 12" çapındadır. Bu modüller her biri yaklaşık olarak 20 ft<sup>2</sup> alanı olan merkezi toplama borusuna sarmalanmış bir dizi membran ve süzüntü suyu taşıyıcı örtüsünden

oluşmaktadır. Çok yapraklı dizaynlar merkez boruya doğru giden sızıntı gazının karşıladığı basınç düşmesini minimize etmek için kullanılmaktadır. Basit membran örtüleri kullanılsaydı, çok büyük basınç düşmesi gerçekleşerek sızıntı mesafesi oluşacaktı. (1)



**ŞEKİL.5.27.** SPİRAL SARGILI MEMBRAN MODÜLÜ (4) (Çeşitli katmanlardan geçirilen ham su, mavi renk ile görülen tüpte toplanıp arıtılmış su olarak çıkmaktadır.)

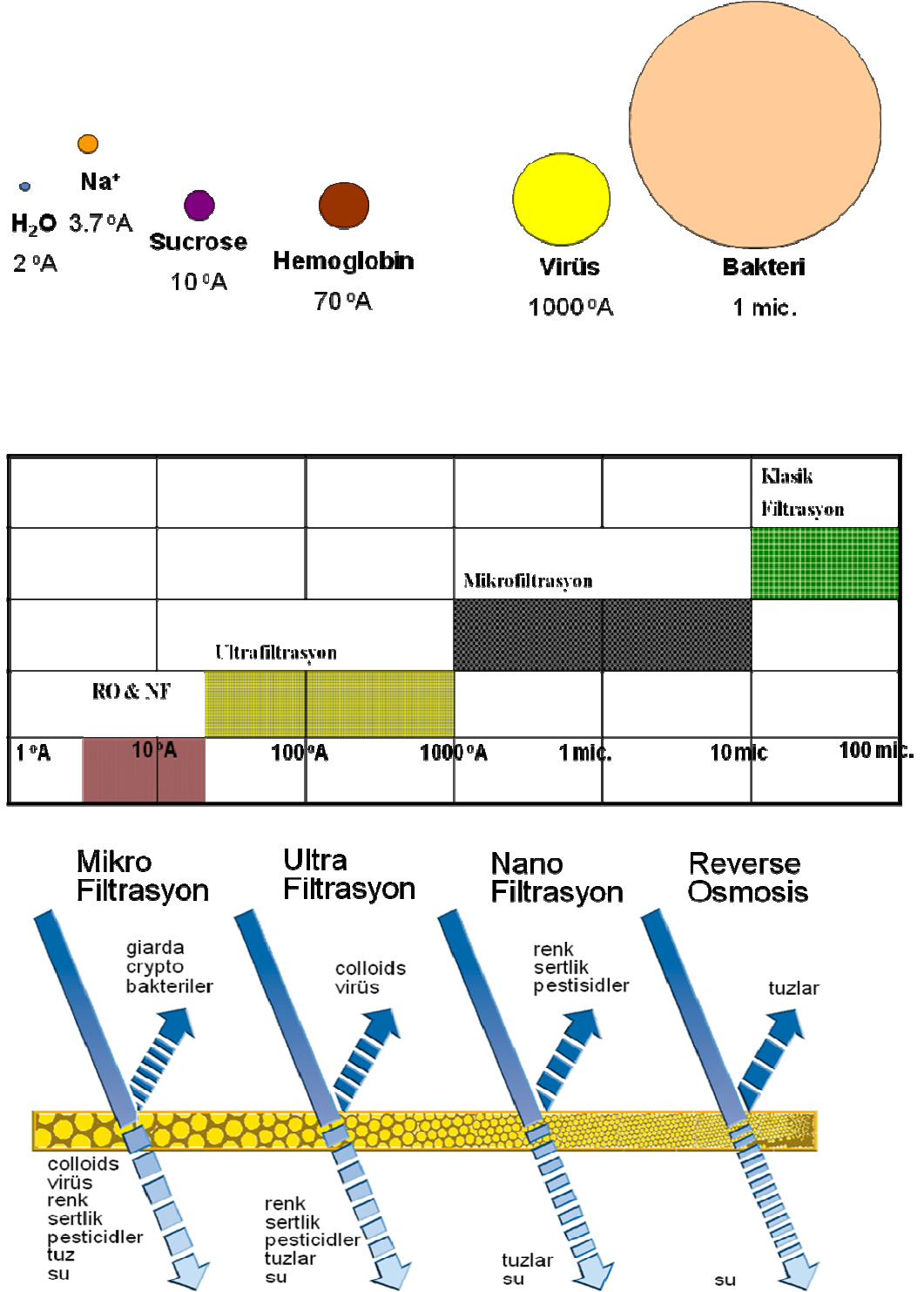
#### 4.4.3.6.5.3. MEMBRAN FİLTASYONU UYGULAMA ARALIĞI

Basınçlı membran prosesleri ana başlıklar altında aşağıdaki gibi sıralanmaktadır.

- Mikrofiltrasyon (MF)
- Ultrafiltrasyon (UF)
- Nanofiltrasyon (NF)
- Reverse Osmosis (Ters Ozmoz) (RO)

➤ 1000 mikron – 1 mikron,	Partikül Filtrasyonu
➤ 5 mikron – 0,05 mikron,	Mikrofiltrasyon
➤ 0,1 mikron – 0,005 mikron,	Ultrafiltrasyon
➤ 0,01 mikron – 0,001 mikron,	Nanofiltrasyon
➤ < 0,001 mikron,	Reverse Osmosis (Hiperfiltrasyon)

Membran filtrasyonu uygulama aralığı aşağıdaki slaytlarda şematik olarak gösterilmiştir.



ŞEKİL. 5.28 MEMBRAN UYGULAMA ve GEÇİRGENLİK ORANLARI



#### 4.4.3.6.5.3.1. NANO FİLTRASYON PROSESİ

- 0,01-0,001 µm boyutları arasında kalan molekül ve iyon arıtımını sağlar.
- Nanofiltrasyon membranları özellikle molekül ağırlığı 300-1000 arasında olan (yani düşük moleküler ağırlığa sahip organiklerin) organik bileşiklerin ve divalent iyonların gideriminde etkilidir.  
Genel bir tabir ile, Nanofiltrasyon sisteminin monovalent tuzları, suyu, asit ve alkali bileşiklerini aynen geçirdiğini söyleyebiliriz.
- Reverse Osmosis sistemine göre daha açık gözenek yapısına sahip olmasından dolayı Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> gibi tek değerlikli iyonların tutulma oranı düşükken, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> gibi çok değerlikli (divalent) iyonların tutulma oranları yüksektir.  
Bu nedenle de özellikle sertlik açısından problemlili olan sularda tercih edilen bir membran filtrasyonudur.
- Nanofiltrasyon sistemleri, RO sistemlerine oranla daha düşük basınçlarda çalışmaktadır. Buda enerji maliyetlerinde ciddi indirimlere yol açmaktadır. Sistemin çalışma basıncı Reverse Osmosis sistemlerinde 15-20 bar mertebelerinde iken, Nanofiltrasyon sisteminde 8-12 bar mertebelerindedir.
- Gözenek boyutları RO'ya kıyasla geniş olacağından tıkanma sıklığı daha seyrek olacaktır. Ayrıca, tıkanan membranların açılımı uygulama esnasında daha kolay olmaktadır.
- Tipik olarak Nanofiltrasyon sistemi uygulamalarını şu şekilde sıralayabiliriz;
  - Su Yumuşatma
  - Gıda, Süt ve İçecek ürünleri ve yan ürünleri Desalinasyonu
  - Boya Desalinasyonu
  - CIP (Clean-in-place) kimyasallarının arıtımı
  - Renk Giderimi
- Nanofiltrasyon teknolojisinin sektörel bazda başlıca kullanım alanları ise aşağıdaki gibidir.
  - İnsani Kullanım Amaçlı Su Üretimi
  - Süt ve Süt Ürünleri Endüstrisi
  - Gıda ve İçecek Endüstrisi

- Farmokopi (İlaç...) Endüstrisi
- Tekstil Endüstrisi

İnsani kullanım amaçlı su tüketimi haricindeki sektörlerde çoğunlukla geri kazanım amacıyla kullanılmaktadır. Nanofiltrasyon sisteminin Dünya çapındaki en büyük kapasiteli uygulamaları su yumuşatma üzerinedir. Özellikle yerleşim yerlerinin içme ve kullanma sularının arıtılması amacıyla büyük kapasiteli Nanofiltrasyon tesisleri kurulmaktadır.

#### 4.4.3.6.5.3.2. TERS OSMOZ FİLTASYON PROSESİ

- $<0,001 \mu\text{m}$  boyutları arasında kalan molekül ve iyon arıtımını sağlar.
- Divalent iyonların yanısıra monovalent gideriminde de etkilidir.
- Reverse Osmosis sisteminde  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{K}^+$ , gibi tek değerlikli iyonlarında tutulma oranı düşükken, yüksektir.

Bu nedenle de yüksek iyon giderimi gerektiren sularda kullanımı yoğundur.

- RO sistemleri yüksek giderim ve düşük enerji olmak üzere 2 farklı kuyu suyu membranı ile dizayn edilebilirler. Düşük enerjili membranlar yüksek giderime oranla daha düşük basınçlarda çalışmaktadır. Buda enerji maliyetlerinde ciddi indirimlere yol açmaktadır.
- Sistemin çalışma basıncı Düşük enerji membran sistemlerinde 8 -12 bar mertebelerinde iken, yüksek giderim membran sisteminde ise 15-20 bar mertebelerindedir.
- Tipik olarak Reverse Osmosis sistemi aplikasyonlarını şu şekilde sıralayabiliriz;

- Demineralizasyon ön arıtım
- Gıda, Süt ve İçecek ürünleri giriş suyu arıtmaları
- Kazan besi suyu sistemleri

Üretim yapmakta olan bir metalurji tesisinin su arıtma sistemi projesi ile ilgili aşağıda özet bilgiler ve fotoğraflar verilmiştir. (4)

Proje Amacı : Denizsuyundan Proses Suyu Elde Etmek

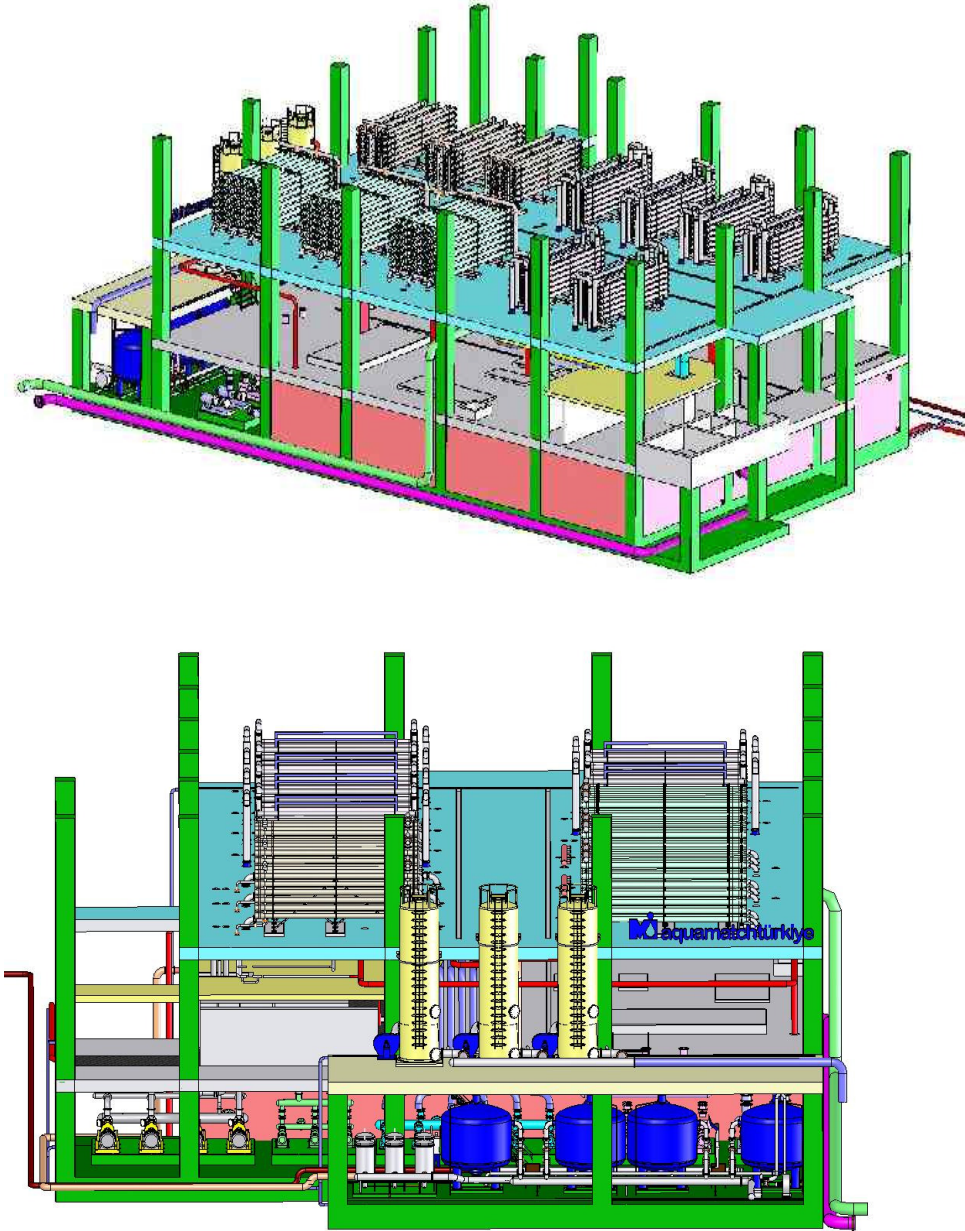
: 3 Kademe, Ultrafiltrasyon, Denizsuyu R/O, Kuyusuyu R/O

Kapasiteler

Ultrafiltrasyon : 800 m<sup>3</sup>/sa

SWRO : 400 m<sup>3</sup>/sa

BWRO : 600 m<sup>3</sup>/sa



ŞEKİL. 5.29.TERS OSMOZ TESİSİ

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sanayide suyun, hem işletme hem de üretim aşamasında kullanılması, suyu tesisler açısından hayati önem taşıyan bir unsur haline getirmiştir. Ekipman ve cihazların soğutulması, nihai ürüne metalürjik kalitenin kazandırılması bu kapsamda dikkate alınabilir. Uzun yıllar boyunca kullanımda olan tesis ve ekipmanların, borulama ve soğutma sistemlerinin düzenli olarak yapılan değişik bakım çalışmalarında, suyun kalitesi ve şartlandırılması ile bağlantılı problemler tespit edilmiştir. Değişim yapılan parçalarda suyun sertliğine bağlı çap daralmaları, iyon durumuna bağlı korozyon vb. en çok karşılaşılan durumlar olmuştur. Söz konusu durumlar planlı bakım ve duruş zamanları haricinde sıkıntılar yaratarak sistemlerin durmasına, uzun süreli bakım ve değişim operasyonlarını ortaya çıkarmış ve buna bağlı üretim kayıplarına sebep olmuştur.

Çalışmaların temelinde ekipmanların ihtiyaç duyduğu uygun soğutma suyunun sağlanması, ekipman ve soğutma sistem ömrünün korunması yanında su tüketiminin ve buna bağlı olarak kimyasal kullanımının azaltılması hedeflenmiştir.

Teknoloji seçiminden başlayarak, proje aşaması, saha uygulaması ve işletme safhaları dikkate alınarak, Sıcak Haddehane Tesisine hizmet vermekte olan Su Şartlandırma Tesisi incelenmiştir. Yapılan çalışmalar neticesinde ticari anlamda üretim yapılan haddehane tesisinin değişik bölgelerinde ve ekipmanlarında soğutma amaçlı kullanılan suyun, ihtiyaca ve istenilen özelliklere göre fiziksel ve kimyasal yollar ile şartlandırılması yapılmıştır.

Haddehaneye hizmet eden Su Şartlandırma Tesisi yanında tüm fabrikanın telafi suyu “make-up” ihtiyacını sağlayan nano-filtrasyon ve demineralize su istasyonları da bu kapsamda ele alınmıştır. Bu tesislerde kullanılan suyun, membran ve reçineli sistemler ile uygulanan metodlar sonrası elde edilen kullanım suyunun ve tesiste herhangi bir işlemde geçirilmeden kullanılan ham suyun sisteme etkileri izlenmiştir.

Çalışmalarda elde edilen sonuçlar aşağıda sıralanmıştır:

- Tesise ilk dolun ve telafi “make-up” suyu olarak alınan suyun kalitesinin iyileştirildiğinde, devir dayım yapan suyun çevrim sayısının “konsantrasyon sayısı” arttığı gözlemlenmiştir.

- Ham su kullanımında çevrim sayısı yaklaşık 1 - 1,5 iken, demineralize ve nanofiltrasyon tesislerinden gelen iyileştirilmiş su ile yapılan karışımda bu oranın 2 olduğu saptanmıştır. Sistemde çevrim sayısının artması, buharlaşma vb. kaynaklı iletkenlik değerinin yükselmesi sebebiyle yapılacak blöf (sistemden su atılması) oranının azalması, bu da sisteme girecek taze suyun azalması anlamına gelmektedir.
- Suyun çevrim sayısının artması ile kimyasal madde tüketim oranının azaldığı tespit edilmiştir. Söz konusu tüketim değerleri, her m<sup>3</sup> telafi suyu değeri ile orantılı olarak hesaplanmaktadır. Ham su ağırlıklı çalışılan sistemde telafi suyu tüketimi 800 m<sup>3</sup>/saat iken, karışım suyunda bu değer 550 m<sup>3</sup>/saat olarak gözlemlenmiştir. 250 m<sup>3</sup>/saat'lik tüketim tasarrufu kullanılan kimyasal malzemelerin birim fiyatları da dikkate alındığında, ton başına düşen ürün maliyetlerini de azımsanmayacak derecede etkilemiştir.
- Bunların yanında suyun temas halinde olduğu yüzeylerde ortaya çıkardığı problemler sebebiyle yaşanan plansız duruşlar üretimde kayıplara sebep olmuştur. Bunun en basit örneği bu konuda hassas olan plakalı tip eşanjörlerde görülmüştür. Türbin tip kompresörler için kullanılan eşanjör plakalarında ham su kaynaklı oluşan kışır sebebiyle ısı yükselmiş ve kompresör devreden çıkmıştır. Benzer durum buna benzer eşanjör kullanılan yağlama vb. sistemlerde de görülmüştür. Temizlik çalışmaları için extra duruş süreleri ayrılmış ve gerekli bakım çalışmaları yapılmıştır. Aylık 8 saat olarak yapılan kontrollü duruş zamanlarının üzerine çıkılarak (12-16 saat) üretimde kayıplar meydana gelmiştir. 400 t/saat üretim yapan bir tesis için, bu durumla sıklıkla karşılaşılması üretim açısından da sıkıntılara sebep olmuştur.  
Söz konusu durum sisteme giren suyun kalitesinin arttırılması, uygun kimyasal şartlandırma ile aşılarak planlanan 6 aylık kontrol ve yıllık temizlik periyotları yakalanmıştır.
- Bu çalışmalar göstermiştir ki, tesisin kurulu olduğu İskenderun Bölgesi itibariyle gerek tarımsal gerekse sanayi alanında kullanıma uygun olmayan tabii suların ve kuyu sularının, demineralize veya ters ozmos teknolojisi ile sanayi kullanımına sunulabildiği, sanayide ise tesislerin ihtiyaçlarına göre şartlandırma yapılarak ve işletilerek ekonomik kontrolün sağlanabileceği tespit edilmiştir.

Çalışmalardan elde edilen sonuçlar itibariyle suyun işletilmesine yönelik bazı öneriler aşağıda sunulmaktadır.

- Sanayinin, özellikle suyun olmazsa olmaz olduğu Demir-Çelik sektörünün artan ve artmaya devam etmekte olan su ihtiyacının karşılanmasında teknolojiden faydalanılması gerekmektedir. Yakın çevrede bulunan evsel su arıtma tesisinden, doğaya atılacak şekilde olan arıtma çıktısı sular, membran teknolojisi ile açık sistem veya kapalı sistem ikincil soğutmasında kullanılabilir.

**KAYNAKLAR**

- Akgül, D., 2006, **Türkiye’de Ters Osmoz ve Nano Filtrasyon Sistemleri İle İçme ve Kullanma Suyu Üretiminin Maliyet Analizi**,İTÜ Fen Bilimleri Fakültesi.
- Aslan,F., 2009, **Su Tesisleri İşletme Ve Bakım El Kitabı**.
- Aquamatch-Türkiye,2007, **İSDEMİR Tesisleri Yumuşak Su Temini Çalışmaları**
- Betz 2002, **Handbook Of Industrial Water Conditioning**,
- BK Giulini GmbH, 2007, **Basic Principles of Cooling Water Treatment**
- Cenk Endüstri Tesisleri İmalat ve Taahhüt A.Ş.,2007 **Soğutma Kuleleri**
- Cheremisinoff, N.P., 2002, Ph.D.,N&P Limited, **Handbook of Water and Waste Water Treatment Technologies**, Butterworth-Heinemann.
- Drew, C.Corp.,1985, **Principles Of Industrial Water Treatment**,
- Erdemir A.Ş. Dökümanları
- Henkel, 2007, Türk Henkel Kimya San.ve Tic. A.Ş. –**Şartlandırma Kimyasalları**
- İsdemir A.Ş. Dokümanları
- Kemmer,F.N., 1987, **The NALCO Water Treatment Handbook-Second Edition**,  
Mc Graw Hill, New York
- Kurita, 1997, **Water Treatment Handbook –Second Edition**, Kurita
- Mai,H.N.P, 2006, **Integrated Treatment of Tapioca Processing Industrial Wastewater Based on Environmental Bio-Technology**
- Polikim A.Ş.,2008 **Şartlandırma Kimyasalları**
- Sideridraulic System Spa., 2007, **Water and Waste Water Treatment- Functional Description**
- SPIG, 2007,Soğutma Kuleleri Taahhüt Sanayi ve Tic. Ltd. Şti.,**Soğutma Kuleleri**
- Woodward,F., 1939, **Industrial Waste Water Treatment Handbook**, Butterworth  
Heinemann,

## TEŞEKKÜR

Bu tez çalıőmamın, yürütülmesi ve değerlendirilmesi sırasında eleőtiri ve önerileriyle beni yönlendiren değerli hocam Prof.Dr. Ertuğrul BALTACIOğLU'na, ayrıca öğrenimim boyunca maddi, manevi desteklerini benden esirgemeyen aileme sonsuz teőekkürler.

Gerek alıőma hayatımdaki prensip ve iş terbiyesini gerekse mesleki tecrübe kazanmamda büyük yeri olan Türk Sanayisinin gururu ve lokomotifi İskenderun Demir ve elik A.Ő. (İSDEMİR)'e ve ilklerin gerçekleőtiricisi ERDEMİR Müh. Yönetim ve Danışmanlık Hiz. A.Ő. (ERENCO)'ya, Su Tesisleri ve evre Yönetimi ve Sıcak Haddehane Müdürlükleri'nin değerli Amir, Mühendis ve işletme personeline desteklerinden dolayı teőekkürü bir borç bilirim.



## ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında Dört Yol'da doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimimi İskenderun Demir Çelik Lisesi'nde tamamladım. 1998 yılında Gaziantep Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği bölümünde öğrenim görmeye hak kazandım. Lisans eğitimimi 2004 yılında tamamlayarak Makine Mühendisi ünvanı aldım. 2004 yılında İmakel Elek. Mek. Montaj Ltd. Şti'de başladığım çalışma hayatıma sırasıyla ERENCO-ERDEMİR Mühendislik Müşavirlik ve Danışmanlık Hiz. A.Ş. 'de Türkiye'nin en büyük yassı sac üretim tesisinin kurulum ve devreye alınmasında Kd. Proje Mühendisi, projenin tamamlanması ardından İSDEMİR Etüd Müdürlüğü'nde Mühendis olarak görevime devam ettim.

2010 Şubat ayından itibaren Türkiye'nin sanayileşme hamlesine kazanımda bulunmak ve ülkenin soğuk sac ihtiyacının karşılanması amacıyla çalışmalar yürüten GAZİ Metal Mamulleri San. ve Tic. A.Ş. firmasının Soğuk Haddehane Projesi'nde Kd. Proje Mühendisi olarak çalışma hayatıma devam etmekteyim.