



**bu bir MMO
yayıdır**

MMO, bu makaledeki ifadelerden, fikirlerden, toplantıda çıkan sonuçlardan ve basım hatalarından sorumlu değildir.

Soğutma ve Klima Sistemlerinde Kullanılan Su Kalitesi ve Sisteme Etkileri

**Ümit ÇALLI
Ateş KUMBARACI**

TEBA BOSAŞ A.Ş.

SOĞUTMA VE KLİMA SİSTEMLERİNDE KULLANILAN SU KALİTESİ VE SİSTEME ETKİLERİ

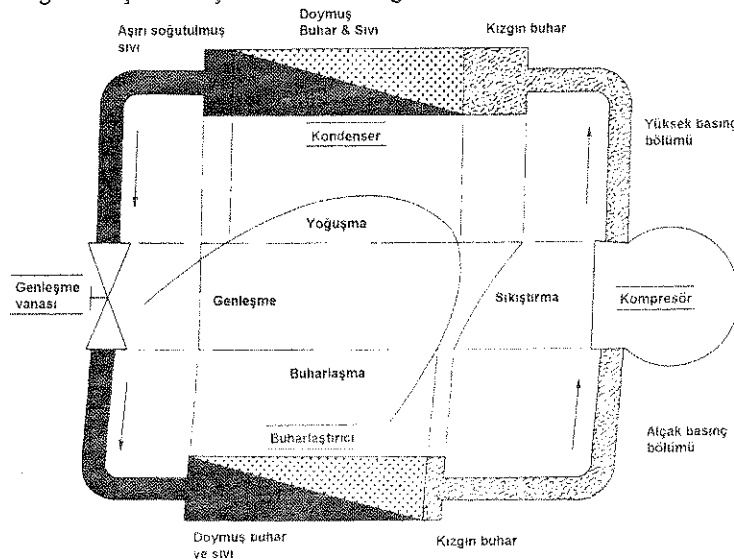
Ümit ÇALLI
Ateş KUMBARACI

ÖZET

Soğutma ve klima sistemlerinin büyük bir bölümünde ısı akışkan olarak su kullanılmaktadır. Sistemler geliştikçe su kalitesi ve çevre etkileri nedeniyle oluşan tortu (scale), balçık (slime) ve korozyon etkileri daha çarpıcı bir şekilde gözlenmektedir. Bu tür oluşumların önlenmesi ve/veya temizlenmesi, işletme giderlerinin düşürülmesi kadar sistemlerin arızalar nedeniyle kesintiye uğramadan çalışması için de önem taşır. Gerekli önlemlerin alınabilmesi açısından su kalitesinin referans değerlerine göre kontrol edilmesi gerekmektedir. Bu yazıda tortu, balçık ve korozyon etkilerinin mekanizmaları anlatıldıktan sonra etkenler incelenerek oluşumların önlenmesiyle ilgili yöntemler belirtilmiştir.

1. SOĞUTMA VE KLİMA SİSTEMLERİ

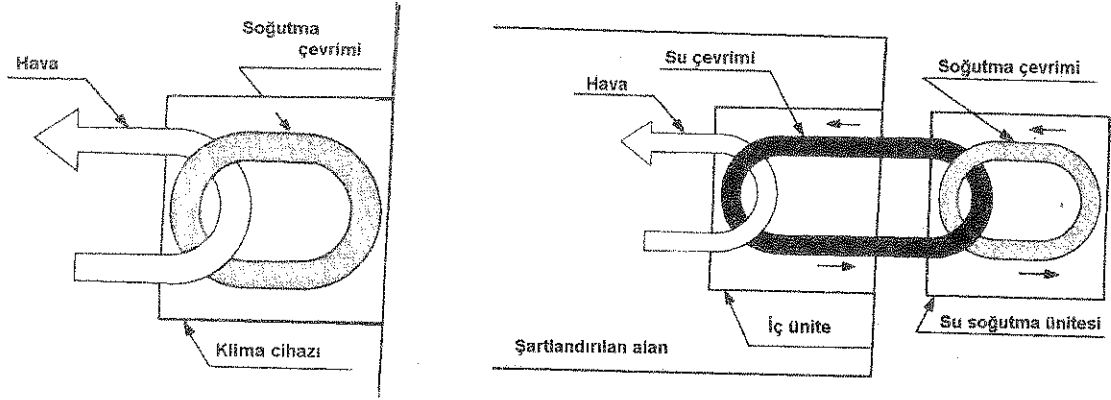
Herhangi bir ortamın yada cismin sıcaklığının çevre sıcaklığının altında istenen seviyede tutulması soğutma olarak tanımlanmaktadır. Klima sistemleri ortam sıcaklığını kontrol ettiği gibi, nemini, hava dağılımını ve temizliğini de kontrol ederler. Soğutma ve klimatizasyon çok farklı tekniklerle gerçekleştirilmektedir. Günümüzde freon esaslı soğutucular kullanılmaktadır. Freon kullanılan soğutma çevrimi kompresör, kondenser, genişleme vanası ve evaporatörden oluşan dört ana ekipmanla gerçekleşir. Evaporatörde çevreden alınan ısı kondenser yardımıyla dış ortama atılarak soğutma gerçekleştirilir. Evaporatör ve kondenser ısı değiştiricileridir. Kompresör ve genişleme vanası basınç değiştiricileridir. Soğutucu akışkanın basıncı değiştirilerek yoğuşma ve buharlaşma sıcaklıkları ayarlanır. Şekil 1'de soğutma çevrimi şematik olarak gösterilmektedir.



Şekil 1. Soğutma çevriminin şematik gösterimi

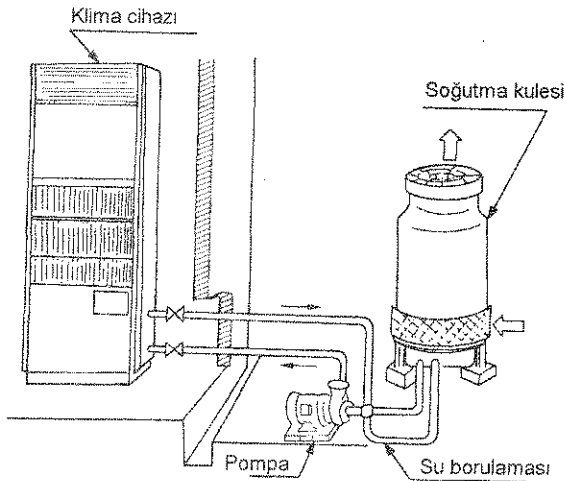
1.1. Soğutma Ve Klima Sistemlerinde Suyun Kullanımı

Evaporatörde ısı değişimi, havadan soğutucu akışkana ise doğrudan genişmeli sistem (direkt expansion) olarak tanımlanır. Bu tür yapılar genellikle küçük ve ısı yükü değişimi az olan ortamlarda kullanılır. Isı yükü değişimi olan yapılarda soğutmayı gerçekleştirmek için ikinci bir akışkan, genellikle su kullanılır. Ortam ısısı yardımcı ısı değiştiriciler ile suya aktarılır, suyun ısısı evaporatörde soğutucu akışkana aktarılır. Bu tür sistemler dolaylı genişmeli (indirekt expansion) sistemler olarak adlandırılır.

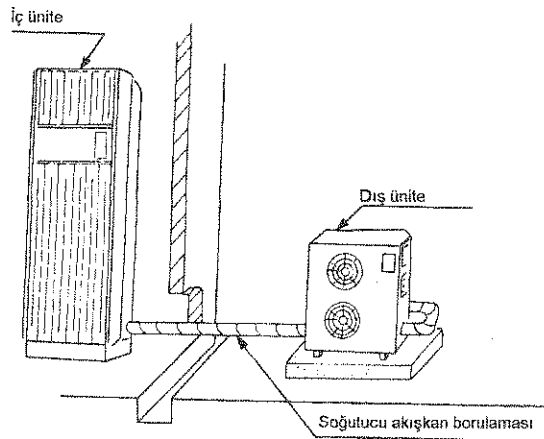


Şekil 2. Doğrudan genişmeli (direkt expansion) ve dolaylı genişmeli (indirekt expansion) sistemler.

Soğutulmuş su havanın şartlandırılmasında kullanıldığı gibi (klima sistemleri) birçok proses uygulamasında da kullanılmaktadır. Plastik enjeksiyon makineleri, profil imalatı gibi proseslerde kalıpların soğutulması bu tür uygulamalara birer örnek olarak verilebilir. Bu tür uygulamalarda ısı tankları kullanılmaktadır. Soğutucu akışkan ısısının kondenserden atılmasında evaporatördeki yapıya benzer biçimde gerçekleşir. Isı havaya atılıyorsa hava soğutmalı, suya atılıyorsa su soğutmalı sistem olarak tanımlanır. Su soğutmalı sistemlerde çevrede nehir yada kuyu suyu gibi daimi soğuk su kaynağı varsa kondenserde ısınan suyun tekrar soğutulmasına gerek kalmaz. Bu tür sistemlere geçişli sistemler denir. Benzer kaynaklar yoksa kondenser ısısını alan su evaporatif soğutma yapan su kuleleri yardımıyla soğutulur.



Şekil 3. Su soğutmalı kondenserli cihaz



Şekil 4. Hava soğutmalı kondenserli cihaz

Soğutma sistemlerinde su kaynaklı problemlerle sıkça karşılaşılır. Isı değiştiricilerinde (kondenser ve evaporatör) ısı transfer veriminin azalması başlıca sorundur. Bunun nedeni ısı transfer yüzeylerinde ısı izolasyon etkisi yaratan istenmeyen oluşumlardır. Isı değiştiricilerinde su geçiş alanının daralması ya da tamamen tıkanması su debisini düşürür. Bu da ısı transfer miktarının azalmasına neden olur.

Çürümeler nedeniyle soğutma sistemlerindeki ekipmanların arızalanması ya da işlevlerini yitirmesi de çok rastlanan sorunlar arasında yer alır.

2. SU KARAKTERİSTİĞİ

Kar, yağmur ve yoğuşan su saf olmasına rağmen çevresinde bulunan gaz yada katı maddelerle temas haline geçtiği zaman kimyasal içeriği değişmeye başlar. Su ile ilgili problemler, içerdiği maddelerden kaynaklanır.

Kullanım suyu kimyasal olarak analiz edildiğinde Tablo 1'de görüldüğü gibi karışık bir yapı içerir. Nehir suyu, kuyu suyu yada şehir şebeke suyunun içerdiği kimyasal madde miktarları birbirinden farklı olabilir. Suya karışmış her kimyasal madde su ile ilgili ayrı bir problemin oluşmasına neden olur. Korozyonun hızlanması, tortu oluşumu, balçık ve yosunlaşma, biyolojik oluşumlar ve suda askıda kalmış parçalar suyun kimyasal yapısındaki değişikliklerle doğrudan ilgilidir.

2.1. Suyun Kimyasal Karakteristiği

Suda çözülmüş inorganik maddeler ve gazların miktarı ve tipi su karakteristiğini belirler. Su analizlerinde genellikle (pH değeri hariç) bütün değerler ppm (mg/L) olarak verilir. Ancak kimyasal açınımında açık olarak belirtilmelidir. Örneğin; Aynı su örneği için kalsiyum konsantrasyonu CaCO_3 100 ppm (mg/L), CaO için 56 ppm (mg/L) yada Ca için 40 ppm (mg/L) olarak belirtilebilir.

Genellikle düşük pH değeri suyun korozif özelliklerinin yüksek olduğunu, yüksek pH değeri ise tortu oluşumuna eğilimli olduğunu gösterir. Ancak suyun korozif özelliğine veya tortu oluşturma eğilimlerine sadece pH değeri ile karar verilmez.

Birçok su analizinde çözülmüş katı maddelerin miktarları göz önüne alınmasına rağmen çözünen gazlar göz ardı edilmektedir. Çözünen gazların bazıları, örneğin azot, su problemi yaratmamaktadır. Karbondioksit miktarı, ölçülebildiği gibi pH değeri ve toplam alkanite değerinden yararlanılarak tespit edilebilir. Ancak oksijen ve hidrojen sülfat miktarları özel tekniklerle ölçülmelidir. Oksijen suyun metallerle temas ettiği ortamlarda korozyon problemini oluşturur.

Su analizinde önemli ölçümlerden biride toplam sertlik değeridir. Toplam sertlik suda çözülmüş kalsiyum ve magnezyum miktarlarını gösterir. Sertlik, özellikle kalsiyum miktarı, tortu oluşum hızını belirler.

Alkanite, suyun asitleri nötrleştirme kapasitesinin bir ölçüsüdür. Suda bulunan biyokarbonatların yanısıra, borat, hidroksit, fosfat gibi maddeler alkanitenin belirlenmesinde etkindir. Alkanite seviyesinin artması tortu oluşumunu destekler.

pH'ın su içindeki hidrojen iyonunu belirlediği düşünülerek alkanite yada asidite ile karıştırılmaması gereklidir.

Su içinde dağılmış katı maddeler gerek korozyon gerekse tortu problemleri açısından önem taşır. Çok miktarda çözülmüş katı madde tortu oluşumunu artırır, korozif etkisi ise kararsızdır. Az miktarda çözülmüş katı madde ise genellikle korozif etki yapar.

Kalsiyum oranı yüksek sularda sülfatlar tortu oluşumunu destekler. Sülfat oranı yüksekse, iletkenlik güçlendiği için korozyon etkisi görülür.

Klor bileşiklerinin tortu etkisi yoktur. Ancak bu tür bileşiklerin iletkenlikleri çok iyi olduğundan korozyon hızı artar. Klor bileşiklerinin konsantrasyonu evaporatif sistemlerde değişir. Bu nedenle evaporatif sistemlerde besleme suyunun klor bileşikleri bulundurması bakımından izlenmesi gerekir.

Sistemde korozyon ürünü olarak yada besleme suyundan gelen çözülmüş demir ısıtılma izolasyon yapan birikimlerin oluşmasına neden olur. Demir hidroksitler yada demir fosfatlar (fosfat esaslı su iyileştirme yapıldığında ya da besleme suyunda fosfat yüksekse) bu tür birikimlere birer örnektir.

Silisyum, konsantrasyonu artarsa uzaklaştırılması zor tortular oluşturur. Bu nedenle kullanılan suyun silisyum içermemesine özen gösterilmelidir.

Soğutma sistemlerinde kullanılan suyun yarattığı problemleri azaltabilmek için yukarıda bahsedilen etkilere göre su kalitesi için referans değerler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Japon standartlarına göre, soğutma sisteminde su kalitesini belirlemek üzere referans değerleri

		*1 Soğutma suyu		Evaporatör suyu		Oluşum	
		Dolaşımli ya da geçişli sistemlerdeki doğutma suyu	Soğutma kulesinde besleme suyu	Dolaşımli sistemde evaporatör suyu	Besleme suyu	Korozyon	Tortu
PH	(25 °C)	*2 6.5-8.0	*2 6.5-8.0	*2 6.5-8.0	*2 6.5-8.0	o	o
Kondaktivite	(25 °C µs/cm)	800 ve altı	200 ve altı	500 ve altı	200 altı	o	
M Alkalite	(PPM)	100 ve altı	50 ve altı	100 ve altı	50 ve altı		o
Toplam sertlik	(PPM)	200 ve altı	50 ve altı	100 ve altı	50 ve altı		o
Klorin iyonu	(PPM)	200 ve altı	50 ve altı	100 ve altı	50 ve altı	o	
Sülfirik asit iyonu	(PPM)	200 ve altı	50 ve altı	100 ve altı	50 ve altı	o	
Toplam demir	(PPM)	1.0 ve altı	0.3 ve altı	1.0 ve altı	0.3 ve altı	o	o
Sülfür iyonu	(PPM)	Tespit edilemez	Tespit ed.	Tespit ed.	Tespit ed.	o	
Amonyum iyonu	(PPM)	1.0 ve altı	0.2 ve altı	0.5 ve altı	0.2 ve altı	o	
Silisyum	(PPM)	50 ve altı	30 ve altı	50 ve altı	30 ve altı		o
Serbest karbonik asit	(PPM)	*3	*3	10 ve altı	10 ve altı	o	

*1 Soğutma suyu ile ilgili veriler Japon JRAIA (The Japon Refrigeration and Air Conditioning Industry Association) standartlarına aittir.

*2 Besleme suyunun ph değeri 60-80 arasındadır. Nedeni, besleme suyunda bulunan çözünmüş karbondioksit seviyesi düşeceğinden ph değeri artacaktır.

*3 JRAIA standartlarına göre, serbest karbondioksitin miktarı ile etkileri arasında net bir ilişki yoktur. Bu nedenle tabloda verilmemiştir. Ancak korozyon etkisi bilinmektedir.

2.2. Su Kalitesi Kontrolü

Son yıllarda klima teknolojisinin ilerlemesi ekipmanların küçülmesini ve fonksiyonelleşmesini de birlikte getirmiştir. Isı değiştiricilerin verimlerinin artmasıyla birlikte hacimlerinin küçülmesi, tortu ve balçık problemlerini de beraberinde artırmıştır. Su kalitesinin kontrolü, oluşumların önlenmesi için tedbirlerin alınması gereği böylece önem kazanmıştır.

Özellikle kule besleme suyu olarak kuyu suyu kullanılıyorsa problemlerle sıkça karşılaşılır. Bu nedenle su kalitesinin iyileştirilmesi ve periyodik kontrollerin yapılması gündeme gelmektedir.

2.2.1. Su Kalitesi Kontrolü İçin Örneklemeye Yapılırken Dikkat Edilmesi Gereken Noktalar

a-) Eğer sistem su kulesi içeriyorsa sistemde dolaşan suyla birlikte besleme suyundan da örnek alınmalıdır. Sadece dolaşan su örneği verilecek kararın doğruluğunu etkilemektedir.

b-) Su örneği sistem çalışırken alınmalıdır. Sistem suyu yeni değiştirildiği sırada alınan örnek sistemin su kalitesi hakkında fikir vermez.

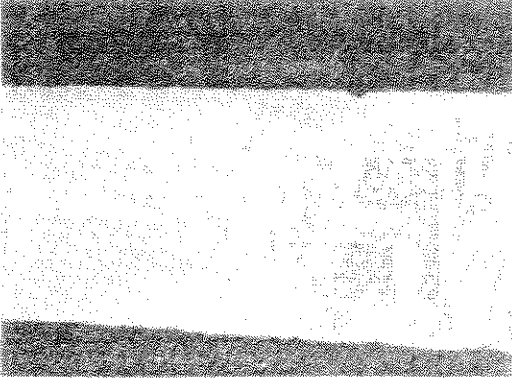
c-) Alınan her örnek 200 cl'den az olmamalıdır. Numune kabı sert ve su kalitesini değiştirmeyecek özelliklerde olmalıdır.

d-) Numune alınmadan önce bazı ön bilgiler edinilmelidir

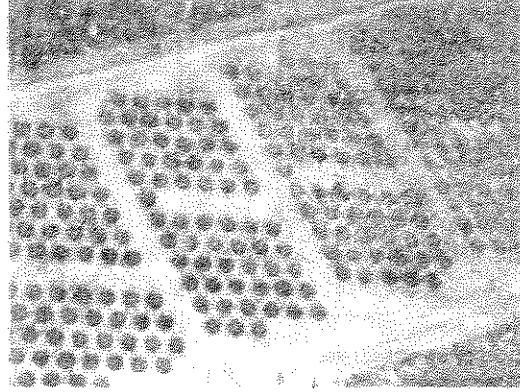
- Daha önce su iyileştirilmesi (water treatment) yapılmış mı?
- Yapıldıysa hangi metod kullanılmış? Hangi kimyasallar kullanılmış?
- Blof yapıyor mu? Hangi hacimde?
- Daha önce sistem temizlenmiş mi? Nasıl?

- Daha önce yaşanmış sorunlar nelerdir?
- Su sistemi nasıl?

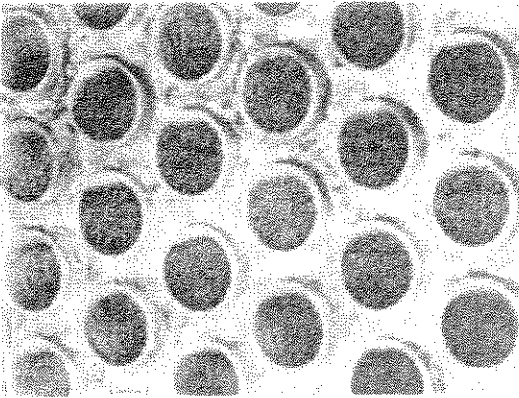
Su kalitesi kontrolü ve sorun eğilimi, tablo 3'teki sorulara yanıt verilerek belirlenebilir.



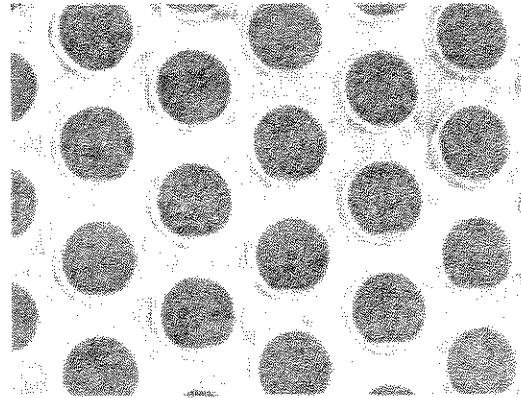
Şekil 5. Tortu oluşmuş yüzey



Şekil 6. Su iyileştirilmesi yapılmış



Şekil 7. Pas, tortu ve korozyon nedeniyle kirlenmiş ısı değiştirici.



Şekil 8. Su iyileştirmesi yapılmış sisteme ait ısı değiştiricinin temiz iç yüzeyleri

3. SU SİSTEMİNDEKİ SORUNLAR

Su sistemi ile ilişkili, öncelikle ısı değiştiricileri ile ilgili sorunlar genellikle, korozyon, tortu ve balçık sorunudur. Bu sorunlar bazen ayrı ayrı (bağılantısız olarak) meydana gelirken çoğu durumlarda aynı anda oluşur.

3.1. Korozyon Sorunu

Klima sistemlerinde korozyon olayı iki ana başlık altında toplanabilir; asit korozyonları ve doğal korozyonlar (natural zone corrosions). Asit korozyonları genellikle su kulelerinde havadaki sülfirik asidin suda çözünmesi (dissolution) ile oluşur. Doğal korozyonlar ise hızı ortamdaki oksijene bağlı elektrokimyasal korozyonlar olarak tanımlanabilir.

Soğutma sistemlerinde su kondenser hattında hava ile temas halinde olduğundan suda çözülmüş oksijen miktarı önemlidir.

Sorular	Cevap	Sorunların Yönü	Yapılacaklar	
1 Besleme suyu analizleri normal mi?	Evet Hayır		Besleme suyu kalitesini belirlemek için su analizi yap ve kontrol için yöntem belirle.	
2 Soğutma kulesine komşu ya da yakınlarda baca, hava çıkışı, deniz kıyısı v. b. var mı?	Evet Hayır		Soğutma kulesini uygun bir yere al.	
3 Soğutma cihazının basma basınçlarında dönemsel değişiklikler var mı?	Evet Hayır		Tortu	Blöf uygula.
4 Soğutma kulesinde kabuklaşma var mı?	Evet Hayır		Tortu	Blöf uygulamasında olmama rağmen sorunun yönü belli olduğunda su hacmini gözden geçir.
5 Soğutma suyu giriş çıkış sıcaklıkları normal mi?	Evet Hayır		Tortu	
6 Her yıl kabuklaşma oluyor mu?	Evet Hayır		Tortu	
7 Sezon boyunca yüksek basınç koruma elemanı devreye girdi mi?	Evet Hayır		Tortu	
8 Soğutma suyunun rengi kırmızılaşıyor mu?	Evet Hayır		Korozyon	Antikoroziv ve anti tortu kimyasal miktarını arttır ya da tipini değiştir.
9 Bakım esnasında soğutma aksamındaki metallerde ve su borularında pas görülüyor mu?	Evet Hayır		Korozyon	Çamur önleyici kimyasal miktarını arttır ya da tiini değiştir.
10 Su kulesinde demir kırıntılarına rastlanıyor mu?	Evet Hayır		Korozyon	Fırça ve kimyasal ile temizlik yap.
11 Su kaçağı ile karşılaştınız mı?	Evet Hayır		Korozyon	
12 Soğutma kulesinde yosunlaşma var mı?	Evet Hayır		Çamur	Soğutma kulesinin periyodik temizliğini yap.
13 Bakım esnasında, kondenserde balçık var mı?	Evet Hayır		Çamur	Kondenserin ve soğutma cihazının temizliğini yılda bir kez yap.
14 Hiç temizlik yaptırdınız mı?	Asidik Doğal		Çamur	
15 Su kulesi havuzunda kabarcık oluşuyor mu?	Evet Hayır		Çamur	
16 Blöf yapıyor musunuz?	Evet Hayır		Çamur	
17 Su yumuşatması yapılıyor mu?	Evet Hayır		Çamur	

3.2. Tortu Sorunu

Tortu sorunu, su içinde çözülmüş bulunan element ya da bileşiklerin metal yüzeylere yapışması şeklinde oluşmaktadır. Özellikle kalsiyum, magnezyum ve silis tortusu oluşumuna sık rastlanmaktadır. Bu tür oluşumlar ısı değiştiricilerde ısı transferinin düşmesine neden olduğu gibi su geçiş alanının da küçülmesine neden olurlar. Buna bağlı olarak yüksek basınç artışı, soğutma kapasitesi düşüşü ya da harcanan enerjinin artması gibi sorunları beraberinde getirir. Bazen tortu, metal yüzeydeki oksijen oluşumunu arttırır ve korozyon problemlerini de doğurur. Besi suyu olarak kuyu suyu kullanıldığında tortu probleminin arttığı düşünülürse, su kalitesi kontrolünün gereği belirginleşmektedir.

3.3. Balçık Sorunu

Balçık bakteri, yosun, toz v.b. maddelerin bir karışımı olarak tanımlanır. Balçık su kulesi, havuz çeperinde ve boruların iç yüzeylerinde oluşarak ısı transferini azaltır ve su geçiş alanı daralır. Tortu oluşumundaki mekanizmaya benzer bir mekanizma ile korozyon problemlerine neden olur. Kondenserdeki soğutma suyu mikroorganizmaların çoğalması için uygun şartlara sahiptir.

3.4. Erozyon Sorunu

Su tesisatında mekanik aşınmalar metal erozyonu olarak tanımlanabilir. Metal erozyonuna sebep olan önemli etkenler şunlardır:

- Kum Ve Çamur Kirliliği
- Kavitasyon
- Su Debisi
- Elektrolitik Korozyon
- Donma etkileri

3.4.1. Kum Ve Çamur Kirliliği

Sisteme karışan kum, çamur gibi katı tanecikler metal yüzeylerde erozyon etkisi yapar. Bu nedenle sistemin uygun yerlerine pislik tutucu ve bu tür yapıları ayırıcı mekanizmalar yerleştirilmelidir.

3.4.2. Kavitasyon

Borulamanın herhangi bir bölümünde dolaşan su buharlaşır ve lokal olarak o anki doymuş buhar basıncının altına düştüğünden çevresinde vakum oluşturur. Bu olaya kavitasyon adı verilir. Genellikle akış hızı yüksekse ve aşağıdaki şartlarda sık karşılaşılar.

- Vana kapatıldığında vananın arkasında.
 - Keskin dirsekten önce.
 - Pompa emme basıncı yüksekse, pompanın rotorunda (impeller) ya da diğer bölgelerde.
- Kavitasyonun korozyf etkileri göz önüne alındığında, sistemin akış hızına, genleşme tankının ve hava purjörlerinin yerine, karar verirken dikkat edilmelidir.

3.4.3. Su Debisi

Korozyon etkisi sistemin su akış hızına bağlıdır. Sistemin su hacminin ihtiyaç duyulan debilere uygun olması ve akış hızlarının 1 m/s ile 3 m/s arasında tutulması (büyük çaplı borularda 4 m/s'ye de çıkılabilir) önemlidir. Bu şartların sağlanabilmesi için aşağıda belirtilen şartlara dikkat edilmelidir.

- Sistemde kullanılan pompa kapasitesi uygun olmalıdır.
- Su debisinin fazla olduğu durumlarda, pompanın önündeki vana ile debinin ayarlanması gerekir. Ayrıca manometre ve pompa kapasite eğrileri yardımıyla gerekli debi tespit edilebilir. Bu nedenle pompa emiş ve basma hattına uygun manometreler yerleştirilmelidir.
- Eğer iki hattı besleyen tek pompa kullanılıyorsa, sistemin basınç kayıpları ve yapısı özenle incelenmelidir. Bir hatta kapatılan vanalar ya da değişen koşullar diğer hattın debisini doğrudan etkileyebilir.
- Soğutma ve klima sistemlerinde su tesisatlarına asla selenoid vana konulmamalıdır. Selenoid vana açılıp kapanırken tesisatta vuruntular olacaktır. Bu tesisatın titreşmesine ve sorunlar yaşanmasına neden olur.
- Isı değiştiricilerin giriş ve çıkışına konulan termometreler su debisinin kontrolü için yardımcı olur.

3.4.4. Elektrolitik Korozyon

Tesisattaki borular herhangi bir elektrikli aletin topraklanması için kullanılıyorsa borularda elektrolitik korozyon meydana gelir. Bu nedenle tesisat asla topraklama amacıyla kullanılmamalıdır. Eğer tesisatın bir kısmı toprak altından gidiyorsa paslanmayı önlemek amacıyla gerekli tedbirler alınmalıdır.

3.4.5. Donma etkileri

Küçük çatlak ve boşluklara giren su donduğunda genişlemesi nedeniyle korozyf etki gösterir. Dolayısıyla dış ortam sıcaklığı 0 °C'nin altına düştüğünde bu etki ortaya çıkabilir. Önlemek için gerekli tedbirlerin alınması şarttır. Dış ortam sıcaklığı 0 °C'nin altına düştüğünde tesisattaki suyun donmasını önlemek için de sistemin alt noktasında boşaltma vanaları bulunmalıdır ya da donmayı önleyici tedbirler alınmalıdır.

Tablo 2 Soğutma ve klima sistemlerinde suyun kullanımı ve sulu sistem sorunları özeti

Nasıl kullanılır	Kullanımda önemli örnekler	Başlıca kullanım su tipi	Sorun yaratan önemli sebepler	Sorun tipi	
Dolaşımli sistem	Açık Tip	<ul style="list-style-type: none"> • Su kulesi yardımıyla ısının atmosfere atılması 	<ul style="list-style-type: none"> • Şehir suyu • Kaynak suyu • Endüstriyel su 	<ul style="list-style-type: none"> • Hava kirliliği (SO_2) • Kurum, duman ve egzost atıklarının çözünmesi • Toz, toprak, kum, haşerat gibi parçaların karışması • Çözünmüş tuzların yoğunluğunun artması 	<ul style="list-style-type: none"> • Tortu • Balçık • Korozyon
	Yarı açık tip	<ul style="list-style-type: none"> • Isı tankı (ofis ya da diğer binalarda) • Endüstriyel soğutma prosesi 	<ul style="list-style-type: none"> • Şehir suyu • Kaynak suyu • Endüstriyel su 	<ul style="list-style-type: none"> • Havadaki oksijenin çözünmesi • Sistem dışı suların karışması • Beton duvardan sızıntı • Yağmur suyu karışması • Bakteri üremesi 	
	Kapalı Tip	<ul style="list-style-type: none"> • Su soğutmalı evaporatör (çiller) • Fan-coil sistemi 	<ul style="list-style-type: none"> • Şehir suyu • Kaynak suyu • Endüstriyel su 	<ul style="list-style-type: none"> • Kirlenmeye neden olacak faktörler yok denecek kadar azdır. Bu nedenle nadiren kirlilik sorunları yaşanır 	
Geçişli sistem	<ul style="list-style-type: none"> • Soğuk kuyu/kaynak suyunun soğuk su olarak kullanımı ve atılması 	<ul style="list-style-type: none"> • Kuyu suyu 	<ul style="list-style-type: none"> • Sert su nedeniyle ciddi tortu sorunları yaşanır. (silis, kalsiyum v.b.) • Hava kabarcıkları nedeniyle korozyon problemleri 		

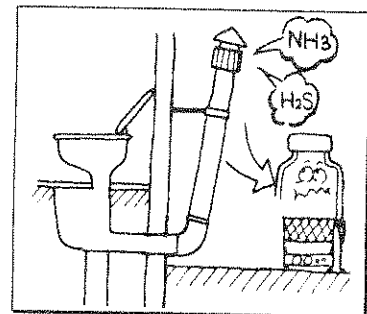
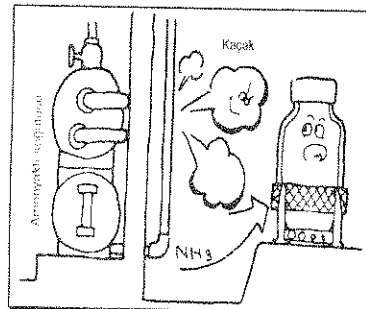
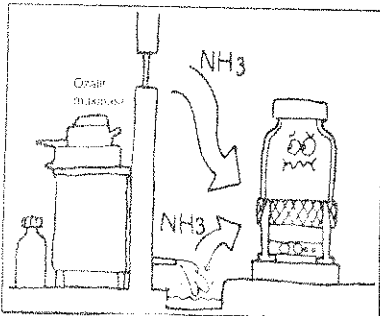
4. SU KALİTESİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Isı değiştiricideki, su kulesindeki ya da borulardaki su kalitesinin referans değerlerinin içinde olması gereklidir. Her ne kadar görüntüsü berrak, temiz hatta içme suyu dahi olsa referans değerlerinin dışındaki su, korozyona neden olabilir. Bu nedenle soğutma ve klima tesisatında kullanılması uygun olmaz.

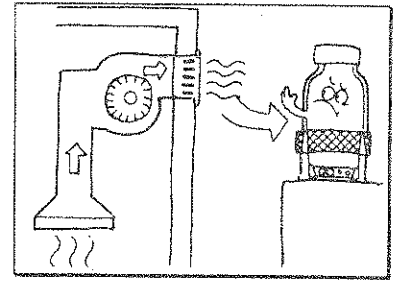
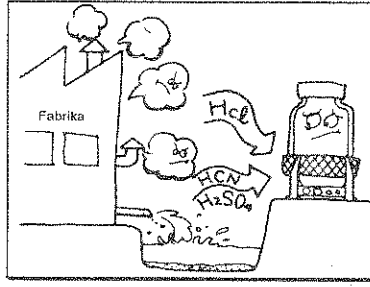
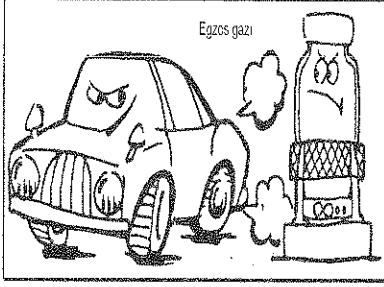
4.1. Su kuleleri suyu

Aşağıdaki ortamlardan birisi ya da birkaçı geçerli ise konsantrasyon çarpanı değişken olabilir. Bu nedenle blöf suyu miktarı devamlı %0.2 ile %0.4 arasında tutularak konsantrasyon çarpanı 3 veya 4'ün altında tutulmalıdır.

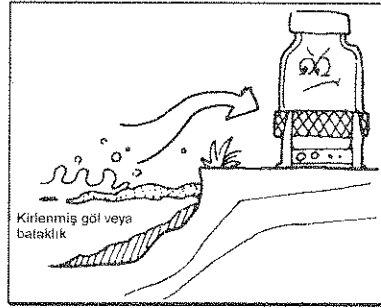
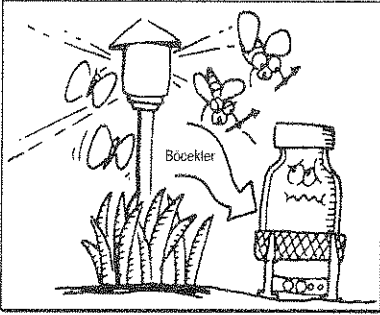
Amonyak konsantrasyonunun yoğun olduğu yerler



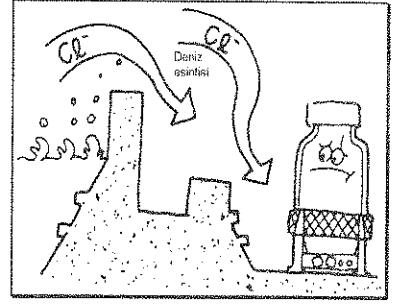
Egzos gazlarının yoğun olduğu yerler



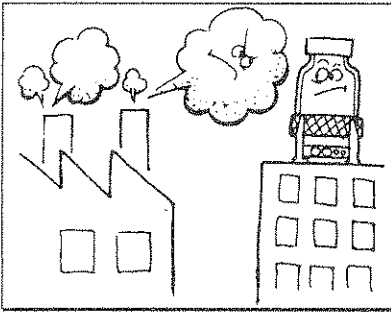
Gölet ve bataklık kenarları



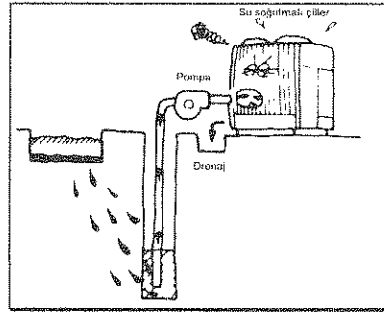
Deniz rüzgarına açık yerler



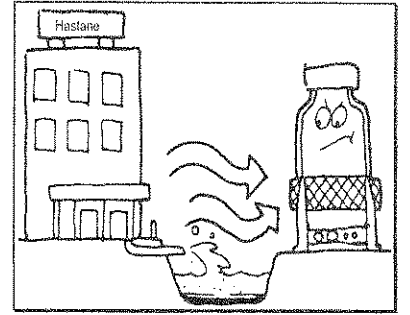
Kurumlu baca dumanı ve toz



Kirli dere yatakları



Hastane atıkları

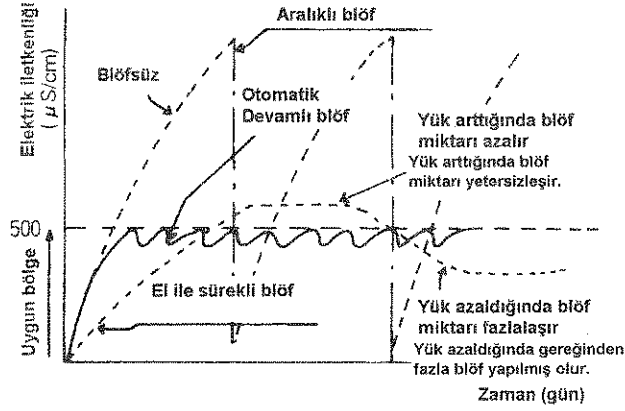
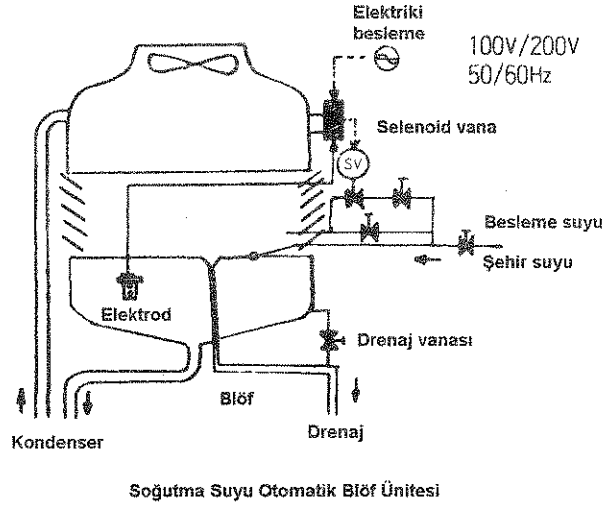


4.1.1. Kule suyunun blöf ile kontrolü

Blöf, soğutma kulesinde pH, korozif faktörler ve tortu ürünlerinin konsantrasyonunu sabit tutmak için suyun bir kısmının değiştirilmesidir. Genellikle iki şekilde uygulanır:

- El ile yapılan devamlı blöf
- Otomatik blöf

Her iki blöf tipinde suyun elektriksel iletkenliğinin değişimi aşağıdaki grafikte gösterilmiştir. Grafikte görüldüğü gibi el ile yapılan devamlı blöf sabit bir hacmi sürekli blöf yaptığı için, yükün fazla ya da az olmasına göre değişmez. Bu yüzden yük az olduğunda gereksiz blöf yapılmış olur ve bu da kayıptır. Otomatik blöfte suyun iletkenliği sabit tutulacak şekilde blöf miktarı belirlenir. Bu nedenle tercih edilir.



Şekil 9. Blöf şekli ile elektrik iletkenliği arasındaki ilişki (konsantrasyon çarpanı)

4.1.2. Konsantrasyon çarpanı.

Açık tip çevrimli bir soğutma kulesi, suyun sıcaklığını, buharlaşma gizli ısını kullanarak düşürür. Buharlaşma suda çözülmüş olan tuzların konsantrasyonunu artırır. Fakat artım sonsuz olmaz çünkü soğutma kulesinden olan serpinti kayıpları ve blöf nedeniyle yapılan su beslemesi bunu engeller. Böyle bir soğutma sistemindeki su dengesi aşağıdaki gibi gösterilebilir.

$$N=(E+B+W)/(B+W) \quad \dots(1)$$

Burada;

- N : Konsantrasyon çarpanı
 E : Buharlaşma ile kaybolan suyun oranı Genellikle % 9
 B : Blöf yapılan suyun oranı (% 0 ~ % 0.4) Genellikle % 0.1
 W : Serpinti kayıplarının oranı

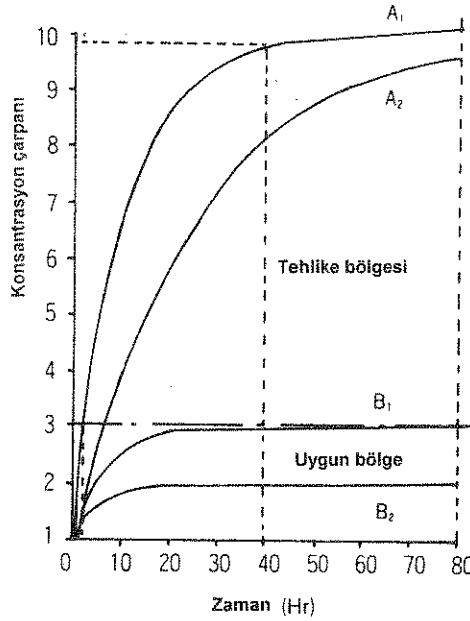
E+B+W : Besleme miktârını oluşturur

$$B = \frac{1}{N-1} \cdot E - W \quad \dots(2)$$

Su kulesi tasarımlarında genellikle buharlaşma miktarı (E) toplam su miktarının % 0.9'u kadardır. Bu değer soğutma miktarı ile orantılıdır. Serpinti kayıpları (W) ise kulenin yapısına bağlı olarak değişir ve % 0.1 olarak kabul edilir.

Örnek:

Dolaşan su miktarı : 200 m³/h
 Buharlaşma kaybı : 1.8 m³/h (%0.9)=E
 Serpinti kaybı : 0.2 m³/h (%0.1)=W



Konsantrasyon çarpanı ve çalışma zamanı arasındaki ilişki

Şekil 10. Konsantrasyon çarpanı ve çalışma zamanı arasındaki ilişki

A1	Sistemdeki su miktarı	:2000 l		$N = \frac{0.009 \times 2000 + 0 \times 2000 + 0.001 \times 2000}{0.001 \times 2000 + 0 \times 2000} = 10$
	Blöf hacmi	:0		
	Maksimum konsantrasyon çarpanı	:10		
A2	Sistemdeki su miktarı	:5000 l		$N = \frac{0.009 \times 5000 + 0 \times 5000 + 0.001 \times 5000}{0.001 \times 5000 + 0 \times 5000} = 10$
	Blöf miktarı	:0		
	Maksimum konsantrasyon çarpanı	:10		

A1 ve A2 durumları, blöf yapılmadığı durumda sistemdeki su hacmine göre konsantrasyon çarpanının zamana göre değişimini göstermektedir. Ancak konsantrasyon çarpanı her iki durumda da 10 değerine ulaşır.

B1	Sistemdeki su miktarı	:5000 l		$N = \frac{0.009 \times 5000 + 0.035 \times 5000 + 0.001 \times 5000}{0.001 \times 5000 + 0.035 \times 5000} = 3$
	Blöf miktarı	:%0.35		
	Maksimum konsantrasyon çarpanı	:3		
B2	Sistemdeki su miktarı	:5000 l		$N = \frac{0.009 \times 5000 + 0.08 \times 5000 + 0.001 \times 5000}{0.001 \times 5000 + 0.08 \times 5000} = 2$
	Blöf miktarı	:%0.8		
	Maksimum konsantrasyon çarpanı	:2		

B1 ve B2 durumları aynı su hacmi için farklı blöf miktarlarında konsantrasyon çarpanının zamana göre değişimini göstermektedir.

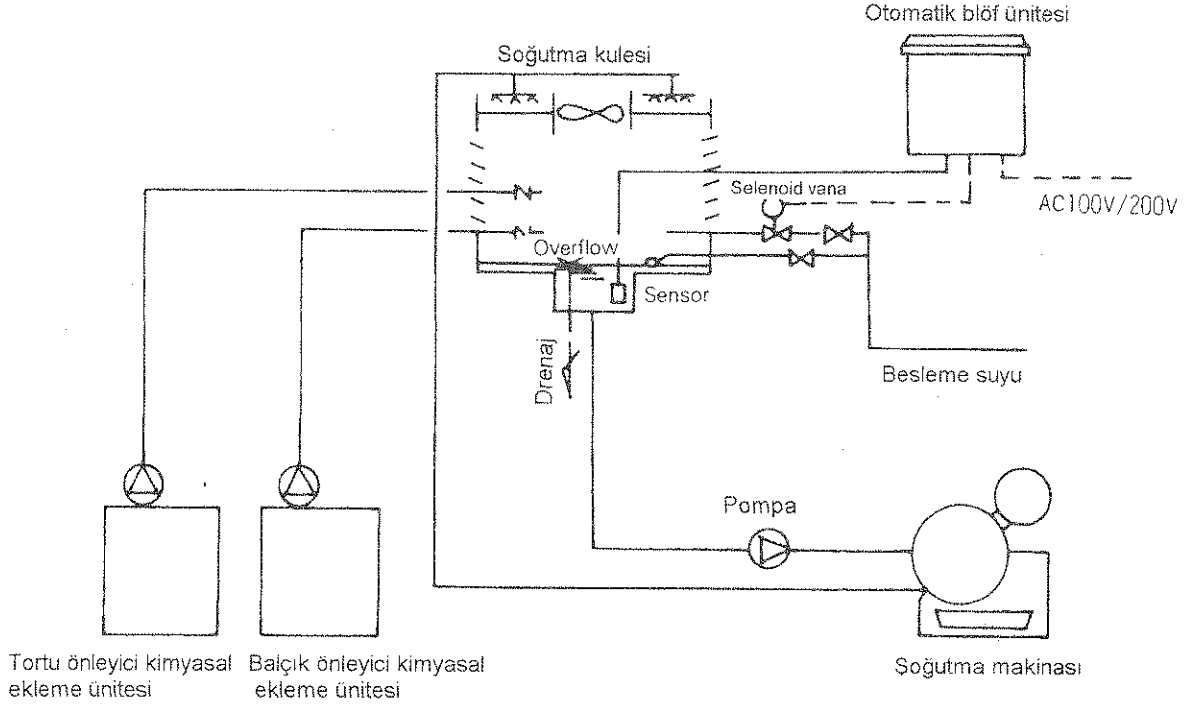
4.1.3. Kimyasal Madde İle Su İyileştirmesi

Öncelikle soğutma ve besleme suyunu analiz etmek gerekir. Daha sonra konsantrasyon katsayısı ve blöf hacmi belirlenir. Besleme suyunun kalitesi kötü ise, blöf suyu hacmini ve su hızını arttırmak gerekir.

Su şartlandırma ünitesi, soğutma suyu kalitesini sabit bir aralıkta tutan ve otomatik olarak gerekli kimyasal maddeyi ekleyen bir sistemdir.

Kimyasal madde ile su iyileştirmesi;

- . Blöf miktarında,
- . Otomatik kontrol sistemi ile emek ve insan hatalarında,
- . Su kalitesinin kontrolü ile bakım maliyetlerinde sağlar.



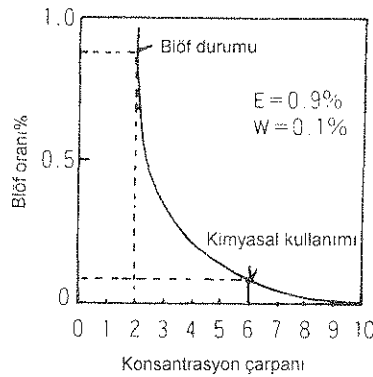
Şekil 11. Bir su şartlandırma sistemi örneği.

Su kalitesinin iyileştirilmesi için korozyon, tortu ve balçık oluşumunu önleyici kimyasal maddeler kullanılır.

Tortu önleyici kimyasal, tortuyu oluşturan bileşiklerin kristalleşmesini önler ve bunlar su içinde yayılır. Genellikle antikoroziv kimyasallarla birlikte kullanılır.

Tortu önleyici kullanılmasıyla sudaki sertliği artırıcı bileşenlere daha fazla izin verilebilir. Bu nedenle besleme suyu kalitesinde farklılıklar olsa bile, genellikle konsantrasyon çarpanı 4 ile 10 arasında korunur. Konsantrasyon çarpanının yüksek tutulabilmesi besleme suyu açısından ekonomizasyon sağlar. (Eğer besleme suyu içindeki silis oranı yüksekse, konsantrasyon çarpanını tekrar hesaplamak gerekir.)

4.1.4. Blöf Ve Kimyasal Kullanımının Maddi Açısından Karşılaştırılması.



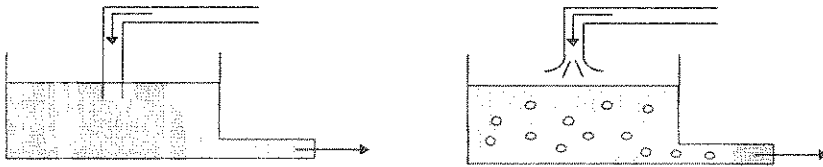
Şekil 12. Konsantrasyon çarpanı ve blöf arasındaki ilişki. Anlaşılabacağı gibi N=2 ve N=6 durumları karşılaştırılmıştır.

Örnek:

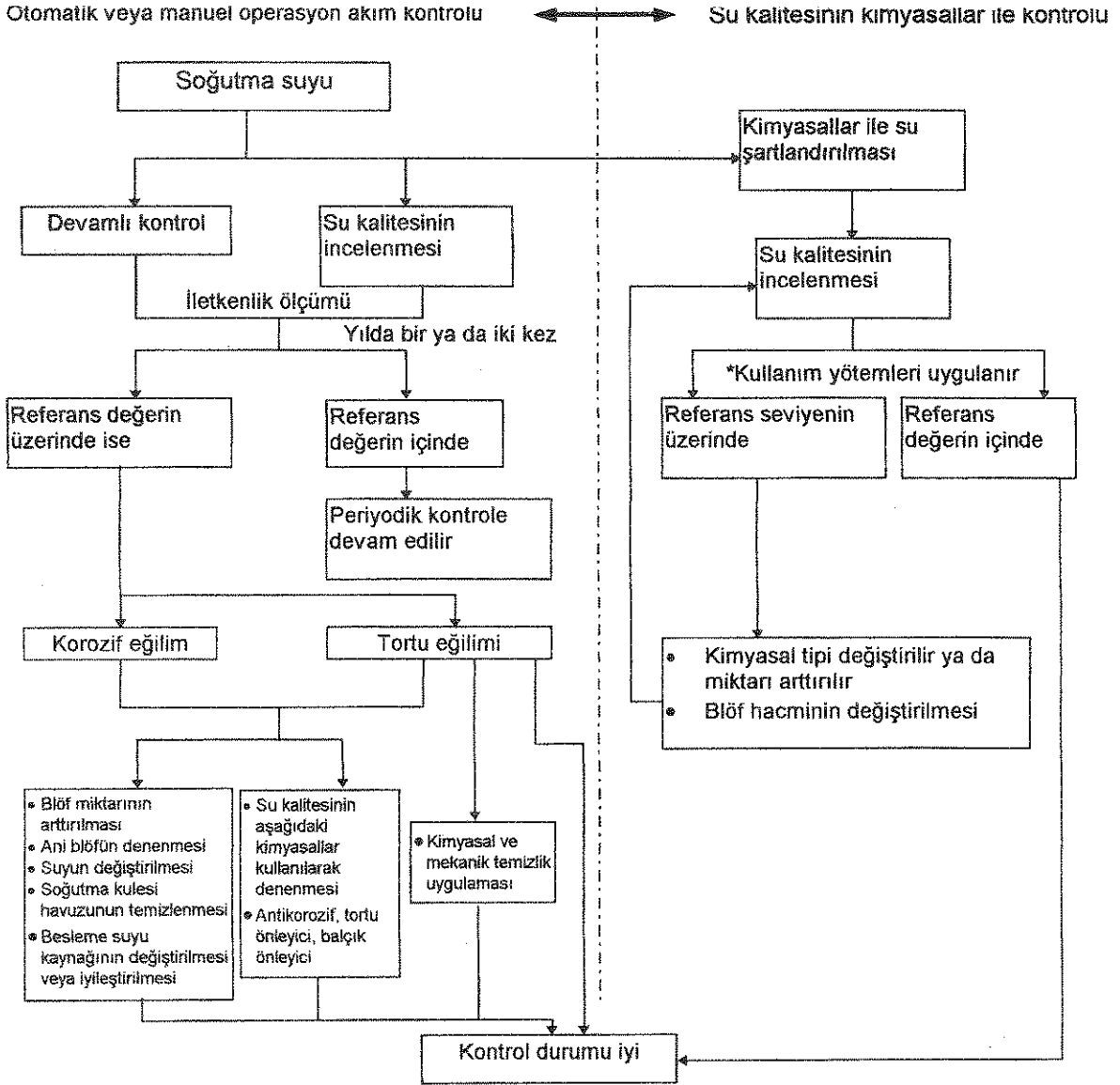
Bir soğutma kulesi için gerekli su debisi $200 \text{ m}^3/\text{h}$ olsun. Blöf olarak atılan su miktarı ise $1.44 \text{ m}^3/\text{h}$. Günde 10 saat ve ayda 30 günlük çalışma ile bir aylık çalışma göz önüne alınırsa, blöf miktarı $432 \text{ m}^3/\text{Ay}$ olur. Şehir suyu bedelinin $200000 \text{ TL}/\text{m}^3$ olduğu düşünülürse aylık 8640000 T.L. su bedeli olarak harcanır. Tortu, balçık ve korozyon önleyici kimyasal madde bedelleri ise 4000000 TL civarındadır. Bu durumda kimyasal maddelerle su iyileştirmesi yapıldığında önemli tasarruflar sağlanabilmektedir.

4.2. Yeraltı Suları Ve Tanklar

- Kapak ya da benzeri koruma mekanizmaları olmayan tank ya da depolara kirli ya da konsantrasyon artırıcı iyonların bulunduğu suyun karışma ihtimali olabilir. Bu su kalitesini bozar.
- Uygun drenaj hattı yoksa, yağmur suyu, çamurlu su ya da atık suyun çevrim suyuna karışma ihtimali vardır
- Betonarme tank ya da kuyularda nehir suyu ve/veya kirli suyun (tarımsal, kimyasal atıklar içeren v.b.) sisteme çatlaklardan sızma olasılığı olabilir.
- Betonarme yapılarda gerekli önlemler alınmadığında betonarmenin alkanitesi sistem suyuna sızabilir.
- Betona işlemiş kirlenici kimyasallar, uzun zaman içinde sistem suyuna sızabilir.
- Bazı hallerde tanklar bakteri ve mikropların üremesine neden olabilirler. Bu durumda bakteri ve mikrop öldürücü kimyasal yada güneş ışığına ihtiyaç duyulur.
- Metal yüzeylerdeki pas su ile çözülerek sistemin diğer elemanlarında toplanır ve lokal korozyona neden olabilir.
- Büyük sistemlerde gerekli önlemler alınmadıysa sistemin durdurulduğu her zaman su tankta birikir. Tekrar çalıştığında borularda ve sistemde su vuruntuları olur. Bu durum borularda ve bazı ekipmanlarda korozif etki yaratır.
- Tank'a dönen su tanktaki su seviyesinin üzerinden boşalırsa, sudaki oksijen seviyesi ve havadaki kirleticiler (azot oksitler, sülfirik asit v.b.) sistem suyunda çözünürler. Bu korozif etkiyi artırır.



- Sistemde yapılan kimyasal temizlik sonrası, durulamanın iyi yapılması artık kimyasal maddenin kalmaması gerekir.
- Salamuralı sistemlerde (etil glikol ya da propilen glikol kullanılan) paslanmayı önleyici katkı kimyasalları eklenmelidir.



Şekil 13. Su kalitesi kontrolü için akış şeması

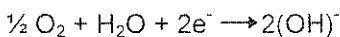
5. KOROZYON

5.1. Korozyon Reaksiyonu ve Mekanizması

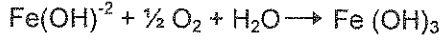
Su ile temas eden metallerde elektrokimyasal reaksiyon oluşur. Metal iyonlarının yoğun olduğu bölge anod, oksijenin yoğun olduğu bölge ise katod görevi yapar. Anod tarafında elektron açığa çıkar



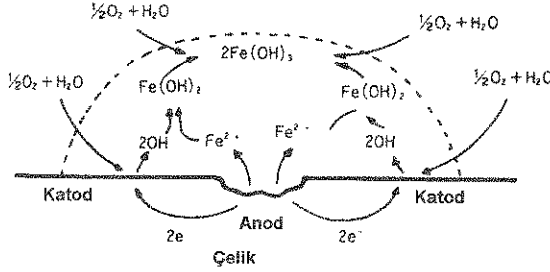
Katod tarafında açığa çıkan elektronlar kullanılır,



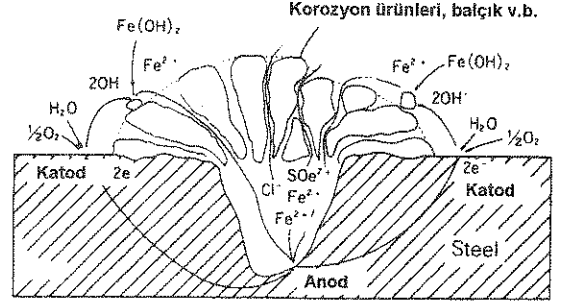
Oluşan tepkime sonucu demir hidroksit oluşur.



Suda çözülmüş oksijen oranının yüksek oluşu, sıcaklık değişimi ve diğer etkenter metal yüzeylerde pH seviyesini artırır. Özellikle tortu, çamur, balçık ve korozyon atıkları yüzeye yapıştığında bölgesel (pitting) korozyon oluşur.



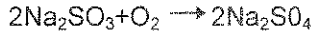
Şekil 14 Korozyon oluşumu



Şekil 15 Pitting korozyonu oluşum şekli

5.2. Korozyon Kontrolü

Korozyonun neden olduğu hasarlar sulu sistemlerde metal yüzeylerde korozyona karşı dayanıklı kaplama maddeleri tercih edilerek, sudaki oksijen uzaklaştırılarak ya da pH kontrol edici kimyasallar ve korozyon inhibitörleri kullanılarak azaltılabilir. Genellikle bu yöntemlerden birkaçı aynı anda uygulanır. Korozyon inhibitörleri kullanılıyor ya da su şartlandırılmış olmasına rağmen su ile temas etmeyen ancak nemli hava ile temas eden bölgelerin (su kulelerinin ve boruların dış yüzeyleri gibi) antikorozyf maddelerle kaplanmış olması gerekir. Su ve neme dayanıklı boyalar ve benzeri kimyasallar örnek olarak verilebilir. Kapalı devre sistemlerde suda çözülmüş oksijenin uzaklaştırılması daha uygun bir yöntem gibi görünmektedir. Bunu gerçekleştirmek için suyun içine sodyum sülfat (Na_2SO_3) eklenmesi yöntemlerinden biridir.



Soğutma sistemlerinde oksijen su içerisinde çözülmüş halde olduğu için Sodyum Sülfat (Na_2SO_3) reaksiyonu yavaşlar. Ancak az miktarda eklenen kobalt tozu reaksiyonu hızlandırıcı katalizör olarak kullanılabilir. Açık sistemlerde oksijenin kimyasal olarak uzaklaştırılması pek uygun değildir. Çünkü su her seferinde hava ile temas ettiğinden oksijen tekrar suyun içinde çözünecektir. Soğutma sistemlerinde oksijen vakumlama yöntemi ile de sudan uzaklaştırılabilmesine rağmen karbondioksitin de uzaklaştırıldığı düşünülürse uygun bir yöntem değildir. Sistemde korozyon inhibitörü kullanmak yeterli değildir. Bununla birlikte suyun pH'nın ancak 7.0 civarında tutulması korozyon etkisini azaltır. Bu tip kimyasalların seçimi ve uygulanması için su kimyasalları uzmanına başvurmak şarttır.

6. TORTU VE BALÇIK

6.1. Tortu Reaksiyonu ve Mekanizması

Suda çözülmüş halde bulunan kalsiyum bikarbonat ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) kararsız haldedir. Düşük basınçlarda, karbondioksitin az olduğu ortamlarda, yüksek sıcaklıklarda kalsiyum karbonat (CaCO_3) haline dönüşür. Kalsiyum karbonat katıdır ve mevcut su yapısında tekrar çözünmesi mümkün değildir.



Suda magnezyum tuzları ve silis varsa CaCO_3 bunlarla tepkimeye girerek daha sert ve kalıcı hale gelir. Bu tür yapılar metal yüzeylerde toplanarak tortu oluşturur. Silis oluşumları kimyasal olarak çözünmesi güç oluşumlardır. Kalsiyum ve magnezyum oluşumlarının kimyasal temizliğinde kullanılan asitler

çeşitlilik göstermesine karşın silis oluşumları ancak hidroflorik asitle mümkündür. Hidroflorik asidin korozif etkisi yüksek olduğundan silisli tortu oluşumunu baştan önlemek önemlidir.

6.2. Tortu Kontrolü

Soğutma sistemlerinde tortu oluşumunu en aza indirmek için iki yöntem uygulanabilir. Bunlardan birincisi suda çözünmüş tuz ve partikülleri blöf yöntemiyle mekanik olarak atmak ve su sertliğini kontrol altında tutmaktır. İkinci yöntem ise kimyasal olarak kalsiyum bikarbonatın ve magnezyum bikarbonatın tepkimelerini önlemektir. Bu yöntemle sodyum polifosfat organik dağıtıcı maddeler, sentetik polimer polielektrolitler, organik fosfat ya da bunların karışımı kullanılabilir. Ayrıca sisteme asit ilavesi suyun pH dengesini düzenler ve tortu oluşumunu azaltır. Ancak asit ilavesi kontrollü yapılmalıdır. Aksi takdirde korozif etki artacaktır.

Korozyon artışı demir iyonlarının 3 değerlikli demire yükseltgenmesi demirhidroksit ile pas tortularını oluşturur. Bunu önlemek için demirin yükseltgenmesini önleyen kimyasallar kullanılır. Su içinde askıda bulunan partiküller polielektrolitler yardımıyla kontrol edilmelidir.

6.3. Balçık

Yosunlaşma, bakteriler ve artıkları soğutma sisteminde özellikle güneş ışığı gören bölgelerde yoğunlaşır. Üremeleri ve etkili olmaları güneş ışığını doğrudan görmeleri ile orantılıdır. Bu nedenle özellikle su kulelerine ve ısı tanklarına güneş ışığının doğrudan gelmesi gölgeliklerle engellenmelidir. Bu mümkün değilse ya da oluşumlar engellenemiyorsa kimyasal olarak biyosit kullanılmalıdır. Kullanılan biyositlerin su kimyasalları uzmanı tarafından belirlenmesi uygun olur. Biyositleri az ve sürekli kullanmak yerine periyodik olarak etkin miktarlarda kullanmak hem ekonomik hem de etkilidir. Tek tip biyosit kullanımında mikroorganizma ve bakteriler bağışıklık kazanır. Bunu önlemek için belirli periyotlarla biyosit içeriğini değiştirmek gerekir.

6.4. Tortu Ve Balçık Oluşumunu Önlemek İçin Alınması Gereken Önlemler.

Su kalitesi referans değerleri su kalitesi kontrolü için önemlidir. Bilindiği gibi sudaki alkalite tortu oluşumunu, asidite ise korozyonu belirler. Tortu oluşumu korozif etkiyi artırır. Bu nedenle pH kontrolü su akış hızlarının kontrolü inhibitörlerin kullanımı ya da su içindeki iyonların tutularak yumuşatılması tortu oluşumunu önlemek için uygulanabilecek yöntemlerdendir.

Genellikler tortu oluşumu, balçık oluşumunu da beraberinde getirir. Bakteri ve yosunlaşmanın yarattığı balçık oluşumu da yine uygun kimyasal malzemelerin (biyositlerin) kullanımı ya da güneş ışığı etkisi ile mümkündür.

Tesisatta kullanılacak plastik borular sudaki demir miktarını azalmasına rağmen, dayanıklılık ve benzeri problemlerle karşılaşılabilir.

Besi suyu olarak kuyu suyu kullanılıyorsa tortu problemleri çıkma olasılığı daha fazladır. Bu nedenle besi suyu olarak kuyu suyu kullanılmamalı ya da sık sık kalitesindeki değişim incelenmelidir.

Su akış hızındaki değişimler gerek korozif gerek tortu ve balçık oluşumunda rol oynamaktadır. Hızı yüksek akış tesisat üzerinde yol açar. Hızı düşük akışlarda ise tortu ve balçık oluşumu hızlanır. Bu nedenle su akış hızları iyi belirlenmelidir.

6.5. Tortu Ve Balçık Temizliği

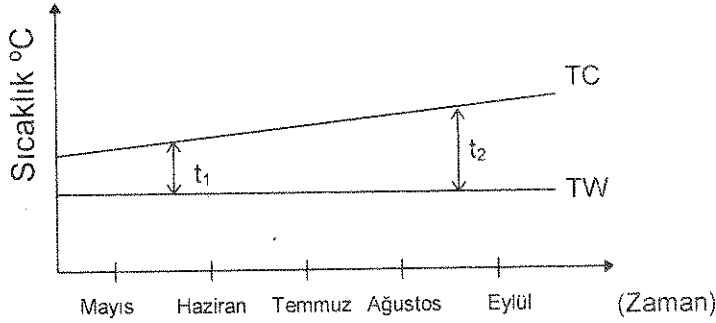
6.5.1. Tortu Ve Balçık Temizliği Gereğinin Tespiti

Tortu kalınlığını tespit etmek için bir çok yöntem vardır. Isı değiştiricinin verimindeki değişimi tespit yöntemi genellikle uygulanır ve kesinlik gösterir.

Soğutma sistemi tam kapasite ile çalışırken, kondenserden (ısı değiştirici) çıkan soğutma suyu sıcaklığı ile sistemin kondenzasyon sıcaklığı arasındaki fark tespit edilir. Bu değer (fark) kirliliğin boyutu hakkında fikir verir.

Kondenzasyon sıcaklığı; yüksek basınç değerinde soğutucu akışkanın faz değiştirme sıcaklığıdır. Kullanılan soğutucu akışkan için tablolardan bulunabilir.

Bu yöntem su debisinde değişme olduğunda belirleyici olmayabilir.



TC: Kondenzasyon sıcaklığı

TW: Kondenser soğutma suyu çıkış sıcaklığı

t_1 : Sistem temizken sıcaklık farkı

t_2 : Sistemde tortu oluştuğunda sıcaklık farkı

Şekil 16. Kondenzasyon sıcaklığının zamana göre değişimi

Sistemde ($t_2 - t_1$) farkı 3-5 °C'ye ulaştığında tortu temizliğine ihtiyaç duyulur. Temizlik sonrası farkın kritik seviyenin altına düştüğünden emin olmak gerekir.

Kimyasal temizlik yapmak için ağırlıklı olarak ne tür tortu oluştuğu tespit edilerek uygun kimyasal seçilmelidir. Aşağıdakine benzer tablolar oluşturulmalı ya da uzman kuruluşlara başvurulmalıdır.

Tablo 3. Tortu tipine göre kimyasal tipi seçimi ve uygulama şekli için düzenlenmiş örnek tablo.

Tortu Türü	Adı	Üretici Firma	Konsantrasyon	Temizlik için gereken süre
Çamurlu tortu	% 10	15 - 30 dakika
Sert tortu	% 10	30 dakika - 2 saat
Demir oksit tortusu	% 10	30 dakika - 2 saat
Silis tortusu	% 10 - % 20	6-24 saat 2-3 saat
Kalsiyum demir pası	% 10	4 saat
Kalsiyum tortusu	% 10	4 saat
Kalsiyum-silis tortusu	% 10	24 saat
Demir pası	% 10 - % 20	4 saat
Balçık	% 10 - % 20	4 saat

6.5.2. Tortu Temizliği

Tortu oluşumu eğer kontrol altında tutulmuyorsa her sezon temizlik ihtiyacı doğar. Temizlik için genellikle iki yöntem kullanılır; kimyasallar ve mekanik yöntemler. Her iki yöntemin de avantaj ve

dezavantajları vardır. Bu nedenle tortu özelliklerine, şantiye şartlarına, ekipmanlara, servis maliyetlerine v.b. göre temizleme yöntemi belirlenmelidir. Isı değiştiricinin yapısına bağlı olarak mekanik temizlik mümkün olmayabilir. Ya da kimyasal temizlik sırasında kullanılacak kimyasalların ısı değiştiricilerinin hassas yapılarını bozmaması gerektiği göz ardı edilmemelidir.

6.5.2.1. Kimyasal Temizliğin Avantaj Ve Dezavantajları.

- Tortu yapısının çok iyi belirlenmesi gerekir. Her tortu kimyasal olarak temizlenebilir ancak kimyasal maddenin yanlış seğilmesi tortu temizliğinde başarısızlığa neden olabileceği gibi korozif etki de gösterebilir.
- Çoğu zaman, temizlik sonrası sistemin yıkanarak nötralize edilmesi gerekir.
- Kısa sürelerde çok büyük kapasiteli temizlik gerçekleştirilebilir.
- Karmaşık bir tesisat bile temizlenebilir.
- Temizlik sırasında metallerin korozyona uğramasına dikkat edilmelidir.

6.5.2.2. Mekanik Temizlik Avantaj Ve Dezavantajları

- Bazı sert tortu oluşumlarının temizlenememesi gibi sorunlarla karşılaşılabilir.
- Fiziksel güç harcadığından insan gücü ve zamanı kullanılır.
- Karmaşık bir tesisatta temizlik mümkün olmaz.
- Kimyasal malzeme kullanılmadığından çevre kirliliği olmaz.
- Bu yöntem genellikle ucuzdur.
- Temizlik çalışması sırasında başarı miktarı gözlenebilir.

6.5.3. Temizlik Sırasında Oluşabilecek Hasarlar

- Tortu türü yanlış belirlenmişse, ya da birden fazla tortu türü oluştuysa kimyasal malzeme seçimi hatalı olabilir. Bu durumda temizlenememe gibi sorunlarla karşılaşılabilir. Örneğin silis tortusu ağırlıklı olarak hidroflorik asit içeren karışımlarla kalsit tortusu ise hidroklorik asit içeren karışımlarla temizlenir. Beyaz görüntüsünden dolayı silis ağırlıklı sanılan kalsiyum tortusu silis tortusunu temizleyen bir kimyasalla temizlenmeye çalışılırsa, sert kalsiyumflorid oluşur ve temizlenmesi iyice güçleşir.
- Kondenserde (ısı değiştiricide) delinmeler olabilir. Bunun başlıca nedeni istenmeyen tepkimeleri önleyen katkı maddeleri kullanılmayan kimyasalların kullanılmasıyla oluşan kimyasal korozyonlardır. Kondenselerde genellikle kaynak kullanılmaz. Bakır boruların sızdırmazlığı makinato yöntemi ile sıkıştırılarak sağlanır. Kimyasal korozyonlar gevşemelere neden olarak büyük problemler yaratır. Katkı maddeleri belirli zaman aralığı içinde etkili olur. Bu nedenle üretici firmaların belirttiği uygulama sürelerine kesinlikle uyulmalıdır. Her kimyasal temizlik sonrası durulama yapılarak (nötralizasyon) kimyasal artık bırakılmamalıdır. Unutulduğunda (sezon sonunda) katkı maddelerinin etki süresi geçeceğinden delinmelere neden olur.

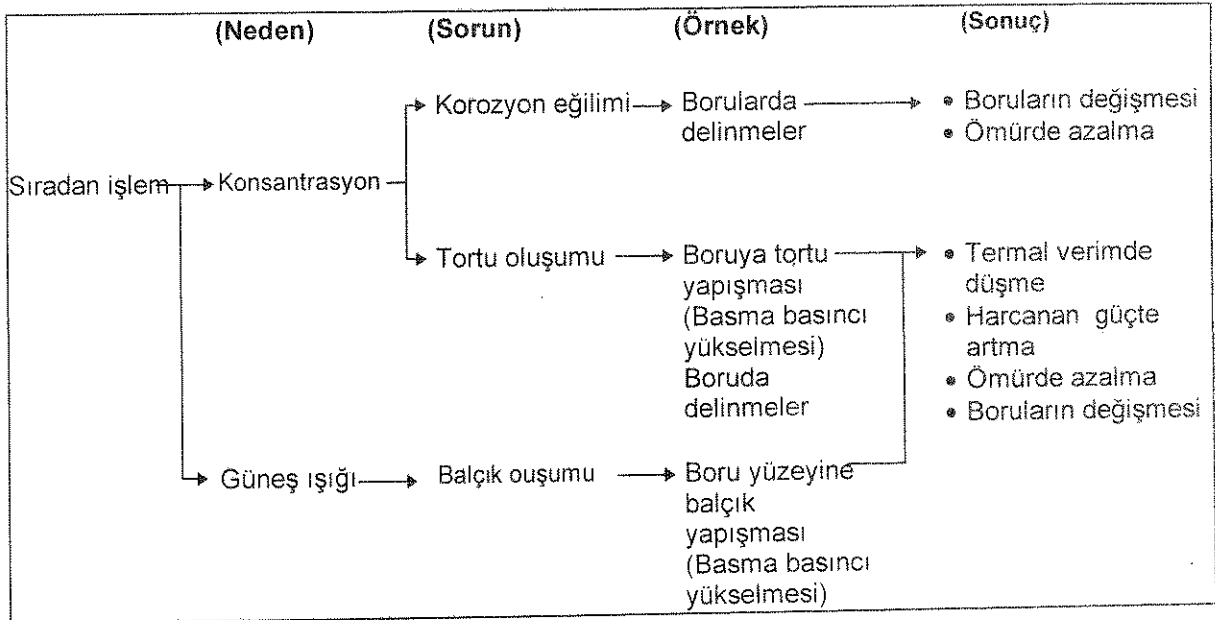
Temizlik sırasında akışkan hızı yüksek olursa çeşitli delinmelere rastlanabilir. Bu nedenle kimyasal madde hızının 3 m/s'yi geçmemesi gerekir.

Soğutma sisteminin durdurulması için kuleden yapılacak kimyasal temizlik tesisat borularında zayıflamaya neden olduğu gibi, su kulesi tarafından çevreye atılan kimyasal madde parçacıkları da tehlikeli olabilir.

7. KOROZYON, TORTU VE BALÇIK NEDENİYLE SOĞUTMA SİSTEMİNDE OLUŞABİLECEK ARIZALAR

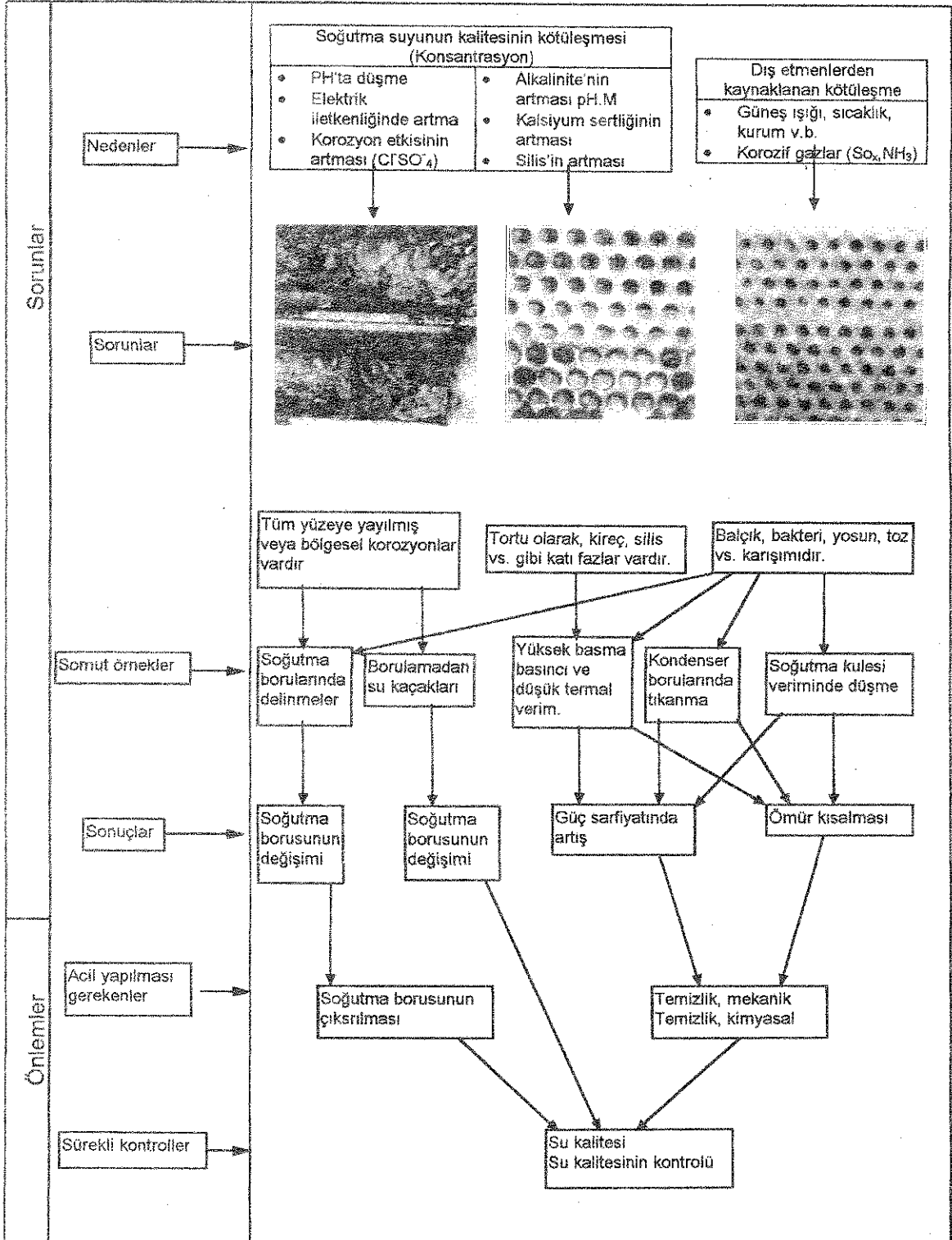
Soğutma sistemi iki gruba ayrılabilir; soğutma grubu ve ekipmanları. Su boruları, pompalar, mahaldeki ısı değiştiricileri ekipmanlar olarak tanımlanır. Ekipmanlar korozyon nedeniyle görevini yapamaz hale geldiğinde su kaçaqları ya da verim düşmeleri söz konusudur. Eğer tesisat boruları tortu ve balçık tabakası ile kaplandıysa basınç kayıpları yükselir ve pompa verimleri düşerek debi problemine yol açar. Bu durum soğutma çevrimini de dolaylı olarak etkiler.

Soğutma grubu performansını belirleyebilmek için birçok veriye ihtiyaç vardır. Aşırı soğutma miktarı, aşırı kızdırma miktarı, kompresör basma ve emme sıcaklığı, soğutma etkisi, evaporasyon ve kondenzasyon basınçları birbiriyle uyum içinde olması gereken parametrelerdir. Tortu, balçık ve korozyon artıkları nedeniyle kondenser tarafında oluşan verim düşüklüğü kondenzasyon sıcaklığının artmasına neden olur. Bu evaporasyon sıcaklığının artışı da beraberinde getirir. Yüksek basınç emniyet elemanlarının sistemi sık sık kesintiye uğratmasının yanı sıra soğutma etkisi azalır, kompresörün harcadığı enerji artar ve elektrikli emniyet elemanları sık sık devreye girerek sistemi durdurur. Sistem uzun süre bu şekilde çalışırsa kompresör kızgın çalıştığından yağlama problemlerinin yanı sıra elektrikli sargılarda deformasyona neden olarak kompresör sargılarının yanmasına neden olur. Korozyon ve sık temizlik nedeniyle kondenser su borularında oluşabilecek kaçaqlar, soğutma devresine su karışmasına neden olur. Bu durumda genleşme vanası tikanır ve alçak basınç emniyet elemanı sistemi durdurur. Sistemin sudan arındırılması ve tekrar devreye alınması için uzun zamana ihtiyaç duyulur. Soğutma sisteminde korozyon, tortu ve balçık nedeniyle oluşabilecek arızalar ve önlemler şekil 13 ve tablo 4'te gösterilmiştir.



Şekil 13. Korozyon tortu ve balçık sorunlarının ortaya çıkış şekli sonuçları ve alınması gereken önlemler.

Tablo 4. Soğutma sisteminde oluşabilecek arızalar ve önlemleri.



KAYNAKLAR

- [1] DAIKIN, Servis Manuel, Chiller
- [2] DAIKIN, Servis Manuel, Air Conditioning and Refrigeration Equipment
- [3] ASHRAE Handbook, Equipment, 1988
- [4] ASHRAE HVAC Systems and Applications, 1996
- [5] II. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi Bildiri, " Çevre Kirliliğinin Klima Sistemlerine Etkileri", Ümit ÇALLI, 1995
- [6] II. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi Bildiri, " Suların Terbiyesinin Gerekçesi", Enis BURKUT, 1995

ÖZGEÇMİŞ,**Ümit ÇALLI**

1969 yılında Denizli-Çivril'de doğmuştur. 1992 yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesi Makine mühendisliği Bölümü'nden mezun olmuştur. 1997 yılında Ege Üniversitesi Kimya Mühendisliği Bölümünde Yüksek Lisans öğrenimini tamamlamıştır. 1992 yılından bu yana TEBA Şirketler Grubu'na ait BOSAŞ Bakım Onarım Servis A.Ş.'nin Klima Grubu'nda servis mühendisliği yapmaktadır.

Ateş KUMBARACI

1971 yılında Antakya-İskenderun'da doğmuştur. 1996 yılında 9 Eylül Üniversitesi Makine mühendisliği Bölümü'nden mezun olmuştur. 1996 yılından bu yana TEBA Şirketler Grubu'na ait BOSAŞ Bakım Onarım Servis A.Ş.'nin Klima Grubu'nda servis mühendisliği yapmaktadır.