PROSES SUYU HAZIRLAMA SİSTEMLERİ VE İŞLETİMİ

Yüksek Mühendis
Enis Burkut

Ocak 2022

Proses Suyu Hazırlama Sistemleri ve İşletimi

Yazan:
Yüksek Mühendis Enis Burkut
enis@burkut.com.tr

ISBN: 978-975-8476-06-0

© Her hakkı mahfuzdur. Bu kitap veya bir kısmı yazarın müsaadesi olmaksızın kısmen veya tamamen hiçbir şekilde ve teknikle çoğaltılamaz yayınlanamaz.

Baskı ve Cilt: Şan Ofset
Hamidiye Mah. Anadolu Cad. No: 50 Kağıthane / İstanbul
Tel: 0212 289 24 24

Yayınlayan:

Teknik Sektör Yayıncılığı A.Ş.

B2B medya

Barbaros Mah. Uğur Sk. No: 2/2 34662 Üsküdar / İstanbul
Tel: 0126 651 7878 / Faks: 0216 651 7898
www.b2bmedya.com • info@b2bmedya.com

İçindekiler

Bu Kitap Nasıl Oluştu? VII

SU KONUSUNDA GENEL BİLGİLER

Su Konusunda Genel Bilgiler 1
Yeni Yatırımlarda "SU KALİTESİ" Bilgisine İhtiyaç Vardır 2
Sanayide Proses Suyunun Sağlıklı Kontrolü 8
Sanayinin Vazgeçilmez Şartı: Az Bakım ve Az Duruş 14
İşletmelerde, Proses Suyu Hazırlamada Dikkat Edilecek Noktalar 19
Su Sorunlarına İşletme Dışında Çözüm Aramadan Önce Su Sisteminizi İnceleyin 26
Baraj, Göl ve Dere Sularının Kullanımı 32
Satın Alma Şartnameleri Teknolojiyi Sınırlayabilir 38

SU KALİTESİ

Su Kalitesi Konuları 42
Kimyasal Su Analizinin Önemi 43
Suyun İletkenliği Çok Önemlidir 48
Suyun "pH" Derecesi Herkesi İlgilendirir 54
Alkalinite Nedir ? 58
Sudaki Silikat'ın Su Sistemlerine Zararları 62
Suda Amonyum, Nitrit ve Nitrat 69
Suyun Doyumu Sonucunda Oluşan Kristallerin Önlenmesi 74
Buhar Sistemi Ekonomisinde Kazan Besi Suyu İletkenliğinin Önemi 79

TESİSAT, BORULAR, DEPO, KOROZYON

Tesisat, Borular, Depo, Korozyon Konuları 84
Su Sistemlerinde Oluşan Kireç ile Mücadele Yöntemleri 85
Su Sistemlerinde Görünen Her Katı Kireç Değildir 90
Sudan Kaynaklanan Metal Korozyonu 95
Su Depolarında Üreyen Mikroplar İşletmeye Zarar Verir 100
"Cl" İyonu Paslanmaz Çeliği Paslandırır 106
Su Borularının İçinde Dolaşalım 112

Su Tesisatına Giren Havanın Verdiği Zararlar 117
Su Arıtım Cihazları için Otomasyon Vanaları 122
Su Arıtımında Kullanılan Basınçlı Tanklar 127

DEZENFEKSİYON

Dezenfeksiyon Konuları 134
Sudaki Mikropların Yok Edilmesi 135
Klor ile Dezenfeksiyon 141
Klor, Klorür, Hipoklorit 148
Ultraviyole Işını ile Su Dezenfeksiyonu 152
Ozon Gazı ile Su Dezenfeksiyonu 160
LEJYONER Hastalığı Riskini Azaltmak için Yöntemler 166

SU FİLTRASYONU

Su Filtrasyonu Konuları 171
Doğru Su Filtresi Seçimi Çok Önemlidir 172
Kaç Mikronluk Su Filtresine İhtiyaç Var? 178
Filtre Seçimi Öncesi Bilgi Toplayalım 184
Tıkanmayan Su Filtresi Olur Mu? 190
Kum Filtresini İyi Tanıyor muyuz? 195
Kum Filtresi Kapasitesini Filtre Çapı mı Tayin Eder? 201
Kum Filtresi Ters Yıkama Sırasında Her Tuttuğunu Atamaz 204
Kartuşlu Su Filtreleri ve İşletme Sorunları 208
Ultra Filtrasyon Çok Başarılı Bir Su Filtrasyonu Tekniğidir 214
Ultra Filtrasyon İle Kum Filtresini Karşılaştıralım 219
Aktif Karbon Filtresinin SU Tekniğinde Kullanımı 224
Otomatik Ters Yıkamalı Diskli Su Filtreleri 229

SU ŞARTLANDIRMA

Su Şartlandırma Konuları 235
Su Şartlandırma Tanklarında Kullanılan Dolgu Malzemelerinin Ne Kadarı Görev Yapar? 236
Su Arıtma Cihazları SABİT Bir Su Debisi için Tasarlanır 242
Su Yumuşatma Cihazı Satın Alırken Neye Dikkat Edelim? 248

Su Yumuşatma Cihazının Sağlıklı İşletilmesi 253
Sudaki Demir ve Manganın Giderimi 259
Sudan Arsenik'in Giderilmesi 264

TERS OZMOZ TEKNİĞİ

Ters Ozmoz Tekniği Konuları 268
Ters Ozmoz Koruyucusu Ön Şartlandırma 269
Ters Ozmoz Membranları Sudan Neyi Ayırır, Neyi Ayırmaz? 274
Ters Ozmoz Membranlarının Yıkanması 280
Ters Ozmoz Sistemlerinde Neden "Antiskalant" Kullanılır? 284
Ters Ozmoz Membranları Koruyucusu Olarak Ultra Filtrasyon Sistemi 289
Ters Ozmoz Membranlarının Ömrü Nedir? 294
Ters Ozmoz Membranları Neden Tıkanır? 299
Ters Ozmoz İşleticiliğinde Sık Yapılan Hatalar 306
Ters Ozmoz Tekniğinin Getirdiği İşletmecilik Avantajları 312
Ters Ozmoz Cihazı Mikrop Geçirir Mi? 317
Ters Ozmoz Cihazı Konsatre Edicidir 321

ELEKTRO-DE-İYONİZASYON TEKNİĞİ İLE SAF SU ÜRETİMİ

Elektro-De-İyonizasyon Tekniği ile Saf Su Üretimi Konuları 326
Saf Su Hazırlama Yöntemleri 327
Yüksek Saflıkta Su Üretimi için Elektro De-İyonizasyon Yöntemi 333

SOĞUTMA KULESİ VE EŞANJÖR SOĞUTMASI

Soğutma Kulesi ve Eşanjör Soğutması Konuları 338
Soğutma Kulesi İşletim Sorunlarına Çözümler 339
Soğutma Suyundaki Katıları Nasıl Sudan Ayırabiliriz? 346
Isı Eşanjörleri Neden Tıkanır? 352
Soğutma Kulesi Besi Suyu Nasıl Hazırlanmalı? 360

Bu Kitap Nasıl Oluştu?

Bu kitap Su ve Çevre Dergisinde yayınlanan makalelerim ile oluştu. 2005 yılında kurulan Su ve Çevre Teknolojileri dergisinin ilk sayısından bugünlere kadar yayınlanmış olan makalelerim çoğalınca, okuyuculardan ***"Bu makaleleri bir kitapta toplayın."*** dilekleri gelmeye başladı. Bunun üzerine Su ve Çevre Dergisini yayınlayan yayın evinin genel müdürü İsmail Ceyhan Bey ile telefonlaştım; onun bana verdiği fikir desteği ile bu kitabı hazırlamaya başladım. İsmail Bey'e çok teşekkür ederim, onun desteği sayesinde bu kitap ortaya çıktı.

2005 yılından bu yana teknik bilgim ve tecrübem çok arttığı için, dergide yayınlanmış yazılarımı gözden geçirdim ve güncelledim; bazı resimleri de yenileri ile değiştirdim, işte böylece bu kitap oluştu.

Peki, bu makaleler nasıl oluştu?

1967 yılında Mak. Yük. Müh. olarak mezun oldum (I.N.S.A. - Institut National des Sciences Appliquées- Lyon-Fransa). Sanayiye hizmetlerim 1969 yılında başladı. 1984 yılına kadar birkaç yerde görev yaptım. 1984 Ocak ayında kendi şirketimi kurunca sanayinin proses suyunu ve sanayide görevlilerin içme ve kullanım sularını hazırlamak ile ilgili birçok proje, kurulum ve servis hizmeti verirken, sayısı bin'i geçen sanayi işletmesini ziyaret ettim, işletmelerin proseslerini öğrendim, işletme sorunlarına şahit oldum ve bu sorunlara çözümler ürettim; almış olduğum notlar bu makalelerin temelini oluşturdu. Modern teknolojileri öğrenmek için ABD ve Avrupa'da bulunan imalatçı kuruluşlarda eğitimler aldım. Dolayısı ile yazılarım kendi hayat tecrübemden kaynaklanmıştır ve çoğunluğu işletmeciliğe dönük pratik bilgilerdir ve konuştuğumuz kelimeler ile yazılmıştır; yazılarımda teorik bilgi azdır. Bu kitap suyun teorik bilgilerini değil suyun arıtımında kullanılan cihazların doğru ve yanlış kullanımlarına yer verir. Dünyada su arıtımı ile ilgili birçok cihaz ve yöntem icat edilmiştir, fakat bu kitapta yalnızca bizim uyguladığımız konulara ve cihazlara yer verdik.

1984 yılında ülkemizde proses suyu arıtımında bulunan teknikler şunlardı: Kum filtresi, su yumuşatıcı, aktif karbon ve reçineli deiyonize sistemi. Ülkemizden daha önce sanayileşmiş olan ülkelerde yaptığım araştırmalar sonucunda, sanayinin proses suyu hazırlaması ile ilgili şu teknikleri ülkemize kazandırdım: Ters ozmoz ile sanayide kaliteli proses suyu üretimi, EDI -Elektro-De-İyonizasyon tekniği ile çok saf su üretimi, sanayide ozon gazı kullanımı, diskli filtre uygulamaları, ultra filtrasyon tekniği ile çok hassas filtrasyon, soğutma sularında böbrek filtre uygulaması, çelik sanayiindeki tufallı suların filtrasyonunda kullanılan katı ayırıcı (siklon separatör) gibi. Bu tekniklerin doğru kullanımı ile ilgili de bu kitapta makalelerim bulunmaktadır.

Bu kitabın sanayide görevli meslektaşlarıma ve ileride sanayide görev alacak olan teknik konuda eğitim gören öğrencilere yararlı olması dileği ile.

Yük. Müh. Enis BURKUT
enis@burkut.com.tr

Su Konusunda Genel Bilgiler

Kitabın bu bölümünde aşağıdaki konularda yazılar yer almaktadır:

Yeni Yatırımlarda “SU KALİTESİ“ Bilgisine İhtiyaç Vardır

Sanayide Proses Suyunun Sağlıklı Kontrolü

Sanayinin Vaz Geçilmez Şartı: Az Bakım ve Az Duruş

İşletmelerde, Proses Suyu Hazırlamada Dikkat Edilecek Noktalar

Su Sorunlarına İşletme Dışında Çözüm Aramadan Önce Su Sisteminizi İnceleyin

Baraj, Göl ve Dere Sularının Kullanımı

Satın Alma Şartnameleri Teknolojiyi Sınırlayabilir

Yeni Yatırımlarda "SU KALİTESİ" Bilgisine İhtiyaç Vardır

Yeni bir işletme yatırımı sırasında üretim konusu yanında, kurulacak işletmenin SUihtiyacının kaynağı, su ihtiyacı miktarı ve su kalitesinin de çok detaylı belirlenmesinde yarar vardır. Çünkü proses suyu kalitesinin uygun olmayışı nedeni ile işletmeler ZARAR eder.

Ülkemizden çok yıllar önce yurt dışında sanayi tesisleri kurmuş bazı şirketler ülkemizde yatırım yapıyor. Bu şirketler henüz sanayi binasının temelleri atılırken bizden de proses suyu hazırlama teklifi alıyor, mimari projede proses suyu sisteminin yeri görünüyor ve cihazların yerleşimi konusu görüşülüyor.

Ülkemizde sanayicilik konusu tarihsel olarak daha yeni olduğundan ülkemizde yapılan sanayi yatırımlarında, genelde proses suyu miktarı ve kalitesi konuları inşaat sonlandıktan ve proses makinaları satın alındıktan sonra ele alınıyor; yatırım bütçesinin sonuna gelindiği için işletmeye en uygun proses suyu sistemi satın almakta zorluk çekiliyor veya su sistemini yerleştirecek alan konusunda sıkıntı oluyor.

1990'lı yıllarda sanayi işletmelerine proses suyu sistemleri kurarken, yatırımcılar bugünkü kadar zorlanmıyorlardı, çünkü o tarihlerde bugünkü resmi yönetmelikler yoktu. Oysa, şimdi yatırımcı proses suyu miktarı ve kalitesi yanında T.C. hukukuna uygunluk konularını da göz önüne alması gerekiyor. İşletmeleri ilgilendiren aşağıdaki yönetmelikleri hatırlayalım:

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik, 17.02.2005 tarihinde Resmi Gazete'de yayınlandı. İşletmelerde insan kullanımındaki suların bu yönetmeliğe uygun olması gerekir. Gıda işletmelerinde, GIDA'ya değen suların da bu yönetmeliğe uyması istenir.

Lejyoner Hastalığı Kontrol Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik, 13 Mayıs 2015 tarihinde Resmi Gazete'de yayınlandı. Bu Yönetmeliğin amacı; lejyoner hastalığına karşı korunmak ve hastalıkla mücadele etmek için alınması gereken önlemler ile hastalığın bildirimine ilişkin usul ve esasları düzenlemektir. Lejyoner hastalığı "ölümcül" bir hastalıktır, işletmelerin kendi çalışanlarını ve bu işletme civarındaki insanları Lejyoner Hastalığından korumak maksadı ile işletmelerin birçok önlemler alması şarttır.

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 31/12/2004 tarihli ve 25687 sayılı Resmî Gazete'de yayımlandı. Bu Yönetmelik, Ülkenin yeraltı ve yerüstü su kaynakları potansiyelinin her türlü kullanım amacıyla korunmasını, en iyi bir biçimde kul-

lanımının sağlanmasını ve su kirlenmesinin önlenmesini sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumlu bir şekilde gerçekleştirmek üzere gerekli olan hukuki ve teknik esasları ortaya koymaktadır.

Çevre Denetimi Yönetmeliği, 05.01.2001 tarih ve 24631 sayılı Resmî Gazete'de yayımlandı. Bu Yönetmeliğin amacı, tesislerin kurulması, faaliyete geçmesi ve üretimin her aşamasından atıkların nihai bertarafına kadar çevrenin korunması için çevre denetiminin usul ve esaslarını düzenlemektir.

1990 yılında kurulmuş olan tekstil boyahanesine kıyasla, 2000 li yıllarda yayınlanmış olan T.C. kanun ve yönetmelikler sebebi ile bugün yeni bir sanayi işletmesi kurmanın formalite zorlukları tabii ki daha fazla. Yatırımcının üretim konusu dışında gibi görünen "SU" konusunun yatırım için arazi satın almadan önce araştırma programı içine alınmasını öneririz.

Yatırımcı "SU" ile ilgili ne gibi konuları düşünmelidir?

İşletmenin SU kaynağı ne olabilir:

Yer Altı Suları: Ülkemizdeki işletmelerin birçoğu su ihtiyacını kuyulardan temin eder. Oysa her tesisin altında yeraltı suyu bulunmaz, veya bulunsa dahi kuyu suyu çok kötü kalitede olabilir. Yeraltı su varlığını Devlet Su İşleri (DSİ), Maden Teknik Arama (MTA) gibi kuruluşlara danışarak bilgi alınabilir.

Resim 1. *Kirli Dere Suyu*

Bu kuruluşlardan bilgi alınamayan yerlerde, yeraltı araştırması konusunda uzman Jeofizik Mühendisliği kuruluşlarından yardım istemek yerinde olur. Yapılan ilk araştırmalar sonucu olumlu bir işaret elde edilirse kuyu açılır. Tekniğe uyulmadan açılan kuyular kısa zamanda çöker veya çokça kum getirmeye başlar; ayrıca yer üstünden gelen kirli ve gübreli sular ile de kirlenir.

Yüzey Suları: Göl ve nehir sularından bugünkü teknikler ile yüksek kalitede su elde edilebilir. Yüzey suları mevsime göre çok büyük değişkenlik gösterir. Maalesef, sanayi bölgelerinde bulunan yüzey sularımızın birçoğu insan atıkları ile kirlenmiş durumdadır.

Şehir Şebeke Suyu: İşletmenin su ihtiyacı az ise, "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Yönetmeliği"ne uygun olması gereken şehir şebeke suyundan yararlanmak en zahmetsiz su elde etme yöntemidir.

Suların İşletmede Kullanım Yerlerine Göre Hazırlanması: Bir işletme içinde suyun kullanım yerleri çok farklı su kaliteleri ihtiyacı doğurur.

Örneğin, bir tekstil boyahanesinde kumaş yıkaması, buhar kazanı, soğutma suyu sistemi, laboratuar distile cihazı, bahçe sulaması, yerlerin temizliği, personel duşları, içme suyu gibi değişik cihaz ve sistemler birbirinden farklı su kaliteleri gerektirir.

Resim 2. *Proses Suyu Hazırlama Sistemi*

Bu işletmede istenen en saf su genellikle laboratuarın ihtiyacı olan sudur. Bu ihtiyaç göz önüne alınarak bütün suların bu saflıkta hazırlanması hiç de ekonomik bir çözüm değildir. Yukarıda sözü geçen sekiz kullanım noktası için sekiz ayrı kalitede su hazırlamak da işletmecilik açısından çok zordur. Dolayısı ile her işletmenin, elindeki ham su kalitesine ve kullanım yerlerine göre bir su hazırlama sistemi projelendirmesi doğru olur.

Suların Hazırlanmasında Seçilecek Yöntemler: İşletmeye gelen suyun işletmenin ihtiyacına göre kalitesinin yükseltilmesi için birkaç şekilde şartlandırılması gerekir, bu yöntemlere kısaca değinelim:

Suların Katılardan Arındırılması: Yüksek miktarda katılar içeren dere ve göl sularının kimyasal "çöktürme" ile şartlandırılması sonraki filtrasyonu kolaylaştırır. Kuyu sularında genelde "çöktürme" ihtiyacı duyulmaz.

Resim 3. *Sudaki Katıları Çöktürme Sistemi*

Çöktürme sonrası su çoğu zaman birkaç kademede filtre edilir. Filtreler katıları tutmakla kalmazlar, **içlerinde bakteri de üretir.** Bu bakteriler hem filtrenin kendisine, hem de su sitemine ve prosese zarar verir. Bakterilerin üremememesi için köklü önlemler alınmalıdır.

Suların Canlılardan (Bakterilerden) Arındırılması:

Bugün dünyada dezenfeksiyon maksadı ile klor, ozon, ultraviyole, mikrofiltrasyon, ultrafiltrasyon, distilasyon, kaynatma, radyoaktivite gibi yöntemler kullanılıyor.

Resim 4. *Ultra Filtrasyon*

Her bir yöntemin iyi ve kötü tarafları bulunur. Her bir dezenfeksiyon yönteminin işletmeye uygunluğu tartışılmalı ve buna göre bir veya birkaç yöntem seçilmelidir.

Suyun Kimyasal Kalitesinin İyileştirilmesi: Su içinde çözünmüş mineraller bulunur ve bunlar birçok proseste istenmez. İki temel yöntem ile suyu saflaştırmak mümkündür: Reçineli cihazlar ile, bunlara "İyon Değiştirici" de denir. Diğer yöntem "Ters Ozmoz" tekniğidir. Günümüzde ters ozmoz tekniği ile suyu saflaştırmak daha çok kullanılıyor. Ancak, işletmesi zahmetli olsa da, "İyon Değiştirici" sistemi bazı kötü kaliteli sularda daha başarılı olmaktadır.

Su Kimyasalları: İşletmelerde insani kullanım suyu ve proses suyu hazırlamak için, yukarıda tarif edildiği gibi birçok sistem kurulur, fakat bu sistemleri kurmak yetmez. Kurulan su şartlandırma sistemlerinin ve buhar kazanı, soğutma kulesi gibi cihazların doğru çalışabilmesi için birkaç tür su kimyasalı da kullanılır.

Resim 5. *Kimyasal Dozaj Sistemi*

Yatırım sırasında su hazırlama sistemleri seçilirken buna paralel olarak kullanılacak su kimyasallarını da seçmek yerinde olur. Kullanılacak kimyasalın kalitesinden ziyade **bu konuda doğru hizmet veren bilgili ve güvenilir şirketi bulmak daha önemlidir.**

Sonuç olarak, yeni yatırımlar sırasında, proses suyu temini ve proses suyu kalitesi de önemsenmelidir. İşletmelere uygun olmayan suların kullanılışı nedeni ile işletmeler ZARAR eder. İşletmelerde kullanılan suyun kalitesinden kaynaklanan sorunlar nedeniyle işletmelerin ne kadar çok ekonomik zarara uğradığı henüz ülkemizde dile getirilmiyor ve hesaplanmıyor. İşletmelerdeki bu zararların önlenebilmesi ve tesislerin daha ekonomik şartlarda çalışması için yatırımcı yukarıda özetlenen konularda bilgilenmeli veya su tekniği konusunda uzman bir danışmandan hizmet almalıdır görüşündeyiz.

Sanayide Proses Suyunun Sağlıklı Kontrolü

Sanayide proses suyunun kaliteli olması muhakkak istenir. Su kalitesinin sürekliliği ise ancak su kalitesinin sürekli kontrolü ile sağlanabilir.

Sanayi tesislerinde kullanılan SU'yun kalitesinden dolayı sorunlar yaşayan bazı işletmeler, danışman olarak bizi davet ettiklerinde, bize tesisi gezdiren teknik kişilere, işin gereği olarak aşağıdaki soruları soruyoruz:

İşletmenizdeki şu ve bu proseste günde kaç ton su kullanıyorsunuz? Ayni proseslerde zaman zaman yüksek debide su kullanıyorsa, bu debiler nedir?

Buhar kazanına kondens dönüşü oranı (yüzde olarak) ne kadar? Kazana saatte kaç m^3 yeni besi suyu veriliyor? Besi suyunun iletkenliği nedir? Buhar kazanı suyunun en yüksek iletkenlik değeri nedir?

Su yumuşatma cihazınız, ürettiği yumuşak su içine hiç tuz kaçırıyor mu? Kaçırıyorsa nasıl farkına varıyorsunuz?

Soğutma suyunuzun en yüksek iletkenlik değeri nedir? Soğutma suyu iletkenliği hangi sınıra geldiğinde bir miktar su deşarj edip yerine taze su şarjı yapıyorsunuz? Bunu doğru yapabilmek için soğutma suyu hattı üzerinde "İletkenlik Monitörü" var mı?

Soğutma kulenize yan yoldan veya komşu işletmeden gelen katıları ayırmak için soğutma suyu sisteminde su filtresi var mıdır? Varsa mikron seviyesi nedir?

Şişe yıkama makineniz saatte ve günde kaç ton durulama suyu kullanıyor?

İşletmenin personel içme ve kullanma suyu içine verilen klor miktarı ne kadar? Personel kısmında musluktan akan sudaki klor miktarı kaç ppm'dir? Sudaki klor miktarını sabit tutabiliyor musunuz?

İşletmede kullanılan kuyu suyunun iletkenliği ve sertliği mevsimlere göre nasıl değişiyor?

Kuyu suyunuzun sağlıklı olup olmadığı hakkında fikriniz var mı? Hıfzı Sıhha laboratuarında suyunuzun sağlıklı olup olmadığını araştırdınız mı? Buna ait bir rapor var mıdır? Varsa raporun tarihi nedir?

Sanayi tesislerinin bir çoğu için yukarıdaki sorularımız bir tür AHRET SORUSU gibi algılanıyor ve ziyaret ettiğimiz işletmelerin çoğunda bu tür sorulara hiçbir cevap alamıyoruz.

Hasta olan bir kişi tıp doktoruna gittiğinde doktor hastadan röntgen, kan anali-

zi, son 7 günün termometre ve tansiyon sonuçları gibi veriler ister. Bir sanayi işletmesinin SU'dan kaynaklanan sorunlarını çözebilmek için de SU konusunda detaylı verilere kesinlikle ihtiyaç vardır. Bu sebeple, yukarıdaki soruları cevaplayacak tarzda işletmecilerin kendileri için bir işletme sistemi kurmalarını öneririz.

Resim 1. *Su Hazırlama Sistemi Kontrol ve PLC Panosu*

Diğer taraftan SU, bir çok sanayi kuruluşunda, üretilen ürünün önemli girdilerinden biridir. Oysa, bir çok tesiste "SU Kalitesi" işletmenin kuruluşu sırasında göz ardı edilir, çünkü yatırımcı için önemli olan bu fabrikanın üreteceği üründür: Enerji üretilecekse enerji jeneratörleri, plastik üretilecekse enjeksiyon makineleri, kumaş üretilecekse dokuma makineleri çok önemlidir. Genel olarak su kalitesi yatırımcının aklına gelmez, bu konuda kendisini uyaran işletmecileri yatırımcı çoğu zaman dinlemez. Halbuki, bir tesiste kullanılan suyun kalitesi işletmenin randımanını çok etkiler. Sanayi kuruluşlarında**, üretimin kalitesi ve işletmenin randımanı için SU ile ilgili, fiziksel ve kimyasal birçok bilginin kontrol ve kayıt altında tutulması çok doğru olur. Yalnızca suyun sertliği ile ilgilenmek ve cihazları kireçlenmeye karşı korumak yetmez.**

Sanayi tesisinde kullanılan SU'yun fiziksel ve kimyasal niteliklerinin her an kontrol altında tutulması gereğinin nedeni **SU'yun niteliklerinin değişken olmasındandır.**

Resim 2. *Su Arıtma Kontrol Panosu*

Ham su kalitesi değişkendir: İşletmeye kuyudan, dereden veya şehir şebekesinden gelen suyun nitelikleri yılın 12 ayı içinde tabii olarak az veya çok değişir. Suyun sıcaklığı ve tortu miktarı gibi fiziksel nitelikleri ile beraber suyun pH, alkalinite, iletkenlik, sertlik gibi pek çok önemli kimyasal nitelikleri de değişir. Ayrıca, su içinde çözünmüş halde bulunan minerallerin miktarı da yılın 12 ayı içinde değişkendir. İşletme için önemli olan su bilgilerinin sürekli olarak ölçülmesi ve bu bilgilerin kayıt altında tutulması ürün kalitesinin kontrolu açısından çok önemlidir, çünkü bir çok sanayi dalı için su da ürün girdilerinin biridir.

Su iyileştirme cihazlarında, kalitesi iyileştirilen suyun özellikleri değişkendir:

Çünkü su iyileştirme cihazlarında mekanik bozulmalar veya işletme hataları olabilir ve sonuç olarak işletmeye giden su kalitesinin kötü olma riski yüksektir.

ÖRNEK 1: El kumandalı bir Su Yumuşatma Cihazı'nın işletilmesinde çok hatalar yapılır. Bunun sonucunda üretim hattına tuzlu su gidebilir. Bu olayın farkına varılıp tuzlu suyun durdurulabilmesi için Su Yumuşatma Cihazı sonrası, su hattı üzerine "iletkenlik monitörü" konması doğru olur. Proses Suyu'nun İletkenliğini sürekli kontrol altında tutacak olan İletkenlik Monitörü sayesinde proses suyuna tuz karıştığı derhal anlaşılır. Böyle bir durumda Monitör bir taraftan ana vanayı

kapayabilir, diğer taraftan alarm ikazı vererek işletmeciyi uyarabilir. Su Yumuşatma Cihazı sertlik kaçağı da yapabilir. Su sertliğinin çok önemli olduğu bir tekstil boyahanesi veya bir kimya tesisinde, "sertlik monitörü" ile suyun sertliğinin sürekli kontrol altında tutulması emniyetli olur.

ÖRNEK 2: Ters Ozmoz Cihazı ve Demineralize Cihazlarının üretim suyu hattı üzerinde genelde "iletkenlik ölçer" bulunur. Ancak, suyun yalnızca iletkenliğini kontrol altında tutmak her zaman yeterli olmaz. Elektrik üreten enerji santrallarında besi suyu içindeki **silikat miktarı** da çok önemlidir. Bu tür tesislerde besi suyunun silikat miktarı "silikat monitörü" ile her zaman kontrol altında tutulur. Bu monitörün ücreti 10.000 ABD Doları'nın üzerinde olmasına rağmen enerji santralının sağlıklı çalışması için gereklidir.

Resim 3. *Ters Ozmoz Cihazı Kontrol Panosu*

Prosese giden su hattı üzerinde SU ölçü cihazları bulunmamasından dolayı, bir çok sanayi işletmesi "ürün kalitesi sorunları" yaşamaktadır ve ürün kalitesi bozukluğunun işletmeye getirdiği zararların bedeli çok yüksektir. Oysa, aşağıda tarif edilen Su Kalitesi Monitörlerinin her birinin piyasa değeri 2000 ABD Doları mertebesindedir. Bir işletmenin iki veya üç monitör için yapacağı yatırımın (4000 - 6000 Dolar kadar) üretim kalitesine katkısının yüksek olması sebebi ile bu yatırım çok kısa bir zaman içinde kendini amorti eder.

- "Klor monitörü" olmayan bir işletmede suyun az veya çok klorlandığı nasıl takip edilebilir?

- Ozon şartlandırması ile SU'daki çözünmüş demir ve mangan giderimi yapan bir sistem, ozon monitörü olmaksızın sağlıklı çalışabilir mi? Demir ve mangan iyonlarının okside olup giderildiğinden nasıl emin olunabilir?

- Ters Ozmoz Cihazı veya Demineralize Cihazı üretim suyu hattında iletkenlik monitörü yoksa, bu cihazların kaliteli su ürettikleri nasıl anlaşılır?

ÇÖZÜM: Sanayi tesislerinde basınç, sıcaklık, debi gibi suyun fiziksel değerlerini ölçtüğümüz gibi, suyun kimyasal değerlerinin de ölçülmesi çok doğru olur. **SU birçok sanayi ürününün girdisi (ham maddesi) olarak kabul edilmelidir**. Üretilen ürün içine giren maddelerin satın alınması sırasında çok detaylı kalite bilgisi edinildiği gibi, ürünün içine giren veya üretim sırasında kullanılan **SU'yun kalitesi ve nitelikleri hakkında da çok detaylı bilgi sahibi olmalıyız**. Aksi halde ürün kalitesine sahip çıkamayız.

Resim 3. *pH ve Klor Ölçüm Cihazları*

Her sanayi kuruluşunda, üretilen ürünün kalitesinden emin olabilmek için **alışılagelmiş fiziksel kontrol cihazları yanında aşağıda tarif edilen SU kalitesi kontrol cihazlarını da kullanmayı öneririz**:

Suyun içindeki çözünmüş mineral miktarı ve suyun tuzluluğu hakkında bilgi edinmek için "İletkenlik Monitörü";

İletkenliğin ölçülmesinin zor olduğu çok saf sularda “Rezistivite Monitörü”;

Suyun pH değerinin kontrol altında tutulduğu işlerde “pH Monitörü”;

Suyun klorlandığı veya klorunun giderildiği işlerde “Klor Monitörü”;

Ozon ile su şartlandırması yapılan işletmelerde “Ozon Monitörü”;

Suyun içindeki “Oksidan” maddelerin kontrol edilmesi istendiğinde “ORP Monitörü”;

Ultraviyole (UV) ile dezenfeksiyon cihazı kullanıldığında, UV ışınının yeterli olduğundan emin olabilmek için UV dezenfeksiyon cihazı üzerine “UV Monitörü”;

Su sertliğinin çok önemli olduğu proseslerde “Sertlik Monitörü”;

Enerji santralı ve elektronik malzeme imal edilen işletmelerde “Silikat Monitörü”;

Suyun çok iyi süzülmesi (filtrelenmesi) gereken memba suyu işletmelerinde “Bulanıklık Ölçme Monitörü” (Turbidity Monitor).

Yukarıda tarif edilen ölçü ve kontrol cihazlarının bir çoğu Türkiye piyasasında her zaman bulunabilir. Ender kullanılan ölçü ve kontrol cihazları genelde 1-2 ay içinde temin edilebiliyor**. Proses suyunun kalitesi ve bu kalitenin sürekli kontrolu sanayi tesisleri için çok önemlidir.**

Sanayinin Vazgeçilmez Şartı: Az Bakım ve Az Duruş

Proses suyu hazırlama cihazları, sorunsuz olarak çalışmalı, planlı servis tarihleri dışında arıza sebebi ile durmamalıdır. Su hazırlama cihazları, sanayinin genel kuralı olan AZ BAKIM ve AZ DURUŞ şartına uyabilmeleri için KALİTELİ ekipmanlardan oluşmalı ve periyodik bakımlar ihmal edilmemelidir.

Neden **AZ BAKIM VE AZ DURUŞ** sanayinin vaz geçilmez şartıdır? Çünkü, arıza sebebi ile gereksiz yere duran sanayi zarar eder. Sanayi büyük yatırımlar ile kurulur ve bu yatırım sırasında, yatırımın KISA ZAMANDA amorti edebilmesi için işletmenin, mümkünse her gün 24 saat çalışması yönünde planlamalar yapılır. Ayrıca, sanayi işletmesinde çok sayıda insan çalışır ve bu kişiler fabrika zamansız dursa dahi maaşlarını alırlar; dolayısı ile fabrikanın plansız duruşu işletmeyi zarara sokar.

Yukarıdaki paragraf mantıklı ise, neden ülkemizdeki sanayi kuruluşlarının birçoğu işletmenin zamansız duruşuna sebep olacak veya çok bakım gerektirecek **"yeterli kalitede olmayan ucuz"** su arıtım cihazları ve "ucuz" yedek malzeme satın almak ister?

CEVAP: Kanaatımızca ülkemizde **henüz yeterli sanayi tecrübesi oluşmadığı için. Ülkemizden çok** önce sanayici olmuş ülkeler de bizim geçtiğimiz yollardan geçip sanayi tecrübesi edinmişler; bizim de benzer tecrübeleri yaşamamız ve kendi tecrübemizi oluşturmamız için herhalde daha yeterli zaman oluşmadı.

"AZ BAKIM VE AZ DURUŞ" sanayinin vaz geçilmez şartı ise bu nasıl sağlanır?

CEVAP: Kaliteli cihaz ve kaliteli malzeme satın alarak.

Ülkemize kıyasla çok yıllar önce sanayileşmiş bir ülkedeki bir işletmenin bizden bir soğutma suyu filtresi satın alış yöntemi bu yazımız için bize ilham verdi, bu örneği buraya aktarmak isteriz:

Sanayide tecrübeli bu yurt dışı şirketi bizim standart üretimimiz olan soğutma suyu filtresini satın almak istedi. Bu filtreyi ülkemizde beğenilecek kalitede imal ediyoruz ve şikayet almıyoruz. Filtre üretiminde standart olarak boyalı karbon çelik şasi, sentetik pompa ve sentetik kumanda panosu kullanıyoruz. "İhracat" olsun, yurt dışına satış olsun maksadı ile liste fiyatımızdan yüksek bir indirim yaparak bu filtreyi satmaya razı idik ve yurt dışındaki şirkete çok ucuz bir teklif verdik. Fakat sanayide tecrübeli bu yurt dışı şirketi, kendi ülkesindeki sanayide

ulaşılmış olan kalite standardını yakalamak için bizim cihazımız üzerinde bize birçok tadilat yaptırdı: Şasi, elektrik panosu ve pompa 304 kalite paslanmaz çelik olacak, ayrıca filtre üzerine kaliteli iletkenlik ölçer monte edilecek, böylece soğutma suyu iletkenlik değeri yükseldiğinde filtre otomatik ters yıkama yapacak.

Sonuç olarak, biz Türkiye standardı ile imal edeceğimiz ve yüksek indirim ile satmaya razı olduğumuz filtreyi, liste fiyatından %50 daha yüksek bir fiyata sattık.!!!! Sevinelim mi? Hayret mi edelim, yoksa bizdeki sanayi anlayışı ile bizim sanayi işletmelerinin sık sık duruşlarına ve kaybedilen iş saatlerine mi üzülelim?

Yukarıda anlattığımız örnek olaydan şu fikri oluşturuyoruz: Sanayide tecrübeli ülkelerin idarecileri ve satın alma görevlileri **"UCUZ"** kelimesini kullanmıyorlar, sanayi işletmesine daha uygun kelimeleri telaffuz ediyorlar:

"Az bakım isteyen",

"Sorun yaratmayan",

"Sanayide gereksiz duruş yaratmayan" gibi.

Resim 1. *Proses Suyu Hazırlama Sistemi*

Oysa ülkemizde şu cümlecikleri daha çok duyuyoruz:

"Ucuz olsun."; "Buna bu kadar para verilmez.", "Hele ucuz olanı bir deneyelim." gibi. Fakat, sanayi işletmecilerinden duyduğumuz aşağıdaki şikayetler ekipman satın alınırken duyduklarımızı desteklemiyor:

"Bu filtrenin basınç kaybı çok yüksek olduğu için yeni bir hidrofor satın almaya mecbur kaldık.",

"Bakım yaparken cihaz elimde kaldı.",

"Kısa ömürlü oldu.",

"Şasi kısa zamanda çürüdüğü için şasiyi yeniledik.",

"Çok sık bakım istiyor.",

"İşletme yarım gün susuz kaldı." gibi.

Bir proses suyu hazırlama sistemi veya su arıtım cihazı satın alınırken nasıl sorular sorulursa sanayiye daha uygun bir sistem veya cihaz satın alınabilir?

Örneğin, satın alma görevlileri satıcı şirkete aşağıdaki soruları sorabilirler:

Bu arıtma cihazı veya sistemi günün 24 saati hizmet verir mi?

Bu arıtma cihazları ne sıklıkta bakım ve servis gerektirir?

Bu cihazın daha ileri teknolojik olanı ve daha ucuz işletileni var mı?

Bu filtrenin ve bu vananın basınç kaybı düşük müdür?

Bu kum filtresinin içindeki su hızı nedir? Filtre ters yıkaması sırasında ne kadar su atar?

Su yumuşatma cihazının rejenerasyonu ne sıklıkta olacak? Reçine ömrü nedir?

Bu cihazın bakım ve servisini bizim teknisyenlere öğretebilir misiniz? Yoksa imalatçı şirket olarak servisleri siz mi yapmalısınız?

Bu arıtma cihazının sarf malzemeleri neler? Bunlar her zaman stoğunuzda bulunur mu? Yoksa sarf malzemelerini bizim stok tutmamız mı gerekir?

Bu cihaz için önereceğiniz yedekler nelerdir? Bu yedeklerin temini kolay mıdır?

Hangi yedekleri muhakkak kendi depomuzda bulundurmalıyız?

Görüşümüz şudur: "UCUZ" bir su hazırlama sisteminin satın alınması sonucunda işletme yılda iki kez programsız duruş yaparsa, bu işletme "iyi cihaz" ile "ucuz cihaz" arasındaki fiyat farkından çok daha fazla para kaybedebilir.

Sanayi işletmeciliğine uymayan "Ucuz" ekipman satın alınması sonucu neler oluyor?

Aslında bu sorunun cevabı için kalın bir kitap yazılabilir. Fikir vermek amacı ile, şahit olduğumuz birkaç örneği anlatacağız.

Örnek 1. **UCUZ olduğu için satın alınan küçük çaplı kum filtresi:** 20 m^3/saat su debisi için ideal kum filtresi geçiş hızı 10 m/h ve filtre tankı çapı1,60 m olması lazımken, "ucuz" fikri ile 1,00 m çaplı kum filtresi satın alınmış. Küçük çaplı kum filtresi içindeki su hızı yüksek (25,5 m/h) olduğundan sudaki küçük katıları kum filtresi tutamıyor, dolayısı ile işletmeye giden küçük katılar makinaların girişindeki kartuş filtreleri çok sık tıkıyor ve sık kartuş değişimi sebebi ile fabrikadaki

makinalar gereğinden daha sık duruş yapıyor, ayrıca sık kartuş değişimi kartuş gideri yaratıyor.

Resim 2. *Kaliteli Kum Filtresi*

Aslında fabrikanın bu gereksiz duruşlarının doğurduğu zarar bedeli ile sanayiye uygun kum filtresi satın alınabilirdi.

Örnek 2. **UCUZ'a kaçılarak, riskler düşünülmeden, "sınır kapasitede" satın alınan ters ozmoz sistemi:** İşletmede istenen su iletkenliği 10 mikroS/cm ve teorik hesaplara göre bir ters ozmoz cihazı ile bu iletkenlik değerinde su elde edilebiliyor. Ancak, işletme hataları ihtimali ve ters ozmoz membranlarının yaşlanması düşünüldüğünde, 10 mikroS/cm kalitede suyun sürekli temini için, peş peşe monte edilecek olan iki kademeli ters ozmoz cihazı sistemi sanayi işletmesine daha uygundur.

Resim 3. *İki Kademeli Ters Ozmoz Cihazı*

"Ucuz"a kaçılarak ve yakın elecek düşünülmeden satın alınan bir adet ters ozmoz cihazı ilk başta 10 mikroS/cm kalitede su üretmişse de, yapılan ilk işletme hatası sonucunda ters ozmoz cihazı 30-40 mikroS/cm iletkenlikte su üretmeye başlamış ve suyu daha çok saflaştırmak için ikinci ters ozmoz cihazı satın alınasıya kadar (yaklaşık teslim süresi 2 ay), bu sanayi kuruluşu bir çok işletme sorunu yaşamış, ürün kalitesinde sorunlar olmuş ve işletme zarar etmiş.

Sanayi Tecrübesinin Oluşumu Sonrası: Sanayimiz tecrübelendikçe proses suyu hazırlama sistemi ve sarf malzemesi satın alınmasında aşağıdaki konulara daha çok önem verilecektir görüşündeyiz:

Sanayinin çalışma şartlarını iyi bilen, bilgi birikimi yüksek, sanayiye doğru hizmet veren, teknik servisi güçlü ve yedek parça hizmeti olan "çözüm ortağı" bir tedarikçi ile çalışma kararı almak.

Zamansız arızaları azaltmak için güvenilir ve kaliteli markaları seçmek.

Otomatik sistemler kurarak personel iş kaybını ve iş güvenliği risklerini azaltmak.

Geri kazanım sistemleri kurarak enerji ve atık su kayıplarını azaltmak.

İşletmelerde, Proses Suyu Hazırlamada Dikkat Edilecek Noktalar

İşletmelerde, üretim ne olursa olsun, proses suyunu DOĞRU hazırlamak, DOĞRU depolamak ve DOĞRU kontrol altında tutmak gerekir. İşletmelerde proses suyu kalitesinden emin olabilmek için proses suyu hazırlama sisteminin kalitesinden ödün verilmemelidir.

Uzun yıllardır sanayi işletmeleri için kaliteli proses suları hazırlama sistemleri kuruyoruz. Su hazırlama sistemi her işletme için farklı tasarlanır. Tasarımı yaparken önemli noktaları sanayiciler ile görüşerek oluşturuyoruz. Proses suyu hazırlama sisteminin önemli noktalarını yazımızda açıklayacağız.

Ham Su Analizi:

Sistemde kullanılacak ham suyun kimyasal analizleri sistem tasarımı sırasında gereklidir. Ancak, ham su kalitesi yılın 12 ayı aynı olmaz, değişir, işletme çalışmaya başladıktan sonra da, ham su analizleri periyodik olarak, 3 - 4 ayda bir yapılmalıdır ki, ham su kalitesi değişiklikleri kısa zamanda fark edilsin ve buna göre önlemler alınsın. İlk su sistemi tasarımında çok detaylı ham su analizi elde etmek iyi olur, fakat periyodik kalite kontrollerinde yalnızca şu değerleri ölçmek ve tasarım rakamları ile karşılaştırmak yeterli olabilir:

- İletkenlik,

- pH,

- Toplam sertlik,

- Silikat,

- Demir ve mangan,

- Amonyak.

Proses Suyu Kalitesi Ne Olmalı:

İşletmenin hangi noktalarında ne kalitelerde ve ne miktarlarda suya ihtiyaç olduğu çok detaylı olarak kaydedilmelidir. Bu bilgilere göre proses suyu sistemi tasarlanır. Örneğin, meşrubat üreten bir işletmede proses suyunun büyük bir oranı meşrubat şişesi içine girecek kalitede olması gerekirken, bir süt işletmesinde suyun büyük bir oranı sistemin yıkanmasında ve durulanmasında kullanılır ve su sistemi tasarımı bu ihtiyaçlara göre yapılır.

Ön Filtrasyon:

İşletmeye gelen ham sular, kuyudan da gelse, şehir şebekesinden de gelse, ham su deposuna akmadan önce muhakkak bir filtreden geçmelidir. Böylece ham su deposunun içini sık sık temizlemek gerekmez. Genelde ham su deposu öncesi 100 mikron seviyesinde bir filtre yeterli oluyorsa da, bazı gıda işletmeleri 20 mikronluk ön filtreyi şart koşar.

Resim 1. *Ham Su Deposu Girişinde Diskli Filtre 2 x 120 m³/saat*

Su Depoları:

Ham su deposu ve diğer depolar, içine hiç ışık sızmayacak şekilde tasarlanmalıdır, çünkü ışığın olduğu yerde muhakkak yosun türleri ürer ve bunlar suyun kalitesini bozar. Ham su deposu betonarme olabilir, CTP veya paslanmaz çelik de olabilir. Kuyu suyunun kimyasal analizine göre ve proses suyunun türüne göre ham su deposunun kalitesine karar verilir.

Resim 2. *CTP Su Deposu*

Depodaki Suların Sürekli Dezenfeksiyonu:

Durgun sularda her tür bakteri üreyebilir. İşletmelerin bir çoğunda su depoları işletmenin en az bir günlük ihtiyacını karşılayacak kapasitede tasarlanır, bu sebeple depo suları "DURGUN SU" olarak nitelendirilebilir. Depolardaki bakteri üremesinin önlenmesi için depo sularının hassas kontrollü olarak sürekli klorlanması sağlanmalıdır.

Resim 3. *Hassas Ölçümlü Otomatik Klorlama Sistemi*

Su Filtrasyonu:

Proses suyunun hazırlanması sırasında, ham suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerinin değiştirilmesi için su iyileştirme cihazları kullanılır. Su kalitesini iyileştiren cihazlar su içindeki katılardan zarar gördüğü için, "doğru" su filtrasyonu yapıldıktan sonra suyun kalitesi yükseltilir, su filtrasyonu iyi yapılmadığı durumda cihazlarda işletim sorunları yaşanır.

"Doğru" su filtrasyonu ilim değil, "tecrübe" işidir. Su filtrasyonu için muhakkak çok tecrübeli bir şirket ile iş birliği yapılmalıdır. Su filtrasyonu tekniklerinde bugün gelinen son nokta "UF - Ultra Filtrasyon" tekniğidir. Bütçe el verirse, su filtresi olarak UF'yi seçmek çok iyi olur, çünkü UF katıları ve bulanıklığı mükemmel olarak sudan gidermesi yanında hiçbir mikrop da geçirmez.

Resim 4. *Ultra Filtrasyon Sistemi 100 m³ saat*

Su Kalitesi Yükseltme Cihazları:

Su yumuşatıcı, reçineli deiyonize sistemi, nano filtrasyon, ters ozmoz, EDI - elektro-de-iyonizasyon gibi cihazlar su kalitesini yükseltir. Bu cihazlara ihtiyaç olup olmadığına işletmenin prosesi karar verir.

Örneğin, 10 bar basınçlı bir buhar kazanının ürettiği buhar işlem sonrası kondens olup %90 kazana geri dönüyorsa ve işletmenin suyu çok yüksek iletkenlikte değilse, bu buhar kazanının besi suyu su yumuşatıcı ile hazırlanabilir. Ancak, üretilen buharın yalnızca yarısı kondens olarak kazana geri dönüyorsa, bu kazanın besi suyu ters ozmoz ile hazırlanmalıdır ki işletme ekonomik çalışabilsin.

Resim 5. *Tandem Su Yumuşatıcı 40 m³/saat*

Düşük İletkenlikteki Proses Sularına DİKKAT:

Galvanizli boru sistemi sanayide beğenilir ve çok kullanılır. Ancak bu borulardan düşük iletkenlikte sular geçtiğinde, kısa bir süre sonra boru içindeki galvaniz çözünür ve sular "paslı" akmaya başlar. Çünkü sular ne kadar safsa sular o kadar "AÇTIR", metalleri o kadar çok çözer. Düşük iletkenlikte sular için sentetik borular kullanılmalıdır, PVC, PPRC, HDPE gibi.

Aynı durum su depoları için de geçerlidir. Ters ozmoz ile elde edilmiş düşük iletkenlikte su sıradan bir beton su deposuna konduğunda, su betonu çözer ve suyun sertliği yükselir. Proses suyunun özelliğine göre depo seçilmelidir.

Su Sistemi Otomasyonu:

İşletmelerde işçilik hatalarını azaltmak için ve ürün kalitesini bozmamak için su hazırlama sisteminin "DOĞRU" bir otomasyon sistemine sahip olması önerilir. Örneğin, suyun klorlanmasının "DOĞRU" yapılması, su yumuşatıcıda rejenerasyonun tam zamanında ve "DOĞRU" yapılması, ters ozmoz antiskalantının sürekli ve "DOĞRU" miktarda verilmesi gibi işletme kontrollerinin aksatılmadan yapılması için kaliteli ölçüm cihazları kullanılmalı ve kaliteli bir otomasyon sistemi kurulmalıdır.

UCUZ Anlayışı ile Satın Alınan Malzeme İşletmeye Zarar Verebilir:

Proses suyu hazırlama sistemi veya sarf malzemesi satın alırken "UCUZ" anlayışı ile hareket etmek çoğu zaman işletmeye zarar verir. Bu konuyu teorik olarak an-

latmak yerine birkaç örnek vermek ile konu daha iyi anlaşılabilir. Sanayi işletmelerinde "SU" kalitesinden kaynaklanan sorunları gidermek için bize birçok istek geldiğinden dolayı, sanayide "UCUZ" anlayışının doğurduğu bir çok soruna şahit oluyoruz. Ayrıca atalarımız UCUZ konusundaki tecrübelerini şöyle ifade etmişler: "Ucuz etin yahnisi olmaz." İngilizler bir başka şekilde bu durumu anlatmışlar: "Ucuz mal alacak kadar zengin değilim."

Örnek 1: Bir işletmede ters ozmoz membranlarının koruyucu filtresi olarak kaliteli kartuş filtre yerine, "UCUZ" olan kalitesiz kartuş filtre satın alınmış, normalde 24 ay kadar hizmet eden ters ozmoz membranları beş ay sonra kullanılamaz hale gelmiş. Dolayısı ile "UCUZ" kartuş filtre satın alınırken kazanıldığı düşünülen paranın çok daha fazlası yeni membranlara ödenmiş.

Örnek 2: Bir işletme, tam otomatik kimyasal yıkamalı UF - ultra filtrasyon sistemi satın almak yerine, "UCUZ" olduğu için, el vanaları ile kumanda edilerek kimyasal yıkama yapan ultra filtrasyon sistemi satın almış. Bu yatırım yapıldıktan bir hafta sonra, UF'nin kimyasal yıkaması sırasında işletme içine, yani prosese asit kaçmış ve üretimde birçok sorun yaşanmış ve sonuç çok pahalıya mal olmuş.

Örnek 3: 24 m^3/saat debide kuyu suyu için kum filtresi satın almak isteyen bir işletmeye verilen iki teklif şöyle:

* Su hızı 12 m/saat'a göre tasarlanmış 1,6 m çapında kum filtresi;

* Su hızı 18 m/saat'a göre tasarlanmış 1,3 m çapında kum filtresi.

Sanayi işletmesi "UCUZ" olan 18 m/saat hızda çalışan, 1,3 m çaplı filtreyi satın almış. Tabii ki, bulanık olan kuyu suyu hiçbir zaman hızı yüksek olan kum filtresinden şeffaf olarak çıkmamış, bu sebeple işletmede kullanılan kartuş filtreler HAFTADA BİR değiştiriliyormuş. Kartuş satın alma bedeli bir yıl içinde çok yüksek bedellere ulaştığı için bize müracaat etmişler.

Sonuç: Sonuç olarak, her işletmede proses suyu çok önemli olduğu için proses suyu hazırlama sistemi de bilinçli bir şekilde tasarlanmalı ve satın alınmalıdır. Dolayısı ile, proses suyunun hazırlanmasında yukarıda anlatılan önemli noktalara dikkat edilmeli ve proses suyu hazırlama sistemi yatırımında UZMAN bir kuruluş ile iş birliği yapılmalıdır görüşündeyiz.

Su Sorunlarına İşletme Dışında Çözüm Aramadan Önce Su Sisteminizi İnceleyin

İşletmelerin bir çoğunda SU'dan kaynaklanan sorunlar yaşanır. İşletmeye ekonomik zarar veren SU sorunlarının köklü olarak giderilmesi için işletmenin mevcut tüm su sistemi incelenip detaylı rapor haline getirilmelidir. Bu rapor hazırlanırken sorunlar için teşhisler konabilir.

Sanayi tesislerinde, SU ve SU kalitesinden sorumlu işletmeciler, bizlerden sorunlarını çözmemizi isterler. Biz bu işletmeleri ziyaret ettiğimizde, bir çok kez, yeni bir su şartlandırma cihazına ihtiyaç olmadığını, işletmede yapılacak işlemler ile SU sorunlarının çözülebileceğini görüyoruz.

Örneğin:

- Ham su deposunun üzeri atmosfere açık olduğu için depoda yosun ve mikrop ürüyor, deponun üzeri ışık almayacak şekilde kapatıldığında sorun giderilir;
- Kimyasal dozaj pompası yanlış noktaya dozaj yapıyor, dozajın yeri değiştiğinde sorun giderilir;

Resim 1. *Kimyasal Dozaj Pompaları*

- Su yumuşatıcı rejenerasyon yapamıyor, çünkü su basıncı yeterli değil, basınç arttırıldığında cihaz rejenerasyon yapar;
- Su sisteminin hiç bir yerinde su sayacı veya debi ölçer olmadığı için tahmin üzerine verilen su debilerine göre satın alınmış küçük kapasiteli filtreler veya su arıtma cihazları yetersiz kalmış; önemli noktalara debi ölçerler konursa hakiki debiler öğrenilir ve bu debilere göre satın alınan su arıtım cihazları ile sorun giderilir.

Oysa, sanayi işletmelerinde SU'dan sorumlu görevlinin yapacağı detaylı bir inceleme sonucunda SU'dan kaynaklanan sorunlara doğru teşhis konabilir ve doğru çözümler bulunabilir. "Kanaatlar ile" ortaya çıkan veriler sonucunda ancak yanlış çözümler bulunur.

SU'dan kaynaklanan sorunların bazıları ilk kuruluş sırasındaki eksik veya yanlış projeden veya yanlış satın alınmış olan ekipmandan kaynaklanabildiği gibi, daha sonra işletmede yapılan plansız yatırımlardan veya işletme bilgisi eksikliğinden de meydana gelebilir.

Tıbbi bir rahatsızlığımız sebebi ile tıp doktoruna gittiğimizde doktor bizden röntgen, kan ve idrar tahlilleri gibi teknik veriler ister; bu tür teknik veriler olmadan, kanaat ile yapılan tıbbi teşhislerin yanlış olma olasılığı çok yüksektir. Aynı paralelde, bir işletmenin SU'dan kaynaklanan sorunlarına çözüm bulunabilmesi için sağlıklı ve güncel doğru bilgilere ihtiyaç vardır. İstenen bu bilgiler aşağıdadır. İşletmede SU ile ilgili bilgiler, aşağıda tarif edilen "Akım Şeması" ve "Su Kullanım Raporu"na doğru yazıldıktan sonra, SU ile ilgili sorunların teşhisi çok kolay olur.

1.**Akım Şeması:** Mevcut su sisteminde ham su kaynağından başlayarak, su depoları, su kullanım noktalarına suyun dağılımı; su filtreleme noktaları ve filtre türleri; suyun dezenfeksiyon noktaları ve şekilleri; su şartlandırma detayları; pompa ve hidrofor modelleri, debi ve basınçları; su kalitesi ölçerler ile debi ve basınç ölçüm cihazları noktaları, dozaj pompalarının yerleri ve bastığı kimyasallar gibi bilgiler "Akım Şeması"nı oluşturur.

2. **Su Kullanım Raporu:** "Akım Şeması"na SU bilgileri özet olarak işleniyorsa da SU hakkındaki tüm bilgiler çok detaylı olarak "Su Kullanım Raporu"na işlenmelidir. Bazı ekipmanların resimlerini de rapora eklemek çok yararlı olur. Bu rapora yazılacak bilgiler aşağıda özetlenmiştir.

3. Su Debileri: Bazı işletmelerde su tüketim noktalarında ne kadar su kullanıldığı tam olarak bilinmez, çünkü noktasal su sayaçları veya debi ölçerler yoktur; şahsi kanaatlar ile su debilerini belirlemek yanlış ekipman satın almaya sebep olur. Her su tüketim noktasındaki anlık (en az-en çok) ve günlük debi kayıtlarını belirlemek doğru olur.

DİKKAT! Pompaların üzerinde yazılı olan debiler yanıltıcıdır, çünkü pompa debileri karşı basınca göre değişir, su debilerini muhakkak debi ölçer ile veya bir bidonu doldururken kronometre ile zaman tutarak ölçmek doğru olur.

Hidrofor ile beslenen su tüketim noktalarında tüketim miktarları çok değişken olabilir.

Tüketim noktalarındaki hakiki debiler "sağlıklı" olarak tespit edildikten sonra "Akım Şeması"na ve "Su Kullanım Raporu"na da işlenir.

4. Pompa ve Hidroforlar: Bu araştırma sırasında işletmede kullanılan pompa ve hidroforların debi ve basınçlarının durumu da ortaya çıkacaktır. Otomatik ters yıkama ve rejenerasyon yapan bazı su yumuşatıcıları ve filtreler ancak belli basınçların üzerinde (2 -3 bar gibi) görev yaparlar. Sistem basıncı az ise SU probleminin yalnızca basınç eksikliğinden kaynaklandığı teşhisi konabilir. Bu sırada, gereksiz yere çok büyük veya çok küçük debili pompaların da işletmede görev yaptığı; yüksek basınçlı bir pompanın basma hattında yüksek basınç ihtiyacı olmadığı için vanaların kısıldığı ve gereksiz yere enerji kullanıldığı gibi işletme randımanını etkileyen hususlar da meydana çıkacaktır.

5. **Ani Su Kullanım Noktaları:** Bazı işletmelerde, proses gereği, birkaç dakika içinde ani su çekişleri olur. Bu gibi noktaları besleyen hatlardaki su debileri kısa süreler için çok yüksektir. Bu hatlar üzerinde filtre, su yumuşatıcı gibi cihazlar varsa, bunların bu yüksek debiler için seçilip seçilmedikleri kontrol edilmeli ve "Su Kullanım Raporu"na kaydedilmelidir.

6. **Ham Su Kaliteleri**: İşletme kurulurken yaptırılmış olan eski kuyu suyu analizleri bugün için geçersizdir. Çünkü işletmenin yanı başına kurulan başka bir fabrikanın kuyularından çekilen sular ile yer altı su dengeleri değişmiştir. Bunun sonucunda, yakında bulunan dereden veya denizden kuyuya su karışıyor olabilir. Veya, depremler sonucunda yer altında oluşan yeni çatlaklar sebebi ile kuyuya gelen su başkaca bir kaynaktan geliyor olabilir. Bu olasılıklar sebebi ile işletmelerde kullanılan suların en az altı ayda bir kimyasal analizleri yapılmalı ve yeni bilgilere göre mevcut su şartlandırma cihazlarının uygunluğu tekrar gözden geçirilmelidir. (Bakteriyolojik araştırma gereken işletmelerde çok sık bakteriyolojik analiz yapılır.)

Resim 2. *Dereden Elde Edilen Ham Suyun Kalitesi*

7. **İşletmede İstenen Su Kaliteleri:** İşletmedeki her su tüketim noktasında başka başka kalitelerde su ihtiyacı olur. Örneğin, bir sanayi işletmesinde personel kullanım suyu olarak "sağlıklı" bir su gerekirken, buhar kazanında yalnızca sıfır

sertlikte ve düşük iletkenlikte su istenir; bazı boya sanayiinde ise proses suyunun "sıfır iletkenlik"e yakın olması şarttır. İşletmede istenen suların kaliteleri ve toleransları detaylı olarak "Su Kullanım Raporu"na kaydedilmeli ve özet olarak Akım Şemasına işlenmelidir.

8. **Mevcutlar:** İşletmede, su sistemi üzerinde bulunan su depoları, filtreler ve su şartlandırma cihazları, dozaj pompaları, boru malzemeleri Akım Şeması üzerinde gösterilirken harf veya sayı ile işaretlenmeli ve bunların özellikleri "Su Kullanım Raporu"na tek tek işlenmelidir: Depo malzemesi siyah saç ise içinin boyasının kalitesi, depodan kaynaklanan sorunlar, boruların kalitesi (galvanizli, PVC, HDPE gibi), filtrelerin türü, ölçüleri, otomatik ters yıkama türü, su yumuşatıcının durumu, ve bu gibi.

Resim 3. *Vakum Sebebi ile Tankın Deformasyonu*

9. **İşletme Şekilleri:** Kulaktan dolma ve eski alışkanlıklara dayanılarak yapılan işletme şekilleri bugünkü rekabetçi ekonomik kurallara uymaz. Su kullanan ve suyu şartlandıran cihazların yanlış işletilmeleri sebebi ile işletmeler çok sorunlar yaşar ve çok da para kaybeder. Yanlış işletme şekli olup olmadığını teşhis etmek için SU kalitelerinin ve her cihazın şu andaki işletim şekli "Su Kullanım Raporu"na aşağıdaki gibi kaydedilmelidir:

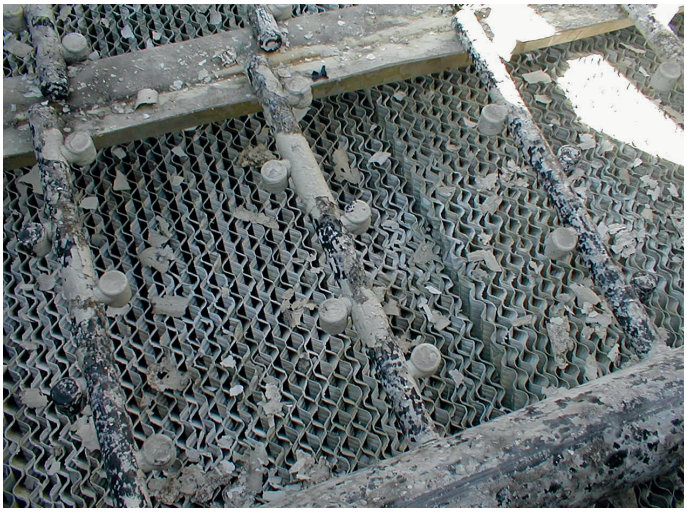
- Ham suların ve proses sularının bakteri ölçümü yapılıyor mu, LEGIONELLA mücadelesi nasıl ve hangi noktalarda yapılıyor, ne sıklıkta yapılıyor? Bu mücadele için kayıt tutuluyor mu?

- Su Filtrelerinin ters yıkamaları veya temizlikleri hangi kriterlere göre yapılıyor ve nasıl yapılıyor? Filtreler ne derece katı partikül kaçağı yapıyor?

- Su yumuşatıcının rejenerasyonu ne şekilde yapılıyor, yumuşak su ölçümleri hangi metod ile ve ne sıklıkta yapılıyor? Reçine tankını açarak yumuşatıcı içindeki reçine miktarının ne kadar olduğunu ölçülüp rapora kaydedilir.

- Buhar kazanına ne kalitede su veriliyor (iletkenlik, alkalinite, pH, sertlik, silikat gibi). Kazan blöfü neye göre yapılıyor, kazan suyu iletkenliği nedir, kazana kondens dönüşünün kazanın buhar üretim kapasitesine göre oranı nedir (%), kazanda ne gibi kimyasallar kullanılıyor?

- Su Soğutma Sistemi ne kalite su ile besleniyor, kuleye gelen hava ne derece tozlu, soğutma suyu filtreleniyor mu, kule suyundan sık sık deşarj yapılıyor mu, soğutma suyunun iletkenliği nedir, pH derecesi nedir? Bu ölçüm cihazları doğru ölçüyor mu? Cihaz kalibrasyonlarını kim ve ne sıklıkta yapıyor? Soğutma suyunda ne gibi kimyasallar kullanılıyor?



Resim 4. *Soğutma Kulesinde Oluşan Katılar*

10. **İşletmede Yaşanan Su Sorunları**: Su kalitesinden kaynaklandığı düşünülen sorunları "Su Kullanım Raporu"na kaydedin: Üretim kalitesinde bozukluklar, bakteri, kireçlenme, yosunlanma, aşınma, korozyon, koku gibi.

Resim 5. *Kireç ve Kirlilik Sonucu Verimi Düşen Plakalı Isı Eşanjörü*

Sonuç ve Çözüm:

Yukarıda tarif edilen araştırmayı işletmede çalışan bir kişinin yapması dışarıdan gelen bir danışmanın yapmasından çok daha verimli ve hızlı olabilir. Bu araştırmayı yapan dikkatli bir teknik personel bu araştırma sonunda SU'yu öğrenmeye ve işletmedeki su problemlerini görmeye başlar. Çünkü, aslında **"mevcut durumun belirlenmesi"** olan bu araştırma sırasında bazı arıtma cihazlarının debiye göre çok küçük seçilmiş oldukları anlaşılır; veya işletmeye iki üretim hattı daha eklendiği için su borusu çaplarının yetersiz kaldığı ve bu nedenle basınçlar çok azaldığından su sisteminde önemli sorunların yaşandığı teşhisleri konabilir. Veya yenilenmesi gereken kartuş filtrelerin yenilenmediği, kartuşların yıkanarak yerine takıldığı için bakteri sorunu yaşandığı fark edilir. Soğutma suyundan uzun zaman hiç blöf yapılmadığı için iletkenliğin 15.000 mikroS/cm mertebesine çıktığı ve sirkülasyon borularının bu nedenle delindiği teşhisi konabilir.

Yukarıda tarif edilen araştırma şu ana kadar işletmenizde hiç yapılmadıysa, SU'dan kaynaklanan hiçbir problem yok gibi görünüyorsa da bu araştırmayı yapmanızı öneririz. Çünkü bu araştırma sırasında SU'yu öğrenecek ve işletmenizde bir çok sorunun yaşandığını ve bunların işletmeye çok pahalıya mal olduğunu göreceksiniz. Yapılan bu araştırma sonucunda işletmedeki SU'dan kaynaklanan sorunlara teşhis konabilir veya doğru teşhislerin konması için davet edilecek olan danışmanın eline yeterli bilgi verilmiş olur. Biz bir sanayi tesisine "TEŞHİS" için davet edildiğimizde yukarıda tarif edilen verileri istiyoruz. Doğru veriler olduğunda doğru teşhisler konabiliyor ve doğru çözümler üretiliyor.

Baraj, Göl ve Dere Sularının Kullanımı

Baraj, göl ve dere suları tabiattan ve insandan kaynaklanan kirlilikleri ve insana zararlı mikropları taşır. Bu sulardan yararlanmak için bu ularda bulunan katılardan, mikroplardan ve insanın kendi yaratıp arıtılmadan tabiata attığı kimyasal atıklardan arındırılması gerekir.

Su ile ilgili yazılarda "**Yüzey Suyu**" olarak adlandırılan baraj, göl ve dere suları, kuyu sularına kıyasla çok fazla kirlenmeye müsaittir, yüzey sularındaki kirlenme türlerini aşağıdaki gibi sınıflandırabiliriz:

- Yağmurların tabiatta çözdüğü veya sürüklediği maddelerin her türü "Yüzey Suları" içinde toplanır.
- Ayrıca, mikroskobik canlılar için bolca gıda içeren "Yüzey Suları" içinde her tür canlı ve bakteri ürer,
- Güneş ışınlarının tesiri ile birçok yosun türleri de yüzey sularında hayat bulur ve çoğalır.
- Diğer taraftan, insanın yarattığı çevre kirliliği sebebi ile, yani, arıtılmadan tabiata verilen kullanılmış sular ve kimyasallar sebebi ile yüzey suları birçok kimyasal barındırabilir. Çevre kirliliğinin yüksek olduğu yörelerde yüzey suları içinde bulunma ihtimali olan ve hem insana, hem de prosese zararlı olan kimyasallardan bir kaçı şunlardır: **Her tür petrol yağı, amonyak, nitrit, nitrat, tekstil boyası, zirai ilaç, deterjan ve daha bir çok benzer kimyasal.**

Resim 1. *Kirli Nehir Suyu*

İşte, tüm bu katılardan, kirliliklerden, canlılardan ve insan atığı kimyasallardan yüzey sularını arıtmak zordur fakat mümkündür. Son yıllarda bizim kurduğumuz birkaç dere suyu arıtma sisteminin tasarımı sırasında elde ettiğimiz bilgilerin bazılarını bu makalede özetleyeceğiz.

Resim 2. *Otomatik Temizlemeli Pompa Koruma Filtresi*

İçme suyu veya sanayi proses suyu olarak kullanılmak niyeti olmaksızın, yüzey suları yalnızca soğutma suyu olarak kullanılmak istense dahi, **yüzey sularının arıtımı gerekir,** aksi halde suların taşıdığı katılar, yağlar, kimyasallar ve canlılar soğutma sistemine zarar verir.

Ülkemizde ve birçok ülkede, bir çok şehir ve kasabanın şehir şebeke suyu "Yüzey Suları"ndan elde edilmektedir. Ayrıca, bazı sanayi tesisleri de yüzey sularından yararlanarak işletmenin proses suyunu ve soğutma suyunu hazırlamaktadır. Yüzey sularının bazıları şeffaftır, ancak Resim 1'de görünen gibi, çok katı ve kirlilik içeren yüzey suları da vardır.

Kötü kalitede bir yüzey suyunun iyileştirilmesi için kullanılan alışılagelmiş teknik şöyle özetlenebilir:

- Kademeli kaba filtre ızgaraları,
- Kimyasal çöktürme sistemi,
- Kum filtreleri,
- Klor veya ozon ile dezenfeksiyon.

Resim 3. *Kimyasal Katı Çökeltme Sistemi*

Yukarıda özetlediğimiz alışılagelmiş su arıtma yöntemi ile ilgili şu şikayetleri duyuyoruz:

1. Bu klasik sistem çok hantal ve çok yer işgal ediyor.
2. Suyun şartlandırmasında kullanılan "demir üç klorür"ün ve "kireç"in kullanıma hazırlanması, çok emek istiyor.
3. Su şartlandırmadaki katı çökeltmede kullanılan kireç sudaki sertliğin de bir kısmını çökeltiyor, sonuç olarak sistemde çok miktarda çamur atığı çıkıyor ve bu atığın yok edilmesi başlı başına bir iş oluyor ve yüksek ücretlere mal oluyor.
4. Yüzey sularındaki insana zararlı bakteriler ve bazı zararlı kimyasallar tarif edilen sistemden geçerek işletmeye ulaşıyor.

Bugünkü teknikler ile tasarlanan yüzey suyu arıtımı sistemlerinde yukarıda tarif edilenden farklı su arıtım kimyasalları kullanılarak ve membran teknikleri seçilerek daha kullanışlı ve daha az katı atık oluşturan su arıtım sistemleri kurulabilir.

Birçok baraj ve göl sularında AKM-Askıda Katı Madde miktarı az olduğu için "kimyasal çöktürme" yöntemi gerekmeyebilir, fakat çoğu yüzey sularında sırası ile aşağıdaki ekipmanlar "doğru" seçilip "doğru" kullanıldığında yüzey sularından yüksek kaliteli su elde edilebilir:

* Yüzey suyu emişinde pompa fanı koruyucu, otomatik yıkamalı elek filtre: Bu filtre pompa fanını koruduğu gibi, kimyasal çökeltim sistemi altından çamuru emen pompaları da korur.

* Kimyasal katı çökeltim sistemi: Bu sistem bazı kimyasallar kullanarak sudaki katıları önce sudan ayırır, sonra katıların çökeltme tankı dibine çökmesini sağlar. Bu sistem hantal olmasına karşın, sudaki katıların çoğunluğunu sudan ayırırken **hiç su tüketmez**, bu da bugün için önemli bir avantajdır.

* Çamur zenginleştirme ve çamur konsantre edici sistem: Kimyasal çökeltim tankı altından alınan çamurun içindeki suyun büyük bir kısmını alarak katı atık atma bedelinin azalmasını sağlar; çamurlar birkaç işlemden geçer, daha sonra atık toplama merkezlerine sevk edilir.

* Ultra Filtrasyon - UF için ön filtrasyon sistemi: Çok hassas filtrasyon yapan UF membranlarına 100-150 mikron seviyesi üzerinde katıların girmesi çok sakıncalıdır. Bu sebeple UF öncesi çok güvenilir ve kendini kolay temizleyen bir filtrasyon sistemi kullanılır. Dünyadaki bir çok su arıtım kuruluşu UF öncesi **diskli filtreyi** UF ön filtresi olarak tercih ediyor.

Resim 4. *Ultra Filtrasyon Koruyucu Diskli Filtre*

* UF - Ultra Filtrasyon'un otomatik ters yıkama ve kimyasal yıkama sistemi: Eski filtrasyon tekniklerine kıyasla MUCİZE sayılan UF membranları suyu 0,02 mikron seviyesine kadar süzmesine rağmen, koruyucu ön filtre olarak yalnızca 100-150 mikron seviyesinde filtre ile yetinir. Suyun 0,02 mikrona kadar süzülmesi sonucunda bu filtreden canlılar ve mikroplar geçemez, ancak insana zarar veren her tür kimyasal UF'den geçer. Bu sebeple **yüzey sularının arıtımı UF ile sonuçlanamaz.**

Resim 5. *Ters Ozmoz Koruyucu Ultra Filtrasyon Sistemi*

* TO - Ters Ozmoz sistemi ve gerekli kimyasal dozaj yardımcıları: TO sistemine gelesiye kadar 0,02 mikron seviyesine kadar katılardan ve canlılardan arınan su, TO sayesinde içinde barındırdığı zararlı kimyasallardan da arınır. Böylece, TO sonrası yüzey suları proseste kullanılabilir ve içilebilir.

Resim 6. *Ters Ozmoz Sistemi 110 m³/Saat*

* Üretim Suyu Deposu: TO ile son haline, yani kullanılır kalitede su haline getirilen yüzey suları işletmenin ihtiyacına göre bir depoda toplanır. Ancak, hava ile temas etmeye başlayan bu kaliteli su, havada bulunan ve tabiatın doğal parçaları olan toz, polen, küf, maya, bakteri gibi nesneler ile karşılaşır ve su bu nesneleri içine alıp bozulmaya başlar. İşte, büyük yatırımlar ve zahmetler ile elde edilen bu kaliteli suyu depoda "sağlıklı" tutmak da ayrı bir beceridir ve

depoda suyu bozulmadan tutmak bir makale yazacak kadar püf noktaları olan bir konudur.

Sonuç: Ülkemizde göl, dere, baraj gibi yüzey suları çok boldur ve bunlardan yararlanmalıyız. Ancak, bu suların katılardan, mikroplardan, yosunlardan ve çevre kirliliğinin oluşturduğu maddelerden çok iyi arındırılması zorunludur. Bugünkü su arıtım teknolojileri her tür yüzey suyundan proses suyu ve içme suyu üretmeye yeterlidir görüşündeyiz.

Satın Alma Şartnameleri Teknolojiyi Sınırlayabilir

Su iyileştirme sistemlerinin satın alınması için hazırlanan teknik şartnamelere konan şartlar ve markalar bazı başarılı teknolojilerin satın alınmasını önler ve teknolojinin gelişmesini de sınırlar.

İlim adamları diyorlar ki, ***"Son 15 - 20 yıl içinde yapılan icatlar insanlık tarihi boyunca yapılan icatların miktarı kadardır"***. Konumuz bu iddiayı tartışmak değildir, ancak görüyoruz ki, hakikaten her konuda baş döndürücü yenilikler ardı ardına ortaya çıkıyor. Bu sebeple, satın alma şartnamelerini hazırlarken, henüz öğrenmediğimiz teknolojilere de yer verebilmek maksadı ile, satın alınacak cihazlar ile hangi su kalitesine ulaşmak istediğimizi tarif etmek bugünkü teknoloji devrine daha çok uyar görüşündeyiz. Bu görüşü destekleyen ve desteklemeyen birkaç şartname örneklerini aşağıda yer vereceğiz.

Yeni sanayileşen ülkemizde "Su Tekniği" çok yeni bir konudur. Bu nedenle, her yatırımcının ve her teknik kişinin "Su Tekniğini" bizim kadar iyi bilmesini bekleyemeyiz. Fakat, şartname hazırlayan kişilerin "Su İyileştirme Cihazı" satın alınması için şartname hazırlarken detaylara inmeden, yalnızca arzu ettikleri sonuçları belirleyen şartlar koşmalarını öneririz.

Tabii ki "istisnalar kaideyi bozmaz" deyimine uyan durumlar da olabilir. Örneğin, ülkenin birçok yerinde aynı tür işletmesi olan bir kuruluş, belli bir standartlaşma amacı ile her işletmesinde aynı marka ve aynı model su iyileştirme cihazları bulundurmak isteyebilir. Böyle bir durumda satın alma şartnamesinde marka ve model belirtmek çok mantıklı bir yoldur.

Yeni kurulan bir işletmenin su kaynağı çok kalitesiz ise, bu durumda, su tekniği konusunda uzman kuruluşların bilgi ve tecrübelerinden en iyi şekilde yararlanmak maksadı ile çok daha basit bir şartname ile yola çıkılabilir. Şöyle ki: şartnamede işletmenin su kaynağı konusunda çok iyi bilgi verilmelidir (suyun menşei, su analizleri gibi), ayrıca, çok detaylı olarak, işletmenin hangi noktalarında ne miktarda ve ne kalitede su ihtiyacı olacağı şartnamede anlatılır; şartnamede hiçbir arıtma yöntemi ve arıtma cihazı tarif edilmez. Bu şekilde hazırlanacak bir satın alma şartnamesi ile yalnızca yeni cihazlara değil, **su tekniği sistemlerinde elde edilmiş en iyi tecrübelere de ulaşmak mümkün olur**. Bu şartnameye göre yapılan satın alma sonucunda işletmeye "**En Uygun Su Hazırlama Sistemi"** satın alınacağına inanıyoruz. Çünkü sistemi temin edecek olan şirketten yalnızca cihazların değil, bu sistemin ihtiyaca uygunluğunun da garantisi istenir.

Çalışan işletmelerde ham suyun kalitesi değiştiğinde veya işletmedeki üretim yöntemi değiştiğinde, işletmenin başka tür bir su iyileştirme sistemine ihtiyacı olabilir. Bu ihtiyaç için genelde tesisat mühendisine proje yaptırılmaz. İşletmedeki teknik görevlilerin kendi bilgileri veya araştırmalarına göre "Su Hazırlama

Sistemi" satın alınması için bir şartname hazırlanır. Sanayi kuruluşlarında genelde "Su Tekniği" konusunda araştırmacı bulunmadığından başka yerlerden elde edilen eski şartnameler ile yola çıkıldığına şahit oluyoruz.

Yukarıda sözünü ettiğimiz durumu daha iyi anlatan bir örnek vermek isteriz. Bize gelen bir Ters Osmos cihazı satın alma şartnamesinde birbirine ters düşen ve yeni tekniğe uymayan şartlar gördüğümüzde ihaleyi açan şirketteki yetkili kişi ile görüştük ve durumu anlattık. Aldığımız cevap çok ilginçti: ***"İki yıl önce yapılmış bir ihalenin şartnamesi elimize geçti, oradaki bilgileri aynen kopya ettik, yalnızca su debisini ihtiyacımıza uygun olarak değiştirdik, böylece satın alma şartnamesini hazırladık."***

Bir şartnamenin hazırlanmasında yukarıdaki tarzda bir yaklaşım bu yazının başlığını çok güzel destekliyor. Çünkü, ihaleyi hazırlayan teknik kişiler "Su Tekniği" konusunda bilgisiz oldukları için iki yıl önce hazırlanmış olan bir şartnameyi olduğu gibi kopya ediyorlar. Oysa, bu eski şartnamedeki cihaz kendi su kaynaklarına tam olarak uymayabilir veya, iki yıl içinde icat olmuş çok daha basit bir yöntem ile istedikleri kalitede su hazırlanabilir.

Yeni yatırımlar sırasında genelde yatırımcı, işletmenin tesisat projesi işini bir proje şirketine verir. Su İyileştirme Sistemi işletmedeki su boruları şebekesine bağlı olduğu için, su iyileştirme sistemini ve cihazlarını da genelde tesisat mühendisi seçer. SU'yun fiziğine, dinamiğine ve termodinamiğine hakim olan tesisat mühendisi seçimlerini doğal olarak bu açılardan değerlendirir; elinde bulunan cihaz broşürlerine göre de cihaz seçimlerini yapar. Oysa **"Proses Suyu Hazırlama" sisteminin tasarımında SU'yun çok derin olan "Kimyasını" ve daha derin olan "Mikro-Biyolojisini", yani su içinde yaşayan canlılar ile ilgili ilmini muhakkak göz önünde bulundurmak gerekir**. SU'yun Kimyasını ve Mikro-Biyolojisini göz önüne almadan yapılan sistem tasarımı, cihaz seçimi ve ihale şartnamesi ile yola çıkıldığında işletmede uygulama sorunları yaşanabilir. İşletme çalışmaya başladıktan hemen sonra birçok tadilatlar yapılmaya mecbur kalınabilir. Çalışan bir işletmeyi durdurarak hesapta olmayan bu tadilatları yapmak ise işletmeye çok pahalıya mal olur.

Bu konuya değinirken maksat tesisat mühendislerini kınamak değildir. Yeni sanayileşen ve gelişen ülkemizde yatırımcının bir çok teknik dalda uzman bulması çok zordur; uzman gibi görünen profesyonel satıcılara da güvenmek bazen çok daha tehlikeli olabilir. Bu sebeple, yatırımcılar haklı olarak güvendikleri bir tesisat mühendisine birçok teknik konuyu devretmeyi uygun bulurlar. Ancak, zaman ile ülkemizde bazı kuruluşlar ihtisaslaşacaklar, bilgili olan ve olmayan, güvenilir olan ile güvenilir olmayan, kötü tecrübelerden sonra birbirinden ayırt edilebilecektir. Bu tarihi olayı her halde diğer ülkeler de yaşadılar ve ülkemiz de yaşayacaktır. Bundan dolayı, yatırımcının güvendiği tesisat mühendisi "SU Prosesi Cihazları"nı seçerken bu konuda uzman olarak bildiği ve güvendiği kuruluşlara muhakkak danışmalıdır görüşündeyiz.

Satın alma ihaleleri hazırlanırken bazı tesisat mühendisleri ihalede **yeni teknolojilere şans tanıyorlar**. Örneğin, elimize geçen bir şartnamede tesisat mühendisi projesi için bir cihaz seçmiş olmasına rağmen, başka tür cihaz tekliflerinin değerlendirileceğini şartnamede açıkça şöyle beyan ediyor:

"Grup genel olarak aşağıdaki fonksiyonlara sahip olacaktır. Ancak, bu maddede bahsedilen genel özellikler için bir firmanın kataloğundan yararlanıldığı için, farklı firmaların farklı özellikleri bu cihazlar için teklif vermemeleri için neden olmamalıdır."

Yeni teknolojilere şans tanıyan bir filtre satın alma şartnamesinde filtrenin malzemesi konusu şöyle kaleme alınmış: ***"Filtrasyon cihazının su ile temas eden yüzeyleri sağlığa zararı olmayan ve gıda normlarına uygun kaliteli malzemeden mamul olmalıdır."***

Oysa, çoğu zaman, "Su İyileştirme Cihazları"nın satın alınması için ihalelerde önümüze konan şartnameler **yeni teknolojilere müsaade etmeyen** türdendir. **Bu tür şartnamelerde çok katı şartlar bulunur**, örnekler verelim:

"...kullanılacak tüm ekipmanlar teknik şartnamede belirtilen marka ve özellikte olacaktır."

"..şasi karbon çelik, kumlanmış ve iki kat epoksi astar üzerine epoksi boya..."

(**Yazarın notu**: Oysa, ayni fiyata çok daha kaliteli şasi satın almak mümkündür.)

"... Ultraviyole cihazı, 10 m^3/saat debi için, lamba adedi 4'ten az olmayacak,...." (**Yazarın notu**: 10 m^3/saat gibi düşük bir debi için 4 adet lamba kullanan bir cihaz ancak çok eski bir teknolojidir. Bugünkü modern Ultraviyole cihazları içinde 100 m^3/saat debi için dahi yalnızca bir lamba kullanan modeller bulunur.)

Ters Ozmoz cihazını tarif eden bir şartnameden bir satır: "...Ters Ozmoz cihazının yüksek basınç pompası Dikey Santrifüj Kademeli olacaktır." (**Yazarın notu**: Oysa, yatay olarak çalışan çok kaliteli kademeli pompalar dünya piyasasında mevcuttur. Pompaları "dikey" olarak kısıtlamak teknolojiyi kısıtlamak anlamına gelir.)

Bazı şartnamelerde ise teknolojinin sınırlanması yanında, sanayi ekonomisine hiç uygun olmayan cihazlar tarif edilir. Örneğin, Su Yumuşatma Cihazı'nın otomatik rejenerasyonu için çoğu şartnameler "çok yollu kontrol vanası"nı tarif ederler. Ancak, yılın 300 günü 24 saat çalışan bir sanayi kuruluşunda **vanaların basınç kaybı çok önemlidir**. Bu şartnamelerde tarif edilen vanaların basınç kayıplarına bir sınır konduğunda "çok yollu kontrol vanaları"nın satın alınamayacağı kesindir, çünkü "**çok yollu kontrol vanaları" 1,0 - 1,5 bar kadar basınç kaybı yaratırlar**. Oysa, otomasyona müsait diyaframlı vanaların ve kelebek vanaların basınç kaybı 0,1 bardan daha düşüktür. **Sanayi kuruluşlarında "çok yollu kont-**

rol vanaları"nı kullanmak ekonomik değildir.

Bazı şartnameler ise **henüz icat edilmemiş cihazları tarif edebiliyor**. Elimize geçen bir şartnamede dezenfeksiyon maksadı ile satın alınmak istenen Ultraviyole Lambalı cihazı şu şekilde tarif ediyor:

"Suda bulunması muhtemel bakteri, virüs, mantar, küf sporları ve diğer mikroorganizmaları **%99,99** oranında gideren bir ultraviyole cihazı sistemde bulunacaktır." Klasik Ultraviyole lambalı cihazlar ile %99'a ulaşmak dahi zordur.

Yeni sanayileşen bir ülke olduğumuzu kabul ettiğimiz gibi, buna paralel olarak "Su Tekniği" konusunda tecrübesiz bir ülke olduğumuzu kabul etmemiz doğru olur. İşletmelerdeki meslektaşlarımızın ve tesisat mühendislerinin bu kabul ile yola çıkarak, teknik sınır koymayan şartnameler hazırlamaları sonucunda işletmenin karakterine daha uygun, daha ekonomik ve çok daha iyi cihazlar ve sistemler satın alınabileceği görüşündeyiz.

Su Kalitesi Konuları

Kitabın bu bölümünde aşağıdaki konulardaki yazılar yer almaktadır:

Kimyasal Su Analizinin Önemi

Suyun İletkenliği Çok Önemlidir

Suyun “pH” Derecesi Herkesi İlgilendirir

Alkalinite Nedir?

Sudaki Silikat’ın Su Sistemlerine Zararları

Suda Amonyum, Nitrit ve Nitrat

Suyun Doyumu Sonucunda Oluşan Kristallerin Önlenmesi

Buhar Sistemi Ekonomisinde Kazan Besi Suyu İletkenliğinin Önemi

Kimyasal Su Analizinin Önemi

Bir işletmede kullanılacak olan SU'yun, bu işletmeye uygun olup olmayacağı, suyun görünüşünden ve tadından değil ancak "Su Analizi" sonucu anlaşılır. İşletmeye uygun olmayan suyun kalitesinin düzeltilmesi için gerekli "Su Hazırlama Sistemi"nin tasarımı "Su Analizi"ne göre yapılır.

Tıp laboratuarları geliştikçe doktorların hastalıklara teşhis koymaları kolaylaşıyor. Doktorun istediği kan ve idrar tahlillerinin raporları hakikati gösteriyorsa, tıbbi teşhisin doğru olma ihtimali yüksek oluyor. Aynı şekilde, bir suyun kalitesi ve nitelikleri hakkında bilgi edinmek ve su hazırlama sistemini tasarlamak için de suyun Kimyasal ve Bakteriyolojik Analizleri'ne ihtiyaç duyulur. Bu yazımızda yalnızca "Kimyasal Analiz" konusuna değineceğiz.

İşletmede kullanmayı amaçladığımız suyun (su "içilir" nitelikte olsa dahi) prosese veya buhar kazanına uygunluğuna **insanın beş duyusu karar veremez**. Ancak güvenilir ve uzman bir laboratuarın yapacağı analizin sonuçları elimizdeki suyun kalitesi ve işletmeye uygunluğu hakkında bilgi verebilir.

İnsanın tat alma ve koku alma kabiliyeti bir dereceye kadar suyun sertliği, tuzluluğu; su içindeki demirin, amonyağın ve sülfür gazının varlığı hakkında fikir verebilir. Ancak, proses veya buhar kazanı için çok önemli olan suyun pH derecesi, iletkenliği, klorür miktarı, alkalinite değeri, silikat miktarı, nitrit ve nitrat miktarı hakkında insanın duyuları bilgi veremez. Oysa, bir işletmede sağlıklı ürünler elde etmek için, daha işletme kurulurken, işletmede kullanılacak olan suyun içinde bulunan mineraller hakkında detaylı bilgi edinmek ilk yapılacak işlemlerden biridir.

Doğru bir yatırım yapmak için suda bulunan çözünmüş minerallerin toplam miktarını, bu minerallerin bir çoğunun bireysel miktarını, suyun pH ve iletkenlik değerlerini su analizi sayesinde öğrenmeliyiz.

Suda bulunan minerallerin değerleri üç değişik birim ile verilebilir:

Mili - ekivalan (meq/L) (veya Milival (mval) olarak da anılır);

Miligram/litre (mg/L) veya "milyonda bir" (ppm)

Kalsiyum Karbonat cinsinden (mg/L $CaCO_3$ cinsi).

Bu üç birimin birbiri ile ilişkisi her mineral için ayrıdır. Sudaki mineraller hakkında daha detaylı bilgi edinmek isteyenler referans kitaplarından veya laboratuarlardan bilgi edinebilirler.

Kimyasal Analiz sonucu suyun Sertliği, pH derecesi, Tuzluluk durumu, (varsa)

içinde insana zararlı Azotlu malzemelerin miktarı, buhar kazanına zararlı olan Silikat ve paslanmaz çeliğin düşmanı Klorür mineralinin miktarı gibi bir çok bilgi edinilir. Su içinde bulunan bazı **gazların varlığı** ancak **suyun başında yapılacak analizler** ile ortaya çıkar. Bu tür gazların varlığından şüphe ediliyorsa ve bunlar prosesi etkileyecekse, bir laboratuar yetkilisini kuyunun başına davet etmek uygun olur.

Kimyasal analizin **doğru ve güvenilir olması şarttır**. Aksi halde, yanlış bir analize güvenilerek çok gereksiz yatırımlar yapılabilir, veya, gerekli yatırımlar yapılmadığı için işletmede istenen kalitede ürün elde edilemez; sonunda, işletme çalışmaya başladıktan sonra tanker ile su taşımak zorunda kalınabilir. Analiz sonuçlarının hakikati göstermesi için öncelikle su örneğinin alınmasında bazı hususlara dikkat edilmelidir.

Su Örneği Alınması ve Laboratuara Sevki:

Elinizde **hiç kullanılmamış** 1-2 litrelik bir şişe varsa bu şişeye su örneğini koyabilirsiniz. Böyle bir şişe yoksa, 1,5 litrelik bir "şişe suyu" satın alın, içindeki suyu kullanın veya boşaltın, bu şişeyi analizi yapılacak su ile iki kez durulayın, sonra su örneğini doldurabilirsiniz.

Su örneğini mümkün olduğu kadar suyun ilk çıkış noktasından alın. Depoda veya bir hortumda beklemiş sudan alınan örnekler yanlış analiz değerleri verebilir. Bir boru veya hortum ucundan su örneği almak gerektiğinde en az 2-3 dakika suyu akıtın, daha sonra örnek alın.

Mümkün olduğunca su örneğini kendiniz alın. Bir başkasına verdiğiniz bu önemli işi o da bir başkasına devredebilir. Sonunda, **"dışarı ayıp olmasın"** düşüncesi ile işletmedeki yumuşatılmış su şebekesinden örnek şişesi doldurulabilir. **Bu bir şaka değildir, bu tür olaylarla karşılaştık.**

Örnek suyun şişede bulunduğu zaman içinde hava ile temasını azaltmak için örnek şişesini, şişenin ağzına bir cm kalasıya kadar doldurun ve kapağı derhal kapatın. Laboratuara gidesiye kadar şişeyi koyu renkli bir torba içinde bulundurun ve şişenin ışık almasını engelleyin.

Birkaç gün beklemiş su örneklerinin analizlerinde bazı değerler yanlış çıkabilir. Mümkün olduğu kadar su örneklerini bekletmeden laboratuara gönderin. Hafta başında örnek alınıp laboratuara göndermek haftanın son günü örnek almaktan daha uygundur. Böylece su örneğinin laboratuarda hafta sonu bekleme riski olmaz.

Su örneği şişesi üzerine bir etiket yapıştırın ve bunun üzerine işletmenin adı, kuyunun adı veya numarası, örnek alınma tarihi gibi bilgileri işleyin.

Resim 1. *Su Analiz Laboratuarı*

Kimyasal Su Analizi Yorumu:

Su Kimyasını çok iyi bilmeden su analizini yorumlamak sonucunda yanlış su şartlandırma cihazları seçilebilir. Su analizi elde edildikten sonra suyu ve su iyileştirme cihazlarını iyi bilen, **güvenilir bir uzmana danışmanız en doğru ve en ekonomik yöntemdir.** Fikir vermek amacı ile Su Analizi'nde görünen bazı değerleri burada kısaca açıklayacağız.

Toplam Çözünmüş Madde: Halk dilinde "Eriyik Madde"; İngilizce TDS (Total Dissolved Solids); suda "çözünmüş" halde bulunan minerallerin miktarıdır, **mg/L** veya **ppm** (milyondaki miktar) birimleri ile ölçülür.

İletkenlik: Su içindeki çözünmüş minerallerin oluşturduğu elektrik iletkenliğini gösteren bu değere "Kondüktivite" de denir. İngilizce "Electrical Conductivity" deyimin baş harflerinden oluşan "EC" değimi özellikle tarımsal sulama suları için kullanılır. **İçinde çözünmüş mineral olmayan, yani saf su elektrik geçirmez ve iletkenliği ölçülemez.** İletkenlik değeri MikroSiemens/cm (microS/cm) birimi veya, yüksek iletkenliği olan sular için MiliSiemens/cm (MiliS/cm) birimi ile ölçülür.

(1 MiliS/cm = 1000 MikroS/cm)

pH değeri: kuyu sularında pH değerinin 6,5 ile 8,5 arasında olması normal

sayılır. Oysa, buhar kazanı içinde 9 - 11 gibi yüksek pH değerleri istenir. pH değerinin "Logaritmik" bir sayı olduğunu hatırlatalım; pH 5 değerindeki su, pH 6 değerindeki suya kıyasla 10 kez daha asidiktir.

Sertlik: Kalsiyum ve Magnezyum mineralleri SU'daki sertliği oluşturan minerallerdir ve (evler dahil) hiçbir proseste istenmezler. Suyun iletkenliği ve sudaki **Sodyum miktarı çok yüksek değilse**, Reçineli Su Yumuşatma cihazları ile Sertlik kolayca giderilir.

Klorür: Sofra tuzunun (NaCl) yarısı olan **Cl** iyonunun yüksek olması Paslanmaz Çelik malzeme için çok önemlidir. Asitlere ve oksidasyona çok dayanıklı olan 304 ve 316 kalite paslanmaz çelik malzemeler, sudaki Klorür iyonunun tesiri ile çok hızlı olarak korozyona uğrar: Borular ve ısı eşanjörleri delinir ve proses çok zarar görür. Su sıcaklığı arttıkça Klorür'ün zararı çoğalır. Klorürün giderimi Ters Ozmos sistemi ile olabilir.

Silikat: Silikat değerinin yüksek olması durumunda buhar kazanında ve soğutma kulelerinde blöflerin çoğaltılması gerekir. Yüksek Silikat kazan cidarlarında ve borularında, ısı eşanjörlerinde cama benzer sert tabakalar oluşturur ve ısı geçişini engelleyerek kazanın verimini düşürür. Tekstil boyahanelerinde Silikat'ın özellikle bobin boyamalarda prosese çok zarar verdiğini gördük. Silikatın giderimi Ters Ozmos sistemi ile mümkündür.

Amonyak (NH_4) ve **Nitrit** (NO_2) içme ve kullanma sularında istenmez. Gene bir azotlu bileşik olan **Nitrat** (NO_3) yönetmeliklerde 50 mg/L seviyeye kadar müsaade edilir.

Alkalinite: Suyun pH derecesine göre varlıkları azalıp çoğalan OH, CO_3 ve HCO_3 iyonları 300 mg/L sınırını geçtikten sonra buhar kazanlarına, tekstil boya prosesine ve birçok prosese zarar verebilir.

Demir ve Mangan: Suyun tadını en çok bozan minerallerdir. Bunların değerlerinin 0,5 mg/L'den yüksek olması buhar kazanlarına, reçineli ve membranlı su hazırlama sistemlerine ve prosese de zararlı olduğundan işletmelerde istenmeyen minerallerdir.

Bor: Bor suda az bulunsa dahi, bazı tarımsal amaçlı sularda Bor'un sınırı vardır. İçme suyundaki en yüksek Bor sınırı 1 mg/Litre'dir.

Hassas Konular

Yazımızın maksadı Kimyasal Su Analizinin tüm değerleri hakkında bilgi vermek değil, su analizinin su kalitesinin değerlendirilmesindeki görevine dikkat çekmektir. Bu nedenle yazımızda çok hassas konulardaki su değerlerine yer vermedik. Örneğin, "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik"in Kaynak Suyu

ile ilgili değerlerinde, ARSENİK maddesi için "10 ppb", yani "milyarda 10" gibi çok hassas bir sınır verilmektedir. Diğer bir örnek, enerji satrallarında kullanılan gaz türbinleri için hazırlanan suların iletkenliğinin 0,1 mikroS/cm altında ve Silikat değerinin 10 ppb, yani milyarda 10'un altında olması istenir.

Sonuç: Bir işletmede kullanılacak suyun kalitesini yorumlamak için "Kimyasal Su Analizi" yapılması şarttır. Kimyasal analiz yapılmadan SU'yun nitelikleri ve işletmede kullanılırlığı hakkında konuşmak ve yorum yapmak çok risklidir. Bir işletmede kullanılacak su **"içilir nitelikte"** olsa dahi analizi yapılmalıdır. Kimyasal Su Analizi yaptırılmadan, yalnızca hayat tecrübelerine güvenerek satın alınan su şartlandırma cihazları genelde yanlış yatırımlara neden olduğu gibi yanlış işletme şartları doğurarak işletmeleri zarara sokar. **Su parmak izi gibidir, bir su diğer bir suya kesinlikle benzemez**

Ref. Resmi Gazete 17 Şubat 2005- Sağlık Bakanlığı: **İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik.**

Suyun İletkenliği Çok Önemlidir

Suyun iletkenliği suyun en önemli özelliklerinden biridir. Saf su molekülü elektrik geçirmez. Suda bulunan safsızlıklar çoğaldıkça suyun iletkenliği artar. Suyun iletkenliği ölçülerek suyun içindeki H_2O olmayan çözünmüş mineral miktarı konusunda fikir edinilir.

Bizler su tekniği konusunda uzmanlaşmadan önce evde, okulda öğrendiğimiz bilgi, suyun elektriği ilettiği idi. **"Islak elle elektrikli aletleri elleme!"** Gibi uyarı bilgileri ile büyüdük. Sonra SU konusunda bilgimiz arttıkça öğrendik ki SU yani H_2O molekülü elektriği hiç iletmez, su içindeki safsızlıklar, mineral iyonları elektriği iletir. Dolayısı ile suyun iletkenliği ne kadar yüksekse bu su o kadar çok su olmayan madde içeriyor demektir. Metal cisimlerde elektriği elektronların taşıdığı gibi, suda elektriği iyonlar taşır. Bugün "Islak elle elektrikli aletleri elleme!" Uyarılarını gene kullanmamız şart, çünkü normal hayatımızda kullandığımız sular elektriği ileten sulardır.

Mesleğimiz gereği, şimdi şirketimizdeki tüm teknik kişilerin çantalarında bir iletkenlik ölçer bulunuyor.

Sudan şikayet eden müşterilerimizin önce suyunun iletkenliğini ölçerek işe başlarız.

Resim 1. *Taşınabilir tip İletkenlik Ölçer*

Ters ozmoz ve reçineli demineralize gibi su saflaştırma sistemlerinde, iletkenlik kontrolü sürekli yapılır; bu sistemlerde Resim 2'deki gibi Pano tipi (duvar tipi) iletkenlik ölçerler bulunur.

Resim 2. *Pano tipi İletkenlik Ölçer*

İletkenliğin "Toplam Çözünmüş Madde" ile ilişkisi:

Bir su örneği laboratuvara geldiğinde genelde önce suyun iletkenliği ve pH derecesi ölçülür, daha sonra toplam çözünmüş madde ve ayrıca istenen maddeler ölçülür (Örneğin Ca, Mg, Cl, SO_4,PO_4, HCO_3 gibi).

Suda çözünmüş her maddenin suyun iletkenliğine katkısı farklı farklıdır. Örneğin "Cl" iyonunun suda oluşturduğu iletkenlik miktarı "Ca" iyonunun suda oluşturduğu iletkenlik ile aynı değildir. Bu sebeple, ölçülmesi kolay olan iletkenliği ölçerek sudaki toplam çözünmüş madde miktarına karar veremeyiz.

Resim 3. *Laboratuar tipi İletkenlik Ölçer*

"Toplam Çözünmüş Madde = A x İletkenlik" formülünde "A" değeri 0,55 ile 0,9 arasında değişir, suda Cl iyonu çoksa A değeri yüksek bir değerdir, SO_4 iyonu çoksa A değeri düşük bir değerdir.

Suda bulunan bazı iyonların "İletkenlik Faktörü" değerleri aşağıdaki tablodaki gibidir.

İyonlar	İletkenlik Faktörü Her 1 mg/L için µS/cm
Ca	2,60
Mg	3,82
K	1,84
Na	2,13
HCO3	0,715
Cl	2,14
SO4	1,54
NO4	1,15

Yukarıdaki İletkenlik Faktörleri kullanılarak suyun iletkenliği şu formül ile hesaplanabilir.

İletkenlik µS /cm = Σ (iyon miktarı mg/L x İletkenlik Faktörü)

Ters ozmoz membranı tasarım programları kullanılarak da laboratuar analiz değerlerine göre suyun iletkenliği hesaplanabilir.

İletkenliğin uluslararası birimi 25 derecedeki su için microS/cm ve miliS/cm dir,

1 miliS/cm = 1000 microS/cm

Suyun iletkenliği suyun sıcaklığına göre değişir. Birçok iletkenlik ölçer içinde su sıcaklığına göre iletkenlik ölçümünü düzeltici program bulunur. Cihaz ekranında görünen iletkenlik 25 derece sudaki iletkenliktir. Cihaz içinde bu program yoksa suyun sıcaklığı ölçülür ve su sıcaklığına göre düzeltme hesaplanır.

Suyun İletkenliği bizi neden ilgilendiriyor?

İçme suyu yönünden iletkenlik:

Ülkemizde uygulanan "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmeliği"ne göre, insani tüketim için müsaade edilen en yüksek iletkenlik değeri 2500 microS/cm dir, ancak böyle bir su sağlığa zararlı değilse de yavan tabir edilen lezzeti bozuk bir sudur.

Suyun LEZZET'i açısından iletkenlik:

Lezzet açısından suyu incelediğimizde **insan alışkanlıklarının** çok önemli olduğunu görüyoruz. Ülkemizde beğenilen suların iletkenliği düşük, yani 50 -

250 microS/cm değerleri arasındayken, Avrupa'da yaşayan insanların çoğunlukla 800 mikroS/cm üzerindeki iletkenlikte suları içme suyu olarak tercih ettiklerini görüyoruz.

Korozyon açısından iletkenlik:

Korozyon konusunu incelediğimizde, iki ucu keskin bir durum ile karşılaşıyoruz. Suyun iletkenliği yükseldikçe "Elektro- Korozyon" oluşumu artıyor. İletkenlik çok düşükse, bu sefer su "AÇ SU" özelliği taşıyor ve her maddeyi çözen, yani halk dilinde maddeleri eriten bir su karşımıza çıkıyor.

Resim 4. *Yüksek Su İletkenliğinin Yarattığı Elektro Korozyon ile Borunun Delinmesi*

Elektro- Korozyon genelde metal üzerinde noktasal delikler oluşturur. "Aç Su" korozyonu ise, asit korozyonu gibi yüzeyin tamamında korozyon yapar.

DİKKAT!!! Beton ve sıvalı su depolarına, ters ozmoz üretim suyu gibi düşük iletkenlikte su doldurulduğunu bu "AÇ SU" depo duvarlarını çözer ve iletkenliği düşük su "sert su" haline dönüşür.

Soğutma sularında iletkenlik ve korozyon:

İlk kez soğutma suyu ve soğutma kulesi kullanan işletmelerde şu sorun ile çok karşılaşıyoruz: Soğutma suyu iletkenliği kontrol edilmiyor, soğutma suyu iletkenliği çok yükseliyor ve bu durum soğutma borularında korozyon ve delinmeler oluşturuyor.

Resim 5. *Soğutma Suyu Borusunda Korozyon*

Soğutma kulesi, görevi gereği, suyun bir kısmını saf su molekülü (H_2O) olarak buharlaştırır, çünkü buharlaşan su yalnızca saf sudur; sudaki safsızlıklar buharlaşmaz. Buharlaşma sonucunda, sistemde kalan suyun sıcaklığı düşmüş olur. Fakat, soğutma sisteminde kalan suda mineral iyonları çoğaldığı için, kalan suyun iletkenliği yükselir. Bu da metallerde korozyon başlatır. Bunu önlemek için soğutma sularının çok sık iletkenliği ölçülür ve soğutma suyu sisteminden blöfler yapılarak soğutma suyu iletkenliği sabit tutulur. İletkenlik yükseldiğinde otomatik blöf yapan otomatik cihazların soğutma sistemlerinde kullanılması önerilir.

Buhar kazanında iletkenlik ve korozyon:

Buhar kazanında da soğutma suyundaki sorunlar yaşanır. Kazanın ürettiği buharın tamamı kondens suyu olarak kazana dönerse, kazan suyu iletkenliği değişmez ve korozyon sorunu yaşanmaz. Ancak, genelde kondens suyunun bir kısmı geri dönmediği için buhar kazanına yeni su verilir ve bu yeni su saf su değilse, su ile beraber kazana ek iyonlar da verilmiş olur. Bu da kazan suyu iletkenliğini arttırır ve buhar kazanı elektro korozyon riski altına girer. Bu sebeple aynı soğutma suyunda olduğu gibi, buhar kazanı içindeki suyun iletkenliğini sabit tutmak için kazan suyundan kontrollü blöf yapılır.

Suyun iletkenliğini ne kadar düşürebiliriz:

Reçineli demineralize sistemleri ile ve EDI - Elektro-De-İyonizasyon cihazı ile suyu 0,05 mikroS/cm iletkenliği seviyesine kadar düşürmek mümkündür. Bu kadar saf suyu kullanan sektörler şunlardır: Enerji santralları, kimya sanayii, ilaç sanayi, elektronik sanayii gibi.

Resim 6. *EDI Elektro-De-İyonizasyon Cihazı*

Özet olarak, suyun iletkenliği işletmelerde çok önem taşır. Bu sebeple, SU ile ve SU kullanan sistemler ile ilgili görevlilerin, işletmeye gelen ham suyun, soğutma suyunun ve soğutma sistemi besi suyunun, buhar kazanı besi suyunun ve buhar kazanı içindeki suyun ve işletmedeki her tür suyun iletkenliğiyle sürekli ilgilenmelerini ve bunları periyodik olarak ölçüp kaydetmelerini öneririz.

Suyun “pH” Derecesi Herkesi İlgilendirir

***Su bir kimyadır ve suyun pH derecesi su kullanan her işletme için, hatta içme suyunun lezzeti için dahi* çok önemlidir.**

Okuyucuların çoğunun “pH” konusunda bilgili olduğunu bile bile, yalnızca “hatırlatma” düşüncesi ile bu yazıyı kaleme aldık. **Su kimyasının** çok önemli **temel bilgilerinden biri de suyun pH derecesidir.** Suyun pH derecesi, suyun ASİDİK (pH 7,0 altında) veya asidin tersi olan BAZİK (Alkali tabiri de kullanılır) (pH 7,0 üzerinde) karakterini ortaya koyan bir sayıdır ve bu sayının nasıl oluştuğunu yazının son paragraflarında hatırlatacağız.

Resim 1. *Laboratuar tipi pH metre*

Suyun pH derecesinin önemi birçok yerde karşımıza çıkıyor. Bunların birkaçını aşağıdaki paragraflarda anlattık.

İçme suyunun pH derecesi: Son yıllarda gazete ve TV yayınlarında bu konuya rastlıyoruz. Bazı yazılar içtiğimiz suların ALKALİ, yani pH derecesinin 7,5 - 8,5 olması gerektiğini savunurken, bazı yazılar tersini savunup içme sularının hafif ASİDİK, yani pH derecesinin 6,5 - 7,0 değerinde olması gerektiğini iddia ediyor. Bugün geçerli olan İNSANİ TÜKETİM AMAÇLI SULAR HAKKINDA YÖNETMELİK’e göre, içme suyunun pH değerleri 6,5 - 9,2 arası olabilir.

Gıdanın içine giren suyun pH derecesi: Ayran gibi süt ürünleri, meşrubat ve bira sektöründe ürüne girecek olan suyun pH derecesi, üretilen ürünün formülasyon ve lezzet konularına etki eder, bu sebeple proses suyunun pH derecesi çok önem taşır.

Tekstil boyahanesinde kullanılan sular: Tekstil boyahanesi formülasyonları ve hassas renkler oluşturulmasında, boyahanede kullanılan suyun pH derecesi çok önemlidir. Bazı proseslerde düşük pH çok uygun iken bazı boya proseslerinde

yüksek pH değerine sahip su istenir.

Atık Su Deşarj Yönetmeliği: geçerli yönetmeliğe göre, tabiata atılacak suyun "pH" derecesi 6,5 ile 9,0 arasında olmalıdır.

Buhar Kazanı İçindeki Suyun pH Derecesi: Buhar kazanının işletilmesinde "pH" derecesi üzerinde çok durulur. Karbon çelik metali ile imal edilen ve korozyona müsait olan buhar kazanının korozyona uğramaması için kazan içindeki suyun BAZİK özellikte olması istenir, bu nedenle kazan suyunun «pH» derecesi genelde 9,5 - 11,5 arasında tutulur. Kazan içindeki su yukarıdaki pH değerlerinin altında olduğunda buhar kazanında KOROZYON riski vardır, bu pH değeri 11,5 üzerinde olduğunda ise kazanın metal aksamı KIRILGAN olur ve metal saçlar çatlar.

NOT: *Buhar kazanı içindeki suyun pH derecesi yüksek olmasına rağmen, kazan besi suyunun pH derecesinin yüksek olması gerekmez. Sistemde kullanılan buhar ısı kaybedip kondense dönüştüğünde, kondens suyu pH derecesi 7,0 altındadır ve kondens suyunun pH derecesi yükseltilmeden kazana verilir. Buhar kazanı içindeki suyun pH derecesi özel kimyasallar ile yüksek tutulur.*

Soğutma Suyu: Karbon çelik borular içeren soğutma suyu sistemlerinde metallerin korozyona uğramaması için suyun "pH" derecesi yüksek tutulur (8 - 9 arası).

Isı eşanjörü ve kondenserin temizliği: Kondenser, boyler ve diğer ısı değiştiricilerin çoğunda oluşan kireçlenme sebebi ile bu cihazlar "pH" derecesi düşük (asidik) su ile temizlenir. Bu işlem sırasında çok düşük "pH" derecelerinde çalışmak metalin korozyonu bakımından risklidir. Bu tür metal temizliklerinde, metalin korozyona karşı korunmasında su içine "inhibitör" olarak ad konur.

Yüzme Havuzları: Yüzme havuzlarında, insan gözünün rahatsız olmaması için ve dezenfeksiyon maksadı ile suya verilen klor bileşiklerinin doğru görev yapması için havuz suyu "pH" derecesi 7,2 ile 7,5 arasında tutulur. Daha yüksek "pH" derecelerinde su gözleri yakar ve suda bulunan klor dezenfeksiyon görevini tam yapmaz; düşük "pH" derecelerinde ise gözler yine yanar ve havuz inşaat malzemelerinin bazıları asidik su ile çözünür (seramik derzleri gibi).

Kimyasal Çöktürme: Kimyasal su arıtma tekniğinde suyun "pH" derecesi yükseltilir ve suda bulunan bazı çözünmüş maddeler çökeltilerek giderilir.

Asit Yağmuru: Sanayileşen ülkelerde ve ülkemizin bazı bölgelerinde hepimizi ilgilendiren bir "pH" olayı oluyor. Kömür, fuel-oil gibi kükürt içeren yakıtları kullanan sanayilerin ve konutların bacalarından çıkan kükürt gazı atmosfere dağılır. Yağmur damlaları içinde çözünen kükürt gazları, çok kuvvetli bir asit olan sülfürik asit (H_2SO_4) oluşturur ve yağmur suyunun pH derecesini düşürür. Normalde tabiatın can suyu sayılan yağmur, bu asit şekli ile tabiat için zehirdir. Aslında normal yağmur suyunun pH derecesi de düşüktür, çünkü, atmosferde tabii

olarak bulunan karbondioksit gazı (CO_2) yağmur damlaları içinde çözünerek KARBONİK ASİT oluşturur. Fakat karbonik asit çok zayıf bir asittir, bitkilere zarar vermez ve yağmur suyunun hafif asit karakterli oluşu tabiatın dengesi için gereklidir.

Yukarıdaki örnekler suyun pH derecesinin hayatımızda ne kadar çok yeri olduğunun göstergesidir.

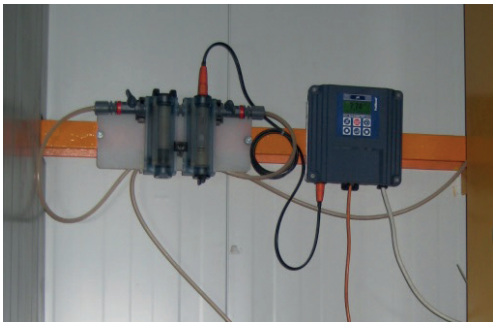
“Suyun pH” Değeri nedir ?

“pH” suyun içinde bulunan hidrojen iyonlarının (H+) konsantrasyonunu gösteren bir sayıdır. Bu sebeple pH derecesi için “Hidrojen İyon Konsantrasyonu” da derler. Su içinde bulunan Hidrojen (H+) iyonlarının “mol/litre” olarak miktarı ile suyun “pH” derecesi şöyle hesaplanır:

$$pH = \log \frac{1}{\text{mol/litre olarak (H+) iyonu konsantrasyonu}}$$

Bu formülden şunu anlıyoruz: Matematik

hesaba göre log10 = 1 ve log 10 = 2 olduğuna göre, suyun **“pH” derecesi bir puan arttığında veya eksildiğinde suyun BAZİK veya ASİT değeri 10 kez artar veya eksilir**. Matematik dilinde anlatıldığında, suyun “pH” sayısının artışı ile suyun ASİT özelliğinin artışı “LİNEER” değildir. Örneğin «pH» derecesi 6 olan bir suya kıyasla «pH» derecesi 5 olan suyun ASİT özelliği tam **ON KATI daha fazladır.**



Resim 2. *Sürekli Ölçüm için On Line pH metre*

“pH” derecesi ile fazlaca işi olmayan teknik kişilerin dahi kısaca şu temel bilgileri edinmelerinde yarar vardır:

- Teorik olarak nötr suyun “pH” derecesi 7,0 olmasına rağmen suyun “pH” derecesi 6,5 - 8 arasındaysa bu su NÖTR sayılır.

- Suyun “pH” derecesi 1- 6,5 arasındaysa bu su ASİT özelliktedir.

- Suyun “pH” derecesi 8 - 14 arasındaysa bu su BAZİK özelliktedir.

- Asit ile bazik malzemeler birbirinin zıttıdır. Nötr bir su içine (pH=7,0) ayni molekül sayısında tuz ruhu (HCl) ve kostik (NaOH) koyarsak, bu iki katkı içindeki H ve OH^- iyonları birleşerek su molekülü oluştururlar (H_2O) ve birbirlerinin etkilerini yok ederler. İşlem sonunda su tekrar nötr olur (pH=7,0), ancak bu kimyasal bileşim sonucu su içinde “NaCl”, yani tuz oluşur ve su tuzlanır. Örnek olarak, pH derecesi 7,8 olan bir yüzme havuzu suyuna tuz ruhu asidi (HCl) eklenerek suyun pH derecesi 7,2’ye düşürülürse bu su içinde **“asit yoktur”** diyebiliriz. Ayni şekilde, pH derecesi 6,5 olan suya kostik (NaOH) eklenerek suyun pH derecesi 7,5’a yükseltilirse, bu su içinde **“kostik yoktur”** diyebiliriz.

Suyun pH derecesi teknik kişiler için çok önemlidir. Buna rağmen her evde bir pH ölçer - “pH-metre” olması gerekmez, fakat her sanayi işletmesinde bir pH-metre bulunmasını öneririz.

İşletmelerde su kalitesinden sorumlu kişiler proses suyu, kazan suyu, soğutma suyu, atık su gibi suların “pH” derecesini ölçebilmeli, bunu ölçebilmek için “pH-metre” aletini kolayca kullanabilmeli, suyun “pH” derecesini yükseltmek veya düşürmek için gerekli yöntemleri öğrenmelidir görüşündeyiz.

Alkalinite Nedir?

"Alkalinite" suyun özelliklerinden biridir ve birçok sanayi prosesinde istenmediği için giderilmesi istenir. Günümüzde, alkaliniteyi gidermenin en kolay yolu ters ozmoz sistemi kullanmaktır.

"Alkali su", "Alkali gıda" gibi konularda son yıllarda medyada halka dönük sağlık bilgileri verildiği için, şu anda yazımızı okuyanların çoğunun "Alkali" konusunda fikri olabilir. Ancak, biz bu yazımızda içme suyundan ve gıdadan söz etmeyeceğiz, genel olarak, sanayide kullanılan proses sularının "Alkalinitesi" konusunu değineceğiz. Yeri gelmişken "Alkali" kelimesinin anlamını da hatırlatalım. Suyun veya gıdanın pH derecesi 7,0 üzerindeyse, bunlara "alkali su" ve "alkali gıda" denebilir.

"SU'da ALKALİNİTE" konusu buhar kazanı işletmeciliğinde, tekstil boya tekniğinde, kimya proseslerinde, meşrubatta, biracılıkta ve birçok sanayi sektöründe üzerinde önemle durulan bir su değeridir.

"ALKALİNİTE" suyun asidi nötralize etme kabiliyetidir. "Alkalinite" kelimesini "Alkali" kelimesi ile karıştırmayalım. Kimya dilinde "Alkali", "Asit" kelimesinin tersi olup, suyun veya başka bir sıvının pH değerinin 7,0 den yukarıda olduğunu ifade eder.

Su tekniğinde "Toplam Alkalinite" genelde ***"mg/L $CaCO_3$ cinsinden"*** ifade edilir. Su içinde bulunan aşağıdaki iyonlar "Alkalinite"yi oluştururlar:

OH^- : Hidroksil iyonu

CO_3^-: Karbonat iyonu

HCO_3^-: Bikarbonat iyonu

Su içinde bulunan ve kimyasal bir denge oluşturan bu iyonlar suyun pH derecesine göre azalır veya çoğalırlar. Örneğin pH = 8,2 ile pH= 9,6 arasındaki pH değerlerinde aşağıdaki kimyasal denge oluşur:

$$2\ HCO_3^- \rightarrow 2\ OH^- + 2\ CO_2 \uparrow$$

Suyun "Alkalinite" değerinin yüksek olması başta buhar kazanı olmakla beraber başkaca işlemler için de zararlıdır. Bunlardan birkaçına aşağıda değinelim:

Buhar Kazanı Suyunda Alkalinite:

Özellikle buhar kazanlarında Alkalinite yalnızca OH^- formunda istenir, HCO_3^- ve CO_3^- formunda istenmez. HCO_3^- ve CO_3^- iyonları buhar kazanı içinde (CO_2)

karbondioksit gazı oluşturur, bu gaz buhar ile beraber sisteme gider. Buhar taşıdığı ısıyı verdikten sonra yoğuşur ve suya dönüştüğünde **karbondioksit gazı kondens suyu içinde** çözünür **ve kondens suyunu ASİT durumuna sokar**, bu da kondens borularında asit korozyonu oluşturur ve kondens boruları delinir. Bir çok işletmede sık sık kondens borularının tamir ve bakım yapılmasının sebebi budur. Karbondioksit gazının (CO_2) asit oluşturmasını kimyasal olarak şöyle yazabiliriz:

CO_2 gazı + kondens $H_2O = H_2CO_3$ (karbonik asit)

$H_2CO_3 =$ asit iyonu $H+ + HCO3^-$

Tekstil Boyahanelerinde Suda Alkalinite:

Tekstil boyama işleminde kullanılan sularda yüksek miktarda HCO_3 ve CO_3 alkalinite iyonunun bulunması kumaş üzerindeki boya kalitesini çok etkiler. Çünkü, bu iyonlar, boya işleminin yapıldığı sırada kullanılan sıcak suda, basınç kalktığı anda karbondioksit CO_2 gazı oluşturur ve bu gazın kumaş üzerindeki sudan ani olarak ayrılması ile kumaşta "ABRAJ" adı verilen renk dalgalanmaları meydana gelir.

Meşrubat ve Bira Sanayiinde HCO_3 ve CO_3 iyonlarının fazlası istenmez. Bu iyonlar meşrubatta asidik bir tat oluşturur.

Sulardaki Alkalinitenin Giderilmesi:

Sulardaki alkalinitenin giderilmesi (**Dealkalize)** veya azaltılmasının birkaç yöntemi vardır. Bu yöntemlere kısaca değinelim:

"Kireç ile çökeltme" yöntemi: Bu eski ve zahmetli yöntemde suya bir miktar kireç karıştırılır, kireç bir miktar sertliğin çökmesine sebep olur ve alkalinite aynı anda giderilir. Kireç ile çökeltme yönteminin işletme zorlukları çok olduğu gibi çok miktarda katı atık meydana getirdiğinden bir çok işletmenin tercih etmediği bir yöntemdir. Çünkü sanayi kuruluşlarının katı atıkları yok etmesi bugünkü çevre yönetmelikleri dolayısı ile bir sorun haline gelmiştir.

Katyonik İyon Değiştirici Reçine ile Dealkalize: Genelde en çok bilinen yöntem asit ile rejenere edilen katyonik reçine kullanılarak alkalinitenin giderilmesidir. Bu yöntemin kimyasal izahı şöyledir:

("X" = Katyonik Reçine)

$Ca(HCO_3)_2 + H_2$ **"X"** → Ca**"X"** $+ 2H_2O + 2CO_2$ (Degazör ile CO_2'nin giderilmesi)

Yukarıda da görüldüğü gibi burada alkalinite CO_2 gazına dönüştürülür ve "Degazör" (gaz alıcı) ile sudan ayrıştırılır. Bu yöntemin avantajı aynı anda sertlik ve alkalinitenin giderilmesidir. Bu yöntemin kötü tarafı ise işletici personel için teh-

likeli olan ASİT'in (HCl) kullanılmasıdır. Diğer bir sorun, degazör kullanılması sebebi ile sistem suyunun basıncının sıfıra düşmesidir. Dolayısı ile sisteme bir pompa daha eklenmesi gerekir.

Anyonik İyon Değiştirici Reçine ile Dealkalize: Ülkemizde kullanıldığını hiç duymadığımız bu yöntem bazı ABD yayınlarında görülmektedir. Bu "Dealkalize" yönteminde anyonik reçine tuzun (NaCl) Cl iyonu ile rejenere edilir. Bu yöntemin kimyasal izahı şöyledir:

("A" = Anyonik Reçine)

$2\ HCO_3 + \textbf{"A"}\ Cl_2 \rightarrow \textbf{"A"}\ (HCO_3)_2 + 2\ Cl$

Burada görüldüğü gibi suyun "Alkalinitesi" giderilirken suyun Klorür (Cl) iyonları arttırılmış olur ve suyun sertliği alınmaz. Bu özellikler bu yöntemin kötü tarafları sayılsa da ABD'de kullanılmasının en büyük nedeni, işletmeci için tehlikeli olarak bilinen HCl asidinin işletmeye sokulmamasıdır. Zaten su yumuşatıcı reçineler için işletmeye satın alınan tuz (NaCl) ile anyonik reçinenin rejenerasyonu da yapılır. Bu yöntemin diğer bir avantajı da sistemin degazöre ihtiyaç duymaması ve suyun basınçlı kalmasıdır. Bu yöntemde, genelde öncelikle suyun sertliği giderilir ve daha sonra alkalinitesi alınır.

Ters Ozmoz Sistemi ile Dealkalize: Bugünkü işletme anlayışına, tekniğe ve çevre kanunlarına en uygun yöntem, "Dealkalize" işlemini ayrı tasarlamak yerine **Ters Ozmoz sistemi ile hem suların saflaştırılması ve hem de alkalinitenin giderilmesidir**. Ters Ozmoz yöntemi ile su içindeki alkalinite ile beraber minerallerin çoğu da giderilir. Yalnızca bir cihaz kullanılarak aynı anda alkalinite, sertlik ve varsa silikat, nitrit, nitrat, sülfat, arsenik gibi istenmeyen birçok mineralden su arınır. İyi seçilmiş ve özel ön şartlandırması ile **eksiksiz kurulmuş bir ters ozmoz sistemi çok başarılı bir su hazırlama sistemidir ve kolay işletilen bir sistemdir**. Ters Ozmoz sisteminin bir iyi yönü de katı atık oluşturmamasıdır. Bu işletme kolaylıkları sebebi ile ters ozmoz sistemi bir çok sanayide proses suyu hazırlamada ve buhar kazanı besi suyu hazırlamada 1980'li yıllardan bu yana kullanılıyor.

Bursa'da bulunan bir tekstil boyahanesinde kullanılan proses suyunu hazırlamak için ilk ters ozmoz cihazını 1991 yılında kurduk. Kurmuş olduğumuz bu ters ozmoz sistemi uzun yıllar hizmet vermiştir. Ters ozmoz cihazının ürettiği suda "Alkalinite", sertlik ve yüksek iletkenlik olmadığından, ters ozmoz sistemi kullanan bu tekstil boyahanesinde boya tekniği çok başarılı olmuştu.

Resim 1. *24 m³/saat kapasiteli Ters Ozmoz Sistemi ve Ön Arıtması*

Suda yüksek "Alkalinite" bir çok sanayi sektörü için ihmal edilmemesi gereken bir husustur, fakat ters ozmoz cihazı sayesinde günümüzde "Suda Alkalinite" problem olmaktan çıkmıştır.

Sudaki Silikat'ın Su Sistemlerine Zararları

Tabii sularda bulunan ve "Silisyum" minerali içeren maddeler, su tekniğinde SİLİKAT olarak anılır. SİLİKAT için doyuma ulaşan su içinden SİLİKAT kristal şeklinde sudan ayrılır ve su sistemi içinde istenmeyen yerlerde tıkanmalara ve ısı izolasyonuna sebep olur. Silikat sorununa karşı önlemler alınması işletme ekonomisi için çok önemlidir.

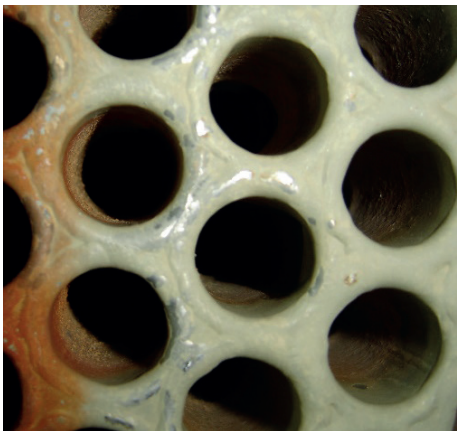
Tabiatta oksijenden sonra en çok bulunan madde Silisyum'dur, dolayısı ile her suda bir miktar Silisyumlu maddeler bulunur ve birkaç ppm'den 200 ppm'e kadar su analizlerinde görülür. Bu madde su tekniğinde SİLİKAT olarak anıldığından bu yazımızda SİLİKAT kelimesini kullanacağız.

Silikat doğal sularda üç biçimde bulunabilir: "**İyon"** şeklinde, iyon olmayan **"kolloidal silikat"** şeklinde ve "**kristal"** şeklinde. Kristal şeklindeki silikat tabii sudaki diğer katılar ile beraber su filtreleri tarafından giderildiği için işletmelerde pek sorun yaratmaz. Ancak, **"koloidal silikat" iyonize olmasa da, mikron ölçüsünden çok daha küçük boyutta bir katı olduğundan bilinen su filtrelerinden geçer, ancak UF - Ultra Filtrasyon ile sudan ayrılabilir.** Suda çözünmüş halde bulunan "İyon şeklindeki SİLİKAT" suyun silikata doyumu sonucunda kristalleştiği için tesisata zarar verir.

Ülkemizde sanayi tecrübesi ve su kalitesi bilinci arttıkça bu makalemiz anlamsız kalacaktır muhakkak. Ancak, henüz sudan kaynaklanan her kristalleşmeye "KİREÇ" veya "KİREÇLENME" dendiği için ve SİLİKAT kristalleşmesi az bilindiğinden bu yazımızın birçok okuyucumuzu aydınlatacağını umuyoruz.

Suda SİLİKAT işletmelerin birçok cihazı için SORUN YARATAN bir maddedir: Enerji santrallarında, buhar kazanlarında, soğutma kulelerinde, ısı eşanjörlerinde ve ters ozmoz cihazlarında, sudaki SİLİKAT cihazlarda istenmeyen ve tamiri zor sorunların kaynağıdır, çünkü SİLİKAT camın ham maddesidir ve suyun silikata doyumu sonucunda kolay çözünmeyen KRİSTAL haline gelir ve **"kalıcı"** sorunlar yaratır.

Su çok çözücü bir madde olmasına rağmen, sıcaklığa ve basınca bağlı olarak SİLİKAT'a doyma sınırları vardır. Buhar kazanı, soğutma suyu sistemi ve ters ozmoz cihazı işletmeciliğinde suyun SİLİKAT'ı çözme sınırları üzerine çıkıldığında, SİLİKAT iyonu başka mineraller ile "Silikat Bileşikleri" oluşturarak metal aksam üzerinde **Resim 1'de görüldüğü gibi cama benzeyen bir şekilde kristalleşir.** Bu camsı maddeler oluştukları yerde su geçişini engeller ve buhar kazanlarında ve eşanjörlerde ısı izolasyonu yapar ve sonuç olarak işletmenin randımanı çok düşer.



Resim 1. *Isı Eşanjöründe Silikatın Oluşturduğu Camsı Katı Tabaka*

Su sertliği ile oluşan taşların giderimi için asidik yıkamalar ile çözüm bulunuyorsa da SİLİKAT kristallerinin metal aksam üzerinden kimyasal yöntemlerle sökülmeleri son derece zordur. Bu sorunu yaşamamak için, öncelikle besi sularının yılda birkaç kez su analizlerinin yaptırılması ve analiz sonuçlarının iyi yorumlanıp buna göre önlemler alınması önerilir. **Laboratuar analiz raporlarında SİLİKAT "SiO_2" olarak gösterilir.**

Bu yazımızda önce işletme sorunlarına yer vereceğiz, suda çözünmüş olan silikatın giderimi veya zararının giderimi konusuna daha sonraki paragraflarda değineceğiz.

Buhar Kazanı ve Buhar Sistemine Silikatın Zararı:

Şöyle bir olay yaşadık: Yeni kurulan bir sanayi işletmesinin danışmanı buhar kazanını ve buharı çok iyi bilen bir mühendisti ve buhar kazanı besi suyu hazırlamak üzere bizden tandem su yumuşatma cihazı istedi. Danışman bize yalnızca suyun sertliğini bildirmişti, biz bu bilgiyi yeterli bulmadık ve suyun silikat değerini de ölçtürdük. Sudaki silikat değeri çok yüksekti ve su yumuşatma cihazı sudaki silikatı gidermediği için buhar kazanında kısa zamanda silikat kristalleri oluşacaktı ve kazanın ısı verimi çok düşecekti. Bu sebeple işletmenin danışmanına bu durumu bildirdik, su yumuşatma yerine ters ozmoz cihazı önerdik. Ancak, danışman, bizim **"ticari davranıp"** yüksek bedelli bir cihaz satmak istediğimizi sanarak bizden ille de su yumuşatıcı istedi. Sonuçta biz tandem su yumuşatıcı imal edip teslim ettik. Ancak **buhar kazanı yaklaşık 5 - 6 ay sonra silikat kristalleri ile doldu ve ısı verimi anormal azaldı.**

Bu durum oluştuğunda danışman görevini tamamlayıp işten ayrılmıştı, biz müşteri ile karşı karşıya kaldık. İyi ki yukarıda anlattıklarımız sözlü değil, yazışma

olarak elimizde bulunuyordu. Müşteriye bu yazışmaları gösterdik ve o gün ters ozmoz sistemi siparişi aldık. Buhar kazanının silikat kristallerinden arındırılması zorlu bir işti ve 15 gün kadar işletme durdu: **Bu duruş işletme için çok pahalıya mal olan bir duruştu!**

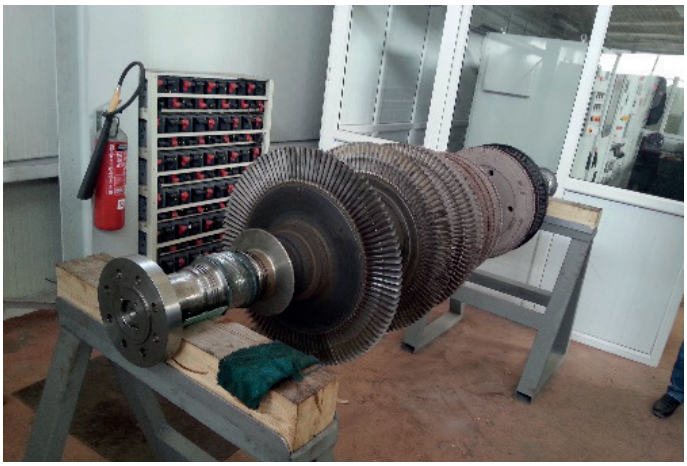
A.B.D. Kazan İmalatçıları Derneği (ABMA) buhar kazanları içinde bulunan kazan suyu için maksimum SİLİKAT değerlerini aşağıdaki tabloda belirlemiştir. Bu değerler kazan besi suyu değeri değil, **kazan içindeki suya ait** en üst silikat değerleridir.

Buhar Kazanı İşletme Basıncı Bar	Kazan Suyunda Silikat Miktarı ppm
0 - 21	150
21 - 31,5	90
31,5 - 42	40
42 - 52,5	30
52,5	20

Buhar kazanı suyundaki silikat miktarı normalden fazla olduğunda buhar ile beraber silikat da buhar hattına gider, buhar vanalarında kristalleşerek vanaların çalışmasını engeller ve bazen daha da büyük işletme problemleri doğurur.

Enerji Santrallarındaki Türbinlere Silikatın Zararı:

Buhar ile türbin çevirerek elektrik enerjisi üreten santrallarda, SİLİKAT maddesinin buhar ile beraber türbin kanatçıklarına gelmesi sonucu, kanatçıklar üzerinde sert SİLİKAT kristalleri oluşur. Sonuç olarak, yüksek devirde dönen türbinde **"balans"** problemleri yaşanır. Bunun sonucunda uzun günler süren türbin bakımları gerekir ve enerji santralı ekonomik zarara uğrar.



Resim 2. *Enerji Santralı Türbini*

Bu sorunu önlemek için buhar kazanı besi suyu hattı üzerine "on-line" Silikat Ölçen **"Silikat Analizörü"** konur, bu cihaz merkezi kontrol

bilgisayarına silikat ölçüm sonuçlarını gönderir. Veya her gün çok sık besi suyu analizi yapılarak silikat değeri ölçülür.

Türbinli sistemlerde besi suyunda kabul edilen SİLİKAT değeri 5 - 10 ppb (milyarda beş - on) seviyesindedir.

Resim 3. *Silikat Analizörü*

"PPB" seviyesinde Silikat ölçümü yapan "on-line" ve hassas laboratuar cihazları piyasada bulunur.

Soğutma Suyu Sistemlerinde Silikatın Zararı:

SİLİKAT ısı eşanjörleri ve soğutma kondenserleri içinde camsı sert tabakalar

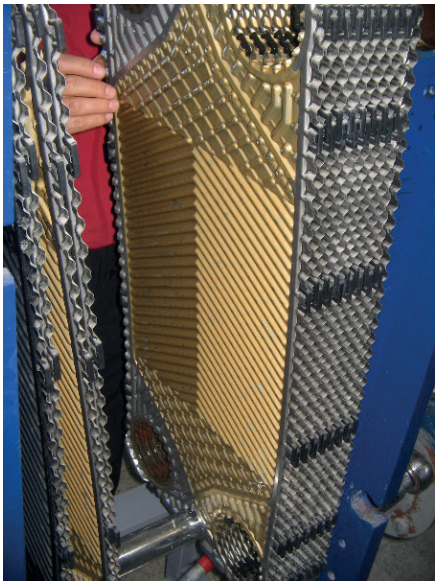
oluşturur. Bu problemin yaşanmaması için, işletmeciler besi suyu analizini ve devridaim yapan soğutma suyunun analizini çok sık yaptırmalıdır.

Aynı buhar kazanı besi suyunda olduğu gibi, soğutma sistemi besi suyu da ters ozmoz cihazının ürettiği su ile beslendiğinde sudaki silikatın en az %95'i ham sudan ayrılmış olacağı için, soğutma suyu kullanan ısı eşanjörlerinde SİLİKAT sorunu yaşanmaz.

Ters Ozmoz Cihazı Membranlarına Silikatın Zararı:

Suyun içindeki safsızlıkların ve silikatın giderimi için ters ozmoz cihazı kullanılır. Ancak, doğru tasarım yapılmadığında veya doğru işletilmediğinde ters ozmoz cihazı da ham suda bulunan koloidal SİLİKAT ve iyon şeklindeki SİLİKAT sebebi ile tıkanır.

Ters ozmoz cihazı tabii sudan SAF'a yakın derecede su üretirken, membranların "ham su" tarafında kalan su içindeki H_2O olmayan her safsızlık ve silikat konsantre olur. Oysa suyun her madde için ve silikat için doyuma ulaşım sınırı vardır, bu sınır aşıldığı anda bu maddeler ve silikat KRİSTAL oluşturur ve ters ozmoz içinde oluşan bu kristaller bir taraftan suyun akışını engellediği için üretim debisi azalır, aynı zamanda cihaz tasarlananın üzerinde yüksek iletkenlikte su üretir.



Resim 4. *Plakalı Isı Eşanjöründe Oluşan Silikat Kristalleri*

Silikatın ve Silikatın zararının giderimi:

İşletmelerde kullanılan suyun tam analizi ve silikat miktarı periyodik olarak yıl-

da 3-4 kez yaptırılırsa zaten sorunun yarısı halledilmiş sayılır. Tabii ki sertlik de sanayide çok önemlidir, ancak, yukarıda yazdığımız gibi sudaki SİLİKAT ihmal edilecek bir madde değildir. Reçineli su yumuşatma cihazları ile sudaki sertlik kolayca gideriliyorsa da, sudaki SİLİKAT'ın giderilmesi ancak ters ozmoz sistemi veya demineralize cihazı ile yapılır.

Yukarıda sözünü ettiğimiz gibi suyun silikata doyma sınırları vardır. Bu nedenle, sudaki silikat miktarı çok yüksek değilse, sudan silikatın giderimi gerekmez, suyun silikata doyma sınırları kontrol altında tutularak işletme sağlanabilir. Silikat miktarının suda çok olduğu durumlarda ise buhar kazanından ve su soğutma sisteminden çok miktarda blöf yaparak silikatın zararını önlemek mümkündür fakat bu yöntem ekonomik değildir. Bu durumda, proses suyunun hazırlanması sırasında silikatın da giderimi daha ekonomik olur. Silikatın giderimi ile ilgili yapılacak yatırıma karar verebilmek için blöfler ile atılan su, enerji ve kimyasalların ekonomik değeri hesaplanır; bu değer ile silikatı giderecek yatırımın maliyeti karşılaştırılır. (Her işletme için ekonomi anlayışı ve stratejisi değişik olduğundan bu yazıda rakamsal değerler vermedik.)

Bugünkü teknikler içinde silikatın giderimi için en uygun yöntem Ters Ozmoz sistemidir. Ters Ozmoz tekniği sudan yalnızca silikatı gidermekle kalmaz, sertliğin %99'unu ve diğer minerallerin yaklaşık %95'ini sudan ayırır, buhar kazanı ve soğutma suyu sistemi için çok mükemmel su üretir. Mineralleri %95 azaltılmış bir su ile beslenen buhar kazanında blöf miktarları %95 kadar azalacağından çok büyük işletme ekonomisi sağlanır, çünkü, özellikle buhar kazanından blöf sırasında yüksek miktarda "ısı enerjisi" atılır.

Resim 5 - *Sudaki Silikatı ve Diğer İyonları Gideren Ters Ozmoz Cihazı*

Çift reçineli klasik "Demineralize" sistemi ile de silikatın, sertliğin ve diğer minerallerin giderimi mümkünse de, ters ozmoz'a kıyasla bugün için "Demineralize" sistemini işletmek daha zahmetli olmaktadır, çünkü "Demineralize" sistemi

su yumuşatıcı gibi doyuma ulaşan reçineler ile imal edilir ve 24 saat durmadan proses suyu elde etmek için çift/tandem "Demineralize" sistemi kurmak gerekir ve bu da çok yer kaplar, ayrıca, "Demineralize" sisteminde iyon değiştirici reçinelerin doyumunun giderilmesi, yani rejenerasyon sırasında sistem asit ve kostik harcar, bu da işletmeci personel için kullanımı riskli kimyasallardır.

Enerji santrallarında SİLİKAT 5 - 10 ppb (ppb milyarda bir ölçüm seviyesi) gibi çok düşük seviyelerde istenir. Bu durumlarda ters ozmoz sistemi genelde çift kademeli olarak tasarlanır ve ters ozmoz sonrası su EDI - Elektro -De-İyonizasyon adı verilen bir teknoloji ile iyice saflaştırılır.

Resim 6 - *Sudaki Silikatı 5 ppb Seviyesine Düşüren EDI Sistemi 35 m³/ saat*

EDI üretim suyu 0,06 mikroS/cm seviyesinde saf su ürettiği için, bu kadar saf su içinde SİLİKAT miktarı ölçülemeyecek kadar az olur.

Sonuç Olarak: İşletmelerde suyun sertliğine dikkat edildiği kadar sudaki SİLİKAT'a da önem vermek, işletmeye gelen ham suyun analizindeki SİLİKAT miktarını işletmenin proses suyu ihtiyacına göre iyi yorumlamak ve SİLİKAT'ın yaratacağı sorunlara karşı önlemler almak işletmeye ekonomik kazanç sağlar.

Suda Amonyum, Nitrit ve Nitrat

İşletmeye gelen sularda "Amonyum", "Nitrit" ve "Nitrat" isimli azotlu maddeler bulunabilir. Bu maddeler tarım için yararlı ise de, içme ve kullanma sularında "zararlı maddeler" içinde kabul edilir.

Tarıma yakın olan okuyucularımız "Amonyum, Nitrat ve Nitrit" kelimelerinden rahatsız olmayabilirler çünkü bu maddeler bitkilere "suni gübre" olarak verilen maddeler içindedir. Şöyle bir soru aklımıza gelebilir: Yediğimiz tarım ürünlerine yararlı olan bu maddeler içme suyunda bulunursa ne zararı olur?

Ülkemizde şu anda yürürlükte olan, sular ile ilgili en son yönetmelik, "İNSANİ TÜKETİM AMAÇLI SULAR HAKKINDA YÖNETMELİK" adı ile 17.02.2005 tarihinde Resmi Gazete'de yayınlanmış olan yönetmeliktir. Bu yönetmeliğe göre suda bulunan ve SU olmayan birçok madde için azami miktar sınırları konmuştur. Konumuz ile ilgili olan maddelerin yönetmelikteki sınırları şöyledir:

Amonyum NH_4+: 0,5 mg/L,

Nitrit NO_2^- : 0,5 mg/L,

Nitrat NO_3^- : 50 mg/L

Not: Amonyum ile Amonyak arasındaki fark:

Amonyum iyonu NH_4+ su içinde bulunan bir katyondur.

Amonyak formülü NH_4'dür ve normalde "gaz" şeklinde bulunan bir maddedir, büyük soğutma tesislerinde soğutucu gaz olarak kullanılır, ayrıca birçok sanayide ve temizlik kimyasalları içinde kullanılan bir maddedir.

Resim 1. *Ambalajlı Amonyak*

Yönetmelikte belirtilen sınır olan 0,5 mg/L, yani bin litre su içinde **"bir gramın yüzde yarısı kadar"** bulunan azotlu bir maddenin insana ne kadar zarar verebileceği konusuna aşağıda kısaca değineceğiz. Önce, azotlu (N) bileşikler tabir edilen Amonyum, Nitrit ve Nitrat'ın tabiattaki yerine kısaca değinelim.

AZOT (N_2) soluduğumuz hava içinde %79 oranında bulunan ve içinde yaşadığımız tabii ortamın en önemli malzemelerinden biridir. Azot bütün bitkilerin hayat kaynağıdır. Tabiatta gördüğümüz ve yediğimiz her yeşillik içinde AZOT bulunur. Toprakta bulunan bazı bakteriler hava içinde bulunan azotu Amonyum şekline dönüştürerek toprağı azot bakımından zenginleştirirler. Daha sonra, gene toprakta bulunan başka tür bakteriler amonyumu nitrata çevirirler. Tabiatın kendi azotu ve nitratı "modern tarım"ın kapasitesine yetmez. Bu nedenle insan, başka yerlerde yetişen hayvanların dışkılarını (tabii gübreler) ve buna ilave olarak, kimyevi yollarla ürettiği azotlu bileşikleri (suni gübreler) bitkilerin sağlıklı büyümeleri için toprağa verir. Tabii bitkiler içinde bulunan azot da, bu bitkilerin ölmesi ve çürümesi ile de tekrar toprağın tabii bir parçası olur.

Dünyada en çözücü sıvı olan "Yağmur Suyu" toprakta bulunan azotlu maddeleri kısmen çözer, böylece azotlu bileşikler suya geçmiş olur. Bu nedenle yer üstünden veya yer altından alınan sularda azotlu bileşiklerin bulunması doğaldır.

Tabiatta bulunan birçok organik malzemenin ve bitkisel proteinin çürümesi ve bozulması ile de "Amonyum" meydana gelir. İnsan ve hayvan vücudu da Amonyum'u idrar yolu ile vücuttan dışarı atar; vücudun istemediği bu maddenin İçme Suyu Yönetmeliğinde 0,5 mg/L şeklinde sınırlandırılması kolay anlaşılıyor. (Amonyum suda çözündükten sonra "Amonyum" adı ile anılan NH_4+ formülü şeklindeki iyon halinde suda bulunur.)

Su analizlerinde NH_4+ iyonunun bulunması suya bir dışkının, yani kanalizasyonun veya hayvansal atıkların karışması ihtimali fikrini de getirir. Bu ihtimalin ortadan kaldırılması için, içinde NH_4+ iyonu bulunan suların bakteriyolojik açıdan da incelenmesi doğru olur. İzmir - Çiğli bölgesi ile Bursa - Karacabey yöreleri gibi derelerin doldurduğu bölgelerdeki kuyu sularında NH_4+ iyonuna rastlanmaktadır. Bu bölgelerde, kuyularda rastlanan NH_4+ iyonu dışkı karışımından değil, akarsuların meydana getirdiği dolgular sonucu, yüzyıllar önce yer altında kalmış organik malzemenin çürümesinden kaynaklanmaktadır.

Tarımsal bölgelerdeki kuyularda da tehlikeli miktarlarda NH_4+ iyonuna rastlanabiliyor. Azotlu suni gübrelerin yağmur suları ile yer altına geçtiklerini ve kuyu sularının kalitelerini riskli duruma getirdiklerini gözlemliyoruz.

Tabii olarak toprakta bulunan bazı bakteriler Amonyum'un okside olmasını sağlarlar, böylece Amonyum önce Nitrit (NO_2) ve daha çok okside olduktan sonra Nitrat (NO_3) şekline dönüşür. Oksijene doymamış olan Nitrit insan vücudu içine girdiğinde kanda bulunan oksijeni kısmen tüketerek insana, özellikle bebeklere

zarar verir, bu nedenle içme suyu yönetmeliğinde **Nitrit miktarı 0,5 mg/lt olarak sınırlandırılmıştır.**

Nitrat (NO_3) oksijene doymuş bir madde olarak kabul edilse de, üç aylık'dan daha küçük bebeklerde tıbbi sorunlar yaratır. Küçük bebeklerin sindirim sisteminde bulunan "nitrat azaltıcı bakteriler" nitratı nitrite (NO_2) dönüştürürler ve bu da kandaki oksijeni azalttığı için bebeğin oksijensiz kalmasına neden olabilir. Bu sebeple Nitrat miktarı ülkemizdeki ve Avrupa Birliği Yönetmeliklerinde 50 mg/L ile sınırlandırılmıştır. Bazı ülkelerde Nitrat miktarının sınırları daha da aşağı çekilmiştir. Örneğin A.B.D.'de uygulanan yönetmeliklerde (Safe Drinking Water Act) bu miktar 10 mg/L seviyesindedir. Bebekler büyüdüğünde mide içindeki asit miktarı artar ve bu asidik ortamda bakteriler yaşayamadığı için nitratın nitrite dönüşme olasılığı ortadan kalkar, böylece tehlikeli durum da sona erer.

Sanayi İşletmelerinde Sudaki Azotlu Maddelerin Durumu:

SANAYİ açısından baktığımızda azotlu malzemeler içinde yalnızca Amonyumun, oksijen içeren sularda Bakır'a zarar verdiğini görüyoruz. Bakır kondenserlerin bulunduğu Soğutma Suyu Sistemlerinde besi suyunun Amonyum içermesi durumunda, korozyon önleyici kimyasalların suya ilavesi gerekir. Diğer taraftan, azotlu bileşikler yosunları besledikleri için soğutma kulelerinde yosun çoğalmasını da teşvik etmektedir; bu soruna karşı da kimyasal önlemler bulunur.

Suda bulunan Azotlu bileşiklerin giderilmeleri için birçok teknikler geliştirilmiştir. Bu yöntemlerin seçiminde üç kriter göz önüne alınır:

Suyun kimyasal analizi,

Suyun kullanma maksadı,

Tesis sahibinin veya yöneticilerinin yatırım felsefesi.

Azotlu bileşiklerin giderilmesi yöntemlerini kısaca tarif edelim:

Oksidasyon:

Amonyum'un giderimi: Yüksek miktarda "Sodyum Hipoklorit" yöntemi ile Amonyum Nitrata dönüşebilir. Ozon tekniği sodyum hipoklorite göre daha okside edici olsa dahi, ozon ile amonyum giderilemez.

Resim 2. *Hassas Kontrollü Hipoklorit Dozajı*

Nitritin giderimi: "Sodyum Hipoklorit" veya Ozon ile Nitrit okside edilerek Nitrata dönüştürülebilir.

- **Reçineli Sistemler**: Bazı özel "seçici" reçineler ile su içindeki azotlu maddelerin giderimi mümkün olmaktadır. Reçineli yöntem gittikçe yerini Ters Ozmoz sistemine terk etmektedir.

Resim 3. *Seçici reçineli sistem ile Azotlu maddelerin giderimi*

- **Ters Ozmoz Sistemi:** Suyu saflaştırırken sudan mineralleri alan fakat su içine hiçbir iyon vermeyen Ters Ozmoz yönteminin kullanılışı gittikçe dünyada artmaktadır. Ters Ozmoz sistemi ile azotlu maddelerin ve suda çözünmüş diğer

mineraller %95'i üzerindeki miktarlarda sudan alınabilir ve çok sağlıklı sular elde edilebilir.

Resim 4. *Ters Ozmoz tekniği ile sudaki azotlu maddelerin giderimi*

Özet olarak, işletmelerde kullanılan kuyu suları ve diğer sular sık sık yapılacak su analizleri ile kontrol altında tutulmalıdır, Amonyum, Nitrit ve Nitrat gibi insana zararlı maddeler yakın takibe alınmalıdır. Teknik yöntemleri kullanarak şüpheli sulardan içme suları üretmek mümkündür, ancak bu tür içme suyu üretimi çok sıkı kontrol altında olmalıdır, aksi halde yüksek tıbbi tehlikeler oluşabilir. "Riskli İçme Suyu" üretmek yerine çevremizde bulunan güvenilir kaynak sularını içmek çok daha emniyetlidir, ülkemiz lezzetli kaynak suları bakımından çok zengindir.

Suyun Doyumu Sonucunda Oluşan Kristallerin Önlenmesi

Suyun bazı iyonlara doyumu sonucunda su tesisatında ve su kullanan ekipmanlarda kristaller oluşur, bu da su sistemine zarar verir.

"Havanın Doyumu", "Suyun Doyumu" denince aklınıza ne gelir? Bu konu için bazı yazılarda havanın ve suyun "Satürasyonu" deyimi de kullanılıyor, ancak biz bu yazımızda, daha anlaşılır olan "Suyun Doyumu" deyimini tercih edeceğiz.

"Havanın Doyumu" herkesin kolayca anladığı bir tabiat olayı olduğu için önce kısaca bu olaya değinelim ki "Suyun Doyumu" konusuna geçişimiz kolaylaşsın. Soluduğumuz hava içinde gaz fazında olan su buharı (H_2O) da bulunur. Hava su buharına doyduğunda havanın içindeki buharın bir kısmı yoğuşur, yani buhar fazından katı faza olan sıvı suya dönüşür. Tabiatta gördüğümüz çiğ, kırağı, yağmur, kar ve dolu, havanın su buharına doyumu sonucunda oluşur.

Benzer bir şekilde, su içinde "iyon" olarak bulunan bazı mineraller, suyun bu iyonlara doyumu sonucunda katı fazına dönüşür ve "kristal" şeklinde sudan ayrılır. "Na" ve "Cl" gibi bazı iyonlar su içinde çok miktarda bulunabilirler çünkü suyun bu iyonlara doyum noktası çok yüksektir. Buna karşın, "Ca", "Mg", "SiO_2" gibi iyonlara karşı suyun doyum sınırı düşüktür ve bu iyonların oluşturduğu katı cisimler evlerimizden sanayi işletmelerine kadar su sistemine ve su ile çalışan cihazlara zarar verir.

Suyun doyumu sonucunda oluşan ve halk dilinde "kireç", "kireç taşı" olarak adlandırılan katı maddeler yalnızca "Kalsiyum - Ca" iyonu ile değil, "Magnezyum - Mg" ve "Silikat - SiO_2" iyonları ile de oluşur. Su sistemlerinde oluşan Kalsiyum ve Magnezyum kristalleri hem sudaki miktar artışından kaynaklanan doyum ile ve hem de suyun sıcaklığının artışından kaynaklanan doyum ile oluşur. Oysa "Silikat" kristali yalnızca sudaki "miktar" artışından kaynaklanan doyum sebebi ile oluşur. Şöyle de anlatılabilir: Su ısındıkça suyun Silikat'a karşı doyum sınırı yükselir, yani su ısındıkça Silikatı çözer, buna karşılık su ısındıkça sudaki Kalsiyum ve Magnezyum iyonlarının kristal yapma yeteneği artar.

Tabii ki suyun pH derecesi de suyun doyum sınırını etkiler. Suyun pH derecesi düşük olduğunda özellikle "Ca" ve "Mg" iyonlarına karşı suyun doyum sınırı daha yüksek olur.

Evsel yerlerde, suyun doyuma ulaşması sonucunda iyonların kristalleşmesi ile zarar gören ekipmanların birkaçı şunlardır: Her tür su ısıtıcısı, çaydanlık, çay/kahve makinaları, bulaşık ve çamaşır makineleri, sıcak su boruları gibi.

Sanayi işletmelerinde suyun doyuma ulaşması sonucunda iyonların kristalleşmesi ile zarar gören ekipmanların birkaçı: Yıkama makinaları, buhar kazanı, soğutma kulesi, otoklav, evaporatif kondenser, ters ozmoz cihazı, EDI - Elektro De İyonizasyon cihazı gibi ekipmanlar.

Suyun doyuma ulaşmasına karşın kullanılan "Taş Önler" (Antiskalant) kimyasalının hesaplanması ile ilgili bir bilgisayar programını biz çok sık kullanıyoruz. Bu programın verdiği hesaplar ve şemalar yardımı ile sudaki iyonların ne miktar artışı ile suyun doyuma ulaştığı konusunda fikir ediniyoruz ve buna göre "Taş Önler" (Antiskalant) türü seçiyoruz ve dozaj miktarı hesaplıyoruz. Bu program ile elde ettiğimiz birkaç şemayı ve yorumları aşağıda göreceksiniz.

Bir kuyu suyu örneği ile yola çıkalım, bu suyun analiz değerleri şunlar:

Kuyu suyu sıcaklığı:15°C

pH: 7,6

Toplam Çözünmüş Madde: 930 mg/L

Ca sertliği: 220 mg/L $CaCO_3$ cinsi

Mg sertliği:130 mg/L $CaCO_3$ cinsi

Toplam Sertlik: 35 Fransız

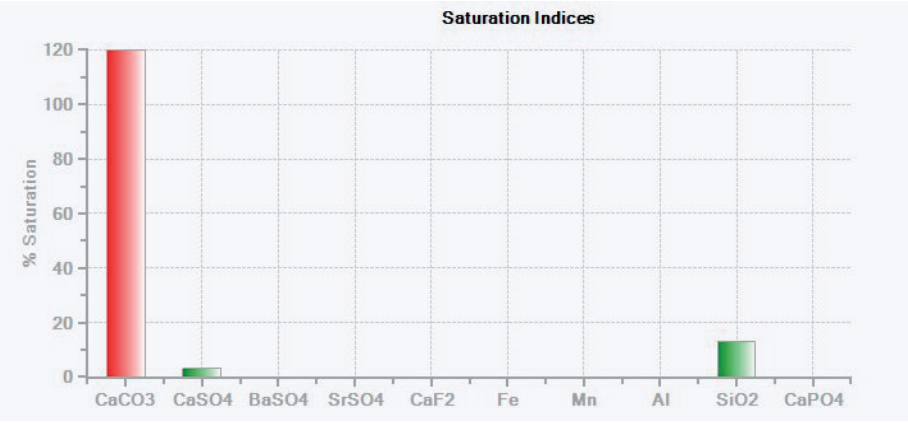
Cl: 310 mg/L

SO_4: 110 mg/L

HCO_3: 180 mg/L

SiO_2: 36 mg/L

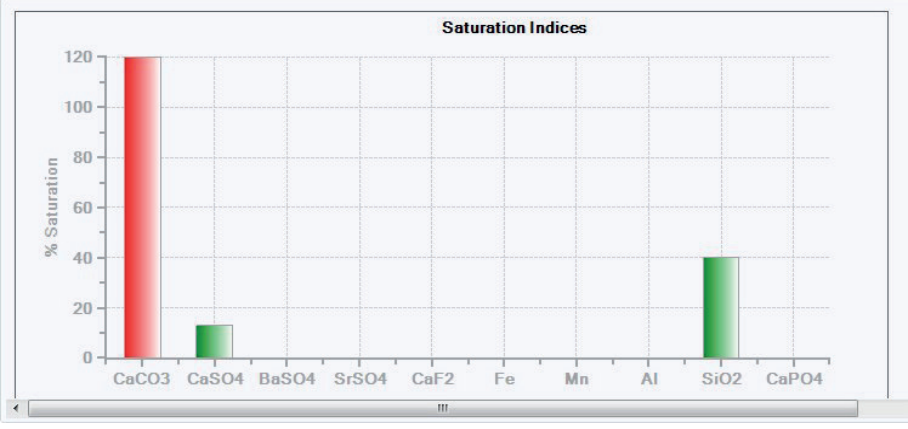
Bu su, kuyudan çıktığında "doyumda" değildir, bu hali ile içindeki iyonları kabul eder ve hiçbir kristal üretmez. Oysa, aynı su 40°C - 50°C sıcaklığa ısıtıldığında, aşağıdaki Çizelge - 1'de görüldüğü gibi suyun $CaCO_3$ (Kalsiyum Karbonat) doyumu %120 seviyesine yükselir ve **bu durumda bu su tesisatta kesinlikle kireçlenme yapar**, fakat suyun Silikat'a olan doyumu yalnızca %15 seviyesindedir ve silikat kristali oluşma riski yoktur.



Çizelge 1. *Ham Kuyu Suyu 40°C - 50°C Sıcaklığa Isıtıldığında Suyun Doyumu.*

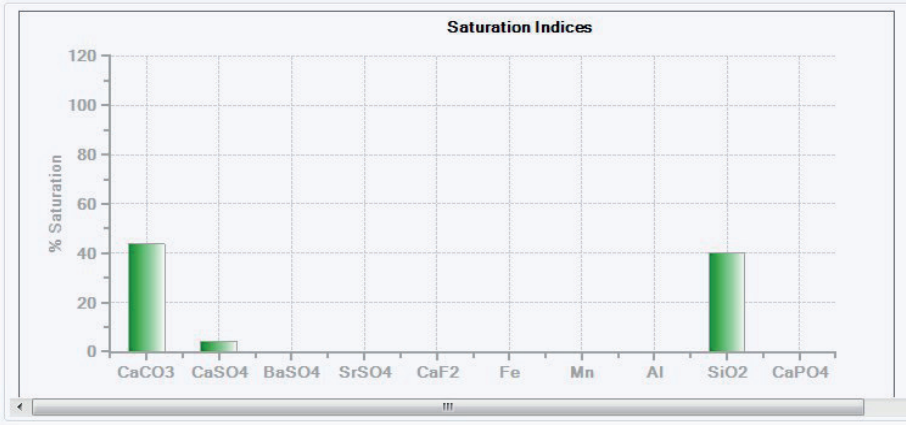
Kuyu suyundan ters ozmoz tekniği ile iyi su elde etmek istediğimizde, ters ozmoz membranları suyun saf kısmını kuyu suyundan ayırırken, geri kalan su, yani ters ozmoz cihazının attığı suyun içindeki iyonların yoğunluğu artar. Bu durumda tabii ki bazı iyonların sudaki miktarı suyun doyum noktası üzerine çıkar ve bu sebep ile membranlar içinde kristaller oluşur.

Bu kuyu suyundan ters ozmoz tekniği ile %70 oranında iyi su elde etmek istediğimizde Çizelge-2'de görünen durum oluşur: Suyun $CaCO_3$ doyumu %120 üzerine çıkar ve membranlar içinde $CaCO_3$ kristalleri oluşur, fakat suyun SiO_2 %40 seviyesine gelir ancak bu doyum seviyesinde SiO_2 kristali oluşmaz.



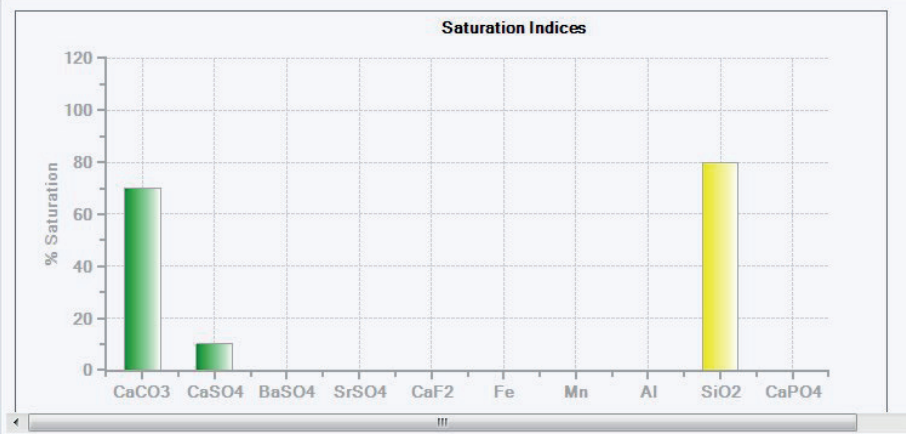
Çizelge 2. *Ters Ozmoz Tekniği İle Kuyu Suyundan %70 Oranında İyi Su Elde Edilmek İstendiğinde Ters Ozmoz Atık Suyunun Doyum Durumu.*

Ters ozmoz membranlarında kristal oluşumunu önlemek için yüksek kalitede "taş önler" (antiskalant)'dan 3 mg/L kullanıldığında Çizelge - 3'de görüldüğü gibi suyun $CaCO_3$ iyonuna doyum noktası %43 seviyesine düşer ve membranlar içinde kristal oluşmaz.



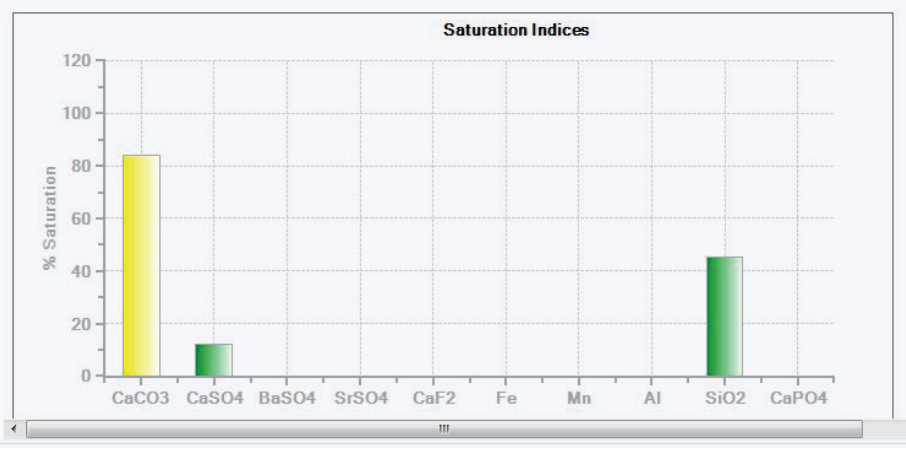
Çizelge 3. *Taş Önler - Antiskalant Kullanılarak Suyun Doyum Özelliğinin Değiştirilmesi.*

Nasıl olsa "taş önler" (antiskalant) sorunları yok eder düşüncesi ile ters ozmoz cihazı işletiminde şartları biraz zorlamak ve yalnızca %15 su atarak %85 iyi su elde etmek istediğimizde durum Çizelge - 4'de görüldüğü gibi olur; suyun $CaCO_3$'a doyumu risksiz seviyede kalmasına rağmen, **suyun Silikat - SiO_2'ye olan doyumu %80 seviyesine yükselir**.



Çizelge 4. *Ters Ozmoz İle Kuyu Suyundan %15 Su Atarak %85 İyi Su Elde Etmek İstendiğinde, $CacO_3$'e Karşı Taş Önler Kullanıldığında Durum.*

Kimyasal şirketleri suyun Silikat'a olan doyum seviyesini arttırıcı "taş önler" (antiskalant) de üretir, ancak Silikat'a uygun taş önler suyun $CaCO_3$'e olan doyumunu pek arttıramaz. Çizelge - 5 suya yeterli miktarda ve Silikat'a uygun kaliteli taş önler verildiğinde suyun doyum durumunu gösteriyor: Görüldüğü gibi suyun SiO_2'ye olan doyumu %45 seviyesine düşüyor fakat suyun $CaCO_3$'e olan doyumu %85 seviyesine yükseliyor ve membranlarda kristal olma riski oluşuyor.



Çizelge 5. *Silikat'a Uygun Taş Önler Kullanıldığında Suyun $CacO_3$'e Olan Doyum Seviyesi Yükselmez*

Suyun $CaCO_3$'e olan doyumunu arttırmanın yollarından biri de suya asit dozlayarak suyun pH derecesini düşürmektir. Düşük pH derecesinde suyun $CaCO_3$kristali oluşturma riski azalır. Ancak bu durumda oluşan "asidik" suyun kullanımı her işletmede istenmeyebilir.

Özet olarak, **suyun sıcaklığı, pH derecesi ve suyun içindeki iyonların miktarına göre "kristal yapıcı iyonlar" ile ilgili suyun doyum noktası değişir**. Kimya sanayiinin buluşu olan "Taş Önler" (Antiskalant) sayesinde sudaki kristal yapıcı iyonlara karşı suyun doyum seviyesi yükseltilir ve böylece buhar kazanı, soğutma kulesi, ters ozmoz gibi ekipmanlarda kristal oluşumu önlenebilir. Suya taş önler - antiskalant dozajı yapılarak bu önlem alındığına göre, burada en kritik cihaz dozaj pompası olur. Dolayısı ile **dozaj pompasının doğru çalışmasını sağlamak çok önemlidir.**

Buhar Sistemi Ekonomisinde Kazan Besi Suyu İletkenliğinin Önemi

Buhar kazanının ısı verimi yanında kazanın işletme veriminin de ekonomide çok yeri vardır. Bu sebeple kazan besi suyunun kalitesi üzerinde titizlikle durulmalıdır.

Şimdi EKONOMİ DEVRİ. Buhar kazanının ısı verimini ve tükettiği yakıt miktarını önemsediğimiz gibi, kazan blöfleri ile işletme dışına atılan kaynar suyun ne kadar çok ISI TELEFİ oluşturduğunu da çok detaylı hesaplamalıyız.

Buhar kazanının **"ısı verimi"**nden söz edilirken bu kazanın alev bölümünden **"su + buhar"** bölümüne geçen ısının oranı anlatılmak istenir. Bir buhar kazanı satın alınırken kazanın verimi üzerinde titizlikle durulması işletmenin ekonomisi açısından çok önemlidir. Ancak, kazanın işletme verimini çok etkileyen "BESİ SUYU KALİTESİ" üzerinde genelde ayni titizlikle durulmadığına şahit oluyoruz.

Çoğu zaman kazan besi suyu içindeki toplam mineral miktarı önemsenmez ve kazan besi suyu şöyle hazırlanır: Buhar kazanı içinde kireçlenme olmamasına çok önem verilir ve kazan besi suyu yalnızca suyun SERTLİĞİNİ gideren yumuşatma cihazı ile iyileştirildikten sonra kazana verilir. Su yumuşatma cihazının esas adı İYON DEĞİŞTİRİCİ'dir. Dolayısı ile bu cihaz suyun içindeki Kalsiyum ve Magnezyum minerallerini sudan alırken, aldığı iyon sayısına eşit miktarda Sodyum mineralini suya verir. Kazan besi suyu içindeki TOPLAM MİNERAL miktarı pek değişmez, hatta bu işlemden sonra SUYUN İLETKENLİĞİ biraz yükselir.

İLETKENLİK: Su tekniği konusuna çok yakın olmayan okuyucularımız için "İletkenlik" kelimesini kısaca açıklayalım. Yalnızca H_2O molekülleri ile oluşan saf su hiç elektrik geçirmez, dolayısı ile **saf suyun iletkenlik değeri sıfır'dır**. Su içinde iyonize olan mineraller su içinde elektrik akışına sebep olur. Bu sebeple, su içinde bulunan mineral miktarı yükseldikçe suyun iletkenlik değeri yükselir.

BUHAR KAZANI yalnızca sıvı H_2O moleküllerine ısı vererek gaz H_2O molekülü, yani buhar üretir. Demek ki, kazan besi suyu içinde bulunan ve H_2O molekülü olmayan ne kadar madde varsa, bunlar buhar üretimine yaramayan maddelerdir, hepsi buhar kazanı içinde kalır ve aslında buhar kazanı içinde hiçbir işleri yoktur. İşte bu sebeple, sık sık BLÖF tabir edilen işlem yapılarak buhar kazanı içinde birikmiş olan bu gereksiz maddeler dışarı atılır. Ancak, bu maddeleri dışarı atmak için çok miktarda KAYNAR SU da, yani ISI da sistem dışına atılır. İşin kötüsü, sistem dışına atılan bu kaynar suyun oluşturduğu ISI TELEFİ **kazanın randıman hesabı içinde düşünülmez ve göz ardı edilir.**

Resim 1. *Buhar Kazanı*

Buharlaşamadığı için buhar kazanı içinde çoğalan sudaki mineraller kazan suyunun iletkenlik değerini arttırır ve çelik saç ile imal edilmiş olan kazan içinde ELEKTRO-KOROZYON oluşturarak kazanın ömrünü azaltır. Kazan gövdesinin korozyona uğramaması için buhar kazanı içindeki "kazan suyu"nun azami iletkenlik değerine bir sınır konmuştur. Düşük ve orta basınçlı buhar kazanları için bu iletkenliğin en üst değeri 6000 - 7000 microS/cm'dir (kazan suyu kimyasalı üreten kuruluşlarca tayin edilen değerdir).

Buhar kazanı içindeki suyun iletkenliğinin çok yükselmemesi için, kazan besi suyunun iletkenliği de göz önüne alınarak, yapılacak blöflerin miktarı aşağıdaki gibi hesaplanır. Bu hesap şekli kazan suyu kimyasalı üreten kuruluşlar tarafından geliştirilmiştir.

Önce İletkenliğe göre Konsantrasyon numarası olan "nc" hesaplanır:

(nc) = Kabul edilen Kazan suyu iletkenliği / Besi suyu iletkenliği

Kazan Blöf miktarı = 100 / nc

Bunu bir örnek hesap ile açıklayalım:

Kabul edilen buhar kazanı: 10 ton/saat kapasiteli;

İşletme basıncı 10 Bar;

Açık buhar kullanımı 5 ton/saat,

Kazan suyu sıcaklığı 180 C,

Kabul edilen kazan suyu iletkenliği 6000 microS/cm

Kabul edilen besi suyu iletkenliği 2000 microS/cm, besi suyu sıcaklığı 20C

Blöf ile atılan su ile kaybedilen ısı için sıcaklık farkı **Δt** = 160 C

İletkenliğe göre Konsantrasyon no:

6000 / 2000 = **3,0**

İletkenliğe göre Blöf Miktarı:

100 / 3 = **0,33 (% 33)**

Bu durumda, buhar kazanına verilecek besi suyunun %33 kadarı, yani yaklaşık üçte biri, kaynar su olarak dışarı atılacaktır, yani ISI TELEFİ olacaktır.

10 ton/h kapasiteli buhar kazanı ürettiği 10 ton/saat H_2O molekülünün yarısını (5 ton/saat) sistemden geri dönen kondensden temin eder; diğer yarısını da kazana verilecek yeni besi suyunun içindeki H_2O molekülleri ile temin eder (5 ton/saat). Kazana verilecek suyun bir kısmı BLÖFLER ile dışarı atılacağına göre, kazana yalnızca 5 ton/saat değil daha çok su verilir.

Yukarıdaki örnek hesaptan yola çıkarak, kazan besi suyu miktarını ve blöf ile dışarı atılan blöf suyu miktarını hesaplayalım:

Besi suyu = 5 ton/saat + Besi suyu x 0,33

Bu hesabın sonunda Besi Suyu = 7,46 ton/saat bulunur.

Buhar kazanının 10 ton/h buhar üretmesi için her saat kazana 7,46 ton/saat yeni su verilecek ve blöf olarak, her saat 7,46 x 0,33 = 2,46 ton/saat (2460 litre/saat) blöf yapılacaktır.

Şimdi bu blöf ile kaybedilen ısı miktarını hesaplayalım:

Kazan besi suyu sıcaklığı ile blöf suyu sıcaklığı yukarıda verilmişti: **Δt** = 160 C

2460 litre/h x 160 = **393.600 kcal/saat**

Bu da yaklaşık **43,7 litre/saat fuel oil'e eşdeğer bir ısı miktarıdır. Bu ISI TELEFİ buhar kazanının verimini %6 civarında azaltır. Bugünkü dünya ekonomisi şartları içinde verimin %6 azalması kabul edilecek bir rakam değildir.**

Özet olarak, buhar kazanı besi suyu ile buhar kazanı içine yüklediğimiz H_2O olmayan maddeleri atmak için ISI TELEFİ YAPILIR. Çoğu zaman işletmelerde dikkate alınmayan bu yüksek ISI TELEFİ'nin buhar kazanı randımanı kadar önemli olduğu görüşündeyiz. Besi Suyu Kalitesi'nin buhar sistemi işletme verimini çok etkilediğini kabul etmeliyiz.

Çözüm Nedir?

Çözüm buhar kazanına, içinde az mineral olan besi suyu vermektir. Safa yakın kalitede su ender olarak tabiatta bulunduğuna göre, bu suyu işletmede üretmek gerekir. Bugünkü teknolojik imkanlara göre buhar kazanı besi suyunu en ekonomik olarak ters ozmoz tekniği üretir. Su soğukken ters ozmoz sistemi ile sudaki minerallerin %95'ini sudan ayırmak mümkündür. Mineralleri %95 azalmış su ile yukarıdaki hesap örneğini tekrar ele alırsak, besi suyunun iletkenliği %95 azalmış olur ve bunun sonucunda kazan blöfleri de %95 azalır, ISI TELEFİ %95 daha az olur ve sonuçta **43,7 litre/saat** fuel oil yerine yalnızca **0,235 litre/saat** fuel oil telefi yapılır. Bu aradaki gider farkının oluşturacağı para birikimi ile işletmeye bir ters ozmoz sistemi satın alınabilir.

Resim 2. *Buhar Kazanı Besi Suyu Hazırlamak için Ters Ozmoz Cihazı*

Su yumuşatıcı ile ters ozmoz cihazı karşılaştırması:

Buhar sistemi kuran bazı işletmeler kazan besi suyu hazırlama cihazı olarak neden su yumuşatıcıyı seçiyorlar da daha ilk yatırım sırasında ters ozmoz cihazı satın almıyorlar?

Kanaatımızca şöyle bir yanılgıya kapılıyorlar: Yatırımcılara fikir veren kişilerin bazıları su yumuşatıcı ile ters ozmoz cihazını karşılaştırırken BUHAR SİSTEMİ EKONOMİSİ açısından bir araştırma ve karşılaştırma yapmıyorlar, yalnızca bu iki cihazı karşılaştırıyorlar. Dolayısı ile yatırımcı eksik bilgi ile yatırım yapıyor.

Su yumuşatıcı ile ters ozmoz cihazını bir laboratuarda çalıştırıp sonuca baktığımızda ve SUYUN İLETKENLİĞİ gibi son derece önemli bir kriteri göz ardı ettiğimizde, ters ozmoz cihazının yumuşatıcıya göre, rejenerasyon sırasında daha az su attığı, yatırım bedelinin daha düşük olduğu ve işletme giderinin de daha az olduğu gözlemleriz. Oysa, bu iki cihazı değil de, buhar sistemlerini incelediği-

mizde, bu yazımızda anlatmaya çalıştığımız işletme ekonomisi kolayca anlaşılır. İşletme ekonomisine dikkat ettiğimiz zaman buhar kazanı besi suyunda istenmeyen maddelerin su soğukken ters ozmoz cihazı ile sudan dışarı çıkarılmasının buhar sistemi ekonomisine çok daha uygun olduğu kolayca görürüz.

Yukarıdaki örnekte buhar kazanına %50 kadar kondens dönüşü vardı. Bazı sanayi proseslerinde, üretilen buharın tamamı işletmede AÇIK BUHAR olarak kullanılır ve buhar kazanına kondens dönüşü olmaz. Özellikle bu tür işletmelerin buhar kazanı besi sularının kalitesi işletme ekonomisini daha fazla etkiler.

Ters Ozmoz üretim suyu ile beslenen buhar kazanının öncelikle yukarıdaki hesapta görüldüğü gibi ISI EKONOMİSİ ve dolayısı ile işletme ekonomisi getirdiğini gördük. Bununla beraber, ters ozmoz suyu ile beslenen buhar kazanının işletmeciliğinde başkaca avantajlar da elde edilir. Buhar kazanına ters ozmoz suyu verildiğinde kazan içinde katı ve kristal birikimleri oluşmaz ve kazanın ısı verimi azalmaz. Ayrıca, kazan blöfü %95 azaldığından kazan kimyasalları da blöfler ile telef edilmez, bu da işletme ekonomisine bir katkı daha getirir.

Açık buhar kullanmayan ve kondens dönüşü çok olan işletmelerde besi suyu iletkenliği daha çok tolere edilebilir. Ancak, kazanın verimi dışındaki işletme sorunları düşünüldüğünde besi suyunun her zaman düşük iletkenlikte olması arzu edilir.

Tesisat, Borular, Depo, Korozyon Konuları

Kitabın bu bölümünde aşağıdaki konulardaki yazılar yer almaktadır:

Su Sistemlerinde Oluşan Kireç ile Mücadele Yöntemleri

Su Sistemlerinde Görünen Her Katı Kireç Değildir

Sudan Kaynaklanan Metal Korozyonu

Su Depolarında Üreyen Mikroplar İşletmeye Zarar Verir

“Cl” İyonu Paslanmaz Çeliği Paslandırır

Su Borularının İçinde Dolaşalım

Su Tesisatına Giren Havanın Verdiği Zararlar

Su Arıtım Cihazları için Otomasyon Vanaları

Su Arıtımında Kullanılan Basınçlı Tanklar

Su Sistemlerinde Oluşan Kireç ile Mücadele Yöntemleri

Su sisteminde KİREÇ MÜCADELESİ şarttır. Çünkü KİREÇ sanayi ve turistik tesislerde enerji giderini arttırır, bakımları çoğaltır ve ekonomik zarara sebep olur.

Tabii sularda bulunan ve "**SERTLİK"** olarak adlandırılan Kalsiyum (Ca) ve Magnezyum (Mg) mineralleri insan sağlığı için zararlı değildir, fakat bu minerallerin su sistemlerinde oluşturdukları kristaller (taşlar) sanayi ve turizm kuruluşlarında su cihazlarının bozulmasına ve boruların tıkanmasına sebep olur.

Su içinde bulunan kireç maddesi Kalsiyum ile beraber Magnezyum, Silikat gibi maddeler ve suyun taşıdığı katı maddeler su sistemlerinde sert tabakalar oluşturur. Su sisteminde oluşan bu sert tabakaların hepsine birden "halk dilinde" **KİREÇ** veya KİREÇTAŞI denir. İlmi dil**e uymamasına rağmen, yazımızım kolay okunabilmesi için bu yazımızda biz de "KİREÇ" kelimesini su sisteminde oluşan kristaller için kullanacağız.**

Ülkemizdeki suların çoğu yüksek sertliktedir, "KİREÇ" üretme kabiliyetinde olan sulardır ve bu sebeple KİREÇ konusu evsel, ticari, turistik ve sanayideki su sistemlerinin hepsinin önemli bir sorunudur.

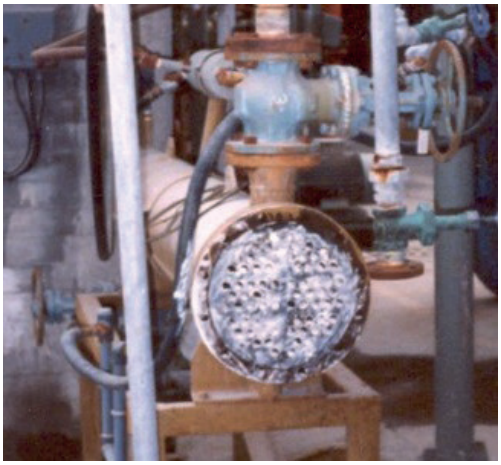
Resim 1. *Kireçle Kaplanmış Elektrikli Isıtıcı*

Su Sisteminde Katı Kireç Nasıl Oluşur?

Suda bulunan Kalsiyum, Magnezyum ve Silikat maddelerinin kristal yapma me-

kanizmasını hatırlatalım: İyi filtrelenmiş ve katı partiküllerden arındırılmış bir su nasıl oluyor da sert taşlar oluşturuyor? Su sistemlerindeki KİREÇ oluşumu iki ayrı şekilde meydana gelir.

Birinci KİREÇ oluşum şekli: Şeker ve tuz gibi suda çözünme kabiliyeti olan birçok maddenin, su sıcaklığı yükseldikçe suda çözünme miktarı da yükselir. Diğer bir deyişle, soğuk suya kıyasla sıcak suyun maddeleri çözme kabiliyeti (halk dilinde eritme kabiliyeti) daha yüksektir. Ancak bir istisna var: Suda bulunan "Kalsiyum Karbonat" ve "Magnezyum Karbonat" maddeleri su soğukken suda çözünmüş halde kalırken su ısındıkça bu maddelerin bir kısmı KRİSTALLEŞEREK KATI HALE DÖNÜŞÜR. Bu tür KİREÇ oluşumu su sıcaklığı yaklaşık 30C - 35C civarında başlar ve su ısındıkça hızlanır.



Resim 2. *KİREÇ ile tıkanmış Eşanjör*

İkinci **KİREÇ Oluşum Şekli:** Suyun faz değiştirerek buharlaşması sırasında yalnızca "saf H_2O molekülleri" buharlaşır. Su içindeki "safsızlıklar", yani sudaki çözünmüş olan mineraller buharlaşmaz ve bunların sudaki oranı artmış olur. Oysa **suyun mineralleri çözünmüş halde tutma kabiliyeti sınırlıdır**. Dolayısı ile su bazı minerallere DOYAR ve bu sebeple içinde bulunan bu minerallerin bir kısmını dışarı atar. Suyun istemediği bu mineraller kristaller oluşturur (**KİREÇ**).

Bu iki tür KİREÇ oluşum mekanizmasının aynı anda meydana geldiği yerler buhar kazanı, buhar jeneratörü, su soğutma kulesi ve evimizdeki çaydanlıktır. Bu dört noktada da su önce ısınmaya başladığında Resim 1'de görüldüğü gibi KİREÇ oluşumu ve daha sonra su kısmen buharlaştığında Resim 2'ki gibi KİREÇ oluşumu meydana gelir. Bu noktalar dışında, sanayide KİREÇ ile mücadele edilen daha birçok yerler sayabiliriz: Borulu ve plakalı ısı eşanjörleri, sıcak su üreten boylerler, şofbenler, kombiler, "chiller eşanjörleri", sıcak su boruları, fıskiyeler, plastik ve metal enjeksiyon makinaları, vakum pompaları gibi.

Kireç İle Mücadele Yöntemleri:

Bu mücadele sanayi dalı ve her tesis için değişir. Tabii ki en kolay mücadele suların tamamını "yumuşatmak"tır. Ancak yumuşak su elde etmek her işletme için ekonomik olmaz, bu nedenle her işletme için ayrı ayrı ekonomik çözümler aranır. Çözüm aramadaki kriterler: Ham su kalitesi, suyun kullanma yeri ve şekli, tesisin gün içinde ve yıl içinde çalışma süreleridir.

Örneğin, çok sert olmayan bir kuyu suyuna sahip şanslı bir domates salça fabrikası, işletmenin bazı yerlerinde yumuşatılmamış su kullanabilir. Çünkü 3-4 ay kadar süren salça imali sezonu sonunda işletme durduğunda bütün cihazlar bakıma girer ve oluşmuş kireçler temizlenir. Aynı suyu kullanan bir demir-çelik fabrikasının böyle bir olanağı yoktur; çünkü genelde bu tür işletmeler yılda 365 gün çalışırlar ve KİREÇ oluşumunu temizleyecek fırsatları olmadığı gibi, KİREÇ'i hiç oluşturmamak daha ekonomiktir.

KİREÇ ile mücadele yöntemlerini aşağıda özetleyeceğiz. Çoğu işletmecinin bildiği bu yöntemler işletmenin özelliklerine göre seçilir. Bu seçim sırasında işletmecinin su konusunda uzman bir şirketten danışmanlık hizmeti almasını öneririz.

Tuz ile Rejenere edilen Su Yumuşatma Cihazı: Çok eski, fakat halen çok geçerli olan bu yöntemde tuz ile rejenere edilen (sertlik alma kabiliyeti yenilenen) suni reçineler vasıtası ile su içinde bulunan Kalsiyum (Ca) ve Magnezyum (Mg) maddeleri sudan alınır ve yerine tuz (NaCl) içinde bulunan Sodyum (Na) iyonu verilir. Bu sebeple bu cihazlara **"İyon değiştirici"** de denir. Bu cihazın suya verdiği Sodyum iyonunun suda çözünme kabiliyeti çok yüksektir, Sodyum kolayca kristalleşmediği için işletmeye zarar vermez.

Resim 3. *Yumuşatma Tekniği ile KİREÇ mücadelesi*

Su Kimyasalı Yöntemi: Su tesisatında KİREÇ'i önlemek için tasarlanmış su kimyasalları vardır ve bu kimyasallar

KİREÇ yapan minerallerin kristalleşmesini önler. Kullanılan suyun analizine bakılarak kimyasal yönteme ve kimyasal dozuna karar verilir.

Ters Ozmoz Cihazı: Ham su içinde istenmeyenler yalnızca Kalsiyum ve Magnezyum değilse, suda yüksek miktarda Klorür - Cl, Silikat, Alkalinite, Tuz gibi istenmeyen maddeler varsa, Ters Ozmoz (T.O.) cihazı ile suyu saflaştırmak doğru bir yöntemdir. T.O. cihazı su içindeki maddelerin %95 - 97 kadarını alır, bu sırada suyun sertliğini de yüksek bir oranda azaltır.

Fiziksel Yöntem ile Kireç Mücadelesi: Bazı işletmelerde su yumuşatma cihazı, ters ozmoz veya su kimyasalları kullanmak ekonomik olmaz. Örneğin, bir ısı eşanjörünün soğutulması için eşenjör içinden dere suyu geçiriliyor ve bu su sonra tekrar dereye veriliyorsa, eşanjör içinde KİREÇ oluşmaması için dere suyunun yumuşatılması veya bu suya sürekli kimyasal verilmesi hiç ekonomik değildir. Şehir suyu ile beslenen ve sıcak su üreten bir boylerin içinde KİREÇ oluşmaması için, şehir suyunun yumuşatılması da ekonomik değildir. Bu tür yerlerde KİREÇ mücadelesi için en ekonomik yöntem fiziksel bir güç ile KİREÇ oluşumunu engellemektir.

Son 50 yıl içinde suyun KİREÇ oluşturma kabiliyeti bozan birçok fiziksel yöntemler keşfedildi. Bu konudaki en son ve en başarılı icat, uzun dalga (100-120 kHz) frekans tekniğini kullanarak KİREÇ'i önleyen Frekans Jeneratörleridir. Bu cihazların ürettiği frekans, boru üzerine "kol saatı gibi" takılan özel bir verici anten ile boru içinden geçen suya aktarılır. Frekans jeneratörleri boru üzerine takıldıkları için ve suya değmezler, suyun basıncından ve korozif etkilerinden hiç zarar görmezler. Bu cihazlar boyler, ısı eşanjörü, sulu soğutma sistemi, buhar kazanı gibi yerlerde KİREÇ önlemede çok başarılıdır. Frekans jeneratörleri daha önce oluşmuş kireçleri de yavaş yavaş çözdüğü için işletmedeki bakımları da azaltır.

Frekans tekniği KİREÇ oluşumunu nasıl önler? Yazının başında anlattığımız gibi, özellikleri değişen su MİNERALLERE DOYMUŞ hale geldiğinde, bu minerallerin bir kısmını içinde barındırmaz ve bu mineraller önce mikroskobik kristaller oluşturur. Daha sonra, mikroskobik kristaller birbirleri ile birleşerek istemediğimiz KİREÇ'i meydana getirir. Frekans Jeneratörü bu mikroskobik kristallerin ortaya çıkmasını engelleyemez, fakat bu küçük kristallerin birbirini çekerek su sistemi üzerinde birleşmelerini ve KİREÇ oluşturmalarını engeller. Mikroskobik kristaller suyun hareketi ile su sistemini terk eder ve su tesisatı KİREÇ'ten kurtulur. Su hareketinin az olduğu buhar kazanı gibi cihazlarda, mikroskobik kristaller cihaz içine çöker, ancak temizliği kolay olur. Neticede frekans tekniği sayesinde ekonomik bir şekilde amaca ulaşılır.

Resim 4. *Frekans Tekniği ile Isı Eşanjörünün KİREÇ'ten korunması*

Frekans tekniği su sisteminde her kristalin (KİREÇ) oluşumunu önleyebilir mi?

1997 yılından bu yana Frekans Tekniğini kendimiz de kullandığımız için şu önemli bilgiyi elde ettik: Frekans Jeneratörleri yalnızca "**Kalsiyum Karbonat**- $CaCO_3$" kristallerinin birleşerek irileşmesini ve KİREÇ yapmasını önler, çoğunlukla evlerde ve işletmelerde de zaten $CaCO_3$ kristali sorun yaratır. Bazı suların yapısı sebebi ile "**magnezyum sülfat**" ve "**silikat**" kristalleri de su sisteminde oluşur ve işletmeye zarar verir, frekans tekniği bu kristalleri etkileyemez. Kullanılan suyun analizi yapıldıktan sonra bu pratik yöntemin seçilmesine karar vermek doğru olur.

Su tesisatında KİREÇ MÜCADELESİ şarttır. Çünkü KİREÇ turistik ve sanayi tesislerinde enerji giderini ve bakımları çoğalttığı için ekonomik zarara sebep olur. KİREÇ oluşmayan sistemler arıza yapmaz, az enerji harcar, ekonomik çalışır.

Su Sistemlerinde Görünen Her Katı Kireç Değildir

Su içinde H_2O molekülü olmayan maddeler bulunur ve bunlar su buharlaştığında katı kristaller oluşturur. Su sistemleri içinde oluşan her kristalleşmeye işleticiler "KİREÇ" adı verir, oysa bunların hepsi "KİREÇ" değildir.

Su tesisatında, borularda, ısı eşanjörlerinde, soğutma kulesinde, fıskiyelerde, boylerde, buhar kazanında, klima cihazı rutubetlendiricisinde, ters ozmoz membranları içinde görünen, çoğu zaman beyaz renkli katıların hepsi KİREÇ midir?

Resim 1. *Kristallerin tıkadığı PVC boru*

Zaman ile su tesisatında oluşan bu katılar tesisatı tıkar, suyun geçişini engeller, basınç kaybı yaratır, ısı geçişini engeller, özet olarak tesisatta oluşan katılar işletmecilerin derdidir. Bu sorun ile karşılaşan işletmeci genelde *"**GENE KİREÇ OLUŞMUŞ!**"* şeklinde şikayet ile beraber teşhis koyar ve sorunu çözmek için **"KİRECE KARŞI"** çözüm arar, hatta su yumuşatma cihazı yatırımı dahi yapar, fakat **bu katılar hakikaten KİREÇ DEĞİLSE, su yumuşatma yatırımı boş yere yapılmış olmaz mı?**

Çoğu zaman "KİREÇ" adı ile anılan bu katılar her zaman "kireç" değildir veya kısmen kireç ve kısmen başka minerallerden oluşur. Çünkü tabii su içinde "kristal" yaparak katı oluşturan maddelerin hepsi kireç değildir. Su sisteminde oluşan fiziksel değişiklikler sonucunda suyun minerallere olan DOYUM noktası değişir ve bunun sonucunda su içindeki mineraller KRİSTAL olarak suyu terk eder.

Öncelikle hakiki kireç taşının oluşumunu hatırlatalım. Kuyu sularında bulunan "Kalsiyum bikarbonat" $Ca(HCO_3)_2$ maddesi, suyun ısınması veya su basıncının değişmesi veya suyun bir kısmının buharlaşması sonucunda değişerek HAKİKİ KİREÇTAŞI oluşturur ($CaCO_3$ - Kalsiyum Karbonat).

$Ca(HCO_3)_2 = CaCO_3 + CO_2 + H_2O$

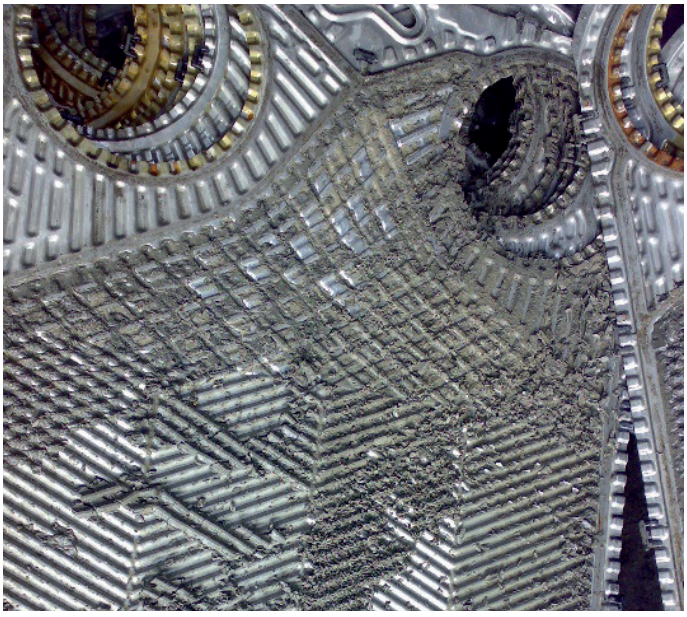
Hakikaten teşhis doğru ise ve su tesisatında "**hakiki kireç**" oluşuyorsa, o zaman su yumuşatma cihazı ile sudaki "Ca" iyonları alınır, yerine tuzda bulunan "Na" iyonları suya verilir ve kireçtaşı sorunu ortadan kalkar. Hakiki kireç kristallerinin oluşmasını bozmak için su yumuşatıcı yerine su boruları üzerine bir "Frekans Jeneratörü" de monte edilebilir, özel bir frekans yayan bu cihaz, oluşan mikroskobik kireç kristallerinin birbirine yanaşmasını önler ve mikroskobik kristaller su ile beraber sistemden uzaklaştığı için su tesisatında KİREÇ sorunu yaşanmaz. Su sistemi üzerinde doğru çalışan bir su yumuşatıcı varsa ve buna rağmen bazı yerlerde "KİREÇ" adı verilen katılar oluşuyorsa, bu hakiki kireç değil de nedir? Bu sorunun tam cevabı bu kısa yazı içine sığmaz, fikir vermek amacı ile aşağıda birkaç örnek ile konuyu anlatmaya çalışacağız.

Resim 2. *Soğutma kulesini koruyan Frekans Jeneratörü*

Su tesisatında veya su ile ilgili cihazlarda suyun tamamının buharlaştığı yerler veya noktalar bulunur, bu noktalarda su içinde bulunan ve H_2O molekülü olamayan her madde katı kristal oluşturur; örneğin büyük klima cihazı rutubetlendiricileri gibi, soğutma kulesi gibi, buhar kazanı gibi, buhar ile ısıtılan otoklavlar ve ısı eşanjörleri gibi. Bu durumu daha iyi anlamak için deniz tuzu üretimi yapılan tuzlaları kafamızda canlandıralım. Deniz tuzlası ve Konya Gölü kıyıları gibi yerlerde, tabii güneş ışınları ile suyun tamamı buharlaştığında geri kalan katılara "KİREÇ" demeyip de "TUZ" diyorsak, ayni paralel düşünce ile tesisatta suyun

buharlaştığı yerlerde oluşan katılara da "TUZ" demek daha doğrudur. Böyle noktalardaki katıları "KİREÇ" sanarak işletmeye "kirece karşı" cihazlar satın almak doğru bir çözüm olamaz, bu katılara "TUZ" teşhisi koyduğumuzda, **yapılacak yatırım sudaki tuzları sudan ayıran ters ozmoz cihazı olmalıdır.**

"TABİİ TUZ" aslında yalnızca saf "NaCl" maddesi değildir. Örneğin Ege Denizi suyunun sertliği 600 Fr civarındadır, yani bir litre deniz suyunda 0,6 gram sertlik yapan kireç ve magnezyum minerali bulunur. Akdeniz suyunu buharlaştırıp TUZ ürettiğimizde, bu tuz içinde yalnız "NaCl" değil, kireç ve magnezyum ve deniz suyunun içerdiği birçok tabii mineralin de bulunduğunu bilmeliyiz.



Resim 3. *Plakalı Isı Eşanjöründe Kristalleşmiş Katılar*

İşletmelerde "KİREÇ" olarak anılan ve işletmecinin derdi olan mineral kristalleşmesine birkaç örneği aşağıda dikkatinize sunuyoruz.

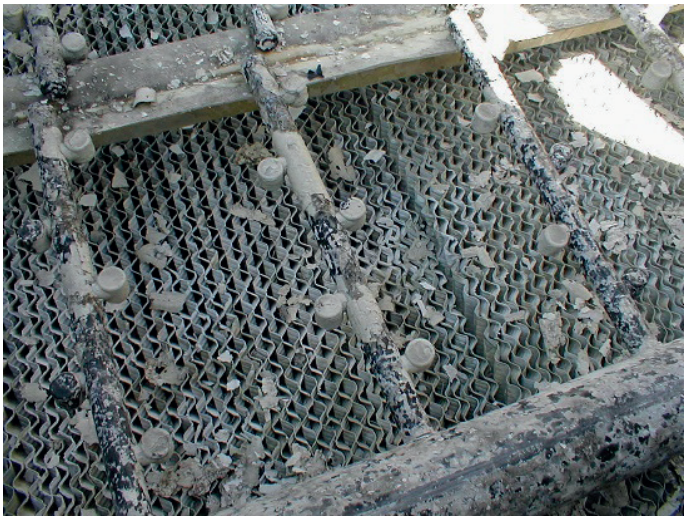
ÖRNEK 1: Cam şişede sunulan meyve suları pastörize makinesinden geçtikten sonra cam şişe üzerinde beyaz lekeler oluşur. İşte bu lekeler, pastörize makinesinde kullanılan suda bulunan minerallerin kristalleşmesidir, yalnızca kireç taşı değildir.

ÖRNEK 2: Gıda sektöründe, ton balığı gibi metal ambalaj veya kestane şekerlemesi gibi cam ambalajlı gıdaların pişirildiği otoklav cihazlarında pişirme işlemi bittiği anda otoklav içine soğuk su verilir. Soğuk su sıcak yüzeyi olan ambalaja değdiği anda su buharlaşır, bunun sonucunda soğuk su içinde bulunan HER TÜR mineral KRİSTALLER oluşturur.

ÖRNEK 3: Buhar kazanına verilen besi suyu içinde yüksek miktarda "Silikat" varsa, besi suyunu yumuşatarak buhar kazanına versek dahi, buhar kazanı içinde "Silikat" kristallerinin oluşumunu engelleyemeyiz. Silikat (SiO_2) buhar kazanı içinde kristal üretip taşlaştığında bunu sökmek son derece zordur, çünkü silikat camın ham maddesidir.

ÖRNEK 4: Buhar jeneratörü buhar kazanına göre daha sorunlu bir cihazdır, çünkü buhar jeneratöründeki borulara bir taraftan su girer, borunun diğer ucundan buhar çıkar. Tuz üretimi yapılan tuzladaki gibi, su içindeki her mineral buhar jeneratörünün buhar üretim borusu içinde kristalleşir. Adı üzerinde, yalnızca "SAF H_2O BUHARI" üreten buhar jeneratörüne, H_2O'dan başka madde verildiğinde, tabii ki cihaz içinde oluşan tuzların getirdiği sorunlara katlanmaya mecburuz. Su içindeki H_2O molekülü olmayanları en ucuza gideren cihaz ters ozmoz cihazıdır ve buhar jeneratörü besi suyu ters ozmoz ile üretildiğinde sorun en aza iner.

ÖRNEK 5: Soğutma kulesi içindeki dolgular üzerinde oluşan katılar da yalnız KİREÇ değildir.



Resim 4. *Kule Dolgusunda Katılar*

Soğutma kulesi ilk örneklerden farklı bir yerdir, çünkü soğutma kulesine gelen su içindeki minerallere ek olarak, soğutma suyu içinde havadan gelen milyonlarca katı madde bulunur. Bu sebeple soğutma kulesi içinde oluşan katıları azaltmak için besi suyu olarak yalnızca ters ozmoz suyu kullanmak yeterli değildir, havadan gelen katıları sudan ayırmak için soğutma suyunu sürekli olarak iyi bir filtreden geçirerek su içindeki katıları sudan ayırmak en doğru çözümdür.

ÖRNEK 6: Fıskiye ile su pülverize edilmesi yöntemi ile bir iplik fabrikasının ortam rutubeti yükseltilmek istendiğinde, bu sisteme saf su verilmediğinde şöyle bir

durum oluşur: Yüksek basınç ile fıskiye ağzına kadar gelen su, birden bire basıncın sıfıra düşmesi ile buharlaşır. Bu buharlaşma sonucu, ayni tuzladaki tuz üretimi gibi bir olay olur ve fıskiye ağzında kristaller oluşarak fıskiyeyi tıkar veya suyun buharlaşması fıskiyeden çıktıktan bir saniye sonra oluşuyorsa, bu sefer H_2O olmayan maddeler havada kristal oluşturur ve bu küçük kristaller ortamı TOZLU bir hale sokar. Bu tür uygulamalarda suyu yalnızca yumuşatmak işe yaramaz, suyun minerallerini ters ozmoz tekniği ile almak daha uygundur.

Resim 5. *Tıkanan Fıskiyeden Çıkan Katılar*

ÖRNEK 7: Plakalı ısı eşanjörü vasıtası ile, buhar kullanarak 60°C su üretmek için, "boyler" adı verilen basınçlı sıcak su kabı ile plakalı ısı eşanjörü arasında bir sirkülasyon pompası suyu döndürerek boylerdeki suyu 60°C sıcaklıkta tutar. Termostat 60°C'ye ulaştığında sirkülasyon pompası duruyorsa fakat ısı eşanjörüne buhar gelişi o anda hızlıca kesilmiyorsa, sirkülasyon pompası durduğu anda eşanjördeki buhar eşanjörün diğer tarafındaki suyu %100 buharlaştırır. Isıtılan su yumuşatılarak kireci alınmış dahi olsa, eşanjör içi kısa zamanda TUZ kristalleri ile tıkanır.

SONUÇ: Yukarıdaki örneklerde anlatıldığı gibi, işletmelerde su sisteminde görünen ve işletme sorunu yaratan her KATI BİRİKİM her zaman "KİREÇ" veya "KİREÇTAŞI" değildir. Su sisteminde oluşan katıların ne olduğuna doğru teşhis koymak için işletmede kullanılan suyun kimyasal analizi yapılmalı ve bu suyun ısınmasında veya suyun fiziksel durumu değiştiğinde ne tür katı kristal oluşabileceği öngörülmeli ve buna göre önlem alınmalıdır.

Sudan Kaynaklanan Metal Korozyonu

Su ile temas eden metallerde "Korozyon" oluşması işletmelerde yaşanan çok genel bir sorundur. Korozyon çok karmaşık bir Elektro-Kimyasal - Bakteriolojik bir olaydır.

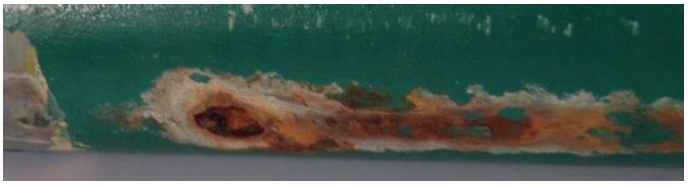
NOT: Bu yazımız "korozyon" konusunda işleticilere fikir vermek amacı ile kaleme alınmıştır. Aslında KOROZYON konusu bir mühendislik dalını dolduracak kadar karmaşık bir Elektro-Kimyasal - Bakteriolojik olaydır. Bu sebeple "Korozyon Mühendisliği" mesleği geliştirilmiştir. Dolayısı ile, işletmelerde SU konuları ile ilgilenen teknik kişilerin, METAL KOROZYONU konularında bilgi toplamalarını öneririz.

Yazıya başlarken anlatacağımız iki olay korozyon konusunda okuyucuya genel bir fikir verebilir.

Soğutma suyu borularında delinmeler:

Ege'de bulunan bir sanayi kuruluşu, su soğutma sistemindeki boruların delindiğinden şikayetçiydi. İşletmenin teknik müdürü bizi işletmeye davet etti ve sorunlarını anlattı. Su soğutma kulesi ile soğutulacak sistem arasında bulunan ve demir boru olan su sirkülasyon boruları delik - deşik olmuş. Önce boru fabrikasına müracaat edip boruların kalitesinden şikayet etmişler. Boru fabrikası yetkilileri borudan örnek almışlar ve üniversite laboratuarlarında testler yapılmış. Test sonuçlarında demir boruların standartlara uygun olarak imal edildiğine ait üniversite rapor vermiş. Daha sonra, su kimyasalları satan bir şirkete müracaat etmişler. İyi bir kimyasal şirketine denk gelmemişler ki, soğutma suyuna katılan birçok kimyasala rağmen boruların delinmesi devam etmiş. Sonunda bu işletme bizi de davet etti ve ziyarete gittik. İşletme teknik müdürü ve yardımcıları hararetle dertlerini ve o güne kadar başlarına gelenleri anlattıktan sonra biz kendilerine şu soruyu sorduk: **"Soğutma suyunuzun iletkenliği nedir?"**

İşletme yetkilileri bu soruyu ilk kez duymuşlardı. Maalesef, bizden önce bu sorunu çözmeye gelenler "iletkenlik" sorusunu hiç sormamışlar. Bu sebeple sorumuza cevap alamadık.



Resim1. *Yüksek İletkenlik Sebebi ile Delinmiş Soğutma Suyu Borusu*

Derhal gidip soğutma suyundan bir örnek aldık, işletmecilerin gözü önünde suyun

iletkenliğini ölçtük. İletkenliğin **18.000 mikroS/cm olduğunu hayretle gördük.** İnanamadık, bir daha ölçtük: **18.000 mikroS/cm.** İşletmenin teknik yetkililerine önce iletkenliğin anlamını anlattık, 18.000 mikroS/cm değerinin soğutma suyu için neden yüksek olduğunu ve "**elektro-korozyon**"un, diğer adı ile "**galvanik korozyon**" un nasıl oluştuğunu anlattık. Soğutma suyunun iletkenliğinin düşük değerlerde tutulması ile elektro-korozyonun oluşmayacağı konusunda işleticileri ikna ettik.

İletkenlik birimini hatırlatalım: İletkenlik suyun elektrik iletme yeteneğidir; ölçü birimi mikroSiemens /cm (veya kısaltılmış olarak **mikroS/cm** veya **μS/cm)**. İletkenlik miktarını daha iyi anlayabilmek için şu örneği verebiliriz: 1000 Litre çok saf su içinde 100 gram Sofra Tuzu (NaCl) koyup çözünmesini sağlarsak, bu suda çözünmüş madde miktarı 100 mg/litre olur ve bu suyun **iletkenlik değeri 212 μS/cm** olur. Baraj sularının iletkenliği 500 - 1000 **μS/cm** gibi düşük değerlerdeyken, Akdeniz suyunun iletkenliği yaklaşık **58.000 μS/cm'dir.**

Yaşanmış diğer bir korozyon örneğini anlatalım: Ege'de deniz kenarına kurulmuş olan bir turistik işletme su ihtiyacını kuyulardan temin edemeyince, deniz suyundan iyi su üreten bir ters ozmoz cihazı satın almış. Bu cihaz ile elde edilen su turistik tesis için yeterli kalitedeymiş. Tesiste ters ozmoz suyu kullanılmaya başladıktan bir süre sonra musluklardan sarı renkte sular akmaya başlamış. Bize müracaat eden tesiste yaptığımız incelemede musluklardan akan suyun içinde demir pası bulunduğunu gözlemledik. İletkenliği 500 - 600 μS/cm civarında ve sertliği çok düşük olan bu su tesisteki galvanizli boruların içindeki galvaniz kaplamalarını çözmüş (eritmiş) ve şimdi de galvaniz kaplama altındaki demir boruyu çözüyordu, yani, halk dili ile boruyu yiyordu.

Bu turistik tesisin teknik sorumluları bu sorunun çözümü için bizi davet ettiklerinde çok geç kalınmıştı. İşletmede kullanılan Ters Ozmoz suyunun iletkenlik ve pH değerleri normal olmasına rağmen, su sertliğinin iki Fransız civarında olması sebebi ile su "DOYMAMIŞ" veya "AÇ" tabir edilen durumdaydı. Bu sebeple "AÇ" olan su borunun galvaniz kaplamasını çözüyordu (eritiyordu).

Bu turistik işletmeye iki çözüm önerdik:

Demir boruların tamamını sentetik borular ile değiştirmek, ki bu çok zahmetli bir çözüm ve o işletmenin uzun süre müşteri alamaması demek.

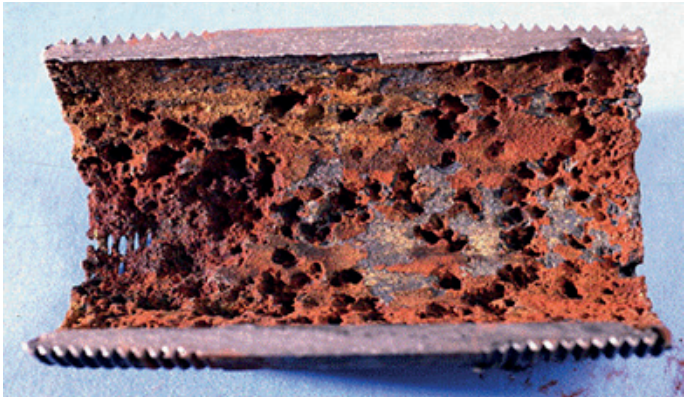
Ters Ozmoz üretim suyu içine korozyon önleyici kimyasal dozlayarak suyun korozif olmasını önlemek.

Çapraşık bir olay olan **Metal Korozyonu birçok şekilde oluşur:**

Metal Oksidasyonu: Suda bulunan çözünmüş oksijen gazı bazı şartlar oluştuğunda metali okside eder. Örneğin, demir borular oksitlenip PAS meydana getirirler ve bu pas, demirin tabiatta bulunduğu demir oksit şekilleridir, yani: FeO,

Fe_2O_2 ve Fe_3O_4.

Düşük pH Korozyonu: Suyun pH derecesi, nötr olan 7,0 değerinin altında ise, su "asit" özelliği taşır ve metalleri çözer. pH derecesi ne kadar düşük ise korozyon o derece hızlı olur.



Resim 2. *Düşük pH Korozyonu*

"Aç Su"yun Korozyonu: Tabiatı gereği SU bazı maddelere açtır ve bu maddelere doyasıya kadar metalleri çözer. Su kimyası ile ilgilenenler "Doymuş Su" veya "Doymamış Su" olarak suyun özelikle Kalsiyum Karbonat'a ($CaCO_3$) doyumundan söz ederler. Bazı yazılarda "doymuş" kelimesi yerine "satüre" ve doyum kelimesi yerine "satürasyon" kelimesine rastlayabiliriz. Su örneğinin analizi laboratuarda yapılıp suyun pH değeri, alkalinite değeri ve suyun sertliği saptandıktan sonra suyun korozif olup olmadığı anlaşılır. Korozyon ile ilgili bilgisayar programları sayesinde suyun özel bir değeri olan "**Doyum noktasındaki pH değeri**" (Satürasyon pH değeri), yani "**pHs**" bulunur. Bu değer bulunduktan sonra suyun hangi sıcaklıklarda korozif olduğu anlaşılır.

Yüksek İletkenlik Korozyonu, Elektro-Korozyon veya Galvanik Korozyon: Lise kimya derslerinde öğrendiğimiz gibi, su dolu bir kap içine konan bakır ve kalay çubuklarını bir kablo ile bağlayıp, araya bir ampul koyduğumuzda, su içinde bulunan ve birbirinden farklı iki metal arasında bir elektrik akımı oluşur (pil olayı gibi) ve ampulü yakar. Su içinde bulunan, H_2O molekülü dışındaki suda çözünmüş maddeler suyun elektrik iletkenliğini arttırır ve **iletkenlik değeri yükseldikçe "Galvanik Korozyon" miktarı da yükselir**. Örneğin, bir su tesisatında bulunan sarı (pirinç) vanalar ile galvanizli boru arasında elektrik akımı oluşur, aynı pilin elektrik akımı oluşturduğu gibi. Suyun iletkenliği yüksekse kısa zamanda borularda "Galvanik Korozyon" başlar. Su iletkenliğinin çok yüksek olduğu durumlarda, yalnızca demir borular ile yapılmış su sisteminde, boruların değişik noktaları arasında dahi "Galvanik Korozyon" oluşur. Bu yazının başında anlattığımız soğutma suyu boruları korozyonu olayı da "Galvanik Korozyon" için güzel

bir örnektir.

Korozyonu Arttırıcı Diğer Unsurlar:

Suyun sıcaklığı. Bilindiği gibi su sıcaklığı arttıkça kimyasal reaksiyon hızları artar. Korozyon olayı da kimyasal bir olay olduğundan **su sıcaklığının her 8°C artışı için korozyon hızı iki katına çıkar**.

Klorür (Cl) ve Sülfat (SO_4) iyonlarının çok olması korozyonu çok etkiler. Su içinde bulunan çözünmüş maddelerin hepsi iletkenliği arttırır, fakat (Cl) ve (SO_4) iyonlarının korozyonu arttırıcı ayrı bir özelliği vardır. Özellikle (Cl) iyonunun miktarının yüksek olması sonucunda, 316 kalitede paslanmaz çelikte dahi korozyon oluşur.

Suda Çözünmüş Karbondioksit gazı (CO_2) suyun pH derecesini düşürür. Örneğin, buhar kondens borularının korozyonuna sebep kondens içine karışan ve kondens suyunun pH derecesini düşüren CO_2 gazıdır. Buhar kazanı besi suyunda "Alkalinite" (HCO_2^- iyonu) miktarı yüksekse, kazan içinde CO_2 gazı oluşur ve CO_2 gazı buhar ile beraber hareket eder. İşletmede buharın kullanıldığı noktada buhar yoğuşup "Kondens suyu" olur ve kondens içinde CO_2 gazı çözünür, bu da kondens suyunun pH derecesini düşürdüğü için sonuçta kondens boruları delinir.

Resim 3. *Suda Bulunan Klorür İyonunun Paslanmaz Çelik Tankta Yarattığı Korozyon*

Korozyon her işletmenin az veya çok yaşadığı bir olaydır. Küçük ve orta boy işletmelerde bizlerin ve su kimyasalı satan kuruluşların ele aldığı KOROZYON konusu, petro-kimya ve gemi inşa gibi sektörlerde "Korozyon Mühendisleri" tarafından incelenir ve çözümlenir.

Korozyon ile mücadele: Kullanılan suyun özellikleri, pH, alkalinite, sertlik, klorür, iletkenlik gibi önemli değerler; suyun kullanım yeri, suyun temas ettiği yüzeylerin sıcaklıkları ve suyun sıcaklığı, suyun hava ile temas etme durumu, suyun

basıncı gibi birçok değişkenler “Metal Korozyonu” mücadelesinde etkendir. Bu sebeple, işleticilerin işletme şartlarını çok iyi incelemeleri, kendi araştırmaları ve kendi yaptıkları bazı tecrübeler sonucunda her işletme kendi şartlarına uygun korozyon mücadele yöntemini bulabilir.

Su Depolarında Üreyen Mikroplar İşletmeye Zarar Verir

Tabii hava içindeki mikroorganizmalar su deposuna giren hava ile beraber su deposuna ulaşır ve su deposunda ürer. Su ile beraber su arıtma sistemine giden bu canlılar, su arıtma cihazlarında ve su sisteminde sorunlar yaratır ve arıtma sonrası arzu edilen su kalitesi elde edilemez.

Bu yazımızın ana konusu, sanayi ve diğer işletmelerin su depolarında üreyen mikroorganizmaların (kısaca mikrop diyeceğiz) su arıtım cihazlarına verdiği zararlar ile ilgilidir; sudaki mikropların insanlara verdiği zararlardan bu yazıda söz etmeyeceğiz. Bu yazımız kendi tecrübelerimizi ve gözlemlerimizi yansıtan bir yazıdır.

Yazıda sözünü ettiğimiz depolar işletmelerde bulunan ham su depoları, kısmen işlenmiş yani filtrelenmiş ve yumuşatılmış su depoları ve tamamen işlenmiş su depolarını kapsar, mikrobiyolojik üreme her tür su deposunda oluşabilir.

Resim 1. *Sanayi Suyu Depoları*

Zaman zaman belediyelerin şehir suyu bölümleri (İSKİ, İZSU, BUSKİ gibi), okulların ve halka açık binaların su depolarını inceler. Bu araştırmaların sonuçları da bizim tespit ettiklerimiz ile çok benzeşir. İSKİ (İstanbul Su ve Kanalizasyon İşletmesi)'nin bir makalesinden kısa bir bölümü buraya aktarıyoruz. Temmuz

2000 tarihli "İSKİ Haber" Dergisinde yayınlanmış olan "**Su Depoları tehlike saçıyor**" isimli makalenin ilk bölümü:

"İSKİ ile İstanbul Büyükşehir Belediyesi ve İSKİ'nin iştiraki olan Hamidiye A.Ş.'nin ortaklaşa yürüttüğü çalışmalar acı bir tabloyu gözler önüne serdi. İstanbul'da kontrol edilen apartman, ev, okul, hastane ve iş yerlerindeki su depolarının %90'ının son derece kirli olduğu, üstelik hastalık yapıcı pek çok mikroorganizma barındırdığı tespit edildi. Depoların uzun süre temizlenmemesi neticesinde meydana gelen kimyasal ve biyolojik çamurlaşma, dökülme ve parçalanma, suyun içilebilirlik özelliğini yok etmektedir. Bu depolarda hastalık amili bazı mikroorganizmaların hızla üremesi mümkün olmaktadır."

Bildiğiniz gibi, bir su deposundan pompa su çekerken, depoda eksilen su kadar depoya tabii ortam havası girer. Deponun hava emiş noktasında, havada bulunan mikropları süzen hassas bir filtre yoksa, ortam havası içinde bulunan her mikrop ve her madde hava ile beraber su deposuna girer ve suya karışır.

Resim 2. *Su Deposu için Hava Filtresi*

Depoya giren hava içinde bulunan canlılar: polen, maya, küf ve her tür mikroskopik canlı, depo içinde mikrop üremesine sebep olur. Su ile beraber depoya gelip depo dibinde biriken katılar da mikrop üremesi için çok başarılı bir yatak oluşturur.

Tespitlerimize göre, su depolarının hacmi, depodan suyu emen pompa debisinin 2 -3 katı ise, örneğin pompa debisi 50 m3/h ise ve depo hacmi 150 m3 ise, bu depo içinde oluşan yüksek su hareketi sebebi ile depoda mikrop üremesine pek rastlanmaz. Eski atasözü de bu tespitimize benziyor: "Akan suda pislik olmaz."

Su deposu sanayinin uzun süre susuz kalmasını önlemek maksadı ile tasarlanmışsa veya, bu depo aynı zamanda yangın tehlikesine karşı su deposu görevi de yapıyorsa, o zaman depo içinde su hareketi az olur. Örneğin, depodan su çeken pompa debisi 50 m³/saat iken, su deposu 1200 m³ ise, işte bu depo içinde suyun hareketi azdır ve bu tür yüksek hacimli depolarda mikrop üremesine çok sık rastlanır. Yüksek hacimli depolara gelen su klorlanmış dahi olsa, klor bir süre sonra etkisini kaybettiği için, bu depolarda her tür mikrop üremesinin sonuçları görülür ve bu mikroplar su arıtma cihazlarına zarar verir.

Birçok işletme yangın rezerv suyu için ayrı bir depo planlamaz, işletmenin kullanım suyu ile yangın suyu için tek depo yapar. Bu depolarda su hareketi az olur, dolayısı ile durgun suyu seven tüm canlılar, mikroplar, hatta bazen kurtçuklar bu yüksek hacimli depolarda ürer.

Mikroplar Su Arıtım Cihazlarına Zarar Verir:

Depoda üreyen mikroplardan en çok zarar gören arıtma cihazları şunlardır: Kum filtreleri, aktif karbon filtreler, kartuş filtreler ve ters ozmoz membranları.

Depoda ve daha sonra arıtma cihazları içinde üreyen bu mikroplar ve **"Biyofilm"** adı verilen mikrop kolonileri "Resim 3" de görüldüğü gibi kum filtrelerinde kumları birleştirip topak haline getirirler, su kum içinden değil topaklar arasındaki yarıklardan geçer ve filtrelenmez.

Resim 3. *Mikroplar İle Bloklaşmış Filtre Kumu*

Mikroplar aktif karbon gözeneklerini doldurur ve aktif karbonun "adsorpsiyon" yapma özelliğini bozar.

Sudaki mikroplar filtre kartuşları ve membranlar üzerinde de biyofilm tabakası oluşturup suyun geçişini engeller. Bunun sonucunda basınç kaybı artar, su debisi azalır ve bakım işleri ve sarf malzemesi harcaması artar; işletme zarar görür.

Filtre kartuş sorununun giderilmesi kolaydır çünkü kartuş fiyatı ucuzdur, kartuş çöpe atıldığında, sorunu yaratan mikrop veya biyofilm de çöpe atılmış olur. Ancak ters ozmoz membranı bedeli yüksektir ve oluşan sorunu yok etmek için gereksiz duruş gerektiren uzun süreli kimyasal yıkama yapılır.

Resim 4. *Mikropsuz Ters Ozmoz Membranı*

Resim 5. *İçinde Mikrop Üremiş Ters Ozmoz Membranı*

Çok karmaşık bir yapıya sahip olan ters ozmoz membranının her bir noktasına bir kimyasalın girmesi ve membran içindeki mikropları tamamen yok etmesi imkansızdır. Bu sebeple, mikrop üremiş bir membranda kimyasal yıkama kalıcı bir çözüm olmaz, kimyasal yıkamadan bir süre sonra, membranın kuytu kısımlarındaki mikroplar üreyerek tekrar membran yüzeyini kaplar ve cihazdaki basınç kaybı artar, üretim suyu debisi azalır. Hatta, bir süre sonra, membranın ham su tarafında üreyen mikroplar ters ozmozun ürettiği kaliteli suya da geçer.

Sonuç olarak membran ömrü kısa olur ve sık sık yeni membran satın almak gerekir, ayrıca, ters ozmoz cihazı mikroplu su ürettiği için proses suyu kalitesi sorunu da yaşanır.

ÇÖZÜMLER NEDİR?

İşletmenin ve prosesin özelliğine göre aşağıdaki çözümlerden biri veya birkaçı uygulanırsa su arıtma sisteminin daha başarılı çalışması sağlanabilir.

Depo kalitesi:

Depo yüzeylerinin pürüzlü olması mikrop ve biyofilm üremesi riskini çoğaltır. Betonarme depoların yüzeyleri genelde çok pürüzlü olur ve mikrop üremesine elverişlidir. En pürüzsüz yüzey paslanmaz çelik depolarda bulunur.

Depoya gelen suyu etkili şekilde filtrelemek:

Su içinde bulunan katılar mikropların taşınmasına yardımcı olur ve depolarda çöken katılar mikroplara yataklık eder. Onun için depo öncesi suların iyi filtrasyonu mikrop üreme sorununu azaltır.

Resim 6. *Depo Öncesi Kuyu Suyu Filtresi*

Depoya giren havayı filtre etmek ve hava ile depoya gelecek mikropları engellemek:

Depo iyice dezenfekte edildikten sonra, depodan su çekilirken depoya giren havanın içindeki mikropları hassas bir filtre ile havadan ayırmak etkili bir çözümdür. "Vent filtre" olarak adlandırılan özel hava filtreleri bu konuda başarılıdır.

Depodaki suyu sürekli olarak dezenfekte etmek:

Depoya gelen suda hiç mikrop olmasa dahi, çok büyük hacimli ve suyun az hareket ettiği su depolarına havadan gelen mikroplar depo içinde ürediği için, bu depolarda oluşturulacak bir su sirkülasyon sistemi ve hassas kontrollü dezenfeksiyon sistemi mikrop sorununa çözüm olabilir.

Depo ile su arıtım cihazı arasına mikropları geçirmeyecek bir sistem kurmak:

Yukarıda verdiğimiz örnekteki gibi, depo hacmi 1200 m^3 ise ve bu depodan çekilen su yalnızca 50 m^3/saat ise, 1200 m^3 suyun dezenfeksiyonu için kurulacak sistem ekonomik olmayabilir. Bu durumda, su deposu ile su arıtma cihazları arasına, 50 m^3/saat debideki suyu dezenfekte eden bir sistem konabilir.

Depoların mikrop üremesi için uygun yer olduğu konusunda eğitim:

İşletmelerde suyun temininden ve arıtımından sorumlu olan kişilerin DEZEN-

FEKSİYON, MİKROBİYOLOJİ ve depoda mikrop üremesi konusunda eğitilmesi sonucunda, bu kişiler depolara farklı şekilde bakacak ve depoların mikrop üreme yeri olmasına izin vermeyeceklerdir.

Her işletmenin ihtiyacına göre yukarıda tarif ettiğimiz sistemleri kuruyoruz, ancak, çoğu kez işletmeciler su deposuna gelen mikropsuz kuyu suyunun depoda mikroplu hale geleceği konusuna "şüphe ile" baktıkları için kurmuş olduğumuz dezenfeksiyon sistemleri ihmal ediliyor. Su dezenfeksiyon sistemi doğru çalışmayınca depolarda mikrop ürüyor ve su arıtma cihazlarına mikrop geliyor.

Sonuç olarak: Havadan gelen mikroplar su depolarında ürer ve bu mikroplar su arıtma cihazlarına ve dolayısı ile işletmeye zarar verir. Bu bilgi ile hareket ederek, işletmelerin en uygun su deposunu ve en uygun su dezenfeksiyon yöntemini seçmelerini, böylece işletmeye mikrop içermeyen su göndermelerini öneririz.

"Cl" İyonu Paslanmaz Çeliği Paslandırır

Korozyona dirençli olduğu düşünüldüğü için paslanmaz çelik birçok işletmede tercih edilir, fakat bazı ortamlarda paslanmaz çelik korozyona uğrayabilir.

Yazar'ın notu: Bu yazımız, hizmet verdiğimiz sanayi tesislerinde gördüğümüz ve edindiğimiz paslanmaz çeliğin korozyonu bilgileri ile sınırlıdır, paslanmaz çeliğin tüm korozyon sorunlarını anlatan bir yazı değildir.

Piyasada "Karbon çelik" veya "siyah demir" olarak adlandırılan ve korozyona karşı boya türleri ve galvanizleme teknikleri ile korunan metalin maliyeti paslanmaz çeliğe kıyasla çok düşük olduğundan, işletmelerde karbon çelik ile imal edilmiş malzemeye daha çok rastlanır.

Paslanmaz çelikler normal atmosferik şartlarda ve normal sulu ortamlarda korozyona dayanıklıdır, asitli ve bazik ortamların birçoğuna da dayanıklıdır. Paslanmaz çelik korozyona dirençli olduğu için birçok uygulama için tercih edilir, ancak **bazı ortamlarda paslanmaz çelik korozyona karşı koyamaz ve paslanır.** Paslanmaz çelik normal "karbon çelik"e kıyasla görünüşü düzgün olduğu için bazı işletmelerde görsellik sebebi ile de tercih edilir. Paslanmaz çelik en çok içecek ve gıda sanayiinde, ilaç, kimya ve kağıt sektöründe çok kullanılır.

Paslanmaz çeliğin korozyonu türleri:

Sanayi işletmelerinde en çok rastladığımız paslanmaz çelik korozyonu "KLORÜR İYONU" (Cl^-) korozyonudur. Klorür iyonu suyun içinde bulunduğu gibi, işletmelerin kullandığı bazı ürünlerin içinde de bulunur: Örneğin Na**Cl** (tuz), H**Cl** (Hidroklorik asit), NaO**Cl** (Sodyum hipoklorit - Klor).

Paslanmaz çelik malzemenin metalürjisinin bozulduğu noktalarda, yani kaynak noktaları, perçin, delik, taşlama yerleri genelde korozyona daha müsait yerlerdir. Ayrıca basınçlı kaplarda ve basınçlı borularda, metalin gerilimi sebebi ile de korozyon olayı artar. Asitlerin oluşturduğu çok düşük pH ortamı da paslanmaz çeliği bozar.

Ortamda Bulunan "Cl^-" İyonunun Paslanmaz Malzemeye Tesiri:

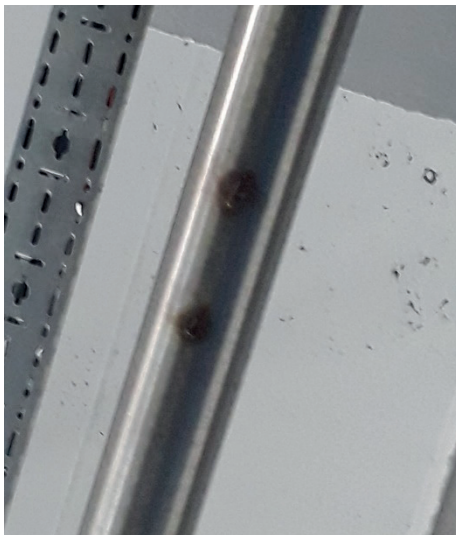
Bir sanayi işletmesindeki proses sularında "Cl^-" iyonu az dahi olsa, bu sanayi işletmesi bir şekilde Na**Cl** (tuz), H**Cl** (Hidroklorik asit), NaO**Cl** (Sodyum hipoklorit - Klor) kullanıyor olabilir ve işletmeci bu maddeleri paslanmaz çelik ile imal edilmiş ekipmanlara yakın bir yerde barındırıyorsa, **havada uçuşan**

ve "Cl^-" iyonu içeren gaz veya maddeler çevredeki paslanmaz çeliği kesinlikle PASLANDIRIR. Resim 1'de görüldüğü gibi, paslanmaz çelik ile imal edilmiş kartuş filtre kabı, ortamdaki "Cl^-" iyonu içeren maddeler ile paslanmıştır.

Resim 1. *Paslanmaz Çelik Üzerinde Klorür Korozyonu*

İşletmelerde bu resimdekine benzer, ortam havasındaki "Cl^-" iyonu ile paslanmış birçok malzeme görmek mümkündür.

Rutubetli ortamlarda, yatay duran paslanmaz çelik borularda, havadaki su buharı yoğunlaşarak SU DAMLASI oluşturur ve aynı ortam havası içinde "Cl^-" iyonlu madde varsa, bu "Cl^-" iyonu su damlacıkları ile birleşip yatay boru üzerinde "HCl" asidi oluşturur ve bu asit zaten paslanmaz çeliğin en önemli düşmanlarından biridir. Böyle durumlarda, Resim 2 ve Resim 3'deki gibi boru korozyonları ve delinmelere rastlanır.



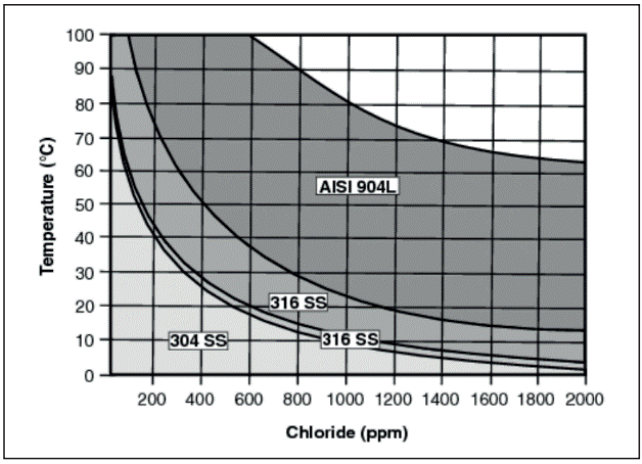
Resim 2. *Paslanmaz Boruda Klorür Korozyonu*

Resim 3. *Paslanmaz Borunun Delinmesi*

Su İçinde Bulunan "Cl^-" İyonunun Paslanmaz Malzemeye Tesiri:

Paslanmaz çelik malzeme ile imal edilmiş boru, ısı eşanjörü ve pompa, içinden geçen suda bulunan "Cl^-" iyonu sebebi ile korozyona uğrar. Sudaki "Cl^-" iyonu miktarı, suyun pH derecesi, suyun sıcaklığı ve basıncı paslanmaz çeliğin korozyonunu etkiler. Paslanmaz çelik imalatçılarının "Klorür Korozyonu" ile ilgili çizelgelerinden suyun özelliklerine göre hangi paslanmaz çelik modelinin korozyona daha dayanıklı olduğunu gösteren bilgiler elde edilebilir.

Yazımızdaki çizelgeden şu örneği görebiliriz: Paslanmaz çelik malzeme ile imal edilmiş bir tesisattan, içinde 400 ppm "Cl^-" iyonu olan suyun geçtiği varsayımı ile çizelgeye baktığımızda, su sıcaklığı 30°C'yi aşmıyorsa SS304 metal kullanılabilir; su sıcaklığı 30°C - 80°C arasında olursa SS316 metal daha uygundur; daha yüksek sıcaklıklarda çalışan bir plakalı ısı eşanjörünün metali ise AISI 904 olmalıdır. Bu suyun pH derecesi de klorür korozyonunu etkilediği için, pH açısından da araştırma yapmakta yarar vardır.



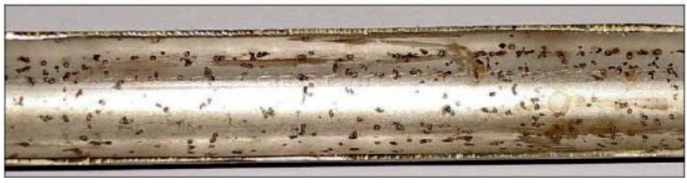
Klorür Korozyonuna Karşı Paslanmaz Çelik Nasıl Korunur:

Kaynak Tekniğinin Önemi: Paslanmaz çelik birkaç ayrı madenden oluşan bir metal alaşımıdır. Paslanmaz çelik metallerle, kaynak tekniği ile yapılan bir imalatta, örneğin bir boru sistemi yapımında, metalin kaynak noktalarında metalürjik değişim olur ve kaynak yerleri paslanmaya daha elverişli hale gelir. Kısa süreli asit temizliği ile kontrollü aşındırma yapılarak paslanmaz çeliğin kararan kaynak bölgeleri **"görsel olarak"** temizlense dahi, kaynak bölgelerindeki metalürjik bozulma devam eder ve bu bölgeler paslanabilir. Asit temizliği kısa süreli olmalı ve bu temizlik sonrası metal yüzey bol su ile durulanmalıdır, aksi durumda asit etkisi ile paslanmaz çelik korozyona uğrar.

Ayrıca, uzun ömürlü bir boru tesisatı için boruların kaynağı sırasında boru içine "Argon" gazı basılması önerilir. Kaynak yapımı sırasında boru içine Argon gazı verilmezse, metalin kaynağı dıştan iyi görünse bile boru içinde tam kaynamayan çatlak bölgeler kalır ve bu noktalar kolayca korozyona uğrar.

Paslanmaz Çelik İmalathanesinde Karbon Çelik İmalat Yapılmamalıdır:

Paslanmaz çelik imalathanesinde karbon çelik (siyah demir) imalatı da yapıldığında, siyah metalin kesilmesi veya taşlanması sırasında ortama sıçrayarak yayılan demir parçacıkları paslanmaz malzeme üzerine yapışır, bu noktalarda zaman içinde pas oluşur. Hatta, paslanmaz çelik malzemenin siyah demirden yapılmış forklift çatalı ile taşınması sırasında dahi siyah saç malzeme mikroskobik boyutta paslanmaz çelik üzerine sıvaşır ve bu noktalarda daha sonra paslanmalar görünür. Dolayısı ile, imalatından son montaj noktasına kadar paslanmaz çelik malzeme "siyah" demir malzemeden ayrı olarak işlenmeli, taşınmalı ve monte edilmelidir.



Resim 4. *Paslanmaz Boruda Demir Partikül Korozyonu*

Resim 5. *Polisajlı Paslanmaz Kap*

Yüzey Düzgünlüğü: Paslanmaz çelik malzemede yeterli bir kullanım ömrü elde edebilmek için malzemenin yüzey durumuna çok dikkat etmek gerekir. Yüzey düzgünlüğü ve temizliği korozyonu azaltır. Metal yüzeyi ne kadar pürüzsüz ve düzgün ise paslanma o kadar az olur. Düzgün metal yüzeyi "Polisaj" tekniği ile yapılır. Resim 5'de yüksek kalitede polisajı yapılmış SS316 kalitede bir kartuş filtre kabı görünüyor.

Pasifizasyon ile Yüzey Hazırlama: İmalattan montaj yerine taşınan paslanmaz çelik ekipman üzerinde çizik, renk farklılığı gibi bozukluklar olabilir, bunlar bazı kimyasallar ile temizlenir. "Pasifizasyon" adı verilen bu yüzey işlemi sonunda metal yüzeyler korozyona karşı daha dayanıklı olur.

"Cl^-" İyonu İçeren Malzemeyi İşletme Dışında Barındırmak: Yazımızın başında değindiğimiz gibi, "Cl^-" iyonu paslanmaz çeliği bozduğu için, "Cl^-" içeren malzemeyi paslanmaz çelik ekipmanın bulunduğu bölgenin dışında tutmak ile paslanmaz çeliğin dışını paslanmaya karşı korumak mümkündür.

Resim 6. *Su Yumuşatıcı için Tuzlama Sistemi*

"Cl" iyonu içeren ve su yumuşatma sisteminde kullanılan tuz (NaCl), işletme binası dışında ayrı bir hacimde depolanmalıdır. Klor (sodyum hipoklorit) bidonları ile klor dozaj pompası ve hidroklorik asit (HCl) bidonları ile asit dozaj pompası da işletmenin dışındaki bir hacimde yer almalıdır.

Özet olarak, paslanmaz çelik özellikle " Cl - klorür" korozyonuna karşı korunmalıdır. Paslanmaz çeliğin dış yüzeyinin korunması için, "Cl^-" iyonu içeren maddeleri işletmelerin dışındaki bir ortamda depolamak bu sorunu çözebilir. Paslanmaz çeliğin iç yüzeyinin korunması için, korozyona en uygun çeliğin seçilmesi gerekmektedir.

Su Borularının İçinde Dolaşalım

Bir işletmede yaşanan su sistemi ile ilgili sorunlara doğru teşhis koyabilmek için su borularının içini tetkik etmek doğru olur. Boruyu söküp içindekileri incelediğimizde birçok sorunun sebebi bulunabilir.

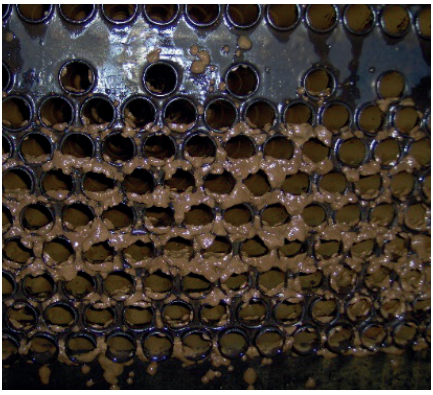
Yeni kurulacak olan sanayi tesisleri için tecrübeli mühendisler tesisat projeleri yaparlar. Bu projeleri tasarlarken o işletmenin kullanacağı su debilerini, ihtiyaca göre su basınçlarını, soğutma sularının ne kadar ısıyı tabiata atması gerektiği gibi birçok bilgiyi göz önünde bulundurarak işletmeye en uygun tesisat projesini hazırlarlar ve gerekli pompaları, hidroforları ve soğutma sistemini seçerler. Bu konuda bir sorun yoktur.

Fakat, işletme çalışmaya başladıktan bir dönem sonra, su debilerinin veya basınçların yetersiz geldiği konusunda şikayetler başlar. Pompaların küçük seçildiği düşünülür, boru çaplarının daha geniş olması gerektiğini iddia edenler olur. Soğutma sularının yetersizliği için soğutma kulesi suçlanır, "Daha yüksek kapasiteli soğutma kulesi olsaydı daha iyi olurdu." denir. İlk kuruluşta **işletmede hiç sorun yoktu da sonra neden sorunlar yaşanmaya başlandı?**

Bu sorunun doğru cevabını bulmak için beraberce su borularının içinde bir tur atalım. **Boruların içinde gördüklerimiz bizi çok şaşırtabilir:**

Resim 1. *Kireçlenme İle Tıkanmış Su Borusu*

Resim 2. *Korozyon İle Tıkanmış Su Borusu*



Resim 3. *Soğutma Suyu İle Gelen Çamurlarla Kapasitesi Çok Azalmış Isı Eşanjörü*

Resim 4. *Çok tıkanmış bir tesisat*

Soğutma suyu sistemi borularının içinde dolaşırken, yukarıdaki resimlerden daha kötü manzaralar ile de karşılaşabiliriz. Örneğin, az basınç kaybı yapması istendiği için ve ekonomik sirkülasyon pompası seçimi maksadı ile soğutma suyu sirkülasyon boruları geniş çaplı seçilmiştir ve tesisat mühendisliği açısından bu doğrudur. Ancak, boru içindeki su hızı düşük olduğunda, soğutma suyuna soğutma kulesinden karışan katı maddeler yatay boruların içine çöker. Çöken maddelerin altında kalan su ile üzerindeki suyun iletkenlik farkı sebebi ile boruda hem "elektro-korozyon" oluşur, hem de çöken malzeme içinde üreyen bakterilerin cesetleri "asidik" madde oluşturur ve bu iki sebepten yatay borular delinir.

Resim 5. *Katıların Boru İçine Çökmesi Sonucu Oluşan Tıkanma ve Korozyon*

Bu Sorunların Çözümü Nedir?

Bir işletmede yaşanan sorunlara **doğru teşhis koyabilmek için su borularının içini tetkik etmek doğru olur**. Boruları yer yer ***söküp içindekileri incelediğimizde birçok sorunun sebebi bulunabilir***. Yukarıdaki resimlerde gördüğümüz gibi, kireç oluşumu, korozyon oluşumu, kuyudan veya soğutma kulesinden gelen katılar gibi sorunlar ile birçok işletmede karşılaşıyoruz ve bunlara çözümler üretiyoruz.

Su kalitesi sebebi ile yaşanan sorunları azaltmak için pratik çözümler:

Resimlerde gördüğümüz sorunları önlemenin pratik bir yolu, işletmenin kullandığı "ham su"yun sertlik, pH, iletkenlik değerlerini periyodik olarak her hafta bir çizelgeye yazmaktır. Bu üç su değeri (sertlik, pH, iletkenlik) çok basit yöntemler ile ölçüldüğü için her hafta laboratuvara su örneği göndermek gerekmez. Bu ***üç değeri gösteren çizelge işletmeye gelen ham suyun yakın takibini sağlar, böylece, ilk projeye uymayan kalitedeki sular işletmeye geldiğinde, sorunlar yaşanmadan önlemler alınabilir.***

Yaşanmış bir örneği anlatalım: Bir işletme ilk kurulurken kuyu suyu pH değeri 6,9 idi. Bu pH değerine göre ters ozmoz sistemi tasarladık ve kurduk. Birkaç yıl sonra bu ters ozmoz cihazının membranları beklenmedik bir zamanda tıkandı. O zaman kuyu suyu değerleri ölçüldü ve pH'nın 7,8 olduğu görüldü. "pH" değeri "logaritmik"tir, dolayısı ile suyun pH değerinin bir birim yükselmesi aslında "on katı" kadar yükselmesi gibidir.

İşletme kurulurken ve projeler yapılırken işletmenin kullanacağı suyun analizi yapılmıştır ve bu analiz değerlerine göre kireçlenmeye ve korozyona karşı

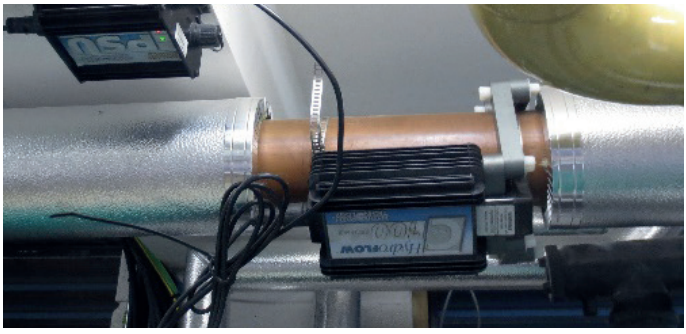
önlemler alındığını var sayalım. Ancak, değişik sebepler ile işletme son altı aydır farklı bir su kullanabilir. Örneğin proje yapılırken kuyu suyu analizine göre sistem kurulmuşken, daha sonra kuyuda su kalmadığı için işletmeye tankerler ile taşıma su satın alın***ıyor*** olabilir ve tanker ile gelen suyun sertliği ve iletkenliği kuyu suyuna kıyasla iki katı dahi olabilir. Genel sorunlara çözüm önerilerini özet olarak sıralayalım.

Kireçlenmeye karşı çözümler:

A. Su yumuşatma cihazı, sudaki sertlik yapan kireç ve magnezyum iyonlarını sudan alır, buna karşılık suya sodyum iyonu verir. Sertliği alınan su "AÇ SU" olarak bilinir ve normal karbon çeliği korozyona uğratır.

B. Kireç önleyici kimyasalı suya vererek kireçtaşı oluşumu geciktirilebilir.

C. Su borusu üzerine Frekans Jeneratörü takmak: Bu cihaz sudan hiçbir şey almaz ve suya hiçbir şey vermez, sert suyun oluşturduğu $CaCO_3$ (Kalsiyum Karbonat) kristallerini frekans tekniği ile bozar.



Resim 6. *Kireçlenmeye Ve Korozyona Karşı Frekans Jeneratörü Boru Üzerine Kol Saatı Gibi Takılır*

Korozyona karşı çözümler:

a. Korozyon önleyici kimyasalı suya vermek.

b. Elektro Korozyon'a karşı ters akım vermek.

c. Kalsiyum Karbonat kristalini bozan Frekans Jeneratörü kullanarak, bu cihazın pozitif yan tesiri olan korozyon giderme özelliğinden yararlanmak.

d. Korozyona dayanıklı paslanmaz çelik kullanmak.

Soğutma suyundan gelen katılara karşı çözüm:

Soğutma kulelerindeki fanlar her gün milyonlarca m^3 havayı su ile karıştırır; fanların ana maksadı soğutma suyunun çok miktarda hava ile temasını sağlamak ve

böylece suyu soğutmak olmasına rağmen, soğutma kuleleri bu milyonlarca m³ hava içindeki katıları ***soğutma suyu içine aktarır.***

Soğutma suyundaki katılar düşük su hızı olan borular içinde çöker ve burada korozyona sebep olur, ayrıca, ısı eşanjörleri ve chiller gruplarını da tıkar.

Bu katıları sudan ayırmak için soğutma sularını filtrelemek en başarılı çözümdür. Sanayi sektöründe "Böbrek Filtre" olarak adlandırılan filtreler sayesinde soğutma suyundaki katıların çoğu soğutma suyundan ayrılır.

Resim 7. *Soğutma Suyu Filtrasyonu İçin "Böbrek Filtre"*

Sonuç olarak, yukarıdaki önlemler alındığında işletmelerin su sisteminden kaynaklanan sorunları en aza iner.

Su Tesisatına Giren Havanın Verdiği Zararlar

Su tesisatı SU için tasarlanmıştır. Su ile beraber havanın su tesisatında bulunması tesisata ve içinde suyun hareket ettiği tüm cihazlara zarar verir.

Evinizde, ocakta pişen yemeye ilave etmek için musluktan bir bardak su almak istiyorsunuz ve Resim1.de göründüğü gibi bardağı tutup musluğu açıyorsunuz.

Resim 1. *Musluktan Bardağa Gelen Basınçlı Su*

O anda keskin bir "PAT" sesi ile beraber, çok ani olarak gelen su bardağa girdiği gibi bardak elinizden kayıp eviye içine düşüyor. Neyse ki, paslanmaz çelik eviye biraz esnek ki bardak kırılmıyor. Bu şoku atlattıktan sonra ve musluğu çok dikkatlice ve yavaşça açıp pişen yemeğin suyunu tamamladıktan sonra kenara çekilip mühendisçe düşünüyorsunuz: "Musluktan gelen su neden böyle bir şok yapsın ki?"

Çünkü su tesisatına bir yerden HAVA girmiş ve fiziğin temel kurallarından biri olan **"Basınç / Hacim" kanunu çalışmış:**

P1 x V1 = P2 x V2

P1, V1 musluk açılmadan önce su tesisatı içindeki basınç ve hava hacmi; ancak burada **MUTLAK BASINÇ** kullanılıyor, yani manometrede okuduğumuz basınç değerine atmosferin dünya üzerindeki basıncını da ekleyerek "P1" değerini buluyoruz.

Örneğin şehir suyu basıncı 4 bar olsun ve bu durumda formüldeki P1 değeri 5 bar

olur. Evimizdeki musluğa yakın bir yerde, tesisat içinde sıkışmış olan su içindeki hava miktarı da BİR LİTRE olsun.

P1 x V1 = P2 x V2 formülünü uyguladığımızda, musluğu açtığımız anda, musluğa yakın yerde, tesisat içindeki basınç atmosfer basıncına eşit olur, yani P2 = 1 bar olur. Bu durumda formül şöyle oluyor:

5 bar x 1litre = 1bar x 5litre

Yani, musluk açılmadan önce yalnızca BİR LİTRE olan sıkışmış hava, musluğu açtığımız anda **BEŞ KAT** hacim arttırarak musluktan çok ani bir su çıkışına sebep olur ve böylece elimizdeki bardak darbe alarak eviye içine düşer.

Evde yaşamış olduğumuz ve olsa olsa yalnızca kırılan bir bardak kadar riski olan bu olay işletmelerde su tesisatına ve su iyileştirme cihazlarına ve içinden su geçen birçok ekipmana zarar verebilir. Konunun önemini hatırlatmak için bu yazımızda tesisata giren havanın verdiği birkaç zararı ve su içine havanın girme olasılığı olan bir kaç noktayı anlatacağız.

Tesisat Boruları ve Bağlantıları: Sanayi tesisleri içindeki büyük hacimlerde askılar ve taşıyıcılar ile duvarlara monte edilmiş olan tesisat boruları, tesisat içindeki havanın, sistem basıncı değiştiği anlarda oluşan darbeler ile sarsılır, boru taşıyıcı askılar kopar, flanşlar ve pasolu ekler tamamen kopar veya su sızdırmaya başlar. Sentetik borular hava - su darbesi ile boydan boya yarılabilir. Her hangi bir hat üzerinde rotametre gibi şoktan etkilenecek cihazlar varsa, bunlar çatlar ve görev yapamaz hale gelir. **Bu olaya KOÇ DARBESİ denir.**

Pompalar: Santrifüj pompa, içi tamamen su dolu iken suyu basınçlandırır. İçine hava girmiş olan pompa, havayı atasıya kadar suyu basınçlandıramadığı için o sırada tesisatta basınç düşer ve pompa havayı attığı anda su basıncı tekrar yükselir. Bu olay pompa üzerinde ve tesisatta basınç şokları oluşturur. Bunun yanında,

P1 x V1 = P2 x V2

formülü dolayısı ile basınç değişikliği sırasında hacmi büyüyen ve küçülen hava da su tesisatındaki darbelerin etkisini arttırır.

Santrifüj pompa içine giren hava öncelikle pompanın kendisine zarar verir. Yeterli suyu bulamayan pompa fanında KAVİTASYON olayı sonucunda aşınmalar ve delikler oluşur. Ayrıca, pompaya su ile beraber havanın gelmesi sistem üzerinde birkaç şekilde darbeler ve basınç şokları yaratır.

Ayrıca, "frekans kontrolü" ile otomatik olarak hız değiştirerek basıncı kontrol edilen hidrofor pompalarında motor hızı su basıncına göre çok hızlı bir şekilde otomatik olarak ayarlandığından, havalı su emişi yapan pompanın basma tarafında anlık basınç dalgalanmaları olur ve frekans invertörü sürekli olarak pompanın

hızını değiştirmeye çalışır, buna rağmen bir türlü istenilen sabit basınç elde edilemez. Bu olay pompada mekanik arıza yapar ve su sistemde şoklar oluşur.

Elek Filtre: Su tesisatındaki hava elek filtreye girdiğinde, ters yıkama sırasında biraz sarsılma dışında filtre pek zarar görmeyebilir. Fakat, yatay çalışan elek filtre içine dolan ve eleğin üst kısmını işgal eden hava, ters yıkama anına kadar, filtreye gelen suyun yalnızca filtrenin küçük bir kısmı ile filtrelenmesine sebep olur. Bu da basınç kaybını arttırarak su debisinin düşmesine sebep olur. Elek filtrenin üst kısmı hava ile dolu olduğundan, eleğin alt kısmından su çok hızlı geçer ve böylece, bazı katıların zorlanarak elek deliklerinden filtrelenmiş su tarafına geçmesine sebep olur.

Kartuş Filtre: Su tesisatındaki hava dik duran kartuş filtreye girdiğinde kartuş filtre kabının üst kısmını doldurur. Bu sebeple filtreye gelen su yalnızca filtrenin alt kısmından, daha doğrusu, filtrenin küçük bir bölümünden geçmeye mecbur kalır. Böylece suyun filtreden geçme hızlı çok yüksek olur. Bunun sonucunda, basınç altında şekil değiştirebilen bazı katılar zorlanarak kartuş filtreyi aşar ve filtrelenmiş su tarafına geçer. Diğer taraftan, filtre istenmedik bir basınç kaybı yaratır ve sistemdeki su debisini düşürür.

Kum Filtresi: Otomatik hava tahliye vanası (vantuz - pürjör) ile korunmayan kum filtresi tanklarına havalı su geldiğinde ciddi sıkıntılar yaşanır. Oluşan darbeler hem otomasyon vanalarına hem de tankın kendisine zarar verir. **Çelik t**ankın üst bombe kaynak yerlerinde çatlamalar olur ve tanktan su kaçağı yaşanır. Ayni olay, çelik tanklar ile yapılan su yumuşatıcı ve aktif karbon filtrede de yaşanır. Su ile beraber hava gelen sistemlerde sentetik tanklarda daha ciddi sorunlar yaşanabilir.

Resim 2. *Kum Filtresi Tankların Üzerine Monte Edilmiş Hava Tahliye Apartı (Vantuz)*

Su Yumuşatma Cihazı: Evinizdeki mutfakta meydana gelen ve yalnızca bir bardağa zarar verebilen DARBE, bir su yumuşatma cihazının rejenerasyonu zamanı geldiğinde, ilk işlem olan reçinenin ters yıkaması sırasında meydana gelebilir.

Ters yıkama sırasında açılan vana, reçine tankının üst kısmından dışarıya su atılmasını sağlar ve o anda reçine tankının içi atmosferik basınca eşit olur. Ters yıkama suyu ile gelen havanın, gene

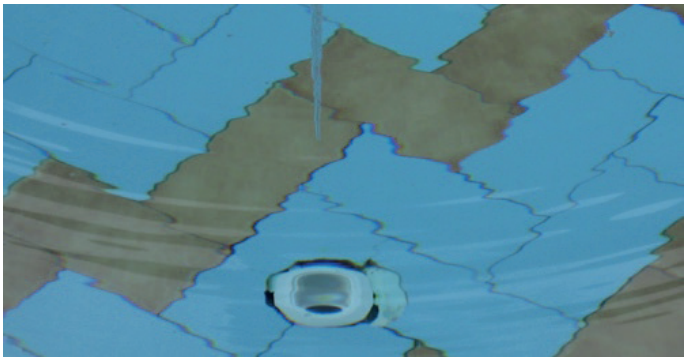
P1 x V1 = P2 x V2

formülü ile anında hacim büyür ve bir miktar reçinenin ters yıkama suyu ile beraber dışarı kaçmasına sebep olur. Aynı sorun Aktif Karbon filtresi tanklarında da olabilir, fakat kum filtresi tanklarında olma olasılığı daha azdır, çünkü kumun yoğunluğu yüksektir.

HAVALI SU'yun tesisata vereceği zararların birkaçını yukarıda belirttik. Sorun yaşanan örnekleri çoğaltmak yerine, su tesisatı içine havanın girmesinin birkaç sebebini açıklayalım.

Su sistemine en çok hava getiren olay, pompanın depodan su emişi sırasında depo seviyesinin düşmesi ile olur. Yandaki fotoda göründüğü gibi suda GİRDAP (VORTEKS) oluşarak pompaya su ile beraber çok miktarda hava girer. Bunun önlenmesi için su deposunun inşaatı sırasında önlemler alınmalı ve depo içinde su emiş noktasında suyun çok geniş bir yüzeyden emişini sağlayıcı özel emiş parçası monte edilmelidir.

Ayrıca, su deposu içine, depo alt seviyesinde pompayı durduran seviye şalteri konmalı ve bunun seviyesini ayarlarken GİRDAP oluşturmayacak su seviyesi tayin edilmelidir.



Resim 3. *Depodan Pompanın Su Emişi Sırasında Oluşan GİRDAP İle Suya Hava Karışması*

Su tesisatına havanın girmesini sağlayan diğer bir sebep, yeni bir sistemin devreye alınışı sırasında veya sistemdeki bir arızanın giderilmesinden sonra, içinde hava bulunan tesisata yeni su basılmasıdır. Yeni su basılan sisteme su çok yavaş bir hız ile doldurulmalı ve bu sırada, sistem üzerindeki vanalar ve musluklar açık olmalı, ayrıca tesisat üzerine monte edilmiş olan VANTUZLAR'dan hava tahliyesi olduğu gözlenmelidir.

Resim 4. *Su Sistemindeki Havanın Alınmasına Yarayan Hava Tahliye Cihazı VANTUZ*

Tesisata ilk su dolumu sırasında yalnızca vantuzların hava tahliyesine güvenilerek suyu hızlıca doldurmak doğru olmaz. Vantuzlar, sisteme az az gelen havaların tahliyesi içindir. İlk dolumda tesisatın tamamındaki havanın sistemden dışarı çıkabilmesi için her cihazın üzerindeki tahliye vanaları muhakkak açılmalı, musluklar açık tutulmalıdır.

Özet olarak,

P1 x V1 = P2 x V2 formülü

ile önemi vurgulanan hava-su darbeleri su sistemi için çok zararlıdır. Bunun önlenmesi için öncelikle su depolarından pompa emişi sağlıklı hale getirilmeli, ayrıca, boş tesisatın doldurulması sırasında sistemden havanın doğru çıkartılması sağlanmalı ve sistem üzerine doğru yerleştirilmiş **vantuzlar** ile sistem içine girecek havalar kolayca tahliye edilmelidir. (Vantuz, hava tahliye cihazı olduğu gibi, aynı zamanda tankların vakum altında kalmasını da önler.)

Su Arıtım Cihazları için Otomasyon Vanaları

Son yıllarda sanayimiz artık el vanalı su arıtım cihazları kullanımından vaz geçiyor ve otomatik ters yıkamalı kum filtreleri ve otomatik rejenerasyonlu su yumuşatıcıları tercih ediyor. Şu soru ortaya çıkıyor: Ne tür otomasyon vanası sanayi için daha uygundur?

Kum filtrelerinde ve yumuşatıcılarda, filtrasyon ve sertlik giderimi sırasında **"açık olan vana"** boru görevi yapar ve bu sırada vanaların tek önemi **az basınç kaybı** yapmasıdır. Kum filtresinin ters yıkaması sırasında ve yumuşatıcının doyuma ulaşıp rejenerasyona geçtiği zaman otomasyon vanaları önem kazanır: Açma/kapama hızı, koç darbesini önlemesi, vana kapandığında hiç su kaçırmaması, arıza yapmaması, arızanın hızlı giderimi gibi birçok özellikler vanadan istenir.

Kum filtrelerinde vanalar yalnızca suyun yönünü değiştirmeye yarıyorsa da, su yumuşatıcıda otomasyon vanaları, tuzlu su emişini de sağlayan ve rejenerasyon hızının yavaş olmasını da ayarlayan özelliklerde seçilmelidir.

Bir işletmede günün 24 saatı sürekli yumuşak su istendiğinde reçine tanklarının sayısı birden fazla olur, bir reçine tankı rejenerasyondayken diğer reçine tankı (veya tankları) hizmet verir. Bu durumda, en az 12 vananın hatasız görev yapması gerekir. Yanlış seçilmiş veya yanlış satın alınmış otomasyon vanası sistemi işletmeye sert su veya tuzlu su kaçırdığı için **işletmeyi büyük zarara sokar ve bu zarar genelde otomasyon vanaları ücretinden çok daha yüksektir.**

Örneğin, doğru çalışmayan otomasyon vanaları ile imal edilmiş bir su yumuşatıcıda şu sorunlar yaşanabilir:

1. Reçinelerin ters yıkaması sırasında **reçineler cihazdan çıkıp atık su kanalına kaçabilir**.
2. **İşletmeye sert su veya tuzlu su kaçabilir.**
3. Tuzlu su ile rejenerasyon süresinde reçinelere aynı konsantrasyonda ve aynı debide tuzlu su gitmesi istenir. Bu yapılamazsa, **tuzun bir miktarı kanala atılır, tuz israfı olur ve reçineler tam olarak rejenere edilmez.**
4. Rejenerasyon sonunda reçine içinde kalmış olan fazla tuz çok iyi durulanmazsa **işletmeye tuzlu su gidebilir.**

Otomasyon vanalarını iki ana grupta toplamak mümkündür:

Tek Yollu Otomasyon Vanaları: Genelde kelebek veya diyaframlı olan bu vana-

ların kumandası basınçlı hava, basınçlı su veya elektrik ile yapılır. Bu vanalar ile tasarlanmış bir kum filtresinin (Resim 1) ve su yumuşatıcının (Resim 2) otomasyon kontrolü elektro-mekanik kontrol panoları veya PLC tabir edilen programlanabilir elektronik beyinler ile olur.

Resim 1. *Bireysel Tek Yollu Diyaframlı Otomasyon VanalarI İle Donatılmış Kum Filtresi*

Resim 2. *Bireysel Tek Yollu Diyaframlı Vanalar İle Donatılmış Tandem Yumuşatıcı*

Çok Yollu Otomasyon Vanaları: Bu vanalar tek gövde içinde bulunan pistonlu veya kamalı bir aparat ile birçok deliğin açılıp kapanması şeklinde görev yaparlar. Pistonların kumandası elektronik veya elektro-mekanik beyinler tarafından yapılır (Resim 3).

Resim 3. *Çok Yollu Vana İle Donatılmış Tandem Yumuşatıcı*

Bu iki grup vana dünyada birçok su arıtım cihazlarında kullanılmaktadır. Bu vanaların özellikleri aşağıda özetlenmiştir.

Tek Yollu Vanaların Özellikleri:

Tek yollu vanalar ile donatılmış kum filtresinin ve su yumuşatıcının uzaktan görünüşü (Resim 1 ve 2) el vanalı arıtma cihazlarını andırır. **Tek yollu vanalar ile imal edilmiş arıtma cihazları** aşağıdaki **sebepler ile tercih edilirler:**

Vanalar bireysel olarak seçilebildiğinden düşük veya yüksek basınçlı su sistemlerine göre vana grubu tasarlanabilir. Bu vanalar ile yapılmış bir kum filtresi veya bir yumuşatıcı **0,5 Bar gibi düşük bir basınçta dahi rahat** çalıştırılabilir.

Filtrelenecek suyun (göl suyu gibi) mevsimsel kirliliğine göre kum filtresinin ters yıkama süreleri ayarlanabilir; ham suyun mevsimsel sertliğine göre yumuşatıcının rejenerasyon periyodu ve diğer özellikleri ve vanaların açık kalma süreleri ayarlanabilir. Bireysel vanalar ile 4000 litreden daha fazla yumuşatma reçinesi içeren yumuşatıcılar dahi donatılabilir.

Her işletmede yüzlerle tek yollu vana bulunur ve tek yollu vanalarda sorun çıksa dahi, işletmenin kendi teknisyenleri tarafından vana sorunu kolayca giderilir, vana tamiri için özel eğitim görmüş bir servis teknisyenini işletmeye davet etmek gerekmez.

Tek yollu vanalarla donatılmış bir yumuşatıcıda görev yapan ve **“su geçişi geniş**

olan ventüri - tuzlu su emicisi" bulunur. Bu nedenle, bu tür cihazların rejenerasyonunda çok temiz özel tuzlara gerek duyulmaz, ülkemizde bulunan ucuz ham tuzlar rejenerasyonda kullanılabilir.

Çok Yollu Vanaların Özellikleri:

Çok yollu vanaların avantajları şunlardır:

Tek yollu vanalar ile imal edilen arıtma cihazı tankının üzerinde "Yüzey borulama" bulunur (Resim 4) ve cihaz maliyetini etkiler, çok yollu vana tankın tam üzerine monte edildiği için (Resim 3), cihaz **maliyeti daha düşük olur**.

Çok yollu vana ile imal edilen arıtma cihazının **ayrı bir işletme panosuna ihtiyacı yoktur.**

Çok yollu vanası olan bir arıtma cihazı tek yollu vanalar ile imal edilmiş bir cihaza göre **daha az yer kaplar**.

Yukarıdaki avantajlar yanında ÇOK YOLLU vanalar ile imal edilmiş bir arıtma cihazının şu **"EKSİ" tarafları göz önünde bulundurulmalıdır:**

* Çok yollu vana **"kompakt"** bir cihaz olduğu için gövde içindeki kanallar ve vana görevi yapan ve suya yön veren yerler **"DAR"**dır; bu sebeple, tek yollu vanalara kıyasla **çok yollu vanaların basınç kaybı çok yüksektir**, **fazla elektrik harcamasına sebep olur.**

* Tek yollu vanada oluşan bir sorunu işletmeci çok kısa zamanda hallederken bir makinaya benzeyen çok yollu vanayı işletmenin teknisyeni genelde tamir edemez, bilgili teknik servisi davet etmek gerekir. Oluşan vana arızasına müdahale zorluğu, yedek parça temini ve yedek malzeme teslim süresi bakımlarından çok **yollu vana kullanmak** sıkıntılıdır. Tek yollu vanalar ile imal edilen bir cihaza kıyasla çok yollu vanalarda yaşanabilecek problemler işletmenin uzun süreli duruşuna **sebep olabilir.**

* Ülkemizin bazı bölgelerinde çok yaşanan **elektrik kesilmeleri ve elektrik şokları, voltaj dalgalanmaları çok yollu vanalarda sorun yaratabilir.** Elektrik arızası sebebi ile su arıtma cihazı uzun süre çalışamayabilir, oysa, elektrik arızası olsa dahi tek yollu vanalar ile su arıtma cihazı çalıştırılabilir.

* Çok yollu vana içine giren sert cisimler bu cihaz içinde bulunan piston türü vanaların aşınmasına ve sıkışmasına sebep olur. Bu sebeple **çok yollu vanaların öncesinde kesinlikle sular filtrelenmelidir.** Oysa, iç genişliği büyük olan tek yollu vanalar öncesinde suyun filtrelenmesi gerekmez.

* Ülkemizde yumuşatıcı için rejenerasyon tuzu olarak işlenmemiş ham tuz kullanılır. Bu tuzlar içinde midye kabuğu, taş gibi katı cisimler bulunur ve bu **sert cisimler çok yollu vana içindeki küçük delikli ventürilere veya pistonlara**

zarar verir. Oysa, tek yollu vanalar ile imal edilmiş bir yumuşatıcıya aynı katı cisimler zarar vermez.

* **Çok yollu vanalar 2 Bar'dan daha düşük basınçlı su sistemlerinde çalıştırılırlarsa işletme sorunları çıkar.** Tek yollu vanalar ile imal edilen bir arıtma cihazı düşük basınçlarda dahi görev yapar.

Sonuç olarak, bizim görüşümüz şudur:

İlk yatırım sırasında **"ekonomik sebepler"** ile çok yollu vanalar kullanılmak istendiğinde yukarıda değinilen sorunlar için önlemler alınmalıdır, bu önlemler alındığında çok yollu vanalar da uzun yıllar görev yapabilir. Ancak, sanayinin arıza sebebi ile duruşlarının bedeli yüksekse, Resim 1 ve Resim 2'de görülen cihazlar gibi, tek yollu vanalar ile imal edilmiş su arıtma cihazları tercih edilmelidir.

Su Arıtımında Kullanılan Basınçlı Tanklar

Birçok basınçlı tank su arıtım sisteminde kullanılır. Basınçlı tankların içine konan dolgu malzemesi bu tankın görevini belirler. Basınçlı tanklar farklı farklı malzemelerden imal edilir.

"Basınçlı Kap" adı ile de tanınan "Basınçlı tank"ları şirketimizin kuruluş yılı olan 1984 yılından bu yana, tasarladığımız ve kurduğumuz su arıtım sistemlerinde çok sayıda ve çok farklı görevler için kullandık. Basınçlı tank, tankın içine konan dolgu malzemesine göre görev yapar ve bu göreve göre farklı isimler alır:

Kum Filtresi: En çok bilinen filtredir, tank içine değişik irilikte kuvars kumu katmanları konur ve suyun filtrelenmesinde kullanılır. **Doğru tasarlanan kum filtresi**, kumların küçük katıları kendine bağlaması sonucu suyu berraklaştırır.

Çok Katmanlı Filtre: Tank içine kuvars kumu ile beraber antrasit, garnet gibi farklı mineral katmanları da konur ve suyun filtrelenmesinde kullanılır. **Doğru tasarlanan** çok katmanlı filtreler 10 mikron seviyesinde suyu filtreleyebilir.

Demir - Mangan Filtresi: Suda iyon halinde bulunan Demir ve Mangan'ın oksitlenerek katı kristal haline dönüşmesini sağlayan ve **katalizör" görevi** yapan maddeler tank içine konur. Böylece, su kimyasalı kullanmadan sudaki Demir ve Mangan katı hale dönüşür ve filtre katmanları tarafından tutulur.

Aktif Karbon Filtresi: Tank içine granül aktif karbon konur, "klor" adı ile tanınan "sodyum hipoklorit" maddesinin aktivitesini gidermekte çok kullanılan bir yöntemdir. Aktif karbon filtresi, sudaki bazı kokuları ve istenmeyen bazı kimyasal maddelerin gideriminde de görev alır.

Arsenik Filtresi: Tank içine konan bazı özel maddeler veya suni reçineler ile sudaki Arsenik maddesinin azaltılmasında kullanılır.

Nitrat Filtresi: Tank içine konan bazı özel suni reçineler sayesinde sudaki Nitrat maddesinin gideriminde kullanılır.

Su Yumuşatıcı: Tank içine tuz ile rejenere edilen yumuşatıcı reçine konur ve suyun sertliğinin gideriminde kullanılır. Kum filtresinden sonra, basınçlı tankların en çok kullanıldığı cihaz su yumuşatıcıdır.

Demineralize Cihazı: Tank içine asit ile veya kostik ile rejenere edilen iyon değiştirici reçineler konur, bu cihazlar saf su üretiminde kullanılır.

Karşımıza birçok soru çıkıyor:

Basınçlı tankların malzemesi ne olursa su arıtımı daha başarılı olur?

Tank dolgusu nasıl olursa su arıtımı daha başarılı olur?

Tank üstü ve tank altı su dağıtımı nasıl olursa su arıtımı doğru olur?

Tank içindeki su hızı ne olursa su arıtımı daha iyi olur?

Hangi tür tank korozyon ve bakım sorunu çıkarmaz?

Bizim için en önemli iki soru 3. ve 4. sorulardır:

Çünkü, **suyun doğru arıtımı, yani doğru şartlandırılması için tank tasarımında şu şartların sağlanması lazımdır:**

- Suyun tank dolgusu içinden geçme hızının düşük olması,
- Bu düşük hızın sağlanması için, tankın kesitini tayin eden tank çapının bu su debisine uygun olması,
- Suyun basınçlı tank içinde çok iyi dağılmasını sağlayan tank üstü ve tank altı su dağıtımının çok iyi yapılması.

Resim 1. *Tank Tabanındaki Difüzör Sistemi*

"Resim 1" tank altı su dağıtımının bir örneğinin resmidir. Resimdeki difüzörler paslanmaz çeliktir.

Diğer soruların cevapları aşağıdaki paragraflardadır.

Basınçlı tankların malzemesi ne olursa su arıtımı daha başarılı olur?

İşletme basıncına dayanıklı ve içinde pas olmayan her hangi bir tank dahi su arı-

tımında başarılı olabilir. Tankın malzemesinin kalitesi su arıtımını pek etkilemez, ancak, tankın bakım - onarım sıklığı ve tankın ömrü basınçlı tankın malzemesine göre değişir. Görsel sebepler ile de tank seçimi yapılabilir, örneğin bir süt işletmesine yalnızca kaliteli paslanmaz çelik tank yakışır.

Bugüne kadar kullanmış olduğumuz basınçlı tank türleri

CTP - Cam Elyaf Takviyeli Poliester Tanklar: Bugünkü piyasa şartlarında en uygun fiyata satın alınan basınçlı tanklar, genelde en çok 6 bar işletme basıncı için tasarlanmış olan CTP tanklardır. Her malzemede olduğu gibi CTP tanklarda da, marka ve modele göre cidar kalınlığı ince ve kalın olan tanklar piyasada bulunur. Bu malzeme farklılıklarına göre CTP tank fiyatları değişir. CTP tanklar suyun değişik pH derecelerine dayanıklıdır, su yumuşatıcı gibi, tuzlu suyun bulunduğu durumlarda **korozyon sorunu yaşamaz**. Metal tanklara kıyasla çok hafif olduğu için nakliye ve montajda kolaylık sağlar. CTP tanklar dış hava şartlarından da etkilenmezler. Ancak, 40°C sıcaklık üzerindeki sularda kullanılması önerilmez.

Resim 2. *CTP Tanklar ile İmal Edilmiş Su Yumuşatıcı*

Sıcak Daldırma Galvanizli Karbon Çelik Tanklar: Piyasamıza CTP tanklar gelmeden önce yumuşatıcılar için çok uygun bir çözümdü. Çünkü sıcak daldırma galvanizli tanklar, içinden geçen tuzlu suya dayanıklıdır ve tankın bulunduğu ortamda "Cl" iyonu bulunan yerlerde tankın dışı korozyona uğramaz. Daldırma galvanizli tank pH = 7,0 altındaki sulara uygun değildir, düşük pH derecesinde tankı koruyan galvaniz çözünür ve "çıplak" kalan karbon çelik kısa zamanda korozyon sorunu yaşar.

Resim 3. *Daldırma Galvanizli Tanklar ile İmal Edilmiş Su Yumuşatıcı*

Epoksi Kaplı Karbon Çelik Tanklar: "Teorik olarak" bu tanklar birçok pH ortamında ve tuzlu su ortamında korozyon sorunu yaşamaz, çünkü metal tamamen sentetik bir madde ile kaplıdır ve su metale değmez. Son yıllarda piyasada uygulanan "UCUZCU" satın alma anlayışı sebebi ile standardına uygun epoksi kaplamalı tankı bulmak zorlaştı. Epoksi kaplı tankın imalatı aşağıdaki gibi yapılırsa çok başarılı ve uzun ömürlü bir tank elde edilir. Böyle bir tank paslanmaz çelikten daha iyidir, çünkü paslanmaz çelik, su içinde bulunan "Cl" iyonu ile korozyona uğrar, tankın bulunduğu ortamdaki "Cl" iyonu ile de okside olur ve kararır, kaliteli epoksi kaplamalı tank ise her tür "Cl" korozyonuna karşı içten ve dıştan korunur. "**Kaliteli"** epoksi veya sentetik kaplama kaplı tankın imalat yöntemi şöyledir:

- Tankın tüm kaynak ve taşlama işlemleri tam olarak sona erer ve tankın basınç testi yapılır;
- Epoksi kaplama öncesi tank profesyonelce çok iyi kumlanır. Kumlama işlemi rutubet oranı düşük bir ortamda yapılır. (Kumlamanın detayına burada değinmeyeceğiz)
- Kumlama işlemi tamamlandığı anda tankın metal yüzeyi çok hızlı bir şekilde kaliteli **ASTAR boya** ile kaplanır ve böylece metal yüzeyin okside olması önlenir;
- Astar sonrası epoksi veya epoksiden daha başarılı sentetik metal kaplama ile tüm metal yüzeyler kaplanır.

Resim 4. *Epoksi Kaplamalı Çelik Tank ile İmal edilmiş Aktif Karbon Filtresi*

Paslanmaz Çelik Tanklar: 304 ve 316 kalite paslanmaz çelik tanklar, su arıtımında kullanılan en yüksek ücretli basınçlı tanklardır. Paslanmaz çelik birçok kimyasal maddeden etkilenmez, pH derecesinden az etkilenir, ancak, gerek su içinde ve gerekse bulunduğu yerin ortam havası içindeki "Cl" iyonundan çok etkilenir ve kısa zamanda korozyona uğrar. Örneğin, su içinde 130 mg/L "Cl" iyonu varsa ve su sıcaklığı 30°C üzerinde ise, 304 kalite paslanmaz çelik tank kısa zamanda delinir. Bu tankın bulunduğu yerde tuz (NaCl), HCl asidi veya sodyum hipoklorit (NaOCl) varsa, bu üç maddeden havaya karışan "Cl" iyonları paslanmaz çeliği paslandırır.

Resim 5. *Paslanmaz Çelik Tank ile İmal Edilmiş Kum Filtresi*

SORU: Bu kadar çeşitli tank varsa, hangi tankı hangi işlem için kullanmalıyız?

Su arıtım sistemine ihtiyacı olan işletmenin aşağıdaki soruları kendilerine sormaları sonucunda tank ve dolgu türü seçimi oluşur:

Satın alacağımız su arıtım sistemi için işletmenin ayırdığı bütçe nedir?

Bu iş için ayrılan bütçe DOĞRU sistemi satın almak için yeterli olmazsa bütçeyi arttırabilir miyiz?

Satın alınacak su arıtım sistemi ne sıklıkta kendini rejenere etmeli, ne sıklıkta kendini temizlemeli?

Satın alınacak sistem kendi kendini temizlerken ne kadar suyu telef etmesine izin vermeliyiz?

Bu sistem kaç sene işletmemize hizmet vermeli? Ne sıklıkta bakım-onarıma müsaade etmeliyiz?

Bu sistemi su arıtımında çok tecrübeli bir şirketten mi satın almalı yoksa en ucuz fiyatı verenden mi?

İşte bu tür soruların cevapları hangi tank? Ne çapta bir tank? Ne tür ve ne marka bir dolgu? Ne tür otomasyon vanaları? Gibi soruların cevaplarını da ortaya çıkarır.

Dolayısı ile, hangi tür tankın hangi arıtım işleminde kullanılacağına su arıtım sistemine ihtiyacı olan işletmenin bütçesi ve satın alma tecrübesi karar verir.

Dezenfeksiyon Konuları

Kitabın bu bölümünde aşağıdaki konulardaki yazılar yer almaktadır:

Sudaki Mikropların Yok Edilmesi

Klor ile Dezenfeksiyon Tüm Dünyada Kullanılıyor

Klor, Klorür, Hipoklorit

Ultraviyole Işını ile Su Dezenfeksiyonu

Ozon Gazı ile Su Dezenfeksiyonu

LEJYONER Hastalığı Riskini Azaltmak için Yöntemler

Sudaki Mikropların Yok Edilmesi

Suda bulunan mikropların "Dezenfeksiyon" yöntemleri ile yok edilmesi su tekniğinde önemli bir konudur. İşletmelerin kendi prosesine ve su kalitesine uygun dezenfeksiyon yöntemi uygulanır.

Yazarın Notu: ***"Dezenfeksiyon"*** konusu ciddi ve karmaşık bir konudur, bu yazımızda dezenfeksiyon konusunu özetleyeceğiz.

Su ve Hava Kökenli Mikroplar:

Araştırmacıların yaptığı dezenfeksiyon çalışmaları ve bulunan teorik çözümler genelde sanayi işletmelerine uymaz. Çünkü sanayinin ham suyu ve işletmenin ortam şartları yılın her ayı, bazen her günü değişir. Sanayi kuruluşlarında kullanılan sular su depolarında barındığı için suya hava kökenli canlılar da girer ve laboratuvar çalışmalarına hiç benzemeyen, birkaç tür bakterinin aynı anda bulunduğu çok karmaşık durumlar oluşabilir.

Su dezenfeksiyonu yalnızca su ile gelen bakteriler için değil, aynı zamanda havadan suya gelen hava ve toprak kaynaklı mikroplar için de gerekir (Küf, maya ve daha birçok toprak kaynaklı canlılar). Özellikle su depolarındaki üremelerin çoğu kuyu suyundan gelen canlılar sebebi ile değil, su deposuna havadan gelen canlılar sebebi ile oluşur, çünkü su deposu seviyesi düşerken depoya dolan dış ortam havası içindeki birçok canlı suda ürer veya sudaki canlıların gıdasını da oluşturur. Bu sebeple, **mükemmel bir bakteri mücadelesinde iyi su depolarının hava emişlerinde bakteri geçirmeyen filtreler kullanılır.**

Resim 1. *Su Deposu Hava Girişine Monte Edilen Bakteri Geçirmeyen Filtre*

Mikroplar ile mücadelede "KRİTİK" noktaların yok edilmesi:

Bu konuda gıda ve içecek işletmelerinin uyguladığı **"HACCP"** yöntemini hatırlamakta yarar görüyoruz. Tarım ve Köyişleri Bakanlığının "Gıda Güvenliği ve Kalitesinin Denetimi ve Kontrolüne Dair Yönetmelik"de HACCP planı açıklanır. HACCP harflerinin açılımı İngilizce "Hazard Analysis Critical Control Point", tercümesi: "Tehlike Analizi ve Kritik Kontrol Noktaları". **Mikroskobik canlılar ile mücadelede HACCP yöntemi, gıda sanayii dışında, su kullanan her işletmede de uygulanabilir ve bu şeklide bakteri mücadelesi daha başarılı olur.**

Mikroplara karşı dezenfeksiyon:

Bugün birçok ülkede ve ülkemizde en çok kullanılan dezenfeksiyon yöntemleri şunlardır: Klor (Sodyum Hipoklorit), ozon, ultraviyole, biyosit. Çok yaygın olarak kullanılan KLOR konusunda önemli bir noktayı açıklamak isteriz.

Klor ile dezenfeksiyon:

Birçok mikrobun giderimi için genelde dünyada en çok, piyasa adı KLOR olan "Sodyum Hipoklorit" kimyasalı kullanılır ve işletmenin kurulduğu günden başlayarak "**aralıksız**" kullanıldığında, birçok işletmede KLOR başarılı olur.

Resim 2. *Klor ile Dezenfeksiyon*

Ancak, **KLOR ile dezenfeksiyon yönteminde üç değişkenin olduğunu düşünerek klorlama sistemi kurulmasında yarar vardır:**

1 - Su debisi değişkenliği: Su pompasının su emiş derinliği değiştikçe veya pompa karşı basıncı değiştikçe su debisi değişir, debi değişimine paralel klor dozajı da değişmelidir;

2 - Suda bulunan ve klor tüketen maddelerin değişkenliği: Örneğin, yıl içinde,

kuyu suyunda bulunan ve klor tüketen demir iyonunun miktarındaki değişiklikler klor dozajında ayarlamalar gerektirir.

3 - Satın alınan KLOR (Sodyum Hipoklorit) sıvısı içindeki **"Aktif Hipoklorit"in değişkenliği** sebebi ile de klor dozajında bu kalite değişimine paralel dozaj miktarı değişmelidir.

Bu üç değişken sebebi ile, sıradan bir dozaj pompası ile klorlama yapmak dezenfeksiyonda başarısız olur, ya suya yeterli klor verilmez veya suya yüksek miktarda klor verildiği için işletme veya ürün zarar görür. Biz hassas klorlama sistemlerinde bu üç değişkene göre klor dozajı yapan bir yöntem uyguluyoruz ve bu şekilde her gün, her dakika sudaki klor miktarı sabit kalıyor. Genelde bazı mikroplar bir süre sonra KLOR'a alışır ve klorlu suda dahi üremeye başlar. Bu sebeple, gerektiğinde su sistemlerine ŞOK KLOR uygulanır, yani periyodik olarak su sistemine yüksek dozda klor verilerek klora alışmış mikropların bu şok tesiri ile giderilmesi sağlanır.

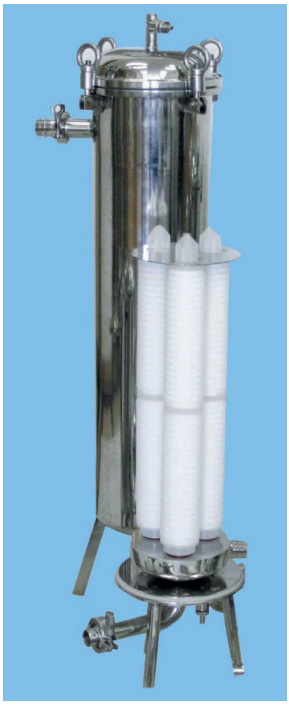
Klor, ozon, ultraviyole, biyosit gibi yöntemler mikropları **ÖLDÜRMEK** maksatlı kullanılır; aklımıza şu soru geliyor:

Mikropları öldürmek en doğru dezenfeksiyon yöntemi midir?

Klor, ozon, ultraviyole, biyosit gibi yöntemler ile mikropların tamamen öldüğünü var sayalım. Bu durumda suda ölü biyolojik maddeler yani "CESETLER" bulunduğunu göz önünde bulunduralım ve şu soruyu soralım:

Sudaki "CESETLER" suya ne yapar?

Cesetler çürümeye başladığında suda istenmeyen ve koku yapan AZOTLU maddeler ortaya çıkar ve bunlar ayrıca başka bakterilerin de gıdasıdır. Bu sebeple, sudaki canlıları öldürmek sonucunda istenen başarılı dezenfeksiyon elde edilse dahi başka sorunlar ortaya çıkar. İşte bu sebeple, özellikle içecek ve gıda sektöründe mikropların geçmesine müsaade etmeyen **0,2 mikron** seviyesinde hassas proses kartuş filtreleri veya **0,02 mikron** seviyesinde **ultra filtrasyon tekniği** kullanılmalıdır.



Resim 3. *Bakteri Geçirmeyen 0,2 Mikronluk Kartuş Filtreler ve Filtre Kabı*

Resim 4. *Sudaki Katıları 0,02 Mikron Seviyesine Kadar Süzen Ultra Filtrasyon*

Ters Ozmoz tekniği ile mikroplar giderilir mi?

Ters Ozmoz tekniği ile proses suyu hazırlandığında, bakterilere kıyasla binlerce kez daha küçük olan mineralleri sudan ayıran bu tekniğe güvenip, ters ozmoz

cihazının mikropları YÜZDE YÜZ giderdiği düşünülür. Teorik olarak bu düşünce doğru gibi görünür. Ancak, hakikatte ters ozmoz cihazının üretim suyunda bakteri bulunma olasılığı vardır ve birkaç kez ters ozmoz üretim suyunda bakteri bulunduğuna biz şahit olduk.

Nasıl olur da küçücük mikroplar bize zarar verir?

Mikroskop ile görünebilen bu canlılar sebebi ile işletmelerin çoğunda sorunlar yaşanır. Bu sebeple dezenfeksiyon yöntemlerinden önce mikropları biraz tanıyalım.

Mikroskop ile görünen canlılar konusundan önce, göz ile görünen çok küçük karıncalara bir göz atalım:

Çıplak gözle görebildiğimiz ufacık canlılar olan karıncalar aralarında mükemmel iletişim kuruyor ve koloniler oluşturuyor, harika yuvalar yapıyor, bir yıllık gıdalarını topluyor ve bunları bozulmadan koruyor; çok yağışlı mevsimlerde, araziler birkaç ay su altında kaldığında dahi, sular çekilip arazi kuruduktan sonra karınca yuvalarının tekrar açıldığına şahit oluyoruz. Karıncaları gözle görünmeyecek kadar küçültelim, işte mikroplar bunlar. Onlar da karıncalar gibi aralarında mükemmel iletişim kuruyor, koloniler oluşturuyor, harika yuvalar yapıyor, bunlara BİYOFİLM adı verilir.

İşte bazı su sistemlerinde oluşan bu BİYOFİLMLER karınca yuvaları gibi sağlam, içlerine klor, biyosit gibi dezenfektanlar işlemeyen kalelerdir. Biyofilmler büyüyüp bazı cihazların tıkanmasına sebep olur, ters ozmoz membranlarını da tıkayabilir. Su depolarında, soğutma kulelerinde üreyen ve insan için ölümcül olan LEJYONELLA bakterisinin de biyofilmler içinde ürediği keşfedildi. Biyofilm kalesi içine girilemediği için lejyonella ile mücadele de çok zor oluyor.

Kimyasallar ile biyofilmin yok edilemediğini fark eden ilim, şimdi biyofilmi oluşturan mikropların aralarındaki iletişimi bozmak için yöntemler arıyor. Su sisteminde kireçlenmeyi önleyen “Frekans Jeneratörü” adlı cihazların biyofilmi dağıttığı son yıllarda fark edildi. Sanırız, frekans üreten bu cihazlar mikroplar arasındaki iletişimi bozuyor, böylece mikroplar biyofilmi oluşturamıyor.

Resim 5. *Kireçtaşı ve Biyofilm Oluşmasını Önleyen Frekans Jeneratörü*

Sonuç olarak: Dezenfeksiyon önemsenecek bir konudur. Mikroplar ile mücadele için çok çeşitli dezenfeksiyon yöntemi bulunur, işletmelerin öncelikle bir uzmanın danışmanlığında dezenfeksiyon yöntemleri kurmaları yararlı olur, daha sonra, işletmede edinilen tecrübelere göre o işletmede başarıya ulaşmış en uygun dezenfeksiyon yöntemleri uygulanmalıdır.

Özellikle içecek ve gıda sektöründe mikroplardan korunmak için yalnızca BİR dezenfeksiyon yöntemine güvenilmesi doğru olmaz, birkaç dezenfeksiyon sistemini beraberce kullanmak çok daha emniyetli olur görüşündeyiz.

Klor ile Dezenfeksiyon

KLOR ile su dezenfeksiyonun başarılı olabilmesi için doğru uygulama yöntemlerini öğrenmeliyiz.

Not: Dezenfeksiyon konusuna geçmeden önce "Klor" ile ilgili kelimelerin anlamlarını bilmekte yarar vardır. Çünkü kimya ilminde kullanılan kelimeler ile piyasa dilinde kullanılan kelimelerin anlamları farklıdır.

Kimya ilminde KLOR: Tabii sularda, deniz suyunda ve sofra tuzu (NaCl) içinde bulunan **(Cl) elementine** kimyada **"Klor"** adı verilir. Bu tabii elementin dezenfeksiyon özelliği yoktur.

Kimya ilminde KLORÜR: (Cl) elementinin "iyon" halinde olanına **(Cl^-) "Klorür iyonu"** denir. **(Cl^-)** iyonunun **dezenfeksiyon özelliği yoktur.**

Halk dilinde KLOR : (Na), (Cl) ve (O) elementleri içeren **NaClO ve başkaca** formüllerde de oluşan maddeler olup dezenfeksiyon amacı için kullanılan, kimya ilmi ile **insanın ürettiği kimyasallardır** ve bu maddeler normal şartlarda tabiatta bulunmaz. Klorlu dezenfektan malzemelerinin **halk dilindeki adı "KLOR"** olduğu için bu yazımızdaki **"KLOR"** kelimesi **dezenfektan görevi yapan "Klor Bileşiği"** olarak algılanmalıdır.

DİKKAT: Oksijen içeren klorlu maddelerdeki **"Oksijen, oksidasyon yolu ile su dezenfeksiyonu yapan maddedir. "Cl" iyonu dezenfeksiyon yapmaz."**

Serbest KLOR: Su içinde çözünmüş olan üç klorlu maddenin toplamıdır. Çözünmüş (Cl) gazı; Hipokloröz asidi (HOCl) ve Hipoklorit iyonu (OCl^-). Serbest klor ölçümü sonucu elde edilen rakam, bu üç maddenin toplamını gösterir.

Aktif KLOR: **($HOCl^-$)** Hipokloröz asit.

Bağlı KLOR: **(ClO^-)** iyonunun başka maddeler ile birleşmesi sonucu ortaya çıkan maddelerdir.

KLOR uzun yıllardır dünya üzerinde, değişik kimyasal bileşikleri şeklinde su dezenfeksiyonu için kullanılıyor. 2000 li yılların başında A.B.D.'de yapılan araştırmalarda, KLOR'un içme sularında bulunan tabii azotlu maddeler ile (NO_2 gibi) birleşmesi sonucu ortaya çıkan ve "**Halometan, Trihalometan"** olarak adlandırılan maddelerin **kanserojen** olduğu kanıtlandı. Bunun üzerine A.B.D.'de, şehir suyu yönetmeliklerinde bu kanserojen maddelerin azami değerleri yeniden belirlendi ve en çok **0,1 mg/L** olarak yönetmeliklere girdi. Ülkemizde uygulanan "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Yönetmeliği"nde de bu değer aynıdır (**0,1 mg/L**).

KLOR, insana ve gıda ürününe zararlı birçok mikrobu öldürdüğü için ve piyasada **ucuz fiyata** temin edildiği için halen ülkelerin bir çoğunda kullanılmaktadır. KLOR'un öldüremediği fakat insan için zararlı birçok mikroorganizma da bulunmaktadır. Ancak, **KLOR'un öldürdükleri öldüremediklerinden daha çok olduğu için KLOR hala başarılı bir dezenfektan olarak kabul ediliyor.**

Ülkemizde, işletmelerde kullanılan iki tür klorlu madde şunlardır: Sıvı KLOR (Kimya adı ile Sodyum Hipoklorit NaClO), Gaz KLOR (Saf Klor Cl_2).

NOT: *Ülkemizde ender kullanılan KLOR DİOKSİT metodundan bu yazımızda söz etmeyeceğiz.*

Bu iki tür klorlu maddeden biri, dezenfeksiyon maksadı ile suya verildiğinde, su içinde **"Hipokloröz Asit" (HOCl)** oluşur ve **bu asit içindeki "OCl^-" iyonu bir OKSİTLEYİCİ olarak dezenfeksiyon görevini yapar. Yani, mikrobu öldüren madde "Cl^-" iyonu değil, "Cl^-" iyonuna bağlı olan aktif oksijenin oluşturduğu "OKSİTLEME"dir.**

"Hipokloröz Asit" (HOCl)'in nasıl oluştuğunu görelim:

Sıvı KLOR (Sodyum Hipoklorit) suya girdiğinde aşağıdaki kimyasal reaksiyon oluşur:

(Gaz KLOR) $Cl_2 + H_2O = HOCl$ + (Hidroklorik Asit) HCl

Görüldüğü gibi, **"Hipokloröz Asit"** ile beraber kostik (NaOH) de oluşur, bu nedenle suya **sıvı KLOR verildiğinde suyun pH derecesi yükselir.** Suyun pH derecesine göre KLOR'un dezenfeksiyon gücü değişir, düşük pH'lı sularda KLOR'un dezenfeksiyon gücü daha yüksektir.

Gaz KLOR suya girince aşağıdaki kimyasal reaksiyon oluşur:

(Gaz KLOR) $Cl_2 + H_2O =$ HOCl + (Hidrokloröz Asit) HCl

Görüldüğü gibi, **"Hipokloröz Asit"** ile beraber Hidroklorik Asit (HCl) de oluşur, bu nedenle suya **gaz KLOR verildiğinde suyun pH derecesi azalır.**

KLOR'un sudaki "Dezenfeksiyon" etkisi dört unsura bağlıdır:

- Suda bulunan **Aktif KLOR miktarı** (mg/L cinsinden);

- Suyun **pH derecesi;**

- Serbest KLOR'un sudaki mikroplar ile **temas süresi;**

- Suyun sıcaklığı.

İyi bir dezenfeksiyon uygulamasında bu dört unsurun önemi çok yüksektir. Onun için bu dört unsurun dezenfeksiyon üzerindeki etkileri beraberce ele alınmalıdır.

Suyun pH derecesinin KLOR dezenfeksiyonuna etkisi:

pH	Aktif KLOR'un Aktif Olma Oranı
5.0	100
6.0	96
7.0	75
7.2	66
7.5	48
7.8	33
8.0	22

Tabloda göründüğü gibi su içindeki **Aktif KLOR miktarının dezenfeksiyona etkisi suyun pH derecesine çok bağlıdır**. Düşük pH derecesinde Aktif KLOR yüksek dezenfeksiyon gücüne sahipken, suyun pH **derecesi 7,5'in üzerine çıktığında dezenfeksiyon gücü %50'in altına düşer**.

Bu sebeple, yalnızca sudaki KLOR'u ölçmek KLOR'un etkisini öğrenmek için yeterli değildir, suyun pH derecesi de ayni anda ölçülmeli ve daha sonra yorum yapılmalıdır.

Sıvı KLOR uygulamasında bazı engeller olduğu bilinmeli ve uygulamada bunlar göz önünde bulundurulmalıdır:

Sıvı KLOR suyun pH derecesini arttırır, pH derecesi yükseldiğinde KLOR'un dezenfeksiyon etkisi azalır (pH etki tablosuna bakın).

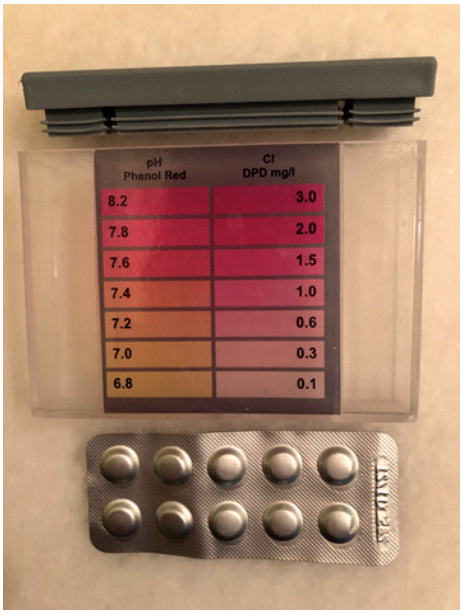
Depoda duran sıvı KLOR içindeki "Cl" iyonu, özellikle sıcak mevsimlerde, "Cl" gazı olarak uçar ve bu sıvının dezenfektan özelliği çok azalır.

Sıvı KLOR sıvısı içindeki SAF KLOR oranının tespit edilmesinde zorluklar vardır, değişik tarihlerde satın alınan her bidon sıvı KLOR'un içindeki SAF KLOR miktarı farklıdır. Sıvı klor, dozaj pompası ile suya veriliyorsa, her yeni KLOR bidonu için dozaj pompası ayarı yeniden yapılmalı veya sudaki KLOR miktarını ölçeren dozaj pompasının hızını ayarlayan tam otomatik çalışan sistemler kurulmalıdır.

Resim 1. *Hassas Ölçümlü Tam Otomatik Klorlama Sistemi*

Örneğin, şehir sularında musluktan akan suyun içinde "Bakiye KLOR" olarak en az 0,5 mg/L KLOR olması emniyetlidir. Sudaki "Bakiye KLOR"un otomatik olarak ölçülmesi ve arzu edilen sınırlar içinde suya otomatik olarak KLOR verilmesi mümkündür. Burada gene suyun pH derecesini göz önünde tutmak doğru olur. pH derecesi yüksek sularda KLOR'un dezenfeksiyon gücünün azaldığı unutulmamalı ve suya daha çok KLOR verilmeli veya asit ilavesi ile suyun pH derecesi düşürülmelidir.

Serbest KLOR Ölçüm Yöntemi: Sudaki "Bakiye KLOR"un ölçümü DPD test tabletleri ve "komparatör" tabir edilen el tipi bir test cihazı ile basitçe yapılabilir. Bir işletmede otomatik KLOR ölçümü yapan "KLOR Monitörleri" olsa dahi, bu monitörlerin sağlıklı çalışmasının kontrolü için de el tipi test cihazları kullanılmalıdır.

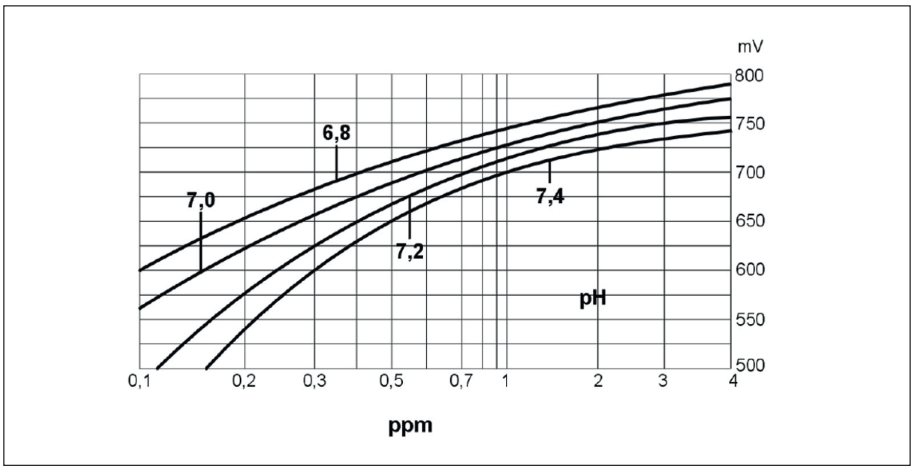


Resim 2. *Klor /pH Komparatörü*

Suyun pH derecesini ölçmek için de pH renk komparatörü kullanılabilir. Otomasyon istenen işletmelerde "Bakiye KLOR" ölçen bir monitör ve buna ek olarak "pH ölçen" bir monitör kullanmak en uygun tekniktir. Bazı işletmelerde KLOR'un su içindeki oksitleme gücünü gösteren REDOX (ORP) monitörü kullanarak sudaki "Bakiye KLOR"un seviyesi ölçülmek istenir. Sudaki ORP değerini ölçmek, "Bakiye KLOR" ve pH ölçmekten çok daha ucuz bir tekniktir, fakat, **yalnızca "ORP" ölçmek çok yanıltıcı olur.**

Çünkü, ORP / pH çizelgesinde görüldüğü gibi, suyun ORP değeri suyun pH değerine göre değişir.

ORP / pH Çizelgesi



Benzer şekilde, suyun kokusuna bakarak "Bakiye KLOR" hakkında yorum yapmak da son derece yanlıştır. Çünkü, KLOR'un sudaki azotlu maddeler ile birleşmesi sonucu oluşan KLOR bileşikleri KLOR'dan daha çok KLOR kokusu verir ve insanı yanıltır.

Suyun Klorlanması ile ilgili Üç Değişken olduğunu hatırlatalım:

SU DEBİSİ: Su debisi genelde değişkendir. İşletmelerde hidrofor ve kuyu suyu debileri aynı kalmaz. Örneğin kuyu pompasının üzerindeki su seviyesi yılın 12 ayında büyük değişiklikler gösterir, bu sebeple kuyu suyu debisi çok değişkendir.

SIVI KLOR KALİTESİ: Sıvı klor bidonundaki klor zaman içinde Cl_2 gazı olarak uçar ve sonuçta bidondaki aktif klorun oranı azalır.

SUDA BULUNAN KLOR TÜKETİCİ MADDELER: Su içinde kloru tüketen demir iyonu, organik madde ve bakteriler gün içinde ve yıl içinde değişir.

Yukarıda tarif edilen sudaki üç değişkene göre tam otomatik klor seviyesini ayarlayan bir sistem kurulursa, klor ile dezenfeksiyon başarılı olur.

Resim 3. *Hassas Klorlama Sistemi*

ÖNERİLERİMİZ:

* İşletmelerde KLOR ile dezenfeksiyonda sık sık KLOR ve pH ölçümlerinin beraberce yapılması ve ölçüm kayıtlarının tutulması işletmelerin sağlığı açısından çok önemlidir.

* Elle yapılan klorlama yerine, işçilik yanlışlıklarını en aza indirmek için otomatik KLOR dozajı yapılmasını öneririz.

* Sudaki "Bakiye KLOR" miktarı ile suyun pH değerlerinin kontrol altında tutulmaları için öncelikle KLOR ve pH monitörlerinin kullanılmasını ve ayrıca el test aletleri ile sık sık bu monitörlerin sağlıklı çalıştıklarının kontrol edilmesi tekniğe en uygun yöntemdir.

SONUÇ: KLOR ile dezenfeksiyon, bazı sorunlarına rağmen, KLOR'un kolay temin edilmesi, ucuz olması ve ölçülebilir olması sebepleri ile bugün için vaz geçilmez bir su dezenfeksiyon yöntemidir.

Klor, Klorür, Hipoklorit

Klor, klorür ve hipoklorit su tekniğinde kullanılan kimyasal maddelerdir ve bunları daha iyi tanımalıyız. Halk dilinde bu üç maddeye de ayni isim verilir,"KLOR". Bu yanlış adlandırma zaman zaman anlaşmazlıklara sebep olabiliyor.

Piyasamızda "KLOR" kelimesi değişik anlamlarda kullanılıyor ve bu durum zaman zaman anlaşmazlıklara ve yanlışlıklara sebep oluyor. Bu yazımda öncelikle "KLOR" kelimesinin kimya dilinde ve piyasa dilindeki anlamlarına değineceğiz, daha sonra "Cl^-" iyonunun bazı özelliklerini anlatacağız.

Türk Dil Kurumu'nun internet sayfasında "KLOR"un tarifi şöyle:

"Atom numarası 17, atom ağırlığı 35,5 olan, normal sıcaklıkta gaz durumunda bulunan, halojenlerden bir element (simgesi Cl)."

Halk dilinde **"KLOR"** kelimesi genelde suda, **yüzme** havuzlarında ve temizlik işlemlerinde dezenfeksiyon amacı için kullanılan ve beyaz çamaşırların **ağartı**lması işleminde yer alan kimyasalların adıdır. Klor gazı ile işi olan kişiler dışında "KLOR" kelimesinin "Cl" gazının ismi olduğunu bilen sayısı azdır (tabiatta klor gazı iki Cl atomundan oluşur: "Cl".)

"KLORÜR" kelimesi ise, su içinde **iyon halinde** bulunan KLOR maddesine denir: **(Cl^-) "Klorür İyonu".** KLORÜR **"Cl^-"** iyonu çok kullandığımız NaCl (tuz) maddesini suda çözdüğümüzde oluşur, ayrıca, sanayide çok kullanılan ve evsel işlerde "TUZ RUHU" olarak anılan **"HCl" HİDROKLORİK ASİT'in içinde de yer alır.** Klorür **"Cl^-"** iyonu birçok kimyasal içinde de bulunur, ancak bu yazımızda su tekniğinde en çok kullanılan birkaç kimyasal ile sınırlı kalacağız.

"Sodyum HİPOKLORİT" kelimesi aslında en çok kullanmamız gereken kelimedir, çünkü gerek dezenfeksiyonda ve gerekse çamaşır ağartmada kullanılan madde, kimya dilinde Sodyum HİPOKLORİT olarak adlandırılan **"$NaClO^-$" maddesidir.**

Su içinde "Cl" gazını çözdüğümüzde "ClO^-" **HİPOKLORİT iyonu** elde edilir, ancak "Cl" gazı ile işlem yapmak işletme riskleri yarattığı **için, çoğu zaman dezenfeksiyon ve çamaşır ağartma işlemleri için piyasada SIVI olarak satılan ve içinde HİPOKLORİT iyonu bulunan SODYUM HİPOKLORİT kimyasalı "**NaClO" kullanılır. Değişik markalar altında veya markasız olarak satılan bu SIVI madde içinde %1 ile %14 kadar saf SODYUM HİPOKLORİT bulunur. Bu sıvı içinde bulunan ve oksitleme özelliğine sahip olan HİPOKLORİT "ClO^- "iyonunun ömrü çok uzun değildir, zaman içinde, "Cl" maddesi gaz "Cl"

olarak sıvıyı terk eder. Dolayısı ile bu sıvıyı kullananların büyük stoklar bulundurması ekonomik değildir.

ÇAMAŞIR SUYU: Evlerde çamaşır ağartmak maksadı ile kullanılan kimyasal da SODYUM HİPOKLORİT'tir. Ancak, evsel amaçlı olduğu için piyasaya düşük konsantrasyonlu olarak verilir.

Sıvı olarak satılan ve halk dilinde "SIVI KLOR" olarak da adlandırılan kimyasal yerine, katı olarak satılan KALSIYUM HİPOKLORİT de dezenfeksiyon için kullanılabilir. Kalsiyum hipokloritin kimyasal formülü şöyledir: "$Ca(ClO)_2$" ve genelde piyasada satılanlar içinde %65 kadar saf "$Ca(ClO)_2$" bulunur. (yüzme havuzlarında da katı olarak satılan klor türevleri kullanılır).

KLOR kelimesinin hem gaz olan "Cl" maddesi için ve hem de gaz olmayan dezenfeksiyon maddesi için kullanılmasına sebep şu olabilir: "Cl" klor gazını suda çözdüğümüzde, ki birçok şehir suyu dezenfeksiyonu için gaz halindeki "Cl" kullanılır, su içinde dezenfeksiyon görevi yapan **"ClO^-"** iyonu, yani HİPOKLORİT iyonu oluşur ve bu iyon dezenfeksiyon görevi yapan iyondur, yoksa, gaz şeklindeki KLOR, yani "Cl" maddesi ve sularda iyon şeklinde bulunan **KLORÜR "Cl^-"** iyonu" dezenfeksiyon yapmaz. **"Cl^-**" iyonu" dezenfeksiyon yapsaydı deniz suyunda hiçbir canlı yaşamazdı.

Yukarıdaki paragraftaki önemli noktayı tekrarlayalım: Kimya dilinde **"Cl" olarak yazılan KLOR maddesi dezenfeksiyon yapmaz**; halk dilinde gene KLOR olarak adlandırılan **"ClO^-" iyonu dezenfeksiyon maddesidir**, bu da kimya dilinde **HİPOKLORİT İYONU** olarak adlandırılır.

SERBEST KLOR NEDİR? Tabii şartlarda suda bunmayan, insanın suya eklediği **"ClO^-"** iyonu ölçülebilir ve bu ölçümde elde edilen değere **"SERBEST KLOR MİKTARI"** denir.

"ClO^-" iyonu dezenfeksiyon yaparken aslında bünyesindeki oksijen iyonunu verir. Bu şekilde serbest klor miktarı azalır. Örneğin bir işletmede kuyu suyuna 2 mg/L miktarında dozlanan hipoklorit sonucu suda ilk başta 2 mg/L serbest klor varken, yarım saat kadar sonra, bu serbest klor iyonları sudaki birçok maddeyi okside eder ve sonuçta sudaki serbest klor miktarı azalır veya tamamen yok olur. (Serbest klor için **aktif klor** da denir.)

Bağlı Klor Nedir? Suya verilen **"ClO^-**" iyonu suda bulunan azotlu maddeler ile (örneğin amonyak "NH_2" ile) kimyasal reaksiyona girdiğinde, KLORAMİN adı verilen klor bileşikleri oluşturur, işte, klorun "Kloramin" formunda kalmış olan miktarına "BAĞLI KLOR" denir ve sudaki miktarı ölçülebilir. Bağlı klor suda istenmeyen bir klor kokusu oluşturur, gözü ve cildi rahatsız eder.

SUDAN KLORU GİDERMEK? İşte bu sorunun tam iki anlamı vardır ve çoğu zaman bu anlamlar birbirine karıştırılır:

Su içinde bulunan tabii KLORÜR **"Cl^-"** iyonunu gidermek. Bu ancak ters ozmoz cihazı ile veya anyonik reçine ile giderilebilir. Su içindeki KLORÜR **"Cl^-"** iyonu metallerde ve hatta 316 kalite paslanmaz çelikte dahi KOROZYONA sebep olduğu için suda ancak sınırlı seviyede bulunmasına izin verilir. Suda fazla **"Cl^-"** iyonu bulunuyorsa en ekonomik olarak ters ozmoz tekniği ile giderilir.

Su içinde bulunan insan imali HİPOKLORİT **"ClO^-"** iyonunu gidermek: Bu aslında **"ClO^-"** iyonu içindeki **"Oksijen"** iyonunun yok edilmesi demektir ve genelde aktif karbon filtresi ile veya kısaca SMBS olarak adlandırılan Sodyum Meta Bi Sülfit kimyasalı ile giderilir. Bu konuyu aşağıdaki paragrafta biraz daha açmak isteriz.

AKTİF KARBON İLE "KLOR"UN GİDERİLMESİ: **"Aktif Karbon Kloru alır."** Bu cümle aslında kimyasal olarak şu demektir: Halk dilinde "Klor" olarak adlandırılan HİPOKLORİT iyonu **"ClO^-"** aktif karbondan geçerken **"ClO^-"** iyonu içindeki oksijen "O" aktif karbon ile reaksiyona girip CO_2 gazı oluşturur. Dolayısı ile geri kalan "Cl" iyonu sofra tuzu su içindeki "Cl" iyonundan farksızdır, "Cl" iyonunun oksidasyon ve dezenfeksiyon özelliği yoktur. Bu "Cl" iyonunu aktif karbon filtresi almaz, **"Cl^-"** iyonu Aktif Karbon Filtresinden geçen su ile beraber yoluna devam eder.

SMBS İLE "KLOR"UN GİDERİLMESİ: Açık formülü **$Na_2S_2O_5$** olan kimyasaldır. Bu madde içindeki kükürt (S) **"ClO^-"** i**çindeki oksijeni kendisine bağlar, bu şekilde geriye, oksidasyon yeteneği** olmayan **"Cl^-"** iyonu kalır ve bu iyon su ile beraber yoluna devam eder.

Yukarıda anlattığımız kimya bilgisini herkes bilmediği için bazı işletmeler, kuyu suyu içinde bulunan tabii "Cl" iyonunu gidermek için Aktif Karbon filtresi satın alır, fakat bu yatırım hiç işe yaramaz, çünkü sudaki Cl iyonunu Aktif Karbon Filtresi gidermez, bunu basitçe gideren yöntem Ters Ozmoz tekniğidir.

Resim 1. *Aktif Karbon Filtresi*

"Cl^-" iyonu ve **"ClO^-"** iyonu halk dilinde ayni şekilde "KLOR" olarak adlandırıldığı için işletmelerde yanlışlıklar yapılır:

"Suya klor vermeyelim, yani dezenfeksiyon yapan **"ClO^-"** iyonu vermeyelim, korozyon yapar." denir. Oysa, sudaki bakterileri öldürmek için suya olsa olsa 2 - 3 mg/L kadar HİPOKLORİT verilir, bunun içindeki **"Cl^-"** iyonu birkaç mg/L kadardır ve birkaç mg/L kadar "Cl" iyonu korozyonu arttırmaz. Örneğin bir işletmenin kuyu suyunda 100 mg/L tabii "Cl" iyonu varsa, suya 2-3 mg/L HİPOKLORİT vermek kuyu suyundaki "Cl" miktarını %2 kadar arttırır, bu da suyun korozif özelliğini pek değiştirmez.

Klor "Cl", Klorür "Cl^-" ve Hipoklorit **"ClO^-"** maddelerinin ayrı ayrı adı olduğunu az kişi bildiğinden, çoğunluk ile anlaşabilmek için alışkanlıkları devam ettirip KLOR kelimesini bu üç madde için kullanmaya devam edeceğiz herhalde. Ancak, bu üç maddenin kimyasal ve fiziksel özelliklerini bilmek evlerde ve işletmelerde yanlışlıkları önler görüşündeyiz.

Ultraviyole Işını ile Su Dezenfeksiyonu

Ultraviyole - UV ışını ile Su dezenfeksiyonu dünyada çok kullanılan bir tekniktir. UV tekniği su içinde kalıcı hiçbir madde bırakmaz. UV'nin bu özelliği bazı uygulamalar için çok büyük avantaj olmasına karşın, bazı uygulamalrda ise UV'nin başarısız yanı sayılır.

NOT: *Su dezenfeksiyonu ile ilgili dünyada birçok Ultraviyole cihazları icat edilmiştir. Bu yazımızda biz yalnızca kendi kullandığımız cihazları anlatacağız.*

Güneşin ürettiği değişik dalga boylarındaki UV ışınlarının bir kısmı atmosfer tabakalarından geçerek dünya üzerine kadar gelir. Ancak, mikroorganizmalar üzerinde direkt öldürücü etkisi olan "**230-300 nanometre aralığında UV ışınları"**nın büyük bir kısmı atmosferdeki ozon tabakası tarafından süzülür. Aksi halde dünyada yaşam mümkün olamazdı.

Bakteri, virüs, spor, parazit gibi canlılar üzerinde en etkili olan UV ışınları **254 nm dalga boylu** olanlardır. Bazı literatür bu etkiyi şöyle açıklıyor: **"254 nm dalga boyundaki UV ışınları** mikroorganizmaların **hücre zarından içeri süzülür, DNA zincirinde değişiklik yapar, DNA'sı bozulan canlıda üreme dahil tüm hücre faaliyetleri durur ve hücre ölümü gerçekleşir".**

Su dezenfeksiyonunda kullanılan "UV Dezenfeksiyon cihazları"nda gerekli UV ışınlarını özel UV lambalar üretir. Bir UV cihazı iki ana parçadan oluşur:

1) UV reaktörü: Reaktör içinde bir veya birkaç UV lambası bulunur. Suyla temastan korumak için UV lamba koruyucu kuvars cam tüp içindedir. UV reaktörü içinden akan su UV ışınlarına maruz kalmaktadır. Bazı özel modellerde UV lambaları reaktör dışındadır, bu durumda reaktörün kendisi UV ışınının geçiren kuvars camdan imal edilir.

2) Elektrik/Kontrol panosu: UV lambaların çalışması ve sistemin kontrolü/izlenmesi için gerekli elektrik-elekronik ekipmanları içerir.

UV Dozu = UV Yoğunluğu x Temas Süresi: UV cihazı ile dezenfekte edilen su içindeki mikroorganizmaların DNA'larının parçalanması için UV reaktörü içinde asgari bir "**UV ışın yoğunluğu"**nun sağlanması istenir **(UV ışın yoğunluğu = birim en kesitten geçen UV enerjisi, W/m).** Ayrıca bu ışınların suyla, yani mikroorganizmalarla yeterli bir süre "**temas etmesi**" gerekmektedir. UV dezenfeksiyonu için temel parametre olan **UV dozu** işte bu iki parametre ile kabaca aşağıdaki şekilde hesaplanabilir:

UV dozu [J/m] = UV ışın yoğunluğu [W/m] x Temas süresi [saniye]

Eğer suya **yeterli UV dozu uygulanmazsa**, bazı mikroorganizmalar DNA'larını enzimler yoluyla daha sonra onararak tekrar canlanabilir. Bu olaya "**foto-reaktivasyon**" adı verilir. **Yapılan araştırmalar, 40.000 mikrowatt-saniye/cm^2 (= 400 J/m) UV dozunun foto-reaktivasyon ihtimalini ortadan kaldırdığını göstermiştir.** Bu nedenle dünyada özellikle **içme suyuna yönelik UV cihazlarının en az 400 J/m UV dozu verebilecek şekilde seçilmesi istenir**.

Resim 1. *Ultraviyole Su Dezenfeksiyon Cihazı*

UV ışın yoğunluğu (W/m), kullanılan UV lambanın UV ışını üretim verimi yanında suyun UV-Transmisyon (1cm) değerine bağlıdır. **Bu parametre, 1 cm kalınlığındaki suyun 254 nm dalga boylu UV ışınlarını ne oranda geçirebildiğini gösterir, birimi "%"dir.** Bir UV cihazında UV ışın kaynağı UV lambadır ve lambadan yayılan ışının yoğunluğu koruyucu kuvars cama kadar sabit kabul edilebilir. Ama ışınların su içine girdikten sonra ne kadar ilerleyebileceği ve ilerlerken gücünden ne oranda kaybedeceği **suyun "ışın geçirgenliğine" bağlıdır**. Örneğin, hassas filtrelenmemiş bulanık sularda UV ışını geçirgenliği %30'nin altına dahi düşebilir.

Temas süresi ise, suyun içinden aktığı ve UV ışınları ile temas ettiği "UV reaktörünün" net hacmi ve iç tasarımı ile ilgilidir. **UV reaktör hacminin su debisine bölünmesi ile "ortalama temas süresi" hesaplanabilir.** Dezenfeksiyon için - UV yoğunluğundan bağımsız - **en az 1 saniye temas süresi şarttır denebilir.**

UV reaktörlerinin iç tasarımı çok önemlidir. İç tasarımı uygun olmayan bir UV reaktöründe, cihazın bazı yerlerinde su hızı yüksek olur, su yeterli süre UV ışını ile temas edemez ve bu su damlacıkları içinde bulunan mikroorganizmalar UV cihazını "canlı olarak" terk edebilir. Sonuçta UV dezenfeksiyonu başarısız olur.

UV Dezenfeksiyonu için bize müracaat eden müşterilere genelde şu soruyu soruyoruz: "Hakikaten UV ile dezenfeksiyon yapan bir cihaz mı istersiniz, yoksa göstermelik bir UV cihazı mı?" Dünya piyasasında ve ülkemizde hakikaten dezenfeksiyon yapan UV cihazları olduğu gibi, göstermelik ve ucuz fiyata UV cihazları da bulunmaktadır.

Resim 2. *Üç Birimli Ultraviyole Dezenfeksiyon Cihazı*

UV ışınları ile dezenfeksiyonun başarılı olabilmesi için aşağıdaki şartlar sağlanmalıdır:

1. UV cihazı **254 nm dalga boyunda ve yeterli yoğunlukta UV ışını üretmelidir**. Ayrıca, UV lambasının sadece 250-260 nm aralığında (ideal 254 nm) ışın üretmesi, daha kısa veya uzun dalga boylu ışınlar üretmemesi istenir. Çünkü bazı dalga boyundaki UV ışınları istenmeyen yan etkiler oluşturur: sudaki nitrat'ı zararlı olan nitrit'e dönüştürür, alg oluşumunu hızlandırır ve aşırı ısı yayar.

2. **Mikroorganizmaların UV ışınları ile yeterli süre teması gerekir.** Yeterli UV dozuna ulaşmak için, UV lamba ile uyumlu tasarlanmış bir UV reaktörü bulunmalıdır. **"Foto-reaktivasyon" ihtimaline karşı UV cihazlarının seçiminde en az 400 J/m doz esas alınmalıdır.**

3. **UV cihazlarına özel UV algılayıcı takılmalıdır**: Piyasa adı UV MONİTÖRÜ veya UV SENSÖRÜ olan bu UV algılayıcının sadece 254 nm dalga boyuna duyarlı olması gerekir. Bu algılayıcı, UV reaktörü cidarında yer alır, böylece UV lambaya en uzak noktadaki "minimum UV ışın yoğunluğunu" sürekli olarak ölçer, yeterli yoğunluğu bulamazsa alarm verir ve/veya otomatik bir vanayı kapayarak su geçişini durdurabilir. İnsan gözü ile UV ışınının dalga boyu ve yoğunluğu anlaşılamaz.

4. Birden fazla UV lamba içeren cihazlarda, her bir UV lambanın ayrı olarak izlenmesi ve çalışıp çalışmadığının kontrol edilmesi gerekir. UV cihazında güvenli bir kontrol için UV algılayıcı yanında her bir lambanın görev yaptığını belirleyen bir kontrol aparatı bulunmalıdır. UV lambalı cihazlarda tek bir lambanın sönmesi bile dezenfeksiyon performansını ciddi şekilde azaltır.

5. **Mikroorganizmaların yok edebilmesi için bunların UV ışınına karşı korunmasız bulunmaları gerekir.** Su iyi filtrelenmemişse, bulanıksa, renkliyse, yani suyun UV ışını geçirgenlik değeri düşükse UV dezenfeksiyon verimi de düşer. **UV dezenfeksiyonu çok iyi filtrelenmiş berrak sularda en yüksek verimle çalışır.**

Not**: Askıda Katı Madde (AKM) miktarının 20 mg/l üzerinde olduğu veya UV geçirgenlik değerinin %30'un altında olduğu düşük kalite sularda bile dezenfeksiyon yapabilecek özel tasarım UV cihazları bulunmaktadır. Bu tip özel tasarım UV cihazları için bile sudaki partiküllerin iriliğinin 30 mikron üzerinde olmaması gerekir. Kısaca, **UV dezenfeksiyonu öncesi SUYUN HASSAS FİLTRASYONU ŞARTTIR.

Resim 3. *Yandan Lambalı Ultraviyole Dezenfeksiyon Cihazı*

UV Cihazı İçin İdeal Montaj Noktası Neresidir?

UV bir ışın olduğu için suda kalıcı değildir, klor gibi suda bir iz bırakmaz. UV ışını radyoaktif bir ışın değildir, hiç bir kalıcılığı veya bıraktığı kalıcı bir tesiri yoktur. UV ile dezenfeksiyonu yapılan su bekletildiğinde dışarıdan bulaşabilecek mikroorganizmalar ile tekrar sağlıksız duruma gelebilir. UV dezenfeksiyonu tasarlanırken bu özellik göz önüne alınmalı ve suyun **kullanım yerlerine en yakın noktalarına** UV dezenfeksiyon cihazı yerleştirilmelidir.

Bir diğer önemli nokta, UV cihazının hattan geçen **"pik su debisine"** göre seçilmesidir. Ortalama debiye göre seçilen UV cihazları pik debi geçtiği anlarda yetersiz kalır.

Başarılı UV Uygulamaları:

Yukarıdaki bilgiler ışığında UV dezenfeksiyonun başarılı uygulamalarından bazı örnekler verebiliriz:

- Depoda bekletilen şehir suyu veya klorlanarak depoya verilen kuyu suyu hidrofor ile tesise verilirken, hidrofor çıkış hattı üzerine UV cihazı monte edilebilir.
- Hastahanelerde Diyaliz sistemleri için Ters Ozmoz cihazı ile üretilen su Diyaliz cihazlarına giderken UV cihazından geçirilmesi iyi olur.
- İçme suyu veya maden suyu şişeleme tesislerinde son filtrasyondan sonra (dolumdan önce) UV cihazı uygulaması önerilir.
- İlaç, kozmetik ve elektronik sanayiinde, çok saf suların kullanımından önce UV dezenfeksiyonu uygulanır.
- Aktif karbon yataklı filtreler ve reçineli su yumuşatma cihazı gibi, bakteri üretmeye müsait olan cihazlardan sonra ve önce UV dezenfeksiyonu önerilir.
- Sıcak su hatlarında klor ve ozon gibi dezenfektanlar tam etkili olmadığından, "lejyonella" gibi tehlikeli mikroorganizmalara karşı UV dezenfeksiyonu kullanılabilir. Bu tür uygulamalarda sıcak suya uygun UV cihazı seçilmelidir.
- Klora karşı dayanım kazanan çeşitli mikroorganizmalara karşı, ek bir güvenlik için UV cihazı uygulamak mümkündür.
- Ters ozmoz gibi membran sistemleri öncesinde UV kullanılarak membranlar üzerinde bakteri üremesi önlenebilir. Ters ozmoz membranları üzerinde üreyen bakteriler membranların su geçirimini engeller.
- Atık suların üçüncü kademe arıtılmasından sonra, tabiata verilmeden önce klor yerine dezenfeksiyon maksadı ile UV kullanılabilir.
- Özel tasarım UV cihazları ile suda bulunan klor veya ozonun giderimi yapılabilir.

UV'nin Avantajları:

- UV çevre dostudur, kimyasal kullanılmadan dezenfeksiyon yapar;
- Su içine herhangi bir kimyasal vermediği için suyun kimyasal özelliğini (iletkenlik, pH gibi) değiştirmez;
- pH değerinden ve suyun sıcaklığına bağımsız olarak dezenfeksiyon yapar;
- Suda kanserojen yan ürünler oluşturmaz. Klorlu dezenfektanlar kullanıldığında "Trihalometanlar THM" olarak adlandırılan kanserojen bileşikler oluşabilir.
- Yeterli UV dozu (> 400 J/m2) sağlandığında tüm mikroorganizmalar üzerinde etkilidir; sadece algler gibi büyük canlılar üzerindeki etkisi sınırlıdır.
- Dezenfeksiyon süresi çok hızlıdır (genelde 5 saniyeden az). Bu nedenle kim-

yasal maddeler ile dezenfeksiyonda gerekli olan büyük temas tanklarına ihtiyaç olmaz;

- İşletici için kimyasal riski taşımaz, buna karşın direkt UV ışınının çıplak göze ve cilde çok zararı vardır, UV dezenfeksiyon cihazının bakımı sırasında UV lambaları mutlaka kapatılmalıdır;
- İşletme maliyeti düşüktür;
- İşletmesi, kontrolü ve bakımı basittir;
- Klor ile dezenfeksiyona kıyasla satın alma, depolama, taşıma gibi işletme yükleri yoktur.

UV'nin Olumsuz Yanları: UV'nin su içinde herhangi bir kimyasal bırakmaması bir avantaj olarak sayılmasına karşın, bazı uygulamalar için aynı özellik **UV'nin bir dezavantajı olarak sayılır**. Bu özelliği dolayısı ile UV bir çok dezenfeksiyon uygulamasında tek başına kullanılamaz. Çünkü UV dezenfeksiyonundan sonra su içinde bakteri giderici bir ajan kalmadığından **suyun gittiği ve depolandığı yerlerde tekrar ortamdan bakteri alması ve bakteriyolojik açıdan kirlenmesi mümkündür.** Bu durumda şebeke koruması için UV'den sonra klorlu kimyasal dozajı yapılır.

Kontrol ve Bakım:

UV monitörü ve UV lamba kontrolü bulunan UV cihazlarının fonksiyon kontrolü kolaylaşır. Bu tür cihazlarda monitörün kontrolü daha önemlidir. UV cihazları basit cihazlar olup fazlaca bakım gerektirmez. Ancak UV lambalarının ömrü sınırlıdır. Ortalama 8000 - 9000 saat olan klasik UV lambalar yanında ömrü 12000 - 14000 saate varan özel teknolojiyle üretilen UV lambalar da mevcuttur. **UV lambaların zamanı geldiğinde yenilenmesi şarttır**. Aksi halde yeterli UV ışını üretemez ve cihaz dezenfeksiyon işlemini yerine getiremez. UV monitörlü cihazlar üretilen UV ışın şiddetini izlediğinden lamba değişim zamanını en doğru şekilde belirler ve işletmeciyi uyarır.

UV cihazlarında diğer bir önemli nokta, **koruyucu kuvars camların temizliğidir**. UV lambanın ürettiği UV ışınları kuvars camdan geçtikten sonra suya girer ve suyu dezenfekte eder. Bu nedenle **Kuvars camların temiz olması büyük önem taşır**. Su içindeki bazı maddeler kuvars cam üzerinde bir tabaka oluşturur ve UV ışınının geçişi azalır. Kuvars cam temizliği UV cihazında periyodik olarak yapılmalıdır. Çok kirli sularda "mekanik siliciler" yardımıyla kuvars cam temizlenir. Bu tür silicilerin otomatik olması tavsiye edilir. El tipi silicilerde temizleme sıklığı ve hızı "işletmecinin keyfine" kaldığından verimsiz olur. En etkili kuvars cam temizliği ise "kimyasal temizleme" metodudur. UV reaktöründe sirküle edilecek seyreltik asit ile hem kuvars camlar hem de UV reaktörü iç cidarı temizlenebilmektedir.

Kısaca: Doğru UV Dezenfeksiyon cihazı seçmek ve bilinçli kullanmak şartı ile UV dezenfeksiyon yönteminden yararlanılabilir. Ancak **her ilaç her hastalık için kullanılmadığı gibi UV dezenfeksiyon yöntemi de her tesise uymaz**. UV dezenfeksiyon yöntemi, su tekniğinde uzman bir kuruluş tarafında seçilmeli ve muhakkak üzerinde UV monitörü ile kullanılmalıdır. Su sistemi üzerindeki UV - Dezenfeksiyon yöntemine güvenen kullanıcı bu suyu her işinde kullanmayı amaçlar; doğru seçilmemiş ve bilgisizce kullanılan UV uygulamaları tehlikeli sonuçlar doğurabilir görüşündeyiz.

Ozon Gazı ile Su Dezenfeksiyonu

En çok şehir suyu dezenfeksiyonunda kullanılan Ozon Gazı'nın dünyadaki uygulamaları 100 yıldan daha çoktur.

Yazarın notu: *Bu yazımız ozon gazı hakkında "fikir vermek" amacı ile kaleme alınmıştır. Ozon gazının korozif ve tehlikeli olduğunu hatırlatırız, ayrıca ozon üretim cihazlarının 8000-15000 Volt gibi yüksek gerilim ile çalıştığını hatırlatırız; bu sebeple ozon gazı yatırımında ve ozon gazı uygulamasında tecrübeli bir kuruluş ile çalışılmasını öneririz.*

Tabiatta ozon, atmosferin en yüksek tabakalarında güneş ışığının tesiri ile tabii şekilde oluşur. İnsanın yaşadığı normal tabiat şartlarında ozon gazı bulunmaz, fakat suni olarak üretilir, ancak ozon gazının ömrü çok kısa olur, ozon gazı kısa zamanda tekrar oksijen molekülüne dönüşür veya oksitlediği bir madde ile birleşerek tükenir.

OZON gazı dünyada 1900 yılı başlarından beri başarılı bir şekilde su dezenfeksiyonunda kullanılmaktadır. Özellikle şehir suyu dezenfeksiyonunda ozonun çok eski bir tarihi vardır ve şu anda Avrupa şehir ve kasabalarının bir çoğunun şebeke suyu OZON gazı ile dezenfekte edilmektedir. KLOR'un (Sodyum Hipoklorit) azotlu maddeler ile birleşmesi sonucu ortaya çıkan kimyasalların insana zararlı olduğu ispat edildikten sonra dünyada OZON gazının su dezenfeksiyonunda kullanılması daha da önem taşımaktadır.

Ozon Gazı Üretimi: Tabii oksijen moleküllerinin (O_2) yüksek elektrik gerilimi (8000 - 15000 Volt) altında bırakılması yöntemi ile suni olarak Ozon Gazı üretilebilir. Ozon gazı kimyada **O_3** olarak sembolleştirilir, oysa, ozon gazının davranışı **O_3** gibi değil "**iyonize oksijen"** gibidir, yani (O_1) gibidir. Neden ozon gazının (O_1) gibi davrandığını düşünüyoruz? Çünkü ozon gazı birkaç saniye içinde birçok maddeyi okside eder, ayrıca, suda topaklayıcı kimyasal gibi de davranır ve mikroskobik katıların topaklaşmasını sağlar.

Ozon gazı üretildikten çok kısa bir süre içinde tekrar tabii oksijene (**O_2**) dönüşür. Ozon gazının çok kısa ömürlü olması sebebi ile OZON GAZI STOKLANAMAZ ve taşınamaz; bu nedenle ozon üretimi ozonun kullanıldığı yerin yakınına yerleştirilen ozon üretici cihazlar ile yapılır.

Resim 1. *Ozon Gazı Üretici 3000 gram/saat*

Ozon Gazı'nın İnsana Zararı:

Ozon gazı insan için zehirleyici sayılırsa da pratikte, ozon gazı pek tehlikeli değildir. Çünkü ozon gazının stoğu yoktur, ozon üretici cihazın çalışması durduğu an ozon üretimi sona erer; ayrıca, işletici için tehlike riski azdır, çünkü ozon gazının güçlü kokusu anında hissedildiğinden, kişi o ortamdan dışarı çıkar; sistemde ozon kaçağı olduğunda derhal ozon gazı üretimi durdurulur ve tehlike riski ortadan kalkar.

Su Dezenfeksiyonunda Ozon - Klor Karşılaştırılması:

Ozon gazının dünyada en çok kullanıldığı alan su dezenfeksiyonudur. Alışılagelmiş klor ile dezenfeksiyona kıyasla ozon gazı ile dezenfeksiyonun birçok avantajı bulunur:

1. Klor sudaki bazı istenmeyenleri okside ederken, **kalıcı ve zararlı kimyasallar da oluşturur**. Klorun oluşturduğu bu kimyasallar suyun lezzetini ve kokusunu bozar. Ozon gazı ise "iyonize olmuş oksijen" gibi davranır, dezenfeksiyon görevini çok hızlı yapar, sudaki bazı maddeleri okside eder, arta kalan ozon molekülleri ise çok kısa bir süre içinde tabii oksijene dönüşür: Sonuçta, **ozon istenmeyen kimyasallar oluşturmaz**.

2. Ozon gazının klorda hiç olmayan bir avantajı da TOPAKLAYICI (Flokülasyon) özelliğidir: Ozon gazı İYONİZE OKSİJEN gibi davrandığından su içinde bulunan çok küçük partiküller üzerinde "Topaklayıcı" rol oynar, ozon gazının bu yeteneği sayesinde küçük katılar birbirleri ile birleşerek daha büyük katılar oluşturur, büyük katılar filtrede kolayca tutulur ve sonuçta suyun filtrelenmesi çok kolaylaşır. ABD - Los Angeles kenti için yeni su hazırlama sistemi kurulacağı sırada yapılan araştırmada, ozon gazının "Topaklayıcı" özellikleri üzerinde rakamsal araştırmalar yapılmış ve ozon gazı bu tesiste topaklayıcı olarak kullanılmıştır.

3. Suyun pH derecesi klor ile dezenfeksiyonda çok önemlidir. Suyun pH derecesi 7,5 altında değilse, klorun suda oluşturduğu ve esas dezenfeksiyonu yapan **Hipokloröz Asit** "**HOCl**" yeterli miktarda oluşmaz ve dezenfeksiyonun yeterli olabilmesi için yüksek dozda klor kullanmak gerekir. Ozon gazının suda çözünmesi ve dezenfeksiyon yetisi suyun pH derecesine göre daha az değişkendir.

4. İşletmecilik açısından ozon çok avantajlıdır. Ortam havası içindeki oksijenden üretilen ozon gazı, işletmeciye çok kolaylıklar sağlar: Satın alma görevlisinin bu işle ilgilenmesi gerekmez, satın alınan madde olmadığına göre kalite kontrol görevi de olmaz, depolama, dozlama noktasına kimyasal taşıma gibi işler de olmaz.

5. Klorun suda kalıcı olması sebebi ile Klor suya fazla verilemez ve hassas klor dozajı çok önem taşır. Oysa ozon gazının suya fazlaca verilmesinde önemli bir sorun oluşmaz, çünkü ozon gazı kısa bir süre sonra tabii oksijene dönüşür.

Ozon Gazının Konsantrasyonu:

Ozon gazından söz ederken muhakkak **"Ozon Gazının "gaz içindeki" konsantrasyonu"ndan** da söz etmek gerekir, çünkü ozon üretici cihazının ürettiği gaz içinde yalnızca ozon gazı bulunmaz, hatta üretilen gaz içinde ozon gazından daha çok tabii oksijen ve tabii azot gazları bulunur. Bu sebeple, özellikle bir ozon sistemi satın alınırken, sistemin hangi konsantrasyonda ozon gazı ürettiğini sorgulamak ve bu konuda doğru bilgiye ulaşmak yararlı olur.

Resim 2. *Kuyu Suyu Ozonlama Sistemi*

Ozon üretmek için ozon jeneratörüne verilen oksijen - azot karışımı havanın ancak küçük bir bölümü ozon gazına dönüşür. Araştırmalar göstermiştir ki ozon gazının suda çözünme kabiliyeti saf ozon gazının toplam gaz içindeki konsantrasyonu ile direkt orantılıdır. Örneğin 25°C suda, %1 konsantrasyonda ozon gazı en çok 3,5 mg/L çözünebilir, %3 konsantrasyonda ozon gazı bu suda 10,58 mg/L kadar çözünür. Yüksek konsantrasyondaki ozon gazı suda çok daha kolay çözünerek suyun etkili bir şekilde ve hızlıca dezenfeksiyonunu sağlar. Bu sebeple, yüksek konsantrasyonda ozon gazı üreten sistemler kullanılarak daha az enerji ile daha etkili dezenfeksiyon yapılır.

Suyun Sıcaklığının Ozonlamaya Etkisi:

Ozon gazı normal tabiat şartlarında en kısa zamanda tabii oksijene (**O_2**) dönüşür. Bu "en kısa zaman" suyun sıcaklığı ile ilgilidir. Kendi yaptığımız deneylerde su sıcaklığının 6° - 7° C olduğu durumlarda 24 saat sonra dahi suda, az da olsa ozonu ölçebilmiştik. Oysa, su sıcaklığının 35°C veya daha sıcak olduğu durumlarda suda ozonun varlığı çok kısa süreli olmuştur.

Bugüne kadar bizim yapmış olduğumuz OZON GAZI uygulamaları şunlardır:

Kaynak suyu dezenfeksiyonu;

Kaynak suyu şişelerinin dezenfeksiyonu;

Gıda sanayiinde ürün yıkama sularının dezenfeksiyonu;

Gıda sanayiinde sebze ve meyve dezenfeksiyonu;

Balık çiftliklerinde besi suyu dezenfeksiyonu;

Kuyu suyunda bulunan Demir ve Mangan iyonlarının giderimi;

Kimya prosesinde hızlı oksidasyon.

Resim 3. *Hassas kontrollü Su Ozonlama Sistemi*

Dünyada OZON GAZI uygulamaları:

- Şehir sularının, kaynak suyu ve içme sularının dezenfeksiyonunda (Yaklaşık 100 yıldır);
- Soğutma sularında üreyen lejiyonella bakterisi ve yosun ile mücadelede (Yaklaşık 40 yıldır);

- Yüzme havuzu suyu dezenfeksiyonunda;
- Tavuk kesimhanelerinde yıkama suyunda;
- Tıbbi konularda, cilt ve yara tedavilerinde,
- Son yıllarda atık suların iyileştirilmesinde ve geri kazanılmasında da ozon gazı kullanılmaktadır. Klasik atık su arıtma metodları ile çok zor giderilen boya atıkları, siyanürler, fenoller ozon gazı ile yok edilmektedir.

Suya ozon gazı uygulaması için birçok kriterlerin incelenmesi gerekir, teorik hesaplar yerine deneyler ile bilgi elde edilmesi çok daha doğru olur. Yapmış olduğumuz ozon gazı uygulamalarında, **en başarılı sonuçları suda ozon deneyleri yaparak elde ettik**. Suya ozon verilmesi projesinde şu bilgiler gerekir:

Suyun debisi,

Suyun 12 ay içindeki sıcaklıkları,

Suyun analizi.

Ozon deneyi sonucunda ozonlanmış sudan örnek alınıp su analizi yapılarak ham su ile ozonlanmış su arasındaki farklar görülür. Ozon deneyi, ozon uygulamasının ne derece ekonomik olacağı hakkında da bilgi verir.

OZON GAZI çevre kirliliği yaratmadığı için su dezenfeksiyonu ve su kalitesi yükseltilmesinde mükemmel bir yöntemdir**.**

LEJYONER Hastalığı Riskini Azaltmak için Yöntemler

Lejyoner Hastalığı insan sağlığını için önemli bir risk olduğundan, ülkemizde bu hastalık ile ilgili bir yönetmelik yayınlandı. Bu yönetmeliği incelemek sağlık risklerimizi azaltabilir.

13 Mayıs 2015 tarihinde "Resmi Gazete"de yayınlanmış olan "LEJYONER HASTALIĞI KONTROL USUL VE ESASLARI HAKKINDA YÖNETMELİK" bu sağlık sorunu hakkında işletmecilere bazı SAĞLIK görevleri ve yükümlülükler getiriyor. Aslında, yalnızca işletmeciler değil, bu yönetmelik her insana, kendi sağlığını koruması için bilgi edinmesi gerektiğini hatırlatıyor.

Lejyoner hastalığı ve bu hastalığa yakalanmamak için alınacak önlemler yalnızca işletmeleri değil, her insanı ilgilendirir.

Lejyoner hastalığı nedir?

10 Ekim 2015 tarihinde İstanbul'da **"Legionella Yönetilebilir bir Risktir"** konulu bir sempozyum düzenlendi. Bu sempozyuma hem dinleyici ve hem de konuşmacı olarak katıldık ve "LEJYONER Hastalığı" konusunda çok bilgilendik. **Bu sempozyumu düzenleyen kuruluşlara teşekkür ederiz.** Sempozyumda edindiğimiz bilgilere göre LEJYONER hastalığı bir akciğer hastalığıdır, zatürreye benzer, ancak zatürre için yapılan tedavi LEJYONER hastasına yarar sağlamaz. Bu hastalığın zatürreye benzemesi sebebi ile, hastalığın teşhisinde doktorlar zorlanıyorlar ve sonuç ÖLÜMCÜL olabiliyor. LEJYONER hastalığı**nın** insandan insana bulaştığı görülmemiştir. LEGİONELLA bakterisi (Yönetmelikte belirtilen bakteri ismi) taşıyan su zerreciklerinin akciğerlere girmesi sonucunda bazı insanlar bu hastalığa yakalanabiliyor. Bu hastalığı yaratan LEGİONELLA bakterisinin 5º / 50º **C** derecelerinde yaşadığı ve özellikle 25º / 45º C derecelerinde çok hızlı ürediği tespit edilmiştir.

Lejyoner hastalığı riskli yaratan ortamlar?

Önce YANLIŞ BİR BİLGİ'yi düzeltelim: Lejyonella halk arasında **"klima hastalığı"** olarak tanınır. Ancak, her klima cihazı bulunduğu ortama bu hastalığı yaymaz. **LEGİONELLA mikrobu yalnızca su damlacıkları içinde bulunur. M**erkezi klima santrallarında, havayı rutubetlendirmek maksadı ile hava içine su verildiği durumlarda ve **su ile çalışan sistemlerde LEJYONER hastalığı riski vardır. Sıcak ve soğuk hava üfleyen** ve **içinde su bulunmayan** "Split Klima" gibi klima cihazları yolu ile bu hastalığa yakalanma riski yoktur.

Bize ulaşan bilgilere göre LEJYONER hastalığına en çok sebep olan **SU SO-**

ĞUTMA KULELERİ'dir. Kule havuzları **içinde üreyen LEGİONELLA bakterisi, kulelerin rutubetli** hava yanında ürettiği su zerrecikleri ile beraber tabiata yayılır. Çok küçük su zerrecikleri içinde bulunma riski olan LEGİONELLA bakterileri, soğutma kulesine yakın bulunan insanların akciğerlerine girer ve bu kişide LEJYONER hastalığı başlayabilir.

Hastalık yaratma riski olan ikinci su grubu: K**üçük su damlacıkları yaratabilen duşlar, fıskiyeler, satış yerlerinde ve açık hava kafeteryalarında görünen su pülverize sistemleridir**.

Resim 1. *Su Soğutma Kulesi*

LEJYONER hastalığı riskini azaltmak için neler yapılabilir?

Soğutma kulelerinde LEGİONELLA bakterilerinin üremesini engelleyici önlemler alınması şarttır. Her tür bakteri durgun sularda, katıların içinde, sistemde oluşan kireçlenme tabakaları içinde ve bakterilerin kendi oluşturduğu **BİYOFİLM içinde çoğalır**. Dolayısı ile bu oluşumlar ile mücadele edilmelidir:

BİYOFİLM oluşumu ile mücadele etmek şarttır. **"Legionella Yönetilebilir bir Risktir"** konulu sempozyumunda öğrendiğimize göre, BİYOFİLM içinde üreyen Legionella bakterisi buradan soğutma suyuna yayılır. Klor ve başka dezenfektanların biyofilmi yok edemeyeceği sempozyumda vurgulandı; biyofilmi yaratan bakterilerin aralarındaki iletişimi bozmak ve bu şekilde biyofilm oluşunu önlemek için çözümler arandığı bilgisi verildi.

Soğutma suyunun **sürekli ve kontrollü** şartlandırılması **"Bakteri Yuvası"** oluşumunu engeller. "Bakteri Yuvası" olarak nitelendireceğimiz katı kirliliklerin oluşmasını önlemek için yöntemler şunlardır:

A. Soğutma suyu sürekli olarak filtrelenmelidir. Soğutma kulesinden her gün yüz binlerce metreküp ortam havası geçtiği için bu havanın soğutma suyunda bıraktığı yüksek miktarda katılar soğutma suyunun filtrelenmesi ile sudan alınabilir.

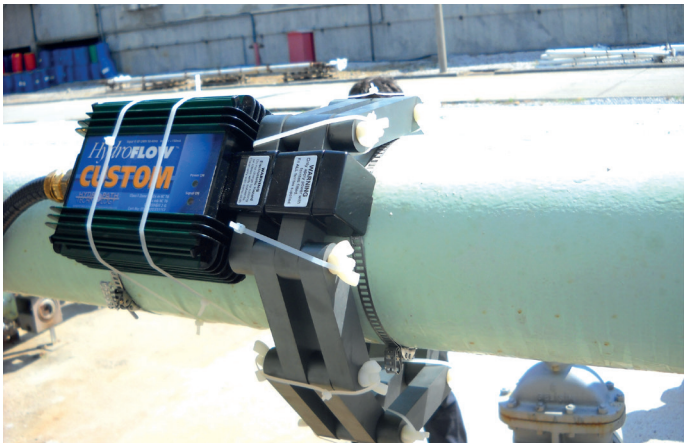
Resim 2. *Soğutma Suyu için Diskli Filtre*

B. Bakteriye yataklık yapan kireçtaşına karşı soğutma suyu sürekli olarak kimyasal ve fiziksel olarak şartlandırılmalıdır. Soğutma sistemi besi suyu kalitesi kontrol altında tutularak istenmeyen kireçtaşı önlenebilir. Ham suyun kalitesine göre, klasik yumuşatma ve ters ozmoz gibi teknikler ile besi suyu hazırlanabilir.

C. Kimyasal şartlandırma yöntemi ile de soğutma suyu sisteminde kireçlenme önlenebilir.

Resim 3. *Soğutma Suyu için Tam Otomatik Kimyasal Dozaj Sistemi*

D. Kimyasal yöntemleri "ÇEVRECİ" bulmayan kuruluşlar, "Frekans Tekniği" ile, hiçbir kimyasal kullanmadan soğutma kulesinde kireçlenme ve yosun oluşumunu önleyebilirler.



Resim 4. *Frekans Tekniği ile Kireçlenmeyi Engelleyen Cihaz*

E. Soğutma Suyu'nun mikrobiyolojik durumu sık sık kontrol edilir. Ayda bir, mikrobiyoloji laboratuarında "toplam bakteri sayımı" yaptırılarak soğutma suyunda "canlı" miktarı gözlemlenir. Birim sudaki bakteri miktarı yüksek çıkarsa derhal soğutma sistemi dezenfekte edilir ve yukarıda sözü edilen bakteri yuvaları yok edilir.

F. Su soğutma kuleleri periyodik "aylık" kontrola alınmalıdır. Bu kontrolda kulede ve soğutma suyu sisteminde kireçtaşı, tortu, "biyofilm" gibi Legionella bakterisinin üremesine yataklık yapan kirlilikler tespit edilmeli ve yok edilmelidir.

G. Şok Dezenfeksiyon. Bölgenin iklim şartları göz önüne alınarak, birkaç ayda bir kulenin komple bakımı yapıldıktan sonra şok dezenfeksiyonu yapılması önerilir.

H. Soğutma kuleleri havuzlarında suyu hareketlendirmek için, kule havuzu içine bir sistem monte etmek ve kule havuzunun her tarafında hareket olmasını sağlamak doğru olur. Henüz mikrop nedir bilinmeyen devirlerde atalarımız şu ata özünü üretmiş: **"Akan su pislik tutmaz."**

Küçük su damlacıkları yaratan RİSK grubu için yapılacaklar:

Kullanıma verilecek suların "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik" kurallarına uygun olmasını sağlamak;

Su damlacıklarını yaratan su sistemlerinin sürekli olarak, hiç aksatmadan klor (sodyum hipoklorit) baskısı altında tutmak;

Sıcak su üreten boyler ve ısı eşanjörlerinde su sıcaklığının 60°C'de tutulmasını sağlamak;

Sürekli kullanılmayan su sistemlerine, tekrar kullanılmadan önce, yönetmelikte tarif edildiği gibi **"Dekontaminasyon"** uygulamak.

Resim 5. *Hassas Kontrollü Klor Dozaj Sistemi*

LEJYONER Hastalığı Yönetmeliği'nde "Rutin koruyucu önlemler" bölümünde işletmelerde bu hastalığı yaratabilecek riskli noktalar tek tek yazılmıştır. Aynı yönetmelikte "Su Sistemlerinin Temizlenmesi ve Dekontaminasyonu" bölümünde işletmeci için uygulanabilir yöntemlere yer verilmiştir.

İnternet yolu ile bulunabilen **"LEJYONER Hastalığı Yönetmeliği"**ni okumanızı öneririz.

Hiçbir insanın bu hastalığa yakalanmaması dileği ile.

Su Filtrasyonu Konuları

Kitabın bu bölümünde aşağıdaki konularda yazılar yer almaktadır:

Doğru Su Filtresi Seçimi Çok Önemlidir

Kaç Mikronluk Su Filtresine İhtiyaç Var?

Filtre Seçimi Öncesi Bilgi Toplayalım

Tıkanmayan Su Filtresi Olur mu?

Kum Filtresini İyi Tanıyor muyuz?

Kum Filtresi'nin Kapasitesini Filtre Çapı mı Tayin Eder?

Kum Filtresi Ters Yıkama Sırasında Her Tuttuğunu Atamaz

Kartuşlu Su Filtreleri ve İşletme Sorunları

Ultra Filtrasyon Çok Başarılı Bir Su Filtrasyonu Tekniğidir

Ultra Filtrasyon İle Kum Filtresini Karşılaştıralım

Aktif Karbon Filtresinin SU Tekniğinde Kullanımı

Otomatik Ters Yıkamalı Diskli Su Filtreleri

Doğru Su Filtresi Seçimi Çok Önemlidir

Su filtresi konusunda tecrübesi olmayanlar filtre konusunu genelde küçümser, bu sebeple yanlış filtre satın alınabilir. Bunun sonucunda işletmeler ekonomik zarara uğrayabilir.

1984 yılından bu yana "Su Tekniği" konusunda çalışıyoruz ve işimiz gereği binlerle işletmeyi ziyaret ettik; bu işletmelerin proses suyu hazırlama ve su filtrasyonu sistemlerini inceledik. Bu ziyaretlerimiz sırasında görmüş olduğumuz teknik sorunların birçoğu yanlış su filtresi kullanımından veya HİÇ su filtresi kullanılmamasından kaynaklandığına şahit olduk. Bu sebeple bu yazıyı oluşturduk. Yazıya birkaç örnek ile başlayalım.

Örnek 1: Bir tekstil boyahanesinde, ana su deposundan suyu işletmeye veren 60 m^3/saat debili dik milli **pompanın emişine** 100 mm (4") boru bağlantılı "Y" tipi pislik tutucu monte edilmiş. Sistem daha ilk devreye girdiğinde depo içindeki kirlilik hemen pislik tutucuyu doldurmuş, pislik tutucudan su geçemediği için susuz çalışmaya mecbur kalan güzelim yeni pompa fazla ısınmış, ısınma sonucu mekanik salmastra deforme olmuş ve pompa durmuş, işletme istenen zamanda devreye alınamamış.

Örnek 2: Şehir suyu kullanmayı planlamış olan önemli bir sosyal tesisin su dağıtım sistemi yer altındaki bir makine dairesine yerleştirilmiş ve şehir suyu girişine tam otomatik ters yıkamalı 100 mm boru bağlantılı bir filtre monte edilmiş. Almanya'nın yüksek kaliteli şehir suları için tasarlanmış olan bu filtreye şehir suyundan **"10 mm"** çapında bir çakıl geldiği için, filtre deşarj vanası açıldığında bu iri çakıl deşarj vanasının çıkışına takılmış ve vana kapanamamış. Sonuçta, yüksek basınçlı şehir suyunun debisi drenaj pompasının debisinden daha yüksek olduğu için yer altında bulunan tesis ağzına kadar su ile dolmuş, tüm elektrik panoları ve pompa motorları su altında kalmış. Bu olay sonucunda bu sosyal tesis birkaç hafta susuz kaldı.

Örnek 3: Bir sanayi işletmesinde, proses makinalarını soğutmaya yarayan soğutma kulesinin sirkülasyon pompalarından sonra bir filtre monte edilmiş. Bir yaz günü, soğutma kulesine havadan gelen yüksek miktarda katılar filtre tarafından tutulmuş, ancak otomatik ters yıkama sırasında filtre bu katıları atamadığı için sürekli olarak kendini defalarca yıkamış ve soğutma suyu tamamen tükenmiş; dolayısı ile işletmeye soğutma suyu gelmediğinden makinalar ısınmış ve otomatik olarak durmuş. Bu sebeple işletme çok büyük ekonomik zarara uğramış.

Resim 1. *Diskli Filtre 750 m³/Saat*

Bu kötü örnekleri yazarak okuyucunun dikkatini su filtresi seçimi üzerine çekmek ve "SU FİLTRASYONU" konusunun yüksek önemini vurgulamak istedik. Birçok sanayi tesisinde filtre konusu küçümsenmekte ve basit ve ucuz yöntemler ile proseste kullanılacak suların işletme sorunu çıkarmadan süzülebileceği sanılmaktadır. Bunun tabii sonucu olarak da işletmelerde birçok ZAMANSIZ DURUŞLAR yaşanır ve bu duruşların bedeli en pahalı su filtresinden daha yüksek olabilir.

Resim 2. *Çok Birimli Kum Filtresi Sistemi 200 m³/Saat*

Bir sanayi veya turizm işletmesinin, periyodik bakımlar dışında durmadan çalışması arzu edilir. Bu önemli işletme kuralına uygun olan su filtresinin görevi yalnızca suyu süzmek değildir, aynı zamanda, **sudan ayrılan katıları el değmeden ve işçilik gerektirmeden sistem dışına atmak, bu sırada az su telef etmek ve periyodik bakımlar dışında arıza çıkarmadan görevini yapmaktır.**

İşletme şartlarına uygun bir su filtresini nasıl tarif edebiliriz?

Son yıllarda MMO ve TTMD organizasyonu sayesinde birkaç yerde ve büyük sanayi kuruluşlarında "Su Filtrasyonu" konusunda konferanslar verdik. Bu konferansların sonunda dinleyicilere şu soruyu sorduk: "**Sanayi Kuruluşunda Kullanılacak Bir Su Filtresinden İstenen Özellikler Ne Olmalıdır?"**

Dinleyicilerden almış olduğumuz cevapları alt alta yazdık, ortaya aşağıdaki liste çıktı**:**

1. **Su filtresi AZ BASINÇ KAYBI yapsın ve su debisini fazlaca etkilemesin.**
2. **Seçilen mikron seviyesinden daha iri katıları kaçırmasın.**
3. **Kendi kendini otomatik olarak yıkasın.**
4. **Ters yıkama sırasında işletmenin suyunu kesmesin.**
5. **Ters yıkama sırasında az su atsın.**
6. **Bakterilere yatak oluşturmasın ve işletmeye mikro-biyolojik sorun getirmesin.**
7. **Az yer kaplasın.**
8. **Az bakım gerektirsin**
9. **Yedek parça temininde sorun yaratmasın.**

Yukarıdaki ŞARTLAR LİSTESİ yalnızca işletmecilik açısından filtre seçimine yön veren kurallardır. Ancak, sudan ayırmak istediğimiz katıların türü yönünden konuya baktığımızda, filtre seçiminden önce ham suyun özelliklerini çok iyi incelememizin gerekliliği ortaya çıkar.

Resim 3. *Tufallı Su için Katı Ayırıcı 2 x 2000 m³/Saat*

Bir işletmenin su filtrasyonu tasarlanırken konuyu hiç küçümsemeden, gerekli önemi vererek, yeterli zaman ayırarak aşağıdaki konular incelenmelidir. İşletmenin şartlarına göre, neyi sudan ayırmak istediğimizi çok iyi belirleyip ona göre filtre seçimi yapmak doğru olur.

1- Kullanılacak ham sular nereden geliyor? (Şehir şebekesi, kuyu, dere, baraj, paslı bir depo suyu gibi)

2- Ham sular içinde bulunabilme imkanı olan katı türleri nelerdir?

A. Kuyu sularından kum, kil, silt gelebilir,

B. Dere ve göl sularından kum, kil, silt, kök, yaprak, ot, plastik torba, ambalaj, böcek, balık, v.b. gelebilir,

C. Şehir suyundan, şebeke tamirlerinden sonra her tür katı gelebilir (yukarıdaki Örnek 2.'deki gibi). Ayrıca eskimiş şebeke borularından beton, paslı demir, hatta boru bağlantı noktalarından kopan conta parçaları dahi gelebilir.

Resim 4. *Kartuş Filtre*

3- Ham su ile gelebilecek katıların irilikleri nelerdir, işletmenin özelliğini göz önüne aldığımızda hangi mikron seviyesine kadar olan katıları tutmak ekonomik olur?

Filtre ile tutmak istediğimiz katıların boyutlarını öğrenmek için bir uzman laboratuvara "Partikül Boyut Analizi" yaptırılabilir veya, değişik filtreler denenerek en

doğru mikron seviyesi olan filtre seçilebilir.

Örneğin, domestik tesislerde, yalnızca yer yıkaması, duş ve banyolarda kullanılacak suların 100 mikrona kadar süzülmesi genelde yeterli olur. Gıda tesisinde kullanılacak suların ön filtrasyonu dahi 30 - 40 mikron seviyesinde olmalı, daha sonra, yapılan partikül analizine göre hassas filtreler veya Ultra Filtre kullanılması doğru olur.

4- Ham su ile gelebilecek katıların miktarı nedir?

Örnek: Bazı kuyulardan sürekli kum ve silt gelir. Bu katıların miktarı 1 ton su içinde 2 gram dahi olduğunda, 100 ton/saat debideki bir sudan süzmek istediğimiz katı miktarı 200 gram/saat olur, yani günde 4,8 kg! 100 mm'lik piyasa malı bir pislik tutucunun kova hacmi bu miktar katıyı almaz; el ile temizlenen

telli veya bezli bir filtrenin filtre yüzeyine 4,8 kg. katıyı dağıttığımızda ise o filtreden hiç su geçmez. Böyle bir filtre sorununun çözümü için otomatik olarak kendini temizleyen bir filtre seçilmesi doğru olur.

Resim 5. *Ultra Filtrasyon*

Su filtrasyonunu önemseyerek yukarıda anlatılan iki grup "filtre seçim kriterleri" ile hareket ettiğimizde işletmenin ihtiyacına en uygun filtreleri seçebiliriz. Ancak şunu hatırlatmak isteriz: Bir işletmenin su filtrasyonu genelde TEK BİR filtre ile çözülemez. Ham su kademeli olarak filtrelenirse filtrasyon başarılı olur. Örneğin, işletmenin ana su girişine tam otomatik ters yıkamalı 100 mikronluk bir filtre monte edilebilir; işletmeye su veren pompalardan sonra, veya her önemli makinanın su girişine, işletmenin türüne göre daha hassas filtreler konabilir.

Bu yazımızı okuduğumuzda şöyle bir soru ortaya çıkıyor: "**Hangi su için hangi filtreyi seçeceğiz?"** Bu soru beraberinde birçok başka soruları yaratıyor:

Kum Filtresi seçeceksek, ne tür filtre dolgusu? Su geçiş hızı? Ters yıkama suyunun temini?

Elek Filtre seçeceksek, hangi model? Elek yüzeyi kaç m**²?** Kaç mikron?

Pislik Tutucu kullanacaksak? Hangi ana filtrasyondan sonra ve nerelerde?

Diskli Filtre seçeceksek, hangi model? Kaç mikron?

Kartuş Filtre seçeceksek, kaç m² yüzey**?** Kaç mikron?

Torba Filtre seçeceksek, kaç m² yüzey**?** Kaç mikron?

Ultra Filtrasyon seçeceksek? Ne model? Hangi ön filtre? Ters yıkama sırasında hangi kimyasallar?

Bir eczaneye girdiğimizde raflarda binlerle ilaç görürüz. Ancak elimizdeki reçeteye uygun olan ilaçların sayısı yalnızca 2 - 3 adettir. Diğer ilaçlar elimizdeki reçeteye uygun değildir, fakat bu ilaçlar için "yararsız" veya "kötü ilaç" deyemeyiz. Ayni şekilde, hiçbir su filtresini kötülemek doğru olmaz, çünkü her bir filtrenin kullanılması için doğru bir uygulama yeri vardır. Dolayısı ile, önemli olan DOĞRU TEŞHİS ve DOĞRU SEÇİMDİR. Tıbbi sorunlarımıza teşhis koydurmak için sağlığımızı önemseyip sorunumuza uygun ihtisas dalında ve iyi referansı olan bir tıb doktoruna müracaat ettiğimiz gibi, suyun filtrasyonu konusunu da önemseyip iyi referansı olan "Su Doktoru"na müracaat etmek doğru yoldur görüşündeyiz.

Not: *Dünyada çok çeşitli su filtreleri icat edilmiş. Bu yazımızda biz, sık kullandığımız bazı filtrelerin resimlerine yer verdik.*

Kaç Mikronluk Su Filtresine İhtiyaç Var?

Su Filtrasyonunda MİKRON seviyesi en önemli unsurlardan biridir.

Şehir suyu, içme suyu ve sanayide proses suyu olsun, su önce bir FİLTRE'den geçtikten sonra başka işlemler görür. Tesise gelen su, kaliteli bir su değil de, kuyu suyu veya dere, göl gibi yüzey suyu ise, o zaman filtrasyon konusu özel bir proje şekline dönüşür. Çünkü dere, göl ve nehir suları çok çeşitli katılar ve canlılar içerir. Suda bulunan bu katılar ve canlılar sudan ayrılmadan önce su kullanılırsa, genelde işletmede sorunlar yaşanır.

Resim 1. *Kirli Dere Suyu*

Filtrelenmemiş kalitesiz suların yarattığı işletme sorunlarını birkaç örnek ile anlatalım:

- Yumuşatılmış su kullanacak bir tesiste, su hiç filtrelenmeden yumuşatma cihazına verildiğinde, yumuşatma işini yapan reçinelerin mikroskobik gözenekleri ince katılar ile dolar, kısa bir süre sonra reçineler suyun sertliğini tam olarak alamaz ve sık sık rejenerasyon ihtiyacı duyar. Bu sorunun suyun kirliliğinden kaynaklandığını bilmeyen işletici gereksiz yere sık sık yeni reçine satın alır. Oysa, sisteme uygun bir su filtresi satın alınırsa reçineler uzun yıllar kullanılabilir.

- Bazı işletmelerde "yatak soğutma suyu" olarak kullanılan sular filtrelenmezse sudaki aşındırıcı katılar yatakları ve salmastraları aşındırır.

- Tarımda, çok iyi filtrelenmeden tarım sulama fıskiyelerine gönderilen sudaki katılar fıskiyeleri aşındırır veya tıkar. Bir süre sonra kirli su fıskiyelerin bazılarını tıkar, aşındırdığı fıskiyelerden ise çok su akar. Bunun sonucunda tarımsal ürünün bir kısmı az su aldığı için normal miktarda ürün vermez, aşınmış fıskiyelerin bulunduğu bölgedeki bitkiler ise gerekenden daha çok su aldığı için kökleri çürür ve hiç ürün vermez.

Resim 2. *Tarımsal Sulama Fıskiyesi*

Ne tür bir filtre ile hangi mikron seviyesine kadar suyu süzeceğimizin araştırmasına girmeden önce kendimize şu soruları sormalıyız:

Süzmek istediğimiz suyun içinde bulunan katı türleri nelerdir; katıların irilikleri kaç mikron olabilir?"

İşletmenin özelliklerini ve gereksinimlerini göz önüne aldığımızda hangi "iriliğe kadar" yani kaç mikrona kadar sudaki katıları tutmak ekonomik olur?

Filtrenin mikron seviyesi seçiminin işletme ekonomisi ile olan ilgisine de kısaca değinelim. Aşağıdaki örneklerde göreceğimiz gibi, borulu ısı eşanjörlerin içinden geçen bir suyu 200 mikron seviyesinde filtrelemek yeterli iken, satın alma şartnamesine **"20 Mikronluk Filtre"** şartını yazmak ve böyle hassas bir filtre satın almak ilk yatırımı gereksiz yere arttırır. Böyle bir durumda, filtre 200 mikron yerine 20 mikrona kadar olan katıların tümünü sudan ayıracağı için sık sık tıkanır ve kendini çok sık ters yıkayacağından su telefi olur.

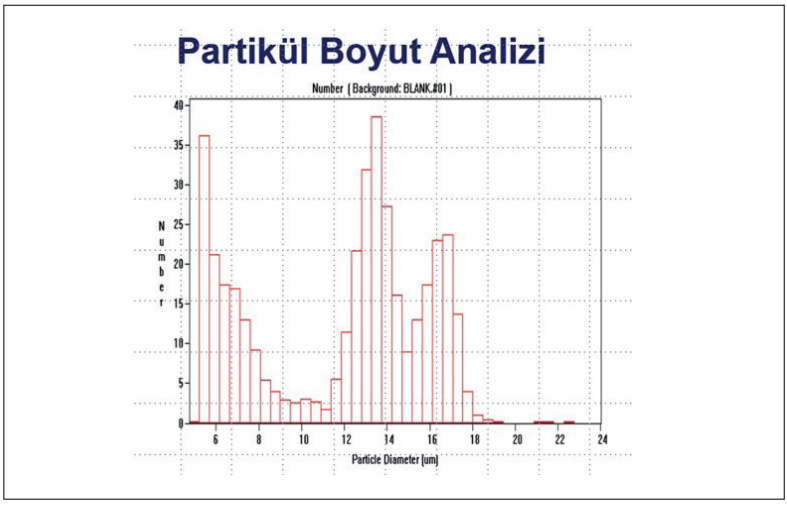
MİKRON birimini hatırlamakta yarar var: Teknik yazılarda "μ" simgesi ile anılan MİKRON bir milimetrenin binde biridir: **1000μ = 1 mm**. Su filtrasyonunda MİKRON seviyesi konusunda fikir yürütebilmek için tabiatta tanıdığımız birkaç

malzemenin iriliklerini gözden geçirelim: İnsan saçı 60 - 120µ, un 5 - 100µ, polen 20 - 100µ, en küçük bakteri 0,2µ. Suyu bulanık gösteren maddelerin iriliği ise genelde BİR mikron altındadır.

Ham sudaki katılar kaç mikron?

Sudan ayırmak istediğimiz maddelerin iriliklerini "mikron" seviyesinde bilmek işe yarar, ancak sudaki katıların mikron seviyelerini gözle tayin edemeyiz ve şahsi kanaatımız ile filtre seçimi doğru olmaz. Sudan ayırmak istediğimiz

katıların boyutlarını tayin eden bir laboratuvardan yararlanıp "Partikül Boyut Analizi" yaptırmak doğru filtre seçimi için doğru çözümdür.

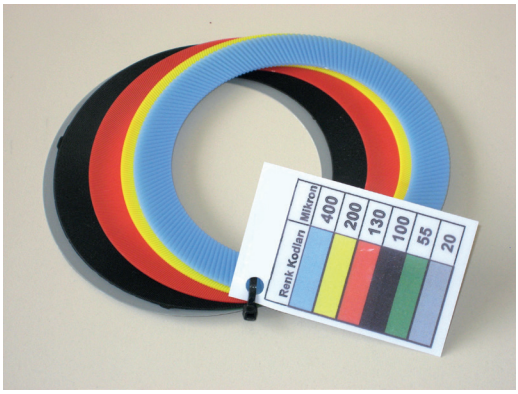


Resim 3. *Partikül Boyut Analizi*

Doğru filtre seçimi için diğer bir çözüm: Bir test sistemi kurmak ve değişik filtreleri küçük debilerde deneyerek pratik olarak sonuca ulaşmaktır. Resim 4.'de görünen ve değişik mikron seviyelerinde olan diskli filtreler ile 20 µ - 400 µ arası için testler yapılabilir.

Kaç mikronluk filtre bizim işimizi görür?

Su Filtrasyonunda "Mikron Seviyesi"ne karar verirken, bir taraftan da işletme içinde su kullanılan yerlerin önemi ve mikron seviyesine toleransı göz önünde bulundurulur.



Resim 4. Diskli Filtre Diskleri

Kendi tecrübelerimizden birkaçını burada örnek olarak verelim:

1. Evlerde, okullarda ve her tür işletmede, banyolarda ve yıkamalarda kullanılacak genel amaçlı suların 100 mikrona kadar süzülmesi yeterli olur.

2. Gıda sektörü ve birçok sektörde, ana depo öncesi suların 50 µ - 100 µ seviyesine kadar süzülmesi işletmede kullanılan hassas kartuş filtrelerin bakımını azaltır ve yedek kartuş ekonomisi sağlar.

3. Fıskiyelere giden suyun, **fıskiye delik çapının "beşte biri" seviyesine kadar** filtrelenmesi doğru olur. Örneğin, fıskiye çapı bir milimetre ise, bir milimetrenin beşte biri olan 0.2mm, yani 200µ seviyesine suyun filtre edilmesi yeterlidir. Ancak, sudaki katıların "aşındırıcı" özelliği de göz önüne alındığında, daha emniyetli bir filtrasyon düşünülerek 100µ'luk filtre seçilebilir.

4. Borulu bir ısı eşanjörüne gelen soğutma suyu 200 µ - 400µ seviyesine kadar filtre edilir. Ancak, içinde daha dar kanallar olan plakalı ısı eşanjörü'ne gelen suların daha düşük mikron seviyesinde filtrelenmesi istenir.

5. Otomotiv sanayinde çok kullanılan Punto kaynak makinalarının içinde çok dar su kanalları bulunur. Bunların içinde kirlilik birikmesini ve birikim sonucu tıkanmasını önlemek için punto makinası soğutma suları genelde 50-80µ seviyesine kadar filtrelenir.

6. Bir işletmede içilen suların 5µ seviyesine kadar filtrelenmesi iyi olur. İçme suyunda bakteriye karşı ayrıca dezenfeksiyon şarttır. (DİKKAT: Şişe suyu işletmeleri için filtrasyon standardı çok daha hassastır.)

7. Bulanık suları berraklaştırmak için özel dolgulu yavaş kum filtreleri kullanılabilir. Son yıllarda suyun bulanıklığını UF - Ultra Filtrasyon tekniği ile gideriyoruz. UF tekniği aynı zamanda sudaki katıları 0,02 mikron seviyesine kadar

süzdüğü için suyu dezenfekte etmiş de olur. UF membranlarını iri katılardan korumak için, UF öncesi suyu 100 - 200 mikronluk Diskli Filtreler ile süzüyoruz.

Resim 5. *Ultra Filtre 100 m³ / Saat*

8. Su geçiş hızlarının çok düşük olduğu borular veya eşanjörler için yalnızca "boru genişliği" kriterine göre mikron seviyesini tayin etmek doğru olmaz. Çok düşük su hızlarının bulunduğu yerlerde su içindeki katılar çöker ve zaman içinde birbirlerine yapışan katılar boru ve eşanjör kesitlerini daraltır. Katıların çökmesine izin vermemek için suyun 100 mikron seviyesinde veya daha hassasça filtrelenmesi doğru olur.

Suyun filtrasyon seviyeleri için seçim kriterleri hakkında fikir vermeye çalıştık. Her işletmenin kendi ihtiyacına göre filtre ve filtrasyon seviyesi seçilir. Yukarıdaki örneklerde anlatıldığı gibi, filtre türü seçiminde yalnızca "Mikron Seviyesi" kriteri yeterli değildir. **Mikron seviyeleri ile beraber, filtre seçiminde aşağıdaki diğer kriterler de göz önüne alınmalıdır**:

Su ile beraber gelen katıların miktarı: Su içindeki katı miktarları yüksekse, filtrasyon yüzeyi geniş ve hacimli filtreler seçilmelidir; veya kendi kendini çok hızlı yıkayan ve yıkarken sistemin suyunu kesmeyen tam otomatik ters yıkamalı filtreler tercih edilebilir.

Yoğunluğu yüksek olan katılar: Su ile filtreye gelen "kum" gibi katılar sudan çok daha ağırdır, yani yoğunluğu yüksektir (kum 2,6 gram/Litre). Bu katıların klasik kum filtreleri ile tutulması mümkünse de kum filtresinin ters yıkanması sırasında bu katılar filtreyi terk edemez ve filtre içinde birikir. Bu sebeple kum filtresinin basınç kaybı çok sık artar, su debisi azalır, ters yıkama ihtiyacı sık olur.

Kum gibi yüksek yoğunluktaki katıların sudan alınması için kum filtresi uygun bir filtre değildir. Yoğunluğu yüksek olan katılar için biz "katı ayırıcı" veya "diskli filtre" tercih ediyoruz.

Resim 6. *Diskli Filtre 90 m³ / Saat*

Sonuç: Su filtresi seçimi bir ilim değil, istatistik bilgidir. Su filtrasyonunda mikron seviyesi ve filtre türü işletme ekonomisini etkiler. Bu sebeple filtre seçimi ve filtre satın alınması çok tecrübeyi gerektirir. Komşu işletmede çalışan su filtresinin aynını satın almak ile genelde doğru filtre çözümü elde edilemez. Komşuda çok iyi görev yapan bir filtre diğer işletmede yetersiz kalabilir. Çünkü işletmelere gelen sular ayrı ayrı karakterde oldukları gibi, her işletmenin filtrasyon toleransı değişiktir.

Bir filtre satın alınacağı zaman çok detaylı bir filtre şartnamesi hazırlamak yerine, su tekniğinde tecrübeli bir kuruluşa aşağıdaki bilgileri vermek ve filtre seçimini bu kuruluşa yaptırmak ile doğru filtre satın alınabilir:

İşletmeye gelen suyun kaynağı ve kalitesi, suyun mevsimsel değişiklikleri ve suyun partikül analizi; işletmede suyun kullanılacağı yerler hakkında detaylı bilgi; işletmenin özellikleri.

Filtre Seçimi Öncesi Bilgi Toplayalım

Yeterli sanayi tecrübesi olmayanlar için su filtresi seçimi çok basit gibi görünür. Oysa ihtiyacı tam olarak karşılayacak su filtresinin seçimi için, filtre uygulama yeri ile ilgili birçok doğru bilgiyi toplamak ve daha sonra filtre arayışına başlamak yerinde olur.

Piyasada birçok tür su filtresi bulunuyor, bunların hepsi yerine göre "UYGUN" veya "UYGUN DEĞİL". İhtiyacımız olan UYGUN FİLTRE reçetesini yazacak doktor kim?

Su filtresi insan sağlığına kıyasla çok daha basit göründüğünden, bu konuda çok kişi su filtresi ihtiyaç reçetesini kendisinin yazabileceğine inanıyor. Fakat sonuç her zaman doğru olmuyor ve su sistemine takılan yeni filtre görevini yapamıyor, sistemin susuz kalmaması için filtrenin "by-pass" hattından işletmeye su veriliyor veya su filtresi kabı içindeki filtre yapan kısım çıkarılıp kenara konuyor, **sonuçta su hiç filtre edilmeden işletmeye gidiyor.**

Sanayide görevi olmayan okuyuculara yukarıdaki paragraf **"komedi"** gibi gelebilir fakat **"komedi"** gibi olan bu durumlara uzun yıllardır şahit oluyoruz.

Bu yazımızın amacı su filtresi ihtiyaçları için doğru filtre reçetesini yazmak değildir. Yazımız, su filtresi seçimini etkileyen çok sayıda ayrıntı olduğunu vurgulamak üzere yazılmıştır.

Filtre reçetesini doğru yazalım: Filtre ihtiyacı için doğru teşhis koyarsak filtre reçetesini daha doğru yazarız. Bunu yapabilmek için işletme içinde araştırma yapıp aşağıdaki soruların cevapları yazılmalıdır. Bu bilgiler ile bir uzman filtre kuruluşuna müracaat edilip doğru filtrasyon sistemi reçetesi reçetesi yazdırılabilir.

Resim 1. *Diskli Filtre*

Filtrelenecek suyun debisi nedir?

Boru çapına bakarak veya pompa etiketini okuyarak hakiki suyun debisi hakkında karar vermek doğru olmaz, çünkü pompa debisi, pompanın karşısındaki dirence göre azalır veya çoğalır. Filtre takılacak noktada su debisi ölçüm cihazı yoksa en pratik yöntem suyu büyük bir bidona akıtmak ve bidonun kaç saniyede dolduğunu kaydedip debiyi hesap etmektir.

Tam olarak su debisini ölçmeden filtre arayışına çıkan işletme sayısı bugün çoğunluktadır: Bize şöyle telefon talepleri çok geliyor: "Sizde 3 inçlik filtre var mı?" Bu kişilere birkaç soru sorduğumuzda "Çok soru soruyorsunuz." şikayeti ile telefonu kapıyorlar.

Resim 2. *Katı Ayırıcı*

Filtre basınç kaybı su debimizi ne kadar etkilesin?

Yeni bir tesis kurulurken su filtreleri seçilir, filtre basınç kaybı da diğer basınç kayıplarına eklenerek besleme pompası basıncı hesaplanır.

Resim 3. *Kartuş Filtre*

Çalışmakta olan bir tesise filtre satın alınmak istendiğinde pompaların değiştirilmesi düşünülmez. Dolayısı ile, **sisteme eklenecek olan filtrenin basınç kaybı sistemin toplam basınç kaybını arttıracak ve su debisini düşürecektir**. İşte bu çok önemli işletme bilgisi ile yola çıkarak önce mevcut pompanın "debi/basınç" çizelgesi incelenmeli, filtrenin su debisini ne kadar azaltacağı anlaşılmalı, bu duruma göre az basınç kaybı yaratan filtre seçilmeli veya sisteme daha basınçlı bir pompa konmalıdır.

Su içindeki katı çeşidi çoktur, biz hangi katıları sudan ayırmak istiyoruz?

Kum gibi sert katılar, topaklayıcı dozajı sonrası oluşan yumuşak ve şekil değiştiren katılar, kağıt gibi lifli katılar, yosun gibi lifli katılar, metal taşlama artıkları gibi aşındırıcı katılar, kireç kristalleri gibi şekilsiz ve hafif sert katılar, küçük canlı kurtçuklar, yalnızca mikroskopta görünen mikroplar; "koloidal" olarak adlandırılan çok küçük ve su içinde askıda kalan katılar ve daha bir çok katı türü ekleyebiliriz. Önce bu katı türünü tespit edip yazalım ve tam olarak neyi sudan ayırmak istediğimizi bilerek filtre arayışı yapalım.

Suyun kaynağı nedir?

Bizim gibi su filtresi ile uğraşanlar için suyun kaynağı çok önemlidir. Çünkü kuyu sularının 12 ay içinde katılar açısından özelliği fazla değişmezse de, tabiata açık sularda, deniz/ göl/ dere sularında yılın her günü suyun katıları gerek miktar olarak ve gerekse tür açısından çok değişir.

Katı boyutu nedir?

Katı boyut analizi yaptırılarak ne boyutta katıları sudan ayırmamız gerektiğine karar vermeliyiz. **Yani kaç mikron filtrasyon gerekli?** Örneğin, bir işletmede tesadüfen doğru seçilmiş olan bir filtre sayesinde, kuyu suyunda bulunan tüm katıları ayırabiliyorduk, çünkü kuyu suyundaki katıların en küçüğü 40 mikrondu ve o işletmedeki filtreler 20 mikronluk olduğu için mükemmel sonuç alıyorduk. Yeni görev aldığımız işletme için de 20 mikronluk filtre satın aldık fakat sudaki katıların en irisi 10 mikron! Filtreye giren ve çıkan suyun içindeki katıların miktarı hiç değişmiyor! Tabii ki moralimiz bozulur.

Resim 4. *Kum Filtresi*

Katı miktarı nedir?

Su içindeki toplam katı miktarı mg/Litre olarak belirlenir. Kaliteli bir kuyu suyunda yalnızca 20 - 30 mg/L (Bir m^3 suda 30 gram) katı varsa filtrasyon sorunu pek yaşanmaz. Ancak bazı sorunlu kuyularda 500 mg/L üzerinde (500 gram/m^3) üzerinde katı bulunabilir. Bu durumda çok farklı filtrasyon sistemleri kurulmalıdır. Çünkü 500 gram/m^3 katı 100 m^3/saat su debisinde 50 kg/saat ağırlık yapar!

Filtrenin sudan ayıracağı katıları nereye atacağız?

Bu sorunun cevabını şu örnek daha kolay anlatır: Örneğin bir çelik fabrikasında, içinde demir oksit (pas/ tufal) bulunan soğutma suyunu filtrelemek istiyoruz. Soğutma suyu debisi 400 m^3/saat ve su içindeki katı miktarı 300 mg/L (300 gram/m^3 = 0,3 kg/m^3). İyi bir filtre bu soğutma suyundan saatte (400 m^3/h x 0,3 kg/m^3 = 120 kg/ saat) **120 kg/saat** katıyı ayıracaktır. Filtre bu katıları sudan ayırıp dışarı

atacak, fakat bu kadar katıyı hiçbir kanala atamayız. Dolayısı ile, yalnız doğru su filtresi seçmek yetmez, su filtrasyonu sorununa daha bir üst seviyeden bakıp filtrenin sudan çıkardığı katıların nasıl sistem dışına taşınacağı da filtrasyon reçetesi içine yazılmalıdır.

İşletmeye ait özellikler:

Salça fabrikası gibi yılın 3 - 4 ayı çalışan bir işletme ile 12 ay çelik üreten bir fabrikanın kuyu suyu filtresi ayni olamaz.Salça fabrikasının bakım onarım için çok zamanı vardır, oysa enerji işletmesinin ve çelik fabrikasının yılın her günü çalışması istenir. "Bakım - onarım" kriteri açısından bu işletme farkı da filtre seçimini etkiler.

Resim 5. *Ultra Filtre ve Ön Filtresi*

Filtrenin periyodik bakımları neler? Ne sıklıkta bakım?

Otomatik ters yıkama yapan bir filtrede birkaç otomasyon vanası bulunur. Filtre modeli seçerken ucuza kaçıp tam katalogdaki azami kapasiteye göre filtre seçildiğinde, bu filtre belki 10 dakikada bir ters yıkamaya geçebilir, bu da günde 144 ve 300 gün/yıl çalışmada 43200 kez vana aç/kapa demektir. Her vana bu kadar aç/kapa işlemine dayanamaz ve yıl içinde işletmenin gereksiz yere duruşuna sebep olur ki planlanmamış bu duruş da belki 5 - 10 yeni filtre fiyatından daha pahalıya mal olabilir. Bu sebeple 3 vardiya 300 gün çalışan bir işletme için tam katalog değerine göre değil, daha yüksek kapasiteli bir filtreyi satın almak işletme için daha ekonomiktir.

Filtre yedek parça gerektiriyor mu?

Periyodik genel bakım duruşları dışında duruşun çok pahalıya mal olduğu işletmelerde filtre seçimi daha da önemlidir: Su hattı üzerine biri yedek iki filtre monte

etmek de çözümlerden biri olabilir. Az bakım isteyen filtre seçmek ve gerekli yedekleri de işletmenin stoğunda tutmak en mantıklı yöntemdir. Filtrenin acil bakımı durumunda, kısa süre ile suyu "by-pass" hattından geçirmek sonucunda işletme zarar görür mü? Bu sorunun cevabı da filtre seçimi için bir kriterdir.

Filtre ne kadar su atıyor?

Ters yıkamalı bir filtrenin ters yıkama sırasında ne kadar su attığını bilmek isteriz. Ancak, değişken özellikte olan dere/göl / deniz sularındaki katı miktarı da çok değişken olduğu için bu tür uygulamalarda filtrenin atacağı su miktarını hesaplamak olanaksızdır. Filtrenin az su atması amaçlanacaksa o zaman yalnızca satın alınacak filtrenin değil, tesisin tamamının attığı su üzerinde bir araştırma yapmak ve TOPLAM ÇÖZÜM üzerinde çalışmak daha doğru sonuç verir.

On yıl kadar önce bir işletme kum filtrelerinin ters yıkama sularının geri kazanımı için bir ihale açmıştı. Biz mevcut kum filtrelerinin daha verimli çalışması için bir yöntem bulduk ve bu yöntem ile mevcut kum filtrelerinin ters yıkamada attığı su %90 azaldı, işletme ihaleden vaz geçti.

Su filtreleri ne kadar yer kaplayacak? Bu yer işletmemizde var mı?

Çalışmakta olan bir işletmeye su filtresi satın alınacağında genelde bu filtre için geniş bir yer bulunamaz, dar yere sığacak bir filtre bulmak gerekebilir.

Filtre değil filtrasyon sistemi:

Çoğu zaman tek bir filtre ile su filtrasyonuna çözüm getirilemez. İşletmeye giren ilk suyu (ham suyu) kullanım noktasında istediğimiz su kalitesine getirecek olan sistemin reçetesini yazmak ve sonra bu sistemi satın alıp doğru uygulamak tek doğru yoldur.

Örneğin, son noktada 5 mikrona kadar süzülmüş bir su ihtiyacını amaçlayan bir gıda fabrikasını düşünelim. Demek ki son noktada 5 mikronluk kartuş filtreler bulunacaktır. Kaliteli ve tam 5 mikron hassasiyetinde kartuş filtre yedeği pahalı olduğu için, 5 mikronluk filtreyi korumak için 10 mikronluk kartuş filtre, bunu korumak için 55 mikronluk diskli filtre, bunu korumak için 100 mikronluk elek filtre gibi bir filtre sistemi tasarlanabilir.

Su filtresi veya filtrasyon sistemi seçimini kime danışacağız?

Su filtrasyonu konusu bir **ilim değil, deneyim konusudur**. Yukarıda tarif edilen araştırma yapıldıktan ve bilgiler toplandıktan sonra su filtresi konusunda deneyimli bir şirkete konuyu danışmak ile doğru filtre veya doğru filtre sistemi seçilir.

NOT: *Dünyada çok çeşitli su filtreleri bulunmaktadır. Bu yazımıza bizim çok kullandığımız filtrelerin resimlerini ekledik.*

Tıkanmayan Su Filtresi Olur Mu?

Su filtreleri, sudan ayırdıkları katılar ile tıkanır."Tıkanmayan Su Filtresi" gibi davranan filtreler ancak tam otomatik kendini yıkayan filtre türleridir.

İşletme tecrübesi az olan işletmeler **"Tıkanmayan Su Filtreleri satın almak ve kullanmak"** ister! Peki, **"tıkanmayan filtre"** olur mu? Filtre konusunu iyi tanıyan okuyucular için makalenin başlığı tuhaf veya mantıksız görünse dahi, filtre satın alınmasında tecrübesi olmayan görevli ve filtre işleticiliğinde yeni olan bir kişi "TIKANMAYAN SU FİLTRESİ" arayışı içinde olabilir.

"Tıkanmayan filtre" peşinde olan ve "işletme tecrübesi az" olarak nitelendireceğimiz işleticilerin yaptığı bazı hataları buraya aktarırsak bu yazıyı neden kaleme aldığımızın sebebi anlaşılır. İşte, çok yapılan birkaç işletme hatası:

Bazı bakım teknisyenleri **"kartuş filtre tıkanıyor ve yedeği pahalıdır"** düşüncesi ile, kirlenmiş kartuşu çıkarıp kartuş kabını İÇİ BOŞ olarak bırakırlar. Bunun sonucunda filtrenin koruması gereken makina bozulur veya işletmenin ürettiği ürün kalitesi düşer.

Katı tutma hacmi çok küçük olan "Y tipi" pislik tutucunun içi çok kısa zamanda dolup sık sık bakım gerektirmesi bakım teknisyenini rahatsız eder, işletici pislik tutucu içindeki filtre birimini çıkartıp çöpe atar, böylece pislik tutucu pahalı bir BORU PARÇASI gibi görev yapar, fakat HİÇ TIKANMAZ!

Resim 1. *Pislik Tutucu*

Kurulalı birkaç yılı geçmiş olan işletmelerin bir çoğunda "Y tipi" pislik tutucuların içinde filtre birimi bulunmaz, çünkü işletici bunu çıkartmıştır.

El ile temizlenen diskli filtre kirlendiğinde filtre önce basınç kaybı yaratır, sonra tamamen tıkanır. Filtre temizliğini azaltmak isteyen bakım görevlisi filtre görevi

yapan disklerin sayısını azaltır, böylece, kendince "Tıkanmayan Filtre" yaratmış olur. Oysa, örneğin 100 mikron olarak satın alınmış bir diskli filtre içinden birkaç adet disk çıkarıldığında 400 - 500 mikronluk filtre gibi davranır.

Bazı bakım görevlileri filtrenin bulunduğu hatta paralel olarak yapılmış köprüleme (By- Pass) vanasını açarak işletmeye giden suyun filtreden geçmesini engeller, böylece filtre hiç tıkanmaz.

Bazı işletmeler, ters ozmoz cihazı su giriş hattı üzerinde bulunan bir mikronluk "yüksek kaliteli" filtreler için "çok sık tıkanıyor" şikayeti ile, ucuz fakat "AZ TIKANAN" kartuş filtreler satın almaya başlar. Bunun sonucunda ters ozmoz membranları temizlenemeyecek kadar tıkanır ve mecburen yeni membranlar satın alınır. Oysa yeni membranlar, fiyatı yüksek olduğu düşünülen kaliteli filtre kartuşlarına kıyasla çok pahalıdır.

Yukarıda vermiş olduğumuz örnekler filtre konusunu tanıyan okuyucularımıza "şaka gibi" gelebilir, fakat bu "şaka gibi" durumlar ziyaret ettiğimiz işletmelerde kendi tespit ettiğimiz şaşırtıcı durumlardır.

NORMAL SU FİLTRESİ TIKANIR:

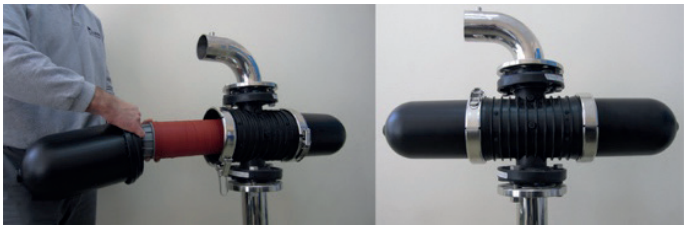
Filtresiz su kullanımı doğru değildir ve su ile gelen katıların, işletmenin türüne göre belli bir iriliğe kadar sudan alınması şarttır. Dolayısı ile su filtresi sudaki katıları tutar ve bu katılar filtre üzerinde biriktikçe filtrenin basınç kaybı artar, yani FİLTRE TIKANIR. Bu sebeple, filtre belli aralıklarla el ile temizlenir veya otomatik bir filtre kullanılıyor ise, bu filtrenin otomatik olarak kendi kendini temizleme sistemi çalışır.

İşletmelere zarar getiren su filtresi hatalarını nasıl önleyebiliriz?

Bizim önereceğimiz önlemler şunlardır:

Öncelikle su filtrasyonu ve su hazırlama projeleri bizim gibi suyu ve su filtrasyonunu iyi tanıyan kuruluşlara yaptırılmalıdır ki işletme sorunları en aza insin.

Bakım zorluğu yaratan, pislik tutma hacmi çok küçük olan "Y tipi" pislik tutucular yerine, kısa zamanda bakımı yapılan, işletmesi çok kolay, pislik tutma hacmi büyük filtre türleri kullanılmalıdır.



Resim 2. *Kolay ve Hızlı temizlenen Manüel Diskli Filtre*

El ile bakımı yapılacak olan filtreler muhakkak ikişer adet (biri yedek) olarak su hattı üzerine bağlanmalı, birinin içi temizlenirken diğer filtre %100 kapasitede su debisini geçirebilmelidir. Yani "köprüleme" (by-pass) hattı üzerinde de bir filtre olmalıdır ki işletmeye filtrelenmemiş su gitmesin.
El ile temizlenen filtreler işletmede "ana filtre" görevi üstlenmemeli, yalnızca "emniyet filtresi" olarak kullanılmalıdır. İşletmede muhakkak "Ana Filtre" olmalı, bu ana filtre tam otomatik olarak kendi kendini temizleyen bir filtre türü olmalıdır. Tam otomatik kendini temizleyen bir filtrenin fiyatı, el ile temizlenen filtreden 5 - 10 kat daha yüksek olabilir. İşletmenin ürettiği ürünün kalitesinin devamı göz önünde tutulduğunda ve filtrelenmemiş su sebebi ile üretim makinalarının çok sık ve birkaç saat süren gereksiz tamir - bakım duruşunun bedeli düşünüldüğünde, dünyadaki en pahalı filtresi dahi çok ucuz kalır. Sanayi işletmelerinde görev yapan bir su filtresi, otomobillerimiz için yaptırdığımız "kasko sigorta"ya eş değerdedir.

Bakım görevlisi teknisyenlere yalnızca filtre bakım bilgisi vermek yetmez, filtrelenmemiş suyun bu işletmeye ne gibi zararlar vereceği çok iyi anlatılmalı ve bu konuda teknisyenin tam ikna olduğundan emin olunmalıdır. Bu konuda **doğru ve yeterli eğitim verilmeyen ve ikna edilmeyen bir işleticiden filtreye doğru bakım yapması beklenemez.**

İşletmelerin çoğunda iyi su temini "Yardımcı İşletmeler Bölümü"nün görevidir. Üretimden sorumlu kişiler, üretim bölümüne gelen suyun iyi kalitede olduğunu sanırlar ve su hazırlama sisteminin yanına gitmezler. Yardımcı işletmeler bölümü ise genelde yönetim tarafından küçümsenir, çünkü bu bölüm üretim yapmaz ve işletmeye para kazandırmaz, buna karşılık yönetimden yedek parça veya iyileştirme parası ister. Yeni sanayileşen bir ülke olmamızdan kaynaklandığını sandığımız bu durum sebebi ile, birçok fabrikada suyu hazırlayan bölüm ile suyu kullanan bölüm arasındaki kopukluğa şahit oluyoruz. Bu sebep işletmelere çok zarar veriyor. Önerimiz şudur: Sanayi işletmelerinde "kalite" sorumlusunun veya "üretim" sorumlusunun, periyodik olarak yılda birkaç kez su sistemini baştan sona tetkik etmesi çok yerinde olur. Bu tetkik gezisine, para harcama yetkisi olan patronun veya genel müdürün de katılması bizce daha da verimli olur.

Satın alma görevlilerine de iyi filtrelenmemiş suyun işletmeye ne gibi zararlar vereceği çok iyi anlatılmalıdır görüşündeyiz. Fabrikalarda satın alma görevlilerinin zaman zaman filtre fiyatı üzerinde fazla odaklandıklarına şahit oluyoruz. Bu odaklanmanın sonucunda işletmeye uymayan "yanlış" bir filtre satın alınabiliyor ve bunun sonucu işletmeye çok pahalıya mal oluyor. Dört numaralı paragrafta anlattığımız gibi, **filtrelerin yalnızca fiyatlarının karşılaştırması** işletme açısından doğru değildir. Filtre fiyatı karşılaştırması yerine, **"Suyu çok iyi filtrelediği için işletmeye zarar vermeyen filtre ile işletmede ürünün kalitesini bozabilecek veya üretim makinalarına gereksiz duruş yaptırabilecek filtre"** karşılaştırması yaparak filtre satın almak o işletmeye daha çok para kazandırır.

Bir işletme kurulurken, formaliteler sebebi ile, çoğu zaman henüz ham su kalitesi belli olmadan tesisat projeleri yapılır ve bu sırada su filtresi seçilir ve projeye işlenir. Bu sebeple, işletmelere yanlış filtreler satın alınır ve kurulur. Daha sonra işletme çalışmaya başladığında yanlış filtrenin sık sık tıkanması sebebiyle işletme gereksiz duruşlar yapar ve işletme zarar eder. Yukarıda anlattığımız gibi, **sanayinin duruşlarının bedeli en pahalı su filtresinden çok daha pahalıdır.** Fabrika veya turizm tesisinin inşaatının yapılabilmesi için henüz kuyu açılmadan tesisat projesinin tamamlanması istenir. Ancak, ham su kalitesi hiç belli değilse, proje üzerinde su filtresi ve diğer su hazırlama cihazlarının işlenmesi "hayali olur" görüşündeyiz.

TIKANMAYAN FİLTRE VAR:

Ham suyun kalitesi çok iyi incelendikten sonra, bu ham suya göre doğru seçilmiş olan **"tam otomatik"** kendini temizleyen filtre sistemi **"Tıkanmayan Filtre"** gibi davranır. Sanayi ve tarım işletmeciliğinde tecrübeli ülkelere baktığımızda, göl veya dere suyu filtresi seçiminde uzun süreli filtre deneyleri yaptıktan sonra en uygun filtreyi seçtiklerini görüyoruz.

"Tıkanmayan Filtre" gibi davranan, kendi kendini tam otomatik olarak temizleyen birçok filtre dünyada bulunuyor. Bunları hepsini yakından tanımıyoruz. Çok iyi tanıdığımız, kurduğumuz ve kendini çok iyi temizleyen iki filtre sistemini burada örnek olarak anlatalım.

ÇOK TANKLI KUM FİLTRESİ: Tam otomatik yıkamalı çok sayıda küçük çaplı kum filtrelerinden oluşan, filtrelerden biri kendini temizlerken diğer filtre birimleri suyu süzmeye devam ettiği için, bu şekilde tasarlanmış bir kum filtresi "Tıkanmayan Filtre" olarak kabul edilebilir.

Resim 3. *Çok tanklı kum filtresi*

OTOMATİK YIKAMALI DİSKLİ FİLTRE: Otomatik yıkamalı çok sayıda küçük diskli filtrelerden oluşan filtre grubunda, filtrelerden biri kendini temizlerken diğer filtre birimleri suyu filtrelemeye devam ettiği için, bu diskli filtre "Tıkanmayan Filtre" olarak kabul edilebilir.

Resim 4. *Diskli Filtre*

Özet olarak, tıkanmayan filtre yoktur, ancak "Tıkanmayan Filtre" gibi davranan bir filtre sistemi kurulabilir ve böylece bu işletme su filtresinden kaynaklanan sorunlar yaşamaz. Böyle başarılı bir su filtrasyonu sistemi kurabilmek için, su tekniğini iyi bilen bir kuruluş ile iş birliği yapılmalı, satın alma sırasında filtrenin fiyatına odaklanmak yerine filtrenin işletme içindeki önemi ön plana çıkarılmalı, üretimden sorumlu kişilerin de su filtreleri ile ilgilenmesi sağlanmalı ve su filtresi bakıcısına yalnız filtreyi değil, bu filtrenin işletmede neyi koruduğu çok iyi anlatılmalıdır görüşündeyiz.

Kum Filtresini İyi Tanıyor muyuz?

Kum Filtresi dünyada en eski ve en çok bilinen su filtresidir.
Son yıllarda dünyada birçok su filtresi türü icat edilmiş olsa da,
Kum Filtresi bugün dahi kullanılmaktadır.

Su Filtresi denince, üniversitedeki eğitimlerden sanayi işletmelerine kadar birçok yerde akla önce KUM FİLTRESİ geliyor. Ancak, bizim gibi Su Tekniği'ni iyi tanıyan teknik kuruluşlar, su filtrasyonunda Kum Filtresi'nden başkaca filtreler de kullanıyorlar. Çünkü, **kum filtresi, iyi bir filtre olmasının yanında birçok işletme sorunları yaratan hantal bir filtredir**. Bazı yeni su filtrasyon tekniklerinin kum filtresinden daha başarılı görev yaptıklarını artık kabul ediyoruz.

Resim 1. *CTP Tanklı Kum Filtresi*

Bazı uygulamalarda kum filtresini kullanmak gerekiyorsa da, YANLIŞ YERDE veya YANLIŞ ŞEKİLDE kum filtresi kullanıldığını görüyoruz ve bu nedenle işletmelerin birçok sorunlar yaşadıklarına şahit oluyoruz. Bu yazımız Kum Filtresi imalatçıları için kaleme alınmadığından, **filtre tasarımı ile ilgili bilgilere yer vermeyeceğiz.**

Sanayi, turistik, evsel tesislerde ve yüzme havuzlarında uzun yıllardır kullanılan kum filtrelerinin bazılarında şu sorunlar ile karşılaşılır:

Filtre içinde "Bakteri üremesi" sonucu filtrenin çok sık tıkanması ve bunun so-

nucunda çok sık ters yıkama ve çok su telefi, bakterilerin su sistemine de gitmesi sonucu proses sorunları. Bu sorunların bir kısmı kum filtresinin imalat hatasından, bazıları yanlış filtre seçiminden, bir kısmı da işletme hatasından kaynaklanır.

Klasik Kum Filtresi ve Çok Katmanlı Filtre:

Kum Filtresi, içinde "Kuvars Kumu" tanecikleri bulunan, **su içindeki istenmeyen katıların bu kum tanecikleri arasında sıkışıp takıldığı ve böylece sudan ayr**ıldığı **bir su filtresidir.**

Yalnızca kuvars kumu katmanları ile tasarlanmış bir filtrede, her ters yıkama sonunda en ince kum tanecikleri filtrenin en üstüne yerleşir. Bu nedenle, su ile gelen katıların irileri de inceleri de filtrenin en üstündeki kum katmanı tarafından tutulur. Böylece, koca bir filtrede yalnızca en üst tabakadaki ince kum katmanı görev yapar. Dolayısı ile, içinde yalnızca kuvars kumu olan bir filtre **"düşük randımanlı" bir filtre olarak** kabul edilir.

Filtrede, en ince kum katmanı üzerine yoğunluğu (kg/m³) kuvars kumundan daha az olan fakat biraz daha iri taneli "Antrasit" katmanı konduğunda, bu filtre İKİ KADEMELİ bir filtre olarak görev yapar. Su ile gelen iri katılar en üstte bulunan Antrasit katmanı sayesinde sudan ayrılır, daha ince katılar da kuvars kumu tarafından tutulur. Bu filtreye İki Katmanlı veya Çok Katmanlı Filtre (Multi Medya Filtre) adı verilir.

Çok Katmanlı Filtrenin biraz daha gelişmişi içinde, yoğunluğu kuvars kumundan daha yüksek ve tanecikleri çok ince olan bir katman daha bulunur. Böylece bu filtre ÜÇ KADEMELİ bir filtre olarak görev yapar. Çok Katmanlı Filtre klasik kum filtresine kıyasla daha yüksek debilerde çalıştırılabilir ve daha başarılı ve randımanlı bir su filtresi olarak görev yapar.

Sonuçta, "Çok Katmanlı Filtre" klasik kum filtresine kıyasla sudaki katıları daha iyi ayırdığı gibi, ters yıkama sırasında tutmuş olduğu katıları da kolayca dışarı atar. Her ters yıkama sonunda, değişik yoğunlukta malzemelerden oluşan katmanlar tasarlanmış olan yerlerine otururlar.

Resim 2. *Çelik Tanklı Kum Filtresi*

Kum Filtresi ile Çok Katmanlı Filtrenin püf noktaları içinde en önemlileri şunlardır:

a. Kullanılan filtre dolgu malzemelerinin doğru tasarımı;

b. Süzülecek suyun ve ters yıkama suyunun iyi yayılmasını sağlayan iç dağıtım parçalarının doğru tasarımı;

c. Süzülecek suyun filtre içinden geçiş hızı;

d. Ters yıkama suyunun filtre içinden geçiş hızı;

e. Filtrenin içinde mikrobiyolojik üremenin engellenmesi.

Kum Filtresi ile Çok Katmanlı Filtre'nin İYİ TARAFLARI:

* İyi tasarlanmış bir Kum Filtresi ve Çok Katmanlı Filtre ile **Bulanık bir sudan şeffaf bir su elde edilebilir**. Ülkemizde çoğunlukla bulanık olamayan kuyu suyu kullanıldığından, **kum filtresi yerine daha kullanışlı olan diskli filtreler tercih edilebilir**. Filtrasyonun çok başarılı olması için kum filtresindeki su geçiş hızı çok düşük olmalıdır (10 - 15 $m^3/h/m^2$); çok küçük katıların

TOPAKLANARAK irileşmesi ve filtrede kolay tutulmaları sağlanmalı, filtre ters yıkama suyunun hızı yüksek olmalıdır (28 - 30 $m^3/h/m^2$ gibi). **Su sıcaklığı arttıkça suyun viskozitesi değiştiğinden**, su sıcaklığı 25°C üzerindeyse filtre ters yıkama hızı daha da yüksek seçilmelidir.

* Kum Filtresi ve Çok Katmanlı Filtre'nin iç hacmi çok geniş olduğundan, **filtrenin tuttuğu katılar filtre içinde uzun süre depolanabilir**.

DİKKAT: Bu avantaj, işletme hataları nedeni ile filtreyi çok kötü bir filtre durumuna da sokabilir. Çünkü filtrenin tuttuğu katılar içinde hızlıca üreyebilen mikroplar bulunur. Dezenfeksiyonu iyi yapılmayan filtrelerde çoğalan mikroplar yapışkan bir sıvı üreterek filtre içindeki dolguyu birbirlerine yapıştırır. Bunun sonucunda filtrede yüksek basınç kaybı oluşur ve suyu geçirmez. Daha sonra, su basıncı ile topaklanmış kumlar arasında geniş çatlaklar oluşur ve su bu çatlaklardan kolayca ve FİLTRELENMEDEN GEÇER ve filtre görevini hiç yapmaz.

Kum Filtresi ile Çok Katmanlı Filtre'nin NEGATİF TARAFLARI:

- Yukarıda anlattığımız gibi, bu filtrelerin içi mikrobiyolojik üremeye çok müsaittir. Bu üreme sonucunda filtre hiç görev yapmadığı gibi, üreyen bakteriler prosese kadar giderek işletmede başkaca sorunlar yaratır.

- Kum Filtresi ve Çok Katmanlı Filtrenin "mikron seviyesi" olarak tutma kabiliyeti genellenemez. Yanlış tasarlanmış veya içindeki kumda çatlaklar oluşmuş bir filtre iri katıları dahi kaçırabilir.

- Kum filtrelerinin ters yıkama suyu debisi yüksek olur; filtre yüzeyi başına 28 -30 m/h gibi. Birçok işletmede bu yüksek debide suyu temin etmek sorun olur. Soğutma sularının filtrasyonunda ise, bu tür katmanlı filtreler ters yıkama sırasında soğutma suyunu tüketerek, soğutma prosesini risk altına sokar.

- Kum Filtresi ve Çok Katmanlı Filtre ters yıkama sırasında çok su telef eder. İşletmelerin çoğunun "Su Tasarrufu Projeleri" yaptığı devrimizde, çok su telef eden filtreler yerine başka filtre çözümleri aranmaktadır.

- Kum ve Katmanlı filtreler HANTALDIR, çok yer kaplar: Bir metre çapındaki bir kum filtresinden ancak 8 - 12 m^3/saat su geçer. Devrimizde az yerde çok iş yapılması istenir ve Kum Filtresi bu devrin anlayışına uymuyor denebilir. Örneğin şehir içi otellerde ve şehir içinde kalmış eski işletmelerde bir filtreye bu kadar çok yer ayrılmak istenmez.

- Kum ve diğer filtre katmanlarının filtrelenmiş suya karışmasını engelleyen filtre iç nozulları ve iç dağıtım parçalarının kırılması durumunda filtre içindeki ince kumlar ve diğer ince katmanlar işletmenin prosesine gidebilir. Bu riskin ortadan kaldırılması için çok iyi önlem alınması gerekir.

- **“Yoğunluğu kumdan daha yüksek olan katıların” Kum Filtresi ile filtre edilmesi doğru değildir. Yoğunluğu filtre malzemesinden daha yüksek olan kirlilikleri Kum Filtresi çok iyi tutsa dahi, ters yıkama ile bunları atamaz ve sonunda filtre tamamen tıkanır.** Bu sebeple, yoğunluğu kuvars kumuna çok yakın olan kuyu suyundaki kumların Kum Filtresi ile süzülmesi işletme sorunları yaratır. Demir - Çelik işletmelerinde de soğutma sularında bulunan ve yoğunluğu kumun 2 - 3 katı olan TUFAL’ın da (demir oksit) kum filtresi ile sudan ayrılması birçok işletme sorununu beraberinde getirir.

Resim 3. *Yüksek Debiler için Çok Birimli Kum Filtresi*

Kum Filtresi içinde Mikrop Üremesinin Önlenmesi:

Kum ve Çok Katmanlı Filtre içinde bulunan geniş hacimler ve düşük su hızı mikrop üremesi için çok uygun bir ortamdır. Bu mikrop üremesi sonucunda filtre görevini yapamaz. Baraj, dere ve göl suları gibi **tabiata açık suların filtrasyonunda bu olay daha hızlı oluşur**. Filtre içinde çoğalan mikroplar işletmenin su sistemine de geçer ve prosese zarar verir. Dolayısı ile, filtrelerin tıkanma sorunu yanında mikrop ile mücadele işletme için çok önemli bir husustur.

Mikrop üremesine karşı en etkili yöntem ham **suyun filtrelerden önce klor veya ozon ile dezenfeksiyonudur**. Bu üreme mücadelesi sebebi ile, Kum Filtreleri kesinlikle yedekli (tandem) şekilde tasarlanmamalıdır, çünkü **kullanılmadan bekleyen filtre içindeki mikrop** üremesi **çok daha hızlı olur**. Mikrop riskinin hiç istenmediği tesislerde (İçme Suyu Şişeleme İşletmeleri gibi) Kum Filtreleri yerine sık sık kartuşları yenilenen Kartuşlu Filtrelerin veya hiç bakteri geçirmeyen Ultra Filtrasyon Sistemi kullanılması daha uygundur.

Mikrop üremesinin sebeplerinden biri de filtrenin ters yıkama aralıklarının uzun olmasıdır. Filtrelenen suda az miktarda katı olsa dahi, üremenin önlenmesi için filtrenin günde bir kez ters yıkanması önerilir.

Kum Filtresi ile Çok Katmanlı Filtre’nin Doğru Kullanılması için:

Yukarıdaki paragraflarda yazıldığı gibi, filtre su debisine uygun seçilmelidir. Filt-

re su debisini tayin etmek için, filtreyi beseleyen pompanın üzerindeki plakayı okumak çoğu zaman doğru bilgiyi vermez. Çünkü pompa debisi karşı basınca göre değişir. Fakat su sayacı, akış ölçer veya bir bidon testi sonucunda su debisini tayin etmek daha doğru olur.

Kum Filtresi içine kesinlikle dere kumu konmamalıdır. Dere kumu içinde çok miktarda kalsiyum içeren kumlar bulunur ve bunlar kireçtaşı gibi birbirlerine yapışarak büyük topaklar oluşturur ve sonuçta kum filtresi görevini yapmaz.

Filtre katmanlarının ve filtre iç dağıtım düzeneğinin tekniğe çok uygun olduğundan emin olunmalıdır.

Filtrenin ters yıkanması için yüksek debide su muhakkak sağlanmalıdır, bu konuda cimrilik yapılmamalıdır. Örneğin **1000 mm çaplı bir kum filtresinin** su debisi yaklaşık 8 -12 m/saat olmasına karşın bunun **ters yıkanması sırasında gereken su debisi yaklaşık 25 - 30 m/saattir.**

Filtre tıkanmasa dahi, **ters yıkama en az günde bir muhakkak yapılmalıdır**.

Filtre içinde kesinlikle mikrop üremesine izin verilmemeli, bu sebeple filtre öncesi suyun **tam otomatik dezenfeksiyonu yapılmalıdır.**

Tabiata açık, göl ve dere sularının filtrasyonunda, kum filtresi öncesi 100 mikron seviyesine kadar iri katıları ayıran tam otomatik ters yıkamalı bir filtrenin sisteme konması çok doğru olur.

Suda bulunan kum, tufal gibi yoğunluğu yüksek katıların filtrasyonunda Kum Filtresi ve Çok Katmanlı Filtre yerine başka filtre türleri seçilmelidir.

Suyun filtrasyonu için Kum Filtresi ve Çok Katmanlı Filtre yerine başkaca su filtrasyonu teknikleri de seçilebilir. İşletmede kullanılan suyun maliyeti de filtre seçimini etkiler. Bugün piyasada çok çeşitli filtre türleri bulunmaktadır. Kum Filtresi herkesin bildiği bir filtre olmasına rağmen, **tasarımından işletilmesine kadar birçok "püf noktası" olan bir filtredir**. Bundan dolayı, bir kum filtresi satın alınırken, uzun uzun teknik şartname yazmak yerine, su filtrasyonunda uzman bir şirketi seçmek ile başarılı sonuca daha kolay ulaşılır görüşündeyiz.

Kum Filtresi Kapasitesini Filtre Çapı mı Tayin Eder?

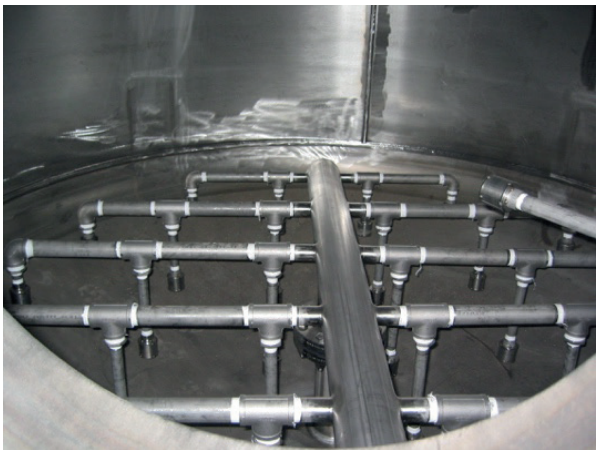
Kum Filtrelerinin bazı modelleri içinde bulunan ve filtre görevi yapan kumun yalnızca belli bir oranı hakikatte filtre görevi yapar. Oysa kum filtresi hesabı yapılırken filtre kumunun tamamının filtre görevi yaptığı kabul edilir.

Tüm dünyada ve ülkemizde kullanılan basınçlı kum filtrelerinin çoğu alışılagelmiş şekilde imal edilir ve belli alışkanlıklar ile, kum filtresinin yalnızca çapı (kesiti) göz önüne alınarak filtrenin kapasite hesabı yapılır. Genelde kum filtresi seçiminde, filtre içinde bulunan dağıtım sistemi göz önüne alınmaz. Sanki filtre içindeki kumun tamamı suyu bir güzel filtre ediyor düşüncesi ile, filtre tankının çapından ve bu çapın oluşturduğu kesitten yola çıkılarak filtre kapasitesi hesaplanır.

Kum filtresi kapasitesi hesabı örneği: Filtre tankının çapı örneğin 2,00 metre ise, kum filtresi kesiti 3,14 m² dir. Su filtrasyon hızı 10 m³/h/m² alındığında bu filtrenin kapasitesi 31,4 m³/saat olarak kabul edilir. Su hızı 20 m³/h/m² alınırsa aynı filtrenin kapasitesi 62,8 m³/saat kabul edilir. İşte, kum filtresi hesabı genelde filtre tankı çapı ve tank kesitine göre su hızı göz önüne alınarak yapılır.

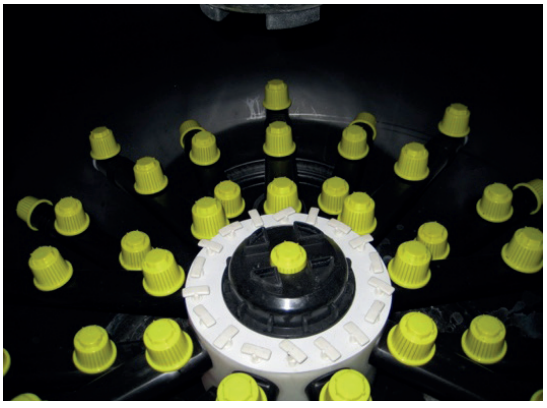
Oysa SU'yun, fizik kanunları gereği, her zaman EN KISA yolu seçtiğini biliyoruz. Bu sebeple, filtre içine giren su, "EN KISA YOLDAN" kum içinden geçerek filtre tankı altındaki fıskıyelere (difüzörler) gider. Filtre tankı dibinde bulunan fıskıye (difüzör) sayısı veya yüzeyi ne kadar çok ise, suyun filtre kumunun büyük bir oranından filtrelenerek geçmesi o kadar çok olur. Fıskıye (difüzör) sayısı azsa, filtre tankı içindeki kumun büyük bir oranı filtrasyon görevi yapmaz, boşta kalır. Bu durum filtrenin ters yıkaması için de aynıdır ve fiskiye (difüzör) sayısı az olan kum filtreleri içindeki durgun bölümler ters yıkama sırasında hareket görmez. Durgun kumlardan başlayarak kum içinde **mikrobiyolojik üreme** sorunu ortaya çıkar. "**BİYOFİLM**" oluşur, kumlar topaklaşır ve sonunda filtrelenecek su, kum topakları arasındaki boşluklardan ve **hiç filtrelenmeden geçer**.

Resim 1 ile Resim 2'yi karşılaştırdığımızda yukarıdaki paragraflarda yazdıklarımız daha iyi anlaşılır. Resim 1'de görünen filtre tabanındaki fiskiye grubu **Yetersizdir**, yani 2,2 m çapındaki kum filtresinin kesiti 3,8 m² olmasına rağmen, bu fitrede toplam 40 adet fıskıye (difüzör) bulunmaktadır.



Resim 1. *Tabanında Yeterli Difüzör Bulunmayan Kum Filtresi*

Filtre tasarımı hesabında, su hızını 10 m³/h/m² almış olsak dahi, aslında, EN KISA YOLU SEÇEN SU, filtreye girişinden itibaren doğruca filtre tabanındaki fıskiyelere doğru akar ve bu kısa yol üzerinde bulunan kum katmanları filtrasyon görevi yapamaz ve durgun kalır. Bu durumda filtre görevi yapan kum miktarı oranı azdır ve filtre görevi yapan kum kesiti içindeki su hızı 30 - 40 m³/h/m² üzerinde olabilir.



Resim 2. *Tabanında Yeterli Difüzöre Sahip Kum Filtresi*

Resim 2'de, filtre tabanına BOLCA konmuş fıskiyeler sayesinde, filtre tankı içindeki kumun tamamının filtre görevini yaptığını kabul edebiliriz. Resim 2'de görünen filtrenin çapı 1,22 m ve kesiti 1,16 m²' dir ve bu filtrede toplam 55 adet fıskiye bulunur. Bu durumda, filtre tasarımı hesabında, su hızını 10 m³/h/m² aldığımızda, hakikaten filtre görevi yapan kum içindeki su hızının 10 m³/h/m² civarında olduğunu kabul edebiliriz.

Çapları 2 metre olan ve yükseklikleri aynı olan iki kum filtresinin içinde bulunan

fıskiyeler Resim 1 ve Resim 2'deki gibi farklı farklı olduğunda, bu iki kum filtresinin içindeki su hızını nasıl olur da ayni kabul edebiliriz ve yalnızca filtre kesitini göz önüne alıp filtre kapasitesi nasıl hesaplayabiliriz?

Fıskiye düzeneği az olan (Resim1) filtre içinden 10 m³/h/m² hesabı ile su geçirilecekse, Resim 2'de fıskiye şekli gösterilen ÇOK FISKIYELİ filtre içinden 20 - 30 m³/h/m² hesabı ile su geçirildiğinde aynı filtrasyon sonucu alınır görüşündeyiz. Bu durumda, örneğin 40 m³/saat debideki suyu **2,00 metre çapında** "Az Fıskıyeli" filtre ile filtrelemek yerine, çapı daha düşük fakat "ÇOK FISKIYELİ" kum filtresi ile filtrelemek aslında daha ekonomik olur.

40 m³/saat debideki suyu 1,50 metre çapındaki ÇOK FISKIYELİ kum filtresi ile filtrelemenin avantajlarını şöyle sıralayabiliriz:

1,50 metre çapındaki filtre çok daha az yer tuttuğu için ve daha hafif olacağı için nakliyesi daha ucuz olur;

İşletme içinde daha az yer kapladığı için yer avantajı sağlar;

Kum filtresi ters yıkama hızını 30 m³/h/m² aldığımızda, ters yıkama süresini 10 dakika alırsak 2,00 metre çapındaki az fıskıyesi olan filtre 15,7 m³ su kullanır. Oysa, 1,50 metre çapındaki filtre yalnızca 8,85 m³ su ile kendini yıkar (yarısı kadar su telef eder)

Kum değiştirilmesi gerektiğinde de çok fıskiyeli filtre için az miktarda kum satın alınıp hızlıca kum değişimi sağlanır.

Yukarıda açıklamasını yaptığımız kum filtresi kapasite hesabı ve "filtrasyon hızı" konuları ilmi bir araştırma sonucu elde edilmiş bilgiler değildir, 1984 yılından bugüne su tekniği ve su filtrasyonu ile uğraşmamız sonucu ulaştığımız pratik bilgilerdir. Bugün ulaşmış olduğumuz bu uygulama bilgileri sonucunda, biz projelerimizde ÇOK FISKIYELİ kum filtrelerini uyguluyoruz ve bu yazıda sözünü ettiğimiz avantajları elde ediyoruz.

Kum Filtresi Ters Yıkama Sırasında Her Tuttuğunu Atamaz

Kum Filtresi başarılı bir filtre olmasına rağmen, su ile beraber gelen bazı katılar filtrenin ters yıkaması sırasında filtreyi terk edemez. Bunu önlemek maksadı ile kum filtresi öncesi "koruyucu filtre" kullanılması önerilir.

Yazının başlığını kısaca açıklayalım, daha sonra konunun inceliklerine geçelim: Kum filtresi, su içinde bulunan birçok katı türlerini sudan ayırmada kendini kanıtlamış bir filtredir ve su içindeki katıların büyük bir oranını sudan ayırır. Ancak, filtreye gelen su içinde bulunan bazı katıların özgül ağırlığı, sudan katıları ayıran filtre dolgu malzemesinin özgül ağırlığı (dansite) ile aynı ise veya daha yüksek ise, özgül ağırlığı yüksek olan bu katılar, filtrenin ters yıkaması sırasında filtreyi terk edemez ve kum filtresi içinde birikir.

Kum filtresi basit bir filtredir, fakat, bütün yeni icat edilmiş filtrelere rağmen, su filtrasyonunda henüz kullanımından vaz geçilemeyen bir filtredir, bu sebeple kum filtresini daha iyi tanımamızda yarar vardır.

Kum filtresi çok yer tutar, ters yıkama sırasında çok su atar, iyi işletilmezse içinde mikrobiyolojik üreme riski yüksek bir cihazdır; tüm bu olumsuzluklara rağmen bugün dahi çok kullanılan bir filtredir. Çünkü olumsuzlukları yanında kum filtresinin olumlu tarafları da vardır:

Sudaki katı miktarı çok olsa dahi bu katıları barındıracak geniş hacme sahiptir;

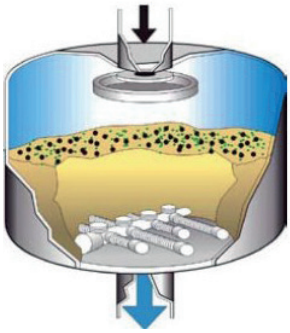
İşletilmesi basittir;

İç dolgusu ucuzdur;

Doğru tasarlanırsa basınç kaybı yüksek değildir;

Isıya dayanıklıdır.

Kum filtresi içine konan dolgu malzemesi genellikle madenlerde elde edilen ve iriliği 0,3 mm - 3 mm kadar olan kuartz kumudur, bileşiminde %90 üzerinde Silikat içerir ve bu maddenin özgül ağırlığı **2,60 - 2,65 gram/cm^3'dür**. İşte **yazımızın konusu bu özgül ağırlık ile çok ilgilidir**, çünkü, su ile beraber kum filtresine gelen katıların özgülağırlığı 2,60 - 2,65'den yüksekse veya aynı ise, kum filtresinin ters yıkaması sırasında bu katılar filtreyi terk edemez.

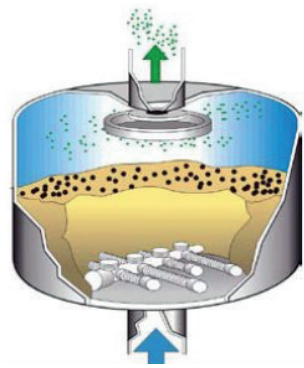


Resim 1. *Kum Filtresi İçinde Biriken Katılar*

Israrcı olup ters yıkama suyunun debisini çok yükseltirsek, bu durumda filtre dolgusu da filtreyi terk eder.

Çok yaşanan iki örnek ile yukarda anlattığımız "özgül ağırlığı" konusunu açıklayalım.

Birinci örnek kuyu suyunu süzen ve kuyu suyu filtrasyonu için kullanılan kuartz kumu dolgulu filtre: Bu kuyudan gelen **çok küçük boyuttaki** katıların özgül ağırlığı kuartz kumu özgül ağırlığı eşit olsa dahi, bunlar filtre ters yıkama suyunun hızı ile filtreyi terk edebilir. Ancak, kuyudan gelen katılar **kum filtresi içindeki kuartz kumu iriliğinde** veya daha iri ise ve özgül ağırlığı 2,50'den daha yüksekse, bu katılar filtre ters yıkaması sırasında filtreyi terk edemez, filtre içinde birikir. Sonuçta filtre içindeki kum tabakası kalınlığı yavaş yavaş artar; kum filtresinin basınç kaybı yükselir ve anlattığımız sorunun farkına varamayan işletici kum filtresini çok sık ters yıkamaya mecbur kalır. Dolayısı ile çok miktarda su ters yıkama sırasında telef olur.



Resim 2. *Filtre Ters Yıkaması Sırasında Filtreyi Terk Edemeyen Katılar*

İkinci örnek çelik sanayiinde soğutma suyundaki demir oksiti (tufalı) filtreleyen

kum filtreleri: Çelik sanayiinde TUFAL olarak adlandırılan **demir oksidin yoğunluğu 5 gram/cm^3 üzerindedir** ve proses gereği tufal soğutma suyuna girer. Tufalın iri olanları kum filtresine gelmeden önce çöker. Su ile sürüklenip kum filtresine gelen tufalın büyük bir oranı filtre ters yıkaması sırasında filtreyi terk edemez, aksine, filtre dolgusundan daha ağır olduğu için filtre dolgu tabakalarının alt kısımlarına doğru hareket eder. Filtre içinde kalan bu tufal malzemesi zaman içinde birbirleri ile birleşip katmanlar oluşturur ve filtrenin basınç kaybını çok yükseltir.

Çözüm Nedir?

Kum filtresi bazı katıları ters yıkamada atamadığı için tabii ki kum filtresinden vaz geçmek gerekmez, kum filtresi öncesi iri katıları ayıran bir "mekanik filtre" su sistemine monte edilir, böylece kum filtresine yalnızca küçük katıların gelmesi sağlanır ve kum filtresinin sorunu azaltılır.

Kum filtresi öncesi ne tür mekanik filtreler kullanılabilir?

Artık dünyada iletişim arttı, her ülkenin geliştirmiş olduğu mekanik filtrelere ulaşmak mümkün oluyor. Bizim kendi uygulamalarımızda başarılı bulduğumuz su filtresi türleri şunlardır:

Kuyu suyu filtrasyonunda, kuyu suyundaki katıların türüne göre, kum filtresi öncesi **"Diskli Filtre"** ile çok başarı elde ettik. Diskli filtreler arzu edilen irilikteki katıları sudan ayırmak üzere tasarlanan ve kum filtresine kıyasla yaklaşık **onda bir oranında ters yıkama suyu sarf eden** ve az yer kaplayan filtrelerdir. Diskli filtreler ve kumanda panoları her tür tabiat şartlarında görev yapan filtrelerdir, bina dışına konabilir. Diskli filtreler 0,2 - 0,3 bar gibi düşük basınç kaybı için tasarlanır ve basınç kaybı 0,5 - 0,6 bar olduğunda filtre otomatik ters yıkamaya geçer. Resim 3'de bir disk filtre görülüyor.

Resim 3. *Kum Filtresi Koruyucusu Olarak Diskli Filtre 160 m^3/Saat*

Çelik sanayiinde, tufallı suların filtrasyonunda, kum filtresi öncesi **"Katı Ayırıcı"** tabir edilen mekanik filtreler ile başarılı su filtrasyonu yapılabiliyor. Katı ayırıcılar doğru tasarlanırsa, özgül ağırlığı 5 gram/cm³ üzerinde olan tufal partiküllerini 40 - 50 mikron seviyesine kadar sudan ayırır. Katı ayırıcı sudan ayırdığı katıları cihazın alt haznesine gönderir, dolayısı ile suyun geçidi üzerinde basınç kaybını değiştirecek bir malzeme bulunmaz. Katı ayırıcının yarattığı basınç kaybı suyun cihaz içindeki sürtünmesi ile oluşur, bu da 0,5-0,8 bar mertebesindedir ve su debisi değişmedikçe ilk devreye alındığı günkü basınç kaybı hiç değişmez. Katı ayırıcılar ve deşarj vanası kumanda panoları tabiat ortamına uygun ekipmanlardır, bina dışına konabilir.

Resim 4. *Kum Filtreleri Koruyucusu Olarak Katı Ayırıcılar 4 x 1000 m³/Saat*

Resim 4'de kum filtreleri koruyucusu olarak görev yapan katı ayırıcılar görünüyor.

Katı ayırıcının kapladığı alan kum filtresi ile kıyaslanamayacak kadar azdır, örneğin 100 m³/saat su debisi için kum filtresi yaklaşık 6-7 m² yer alırken, katı ayırıcı yalnızca 0,2 m² yer alır. Katı ayırıcının kendini temizlemede harcadığı su miktarı kum filtresinin ters yıkamada harcadığı su miktarı ile kıyaslanamayacak kadar azdır.

Kum filtresi koruyucu filtresinin diğer bir avantajı:

Kum filtresinde, filtrelenmemiş su ile temasta olan su giriş vanası iri katılar tarafından aşınma, zedelenme ve bozulma riskleri taşır. Kum filtresi önünde koruyucu bir "ön filtre" olduğunda su giriş vanasının bozulma riski de en aza iner.

Sonuç olarak, bir su arıtım sisteminde kum filtresi kullanılması planlandığında, filtrelenecek suyun içindeki katılar incelenmelidir. Kum filtresinin ters yıkaması sırasında filtreyi terk edemeyecek türde, yoğunluğu (dansitesi) yüksek katılar ham suda bulunuyorsa, kum filtresini korumak amaçlı mekanik bir filtre seçilmeli ve projeye eklenmelidir görüşündeyiz.

Kartuşlu Su Filtreleri ve İşletme Sorunları

Kartuşlu su filtreleri birçok sektörde ürünün kalitesini etkileyen bir filtre olmasına karşın, satın alma sırasında ve işletmecilikte genelde küçümsenir. Bunun sonucunda satın alınan kalitesiz kartuşlar sebebi ile işletme sorunlar yaşar ve ucuz kartuş işletmeye pahalıya mal olur.

Bazı sektörlerin vaz geçilmez filtresi olan **Kartuşlu Su Filtreleri**'nin türlerini anlatmaktan ziyade, bu yazımızda filtre kartuşu satın alımı ve uygulamasının önemi üzerinde fikir vermeyi amaçlıyoruz. Bu yazımızda yalnızca "NOMİNAL" grubunda olan filtre kartuşlarından söz edeceğiz.

"FİLTRE KARTUŞU", basınçlı bir kap olan "kartuşlu filtre" gövdesinden kolaylıkla dışarı çıkarılabilen, çoğu zaman temizlenmeye müsait olmadığı için yedeği ile değiştirilen, 50 mikron ile 0,2 mikron seviyelerine kadar suları süzen filtre türleridir.

Resim 1. *Kartuş Filtre Kabı*

Piyasada çok değişik malzemelerden imal edilmiş değişik süzme kabiliyetinde su filtresi kartuşları bulunur. Fiziksel ölçüler açısından kartuşlarda bazı dünya standartları oturmuştur. Bu sebeple, çoğu kez aynı filtre gövdesi içine değişik markalarda kartuşlar konabilir. Dünya piyasasındaki kartuş standardına uymayan bir

model kartuşlu filtre yatırımı yapmak bu özel filtre imalatçısının fiyat şartlarına boyun eğmek mecburiyetini getirir. İlk yatırım sırasında standart ölçülerde filtre kartuşu seçmek sonucunda, yedek kartuş satın alınmasında zorluk yaşanmaz.

İşletmelerde Kartuşlu Su Filtrelerinde yaşanan sorunlar öncelikle filtre seçimi ve satın alınmasında, daha sonra uygulama sırasında meydana gelir. Bu sorunları iki grup altında inceleyebiliriz.

Resim 2. *Kartuş Filtre Türleri*

Kartuş Filtre Satın Alımında Yapılan Yanlışlıklar:

Yeni sanayileşen ülkemizde **tecrübesizlikten kaynaklanan** birçok hatalar yapılmaktadır. Burada kullanıcı tecrübesiz olduğu gibi satıcı da genelde bilgisizdir. Dolayısı ile ülkemizde "Kör satıcının kör alıcısı olur" deyiminin uygulandığı bir tarihsel olay yaşanmaktadır. Teknik malzeme satışı yapılan bölgelerde görüyoruz ki SU konusunda ihtisaslaşmış iş yerlerinin yanında cıvatacı, brülörcü, hırdavatçı gibi su tekniğine uzak konulardaki iş yerleri dahi su filtresi ve su filtresi kartuşu satmaktadır. Piyasada görünen UCUZ fiyatlar da satın alma görevlilerini yanlış ve kalitesiz filtre kartuşu satın almaya yönlendirmektedir. Oysa filtre kartuşu satın alacak kişi önce aşağıdaki birkaç soruyu kendi kendine sormalı ve bu konuda bilgi edinmelidir:

1. Aranan Kalite Standartları: Su kalitesine önem veren işletmeler bazı kalite standartları ararlar. Bu standartlara uygun olan filtre kartuşları, hiçbir standarda uymayan filtre kartuşları ile kesinlikle kıyaslanmamalıdır. ABD menşeli olan ve su tekniği konusunda kalite standardı veren NSF (National Sanitary Foundation) batı ülkelerinde en çok bilinen kalite standardıdır. Ayrıca, ABD'de bulunan FDA (Food and Drug Administration), filtre kartuşlarına ABD yönetmeliklerine göre

"gıdaya uygunluk" sertifikası verir. Avrupa ülkelerinin de kendi içinde geçerli kalite standartları bulunur.

2. Mikron Seviyesi: Kartuş filtre ambalajının üzerinde yazan MİKRON seviyesine ne derece güvenebiliriz? Filtre üzerinde "5 mikron" yazıyorsa bu kartuş hakikaten 5 mikrondan daha iri nesneleri sudan ayırır mı? Kartuş üzerinde "05 mikron" yazıyorsa bu kartuş 5 mikronluk kartuş mudur, yoksa satıcının iddia ettiği gibi 0,5 mikronluk kartuş mudur?

DİKKAT: İki haneli mikron hassasiyeti içinde 50 mikron, 20 mikron, 10 ve 05 mikron vardır ve "05" yazısı yalnızca "5 mikron" demektir.

Profesyonel kartuş imalatçıları uzun yılların deneyleri sonucunda piyasaya bir ürün çıkarır ve piyasada uzun süre kalabilmek için kalitesini ve mikron hassasiyetini her zaman korur. Yapılan araştırmalar ve kaliteyi sabit tutmak için yapılan harcamalar sonucunda profesyonel filtre kartuşunun fiyatı "taklit" kartuşun fiyatı kadar düşük olamaz. Profesyonel filtre kartuşlarının süzme hassasiyeti orijinal ambalaj üzerinde veya kartuşun üzerinde yazılı olur. Böylece, satıcının sözünden ziyade imalatçının beyanı ortadadır.

İlle de UCUZ olsun fikri ile satın alınan filtre kartuşunun ise **mikron** seviyesi, **kirlilik tutma kabiliyeti** ve **suya elyaf verme** özellikleri sorgulanmalıdır. Bu çok önemli hususlar sorgulanmadan "Ucuz" kartuş satın alan bir işletme, genelde kartuş fiyatının çok üzerinde ekonomik zarara uğrar.

3. Teklif edilen "ucuz kartuş" acaba kaç gram katıyı tutunca doyar ve tıkanır? Kartuş çok miktarda katıyı barındıracak kadar yüzeyi ve iç hacmi geniş midir? Bazı piyasa malı kartuşlar satın alınırken "ucuz" sanılır, ancak, bu ucuz kartuşların katı tutma hacmi çok küçüktür ve çok sık tıkandığından sık sık yenilemek gerekir, işte "ucuz" sanılan bu kartuşlar aslında işletmecilik açısından çok yüksek bedelli kartuşlardır.

4. Kartuş malzemesi bakterileri barındırmaya ve bu bakterilere gıda olmaya müsait midir? Sıradan kartuşlar araştırma yapılmadan piyasaya sürüldüğü için, içinde bakterinin gıdası olabilecek malzeme bulunup bulunmadığını ancak müşteri kötü bir olay yaşadığında çok pahalı bir şekilde öğrenmiş olur.

5. Kartuş hangi su basınç farkına (Δp) kadar deforme olmaz ve katıları kaçırmaz? Bu konuyu rakamlar ile açıklamak yararlı olur; bir örnek verelim: Ters ozmoz cihazlarında çok kullanılan ve "40 inçlik" olarak bilinen kartuşun uzunluğu 100 cm ve dış çapı 7 cm'dir. Bu filtre kartuşunun dış yüzeyi yaklaşık 2000 cm^2'dir. Kirlenmiş olan filtreye giren suyun basıncı 3 bar (3 kg/cm^2) ve çıkış basıncı 2,5 bar olduğunda, bu filtre içindeki her kartuş üzerine uygulanan yük toplam 0,5kg/cm^2 x 2000 cm^2 = 1000 kg'dır, yani BİR TON yük! Genelde sentetik elyaf ile imal edilmiş bir kartuş 1000 kg ile sıkıldığında, filtre kabına giren ham

suyun iyi su tarafına kaçma olasılığı çok yüksektir. İşte bu çok önemli husus gerek satın alma sırasında ve gerekse işletme sırasında akıldan çıkarılmaması gereken çok önemli teknik bir bilgidir.

6. Kartuşun malzemesi su basıncı ile dağılabilir mi? Kartuşu oluşturan malzemenin lifleri filtrelenmiş su tarafına geçerek sisteme ve korunacak cihaza zarar verebilir mi? Bazı kartuşlar maalesef bu sorunu yaratır ve kartuşlu filtrenin koruması gereken cihaz içinde kartuş lifleri bulunur. Ters Ozmoz bakımlarında buna rastlıyoruz, membranlar üzerinde kartuş lifleri bulabiliyoruz.

Resim 3. *Sentetik lifler ile imal edilmiş Kartuş Filtre*

7. Kartuş yeniyken ne debide suyu geçirir? Kartuş ne kadar kirlendiğinde, ne oranda su debisi kapasitesini etkiler? Su filtrasyonunun iyi yapılması ve filtre basınç kaybının az olması amaçları ile filtrasyonda su geçiş hızını düşük tutmak doğru olur. Bu da yüksek filtrasyon alanını gerektirir.

Yukarıdaki soruları soran ve cevaplarını araştıran kişi, işletmeyi ve kartuş filtre uygulamasını da yakından takip ettikten bir süre sonra kendini kartuş filtre konusunda eğitmiş sayılır. Edinilen bu tecrübeye göre filtre kartuşu seçmek, satın almak ve fiyatı yüksek olan kaliteli kartuşu satın aldığında dahi bu konuda patronu ikna etmek kolay olur.

Kartuş Filtre Uygulamasında Yapılan Yanlışlıklar:

A. Su filtrasyonu **kademeli olarak** yapılmalıdır. Kartuşlu filtrelere gelesiye kadar ham suyun bir kaç kez kolay temizlenen ön filtrelerden geçirilmiş olması daha ekonomik olur.

B. Filtre Kapları: Filtre kartuşlarının filtre kabı içine yerleştirilmesi ve bu kabın imalatındaki bazı hassas ölçüler çok önemlidir. Unutmayalım ki SU EN KOLAY YERDEN GEÇER. Filtre kabı ile kartuşun birbirine çok iyi uyum sağlaması, kartuşun iki ucunun filtre kabı tarafından su sızdırmayacak şekilde sıkı sıkı kapatılması hususu üzerinde hassasiyetle durulmalıdır ki işletmelerde en çok ihmal edilen husus budur. Piyasada bulunan bazı filtre kapları hassasça imal edilmediğinden içinde kartuşlar hareket eder, suyun bir kısmı kartuş uçlarındaki boşluklardan geçer ve su hiç süzülmeden filtreyi terk eder.

Resim 4. *0,2 Mikron Kartuş için Kartuş Kabı*

C. Kartuşların çoğunda sızdırmazlık contası yoktur. Yumuşak malzemeden imal edilmiş olan kartuş uçlarının conta görevi yapacağı varsayılır. Bu tür kartuşlar filtreye ilk takıldığında iki uçtan su sızdırmayabilir. Ancak, herhangi bir sebep ile yerinden çıkarılan ve daha sonra tekrar ayni yere takılan kullanılmış kartuşların uçlarından filtrelenmemiş su sızma ihtimali çok yüksektir. Çünkü ilk montajdan sonra kartuş uçları esnekliğini kaybeder ve ikinci kez aynı yere monte edildiklerinde conta görevi yapmaz. Bu sebeple kartuş filtreler yerlerinden çıkarıldıktan sonra, temiz görünseler dahi ikinci kez kullanılmamalıdır.

D. Uygun Kartuş Uzunluğu: Piyasada "inç" olarak standart kartuş uzunlukları gelişmiştir, 10", 20", 30", 40", 50" gibi. İşletmecilikte yapılan önemli bir hatayı vurgulamakta yarar görüyoruz. Örneğin 40" uzunlukta kartuş kabı olan bir işletmeci, yakınındaki bir satıcıdan 20" lik kartuşları kolay satın aldığı için,

40" lik kartuş yerine 2 adet 20" lik kartuş kullanır. Ancak, filtre kartuşları üst üste konmak için tasarlanmamıştır. Bu yanlış kullanım sonucunda ham su tarafından filtrelenmiş su tarafına su sızar. Bu sebeple bu uygulamayı hiç önermiyoruz.

D. Elyaflı malzemeden imal edilmiş bazı kartuşlarda aşağıdaki iki sorun ile karşılaşabiliyoruz:

   - Elyaf parçacıkları koparak filtre ile korunmasını istediğimiz hassas cihaz (veya Ters Osmos membranları) içine gider ve bu hassas noktaları bozabilir;

   - Su basıncı elyafların arasını açarak kendine bir yol yapabilir, dolayısı ile suyun büyük bir kısmı hiç süzülmeden filtreden geçebilir.

E. Çok kartuşlu filtre gövdeleri içindeki kartuşlar yenileri ile değiştirilirken kartuş yuvalarının birine KARTUŞ MONTAJI UNUTULABİLİR. Çok ender de olsa bu tür ihmallere rastlıyoruz. Bu durumda suyun büyük bir kısmı filtre edilmeden geçer.

F. Filtre giriş ve çıkış boru hatları üzerine birer **manometre montajı ihmal edilebilir**. Oysa, filtrenin basınç kaybı bu filtrenin kirliliği hakkında bilgi verir. Basınç kaybı çok yükseldiğinde kartuşlar yenilenmezse, suyun basıncı ile kartuşlardan biri veya hepsi muhakkak deforme olur ve suyun bir kısmı hiç süzülmeden geçer.

G. Mikroorganizma Üreme Riski: Kartuş üzerine gelen ve burada kalan canlı, filtrenin tuttuğu bazı malzemeler ile beslenerek ürer ve daha sonra filtreyi aşarak suyun gittiği yerlere zarar verir. Hiç filtrelenmemiş bir suyu içtiğimizde, vücudumuza giren birkaç bakteri ile bedenimiz mücadele edebilir. Oysa, filtre üzerinde üreyip milyonlarca sayıya ulaşan bakteri grubu, filtreden kaçıp su ile beraber bedenimize girdiğinde sağlığımıza zarar verebilir. Filtre kartuşları her zaman mikroorganizma üreme ortamı oluşturabilir. Bu sebeple kartuşları yenileri ile değiştirmek için bunların kirlenerek basınç farkı oluşturmalarını beklemek doğru değildir. Basınç farkı yükselmese dahi, mikroorganizma üremesini beklemeden kartuşların belli süreler içinde yenisi ile değiştirilmesinde yarar vardır.

Diğer filtre türleri gibi Kartuş Filtreler de önemsenerek ve derin bilgi edinildikten sonra satın alınması **ve kullanılması gereken** önemli su cihazlarıdır. Kartuş filtre ihtiyacınızı SU konusunda ihtisaslaşmış kuruluşlardan karşılamanız ile bir çok işletme problemini azaltmanız mümkündür.

Ultra Filtrasyon Çok Başarılı Bir Su Filtrasyonu Tekniğidir

Ultra Filtrasyon - UF 0,02 mikron seviyesine kadar suyu filtreleyerek STERİL SU üreten mükemmelbir su filtrasyonu yöntemidir. UF dünyada, şehir suyundan kaynak suyuna kadar bir çok su filtrasyonunda uygulanır.

2004 yılında **UF-Ultra Filtrasyon** tekniğini içecek sektörüne kurmaya başladık. Bugünlerde, ülkemizde ve dünyada UF Tekniği şehir şebeke sularında, gıda ve içecek sektöründe ve ters ozmoz sistemleri ön filtresi olarak kullanılıyor.

UF membran birimleri, imalatçısının seçimine göre "dıştan içe" ve "içten dışa" olarak birbirlerinden farklı yapıda imal edilir. Bu iki UF tasarımı seçeneği farklı kullanım alanlarında başarılı olabilirler. Bu yazımızda yalnızca "**İÇTEN DIŞA AKIŞLI"** olarak sınıflandırılan ve filtrelenecek suyun ince UF borucukları içine verildiği UF modelini anlatacağız. Bu model UF birimleri, Resim 1'de görüldüğü gibi, bir basınçlı kabın içine yerleştirilmiş ince sentetik borucuklar demetine benzer. Ham su bu ince borucuklar içine girer ve filtrelenen su, borucukların dışındaki alanda toplanır, bu sebeple bu tür UF birimi "İÇTEN DIŞA AKIŞLI" olarak adlandırılır.

Resim 1. *İçten Dışa Su Geçiren UF Birimi Kesiti*

Bir hassas filtrasyon tekniği olan Ultra Filtrasyon - UF, suyun 0.02 mikron seviyesine kadar filtrelenmesini sağlar. Bu mikron seviyesi mikroplardan daha küçük olduğu için, UF ile filtrelenmiş suyu STERİL SU olarak kabul etmek mümkündür. Suda bulunan minerallerin ve iyonların hiç birini UF ayıramadığı için, UF tekniği suyun kimyasal yapısını ve pH derecesini değiştirmez. **UF'nin bu özelliği nedeni ile UF tekniği, bugün yürürlükte olan "Kaynak Suyu" yönetmeliğine göre suyu filtrelemek için kullanılabilen bir tekniktir.**

UF Kullanım Yerleri: Bugün dünyada UF tekniği en çok şehir suyu hazırlığında kullanılıyor. Göl ve baraj suyundan şehir suyu üretiminde UF tekniği çok başarılı oluyor. Çünkü UF sayesindesudaki katılar 0,02 mikron seviyesine kadar sudan ayrıldığı gibi, hiçbir canlı organizma UF'yi geçemez ve kente verilen suya karışamaz.

Resim 2. *Konteyner içinde UF Sistemi*

Katıların ve mikroorganizmaların yoğun olduğu suların Ters Ozmoz -T.O. tekniği ile iyileştirilmesinde de UF tekniği çok başarılı bir ÖN FİLTRASYON GÖREVİ yapar. UF nin bu kullanım şekli dünyada gittikçe yaygın hale geldiğinden, bu konuyu aşağıdaki paragrafta tekrar ele alacağız.

Resim 3. *Şişe Suyu Dolum Tesisinde UF Sistemi*

UF hassas filtrasyonu, yüksek kalite standardı ile çalışan içecek ve gıda işletmelerinin proses suyu hazırlığında, kaynak sularının şişelenmesi öncesi hassas filtrasyonunda başarılı olarak ve güven duyularak kullanılan bir filtrasyon tekniğidir. Özellikle EL DEĞMEDEN ters yıkamaların yapıldığı UF tekniğinde, proses suyuna hiçbir dezenfeksiyon kimyasalı verilmediği için ve işletme hataları azaldığı için, işletmecilerin güvendiği bir filtrasyon tekniği olarak kabul edilebilir.

Ters Ozmoz Cihazı Öncesi UF:

Gerek deniz suyu ters ozmoz sisteminde olsun, gerekse kuyu ve göl suyu ile beslenen ters ozmoz sisteminde olsun, ham suyun UF ile hassas filtrasyonu sayesinde ters ozmoz cihazı daha yüksek kapasitelerde çalıştırılabilir, membran yıkamaları çok azalır ve ters ozmoz membranlarının ömürleri çok uzar. Bu nedenle, son yıllarda ters ozmoz öncesi filtrasyon olarak alışıla gelmiş kum filtresi veya çok katmanlı filtre yerine UF tekniği tercih ediliyor. UF filtrasyonu ile çalışacak olan ters ozmoz sistemlerinin tasarımında SDI değerini düşük alınarak membranların çalışması normal debi üzerindeki debilerde tasarlanabilir. UF ile filtrasyon sayesinde ters ozmoz cihazlarının membranları daha uzun ömürlü olur.

Resim 4. *Deniz Suyu Ters Ozmoz Sistemi Öncesi UF Sistemi*

UF Sisteminin Çalışma Tekniği:

UF birimleri içindeki su hızı düşüktür ve UF az basınç kaybı yapar. Bu sebeple UF sistemini üç bar basınçlı bir pompa ile beslemek yeterli olur, bu da UF'nin işletme giderinin düşük olduğunu gösterir. UF birimleri genelde 200 mikron altındaki katıları ters yıkama sırasında kolayca atabilen bir yapıya sahiptir. Bu sebeple, UF öncesi suyun 150-200 mikron seviyelerine kadar filtrelenmesi yeterli olur.

Sudaki mikroorganizmaları da sudan ayıran UF borucukları içinde bu canlıların üreme riski vardır. Bu üremenin önlenmesi maksadı ile UF birimleri çalışma sırasında belirli aralıklarda kısa süreli blöfler yapar. Ayrıca günde bir kez kimyasallı sular ile UF'ye ters yıkama yapılır ve UF'nin sağlıklı kalması sağlanır.

UF birimlerinin ters yıkanması sırasında, işletme şekline göre, yüksek pH ve düşük pH özelliğinde kimyasal içeren sıvılar ve bazen de 100 - 200 ppm Sodyum Hipoklorit içeren su kullanılır. UF birimleri 200 ppm gibi yüksek oranda klorlu suya dayanıklıdır. Bu özelliği ile UF birimlerinin dezenfeksiyonu çok başarılı olur. UF sisteminin çalışması ve ters yıkanması el değmeden tam otomatik olarak yapılır. Böylece, işletmeci hataları ortadan kalkar.

UF Birimlerinin Ömrü: Son yıllarda kurmuş olduğumuz UF sistemleri 10 yıl kadar görev yaptıktan sonra yenilendi. Bu bilgi, UF birimlerinin çok uzun ömürlü olduğunu ve sık aralıklar ile yenilenmesinin gerekmediğini gösteriyor.

UF Tekniğinin Avantajları:

Yukarıdaki paragraflarda, UF'nin birçok avantajını gördük. Diğer filtre teknikle-

rine kıyasla daha yeni olan bu mükemmel su filtrasyonu tekniğini daha iyi tanıyabilmemiz için, UF avantajlarını burada tekrarlamakta yarar görüyoruz:

UF birimleri suyu 0,02 mikron seviyesinde filtreledikleri için STERİL SU üretir.

UF sistemi, tam otomatik ters yıkama ve kimyasal dezenfeksiyon grubunu da içeren komple bir sistemdir. Kartuş filtreler ile yapılan filtrasyon işlemine kıyasla en büyük avantajı, **el değmeden tam otomatik ters yıkama ve kendi kendini dezenfekte etme özelliğidir.**

UF birimleri düşük pH ve yüksek pH özellikli kimyasallara ve 200 ppm gibi yüksek klorlu suya dayanıklıdır, bu nedenle dezenfeksiyonu çok başarılı olur.

UF birimleri ayırdıkları katıları kolayca dışarı atar. Bu sebeple UF öncesi 150 - 200 mikron seviyesinde suyu filtrelemek yeterli olur.

UF ile filtrasyon 3 bar kadar su basıncı ile yapıldığından işletme gideri düşüktür.

UF birimleri uzun ömürlüdür, filtre kartuşu gibi sık sık değiştirilmez.

UF sistemi çok az yer kaplar.

UF nin bugün için en çok kullanıldığı alanlar: Şehir suyu hazırlığı; içecek ve gıda sanayii proses suyu hazırlığı; kaynak suyu filtrasyonu; dere, göl suyu filtrasyonu; ters ozmoz öncesi filtrasyon.

Çok başarılı bir su filtrasyonu tekniği olan Ultra Filtrasyon'un ilk yatırım bedeli azaldıkça dünyada ve ülkemizde çok hızlı bir şekilde yaygınlaşacağı görüşündeyiz. UF ihtiyacı olan işletmelere şunu hatırlatmak isteriz: UF yatırımının başarılı ve uzun ömürlü olması için, UF sistemi konusunda, su tekniğinde uzman bir şirket ile iş birliği yapılmasını öneririz. Doğru kurulmayan UF sistemlerinin işleticiyi çok yorduğunu ve kısa ömürlü olduğuna şahit oluyoruz.

Ultra Filtrasyon İle Kum Filtresini Karşılaştıralım

Kum filtresine kıyasla çok yeni bir teknoloji olan UF - Ultra Filtrasyon Tekniği'nin kullanımı ülkemizde de artıyor. 0,02 mikron seviyesine kadar suyu filtrelediği için STERİL SU üreten UF tekniği, dünyada şehir suyundan kaynak suyuna kadar bir çok uygulama alanında görev yapıyor ve bir çok projede kum filtresinin yerini alıyor.

Ultra Filtrasyon tekniği dünyada ve ülkemizde kullanımı artan bir filtrasyon tekniğidir. Birçok su arıtma projesinde gene kum filtreleri ve kum yerine başka dolgular ile yapılan dolgu filtreler ve çok katmanlı filtreler kullanılmaya devam ediyor. Ancak UF tekniği ucuzladıkça kum filtresi ve dolgu filtre yerini UF'ye bırakacaktır görüşündeyiz. Tabii ki kum filtresinin tamamen piyasadan kalkacağını düşünmüyoruz, çünkü dere suları gibi çok zorlu suların arıtımında, bazı özel soğutma sularında kum filtresi ve dolgu filtreleri, içlerinde yüksek hacimde katı tutma hacmi oldukları için "HAMBAL FİLTRE" olarak her zaman kullanılacaktır.

AÇIKLAMA: "Kum Filtresi" adı ile anılan filtreler eskiden yalnızca, içinde kuvars kumu olan basınçlı kaplardı. Bugün ise, aynı basınçlı kaplar içine kuvars kumdan başka dolgu malzemeleri eklenerek "Çok Katmanlı Filtreler" ve yalnızca özel dolgular içeren "Dolgu Filtreler" imal ediliyor. Bu yazımızda, okuyucuya kolaylık olması açısından, bu paragrafta tarif ettiğimiz filtrelerin hepsini "KF-Kum Filtresi" adı ile anacağız.

İki tür filtreyi, katı tutma yöntemi açısından karşılaştıralım:

Kum Filtreleri, su içindeki istenmeyen katıların, basınçlı kap içindeki dolgu tanecikleri arasında sıkışıp takıldığı ve böylece sudan ayrıldığı bir su filtresidir. Suyun filtre dolgusundan geçiş hızı azaldıkça filtrasyon kalitesi iyileşir. Bazı özel dolgular sayesinde Kum Filtresi tekniği ile 10 mikron seviyesine kadar suyu filtreleyebiliyoruz.

Resim 1. *Kum Filtresi Grubu*

UF tekniğinde, su, delik çapı belirli membran yüzeylerinden geçerek filtrelenir, su hızının düşük veya yüksek olması suyun filtrasyon kalitesini değiştirmez, birkaç UF imalatçısının garanti ettiği filtrasyon seviyesi 0,02 mikrondur ve bu seviye her tür mikroorganizmandan daha küçüktür.

Filtreleri kullanım yerleri açısından karşılaştıralım:

UF icat edilmeden önce dünyada en geçerli filtre Kum Filtresi türleri idi. Kum Filtresi'nin nerdeyse sınırsız kullanım alanları bulunur. Özellikle çok kirli yüzey sularında, içinde biraz yağ bulunan soğutma sularında Kum Filtresi kullanımı devam ediyor, çünkü UF'nin yapısı yüksek yoğun kirlilik için ve yağ için hiç uygun değildir.

Filtreleri, işletmede kapladığı alan açısından karşılaştıralım:

Kum Filtresi kötü şartlarda çalışabilen bir filtre tekniği olduğu için, çok yoğun kirliliği olan yüzey suları dışında ön filtre ihtiyacı duymayan bir filtredir. Oysa, UF önünde muhakkak 150 - 200 mikron seviyesinde bir ön filtre bulunmalıdır. Dolayısı ile iki tür filtreyi ön filtreleri ile beraber düşündüğümüzde, işletmede kapladıkları alan birbirine yakın olur.

Resim 2. *UF Ön Filtresi Olarak Diskli Filtre*

Filtreleri, ters yıkama suyu açısından karşılaştıralım:

Burada bir örnek ile hesap yapmak daha açıklayıcı olacaktır. Örneğin çok kirli olmayan 20 m^3/saat kapasiteli bir su debisi için 1,6 metre çapında bir Kum Filtresi kullanıldı. Kum Filtresi'nin yüksek miktarda katı barındırma kabiliyeti sebebi ile bu filtreyi günde bir kez ters yıkamak yeterli olabilir. Kum Filtresi ters yıkama hızı 30 m/h seviyesinde olursa ve ters yıkama 15 dakika, durulama 3 dakika olur-

sa, bu Kum Filtresi'nin bir günde harcadığı atık su miktarı 16 m³/gün olur.

20 m³/h debili bir UF cihazı için 240 m² membran yüzeyi olan UF kullanırsak, bu UF cihazı günde 24 kez BİR dakikalık ters yıkama yapabilir. Ters yıkama debisi 55 m³/h olursa, UF'nin bir günde harcadığı atık su miktarı 14,6 m³/gün olur.

Filtreleri, mikrobiyolojik üreme açısından karşılaştıralım:

Kum Filtresi içindeki hacim çok büyük ve su hızı düşük olduğu için Kum Filtresi içinde mikrobiyolojik üreme riski her zaman vardır. Kum Filtresi içinde üreyen her şey, Kum Filtresi'nden çıkan filtrelenmiş su ile beraber iyi su hattına gider. UF tekniği bu açıdan risk taşımaz. Çünkü, UF'nin giriş suyu ile gelen mikroorganizmalar UF'nin "ham su" tarafında kalır, kesinlikle UF'nin filtrelenmiş su tarafına geçemez. Buna rağmen, bazı yanlış sistem tasarımları sebebi ile UF'nin üretim suyu içinde bakteri olabiliyor.

Filtreleri, ömürleri açısından karşılaştıralım:

Kum Filtresi tankı sentetik, paslanmaz çelik, daldırma galvanizli veya yüksek kalitede epoksi kaplamalı ise, Kum Filtresi tankı uzun ömürlü olur.

Resim 3. *İçme Suyu için UF Sistemi*

İyi tasarlanmış olan ve içinde mikrobiyolojik üreme olmayan bir Kum Filtresi'nde dolgu malzemesi de uzun ömürlü olur.

UF tekniği dünyada daha yeni bir teknoloji olmasına rağmen UF'nin de uzun ömürlü olduğuna şahit oluyoruz, çünkü bizim kurmuş olduğumuz ilk UF sistemleri ON yıl kadar çalıştıktan sonra yenilendi.

UF tekniğinim çok başarılı olduğu iki uygulama:

Ters Ozmoz Ön Filtresi olarak UF: TO - Ters ozmoz membranlarının ÜÇ ana sorunu vardır: Giriş suyu ile gelen katılar, giriş suyu ile gelen mikroorganizmalar

ve membran içinde oluşan kristaller. UF ile ön şartlandırması yapılan bir TO sisteminde iki sorun ortadan kalkar, çünkü UF bakteri ve katı geçirmez. Bu açıdan bakıldığında, TO öncesi UF tekniği Kum Filtresi'ne göre daha çok avantajlıdır.

T O öncesi UF, gerek deniz suyu ters ozmoz sisteminde olsun, gerekse kuyu ve göl suyu ile beslenen TO sisteminde olsun, ham suyun UF ile hassas filtrasyonu sayesinde TO cihazı daha yüksek kapasitelerde çalıştırılabilir, membran yıkamaları azalır ve TO membran ömrü çok uzar. Bu nedenle, son yıllarda TO öncesi filtrasyon olarak alışıla gelmiş KF yerine UF tekniği kullanılması yaygınlaşıyor.

Resim 4. *Deniz Suyu için UF Sistemi*

Atık Su Arıtımında UF: UF'nin çok başarılı olduğu diğer bir uygulama UF'nin bir türü olan "MBR" (Membrane Bio Reactor) adı ile anılan bir tür UF'nin atık su arıtımında kullanılmasıdır. MBR sistemi mikrobiyolojik maddeleri geçirmediği için, biyolojik atık su arıtma sistemlerinde çok başarılıdır. MBR sistemi, klasik biyolojik arıtma sistemlerine kıyasla az yer tutar ve bu sistemden çıkan "deşarj suyu" içinde hiçbir canlı bulunmaz; dolayısı MBR ile yapılan atık su arıtım sistemlerinin tabiata deşarjı yüksek kalitede olur.

UF Tekniğinin Avantajları: Yukarıdaki paragraflarda, UF'nin Kum Filtresi'ne kıyasla bazı avantajlarını gördük. Kum Filtresi'ne kıyasla dünyada daha yeni olan bu harika su filtrasyon tekniğini daha iyi tanıyabilmemiz için, UF avantajlarını tekrarlamakta yarar görüyoruz:

UF birimleri suyu 0,02 mikron seviyesinde filtreledikleri için STERİL SU üretir.

UF sistemi, tam otomatik ters yıkama ve kimyasal dezenfeksiyon grubunu da içeren komple bir sistemdir. Kartuş filtreler ile yapılan filtrasyon işlemine kıyasla en

büyük avantajı, EL DEĞMEDEN TAM OTOMATİK TERS YIKAMA ve KENDİ KENDİNİ DEZENFEKSİYON özelliğidir.

UF birimleri düşük pH ve yüksek pH özellikli kimyasallara ve 200 ppm gibi yüksek klorlu suya dayanıklıdır, bu nedenle UF dezenfeksiyonu çok başarılı olur.

UF birimleri ayırdıkları katıları kolayca dışarı atar. Bu sebeple UF öncesi 150 - 200 mikron seviyesinde suyu filtrelemek yeterli olur.

UF ile filtrasyon 3 bar kadar su basıncı ile yapıldığından işletme gideri düşüktür.

UF birimleri çok uzun ömürlüdür, filtre kartuşu gibi sık sık değiştirilmez.

UF tekniği çok başarılı bir filtrasyon tekniği olmasına rağmen UF'yi bir "MODA FİLTRE" haline getirmek ve her tür suyun filtrasyonunda UF kullanmak risklidir. Dolayısı ile, su filtrasyonu ihtiyacı olan işletmelere şunu hatırlatmak isteriz: UF veya başka bir filtre tekniğinin başarılı ve uzun ömürlü olması için, su tekniğinde uzman bir şirket ile iş birliği yapılmasını öneririz.

Aktif Karbon Filtresinin SU Tekniğinde Kullanımı

Suda istenmeyen koku, tat ve organik giderimi için kullanılan Aktif Karbon Filtresinin yanlış uygulamalarını önleyebilmek için bu filtrasyon yöntemini iyi öğrenmeliyiz.

Öncelikle **çok** önemli bir **bilgiyi yazımızın başında okuyuculara aktarmak isteriz:**

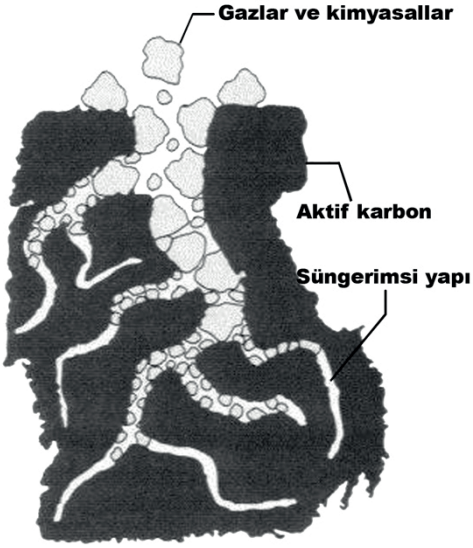
Aktif Karbon (A.K.) filtresi koku, tat, renk ve organik giderimi için kullanılır. **A.K. filtresi "mekanik" bir filtre olarak kullanılmamalıdır**, yani suda bulunan katı maddeler ve bulanıklığı oluşturan çok ince katılar A.K. filtresi öncesi kaliteli filtreler ile süzülmeli, daha sonra su A.K. filtresine gönderilmelidir.

Çünkü, sünger gibi mikroskobik gözenekleri olan A.K. maddesi içine giren katıların ters yıkama ile dışarı atılmasına imkan yoktur.

Resim 1. *Aktif Karbon Parçacıkları*

Hindistan cevizi kabuğu, odun, kömür gibi bazı tabii malzemelerin oksijensiz ortamda yüksek sıcaklıkta ısıtılması sonucu elde edilen granül halindeki A.K., tabii sünger gibi yüksek miktarda çok küçük gözenekler içerir. **Bir cm^3 A.K. parçacıkları içindeki gözeneklerin açılımı bin metrekareden fazladır**. Bu gözenekler, buraya A.K. parçacıkları çevresinden geçen su içindeki bazı maddeleri kendi üzerlerine çekme özelliğine sahiptir. Tam olarak aynı fizik kaidesi olmasa da, A.K.'un bu fiziksel özelliğini evlerdeki televizyon ekranının ortamdaki tozları üzerine çekmesine benzetebiliriz. A.K.'nun fiziksel çekim gücü "ADSORBSİYON" veya "VAN DER WAAL" gücü olarak adlandırılır.

Bu tabii güç A.K.'un yüzeyi ile tutulacak olan madde veya molekülün birbirine yakınlığı ile orantılıdır; suyun sıcaklığı ve basıncı bu gücü etkilemez.



Resim 2. *Mikroskopda Görünen Aktif Karbon Kesiti*

Fiziksel güç ile A.K. tarafından tutulmuş olan maddelerin bazıları A.K.'un kendisi ile kimyasal bir reaksiyon yapabilir. Örneğin, su içinde bulunan serbest ozon veya aktif klor (sodyum hipoklorit) molekülü A.K. ile birleşip karbondioksit (CO_2) gazı üretir.

Parçacık şeklinde bulunan A.K.'un basınca dayanıklı bir tank içine yerleştirilmesi sonucunda "A.K. Yataklı Filtre" meydana gelmiş olur.

Resim 3. *Otomatik Ters Yıkamalı Aktif Karbon Filtresi*

Ancak, sudan alınmak istenen malzeme türüne göre, buraya yerleşecek A.K. malzemesinin türü, yatak kalınlığı ve su hızı tayin edilir. **Piyasada birçok A.K.** türü ve markası bulunduğundan seçim işini **bir uzman şirketin yapması yanlış yatırımı önler.**

Bazı su filtrasyonu uygulamalarında, özellikle su debisinin 5 - 10 m^3/h'ı geçmediği durumlarda, "A.K. Yataklı Filtre" yerine "**A. K. Kartuşlu Filtre**" kullanılabilir. Kartuş filtrelerde A.K. kalınlığı azdır, bu nedenle su geçiş hızları düşük alınmalıdır. Kartuş içindeki A.K. miktarı da az olduğu için bunların organik tutma miktarları da çok kısıtlıdır. Bu özelliklerine rağmen A.K. kartuş filtrelerin birçok uygulama alanı vardır.

A.K. filtresi genelde renk ve koku giderici olarak bilinir. Oysa A.K. suda istenmeyen başka maddeleri de sudan giderir: Serbest klor, serbest ozon, trihalometan adı verilen klor bileşikleri, bazı organikler, hümik asit, yağ, zirai ilaçlar ve koloidal tabir edilen çok küçük katılar gibi.

Yukarıda sözü edilen renk ve koku giderme görevi yanında A.K. filtresi su ile beraber gelen katı cisimleri de birkaç mikron seviyesine kadar filtreler, fakat A.K. filtresinin katıları sudan alacak bir filtre olarak kullanılması yanlış olur ve bu uygulama ekonomik de değildir. Çünkü katı cisimler A.K.'un içindeki gözeneklere tutunurlar ve ters yıkamalar ile atılamazlar. Zaten A.K.'un yoğunluğu çok düşük olduğundan filtrenin ters yıkaması sırasındaki su hızı da çok düşük tutulur, dolayısı ile, tutulmuş katıların düşük su hızı ile ters yıkama sırasında filtreyi terk etmeleri mümkün olmaz. A.K. filtresine sudaki katılar da gelirse, A.K. malzemesi kısa zamanda özelliğini kaybeder, esas görevini yapamaz hale gelir. Bunun sonucunda A.K. malzemesi filtre tankı içinden çıkarılarak atılır, yerine yeni A.K. malzemesi konur. A.K. malzemesini çok sık yenilemek bir işletme için hiç ekonomik değildir.

Suda bulunan çözünmüş maddeler ile beraber katı cisimlerin de tutulması isteniyorsa A.K. filtresinden önce suyun çok iyi filtrelenmesi uygun olur. Tek bir filtre ile hem katılar hem de kokular alınmak isteniyorsa KARTUŞ şeklindeki A.K. filtreler tercih edilmelidir. Kartuş filtreler sık aralıklar ile değiştirildiğinden ters yıkama işlemi uygulanmaz ve değiştirilen kartuş ile beraber tutulan katılar da atılmış olur.

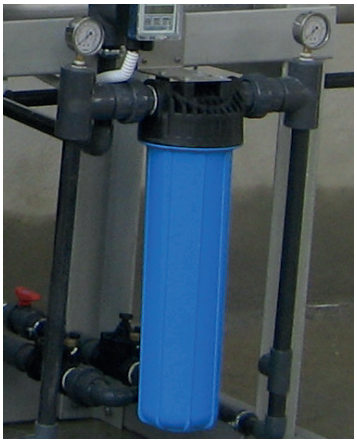
Aktif Karbon Filtrenin İlk Devreye Alınışı:

A.K.'nin ilk kullanılışında, tank içine yerleştirilen A.K. öncelikle ıslatılır ve yaklaşık 24 saat kadar su içinde bırakılır. Daha sonra A.K. ters yıkama ve durulama işlemleri yapılır.

A.K.'nin işletilmesi sırasında dikkat edilmesi gereken hususlar:

1. **Ters Yıkama**: İlk defa işletmeye sokulacak A.K.'nın en az 30 dakika süre

ile ters yıkanması ve daha sonra durulanması iyi olur. İşletme sırasında da periyodik olarak ters yıkama ve durulama işlemleri yapılır. Ters yıkama sırasında A.K. filtrenin ürettiği temiz su kullanılmalı ve A.K. yatağının %30 kadar kabarması sağlanmalıdır.



Resim 4. *Aktif Karbon Kartuşu için Kartuş Kabı*

2. **A.K.'da en çok korkulan şey Mikrobiyolojik üremedir.** Mikrobiyolojik üremenin kontrol altında tutulması için filtrenin giriş - çıkış basıncı sürekli olarak gözlenir ve periyodik olarak çıkış suyunda bakteri sayımı yapılır. **Çok gözenekli bir malzeme olan A.K. bakterilerin üreyebilmesi için çok uygun bir ortamdır.** A.K. filtresinden klorlu su geçse dahi bakteri üremesinin önüne geçmek imkansızdır. **Mikrobiyolojik üremenin engellenmesi için A.K. filtreler periyodik olarak yüksek sıcaklıkta su veya buhar ile sterilize edilir.** Bu işlemin yapılabilmesi için A.K. filtre tankının yüksek sıcaklıklara dayanıklı olarak imal edilmesi şarttır. A.K. filtresinin sağlıklı kullanımı ancak bu şekilde sağlanabilir.

Klor ve ozon gibi oksidan malzemeler A.K. içindeki mikrobiyolojik üremeyi gidermez, çünkü oksidan malzemeler A.K. yatağının üst kısımlarında A.K. ile kimyasal reaksiyona girer ve CO_2 gazı oluşturur, A.K. yatağının alt kısımlarındaki mikroplar yaşamaya ve üremeye devam eder. Bakteri üremesine karşı diğer bir yöntem A.K. parçacıklarından oluşan filtre yerine gene A. K. içeren kartuşlu filtre kullanmaktır. Bakterinin üreme süresi bellidir, bu sürelerden önce kartuşlar yenilenir ve böylece bakteri sorunu yaşanmaz.

3. **Karbon tozlarının kaçması**: A.K. filtrelerden geçen su içinde pudra şeklinde çok küçük karbon parçaları bulunabilir. A.K. filtrenin kullanıldığı işletmenin hassasiyetine göre A.K. filtreden geçen su çok **hassas kartuş filtreler tarafından tekrar filtrelenir**. Gıda sanayiinde A.K.'dan sonra bir mikron veya daha

hassas kartuş filtreler kullanılarak A.K. tozlarının prosese girmesi engellenir.

4. **Ters ozmoz cihazı öncesi A.K. filtre** kullanıldığında, A.K. filtre içinde üreyen bakterilerin membranlara getirebileceği sorunlar göz önüne alınmalıdır. Ayrıca, 3. paragrafta sözü edilen ince karbon tozların ters ozmoz membranlarına zarar verdiği de gözlemliyoruz. Ters ozmoz sistemlerinde bu iki sorun için önlem alınması şarttır.

Her filtre gibi, A.K. filtrenin de uygulaması ve işletilmesinin birçok püf noktaları bulunmaktadır. **A.K. mekanik bir filtre olmadığı için mekanik filtrelere göre daha çok sorunlar yaşayan bir filtredir. Bu sebeple A.K. filtrenin satın alınmasında ve işletilmesinde daha çok titizlik gösterilmelidir.** A.K. filtre uzman bir kuruluştan satın alınırsa işletme hataları en aza iner ve işletme zarar etmez görüşündeyiz.

Otomatik Ters Yıkamalı Diskli Su Filtreleri

Bir su filtresinden, iyi filtrasyon özelliği yanında başkaca iyi özellikler de istenir: Az basınç kaybı yaratarak suyu süzmek, katı maddeleri sudan ayırmak, katı maddeleri sistem dışına kolayca atmak, ters yıkama sırasında çok az su harcamak ve bakteri üremesi için ortam oluşturmamak. Otomatik Ters Yıkamalı Diskli Filtreler istenen bu özelliklerin hepsini sağlar.

Suyu süzmek dünyanın her yerinde önemli bir ihtiyaç olduğu için dünyanın birçok ülkesinde, birbirinden tamamen bağımsız olarak su filtreleri icat edilmiş ve geliştirilmiştir. Diskli filtreler de, su filtrasyonu için icat edilmiş ve dünya üzerinde başarılı olduğunu kanıtladığı için bize makale konusu olmuş, okuyuculara duyurulması gereken önemli bir su filtresidir.

Suyu süzmek (filtrelemek) pek de zor olmayan bir iştir: Sıkı dokunmuş bir bezden veya keçeden veya ince kumlardan oluşmuş katmanlardan suyu geçirdiğimizde su süzülür. “Peki, suyu süzmek bu kadar kolaysa neden sanayi veya başkaca işletmelerde bu kadar çok filtrasyon sorunu yaşanıyor?” diye sorabiliriz. Çünkü, suyu süzmek (filtrelemek) kolaysa da, uzun süreli çalışan işletmelerde **bir su filtresinden başkaca** önemli özellikler istenir:

Filtre tutmuş olduğu **katı maddeleri sistem dışına otomatik olarak ve kolayca atmalıdır**,

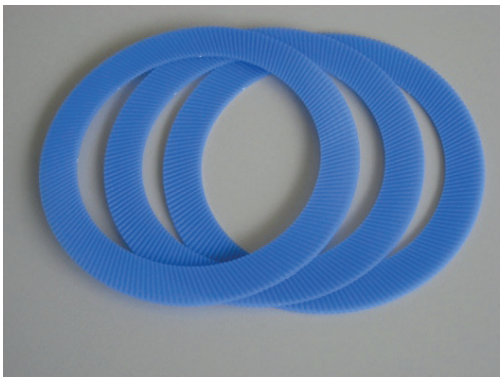
Filtre **az basınç kaybı oluşturarak** suyu süzmelidir,

Filtre **arzu edilen mikron seviyesi** üzerindeki **katı maddeleri kaçırmamalıdır**,

Filtre ters yıkama sırasında **az su harcamalıdır**,

Filtre **bakteri üremesi için ortam oluşturmamalıdır.**

Bugünkü filtrasyon teknikleri içinde, süzme kabiliyeti çok iyi olması yanında, **yukarıda sözü edilen önemli filtre özelliklerinin tümüne sahip olan** filtre “Diskli Otomatik Ters Yıkamalı Filtre”dir. Diskli Filtre Modülü ***“Resim 1”*** de görünen sentetik disklerin üst üste bir kolona dizilmesi ile oluşur.



Resim1. *Diskli Filtre Diskleri*

Filtre görevi yapan bu diskler çalışma sırasında yay ve su basıncı ile üst üste sıkıştırılır. Disklerin üst ve alt yüzünde, filtrenin "mikron" seviyesindeki süzme kabiliyetini belirleyen ince kanallar bulunur. Diskler üzerindeki bu kanallar birbirini kesecek şekilde ters yönlerdedir. Diskler birbiri üzerine konduğunda bu kanallar birbirini kesen çok miktarda filtre katmanları oluşturur (çok katlı bezlerden imal edilmiş bir filtre gibi). Bu kanallardan geçen su istenen partikül çapına kadar filtrelenir.

Modüler Diskli Filtre birimlerinin süzebilme kapasitesi (m^3/saat olarak), diskler üzerindeki kanalların derinliğine göre (örneğin 200 mikron, 100 mikron, 50 mikron gibi) değişir. Filtrelenmesi istenen su debisi yüksekse "***Resim 2*** " de görüldüğü gibi birkaç modül kullanılarak filtre grupları imal edilir. Çok yüksek debiler için ise, "***Resim 3*** " de görüldüğü gibi, içinde çok sayıda filtre modülünü bulunan büyük gruplar ile filtre sistemleri kurulur. Ham su ve filtrelenmiş su kolektörleri arasındaki basınç kaybı kumanda panosu tarafından kontrol altında tutulur. F**iltre basınç kaybı panoda ayarlanmış olan basınç kaybı değerinin üzerine çıktığında otomatik ters yıkama başlar.** Her bir filtre birimi tek tek ters yıkandığından bu sırada diğer filtre birimleri suyu süzmeye devam eder. Ters yıkama sırasında toplam debinin yalnızca bir kısmı azalır. Bu sebeple **Diskli Filtrelerin yedekli olarak kullanılması gerekmez** (Tandem filtre gerekmez).

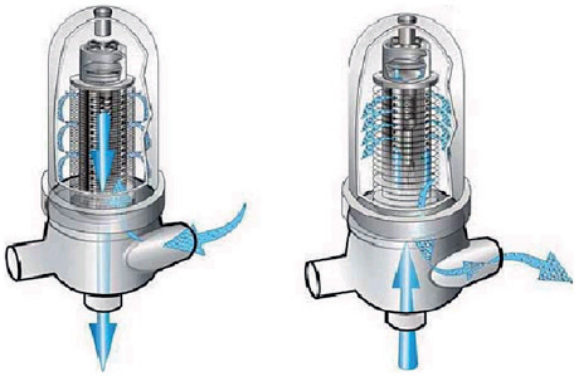
Resim 2. *8 Adet Disk Filtre Modülünden Oluşan 2 X 60 m³/Saat Kapasiteli Soğutma Suyu Filtresi*

Sentetik disklerden yapılmış olan Diskli Filtre suyu süzerken basınca çok iyi dayanır ve deforme olmadığı için katıları kaçırmaz, bu özellik filtreler için çok önemlidir (Bezli filtreler ve kum filtreleri basınç altında şekil değiştirdikleri için çok kaçak yapabilirler.).

Resim 3. *1000 m³/Saat Kapasiteli Diskli Filtre Sistemi*

Diskli Filtreler'in TAMAMEN SENTETİK olmasının diğer bir avantajı, **deniz suyu dahil** her tür suya dayanıklı olması, korozyon sorunu, boya - bakım gibi sorunları işleticiye yaşatmamasıdır.

Diskli Filtrenin, diğer filtrelere göre **en büyük iki avantajı Ters Yıkama sırasında ortaya çıkar *(Resim 4'e bakın)***. Filtrasyon sırasında birbiri üzerinde baskı altında tutulan diskler ters yıkama sırasında birbirlerinden tamamen ayrılırlar. Ters yıkama suyu basıncı ile baskı yayı gevşer ve disklerin arası açılır. Filtre Disklerinin arasında birikmiş olan katıların tutunabilecek hiçbir yeri kalmaz. İçeriden dışa doğru, **filtrelenmiş su püskürten fıskiyeler ile yapılan ters yıkama sayesinde** diskler arasında barınan tüm katılar filtreyi terk eder. Filtre disklerinin eni 20 mm kadar olduğundan **ters yıkama işlemi 10-15 saniye gibi çok kısa bir sürede sonuçlanır**. Yıkama sonunda filtre ilk konumuna döner (önemli avantaj). Ayrıca, 10-15 saniye kadar süren bu ters yıkama süresi sırasında çok az su atılmış olur (önemli avantaj).



Resim 4. *Diskli Filtre Ters Yıkama Şekli*

Oysa, çok kullanılan bazı tür filtrelerde ters yıkama sırasında çok su atılır.

Örnek 1: Tek katlı filtre elemanı ile imal edilen filtrelerde (bez veya paslanmaz çelik) özellikle yapışkan ve lifli katılar filtre delikleri içinde sıkışabilir ve ters yıkamalarda filtreyi terk edemeyebilir. Bu sebeple, ters yıkamadan hemen sonra dahi filtrenin basınç kaybı yüksek olabilir, bundan dolayı kısa bir süre sonra, filtre ters yıkaması tekrar başlayabilir. Filtre çok sık ters yıkama konumuna geçtiği için çok su atabilir.

Örnek 2: Kum Filtresi gibi filtrelerde katmanların içine sıkışmış olan katıların atılması için kum taneciklerinin birbirinden ayrılması istenir, bu sebeple ters yıkama sırasında yaklaşık 30 m^3/saat/m^2 gibi yüksek debide su kullanılır. Fakat, genelde kuyulardan gelen ve özgül ağırlığı kum filtresinin dolgu malzemesine eşit olan katıların ters yıkama ile atılması imkansızdır. Bu katılar ters yıkama ile filtreyi terk etmediklerinden, kum filtresinin dolgu malzemesi gittikçe kalınlaşır ve filtrenin basınç kaybı gittikçe artar. Kum filtresi gibi filtrelerin diğer bir sorunu

da bunların bakterileri üretmek için çok güzel bir ortam oluşturmasıdır. Özellikle gıda sanayii mikrobiyolojik üremeye karşı çok hassas bir sektördür ve kum filtresi sorunlarından çok sıkıntı çekmektedir. Bakteriler çoğalıp prosese zarar verdikleri gibi filtre dolgusunun birbirine yapışmasına ve basınç kaybının artmasına sebep olurlar.

Sanayide tecrübeli olan ülkelerde EKONOMİ Kuralları çok iyi uygulandığı için **Diskli Otomatik Filtreler bu ülkelerde çok hızla uygulama alanları bulmuştur**. Yukarıda sözü edilen ekonomik ve teknik avantajları dolayısı ile Diskli Otomatik Filtreler, Batı ülkelerinden sonra ülkemizde de, sanayi tesislerinin proses suyu ile soğutma suyu filtrasyonunda sıkça görülmeye başlandı. Son yıllarda gelişen Ultra Filtrasyon tekniğinin ÖN FİLTRESİ olarak da gene Diskli Filtreler tecrübeli Avrupalı su tekniği kuruluşları tarafından tercih edilen filtre olmuştur.

Resim 5. *Ultra Filtrasyon Ön Filtresi Olarak Diskli Filtre*

DİKKAT: Her üründe ve her cihazda olduğu gibi, diskli filtrelerin de tekniğe uygun olmayanları dünya piyasasında bulunmakta ve "ucuz" fiyata satıldığı için müşteri bulmaktadır. "Tekniğe uymayan" diski filtrelerin diskleri kısa süre sonra deforme olduğundan, örneğin 100 mikron süzme kabiliyeti olan disk grubu, 200 - 300 mikron süzen disk şekline dönüşmektedir. Bu tür filtrelerde bulunan diğer bir sorun, filtre ters yıkaması yeterince yapılamadığı için filtre çok sık ters yıkama yaparak gereğinden fazla su telef etmektedir.

Resim 6. *Atık Su Filtresi Olarak Diskli Filtre*

Teknik ve ekonomik avantajları sebebi ile Diskli Filtreler'in dünya tarımında da çok önemli bir yeri vardır. DAMLA SULAMA icat edildikten sonra, tarımda ileri ülkelerde Diskli Filtreler damla sulama sistemlerinde en çok tercih edilen filtre oldu. Göl, dere ve deniz suyu filtrasyonu ile beraber **atık suların filtrasyonunda da kullanılan** Diskli Filtrelerin son yıllar içinde çeşitleri de arttırılmıştır. Çok az basınç kaybı yarattığı ve çok az ters yıkama suyu kullandığı için İŞLETMESİ SON DERECE EKONOMİK olan bu Diskli Filtrelerin ülkemizdeki sanayi ve tarımsal yatırımlarda yerini bulacağını ümit ediyoruz.

Su Şartlandırma Konuları

Kitabın bu bölümünde aşağıdaki konularda yazılar yer almaktadır:

Su Şartlandırma Tanklarında Kullanılan Dolgu Malzemelerinin Ne Kadarı Görev Yapar?

Su Arıtma Cihazları SABİT Bir Su Debisi için Tasarlanır

Su Yumuşatma Cihazı Satın Alırken Neye Dikkat Edelim?

Su Yumuşatma Cihazının Sağlıklı İşletilmesi

Sudaki Demir ve Manganın Giderimi

Sudan Arsenik'in Giderilmesi

Dozaj Sistemlerinde Yapılan İşletme Hataları

Su Şartlandırma Tanklarında Kullanılan Dolgu Malzemelerinin Ne Kadarı Görev Yapar?

Kum filtresi, aktif karbon filtresi ve yumuşatıcı gibi, içinde DOLGU MALZEMESİ olan şartlandırma cihazları kullanıyoruz. Bu cihazların tasarımında, suların tank içindeki dolgunun tamamından geçeceği var sayılır. Hakikatte su, tankın içindeki tüm dolgudan geçiyor mu?

"Su Şartlandırma Tankları" deyimi ile, kum filtresi, aktif karbon filtresi, yumuşatma cihazı, deiyonize cihazı gibi, içindeki DOLGU malzemesine göre karakter taşıyan ve suyu şartlandıran DOLGU yüklü basınçlı tanklar demek istiyoruz.

Su şartlandırma sırasında bu tankların içinden, su geçişi olur ve su şartlanır. Ters yıkama sırasında aşağıdan yukarı doğru geçen su tanktaki dolgunun biraz hareket etmesini ve böylece dolgu içine sıkışmış ve istenmeyen katıların dolguyu terk edip tanktan dışarı çıkmalarını sağlar.

Dolgu malzemeli su şartlandırma tankının tasarımında tankın kesiti ve bu kesitten geçireceğimiz su hızı hesaplanır. Tankın detayları üzerinde durulmadan yapılan tasarımda tanka giren suyun, tank kesitinin tamamına dağıldığı ve suyun tank içindeki tüm dolgudan geçerek tank tabanına ulaştığı var sayılır.

Kum Filtresi Örneği: 125 m^3/saat debide bir suyu filtrelemek için 4 metre çaplı bir kum filtresi tasarlandı ve suyun 10 m/saat hızla kum tabakalarından geçeceğini düşünüldü. Teorik olarak hesap doğrudur. Fakat hakikatte, tanka giren suyun 4 metre çap, yani 12,56 m^2 kesiti olan kum yüzeyine dağılımı sağlanamıyorsa ve su 12,56 m^2 kesitli kum dolu silindirden tam olarak geçmiyorsa, ilk yapılan tasarım hesabı hakikate uymaz. 4 metre çaplı tankın su girişinde suyu 4 metre çapa dağıtmak üzere tasarlanmış bir düzenek yoksa ve tank tabanındaki difüzör (fiskiye) sistemi, Resim 2'deki gibi tank tabanının tamamına yayılacak şekilde yapılmamışsa, tanka giren su 12,56 m^2 kesitten geçmeyecek, belki de yalnızca tankın 4 - 5 m^2'lik kısmından geçerek tanktan çıkacaktır. Bu durumda, dolgu içindeki su hızı 24,0 - 31,25 m//h kadar olacak ve istenen filtrasyon kalitesine ulaşılamayacaktır, daha açıkça, su filtreye bulanık giriyorsa filtreden bulanık çıkacaktır.

Resim 1. *2,5 m Çaplı Kum Filtresi*

Su Yumuşatıcı Örneği: 2 metre çaplı bir su yumuşatıcı tankın içinden 30 Fransız sertlikte 90 m³/saat su geçirmeyi tasarladık. Bu maksat ile tank içine 3000 litre yumuşatıcı reçinesi koyduk. Tank içinden geçen su, bu tankın kesiti olan 3,14 m²'ye dağılmıyorsa ve reçine dolgusunun yalnızca %60'ı içinden geçiyorsa, bu durumda %40 kadar reçineye boşuna para vermiş oluyoruz. Tuzlu su ile rejenerasyonda, tuzlu su reçinenin tamamı içinden geçmiyorsa, reçinenin bir kısmı rejenere olmuyor ve reçineleri tam olarak kullanamıyoruz ve boş yere bir miktar tuzu ve ters yıkama suyunu israf ediyoruz demektir.

Doğa kanunlarına göre davranan su, içinde dolgu olan tanka girişinden başlayarak EN YAKIN YERDEN veya EN AZ BASINÇ KAYBI YARATAN yoldan geçerek tankın su çıkış noktasına gider. Su şartlandırma tankına giren suyun tankın tüm yüzeyine ve tüm dolgusuna dağılmasını sağlayan tasarımlar yapılabilse de, ziyaret ettiğimiz işletmelerde gördüğümüz su şartlandırma tanklarının bir çoğunun "DOĞRU" tasarımdan çok uzak olduğunu ve arıtılmak istenen suyun tasarım hedeflerine ulaşılmadığına çok kez şahit oluyoruz.

TERS YIKAMA: Dolgu malzemesinin ters yıkanması önemli bir olaydır ve yukarıda anlattığımız gibi ve Resim 2'de görüldüğü gibi, tank altındaki difüzör sistemi tankın tabanını doldurmuyorsa, ters yıkama sırasında su, bizim arzu ettiğimiz gibi dolgu malzemesinin her tarafından geçmezse, tank içinde tutulan katılar gittikçe dolgu aralarını doldurur. Bunun sonucu olarak, bu tanktan (yukardan

aşağı) geçen su, tank kesitinin bir kısmından geçer, su kendine bir yol bulur ve bu yoldan geçer. Sonuçta suyun dolgu içindeki geçiş hızı her gün biraz daha artar, dolgu içinden hızlı geçen su yeterince şartlanamaz, bir taraftan da bu tankın basınç kaybı zaman içinde yükselir, sonuç olarak işletmeye giden su debisi azalır.

Resim 2. *Tank Tabanını Tam Doldurmayan Difüzör Sistemi*

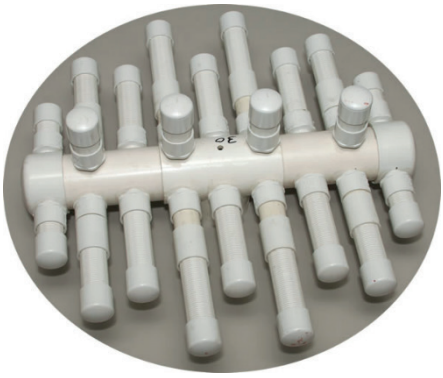
Özellikle çok geniş çapı olan tanklar içinde suyun tüm tank dolgusu içine yayılması ve tüm dolgu içinden geçmesi ihtimali çok azdır ve ters yıkama sırasında da, ters yıkama suyunun dolguyu tam olarak yıkama imkanı azdır. Doğru ters yıkanamayan kum filtreleri içinde bakteri yatağı oluşur ve Resim 3'de görüldüğü gibi kumlar topaklaşır.

Resim 3. *Topaklaşmış Filtrasyon Kumu*

ÇÖZÜM NEDİR?

Aşağıdaki yöntemlere göre tasarım yapıldığında, dolgu malzemeli su şartlandırma tankları daha verimli görev yapar görüşündeyiz.

Tank Çapı: Dolgu malzemeli su şartlandırma tanklarında, tank çapı büyüdükçe suya yön vermek zorlaşır. Kendi tecrübelerimizde şunu fark ettik: Küçük çaplı su şartlandırma tanklarında suyun tank içindeki ve dolgu malzemesi içindeki hareketine daha kolay yön verilebiliyor. Örneğin, bir metre çaplı bir kum filtresinde (0,785 m² kesitli), ham suyu tankın tam ortasından, tankın üst bombesine çarptırarak verdiğimizde, tanka giren su her yönde 0,5 metre uzaklığa kadar dağılır. Tank altına konan difüzörler (fıskiyeler) Resim 4'te görüldüğü gibi, tankın tabanını kaplayacak şekilde tasarlandığında, gerek yukarıdan aşağı su geçişinde ve gerekse aşağıdan yukarı ters yıkama sırasında suyun tank dolgusunun tamamına yayılma oranı çok yüksek olur.



Resim 4. *Tank Tabanını Dolduran Difüzör Sistemi*

Buna karşılık 4 metre çaplı (12,56 m² kesitli) bir kum filtresine giren suyun, tanktaki dolgu içinde her yönde 2 metre mesafeye kadar gitmesi, tank içinde çepeçevre yayılması ve dolgunun tamamından geçmesi, bir metre çaplı filtredeki su dağılımına kıyasla daha az olasıdır. 4 metre çaplı kum filtresinin ters yıkaması sırasında, ters yıkama suyunun 12,56 m² alana dağılıp tüm dolgudan geçerek bu dolgu içindeki katıları yukarı doğru taşıması bir metre çaplı filtrenin ters yıkamasına kıyasla daha az etkilidir.

Suyun Her Tanka Dağılımını Sağlamak: Küçük çaplı kum filtreleri ile Resim 5'deki gibi bir sistem kurduğumuzu var sayalım.

Resim 5. *Çok Sayıda Küçük Çaplı Kum Filtresi Çözümü*

Her bir tank içinde suyu mükemmel yönettiğimizi de kabul edelim. Buna rağmen çoklu tank sistemine suyun dağılması mükemmel olmayabilir. Yüksek debili suyun bu tankların her birine ayni debide girmesi ve çıkması da sağlanmalıdır. Bunu yapabilmenin en doğru yolu, tank girişlerine debimetre ve ayar vanası koymaktır.

Ters Yıkama Suyunun Her Tanka Dağılımını Sağlamak: Resim 5'deki gibi çok tanklı bir sistem kurulduğunda, ters yıkamanın doğru yapılması için her tanktan yeterince suyun geçişi sağlanmalıdır. Bu maksat ile boru çapları ve vana çapları doğru seçilmelidir. Ayrıca, ters yıkama sırasında tank dolgusunun kaçmasını önlemek için vana ayarları yapılmalıdır. Ters yıkama suyu çıkış hattı üzerine, kaçak dolgu olasılığına karşı Resim 6'deki gibi bir filtre montajının yapılmasını öneririz.

Resim 6. *Kum Filtresi Ters Yıkama Hattı Üzerinde Filtre*

Özet olarak, kum filtresi, aktif karbon filtresi, yumuşatıcı ve deiyonize gibi cihazların imalinde ve satın alınmasında, yalnızca tank çapına göre, tank kesitine göre verilen kararların sonucunda çoğu zaman bu cihazlardan yeterince verim alınamaz. Tanka gelen suyun tank üzerinde dağılımı ve tank altında dağılımı detaylı olarak düşünülmeli, tasarlanmalı ve buna göre imalat yapılmalıdır.

Su Arıtma Cihazları SABİT Bir Su Debisi için Tasarlanır

İşletmelerde doğru su debisini belirlemek ve buna göre su arıtım cihazları satın almak önemli olduğu kadar, işletmede debinin sabit tutulmasını sağlamak da çok önemlidir. Çünkü su arıtım cihazları belirli bir debi için tasarlanır ve bu tasarım debisinde başarılı görev yapar.

Sanayi işletmelerinde SABİT su debisini sağlamak kolay mı?

SABİT su debisi sağlamanın çok zor olmadığını düşünebilirsiniz, fakat, birçok sanayi işletmesinde **DEĞİŞKEN DEBİ** sebebi ile karşılaştığımız sorunların sayısı çok yüksek olduğu için böyle bir yazı yazmanın yararlı olacağını düşündük.

Konuya bir örnek ile başlayalım: Bir sanayi işletmesi, kuyudan gelen katıların ana su deposuna gitmemesi için depo öncesi bize bir diskli filtre siparişi verdi. Su debisini sorduk: **110 m³/saat**. Basıncı sormak gerekmiyordu çünkü kuyu suyu filtreden geçtikten sonra su deposuna akacaktı. Bu durumda filtre yalnızca kendisinin yaratacağı basınç kaybı ile çalışacaktı.

Filtre temini uzun sürmedi fakat sanayi işletmesinde bazı tadilat işlemleri olduğu için filtre montajı, filtre sipariş tarihinden yaklaşık dört ay sonra yapıldı. Filtrenin ilk çalışmasında, filtre giriş basıncının anormal yüksek olduğunu gördük. Tabii ki müşteri bu durumu şöyle yorumladı:

"Temin edilen filtrenin kapasitesi 110 m³/saat'ten çok daha küçük, onun için filtre basınç kaybı anormal yüksek, bu filtreyi kabul edemeyiz!"

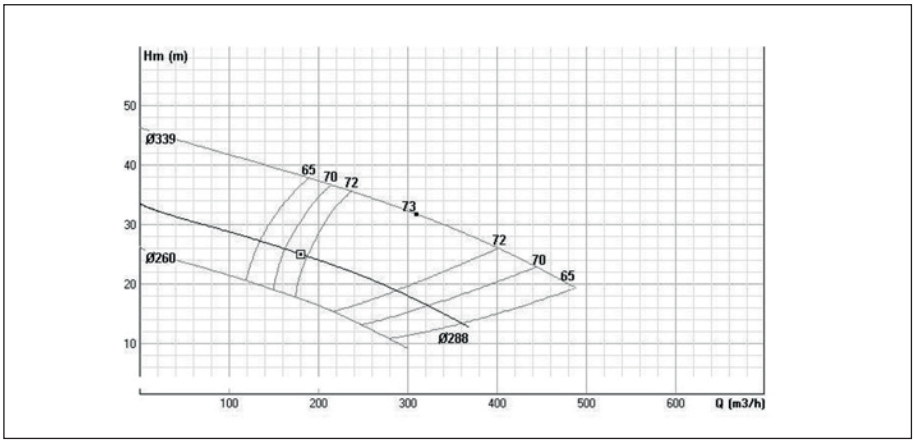
Müşteri haklı mıydı?

Kuyu suyu debisinin 110 m³/saat üzerinde olduğunu iddia ettik. Kuyu suyu hattı üzerinde debimetre olmadığı için su debisini ölçmek üzere işletmede bulunan 1000 litrelik sentetik bir depo getirildi. Kuyu suyu hattı filtreden söküldü, boru tadilatı ile kuyu suyunun 1000 litrelik depoya akması sağlandı. O sırada işletmenin mühendisi şu hesabı yaptı: Su debisi 110 m³/saat olursa, 1000 litrelik depo **33 saniyede** dolacaktı. Kuyu pompası çalıştırıldı, **1000 litrelik depo 18 saniyede taştı!!!** Deney birkaç kez tekrarlandı, sonuç aynı idi, 18 saniyede 1000 litrelik depo doluyordu, demek ki **su debisi 200 m³/saatti!!!**.

Nasıl olur da, 3 - 4 ay önce 110 m³/saat ölçülen kuyu suyu debisi 200 m³/saat olur? Çünkü, filtre siparişi kurak mevsimin sonunda, Ekim ayında verilmişti, o zaman kuyu suyu seviyesi düşüktü. Filtrenin montajı ve deneyi 4 ay sonra, yani

Şubat ayında yapıldı ve bu 4 ay içinde çok yağmur yağdığı için kuyu suyu seviyesi yükseldi. Dolayısı ile kuyu pompası karşısındaki basınç azaldığı için pompa debisi arttı.

Pompa çalışma eğrisini beraberce inceleyelim: Burada en alttaki, 260 mm fan çaplı pompanın basınç/ debi eğrisine bakarsak, H = 20 mss durumunda pompanın bastığı su miktarı 110 m³/saat, oysa H = 16 mss olduğunda pompanın bastığı su miktarı 200 m³/saat.



Pompa çalışma eğrisi

Hatta, kuyu suyu seviyesi biraz daha yükselirse aynı pompa 250 m³/saat su verebilir.

İşte, müşterinin sipariş etmiş olduğu 110 m³/saat debili filtre yanlış filtre değildi, fakat kuyu suyu seviyesi 4 - 5 metre yükseldiği için filtre yanlış temin edilmiş gibi göründü. Müşteri filtreyi iade etmedi, kuyu suyu vanasını kısarak debinin 100 - 110 m³/saat mertebesinde kalmasını sağladı.

Pompa debisini ayarlamak için vanayı kısmak doğru çözüm müdür?

Tabii ki vana kısmak köklü bir çözüm değildir, çünkü mevsime göre kuyu suyu seviyeleri değiştikçe bu kısılmış vanadan az veya çok debide su geçebilir.

Köklü Çözüm: Filtreden sonra boru üzerine **"Dijital Debimetre"** monte etmek, bu cihazdan elde edilen (4-20 mA) otomasyon bilgisi ile pompa motorunun frekans kontrollü olarak (VFD) çalışmasını sağlamak ve bu pompanın her zaman 110 m³/saat debide su basmasından emin olmak daha köklü bir çözümdür.

Yukarıdaki örnekten birkaç ders çıkarabiliriz:

* Pompa etiketini okuyarak veya boru çapına bakarak suyun hakiki debisi hakkın karar vermek doğru olmaz, çünkü pompa debisi, pompanın karşısındaki dirence göre azalır veya çoğalır.

* Pompa etiketleri iki türlüdür: Bazı marka pompaların etiketlerinde yalnızca tek debi ve tek basınç yazar, bazı pompaların etiketlerinde ise en az ve en çok debi ile en düşük ve en yüksek basınçlar yazar. Doğru pompa debisini belirlemek için pompanın çalışma eğrisi incelenmelidir.

* Su debisini ölçmek için bir bidona suyu akıtmak ve bidonun kaç saniyede dolduğunu kaydedip debiyi hesap etmek işe yararsa da, bu yöntem pek de sanayi işletmesine uygun bir yöntem değildir. Çünkü sanayide, su arıtma cihazlarının tasarım debisinde çalışması ve DOĞRU görev yapabilmesi için, cihaz içinden her zaman aynı debide su geçmelidir. Sabit debiyi sağlayacak olan otomasyon sistemidir, bu sistem gerektiğinde pompa çalışma hızını değiştirir veya bir otomasyon vanasını açar veya kısarak debiyi sabit tutar

Yüksek Su Depoları: Bazı işletmelerde 8 - 10 metre yüksekliğinde su depoları bulunur. Bu depolardan su emen pompanın debisi ne kadar değişkendir? Tabii ki depodaki suyun seviyesine göre pompanın bastığı su debisi değişir. Yukarıdaki "kuyu suyu seviyesi örneği"nden aldığımız derse göre düşünürsek, depodaki suyun seviyesinin 4 metre ile 10 metre olmasına göre pompa bazen İKİ KATI debide su basabilir.

Resim 1. *Su Depoları*

Yetersiz Hidrofor: Sanayi işletmeleri ilk kurulurken yapılmış olan doğru projelere göre hidrofor satın alınır ve o sırada su arıtım cihazları doğru çalışır. Daha

sonra işletmenin kapasite artımı için su kullanan yeni bir üretim cihazı satın alındığında mevcut hidroforun yeterli olacağı var sayılır. Ancak sonuçta hidroforun debisi ve basıncı zaman zaman yetersiz kaldığı için su arıtım cihazları SORUNLU çalışmaya başlar.

Kum filtresi: Su debisine göre filtre tankı çapı belirlenir ve kum içinden suyun geçiş hızına göre filtre tasarlanır. Kum filtresinden geçirilen suyun debisi yükselirse, **filtre sudaki küçük boyutlu katıları kesinlikle kaçırır**. Kum filtresinin ters yıkama debisi de çok önemlidir: Ters yıkama debisi tasarım debisine göre çok düşükse, ters yıkama sırasında kumlar hareket etmeyeceği için kumların içine sıkışmış olan katılar filtreyi terk edemez ve bir süre sonra kum filtresi tıkanır. Kum filtresi ters yıkama hızı çok yükselirse, kumlar filtreyi terk eder.

Kartuş filtreler: Tasarım debisi üzerinde filtreden su geçirmek istendiğinde, kartuşlar deforme olur ve suyun bir bölümü filtre edilmeden geçer.

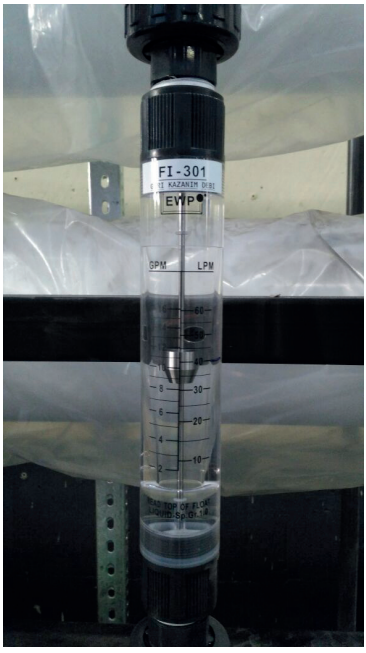
Su yumuşatma cihazı: Yumuşatıcı reçine içinden geçen suyun hızı ve ters yıkama debisi çok kritiktir. Tasarım hızına göre debi daha yüksek olursa yumuşatıcı suyu yeterince yumuşatamaz, **işletmeye sert su kaçar** ve işletme sorun yaşar. Ters yıkama hızı yüksek olursa reçineler tankı terk eder.

Su Debisi Çok Önemli: Yukarıda sözü edilen birkaç su arıtım ekipmanı için su debisinin ne kadar önemli olduğunu vurgulamaya çalıştık. Su arıtımının DOĞRU yapılabilmesi için, su debilerinin SABİT olmasını sağlayan cihazların işletmelerin birçok noktasında bulunmasını öneririz.

Su Debisi Ölçü Cihazları: Su arıtım cihazlarına gelen suyun debisini SABİT tutarak bu cihazların DOĞRU çalışması sağlanır. Aşağıda birkaç tür debi kontrol cihazını örnek olarak tanımladık.

Rotametre adı ile de tanınan Görsel / Mekanik Debimetreler:

Ters ozmoz cihazı gibi kendi pompası olan ekipmanlarda kullanılır. Su debisini görsel olarak gösterir, bu bilgiye göre bir vana ayarı sayesinde debi sabitlenebilir. Rotametre'nin debi bilgisi görseldir, bu bilgiyi aktaramaz. Yüksek debiler için modelleri yoktur.



Resim 2. *Rotametre*

Dijital Debimetreler: 4-20 mA bilgi üretir ve bu bilgiyi başka bir kontrol birimine aktarabilir. Bu bilgiye dayanarak merkezi kumanda cihazı pompa debisinin sürekli SABİT kalmasını sağlayabilir veya otomasyon vanasını kısarak sabit debi elde edebilir.

Resim 3. *Dijital Debimetre*

Ultrasonik Debimetreler: Bu debimetreler çoğu zaman seyyardır ve çok farklı boru çaplarına adapte edilip su debisini ölçebilirler.

Bir işletmede bu debimetreden bir adet bulunması ve değişik su akış noktalarında zaman zaman debilerin ölçülüp kaydedilmesi için pratik bir çözüm cihazıdır. Bu cihaz ile sık sık debi ölçümleri yapılarak su arıtma cihazlarının SABİT ve DOĞRU debide çalışmaları sağlanabilir.

Resim 4. *Ultrasonik Debimetre*

SONUÇ: Su arıtım cihazlarının BAŞARILI görev yapması için **su debilerinin SABİT tutulması, çok önemlidir**. Diğer taraftan, su debisinin bir işletmede kontrol altında tutulması gereksiz su harcamalarını önler, bu da işletme ekonomisi sağlar.

Su Yumuşatma Cihazı Satın Alırken Neye Dikkat Edelim?

Su yumuşatma cihazı birçok işletmenin önemli bir su hazırlayıcısıdır. Su yumuşatıcı satın alınırken öncelikle işletmenin ihtiyacı titizlikle belirlenmeli, daha sonra bu ihtiyacı karşılayacak uzun ömürlü, az bakım isteyen ve az basınç kaybı yaratan bir cihaz satın alınmalıdır.

Su yumuşatma cihazları satış ve servisi ile 1971 yılında tanıştık. O zaman çalıştığımız şirkette ve ülkemizde yalnızca "el ile kumanda edilen" vanaları olan yumuşatıcılar vardı. Kendi şirketimizi kurduktan bir süre sonra, 1990 yılında A.B.D.'de diyaframlı vana fabrikasında aldığım eğitimde tam otomatik rejenerasyonlu yumuşatıcıların imalini öğrendim. Bu tür yumuşatıcıları imal etmeye başladık ve el kumandalı yumuşatıcılara kıyasla otomatik yumuşatıcıların işletme kolaylığını gördük. Kaliteli bir yumuşatıcı talep eden işletmelere otomasyon vanaları ile görev yapan yumuşatıcı imal ediyorduk.

Yeni bir sanayi ülkesi olmamızdan dolayı bugün işletmelerin çoğu yatırımda ve işletmecilikte "Tecrübesizlik» sorunları yaşıyor. SU konusunda bir sistem satın alınacak olduğunda birkaç satıcıdan teklif alınıyor ve genelde, satın alma için "EN UCUZ" kuralı kullanılıyor. Tabii ki "EN UCUZ" fikri ile yola çıkıldığında çoğu zaman o işletmenin şartlarına uymayan ve işletmeye zarar veren bir su yumuşatıcı satın alınıyor.

Oysa, birçok sanayi işletmesinde su yumuşatıcı, proses suyunun kalitesini belirlediği için, işletmenin ürettiği ürünün kalitesini ve ürünün maliyetini de etkiler. Ucuz fiyata yanlış satın alınan bir yumuşatıcı, gereksiz bakım - onarım duruşları yarattığı için, işletmeye **sert su veya tuzlu su** kaçırabilir, ayrıca normalde BİR bar basınç kaybı yaratacağı yerde ÜÇ bar basınç kaybı yarattığı için ve tabii tuz değil de pahalı rafine tuz kullanan bir model olduğundan 5-10 katı rejenerasyon tuzu gideri olur; bu da işletmeye zarar verir. Bu sebeple su yumuşatıcının satın alınmasını küçümseyemeyiz.

Yumuşatıcının satın alınmasında "Düşük fiyat"tan ziyade "doğru işletme kriterleri" ve "uzun ömürlü doğru cihaz" fikirleri ön plana çıkması daha doğrudur, aksi halde işletmeye uymayan bir yumuşatıcı satın alınır ve bu sebeple işletme ekonomik zarara uğrar.

Su yumuşatıcı satın alınmadan önce hazırlanacak olan teknik şartname için aşağıdaki önemli hususların araştırılmasında yarar vardır:

Öncelikle suyun kimyasal analizi yaptırılmalı, suyun sertlik derecesi yanında özellikle suyun iletkenliği, silikat değeri, alkalinite değeri, çözünmüş demir-

mangan gibi su değerleri hakkında kesin bilgi edinilmelidir.

Suyun İLETKENLİĞİ çok yüksek ise zaten su yumuşatıcı satın almak çözüm değildir, çünkü su yumuşatıcı cihazı yüksek miktarda NaCl içeren suları yumuşatamaz. Yüksek iletkenlikteki sular korozif olduğundan işletmeye zarar verir. İşletmenin suyu yüksek iletkenlikte ise ters ozmoz sistemi tercih edilmesi uygun olur.

Suda SİLİKAT miktarı yüksekse, gene çözüm ters ozmoz cihazıdır, çünkü yumuşatıcı bu minerali gidermez. Silikat buhar kazanına, soğutma kulesine ve iplik boyama gibi bazı kimyasal proseslere çok zarar verir.

Suda demir ve mangan varsa, su yumuşatıcı öncesi bunların giderilmesi için ön şartlandırma sistemi de satın alınmalıdır. Çünkü demir ve mangan iyonları yumuşatıcı reçinesine zarar verir.

Yumuşatılacak suyun debisi azami m^3/saat ve azami m^3/gün olarak belirlenmelidir. Bu bilgilere göre yumuşatıcı kapasitesi seçilir.

Ham suyun kirlilik türü ve miktarı belirlenmelidir. Buna göre su yumuşatıcı öncesi ne tür bir filtrasyon yapmak gerekliliği ayrıca araştırılmalı ve yumuşatıcı öncesi su filtresinin de satın alma listesine eklenmesi yerinde olur.

Rejenerasyon tuzu olarak kullanılacak tuzun türüne de yumuşatıcı satın alırken karar verilmelidir. Tabii tuz fiyatı çok düşüktür, buna karşın tabii tuz içinde çözünmeyen katılar bulunur (midye kırığı, kum gibi). Ekonomik olduğu için rejenerasyonda tabii tuz tercih edilecekse, yumuşatıcı cihazlarının otomasyon vanaları tek geçişli vanalar olmalıdır. Çünkü tuz içindeki katılar çok yollu otomatik vanaları kısa zamanda bozar. Otomasyonu "çok yollu vana" ile sağlanan yumuşatıcılarda YÜKSEK ÜCRETLİ çok temiz veya rafine tuz kullanılması önerilir.

Yumuşatıcı cihazın kapasitesine, ayrıca tek tanklı mı yoksa "tandem" mi seçimini yapabilmek için işletme şartlarına karar vermek lazımdır: Yumuşatılan su bir depoya mı akacak? Bu deponun hacmi işletmenin kaç saatlik su ihtiyacını karşılıyor? Yoksa yumuşatılmış su doğrudan işletmeye mi besleyecek? 24 saat kesintisiz su üretmek gerekli mi?

Yumuşatılmış su bazı metaller için KOROZİF olduğu gibi, rejenerasyon sırasında kullanılan yüksek oranda tuzlu su paslanmaz çelikte dahi. korozyona sebep olur. Bu sebeple, yumuşatıcı tankları sentetik veya kumlama arkası epoksi kaplanmış karbon çelik veya daldırma galvaniz olmalıdır. Genelde sentetik yumuşatıcı tanklar ile "çok yollu vanalar" beraber satılır. Oysa, Resim 1'de görüldüğü gibi, sentetik tanklar iki yollu otomasyon vanaları ile de donatılabilir, iki yollu vanalar sanayiye daha uygundur, bakımı çok kolaydır.

Resim 1. *İki Yollu Vanalar ile donatılmış Sentetik Tanklı Yumuşatıcı*

Yukarıda açıklanan satın alma şartları tam olarak belirlendikten sonra, bu bilgiler ışığında yumuşatıcı satın alınırken cihazın aşağıdaki özellikler üzerinde de durulmalıdır:

Otomasyon Vanalarının Özelliği:

İKİ YOLLU bireysel otomasyon vanaları ile kumanda edilen yumuşatıcı: Bu tür cihazda arıza ihtimali azdır ve arıza olsa da kolay bulunur ve işletmenin teknisyenlerince giderilir, işletme uzun süre susuz kalmaz. İki yollu vanaların basınç kaybı son derece azdır, bu da besleme pompası basıncını ve dolayısı ile elektrik giderini azaltır.

Resim 2. *İki Yollu Vanalar ile donatılmış Metal Tanklı Yumuşatıcı*

ÇOK YOLLU vanaların kontrol ettiği cihazlar: Bu cihazların arızasını gidermek için uzman tamirci gerektirir ve bu bekleme sırasında işletme yumuşak su elde edemez. Çok yollu vanaların basınç kaybı çok yüksektir. Bu da çok elektrik sarf eden yüksek basınçlı pompa ile besleme gerektirir.

Resim 3. *Çok Yollu Vanalı Yumuşatıcı*

* **Rejenerasyona Başlama Komutu**: Sinyal veren su sayacından veya zaman rölesinden veya sertlik yükselince rejenerasyonu başlatan bir kumanda seçilir.

* **Kaç Saatta Bir Rejenerasyon**: Yumuşatıcı tankları içine konacak olan reçine miktarı bu süre ile doğrudan orantılıdır. "UCUZ" yumuşatıcının tankları içinde az reçine olduğundan cihaz çok sık rejenerasyon yapar ve reçine ömrü kısa olur.

* **Reçine Kalitesi:** Bizim tercih ettiğimiz bir kaç marka reçine 8 sene kadar bozulmadan görev yapabiliyor. Ancak "UCUZ" fiyata satılan bazı reçinelerin çok kısa zamanda tamamen kırılarak görev yapmadığına şahit olduk.

* **Yumuşatıcı İçindeki Su Hızı:** Reçine türüne ve suyun kimyasal karakterine göre su hızı tayin edilir. Bu hıza göre yumuşatıcı tankı çapı hesaplanır. "UCUZ" düşüncesi ile çapı küçük olan yumuşatıcı seçilirse su hızı yüksek olur ve cihaz suyu tam yumuşatamaz veya çok sık rejenerasyon yaptığı için reçine ömrü kısa olur.

* **Tank İçinde Üst Ve Alt Su Dağıtımı:** "Fıskıye" adı da verilen alt - üst su dağıtımının iyi tasarlanmaması durumunda reçinelerin bir kısmı görev yapmaz, hatta bazen suyun tank içindeki hareketi reçinelerin HONİ şekli almasını sağlar. Honi şekli oluştuğunda reçinelerin büyük bir kısmından su geçmez ve cihaz suyu yumuşatamaz.

SONUÇ: Yukarıda anlatmaya çalıştığımız gibi, su yumuşatıcı seçimi ve satın alınması detaylı araştırma gerektirir. Aceleye getirmeden ve "UCUZ OLSUN" fikri kullanılmadan, yukarıda tarif edildiği şekilde yapılacak bir araştırma sonucunda işletmeye en uygun yumuşatıcı temin edilebilir. Bu araştırma sonucu, yapılacak satın almada "El Kumandalı Vanalar" ile donatılmış bir yumuşatıcı satın almanızı hiç önermiyoruz. Çünkü, el kumandası ile çalışan yumuşatıcının işletilmesinde çok hatalar yapıldığına şahit oluyoruz ve bunun sonucunda işletmeye sert su veya tuzlu su gidiyor ve işletme çok zarar görüyor.

Su Yumuşatma Cihazının Sağlıklı İşletilmesi

Su yumuşatıcılar uzun yıllardır her tür işletmede ve evlerde görev yapıyor. Suyun yumuşatılması işini yapan suni reçinelere zarar verilmediği sürece, reçineler uzun süre bu görevi yapar.

Karşıdan bakıldığında basınçlı bir tank, birkaç vana ve bunları birleştiren borulardan oluşan **Su Yumuşatma Cihazı**'nda esas görevi yapan, yani suyu yumuşatan malzeme, cihaz içinde bulunan "Suni Reçine"dir.

Birkaç yıl önce mevcut su yumuşatıcısından şikayet eden bir işletme bizi davet etmişti. İşletici, yumuşatıcısının suyu yumuşatmadığından şikayetçiydi. Yumuşatıcı tankının üstündeki adam deliğini açtırdık,reçineler görünesiye kadar tanktaki su seviyesini düşürmelerini rica ettik Tankın dibi görünesiye kadar su seviyesi düştü. Normalde 4000 litre kadar reçine olması gereken tank içinde ancak tank tabanında görünen tek tük reçine tanecikleri kalmıştı, yani 20 litre kadar reçine kalmıştı. 3980 litre reçine ters yıkamalar sırasında ters yıkama suyu ile beraber kanalizasyona gitmişti. Bu olay sanayiye hizmet verdiğimiz 30 yıl içinde gördüğümüz "KÖTÜ İŞLETİM" örneklerinden yalnızca biridir. Su Yumuşatma Reçineleri ile ilgili tecrübelerimizi aşağıda özetliyoruz.

Su yumuşatma cihazının sağlıklı işletilmesi için aşağıdaki hususlara dikkat etmeliyiz. Bu konuları önce özetleyeceğiz, daha sonra tek tek ele alacağız:

Ters yıkamalar sırasında reçineler atık su hattına kaçırılmamalıdır.

Reçinelerin kısa zamanda kırılıp, ufalanıp eksilmeleri önlenmelidir.

Reçinelerde bakteri üremesi engellenmelidir.

Reçinelere verilen su muhakkak filtrelenmelidir.

Ham su içinde demir ve mangan iyonları varsa, bunlar giderildikten sonra suyun yumuşatıcıya verilmesi doğru olur.

Rejenerasyon için, kaliteli tuz temin edilmelidir.

Resim 1. *Yüksek Kalitede Tandem Yumuşatıcı*

Yukarıdaki konuları biraz inceleyelim:

1- Reçinelerin kaçmasını önlemek. Yumuşatma işlemini REÇİNE yaptığı için bu reçinelerin ters yıkamalarda kaçırılması sonucunda su yumuşatma cihazı hiç bir görev yapmaz. Suni reçinenin yoğunluğu düşüktür, cihazın ters yıkanması sırasında su hızının hassas ayarlanması gerekir. Elle kumanda edilen vanalar ile imal edilmiş bir yumuşatma cihazında, her ters yıkama sırasında, işleticinin vanaları hassas bir şekilde ayarlaması zor olur. Çünkü işletmelerde sık sık işleticiler değişir, üç vardiya içinde muhakkak bir işletici ilgisiz davranabilir ve neticede bir miktar reçine kaçar, bir süre sonra cihazda hiç reçine kalmaz.

ÇÖZÜM: Sanayide tecrübeli işletmelerin yaptığı gibi elle kumandalı vanalar kullanmaktan vazgeçmek, mevcut yumuşatıcının vanalarını değiştirerek otomatik kumandalı vana sistemine dönüştürmek, dolayısı ile işçilik hatalarından kurtulmak bir çok işletme sorununu ortadan kaldırır.

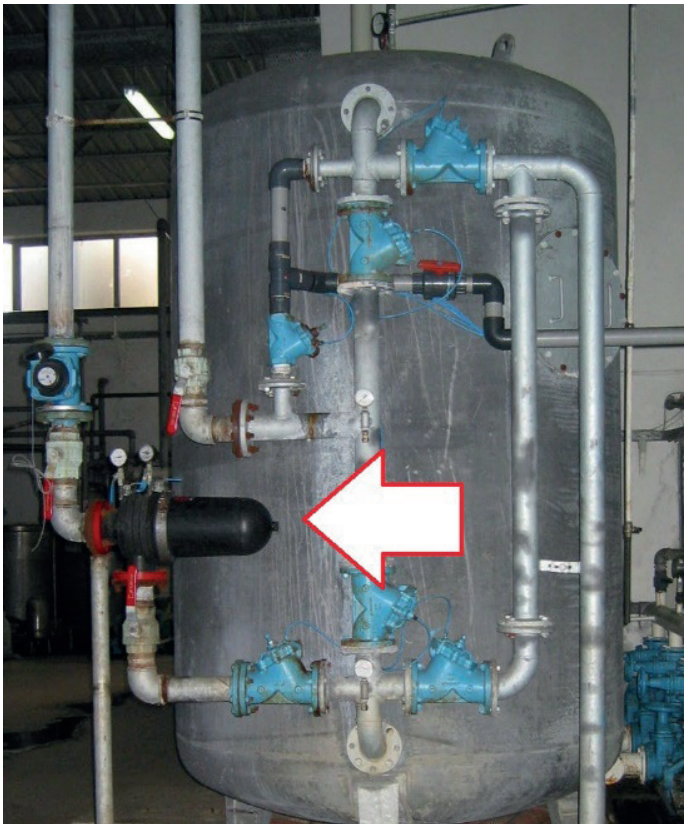
Resim 2. *Tam Otomatik Tandem Yumuşatıcı*

Resim 2'de görünen yumuşatıcı diyaframlı otomasyon vanaları sayesinde tam otomatik olarak ters yıkamayı ve rejenerasyonu yapar. Yumuşatıcı reçinesi için ters yıkama hızını biz 15-20 m/saat alıyoruz (20°C - 25°C sıcaklıkta su için). Suyun sıcaklığına göre ters yıkama hızı değişir. Ayrıca atık su hattı üzerine, reçineleri tutacak 200-300 mikron seviyesinde bir filtre monte etmek çok yararlı olur .

2- Reçinelerin kısa zamanda kırılıp, ufalanmaları. Reçinelerin kırılmaları için birkaç sebep vardır : Sebeplerden biri reçinelerin düşük kalitede olmasıdır. Yeni bir su yumuşatıcı satın alırken içindeki reçinenin markasını ve özelliklerini öğrenmeniz veya yalnızca reçine satın alırken en ucuz olanı yerine güvenilir bir markayı tercih etmeniz riskleri azaltır.

Reçinelerin ufalanmasının ikinci nedeni ise çok sık ters yıkama yapmaktır. "İlk yatırım ucuz olsun" görüşü ile satın alınan su yumuşatıcı içindeki reçine miktarı az olur, dolayısı ile her 2-3 saatte bir rejenerasyon yapmak gerekir. Günde 24 saat çalışan bir sanayi tesisi "ucuz" fikir ile içinde az miktar reçine bulunan türde bir yumuşatıcı satın almak sakıncalı olur. Sanayi tesisleri için tavsiye edeceğimiz yumuşatıcı reçinesi miktarı, en az 8 saat aralıklar ile rejenerasyon yapmaya yeterli olan reçine miktarıdır (günde en çok 3 kez rejenerasyon).

Suyun reçineden yüksek hızla geçmesi de reçinenin kırılmasına etkendir. Reçine imalatçıları su geçiş hızının 15-25 m/h olmasını önerir. Bu hız daha yüksek olduğunda reçine üzerindeki basınç yükselir ve reçine kırılması artar. Kırık reçine yumuşatma görevi yapmaz, ayrıca bu kırıklar su ile beraber işletmeye gider ve ürüne zarar verir. Reçine kırıklarını sudan ayırmak için, yumuşatılmış su hattı üzerine çeşitli filtreler konabilir.



Resim 3. *Reçine Kırıklarını Ayıran Diskli Filtre*

Resim 3'de yumuşatılmış su hattı üzerine monte edilmiş, elle temizlenen diskli filtre görünüyor.

3- Reçinelerde bakteri üremesi. Özellikle dere göl suyu kullanan tesislerde bu durum görülür. Bu tür yüzey suları kullanılmadan önce çok iyi filtrelenmeli ve dezenfekte edilmelidir. Reçineler üzerinde bir biyolojik oluşum başladıysa reçine tankının basınç kaybı artar, daha sonra reçineler arasında kendine yol açan su hiç yumuşamadan cihazı geçer ve işletmeye gider.

ÇÖZÜM: Bir taraftan, yumuşatıcıya gelmeden önce suyun filtrasyonu ve dezenfeksiyonu için derhal yatırım yapmak, diğer taraftan reçineleri biyolojik oluşumdan temizlemek gerekir. Bu temizlik öncelikle konsantre tuzlu su ile denenmelidir: Reçine tankındaki su boşaltılır ve tankın içi doymuş tuzlu su ile doldurulur, en az 24 saat dinlendirilir. Daha sonra çok uzun ters yıkama ve arkasından normal rejenerasyon yapılır. Tuzlu su metodu ile netice alınamazsa bu konuda ihtisaslaşmış bir şirketten yardım istemenizi öneririz, çünkü her reçine türüne göre başka yöntemler uygulamak gerekir.

4- Reçinelere filtrelenmiş su verilmesi. Su iyi filtrelenmeden yumuşatma cihazına verildiğinde bir kaç sorun yaşanır:

- Su ile beraber gelen katıların üzerinde yaşayan canlılar reçinelerin üzerinde kalır ve 3. paragrafta anlatılan bakteri oluşumuna sebep verir.

- Çok küçük katılar ve çamur türü nesneler reçinelerin üzerini kaplayabilir. Bunlar reçinelerin sudan sertliği almasını önler ve reçine randımanı düşer.

- Reçineye kıyasla daha yoğun olan kum gibi katılar ters yıkama sırasında tanktan dışarı atılamaz, tersine, kumlar reçinenin alt tabakalarına iner. Uzun zaman içinde reçine altında biriken kumlar reçinenin tank içindeki seviyesini yükselteceğinden, ters yıkamalarda reçine kaybı başlar. Ayrıca, oluşan kum yatağı gereksiz basınç kaybına sebep olur.

5- Ham Su içinde Demir ve Mangan İyonları: Sularda çözünmüş olarak demir ve mangan iyonu bulunabilir. Az miktarda demir ve mangan iyonu bulunan sular (0,2 mg/L) için ön şartlandırma gerekmez. Daha yüksek miktarda demir ve mangan iyonu içeren sular yumuşatıcı içinden geçirildiğinde, reçinelerin üzeri demir ve mangan oksit jeli ile kaplanır ve reçinelerin su yumuşatma randımanı azalır. Bu fark edildiğinde reçineler "Tuz Ruhu- Hidroklorik Asit " (HCl) asidi çözeltisi ile yıkanır.

Suda bulunan demir ve mangan iyonlarını bir ön şartlandırma metodu ile gidermek yumuşatıcıyı korur. Sudaki demir ve manganın giderilmesi yöntemini seçmek için suyun analizini yaptırıp demir ve mangan ile beraber hangi istenmeyen maddelerin suda bulunduğunu bilmek doğru yöntem seçilmesini kolaylaştırır.

Resim 4. *Yumuşatıcı Reçinelerini Koruyan Diskli Filtre*

6- Rejenerasyon Tuzu Kalitesi: Ülkemizde çoğu zaman rejenerasyon tuzu olarak hiç işlenmemiş HAM TUZ kullanılır. Ham tuz içinde, midye kırığı, kum, toz, organik gibi, tuz olmayan bir çok madde bulunur. Bu tür tuz kullanan işletmeler 4. paragrafta anlatılan problemleri yaşayabilirler. Ham tabii tuz kullanılacaksa, reçinelerin korunması için ideal yöntem ham tuzun önce bir kapta çözülerek salamura hazırlanması ve daha sonra salamuranın filtrelenmesidir. Bazı bölgelerde suda çözünmüş tuz da satılmaktadır ve bu sıvı genelde filtrelenmiş olarak satıldığı için reçinelerin rejenerasyonunda kullanılabilir.

Sonuç: Su yumuşatma reçinelerinin sağlıklı işletilmesi için bugüne kadar kaydettiğimiz yöntemleri yukarıda belirttik. İlk yatırım sırasında ucuza kaçılmayıp sanayiye uygun kalitede su yumuşatıcı satın alındığında ve işleticilerin bu konuda eğitimi yapıldığında, yumuşatıcı reçineleri beş yıldan daha uzun süre hizmet verir.

Sudaki Demir ve Manganın Giderimi

Kuyu sularının bir çoğunda demir ve mangan maddeleri suda çözünmüş iyon halinde bulunur. Yüksek miktarda demir ve mangan iyonu içeren sular işletmelerde sorunlar yaratır, bu sebeple bu suların kullanılmadan önce demir ve mangan iyonlarından arındırılması istenir.

1980 li yıllarında, su iyileştirme konularında yeterli tecrübemizin yoktu, o sırada çamaşırlarını "eski usulde" yani güneşte kurutan küçük bir otel şöyle bir şikayette bulunmuştu:

"Otelin çarşaflarını en kaliteli deterjanlar ile yıkıyoruz, sonra ipe seriyoruz, o sırada bembeyaz olan çarşaflar kuruyunca sararıyor. Ne yaptıysak sonuç alamadık, çarşaflar hep sarı oluyor!"

Otelin kullandığı suyu bir şişeye doldurduğumuzda su temiz ve çok şeffaf idi. Su şişede birkaç gün kaldıktan sonra bu suyun sarardığını gördük. Bunun üzerine bu suyun analizini yaptırdığımızda suda 1,5 mg/L kadar çözünmüş demir olduğunu gördük ve böylece teşhisi koyabildik: Otelin kuyu suyunda "çözünmüş demir" bulunuyordu ve çamaşırlar kururken, demir okside olup, yani **"demir pası"** olup çamaşırı SARI renge boyuyordu.

Kuyulardan elde edilen sularda demir ve mangan iyonu miktarı yüksek olabilir. Demir iyonunun 0,5 mg/L ve mangan iyonunun 0,1 mg/L'den az olması durumunda bu sular birçok işletmede sorun çıkarmaz. Sudaki demir ve mangan iyonlarının yüksek olması durumunda işletmelerde bazı sorunlar yaşanır. Örneğin:

- Bu sular ile çamaşır yıkandığında, ıslak haldeyken normal renginde olan çamaşırlar, kuruduktan sonra sarı, hatta kahve tonları alırlar;
- Su yumuşatma ve demineralize reçineleri üzerinde bu metal iyonları katı hale dönüşür, reçinelerin çalışma verimini kısa zamanda azaltır;
- İçme sularında istenmeyen metalik bir tat oluştururlar;
- Gıda konservesi imalatında ürünün kalitesini bozarlar;
- Tekstil boyahanelerinde kumaşta istenmeyen renk tonları oluştururlar,
- Ters Ozmoz cihazı membranlarını tıkarlar, ayrıca, membranlarda kalıcı hasar da oluştururlar
- Buhar kazanlarında istenmeyen bir maddedir.

Demir - Mangan Giderimi için Çözümler:

İşletmelerde yukarıda sözü edilen türde sorunları yaşamamak için, suda çözünmüş halde bulunan metal iyonlarının giderilmesi istenir. Su içinde çözünmüş halde bulunan demir ve mangan iyonları okside olduklarında katı partikül şekline dönüşür ve filtrelerde tutularak sudan ayrılır. Genelde demir iyonu, nötr ve alkali pH değerlerinde mangana kıyasla daha kolay okside olur.

Mangan iyonunun katı madde hale dönüştürülmesi demire kıyasla çok zordur.

Resim 1. *Suda Okside Olmuş Demirin Çöktürülmesi*

Mangan iyonu ilk oksidasyonunda pembe renkli "MnOx" şeklinde "koloidal" bir maddeye dönüşür ve bu madde filtrelenemeyecek kadar küçüktür. "MnOx" daha sonra demir çözeltisi ile reaksiyona sokulduğunda mangan farklı bir formül oluşturur ve filtrelerde tutulabilir.

Resim 2. *Okside Olmuş Demir ve Manganı Tutarak Doymuş Torba Filtre*

Sudaki metal iyonlarının okside olması için günümüze kadar değişik yöntemler denenmiştir. Her suyun genel kimyasal analizi, pH derecesi, sıcaklığı, iletkenliği değişik olduğundan, her farklı suda bu iki iyonun oksitlenmesi de farklı yöntemler ile ve bazen 8-9 saat gibi süreler içinde olabilir. Dolayısı ile, aşağıda sıralayacağımız Demir ve Mangan giderim yöntemleri basit çözümler değildir, her işletmenin bir su arıtım uzmanı eşliğinde deneyler yaparak kendi işletme şartları için çözüm bulmasını öneririz.

Resim 3. *Okside Olmuş Demir ve Manganı Tutarak Doymuş Kartuş Filtreler*

Demir ve manganın oksitlenmesi yöntemlerini özetleyelim:

* **Sodyum Hipoklorit ile oksidasyon:** Sodyum Hipokloritin kolayca temini, dozaj yönteminin ucuz olması sebebi ile işletmeler sodyum hipoklorit çözümlerini seçerler. Fakat, sodyum hipoklorit demir iyonunu kolayca okside etse de mangan iyonunu kolayca okside edemez. Mangan oksidasyonu için daha etkili yöntemler seçilmelidir.

* Permanganat olarak adlandırılan "KMnO4" maddesi yüksek bir oksitleme kimyasalıdır, araştırmacıların çok kullandığı bir oksitleyicidir, ancak yüksek debili sularda kullanımı pek pratik olmadığı için işletmelerin tercih etmediği bir yöntemdir.

* Oksidasyonu destekleyici katalizörler kullanıldığında demir ve mangan oksidasyonu daha başarılı olur. Katalizörlerin en çok tanınanı İngilizce "Green Sand" olarak bilinen bir filtre dolgu malzemesidir. Katalizörlerin etkili oldukları bazı şartlar bulunur: Su sıcaklığı, pH, iletkenlik gibi. Katalizörün çalışma şartları oluştuğunda demir ve manganın iyi okside olduğu görülür.

* Ozon gazı ile suyu şartlandırma sonucu demir yaklaşık %100, mangan ise

%100 olmasa da yüksek oranda okside olur. Ozon gazı suda çözündüğünde, oksidasyon ve dezenfeksiyon özellikleri yanında az bilinen bir güzel özelliği daha ortaya çıkar: **FLOKLAMA**. "İyonize olmuş oksijen atomu" olarak da tarif edilen ozon gazı, bu "iyonize" özelliğinden dolayı suda bulunan çok küçük katı partikülleri birleştirerek irileştirir, böylece bunların filtrelerde daha kolay tutulmalarını sağlar. Floklama özelliğinden dolayı ozon ile şartlandırılan sular çok berrak olur. Bu da ozonun avantajlarından biridir. Ozon kullanılan su şartlandırma sistemlerinde katıları floklamak için ayrıca bir kimyasal gerekmez.

Resim 4. *Sudaki Demir ve Manganı Oksitleyici OZON Sistemi*

Ozon gazı ile sudaki demir ve manganın giderilmesi tekniğinin ilk yatırımı diğer klasik çökeltme tekniklerine göre daha yüksek olabilir. Ancak ozon sisteminin işletilmesi diğer tekniklerden çok daha ekonomiktir ve pratiktir.

Ozon Uygulama Örneği: Bir işletmenin kuyu suyunda 3,1 mg/L demir ve 0,3 mg/L mangan bulunuyordu. Bu sebeple bu suyu sanayi prosesinde kullanamıyorlardı. 1995 yılında bu suyun iyileştirilmesi için işletmeye ozon ile şartlandırma sistemi kurduk. Ozon ile şartlandırma işleminden ve filtrasyondan sonra sudaki demir ölçülemeyecek kadar azaldı ve mangan miktarı 0,1 mg/L seviyesine düştü. Bu işletmenin ilgilileri ozon ile şartlandırma sisteminin avantajlarını şöyle anlatıyorlar:

"Ozon sistemi çalışmaya başladıktan sonra işletmeci olarak çok rahat ettik. Ozon gazı sistemi ilk amacımız olan demir ve manganı çok iyi gidermesi yanında işlet-

*meci yüklerimizi çok azalttı. Şöyle ki: Ozon sistemi tabii hava içinde bulunan tabii oksijeni kullanarak ozon gazı ürettiği için kimyasal satın alma, bunu stoklama, kimyasal taşıma, dozaj ayarlama gibi bir*çok i*şten kurtulduk ve işimiz azaldı."*

SONUÇ olarak, suda çözünmüş halde bulunan demir ve manganın giderimi için bugüne kadar bir çok yöntemler bulunmuştur, ancak, bir işletmeye demir-mangan giderimi için reçete yazmak kolay değildir. Her işletmenin kendi şartlarında deneyler yapmasını ve kendine en uygun ve en ekonomik yöntemi bulmasını öneririz.

Sudan Arsenik'in Giderilmesi

Bugün geçerli olan yönetmeliklere göre içme suyundaki ARSENİK miktarı en çok 10 ppb olabilir. Arsenik giderimi için bir çok yöntem icat edilmiştir. Hangi yöntemin hangi suda daha başarılı ve daha ekonomik olacağına deneyle sonucunda karar vermek doğru olur.

İnsanlar "ARSENİK" kelimesinden çok korkar oldu. "Bu suda ARSENİK var" deyince vatandaşlarımız bu su ile meyve yıkamaya dahi çekiniyor. "Sağlıklı İçme Suyu"nu tarif eden 17.02.2005 tarihli "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik" incelendiğinde, burada ARSENİK yanında daha bir çok zararlıdan söz ediliyor: ARSENİK'in en üst sınırı olan **10 ppb** sınırlarına sahip Bromat ve Selenyum; daha yüksek sınırlarda Siyanür, Bor, Nitrit, Nitrat, Pestisitler, Trihalometanlar, Ağır Metaller ve bu gibi bir çok madde ARSENİK kadar insana zararlıdır.

Önce "**10 ppb = 10 mikro gram/litre**" ARSENİK'in ne kadar olduğunu kafamızda canlandıralım: 1000 litre suyu (1 ton su) bir depoya koyalım. Bu depo içine BİR gram değil, BİR gram'ın YÜZDE BİRİ kadar (bir damladan az) saf ARSENİK koyup suda çözersek 10 ppb ARSENİK içeren su elde etmiş oluruz.

İnsan vücudu ARSENİK'i yalnızca su'dan mı alır**?** Toprakta ve zirai sulama suyunda bulunan ARSENİK yediğimiz bitkilere geçebilir ve yediklerimizin vasıtası ile de insan içine girmiş olur. İnsan sağlığı havadan, sudan ve toprakdan gelen ARSENİK ile risk altındadır, risk yalnız sudan gelen ARSENİK'den değildir.

Sudaki Arsenik Nasıl Giderilir?

Bu sorunun cevabına geçmeden önce, ARSENİK konusunda araştırma yapan **18 ülkeden 32 ilim adamını** bir çatı altında toplayarak "**Güvenli Su Kongresi**"ni düzenleyen Ege Üniversitesi Kimya Mühendisliği Bölümü yetkililerine ve bu olayın sponsorluğunu yapmış olan İzmir Büyük Şehir Belediyesi'ne çok teşekkür ederiz. Ocak 2009 da İzmir'de düzenlenen bu kongrede 2,5 gün ARSENİK konusunda bildiriler verildi ve bu konuda çok bilgilendik.

Bu kongre sonucunda edindiğimiz ana fikir şudur: ARSENİK giderimi ile ilgili araştırmalar tüm dünyada devam etmektedir ve henüz tamamlanmamıştır. Her suyun özellikleri birbirinden çok farklıdır, suyun pH derecesi de farklıdır, su içinde ARSENİK'in rakibi gibi davranan maddeler birbirinden çok farklı oranlardadır. ARSENİK giderimi için seçilecek yöntem suyun debisi ile de ilgilidir, şehir suyu, ev suyu gibi az veya yüksek debilerin su arıtma tekniği seçiminde büyük rolü vardır.

İşte bu sebeplerden dolayı, suda ARSENİK giderimi için genel bir yöntemden söz edilemez. Bu konuda bir ihale açılacaksa ve bu ihale için bir teknik şartname hazırlanacaksa, projeci kuruluşun ARSENİK giderimi ile ilgili deneyleri yapması ve bu su için en uygun ve işletilmesi en ekonomik olan ARSENİK giderimi yöntemini belirlemesi ve **projeci kuruluşun bu ihale sonucundan sorumlu tutulması mantıklı yollardan biridir** düşüncesindeyiz.

ARSENİK giderim yöntemleri ile ilgili "Güvenli Su Kongresi"nde almış olduğumuz notlarımızın birkaçı aşağıdadır. Yukarıdaki paragrafta belirttiğimiz gibi, sudan ARSENİK giderimi suyun karakterine göre değişir. En ekonomik yöntemi bulmak için önce deneyler yapmak en mantıklı yoldur görüşündeyiz.

Arsenik Giderimi İçin Yöntem Seçimi Öncesi İlk İş: Sudaki ARSENİK'i gidermek üzere yola çıkıldığında önce doğru bir su analizi elde etmeliyiz. Bu analizde en az şu parametrelerin görünmesi doğru su arıtma yöntemi seçimini kolaylaştırır: pH, Toplam Çözünmüş Madde, Alkalinite, Arsenik 3, Arsenik 5, Demir, Mangan, Silikat, Kalsiyum, Magnezyum, Fosfat, Sülfat, Vanadyum, Uranyum.

Suyun özelliklerine göre ve ARSENİK giderim tekniğine göre, bu maddelerin bazıları **ARSENİK'in rakibi** gibi davranır ve ARSENİK'i adsorbe eden maddeleri doyurur. Ayrıca suyun pH derecesi ARSENİK gideriminde çok etkili bir faktördür.

Arsenik Giderimi İçin Yöntem Seçimi Öncesi İkinci İş: Suda bulunan ARSENİK 3 (AsIII), giderilmesi zor bir maddedir, ancak okside edilip ARSENİK 5 (AsV) şekline dönüştürüldükten sonra bir çok yöntem ile ARSENİK giderilebilir. Bu sebeple, ARSENİK gideriminde öncelikle suyun yeterince Klorlanması veya Ozonlanması ile tüm ARSENİK 3'ün (AsIII) okside edilerek "AsV" şekline dönüştürülmesi doğru olur.

Sudaki Arsenik'i Giderme Yöntemleri

Floklama sonrası Filtrasyon: ARSENİK, karakteri gereği, doğru pH derecesinde demir maddesine bağlanır veya demir tarafından adsorbe edilir. Örneğin suya demir üç-klorür ($FeCl_3$) vererek yapılan floklama sırasında ARSENİK'in belli bir oranını bağlamak mümkündür. Daha sonra su çok iyi filtre edilmelidir. Bu **filtrasyonun kalitesi** çok önemlidir. Hatta Ultra Filtrasyon gibi yöntemler ile demire bağlı ARSENİK'i yüksek oranda sudan ayırmak mümkündür. Yüksek kalitede filtrasyonun da önemi çoktur, suyun tadını ve rengini bozan demir oksit partiküllerinin iyi su tarafına kaçması iyi bir filtrasyon ile önlenir.

Resim 1. *Kaliteli Kum Filtresi Sistemi*

İyon Değiştirici ile **ARSENİK Giderimi**: Klasik yöntem olan iyon değiştirici reçineler ile ARSENİK ve bununla beraber başkaca mineralleri sudan gidermek mümkündür.

Ters Ozmoz Tekniği ile Arsenik giderimi: Suyun kalitesi düzeltilmek istendiğinde, yalnızca ARSENİK değil, başkaca minerallerin %90 - %95'i ters ozmoz tekniği ile sudan ayrılabilir. Hatırlatalım: As(III) önce okside edilmeli ve As(V) formuna dönüştürülmeli, daha sonra ters ozmoz ile sudan ayrılmalıdır. Çünkü As(III) ters ozmoz membranlarından dahi kısmen geçebilen bir maddedir.

Resim 2. *Arsenik ve Diğer Zararlı Maddeleri İçme Suyundan Ayıran Ters Ozmoz Cihazı*

Adsorban türü Filtre Dolgu Malzemesi ile Arsenik Giderimi: Son yıllarda icat edilen bazı filtre dolgu malzemeleri ARSENİK'i adsorbe edebilir. Her bir adsorban malzemenin özellikleri farklı, etkili olduğu pH dereceleri farklıdır. Bazı model adsorbanlar rejenere edilebilir, diğerleri ARSENİK'e doyduğunda atılıp yerine yenisi konur. Yalnızca ARSENİK'i adsorbe eden herhangi bir malzeme henüz icat edilmemiştir. Suda ARSENİK ile beraber bulunması muhtemel silikat, uranyum, vanadyum ve başkaca mineraller ARSENİK ile beraber adsorbe edilir.

Dikkat: Su içinde bulunan katılar ARSENİK gideriminden önce en aza indirilmelidir. Aksi halde su içindeki katılar ARSENİK'i adsorbe eden malzemeleri doyuma ulaştırarak ARSENİK giderimini engeller.

Sudan Alınan Arsenik Ne Olacak?

Atom Enerji santrallarının radyo aktif atıkları nasıl herkesi düşündürüyorsa, sudan alınan Arsenik mineralinin de nereye atılacağı veya nerede depolanacağı iyi planlanmalıdır.

Yazımızın başında değindiğimiz gibi, sudan ARSENİK'in giderilmesi henüz basit bir yöntem haline getirilememiştir. Her su için farklı farklı yöntemler seçilebilir. En ekonomik yöntem ancak deneylerden sonra bulunabilir. Bu sebeplerden dolayı bu yazımız okuyucularımıza pratik çözümler sunan bir yazı değildir.

Ters Ozmoz Tekniği Konuları

Kitabın bu bölümünde aşağıdaki konularda yazılar yer almaktadır:

Ters Ozmoz Cihazının Ön Şartlandırması

Ters Ozmoz Membranları Sudan Neyi Ayırır, Neyi Ayırmaz?

Ters Ozmoz Membranlarının Yıkanması

Ters Ozmoz Sistemlerinde Neden "Antiskalant" Kullanılır?

Ters Ozmoz Membranları Koruyucusu Olarak Ultra Filtrasyon Sistemi

Ters Ozmoz Membranlarının Ömrü Nedir?

Ters Ozmoz Membranları Neden Tıkanır?

Ters Ozmoz İşleticiliğinde Sık Yapılan Hatalar

Ters Ozmoz Tekniğinin Getirdiği İşletmecilik Avantajları

Ters Ozmoz Cihazı Mikrop Geçirir mi?

Ters Ozmoz Cihazı Konsatre Edicidir

Ters Ozmoz Koruyucusu Ön Şartlandırma

Ham su özelliklerine ve istenen iyi su kalitesine göre seçilen Ters Ozmoz membranı, kendisine gelen suda membrana zarar verici maddeler olmadığı sürece görevini yapar. Membrandan istenen görevi membranın yapabilmesi için "Ön Şartlandırma" yaparak onu zararlılardan korumak doğru olur.

TO-Ters Ozmoz işleticileri ve TO'ya servis veren kuruluşlar TO ön şartlandırmanın önemini çok iyi bilirler. Biz bu yazımızda **TO ön** şartlandırmanın ÖNEMİNİ vurgulamaya çalışacağız. Her TO sistemi için ne tür "Ön Şartlandırma" yapılması gerektiğini yazmayacağız, çünkü her ham su özelliğine göre ve bu sudan TO ile ne kalitede su elde etmek istendiğine göre TO ön şartlandırma sistemi farklı farklı tasarlanır.

Önce "terim" üzerinde duralım: Neden "Ön Arıtım" değil de "Ön Şartlandırma"?

Çünkü bazı ham suların yalnız pH seviyesini düşürmek ile veya suya yalnızca "Taş Önler - Antiskalant" dozlamak ile "Ön Şartlandırma" yapılabilir. Bu sebeple, TO membranlarının korunması için "Ön Arıtım" yerine "Ön Şartlandırma" terimi daha uygun olur görüşündeyiz.

Ön şartlandırmada maksat TO membranlarına zarar verebilecek maddelerin ham sudan alınması veya miktarının azaltılması veya özelliklerinin değiştirildikten sonra TO'ya ulaşmasının sağlanmasıdır. Bu durunda TO membranına zarar verecek nitelikte olan su özelliklerine ve zararlı maddelere bir göz atalım:

Yüksek su sıcaklığı;

Çok yüksek veya çok düşük pH;

Suda çözünmeyen katıların miktarı ve irilikleri;

Suda bulunan mikroplar / canlılar;

Suda bulunan oksitleyici maddeler;

Suda bulunan metal iyonlarının miktarı;

Suda bulunan ve TO içinde konsantrasyonu artarken kristalleşen maddelerin türü ve miktarı.

İşte, yukarıda tarif edilen su özellikleri ve maddeler TO membranına zarar vermeyecek şekle sokulursa, "Ön Şartlandırma" başarılı olur ve bunun sonucunda TO'dan arzu edilen kalitede iyi su elde edilir, TO bakımı azalır ve TO membran ömrü çok uzar.

Atık su geri kazanımında TO kullanıldığında, TO membranına zarar verebilecek petrol yağı ve başkaca birçok madde de ham su içinde bulunabilir. Bu yazımızda atık sudan gelebilecek maddelere değinmeyeceğiz.

Ön şartlandırmanın önemini anlatabildiğimiz işletmelere kurmuş olduğumuz TO sistemlerinin **membranlarının daha uzun süre görev yaptığına şahit oluyoruz.**

TO'ya zarar veren su özelliklerinin ve maddelerin zararını azaltıcı "Ön Şartlandırma" konularını biraz daha açıklayalım:

Su Sıcaklığı: Ülkemizin bazı bölgeleri "jeotermal" bölge olarak adlandırılır ve bu bölgelerdeki kuyu suyu sıcaklıkları yüksek olur. Örneğin İzmir Aliağa bölgesindeki bazı kuyu suyu sıcaklıkları 45°C üzerindedir. Oysa, piyasada bulunan normal TO membranlarının su sıcaklığı için su sıcaklığı garanti sınırı 50°C'dir. Dolayısı ile, bu bölgelerde su sıcaklığının çok iyi kontrol edilmesi ve gerekirse sıcaklığın düşürüldükten sonra suyun TO'ya verilmesi önerilir.

Su pH Derecesi: Piyasada bulunan normal TO membranları için kataloglarda yazan pH sınırları 4,0 - 11,0'dır. Membran yıkaması için verilen pH sınırları ise 2.0 - 11,5 dur. Bu sebeple ham suyun pH derecesi katalog değerlerine getirildikten sonra suyun TO'ya verilmesi doğru olur.

Katılar: Suda çözünmeyen katıların sınırlı boyuta ve sınırlı miktara getirilmesi şarttır. Suda çözünmeyen katıların çoğunluğu su filtreleri ile sudan alınır.

Resim 1. *Çok Katı İçeren Ham Sulardaki Katıların Çöktürülmesi için Lamella Sistemi*

TO membran üreticileri sudaki katıları iki şekilde sınırlamamızı ister:

Katı madde boyutu olarak sınır BİR mikrondur: TO membranı öncesi su BİR

mikronluk kartuş filtreden geçirilerek bu önlem alınır. Su arıtım sisteminde Ultra Filtrasyon sistemi bulunduğunda su zaten 0,1 mikron seviyesi altına filtrelenmiş olduğu için katı madde boyutu sorun yaratmaz.

Resim 2. *TO Öncesi Kum Filtresi Ve Ultra Filtrasyon*

Katı miktarı sınırı için mg/Litre cinsi bir rakam yerine **suyun SDI değeri (Silt Density Index)** önemsenir. Membran üreticilerinin vermiş olduğu katalog değeri **"SDI < 3"** dür. Suyu BİR mikron seviyesine kadar süzsek dahi, BİR mikrondan daha küçük olan katıların miktarı çoksa, bunlar membran katmanları arasına çöker ve membran basınç kaybını arttırır, üretim suyu debisi düşer. Bu sebeple, doğru filtreler ve yöntemler kullanılarak sudaki katı miktarı azaltılmalı ve SDI değeri 3 altına düşürülmelidir. TO öncesi ultra filtrasyon kullanıldığında SDI değeri zaten 3 sınırının altına düşer.

Mikroplar: Bilindiği gibi, mikrobiyolojik canlıların üreme hızı çok yüksektir ve su hızının düşük olduğu yerlerde bir adet canlı mikrop bir kaç gün içinde milyonlarca rakama ulaşabilir. Membran katmanları içindeki su hızı çok düşüktür ve mikrobiyolojik üremeye uygundur, bu üreme sonucunda TO membranı içindeki basınç kaybı çok yükselir, üretim suyu miktarı azalır. Çoğalan mikroplar TO üretim suyuna da geçebilir.

Resim 3. *Ham Suyun Hassas Klor Ölçümü ile Klorlanması İçin Dozaj Sistemi*

TO yıkamaları her zaman başarılı olmayabilir. Bu sebeplerden dolayı TO cihazına mikropların gelmemesi için KESİN önlemler alınmalıdır. Bu önlemlerin en basiti, ham suyun işletme sınırına geldiği yerden başlayarak **suyu klor (sodyum hipoklorit) baskısı altında tutmaktır.** Daha iyi bir önlem, TO öncesi suyu ultra filtrasyondan geçirmektir. Sorunlu TO membranları için yapılan otopsi araştırmalarında görülen sonuç çoğu zaman mikrobiyolojik madde sorunudur.

Çok önemli bir noktaya değinmek isteriz: Ham su TO öncesi ultrafiltrasyondan geçmiş olsa dahi, bu su TO öncesi bir depoda bekletiliyorsa ve bu depoya havadaki canlılar girebiliyorsa, havadan gelen mikroplar, mayalar, küfler bu depoda ürer ve TO membranlarında mikrobiyolojik tıkanma sorunları yaşanır. Onun için **TO öncesi su depolarında üremenin giderilmesi için etkili önlemler alınmasını öneririz.**

Suda bulunan oksitleyici maddeler: Yukarıda anlattığımız gibi, su içinde mikrobiyolojik üremeye karşı klor (sodyum hipoklorit) gibi oksitleyici maddeler kullanılır. Bu maddeler TO öncesi suda bulunmalı ancak TO membranına gelmemelidir, çünkü oksitleyici maddeler bugün kullandığımız membranları **"kalıcı" olarak bozar**.

Suda bulunan metal iyonları: Tabii sularda bulunan Demir, Mangan gibi metal iyonları, ayrıca, geri kazanılacak olan kullanılmış sularda, işletmeden suya karışmış olan metal iyonları, membran üreticilerinin belirlediği sınır değerleri üzerinde

olduğunda, bu metal iyonlarının miktarı azaltılmadan ham su TO'ya verilmemelidir. Aksi durumda TO membranlarında **"kalıcı" bozulmalar** olabilir. Bu sebeple, ön şartlandırma teknikleri ile metal iyonlarının azaltılması sağlanmalıdır.

Suda bulunan ve TO içinde konsantrasyonu artarken kristalleşen maddeler:

Bu maddeler genellikle Kalsiyum, Magnezyum ve Silikat bileşikleridir. Su TO'ya gelmeden önce, suya dozlanan **"Taş** Önler - **Antiskalant"** kimyasalları sayesinde bu maddelerin TO membranı içinde kristalleşmesi engellenir. Antiskalant üreticilerinin hazırlamış olduğu bilgisayar programlarına ham suyun kimyasal özellikleri yazılır, bu program ile hangi kimyasaldan ne miktar dozlanırsa ham sudan ne oranda iyi su elde edileceği belirlenir ve uygulanır.

Resim 4. *Oksitleyicinin ve Kireçlenmenin Giderilmesi için Yapılan Dozajlar*

Özet olarak, TO membranı ancak kendisine uygun kimyasal ve fiziksel şartlarda su verildiğinde görevini doğru yapar. Bu şartlar sağlanmadığı durumlarda TO membranı görevini tam yapamaz, tasarım debisine kıyasla daha az miktarda ve daha kötü kalitede sular üretmeye başlar. TO membranının tekrar doğru görev yapması için membranlara kimyasal yıkamalar uygulansa da, bu yıkamalar her zaman istenen sonucu vermez, yıkama işe yarasa dahi her kimyasal yıkama TO membran ömrünü biraz azaltır. Bu sebeple, TO'dan tam olarak yararlanmak istiyorsak "Ön Şartlandırma"ya önem vermeye mecburuz.

Ters Ozmoz Membranları Sudan Neyi Ayırır, Neyi Ayırmaz?

Ters Ozmoz Cihazının ana malzemesi olan membran suda bulunan ve su olmayan malzemelerin çoğunu sudan ayırır. Ancak ters ozmoz membranlarının sudan ayıramadıkları da vardır.

ABD-California'da bulunan San Diego Üniversitesi'nin destekleri ile 1970 yıllarında bu bölgede geliştirilmiş olan "Ters Ozmoz Membran Tekniği" bugün tüm dünyada aranan ve çok kullanılan bir teknoloji oldu. Kötü kaliteli sulardan, hatta deniz suyundan dahi içme suyu üretiminde kullanılan bu teknoloji insanlık için önemli bir buluş sayılıyor. San Diego'da bulunan bir Ters Ozmoz (T.O.) membran fabrikasında almış olduğum membran eğitimi ve 1990 yılından bu yana ülkemiz sanayiine kurmuş olduğumuz T.O. cihazlarından kazandığımız pratik bilgilerin bazılarını okuyucularımız ile bu yazımızda paylaşacağız.

Yazımızın maksadı T.O. sektörü ile yakından ilişkisi olmayan okuyucularımıza T.O. membranları konusunda fikir vermektir, onun için bu yazıda yalnızca pratik bilgilere yer vereceğiz, konunun teorik tarafına hiç değinmeyeceğiz.

Yazımızda kullanacağımız bazı birimleri ve tabirleri hatırlayalım:

Mikron μ **= 0,001 mm**

Mikro Siemens/cm = µS/cm : suyun elektrik iletkenliğini ölçen birim

ppm (part per milllion) = milyonda bir birim

ppb (parte per billion) = milyarda bir birim = mikrogram/ litre = miligram/m^3

mg/litre = gram/m^3

Toplam Çözünmüş Madde - TÇM - İngilizce TDS: Su içinde çözünmüş olarak bulunan mineraller.

Ham su: T.O. cihazına giren işlenmemiş su.

T.O. üretim suyu: T.O. membranlarını geçen ve içindeki maddelerin çoğunu Ham Su tarafında bırakan, TÇM değeri düşük iyi kalitede su.

T.O. atık suyu (konsantre): Ham sudan T.O. membranı iyi suyu ayırdıktan sonra geri kalan ve dışarı atılan, TÇM değeri yüksek su.

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik: 17.02.2005 tarihli Resmi Gazete'de Sağlık Bakanlığı tarafından yayınlanmış olan 25730 Sayılı Yönetmelik. Bu Yönetmelik Avrupa Birliği'nde kullanılan yönetmelik ile aynı değerlere sahiptir.

T.O. Membran Türleri çok geniş bir yelpazedir. Bu yazımız okuyucuya fikir vermek üzere kaleme alındığı için bu yazıda yalnızca iyi su üretiminde çok kullanılan üç tür T.O. membranına yer vereceğiz. Aşağıda tarif edeceğimiz bu üç tür membran piyasada "Düşük basınç membranı", "Yüksek basınç membranı" ve "Deniz suyu membranı" olarak adlandırılır. Membran üretimi yapan fabrikalar su üretimi için daha bir çok tür ve su dışındaki (süt gibi) başkaca sıvılar için de T.O. membranları üretir. Burada yalnızca üç tür membranı ele alacağız.

Resim 1. *Ters Ozmoz Membran Türleri*

T.O. membran üreticilerinin her membran için hazırlamış olduğu bilgi sayfalarında, membranların sudaki mineralleri %95 - %99 kadar ayırdıkları yazılıdır. Laboratuar bilgileri olarak bunlar doğrudur. Ancak, bir T.O. cihazı tasarlanırken bu bilgileri olduğu gibi kullanmak doğru olmaz. Çünkü, bir T.O. cihazı genelde birbirini takip eden birçok T.O. membranından oluşur ve cihaz içindeki birinci, ikinci ve daha sonraki T.O. membranları, bir önceki T.O. membranının attığı daha yüksek TÇM içeren suyu kullanır. Dolayısı ile her bir membrana verilen suyun kalitesi ilk membrana girene kıyasla daha çok miktarda **TÇM** içerir. Sonuç olarak, biz aşağıdaki pratik bilgileri müşterilerimize veririz.

"Düşük Basınç Membranı" olarak adlandırdığımız T.O. membranları, ömürlerinin ortalarına geldiğinde suda bulunan maddelerin %90 kadarını sudan ayırır. Örneğin, TÇM miktarı 1000 mg/litre olan bir kuyu suyundan, düşük basınç mebranları ile, TÇM değeri 100 mg/litre seviyesinde su üretilebilir.

"Yüksek Basınç Membranı" olarak adlandırdığımız T.O. membranları, ömürlerinin ortalarına geldiğinde suda bulunan maddelerin %97 kadarını sudan ayı-

rır. Örneğin, TÇM miktarı 1000 mg/litre olan bir kuyu suyundan, yüksek basınç membranları ile, TÇM değeri 30 mg/litre seviyesinde su üretilebilir.

"Deniz Suyu Membranı" 65 - 70 bar basınçlarda çalışır ve TÇM değeri 35.000 mg/litre olan Akdeniz suyundan TÇM değeri 350 - 400 mg/litre seviyesinde su üretebilir.

Resim 2. *Deniz Suyundan Ters Ozmoz Tekniği ile Şehir Suyu Hazırlama Tesisi*

Suyun pH derecesinin de T.O. membranlarının "su olmayan maddeler"i sudan ayırma özelliği üzerinde rolü vardır. T.O. membranları genelde **5,5 - 7,0** pH derecelerinde en mükemmel şekilde çalışırlar. Ancak, tabii suların pH derecesi genelde 7,0 değeri üzerindedir ve buna rağmen, çok özel bir su istenmediği durumlarda suyun pH derecesi değiştirilmeden T.O. uygulanabilir.

Suyun Sıcaklığı da T.O. membranlarının ürettiği suyun miktarı ve kalitesi üzerinde çok etkilidir. Bu sebeple, bir T.O. tasarımında muhakkak ham suyun en düşük ve en yüksek su sıcaklıklarını T.O. imalatçısına bildirmek gerekir. Örneğin, sıcaklığı 25 derece su ile günde 100 m^3 su üreten bir T.O. sistemi, su sıcaklığı 20 dereceye düştüğünde günde 90 m^3 su üretir. Aynı zamanda, su sıcaklığı düştükçe, T.O. üretim suyu daha az TÇM içerir.

Ters Ozmoz Membranları Sudan Neyi Ayırır?

Mikron biriminin çok çok altında olan boyutlardaki su - H_2O ve tuz - NaCl moleküllerini düşünelim. T.O. membranları çok küçük boyutlarda olan, fakat **su molekülünden daha iri olan tüm maddeleri sudan ayırır**. Tabii mineral molekülü boyutlarının çok üzerindeki iriliklerde olan, tabii veya insan yapısı bir çok madde T.O. membranını aşamaz, dolayısı ile T.O.'nun ürettiği iyi su tarafına geçemez. Örneğin, tabii veya insan üretimi, iri yapılı maddeler ve bunların varlığı sebebi ile suda oluşan renkler T.O. membranlarının ayırdıkları içindedir ve membranın iyi su tarafına geçemezler.

Uzun yıllardır T.O. sistemleri kurduğumuz için T.O. konusunda bize çokça sorular soruluyor. Bunlardan en önemli bulduklarımızı kısaca burada cevaplandıracağız. Aşağıdaki pratik bilgiler T.O. işi ile uğraşmayan okuyucularımızı T.O. konusunda aydınlatacaktır görüşündeyiz.

T.O. suyun sertliğini azaltır mı? Suyun sertliğini oluşturan (Ca++) ve (Mg++) iyonları su molekülünden daha ağır olduğu için ve çift elektrik şarjı taşıdığı için T.O. membranlarının en güzel ayırabildiği maddeler arasındadır. Yüksek basınç T.O. membranları ile suyun sertliğini %98 mertebesinde azaltmak mümkündür.

T.O. sudaki Silikatı ne kadar ayırır? Buhar kazanı, soğutma suyu ve başkaca birçok proseste istenmeyen Silikatı T.O. tekniği kolayca ayırır. Yüksek basınç T.O. membranları ile suyun silikat değerini %95 mertebesinde azaltmak mümkündür.

T.O. sudaki Klor (Cl) iyonunu ayırır mı? "Klor- Cl" iyonu birçok proseste istenmez. Yüksek basınç T.O. membranları ile Klor iyonu %95 mertebesinde azaltılabilir.

T.O. Arsenik'i sudan ayırır mı? Suya kıyasla çok ağır olan Arsenik mineralini T.O. membranları kolayca ayırır. Ancak, T.O. öncesi, suda bulunması ihtimali olan "As III" mineralinin okside edilip "As5" şeklindeki Arsenik'e dönüşmesini sağlamak lazım. Düşük basınçlı T.O. membranları dahi Arsenik'i %90 mertebesinde azaltır. Örneğin ham suda 50 ppb kadar Arsenik varsa, T.O. cihazından elde edilen suda yalnızca 5 ppb kadar Arsenik kalır, bu da bugün geçerli olan içme suyu yönetmeliklerine uygun bir değerdir, çünkü yönetmelikte azami değer 10 ppb'dir.

T.O. ile içme suyu üretmek mümkün mü? Dünyanın birçok ülkesinde T.O. sistemleri ile sağlıklı şehir suyu, içme suyu, şişe suyu ve meşrubatta kullanılan su üretilmektedir.

Resim 3. *Yüksek Kalitede 70 m³ Saat Su Üreten Ters Ozmoz Cihazı*

T.O. ile buhar kazanı besi suyu hazırlamanın avantajı var mı? Buhar kazanı içinde buhara dönüşen SU - H_2O istenmekte ve SU dışında hiç bir madde istenmemektedir. Bu sebeple periyodik olarak buhar kazanında biriken mineraller "blöf" tekniği ile deşarj edilmektedir. Ancak bu deşarjlar yüksek sıcaklıkta su ile yapıldığından yüksek miktarda ENERJİ KAYBI'na sebep olmaktadır. Kazan blöfünün maksadı kazan suyundaki mineralleri dışarı atmak olduğuna göre, istenmeyen bu mineralleri kazana suyu vermeden önce T.O. tekniği ile atmak daha verimli olur. Bu sebeple buhar kazanı besi suyunu T.O. cihazı ile hazırlayan işletmelerde işletme ekonomisi sağlanır ve T.O. ile kazan suyu hazırlayan işletmelerin sayısı her gün çoğalıyor.

T.O. sudaki Alkalinite'yi azaltır mı? Bazı işletmelerde suyun Alkalinitesi'nin yüksek olması istenmez. T.O. cihazı icadından önce reçineli sistemler ile suyun Alkalinite değeri düşürülürdü. Bugün T.O. cihazı ile suyun hem Alkalinite değeri ve aynı zamanda sudaki diğer istenmeyenler giderilir ve proses için daha mükemmel bir su elde edilir.

T.O. ile ne saflıkta su üretebiliriz? T.O. tekniğinin yüksek basınç membranları ile suyun TÇM ve iletkenlik değerlerinin %97 kadar düşürülmesi mümkündür. T.O. ile üretilen iyi su ikinci kez T.O. cihazından geçirildiğinde TÇM değeri çok düşük bir su elde edilir. Ancak bugünkü T.O. tekniğinin alt sınırları vardır ve su iki kez T.O. cihazından geçirilse dahi, suyun TÇM değeri 2 mg/litre (iletkenlik 3 µS/cm) seviyesi altına düşmez.

T.O. bakterileri, mikropları ayırır mı? Su molekülünden kat kat iri olan mikrobiyolojik maddeler, yani bakteriler ve virüsler T.O. membranını normal şartlarda geçemez. Ancak, bir T.O. cihazı içinde yalnızca membranlar yoktur, membranların ürettiği su ile ham suyu birbirinden ayıran contalar ve "O ringler" de bulunur. Bu sebeple, yüksek basınç altında çalışan T.O. cihazının "O ringler"inden T.O. üretim suyuna doğru KAÇAK RİSKİ vardır. Bu sebeple, T.O. üretim suyu için

"Steril Su" demek doğru olmaz. Steril su ihtiyacı olan işletmelerde kaçak riski göz önünde bulundurularak T.O. üretim suyu bir işlemden daha geçirilir.

Ters Ozmoz Membranları Sudan Neyi Ayırmaz?

Yukarıda anlattığımız gibi, T.O. cihazları sudaki maddelerin büyük bir oranını sudan ayırır. Su Tekniği içindeki bugünkü gelişimini "mükemmel" olarak kabul ettiğimiz TO membranları su içindeki bazı maddeleri ayıramadığı gibi, su molekülünden dan küçük olan bazı maddeleri de membranın iyi su tarafına kaçırır.

GAZLAR: Su içinde çözünmüş gibi duran gazları, örneğin oksijen (O_2), karbon dioksit (CO_2), suya koku veren kükürtlü gazları (H_2S, gibi) T.O. membranları ayıramaz ve bu gazlar iyi su tarafına geçer. T.O. öncesi veya sonrası sular "gaz alıcı" cihazlardan geçirilerek gazların giderilmesi sağlanır; veya kimyasal yöntemler ile bu gazlar başka bir madde ile birleştirilerek suda çözünmüş molekül haline sokulur ve bu şekilde T.O. membranları bunları sudan ayırabilir.

BOR: Tabii sularda bulunma ihtimali olan BOR maddesi su molekülünden daha küçük ve daha hafiftir, bu sebeple BOR maddesi normal T.O. membranını aşarak iyi su tarafına geçer. Ancak, deniz suyu membranı ile ve suyun pH derecesi değiştirilerek sudaki Bor miktarı kısmen sudan alınabilir. Bugün ülkemizde geçerli olan "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında **Yönetmelik"**e göre **Bor için verilmiş sınır "BİR" mg/litre'dir**. Örneğin bir kuyu suyunda 2 mg/litre kadar Bor varsa, normal T.O. membranı bunu ayıramaz ve T.O. ile elde edilen suyun analizi sonucunda bu su için "İÇİLEMEZ" raporu verilir.

T.O. Membranı Sudan Ayırdığı Maddeleri Nasıl Dışarı Atar?

İnsan vücudundaki böbrekler kanı sürekli süzerken kan içinden bazı maddeleri ayırır ve bunları sulu bir sıvı olan "idrar" ile vücut dışına atar. Böbreklerin yaptığı gibi, T.O. cihazı da T.O. membranının geçirmediği ve sudan ayırdıkları maddeleri bir miktar su ile dışarı atar. Bu atık suyun miktarı membrana verilen "ham su"yun türüne, membran türüne ve T.O. cihazının üretim kapasitesine göre %10 - %90 arasında değişir. T.O. sistemi tasarımı sırasında su atığı kolayca hesaplanır ve sistemin ham suyu debisi bu tasarımda ortaya çıkar.

SONUÇ olarak bugün T.O. membranı ve T.O. sistemi rayına oturmuş güzel bir teknolojidir. Doğru tasarım ve doğru işletme sonucu T.O. sistemlerinden her sektör kolayca ve ekonomik bir şekilde yararlanabilir görüşündeyiz.

Ters Ozmoz Membranlarının Yıkanması

Ters Ozmoz membranları bu işlem için tasarlanmış özel su kimyasalları ile yıkanarak sağlıklı görev yapması sağlanır. Ancak, ters ozmoz membranlarının sınırlı bir ömrü olduğu unutulmamalıdır.

T.O.-Ters Ozmoz membranlarının tıkanması sorununun giderilmesi için kimyasal yıkama konusuna geçmeden önce aşağıdaki UYARILARI yapmayı uygun görüyoruz:

UYARI 1: T.O. membranının yıkanmasında, özel kimyasallar içeren sulu karışımlar kullanılır. Üzerinde bazı maddelerin birikmesi sonucu tıkanan T.O. membranının malzemesi ise her kimyasala karşı farklı farklı karşılık veren sentetik bir malzemedir. Dolayısı ile kimyasal türü veya kimyasal uygulama şekli yanlış olursa, yıkama sonrası membranlarda KALICI BOZULMA yaşanabilir. Dolayısı ile, T.O. membranlarının kimyasal yıkanması işlemini küçümsememek ve bu işlem için çok iyi eğitim almak gerektiğini hatırlatmak isteriz.

UYARI 2: T.O. membranları en iyi şartlarda çalışsa dahi sınırlı ömrü olduğunu akıldan çıkarmamalıyız, T.O. membranları yaşlandıkça üretim suyu debisi azalır ve üretim suyu kalitesi bozulur. Üç yaşını tamamlamış olan membranlarda bir sorun olduğunda değişik yıkamalar denemek ve kimyasala para harcamak yerine yeni membran satın almak genelde daha ekonomik olur.

Bu yazımızda dünyada en çok kullanılan POLİAMİD esaslı T.O. membranlarının yıkanmasından söz edeceğiz. 1990 yılından bu yana T.O. işinde olduğumuz için, elde ettiğimiz tecrübelere ve bilgilere göre, T.O. membranlarının sağlık durumuna göre iki değişik membran yıkaması uyguluyoruz.

- Sorunu olmayan T.O. membranlarının "Periyodik" yıkanması;

- Sorun yaşayan T.O. membranlarının teşhis edilecek soruna göre yıkanması.

Kimyasal Yıkama İşlemi İçin Genel Bilgiler

Gerek T.O. membran yıkaması ve gerekse üretim yapan birçok cihazın veya sistemin kimyasal yıkaması için İngilizce olan "Clean In Place" tabiri sanayimize yerleşmiştir, kısaca, baş harfleri ile "CIP" kelimesi de sanayimizde kullanılıyor.

CIP SİSTEMİ: Bu sistem, Resim 1'de göründüğü gibi, sentetik bir kimyasal tankı, kimyasala dayanıklı bir pompa, sentetik borular ve vanalardan oluşur. T.O. membran kaplarının büyüklüğüne ve miktarına göre CIP sisteminin tank hacmi ve sirkülasyon pompası debisi hesaplanır.

Resim 1. *Ters Ozmoz Membran Yıkama Sistemi*

T.O. cihazlarının CIP işlemlerinde T.O. üretim suyu kullanılır. CIP tankında su ile karıştırılan özel yıkama kimyasalı, T.O. cihazının membran kapları içinde devridaim yaptırılır. Membran türüne göre ve giderilecek olan soruna göre devridaim yapılan sıvı karışımının pH derecesi ve sıcaklığı ayarlanır. CIP işlemi sırasında GÜVENİLİR bir pH-METRE ve bir TERMOMETRE bulundurmak doğru olur

Etkili CIP işlemi için yalnızca kimyasallı suyun sirkülasyonu yeterli değildir. Zaman zaman sirkülasyon pompası durdurulur ve T.O. membranları kimyasallı su içinde bir süre bekletilir. Her kimyasal yıkamadan sonra, membranların durulanması için T.O. cihazı çalıştırılır, T.O. üretim suyu iletkenliği normal seviyeye gelesiye kadar T.O. çalıştırılır; üretim suyu ile CIP tankı da durulanır.

T.O. cihazının CIP işlemi sırasında genelde, peş peşe iki yıkama yapılır, bunlardan birinde BAZİK kimyasal, diğerinde ASİDİK kimyasallar kullanılır. Membran üreticileri ve su kimyasalı üreten şirketler T.O. membranı yıkaması için reçeteler verirler. CIP işlemlerinin bu reçetelere göre yapılması sonucu genelde iyi sonuç alınır.

Resim 2. *Ters Ozmoz CIP Tankı*

Sorunu Olmayan T.O. Membranlarının Periyodik Yıkanması Ne Zaman Yapılır?

Otomobillerde olduğu gibi, sorunu olmayan bir araba belirli bir miktar kullanıldıktan sonra "periyodik bakım" a girer. Periyodik bakım bazı arabalar için 10.000 km, bazı araba modelleri için 20.000 km olabiliyor. T.O. membranları için de birkaç "periyodik yıkama" kriteri bulunur:

• Üretim suyu debisi %10 -15 azaldığında.

• Üretim suyu iletkenliği %25 arttığında.

• T.O. Membran kademelerinde basınç kaybı (Δp) %15 kadar arttığında,

• T.O. cihazı hiç çalışmadan 72 saattan daha fazla bekletildiğinde.

• Yukarıdaki belirtilenler gerçekleşmese dahi, işletmenin özelliğine göre birkaç ayda bir membran yıkaması muhakkak yapılmalıdır.

Sorunu Olmayan T.O. Cihazında Periyodik Membran Yıkama Yöntemi

DİKKAT: Sorunu olmayan membranlar için yapılan normal yıkamada YÜKSEK DEBİDE SU istenir, fakat membranlar üzerine basınç uygulamak gerekmez.

İlk Yıkama**:** Ham suyun özelliklerine göre ve edinilen tecrübeye göre ilk yıkama Bazik veya Asidik olan membran yıkama kimyasalı ile yapılır. Yıkama solüsyonu yaklaşık (15) dakika kadar membranlar ile CIP tankı arasında döndürülür. 15 dakika sirkülasyondan sonra sirkülasyon pompası durdurulur ve 15 dakika için yıkama kimyasallarının T.O. membranları içinde beklemesi sağlanır. Bu duruştan sonra T.O. cihazı çalıştırılır ve DURULAMA yapılır. Durulama süresi: üretim suyundan istenen iletkenlikte su gelesiye kadar TO çalıştırılır ve bu durulama suyu kanala atılır.

İkinci Yıkama: İkinci yıkama ilk yıkama gibi yapılır ve sonunda ayni şekilde membranlar durulanır.

Membran Sorununun Teşhisi İçin:

Ham su ve T.O. atık su analizleri kontrol edilir, suda petrol ürünü de araştırılır,

Kartuş filtre sonrası T.O. besi suyunun SDI değeri ölçülür,

Kartuş filtrenin rengi ve kokusu kontrol edilir,

İlk membran kabının kapağını açılıp göz kontrolü ve koku kontrolü yapılır,

İşletme T.O. günlük notlarını incelenir.

Bu inceleme sonucunda sorunun teşhisi konur ve nasıl bir kimyasal yıkama yapılacağına karar verilir.

Problemli T.O. Membranı Yıkaması:

Problemli T.O. membranının özel bir şekilde yıkanması sonucunda membranlar çalışır hale gelebilir, ancak bu özel yıkama sonucu membranların biraz bozulacağı ve eskiyeceği kabul edilmelidir, dolayısı ile, bu özel yıkama sonrasında membranlar normal dönemdeki gibi çok kaliteli su üretmez ve normal dönemdeki kapasitede de su üretmez. Hatta, çok kötü duruma gelmiş membranlar bu özel yıkama sonucunda hiç düzelmeyebilir. T.O. membran yaşı üç yıla yaklaşmışsa, özel membran yıkaması yapmak yerine yeni T.O. membranı satın almak daha uygun olur.

En Çok Rastlanan T.O. Mambranı Sorunları ve Teşhisi			
TO Üretim Suyu Debisi	**İletkenlik**	**Sebep**	**Dolaylı Sebep**
↓	→	Biyolojik Üreme	T.O. Besi suyu mikroplu geliyor
↓	↑	Katılar, Koloidler, Silt	Yetersiz Ön Filtrasyon
↓	↑	Kireçlenme	Yetersiz Sertlik Giderme
↑ →	↑	Mekanik	O ring, su darbesi, yüksek Δp

Membran Sorunları ve Teşhisi Tablosu

Ters Ozmoz Sistemlerinde Neden "Antiskalant" Kullanılır?

Ters ozmoz cihazı besi suyuna dozlanan "Antiskalant" kimyasalının türü ve dozlama miktarı ters ozmoz membranlarının bakımını azaltır ve ömrünü uzatır, bu sebeple "Antiskalant" ters ozmoz sisteminin vaz geçilmez kimyasalıdır.

"ANTİSKALANT" kelimesi:

Ana konuya geçmeden önce "antiskalant" kelimesi üzerinde durmak istiyoruz. Bu yazımızın konusu olan "ANTİSKALANT" kimyasalının adı, ters ozmoz tekniğinin ülkemize girişinden bu yana, İngilizce bir ad ile ülkemize girmiş ve bu kullanım devam ediyor. Dilimizdeki bu yabancı kelimenin yerine, okuyucularımızın gayreti ile, herkesin anlayacağı bir Türkçe kelimeyi veya Türkçe deyimini dilimize yerleştirmek mümkündür.

İngilizce dilinde **"antiscalant"** kelimesi iki kelimeden oluşuyor: "**Anti"**, sözlük anlamı **"karşı"**, ancak burada "önleyici" anlamını taşıyor." **Scale"**, sözlük anlamı **"pul, kabuk**"tur.

Kelimelerin tercümesi ile ortaya çıkan deyim **"kabuk önleyici"**, fakat daha kısa bir deyimin "antiskalant" kelimesinin yerini alabileceğini düşünüyoruz: **"TAŞ ÖNLER"**. Bu yazımızda **"taş önler"** deyimini kullanacağız. Bu deyimi okuyucular beğenirse, bu deyim okuyucularımız aracılığı ile yavaş yavaş ülkemize yayılır ve anlaşılmayan "antiskalant" kelimesi yerine kullanılabilir. Bu konudaki arayışımızda bize destek olan ve **"taş önler"** deyimini yaratan meslektaşımız Yük. Müh. Alper Dost'a teşekkür ederiz.

Ters ozmoz membranlarında oluşan kristallere ve kabuğa "KİREÇ" demek doğru değildir. Membranlarda, suyun çözemeyeceği kadar yoğunlaşan mineraller kristal oluşturur, bunlar yalnızca kireç değil, kristal yapma kabiliyeti olan birçok tuz türleri, metal oksitler olabilir. Dolayısı ile "antiskalant" kelimesi yerine "**kireç taşı önleyici**" demek doğru olmaz, "**taş önler**" demek daha uygundur.

Neden ters ozmoz sistemlerinde "taş önler" (antiskalant) kullanılır?

Bu sorunun cevabını vermeden önce, ters ozmoz cihazı içinden geçen su neden kristaller üreterek membranlar üzerinde taş oluşturduğunu hatırlayalım. Bildiğiniz gibi, ters ozmoz sistemi, içinde mineraller bulunan suyun saflaştırılması amacı ile kullanılır. Ters ozmoz kullanımında, ham su içinde, örneğin 2000 birim (mg/L) bulunan mineraller (iyonlar), ters ozmoz cihazının ürettiği su içinde 50 - 60 biri-

me düşerken, ters ozmoz cihazının attığı su içindeki mineraller 8000 birim (mg/L) seviyelerine yükselir.

Resim 1. *Taş Önler Dozlanmadan Kullanılmış Ters Ozmoz Membranları*

Oysa suyun sıcaklığına, pH derecesine ve içinde bulundurduğu toplam mineral miktarına göre suyun "çözünmüş" olarak, yani iyon olarak içinde barındıracağı mineral miktarı sınırlıdır. Bu sınırın üzerine çıkıldığında su DOYUM taş oluşturur ve membranların su geçirme yeteneğini bozar ve sonunda sistem TIKANIR! İşte bu sebeple, ters ozmoz sistemi besi suyu içine **"taş önler"** kimyasalı verilir. Resim 1'de, **"taş önler"** dozlanması ihmal edilmiş bir sistemde kullanılan membranlar görünüyor.

Ters ozmoz sistemlerinde kullanılan "taş önler" kimyasalı mineral kristalleşmesini ne derece önler?

Seçilen "**taş önler**" ve dozaj miktarı doğru uygulandığında, örneğin silikat iyonu 240 mg/L kadar yoğunlaşsa dahi kristal üretemez; kalsiyum sülfat (CaSO4) normal yoğunlaşma sınırını 2,5 kez geçtiği halde kristalleşmez; baryum sülfat (BaSO4) yoğunlaşma sınırını 80 kez geçebilir. Ancak şu önemli bilgiyi aklımızdan çıkarmamalıyız: "**Taş önler**" hayat boyu mineral kristalleşmesini engellemez, **kristalleşmeyi bir süre geciktirir.** Dolayısı ile, birkaç gün çalıştırılmadan bekletilen ters ozmoz cihazı içinde, ham suya "**taş önler**" verilmiş dahi olsa kristal üremesi olabilir.

Ters ozmoz sistemlerinde NE TÜR "taş önler" kullanmak

uygundur?

Yukarıdaki paragrafda gördüğümüz gibi, su ters ozmoz cihazının membranları içinde yol alırken, su içindeki iyonların miktarı gittikçe yoğunlaşır ve genelde en son membranlarda kristal oluştururlar. Bu kristallerin ($CaCO_3$, $CaSO_4$, SiO_2, $BaSO_4$, $MgSO_4$, CaF_2) kimyası ve oluşma şekli birbirinden farklıdır. Bu sebeple yalnızca bir tür "**taş önler**" kimyasalı ile değişik kristallerin oluşumunu önlemek mümkün değildir. Kimya ilminin bugün geldiği noktada, kirecin (Ca) oluşturduğu kristal için ayrı, silikatın (SiO_2) oluşturduğu kristal için ayrı ve sülfatın (SO_4) oluşturduğu kristal için ayrı ayrı "**taş önler**" icat edilmiştir.

NE MİKTAR "taş önler" kullanılmalı?

Kimyasal üretim şirketlerinin oluşturduğu **kimyasal / membran simülasyon programları** sayesinde "**taş önler**" türü ve miktarı (mg/L) hesaplanır. Bu çalışma sırasında aşağıdaki bilgiler bilgisayar programına yüklenir:

Ham suyun kimyasal analizi;

Ham suyun sıcaklığı;

Ham suyun önce yumuşatılıp yumuşatılmadığı;

Ham suyun pH derecesi;

Ters Ozmoz membran türü: Deniz suyu membranı, yüksek basınç membranı, düşük basınç membranı, çok düşük basınç membranı, nanofiltrasyon membranı gibi;

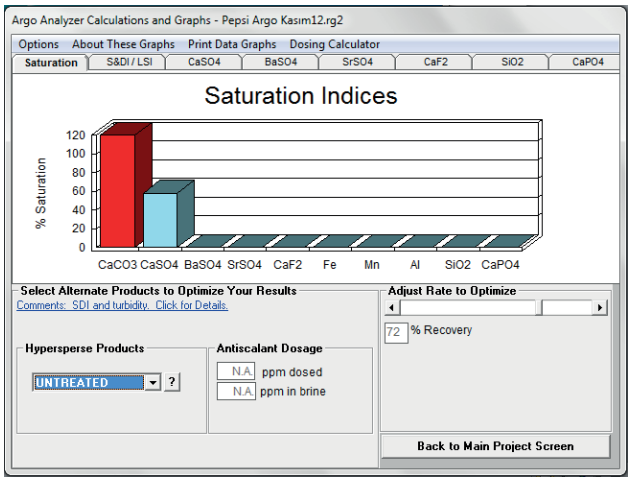
Ters Ozmoz cihazının üretim/atık oranı;

Ters Ozmoz cihazı besleme suyu miktarı.

Bilgisayar programına girdiğimiz bu bilgiler sonucunda "**taş önler**" dozaj miktarı elde edilir.

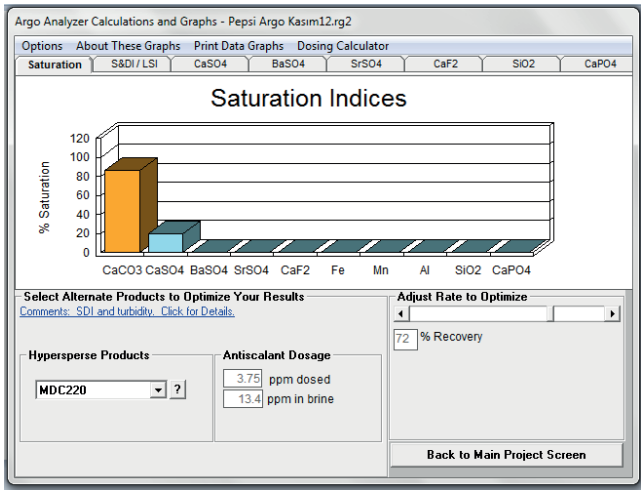
Simülasyon programı ile örnek olarak yapmış olduğumuz bir çalışmanın sonuçlarını gösteren "doyumluluk" (saturation) çizelgelerini bu yazının içine kopyaladık.

Çizelge 1'de göreceğiniz sonuç, hiç "**taş önler**" dozajı yapılmadan ters ozmoz cihazına verilen suyun, ters ozmoz cihazı atık kısmındaki, yani cihazın son membranlarından geçen suya ait bilgilerdir. Gördüğünüz gibi, $CaCO_3$ doyum sınırını aşmış durumda (%120 seviyesinde) ve kesinlikle cihazın son membranları içinde $CaCO_3$ taşı oluşacaktır. $CaSO_4$ yalnızca %60 kadar doyumluluk seviyesinde olduğundan taş yapmayacaktır.



Çizelge 1.

Çizelge 2'de göreceğiniz sonuç şöyle: ters ozmoz besi suyuna, suyun kimyasına uygun özellikte 3,75 ppm "**taş önler**" dozajı yapılıyor ve ters ozmoz cihazının son membranlarından geçen suyun durumu çizelgede gösteriliyor. Durum şöyle: $CaCO_3$ doyum sınırını aşmamış ve %82 de kalmış, ve $CaSO_4$ ise %20 doyumluluk seviyesinde kalmış. Sonuçta, besi suyuna dozlanan 3,75 ppm "**taş önler**" sayesinde ters ozmoz membranlarında taş oluşması önlenecektir.



Çizelge 2.

Bilgisayar hesabına güvenmeyip hesaplanan miktarın iki katı "**taş önler**" kullanırsak ne olur? Bu durumda **"Her şeyin fazlası zarardır."** ata sözündeki durum olur, ve fazla "**taş önler**" membranları tıkar.

Bugün dünya piyasasında bulunan "**taş önler**" kimyasallarının yoğunlukları markaya ve modele göre değişir. Örneğin, yoğunluğu yüksek ve dolayısı ile fiyatı da yüksek olan bir "**taş önler**" kimyasalından ham suya 4 - 5 gram/m³ dozlanıyorsa, yarı fiyatına satılan fakat yoğunluğu çok düşük, yani çok sulandırılmış olan kimyasaldan 15 gram/m³ dozlanır. Aslında 15 gram/m³ dozlanan kimyasal diğerinden daha ucuz sayılmaz, basit bir aritmetik ile çok sulandırılmış kimyasalın aslında ucuz olmadığı hesaplanabilir.

Ters Ozmoz ön şartlandırmasında kullanılan su kimyasalları ile "taş önler" etkileşimi.

Ters Ozmoz sistemi bir cihaz değildir, ÖN ŞARTLANDIRMA ile beraber **BİR SİSTEMDİR**. Ön şartlandırma sırasında ham suya verilen pH düzenleyici kimyasal ve filtre öncesi suya verilen topaklayıcı gibi su kimyasalları "**taş** önler"in görev yapmasını engelleyebilir. "**Taş önler**" seçimi için kullanılan bilgisayar programına, ham suya dozlanması ihtimali olan HCl ve H_2SO_4 ve NaOH girilebilir, ancak kum filtresi öncesi dozlanan topaklayıcı bu programa girilemez. Bu sebeple, dozlanacak topaklayıcının "**taş önler**" ile uyum sağlayan bir model olması ve dozlama miktarının da sınırlı olması önerilir.

Sonuç olarak, "**taş önler**" ters ozmoz sistemlerinin bugün için vaz geçilemez koruyucu kimyasalıdır ve doğru seçilmesi ve doğru dozlanması gerekir. Bu yazımızda, Türkçe dilinde anlaşılmayan "antiskalant" kelimesi yerine Türkçe dilinde kolay anlaşılan "**taş önler**" deyimini kullanmaya çalıştık. Umarız, bu deyim kabul görür ve Türkçe'ye girmiş fakat kolay anlaşılmayan bir kelime yerine Türkçe ve anlaşılan bir deyim bundan sonra kullanılır.

Ters Ozmoz Membranları Koruyucusu Olarak Ultra Filtrasyon Sistemi

Ultra Filtrasyon tekniğinin gelişmesi ve fiyatlarının uygun hale gelmesi ile, Ters Ozmoz sistemlerinin koruyucusu olarak Ultra Filtrasyon kullanımı gittikçe artan ve çok başarılı bir çözüm oldu. Ultra Filtrasyonun katıları ve mikropları geçirmemesi, Ters Ozmoz tekniğinin iki köklü sorununa kesin çözüm olarak görülüyor.

Makalenin konusuna geçmeden önce SU konularına yeni olan okuyucularımıza kısaca **UF - Ultra Filtrasyon**'u açıklayalım:

Hassas bir su filtrasyonu tekniği olan UF, **suyun 0,02 mikron seviyesinde kadar filtrelenmesini sağlar**. Bu mikron seviyesi mikroplardan daha küçük olduğu için, UF ile filtrelenmiş suda mikrop bulunmaz, ancak yanlış tasarım ve yanlış işletme sonucu UF ile filtrelenen suda mikrop bulunabilir. Suda bulunan minerallerin ve iyonların hiç birini UF ayıramadığı için, UF **suyun kimyasal yapısını ve pH derecesini değiştirmez.** UF sistemi bugünlerde evsel tesislerden şehir suyuna kadar, kuyu suyundan deniz suyuna kadar çok uygulanan ve çok beğenilen bir su filtrasyonu oldu.

Ham suyun kimyasal kalitesi (mineral türü ve yükü) insan kullanımına uygun olduğu durumlarda UF sistemi ile süzülen sular şehirlere ve sanayi tesislerine verilebiliyor.

Resim 1. *UF Kesiti İçinde Görünen Çubuk Şeklinde UF Membranları*

Ham suyun kimyasal kalitesi uygun değilse, TO - Ters Ozmoz tekniği ile ham su iyileştirilecekse, tabii ki TO koruyucusu olarak suyun katılardan ve mikroplardan arındırılması gerekir. UF fiyatının ekonomik olmadığı yıllarda TO koruyucusu olarak kum filtresi, değişik dolgu malzemeleri ile donatılmış dolgu filtreler ve mikrop mücadelesi için klor ve benzeri kimyasallar ile TO sistemleri korunurdu ve bugün hala bu yöntemler geçerlidir. Ancak, UF tekniği ile TO'nun korunması gün geçtikçe artmaktadır. Çünkü UF ile TO koruması tasarlandığında TO'nın düşmanı olan üç sorundan ikisi ortadan kalkmaktadır. Bu üç sorunu okuyucularımıza hatırlatmak isteriz:

Ters Ozmoz membranları genelde üç sebep ile tıkanır:

Sebep 1, mekanik tıkanma: Su ile beraber gelen katılar membran içinde çökerek su geçişini daraltır. "Mekanik Tıkanma" olarak da adlandırabileceğimiz bu tıkanmayı özet olarak şöyle tarif edebiliriz: TO cihazına gelmeden önce ham su filtrelerden geçse dahi içinde suda "çözünmemiş" olan katı maddeler bulunur. Bu katı maddeler TO membranları içinde çöker ve sonunda membran içindeki ham su dolaşım kanalları daralır. Bunun sonucunda TO membranları tıkanır.

TO koruyucusu olarak kullanılan ön filtrelerde tutulmayan katılar olan silt, organik ve koloidal silikat gibi maddeler mekanik tıkanmanın ana sebepleridir. Bu maddeler TO membranı içindeki su geçiş yolunda "takılır" veya "çöker", bunun sonucunda TO membranı içinde ham su hızı düştüğü için TO üretim kapasitesi de düşer.

Sebep 2, mikroplar ile tıkanma: Su ile beraber gelen ve membran içinde üreyen mikroplar ve canlılar membran üzerinde geçirimsiz tabaka oluşturur. Genel adı ile "mikroskobik canlı" veya "mikrop" veya "bakteri" olarak adlandırılan canlılar TO koruyucu kartuş filtreler ve TO membranı üzerinde ürer. TO membranı üzerinde üreyen bu canlılar, tabiatta karıncaların ve arıların yaptığı "iletişim" gibi bir iletişim ve "ORTAK ÇALIŞMA" sonucunda, membran yüzeylerinde geçirimsiz bir tabaka oluştururlar. "Mikrobiyolojik üreme" olarak da adlandırılan bu olay sonucunda oluşan tabakaya "BİYOFİLM" adı verilir. (İngilizce yazılışı BIOFILM ve bu konuda internette çok bilgi bulunuyor).

Resim 2. *UF ile korunan TO Cihazı*

İşte, TO membranlarına "DIŞARDAN" gelen iki sorunu UF ile ön arıtım kesinlikle çözer. Son yıllar içinde kurmuş olduğumuz TO sistemlerinin koruyucu filtresi olarak UF kullandığımızda, yukarıda tarif ettiğimiz iki membran sorunu yaşanmıyor. Fakat UF ham suyun kimyasal kalitesini değiştirmediği için, TO'nun üçüncü ana sorunu olan **membran içinde "kristalleşme"** sorununu UF çözmez. Membranlarda, ham su içinde yoğunluğu artan minerallerin kristalleşmesi sorunu ancak "iyi TO tasarımı" ve "kaliteli antiskalant" dozajı ile çözülür.

TO koruyucusu UF'nin özelliklerine ve TO tasarımına kazandırdıklarına biraz değinelim:

UF ile filtrelenmiş TO besi suyunda (Silt Density Index) SDI 1 -2 arası olur, "Toplam Katı Madde" 0,1 mg/L altına düşer ve suyun "Bulanıklık" değeri 0,1 NTU olur ve bu üç parametreyi UF üreticilerinin garanti ediyor olması özellikle TO için çok önemlidir.

TO koruyucusu olarak UF kullanıldığında TO tasarımında ve TO işletiminde elde edilen avantajlar şunlardır:

A. TO tasarımı için TO membranı üreticilerinin yarattığı bilgisayar programlarında "SDI" değerine göre TO membran su geçiş hızı seçilir, SDI çok düşük olduğunda TO tasarımında membranlardan daha çok iyi su elde edilir. Dolayısı ile, kum filtresi yerine UF kullanıldığında daha az sayıda TO membranı ile TO tasarımı yapılabilir ve TO cihazı daha ucuza mal olur.

B. UF'den "Koloidal Silika" gibi çok küçük ve TO'ya zararlı katılar geçmediği

için TO'nun bu sebeple tıkanma riski ortadan kalkar, sonuç olarak TO membran yıkama işlemi azalır, kimyasal gideri azalır, TO cihazı daha az "mecburi" duruş yapar.

C. UF'den canlılar (bakteriler) geçemediği için TO cihazının bakteriler ile tıkanma riski kalkar ve periyodik yıkamalarda bakteriye karşı yıkama gerekmez, yıkama kimyasalı gideri azalır ve "mecburi" duruş azalır.

D. UF ile TO korunduğunda biyofilm riski oluşmadığı için biyofilm sebebi ile artan mineral kristalleşmesi sorunu da ortadan kalkar.

E. Ham suda bulunma ihtimali olan Demir ve Mangan iyonları UF öncesi oksidede edilir, UF tarafından tutulur ve böylece TO membranları için zararlı olan demir ve mangan membranlara gelmez.

F. UF sistemi kum filtresine kıyasla çok mükemmel bir filtredir, buna rağmen kum filtresinin ters yıkaması sırasında attığı sudan daha az su ile kendini yıkar, böylece atık su gideri de azalır.

G. UF üç bar gibi düşük basınçta görev yapan bir filtredir, bu da besi pompası motorunun düşük enerji çekmesini ve sonuç olarak enerji ekonomisi yapmasını sağlar.

H. UF ile TO korunduğunda, UF ile TO arasında depo bulunmadığı durumda kartuş filtre gerekmez. UF - TO arası depo hava kaynaklı katılardan korunduğu taktirde de TO öncesi kartuş filtre gerekmez.

İ. UF birimleri ve kolektörleri, borulamaları PVC ve HDPE gibi sentetik malzemeler ile imal edildiği için deniz suyu gibi korozif sularda kullanılır. Bu sebeple deniz suyu TO sistemleri öncesi UF tercih edilmektedir.

Resim 3. *Deniz Suyu UF Sistemi*

Dünyada Ultra Filtrasyon tekniği ve rekabeti gün geçtikçe artıyor, bizler de eski bir yöntem olan Kum Filtresi / Dolgu Filtre tekniklerini TO koruyucusu olarak gün geçtikçe daha az kullanıyoruz. Yukarıda sıraladığımız avantajları sebebi ile UF tekniği, TO koruyucusu olarak gün geçtikçe daha çok tercih edilecektir görüşündeyiz.

Ters Ozmoz Membranlarının Ömrü Nedir?

Ters Ozmoz membranlarının ömrünü tayin eden sebepler çoktur. Membran kalitesi, ters ozmoz cihazının ön şartlandırması, ters ozmoz cihazının tasarımı ve su hazırlama sisteminin işletilmesi gibi konuların her biri membran ömrünü etkiler.

TO-Ters ozmoz sistemi kullanımının ülkemizde yaygınlaşmasından sonra en sık karşılaştığımız sorulardan biri budur: "Ters ozmoz membranlarının ömrü nedir?" Ancak bu sorunun cevabını vermek mümkün değildir, çünkü TO membranlarının ömrünün uzun veya kısa olması çok sebebe bağlıdır.

Resim 1. *TO Membran Türleri*

TO hizmeti vermeye başladığımız 1990 yılından bu yana tespit ettiğimiz en uzun membran ömrü dokuz yıl olmuştur, tabii ki bu çok istisna bir ömürdür. En kısa membran ömrü ise birkaç ay olmuştur, bu da yapılan bir işletme hatası sonucu meydana gelmiştir.

Şöyle ki: Küçük bir sanayi işletmesinde, tatil günü çalışan TO cihazının yanından geçen bekçi cihazın kanala çok su attığını görür, bu akan suyun hangi borudan geldiğini bulur ve vanayı %100 kapatır. Oysa bu vana TO cihazının atık su vanasıdır ve belli bir oranda açık kalması ve cihazın su atması şarttır. Bu vana %100 kapalı olduğu için kısa bir süre %100 randıman ile çalışan TO cihazının membranları bir iki gün içinde %100 tıkanır. Umarız bu çok önemli hatayı başka kimse yapmaz.

TO membranlarının ömrü konusunu iki yönlü inceleyelim:

TO membran üretiminde ömür uzatıcı önlemler;

TO cihazı imalatçısının ve kullanıcısının membran ömrünü uzatması için yapması ve yapmaması gerekenler.

1970 li yıllardan bu yana imal edilen TO membranlarında artık imalat hatası çok ender görünmektedir. Dolayısı ile membran ömrünü imalat hatasına bağlamak doğru olmaz. Buna karşın, TO membran imalatçıları, membranların az tıkanması, az bakım istemesi ve uzun ömürlü olmaları için bazı malzemeler geliştirmiştir ve bu malzemeler ile imal edilen "ÇOK ÖZEL" TO membranları hakikaten piyasa membranlarına kıyasla çok daha uzun yıllar görev yapıyor. Az tıkanan, kolay temizlenen bu "ÇOK ÖZEL" membran türlerini zaman zaman kullanıyoruz ve kullanıcı hatası olmadığında bunların ömrünün çoğu zaman 7 - 8 yıla yaklaştığını görüyoruz.

Resim 2. *TO Membran Üretimi*

Bu uzun ömürlü membranları talep eden ve kullanan kuruluşlar çok enderdir. Diğer taraftan, TO membran üreticilerinin uzun ömürlü membran imal etmeleri teorik olarak ticari kurallara aykırıdır. Çünkü, membran üreticisi çok sayıda yedek membran satmak ister, bunun için bir membranı çok uzun ömürlü olarak imal etmesini düşünemeyiz. Dolayısı ile bugün piyasada bulunan membranların çok uzun ömürlü olmalarını beklememeliyiz. Buna rağmen, TO ön şartlandırma sistemini mühendisçe ve önemseyerek kuran, TO cihazını kurallara uygun işleten ve periyodik membran yıkamasını doğru yapan işletmelerde piyasa membranlarının dahi üç yıla yakın süre başarı ile görev yaptığına şahit oluyoruz.

TO membranlarının ömrünü tayin eden sebeplerin sayısı çoktur. Bunların en önemlilerini inceleyelim.

Doğru Ön Şartlandırma Membran Ömrünü Uzatır:

KATILAR: TO membranlarının ana görevi ham su içinde "çözünmüş" olarak bulunan bazı mineralleri sudan ayırmaktır. Demek ki tasarlayacağımız ön şartlandırma sistemi çıkışında, suda yalnızca "çözünmüş" mineraller kalmalıdır. "Çözünmemiş" olarak adlandırdığımız ve TO membranlarının sevmediği KATILAR ham suda bulunmamalıdır, yani ham suyu mükemmele yakın filtre etmemiz doğru olur. Bugün artık UF - Ultra Filtrasyon var ve UF'yi ekonomik bulup veya paraya kıyıp ön şartlandırmayı UF ile yaparsak TO membranlarının ömrünün uzadığını muhakkak görürüz.

MİKROBİYOLOJİ: TO membranlarına canlı maddeler de gelmemelidir. Ham su ile gelen mikrobiyolojik maddeleri ön şartlandırma yok etmelidir ki bunlar membran üzerinde üremesin ve membranları tıkamasın.

Resim 3. *TO cihazı Ön Şartlandırması*

Metal İyonları: Membranlara zarar veren ve antiskalant kimyasalı ile membranlara zararı önlenemeyen bazı metal iyonlarının (demir, mangan gibi) da ön şartlandırmada sudan ayrılması membran ömrünü uzatır.

Oksidan Kimyasallar: Sodyum Hipoklorit (piyasa adı ile klor), ozon, H_2O_2 gibi oksidanlar TO membranlarının ömrünü kısaltır (ender kullanılan selüloz asetat TO membranları klordan etkilenmez). Dolayısı ile, sudaki oksidan maddeler TO cihazı ön şartlandırmasında önce yok edilmeli, daha sonra sular TO cihazına verilmelidir.

Doğru Ters Ozmoz Cihazı Tasarımı Membran Ömrünü Uzatır:

Yukarıda anlattığımız gibi, yüksek kalitede ön şartlandırma yaparak TO cihazımızı çok iyi filtrelenmiş, içinde bakteri ve oksidan olmayan su ile beslesek dahi TO

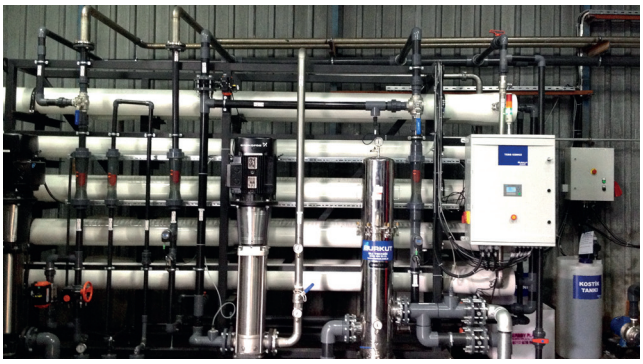
cihazının doğru veya yanlış tasarımı da membran ömrünü çok etkiler. Membran üreticilerinin geliştirdiği bilgisayar programları ve kendi tecrübelerimiz sayesinde doğru TO cihazı tasarımı yapmak mümkünse de, bugün için genelde ülkemiz piyasasının istediği "UCUZ" kelimesi ile başlayan istekler TO cihazı imalatı yapanların en doğru TO cihazını üretmesini engelliyor. Ülkelerin piyasa şartlarının da membran ömrünü etkileyen unsurlardan biri olduğunu kabul etmeliyiz.

TO cihazı tasarımında membran ömrünü en çok etkileyen birkaç hususu açıklayalım:

TO Membranı İçinde Oluşan Katılar: TO membranları suyun saf kısmını iyi su tarafına geçirdiği için membranların ham su tarafında kalan sudaki minerallerin oranı anormal yükselir ve tabii su bu kadar çözünmüş mineral yükünü içinde taşıyamadığı için bunların bir kısmını membran içinde katı kristal şekilde kusar. Bu kristallerin bazıları membranların kimyasal yıkaması sırasında çözünür ve gider, ancak SiO_2, $CaSO_4$, $MgSO_4$ gibi bazı kristaller çözünmez, çözünmeyen bu maddelerin membran içinde oluşmasını önlemek için suya yeterince "antiskalant" adı verilen özel kimyasallar eklenir, aynı zamanda TO cihazının atık oranı arttırılır. Membran seçim programları sayesinde bu kimyasalların miktarı ve TO'nun atacağı su miktarı kolayca hesaplanır. Bu programa uyularak yapılan TO tasarımı sonucu membran ömrü normal olur.

TO Membranı İçinde Çöken Katılar: TO cihazı tasarım programına göre membran içinden geçen ham suyun hızının belli sınırlar altına düşmemesi gerekir ki membrana ham su ile gelen veya membranda oluşan katılar su ile sürüklensin ve membranı terk etsin. "Ucuzcu" piyasa şartlarına göz yumarak, bilgisayar programı sonuçlarına uyulmadan imal edilen TO cihazlarında, özellikle son TO membranlarında su hızları çok düşük olur ve bu membranların ömrü bir yılı dahi aşmaz.

TO Cihazında Oluşan Su Darbeleri: Bugünkü imkanlar ile pompa motorlarının istenen yumuşaklıkta kalkması mümkündür. "Soft start" veya "VFD - Frekans Kontrolü" gibi motor kontrol cihazları kullanılmadığında, TO cihazının her devreye girmesi sırasında membranlarda şok oluşur, bu da membranlarda yapıştırılmış yerlerin açılmasına /çatlamasına sebep olur, sonuçta membran ömrü azalır. Pompanın çok sık devreye girmesi ve çıkması da membran ömrünü azaltır. Şöyle ki, örneğin pompa çalışırken 14 bar basınçta bulunan TO membranı pompanın her duruşunda membran üzerindeki basınç sıfıra yakın olur. Saatte bir çok kez 14 bar / sıfır bar arasındaki fark basınç sebebi TO membranlarının ömrünü kısaltır. Bunu önlemek için TO üretim suyu deposundaki seviye şalterlerinin mesafesini açmak bir çözüm olabilir.



Resim 4. *İki kademeli TO Cihazı*

Doğru İşletme Membran Ömrünü Uzatır:

Mükemmel tasarımlı bir TO cihazı ve çok iyi yapılmış bir ön şartlandırma sisteminde görev yapan membranlar sonunda işleticinin bilgisine ve keyfine göre uzun veya kısa ömürlü olur. Yeterli temel eğitimi olmayan ve doğru TO eğitimi almamış bir işletici TO membranlarını kısa zamanda bozabilir, yazımızın ikinci paragrafında TO atık vanasını %100 kapayan işçiyi örnek olarak vermiştik. İyi eğitilmemiş işletici genelde TO üretim suyu deposunun dolu olup olmadığını kontrol eder, su deposu dolu ise günlük periyodik kontrolleri yapmaz. Bu ihmalin sonunda membranların ömrü çok kısa olabilir.

TO cihazının doğru işletilmesi sayfalar dolduracak bir konu olduğu için burada kısaca en önemli hususları alt alta yazmak isteriz:

Şirketimizin kamyonunu ve otobüsünü ehliyetli ve tecrübesi olan bir şoföre teslim ettiğimiz gibi, TO cihazını da eğitimi olan birine teslim etmeliyiz.

Günlük Ön Şartlandırma ve TO kontrol çizelgelerinin doğru doldurulduğundan emin olmalıyız. Bu çizelgelerdeki değişimleri gözlemleyip gerekli önlemleri almalıyız. TO cihazının periyodik bakımlarını geciktirmemeliyiz.

Antiskalant deposunun dolu olduğunu ve dozaj pompasının normal çalıştığından emin olmalıyız.

TO kimyasal satın alımı ve TO teknik servisi için UCUZ'a kaçmak yerine DOĞRU SERVİS veren ve TO konusunda UZMAN şirketler ile iş birliği yapmak sonuçta daha ucuza mal olur, çünkü membran ömrü uzar ve TO cihazı daha verimli çalışır.

Umarız bu yazımızı okuyup uygulayan işletmelerde TO membranlarının ömrü uzar ve bunun sonucunda işletmeler daha çok kazanır ve ülkemiz bir miktar daha döviz tasarrufu yapar.

Ters Ozmoz Membranları Neden Tıkanır?

Ters Ozmoz tekniği mükemmel bir şekilde en kötü sulardan içilecek sular ve saf proses suları üretebilir. Ancak, bu cihazların içinde bulunan membranlar bir süre sonra tıkanır. Ham su ile gelen katılar, bakteriler, membran içinde oluşan kristaller membranların tıkanma sebepleridir.

İşletmecilerin çoğu T.O. - Ters Ozmoz membranlarının sık sık tıkanmasından şikayetçidir. İşletmenin tam kapasitede çalışmaya başladığı hafta içinde dahi T.O. cihazı su üretim debisi azalabilir veya T.O. cihazının ürettiği suyun iletkenliği yükselebilir. Çünkü T.O. membranları kısmen tıkanmıştır ve yıkanmaları gerekir. Bazı durumlarda T.O. membranları tamamen tıkanır ve kimyasal yıkama işe yaramaz. Böyle durumlarda T.O. membranlarının tamamının yenilenmesi gerekir.

Ters Ozmoz membranları neden tıkanır?

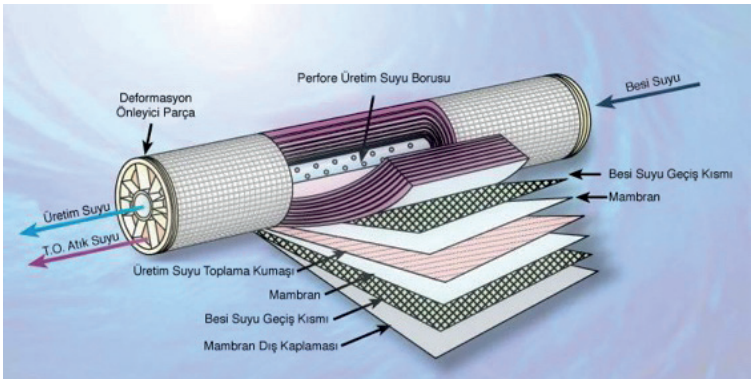
Ters Ozmoz membranları genelde üç sebep ile tıkanır:

1- Su ile beraber gelen katılar membran içinde çökerek su geçişini daraltır;

2- Su ile beraber gelen ve membran içinde üreyen bakteriler ve canlılar membran üzerinde geçirimsiz tabaka oluşturur;

3- Membranlar saf su moleküllerinin çoğunu ham sudan ayırdıktan sonra ham su içinde yoğunluğu artan mineraller membran içinde kristalleşir ve su geçişini engeller.

İyi önlemler alınıp **membranların bu üç sebep ile tıkanması geciktirilebilse de, T.O. tekniğin prensibi olarak er geç membranlar tıkanır ve bundan dolayı periyodik kimyasal yıkamalar mecburen yapılır.**



Resim 1. *T.O. Membran Kesiti*

Yukarıda açıkladığımız bu üç soruna teker teker değineceğiz. Ancak, öncelikle üzerinde durmak istediğimiz bir işletme hatası var ve bu hata sebebi ile işletmeler çok zarar ediyor:

Çok Sık Yapılan Bir İşletme Hatası: T.O. cihazı belli bir basınç altında çalışmak üzere tasarlanır ve bu tasarımda T.O. membranlarının giriş - çıkış basınç farkı da bellidir. T.O. membranları tıkanmaya başladığında cihaz az su üretir, bunu gören işletmeci, T.O. pompasının basıncını arttırır. Bunun sonucunda membranlarının giriş - çıkış basınç farkı anormal yükselir, membranlar deforme olur ve membranın iyi su tarafına ham su karışmaya başlar. Sonuçta membran yıkaması yapılsa da T.O. membranları kurtarılamaz ve membranların hepsinin yenilenmesi gerekir.

Su ile Gelen Katıların T.O. Membranlarını Tıkaması:

"Mekanik Tıkanma" olarak da adlandırabileceğimiz bu tıkanmayı özet olarak şöyle tarif edebiliriz: T.O. cihazına gelmeden önce ham su bazı filtrelerden geçse dahi içinde suda "çözünmemiş" olan katı maddeler bulunur. Bu katı maddeler T.O. membranları içinde çöker ve sonunda membran içindeki ham su dolaşım kanalları daralır. Bunun sonucunda T.O. membranları tıkanır.

Ham su ile gelen katıların meydana getirdiği tıkanma çoğu zaman T.O. cihazına ham suyun ilk girdiği taraftaki membranlarda oluşur.

T.O. öncesi konulan ön filtrelerden geçebilen katılar olan silt, organikler ve koloidal silikat gibi maddeler mekanik tıkanmanın ana sebepleridir. Bu maddeler T.O. membranı içindeki su geçiş yolunda "takılır" veya "çöker", T.O. membranı içinde ham su hızı düştüğü için T.O. üretim kapasitesi de düşer.

Resim 2. *TO Membranları*

Neden Katılar Membran İçinde Takılır ve Çöker:

SEBEP 1: T.O. cihazı tasarımı sırasında, membran üreticilerinin ana kurallarına

uyulmadan cihaz tasarlanır. Örneğin 3 m³/h su üretecek olan bir T.O. cihazı üzerinde yaklaşık 14 - 15 adet 4" membran bulunması gerekirken, UCUZ fikri ile 3 m³/h kapasiteli T.O. cihazı 3 adet 8" lik membran ile imal edilir. Bu "ucuz" tasarımda, membran içindeki katıları sürekleyip dışarı atacak kadar su hızı oluşmaz ve membranlar tıkanır.

SEBEP 2: İmalatçılar bir metre uzunluğundaki T.O. membranının yüzeyini son yıllarda arttırdılar ve membran içinde su geçişine kalan aralık çok azaldı. İlk imal edilen membranlar 365 sq.ft. alana sahipken, yeni membranlar 400 veya 440 sq.ft alana sahip. Buna rağmen eski adetler devam ediyor ve T.O. ön filtresi olarak gene 5 mikronluk filtre kullanılıyor. Yüzey miktarı yüksek olan membranları korumak için **BİR MİKRONLUK** kartuş kullanılması tıkanmayı biraz azaltır.

SEBEP 3: Piyasadan "güvenilir olmayan" filtre kartuşları satın alınıp T.O. ön filtresi olarak kullanılıyor ve bu UCUZ filtrelerin "az tıkanmasının" geçerli bir kalite olduğu savunuluyor. Aslında bu UCUZ filtreler katıları tutamadığı için az tıkanıyor, fakat sonuçta çok daha kötü bir durum oluşuyor: Kartuş filtre tarafından tutulmayan katılar çok daha pahalı olan T.O. membranları tarafından tutuluyor ve membranlar sık sık tıkanıyor, sonuçta işletme zarar ediyor.

SEBEP 4: Ham su ile gelen ve filtrelerden geçen çok küçük boyutlu katıların çokluğu membran tıkanmasına sebeptir. Ters Ozmoz öncesi kullanılan son filtreden sonra yapılan özel bir ölçüm ile ham sudaki katı miktarı ölçülmelidir. Bu miktar yüksek ise, kartuş filtre öncesi önlemler alınarak sudaki katı miktarı azaltılır. Bugün en çok yaygın olan katı miktarı ölçümü, (henüz Türkçeleşmemiş olan) İngilizce olarak "SDI - Silt Density Index" olarak adlandırılan ölçümdür. Aşağıda tarif edeceğimiz bu ölçüm sonucunda elde edilen SDI değeri 3 (ÜÇ) ve altında ise, T.O. membranlarının mekanik tıkanması az olur.

Suyun "SDI" Sayısını Bulmak İçin Yapılacak Test İşlemi

Maksat, ham suyu 0,45 mikronluk bir test filtresinden 2,1 bar basınçta geçirmek ve mikron filtreden geçen suyun 0,5 litrelik bir kabı (iki kez) kaç saniyede doldurduğunu tespit etmektir.

2,1 bar basınç altında filtreden geçen suyu 0,5 litre işaretli kaba doldurun. 0,5 litrenin tamamlandığı anı " T 1 " zamanı olarak kaydedin. **MUSLUĞU KAPATMAYIN, ÇÜNKÜ TEST DEVAM EDİYOR**. Musluğu açtığınız zamandan tam 15 dakika sonra 0,5 litrelik kabın kaç saniyede dolacağı tekrar ölçülecektir, bu sebeple kabı boşaltın ve bekleyin. Bu geçen 15 dakika içinde sudaki katılar 0,45 mikronluk filtreyi kısmen tıkayacak ve "T 2 " zamanını belirleyecek olan ikinci ölçüm zamanı "T 1" e kıyasla daha uzun olacaktır.

İlk musluğu açtığınız andan 15 dakika sonra 0,5 litrelik kabın kaç saniyede dolduğunu ölçün ve bunu "T 2" zamanı olarak kaydedin. Test sona ermiştir. "T 1

“ ve “T 2 “ zamanlarını birbiri ile karşılaştırın.

Silt Density Index - SDI olarak anılan sayı şöyle hesaplanır:

SDI = 100 x (1 - T1/T2) / 15

Örnek: T 1 = 24 saniye; T 2 = 32 saniye ise:

SDI = 100 x (1 - 24 / 32) / 15 = **1,67**

(bu çok iyi bir suyun SDI değeridir)

Yapacağınız deney sonucunda SDI sayısı 3 civarındaysa, T.O. tekniği açısından ham suyun durumunu “İYİ” olarak kabul edebilirsiniz.

Resim 3. *SDI Test Cihazı*

Katılar ile Tıkanan Membranların Temizlenmesi:

Yukarıda anlattığımız “işletme hatası” yapılmadan membran yıkama kararı alındığı taktirde, membranlar kimyasallı sular ile yıkanarak katılardan ve bakterilerden arındırılabilir. Bu temizlik sırasında kullanılacak kimyasalların türünü membran üreticileri veya bizim gibi tecrübeli kuruluşlar belirler.

Bazı T.O. membran üreticileri membran yıkama periyodu için aşağıdaki bilgileri veriyor:

Üretim Suyu Debisi %10 - %15 azaldığında,

Üretim Suyu İletkenliği 20% kadar arttığında,

T.O. Kademelerinde Basınç Kaybı %30-40 kadar arttığında membran yıkaması yapılır.

Bizim tecrübemize göre, yukarıdaki farklılıklar oluşmasa dahi, membranlar 3 - 4 ayda bir muhakkak yıkanmalıdır.

Resim 4. *Membran Yıkama Sistemi*

Membranlar Üzerinde Mikrobiyolojik Canlı Üremesi Sebebi ile Tıkanma:

Genel adı ile mikroskobik canlı veya mikrop veya bakteri olarak adlandırılan bakteriler T.O. membranı veya T.O. koruyucu kartuş filtreler üzerinde ürer. Filtre ve membran üzerinde üreyen bu canlılar, bir tür "ORTAK ÇALIŞMA" sonucunda, bu yüzeyler üzerinde geçirimsiz bir tabaka oluşturur. "Mikrobiyolojik üreme" olarak da adlandırılan bu olay sonucunda oluşan bu tabakaya BİYOFİLM adı verilir. (İngilizce yazılışı BIOFILM).

T.O. membranı üzerinde BİYOFİLM oluşmasını önlemek öncelikle su hazırlama sistemi tasarımcısının görevidir. Havadaki mikroskobik canlılardan da oluşan BİYOFİLM'in önlenmesi için, T.O.'ya gelen suyun muhakkak bir tür dezenfeksiyon şartlandırmasından geçmesini gerekir.

Bu önleme rağmen BİYOFİLM'den tam olarak kurtulmak zordur. T.O. koruyucu kartuş filtrelerin periyodik olarak yenilenmesi ve T.O. membranlarının periyodik olarak kimyasallar ile yıkanması sonucunda BİYOFİLM riskleri en aza iner.

Sudaki Minerallerin Kristal Oluşturması Sebebi ile T.O. Membranlarında Tıkanma:

Su içindeki şartlar uygunken, sudaki mineral iyonları kristal oluşturmaz ve mekanik filtreler ile su içinden ayrılamaz. Fakat, suyun şartları değiştiğinde, örneğin suyun pH derecesinin yükselmesi, su sıcaklığının değişmesi, basıncın değişmesi gibi ve özellikle T.O. membranları içinde olduğu gibi, **SU içinde MİNERAL oranı yükseldiğinde, birçok iyon kristalleşerek sert cisimler oluşturur.** İşte T.O. **membranlarının tıkanmasının ana sebeplerinden biri de budur.**

Bu kristalleşme sorununu daha iyi anlatabilmek için, T.O. membranları içinde Kalsiyum Karbonat ($CaCO_3$) kristalleşmesine yakından bakalım. Yüksek kapasiteli T.O. cihazlarını besleyen su genelde yumuşatılmaz, iyice filtrelendikten sonra T.O. cihazına verilir. "Antiskalant" olarak adlandırılan, su içine dozlanan **kireçtaşı önleyici kimyasal inhibitör** sayesinde, su içindeki Kalsiyum Bikarbonat maddesinin kristal (kireç taşı) oluşturması engellenmek istenir. T.O. membran üreticilerinin hazırlamış olduğu bilgisayar programları sayesinde, tabii suyun analizi ve T.O. işletme şartları bu programa yüklendiğinde, T.O. atık miktarı ve Antiskalant dozajı kolayca hesaplanır ve $CaCO_3$ kristali riski kalmaz.

Fakat, çoğu zaman "Evdeki hesap çarşıya uymaz." ve bir gün gelir T.O. **membranları kireçtaşı sorunu ile tıkanır**, normalde ağırlığı 15 kg civarında olan 8" çaplı T.O. membranı, kireçtaşı oluşumu sonucu 30 kg ağırlığa kadar yükselir. Neden?

Membran içinde kireçtaşı oluşumunu destekleyen birçok sebep sayabiliriz:

T.O. yu besleyen kuyu suyunun analizi değişmiş olabilir.

T.O. tasarımı sırasında **doğrudan kuyu başından** alınan su örneğinin analizi "membran seçim programı"na girilmiştir. Oysa, T.O. doğrudan kuyu suyu ile beslenmez, kuyu suyu önce büyük bir depoya gelir, burada su ısınıp kısmen buharlaştığı için suyun kimyasal analizi değişir.

T.O. tasarımı sırasında iyi marka bir Antiskalant kullanımı planlanmıştır, daha sonra işletme UCUZ bir Antiskalant kullanmaya başlar, fakat dozaj pompasının ayarı düşük konsantrasyonda olan UCUZ antiskalanta göre ayarlanmaz.

T.O. işleticisi değişmiştir ve yeni işletici T.O. konusunda iyi eğitilmemiştir. T.O.'nun fazla su attığına kanaat getiren yeni işletici T.O. atık vanasını kısar ve normalde örneğin %25 atık ile çalışması gereken T.O. cihazı artık %15 atık ile çalışmaya başlar.

İşte yukarıda anlatılan sebeplerden biri dahi T.O. membranlarının kristaller ile tıkanması için yeterlidir. "T.O. Günlük Çizelgesi" takibi iyi yapılırsa, membranların tıkanmaya başladığı birkaç gün içinde fark edilir ve yapılan kimyasal yıkama sonucunda membranlar temizlenir. **Membranlar tıkandığında yalnızca kimyasal yıkama yetmez, temele dönüp membranların neden tıkandığı araştırılmalı ve T.O. ön şartlandırmasında daha etkili önlemler alınmalıdır.**

Membran Tıkanmasının Diğer Sebepleri: Bu yazımızda T.O. cihazının insan tarafından kirletilmemiş tabii sular ile beslendiği düşünülerek, tabii sulardan kaynaklanan membran tıkanmaları anlatılmıştır. Kullanılmış suların geri kazanımında da T.O. tekniği kullanılır. Atık veya arıtılmış atık sulardan T.O. cihazına gelebilecek birçok sentetik madde veya yağ-gres T.O. membranlarını kısa zamanda tıkayabilir.

SONUÇ: T.O. membranları T.O. cihazının en pahalı parçalarıdır, bu sebeple sık sık membran yenilemek işletmeye maddi yük getirir. Dolayısı ile T.O. cihazı satın alırken yalnızca "ucuz cihaz" görüşü ile hareket etmek ileride işletmeye pahalıya mal olabilir. T.O. cihazının doğru işletme eğitimini verebilen, işletme şartlarını anlayabilen, çıkacak sorunları kısa zamanda çözebilecek servis teknisyenleri olan, su tekniği konusunda tecrübeli ve güvenilir bir imalatçı seçmek zaman içinde işletmeye kazanç sağlar görüşündeyiz.

Ters Ozmoz İşleticiliğinde Sık Yapılan Hatalar

Ters ozmoz sisteminin çok iyi tasarlanmış ve kaliteli olması çok iyi görev yapacağı anlamına gelmez. Ters ozmoz sistemi ancak doğru işletme bilgisi ve doğru kontroller ile iyi işletilebilir.

1990 yılından bu yana "Ters Ozmoz" (T.O.) sistemleri kuruyoruz ve bu sistemlere teknik servis hizmeti veriyoruz. Bu sebeple "Ters Ozmoz" işleticiliği konusunda bu yazıyı kaleme alacak yeterli bilgi birikimimiz oldu. Ülkemiz yeni sanayileştiği için, özellikle yeni işletmelerin T.O. konusunda tecrübeleri yeterli olamıyor ve bu sebep ile bir taraftan T.O. sistemi satın alınmasında yanlışlıklar yapıldığı gibi, bu sistemlerin işleticiliğinde de çok hatalar yapıldığına şahit oluyoruz. Çok sık yapılan işletme hatalarını kaydettik. Bunları okuyucularımız ile paylaşmamız sonucunda umarız bu yazımız yararlı olur.

2000'li yılların başından bu yana ülkemizde T.O. sistemlerinin T.O. sistemlerinin sayısı çok arttı. Fakat otomobil konusunda okuyucularımız çok daha tecrübeli olduğunu varsaydığımız için, otomobil kullanımı ve bakımı ile ilgili bazı örnekler vererek ters ozmoz sistemlerinin işletimini daha kolay anlatabileceğimizi düşündük. **Aşağıda belirttiğimiz kontrol yöntemleri uygulandığında T.O. işletmeciliğinde daha az hata oluşur:**

Genelde otomobile binmeden önce arabanın çevresine ve tekerleklerin havasına bir göz kontrolü yaparız. T.O. cihazının da her gün manometrelerini kontrol etmek; membran giriş / çıkış basınçları, iyi su ve atık su debilerini "Günlük Kontrol Çizelgesi"ne kaydetmek sorun yaşanıp yaşanmayacağı konusunda fikir verir.

Otomobiller muhakkak her 10.000 veya 15.000 kilometrede bir genel bakıma gider. T.O.cihazına da belli zaman aralıklarında genel bakım yapılmalıdır, özellikle periyodik kimyasal yıkama ihmal edilmemelidir.

Otomobilin kullanıcısı benzin göstergesini çok sık kontrol eder ve yolda kalmaktan korkulduğu için benzin tükenmeden depoya yakıtı doldurur. Benzer şekilde, T.O. sisteminde bulunan "Kireç Önleyici" (Antiskalant), Asit, Sodyum Meta Bisülfit (SMBS), Klor gibi kimyasalların depolarının seviyelerinin de çok sık kontrol edilmesi ve bu kimyasallar tükenmeden önce depoların doldurulması şarttır.

Otomobilin hava ve yağ filtreleri belli aralıklarda yenilenir. T.O. cihazının da filtre kartuşları basınç farkı yarattığında veya periyodik aralıklar ile yenilenmelidir.

Şirkete ait bir servis aracının şöförü izne ayrılırken, diğer şöföre araç hakkında detaylı bilgi verir. Ayni şekilde, T.O. sisteminin işleticisi izne çıkarken, diğer meslektaşına T.O. hakkında detaylı bilgi vermelidir. Bilgilerin doğru ve kolay

aktarılması için, T.O. için bir GÜNLÜK KONTROL ÇİZELGESİ tutulması çok yararlı olur.

		1 T.O.										
GÜN	SAAT	Klor (0.3 ppm)	Antiskalant kontrolü (%17.5)	S.metabisülfit kontolü (mV)	İletkenlik (µS/cm)	Filtre Giriş Basıncı (bar)	Filtre Çıkış Basıncı (bar)	1.bölüm giriş basıncı (bar)	2. bölüm giriş basıncı (bar)	2. bölüm çıkış basıncı (bar)	Ürün (m3)	Atık (m3)
01.06.15	01:00	0,56	√	186,2	23,3	2,6	2,4	13,2	10	8	24	12
05.06.2015	04:00	0,4	√	190,5	21,1	2,4	2,2	13,2	9,5	8,5	23,5	11,5
05.06.2015	07:12	0,45	√	180	21,8	1	0,9	12	8,5	7,5	23	11
06.06.2015	04:00	0,57	√	191	20,8	2,6	2,4	13,2	9,7	85	23,5	11,5
06.06.2015	21:00	0,46	√	192,8	22,6	2,8	2,6	13	9,5	8,5	23,5	11
08.06.2015	04:00	0,41	√	187,4	20,5	2,8	2,6	13,5	9,5	8,5	23,5	11,5
08.06.2015	22:00	0,41	√	184,2	22,2	2	1,8	12,5	9	8	23,5	11,5
09.06.2015	05:00	0,4	√	195	21,8	1,2	1,1	12,5	8,5	7,5	23	11
11.06.2015	04:30	0,46	√	187	27,2	2,8	2,3	13,5	9,5	7,5	23	11
11.06.2015	20:00	0,4	√	188,8	27,7	1,8	1,6	13	9	8	23	11
12.06.2015	01:00	0,33	√	189	23,9	2,4	2	13,5	8,5	8	23	11
12.06.2015	06:30	0,52	√	187	24,3	1,5	1,2	14	9	8,5	23	11,5
12.06.2015	09:45	0,55	√	189,6	25,1	1,4	1,2	12,9	9	7,5	23	11

Resim 1. *T.O. Günlük Kontrol Çizelgesi*

Her gün doldurulacak olan bu çizelgede, T.O. cihazı üzerinde, günlük kontrol edilmesi lazım gelen her bilgi için bir kolon bulunmalıdır.

T.O. Sistemi İşletmeciliğinde Çok Sık Yapılan Hatalar:

En Büyük Hata: Ters Ozmoz Üretim Suyu Deposu Dolu ise Cihaz ile İlgilenmemek!

Ters Ozmoz cihazının ürettiği su genelde bir depoya gider. "İyi Su Deposu" veya "Proses Suyu deposu" veya "Üretim Suyu Deposu" olarak adlandırılan depoda su varsa, işletici genelde T.O. cihazının "iyi çalıştığını" sanır ve T.O. cihazının günlük kontrollarını yapmaya üşenir. Masasında günlük kontrol çizelgesi gözüne ilişirse, bu çizelgeye bir gün önceki değerleri doldurur. Bu arada membran basınçları yükselmiş, üretim debisi %50 azalmış, iletkenlik artmış, membranlar can çekişiyor olabilir. Fakat işletici bu sorunların farkına varmaz, **gözü yalnızca su deposunun seviyesini görür.** Ancak "İyi Su Deposu"nda yeterince su olmadığında ve işletmeden "SU YOK" şikayeti geldiğinde T.O. cihazı incelenir ve görülür ki membranlar tamamen ölmüş! **En çok karşılaştığımız işletme hatası bu paragrafta anlatılandır.** Bundan sonraki hatalar bu sorumsuzluk ve üşengeçlik hatası yanında çok küçük kalır.

İşletme Giderlerini Kısalım Düşüncesi: Birçok işletmede T.O. cihazının işletme giderleri göze batar ve **"giderleri azaltalım"** anlayışı ile şu hatalar yapılır:

Antiskalant ve diğer kimyasal dozaj pompalarının ayarı kısılır;

T.O. membranlarını katılardan koruyan kartuş filtreler tıkandığında atılmaz, yıkanıp tekrar kullanılır.

Ucuz fiyata satılan kartuşlar satın alınır;

T.O. öncesi su yumuşatma cihazı olan sistemlerde, rejenerasyon tuzu miktarı azaltılarak tuz gideri azaltılır.

Oysa, gerek kimyasallar, gerekse filtre kartuşları ve su yumuşatıcı, **T.O. cihazının en pahalı bölümü olan membranları korumak içindir.** Koruma yeterli olmadığında membran ömrü çok kısa olur ve "**giderleri azaltalım** " fikri ile yapılmak istenen ekonominin birçok katı kadar bedel ödenerek T.O. membranları yenilenir.

T.O. membranlarının uygunsuz kimyasallar ile yıkanması: T.O. membranı üreten kuruluşlar membran yıkama için bazı kimyasal karışımları önerirler. Önerilen bu kimyasallar dışında, "**ucuz olsun**" fikri ile, başkaca bir kimyasal ile membranlar yıkandığında membranlarda **KALICI HASAR** oluşma ihtimali çok yüksektir.

T.O. Koruyucu Kartuşlar ile İlgili Yapılan Hata: Ters ozmoz membranlarında ham suyun geçtiği kısım çok dardır, bu sebeple membran üreticileri, ham suyun **BİR MİKRON** hassasiyette kartuşlar ile filtrelendikten sonra membranlara girmesini **önerirler. Gerek yanlış kartuş** kullanımı, gerekse kartuşların kartuş kabına yerleştirilmesinde yapılan hatalar sonucunda membranlara katılar gider ve bu şekilde ham suyun girdiği ilk membranlar **tıkanır.**

Resim 2. *İçine Katılar Girmiş Membran*

T.O. Cihazında mikrobiyolojik üreme: T.O. membranlarının düşmanlarından biri de membranlarda mikro-biyolojik üremedir. Membranlar üzerinde bakteri ürer ve membranların su geçirmesini engeller. Bu problemi genelde ham su ile gelen bakteriler yaratır. Uzun süre çalıştırılmayan T.O. cihazlarının da bakteri üretmesi genel bir sorundur. Bu sebeple işletmenin su ihtiyacı olmasa dahi, T.O. cihazının her gün muhakkak bir saat kadar çalıştırılması önerilir. Ülkemizde 6- 7 gün süren Bayram tatilleri yapıldığını harlayalım. Bu sürelerde T.O. cihazı her gün bir saat kadar çalışırsa "bakteri üremesi" sorunu en az iner.

Resim 3. *Membran İçinde Biyolojik Üreme*

Kimyasal Eksikliği:

T.O. sisteminin tasarımına göre, cihaz çalıştığı zaman sürekli olarak birkaç kimyasal ham suya verilir. Ancak, kimyasal bidonlarının sık kontrol edilmemesi sonucu veya yanlış kimyasal konması, kimyasalın su ile karıştırma oranında yanlışlık yapılması veya dozaj pompasının hava yapmış olması sonucunda T.O. sistemine kimyasallar verilemez. Sonuçta T.O. membranları zarar görür, gereksiz yere işletme durur ve T.O. membranlarına kimyasal yıkama yapmak gerekir. Ancak, zarar görmüş T.O. membranları kimyasal yıkamaya rağmen ilk haline dönmeyebilir, membranlar kalıcı bir zarar görmüş olabilir.

T.O. Atık Su Vanası'nın Kapatılması: T.O. işleticisi işini başka bir görevliye devrettiğinde, T.O. işleticilik eğitimi almamış kişi T.O. cihazının çalışırken normal olarak attığı atık suyun miktarından rahatsız olur. Eğitimsiz kişi, **"iyi niyet ile", "Aman su israfı oluyor."** düşüncesi ile kimseye danışmadan atık su vanasını kısar, hatta vanayı tamamen kapatır. **Sonuç korkunç olur:** T.O. membranları kimyasal temizlik yapılamayacak kadar tıkanır ve yeni membran satın almak mecburiyeti doğar.

T.O. Ana Giriş Vanasının Bozulması: Cihazın besi suyu girişinde bulunan otomatik kontrol vanası cihaz durduğunda su girişini tamamen kapar. Böylece, basınçlı şebeke suyu T.O.'nun duruş zamanında T.O. membranlarından geçemez. Ana giriş vanasının otomasyonu bozulduğunda, T.O.'nun duruş anında

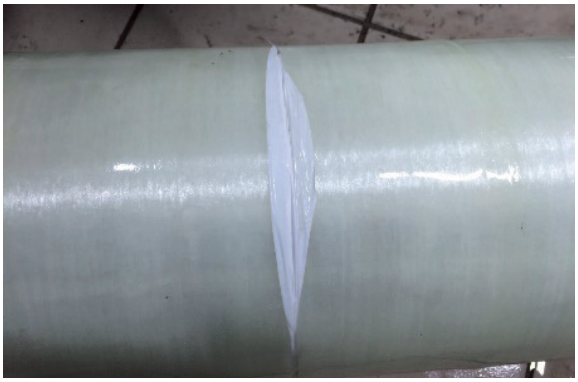
dahi membranlardan ham su geçer ve T.O. durmuş olduğu için Antiskalant dozaj pompası çalışmadığından, T.O. membranlarında kireçlenme olur ve membranlar tıkanır.

Resim 4. *Kireçlenmiş Membran*

T.O. Sisteminin Tasarım Dışı Farklı Bir Ham Su İle Beslenmesi: T.O. sistemi ve özellikle T.O.'nun ön şartlandırması belli bir ham su kalitesine göre tasarlanır. T.O. sistemi kurulduktan sonra işletmeci bu sistemi başka bir ham su ile beslediğinde T.O. membranlarının tıkanma riski vardır. Örneğin, T.O. cihazının şehir şebeke suyuna göre tasarlandığını varsayalım: Bu şehir suyunda yüksek sertlik vardır ancak sudaki silikat değeri çok düşüktür. Daha sonra işletmeci şehir suyu yerine T.O. sistemini kuyu suyu ile besler, hatta suyu önce reçineli yumuşatma cihazından geçirerek sertliğini de giderdiği için yüreği rahattır. Oysa kuyu suyunda yüksek miktarda **SİLİKAT (SiO_2)** bulunmaktadır ve kısa süre sonra T.O. membranları **"Silikat Taşı"** ile tamamen tıkanır. Çünkü yüksek silikat içeren sular için kullanılan Antiskalant kimyasalı farklıdır. Böyle kötü bir senaryo yaşanmaması için, T.O. besi suyunun birkaç ay aralıklar ile analizinin yapılmasını öneririz. T.O. sistemi sürekli olarak ayni su kaynağından beslense dahi, yılın 12 ayı içinde ham su kalitesinin değişme riski vardır.

T.O. Membranlarının Yüksek Basınç Farkı Ile Çalıştırılması: Bazı şartlarda T.O. membranları kısmen tıkandığında dahi ürettiği suyun kalitesi iyi olur ancak su debisi azalır. T.O. pompası büyük seçilmişse ve pompa çıkışındaki vana ilk çalıştırmada kısılmışsa, işletici pompa çıkış vanasını açarak membranların daha yüksek basınçta çalışmasına müsaade eder. Böylece işletici arzu ettiği su debisine ulaşmış olur, ancak membranlar üzerindeki basınç farkının (Δp) çok yükseldiğine dikkat etmez veya önemsemez. Klasik membranların imalat tasarımına göre, bir metre uzunluğunda bir membran için "Δp" değerinin en çok 0,7 bar olması istenir. Bu değer (Δp) yükseldiğinde T.O. membranları kısa zamanda deforme olur,

membranlarda çatlaklar meydana gelir ve **bir anda T.O. yüksek iletkenlikte su üretmeye başlar.**



Resim 5. *Yüksek Basınç ile Kırılmış Membran*

Böyle bir sorun ile karşılaşmamak için, T.O. cihazı üzerindeki basınç göstergeleri sık sık kontrol edilmeli ve Δp değeri yüksek bulunduğunda membranlara kimyasal yıkama uygulanmalıdır.

Yumuşatılmış ham suya göre tasarlanmış T.O. sisteminde yaşanan işletme sorunu: Bazı işletme şartlarında ham suyun önce reçineli yumuşatıcı ile yumuşatılması çok başarılı olur ve bu tasarımda ham suya "Antiskalant" kimyasalı dozlanmaz veya az miktarda dozlanır. Aşağıda anlatacağımız olayı birçok kez yaşadık. T.O. işleticisi değiştiğinde veya yeterli eğitim almadığında, su yumuşatma cihazına rejenerasyon tuzu yüklenmesi unutulur. Bunun sonucunda T.O. cihazı sert su ile beslenir ve daha sonra fark edilir ki, sert su ile beslendiğinde dahi T.O. düşük iletkenlikte su üretmektedir. O günden itibaren işletici ham suyu hiç yumuşatmadan T.O. cihazını sert su ile besler. İşletici şunu düşünemez: T.O. cihazı sert su ile beslendiğinde ham suya yeterince antiskalant dozajı yapmak şarttır. Bu yapılmadığı için **birkaç gün sonra membranlar tamamen kireçlenerek tıkanır** ve işletme yeni membran satın almaya mecbur kalır. Benzer sorun, yumuşatma cihazına konan rejenerasyon tuzunun suda çözünmemesi sonucunda da yaşanabilir. Bu sebeple işleticinin yumuşatma cihazı içindeki tuzun çözünmesini de sık sık gözlemlemesini öneririz.

SONUÇ: Yukarıda anlattığımız tecrübeler gösteriyor ki, T.O. Sistemi'nin çok kaliteli olması iyi görev yapacağı anlamına gelmez. T.O. sisteminin doğru çalışması ve membran ömrünün uzun olması için öncelikle işletici personelin çok iyi eğitilmesi ve ayrıca bu işleticiyi yedekleyecek olan personelin de ayni şekilde iyi eğitilmiş olması şarttır. Ayrıca, işletme içinde bir kişinin T.O. sistemini sahiplenmesi, "ucuza mal edelim" fikrinden uzak kalınması ve periyodik olarak uzman bir kuruluştan teknik servis desteği alınması hataları ve giderleri en aza indirir görüşündeyiz.

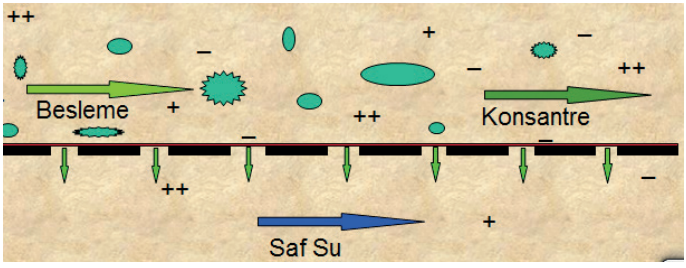
Ters Ozmoz Tekniğinin Getirdiği İşletmecilik Avantajları

Ters Ozmoz tekniği işletici için birçok kolay ve güvenilir işletmecilik avantajına sahiptir. Bunun yanında, Ters Ozmoz tekniği diğer su şartlandırma yöntemlerine kıyasla çevrecidir ve daha az yer kaplar.

1990 yıllarında ülkemize giren ve şimdi birçok sektörün "vaz geçilmez" olan teknolojisi TO - TERS OZMOZ tekniği, su arıtımı ve su saflaştırma işlerini çok rahatlattı. Bugün için artık herkesin telaffuz ettiği ve evlerin dahi kullandığı "sıradan" bir ürün gibi nitelendirilen T.O. tekniğini icat edenlere ve geliştirenlere teşekkür etmek isteriz.

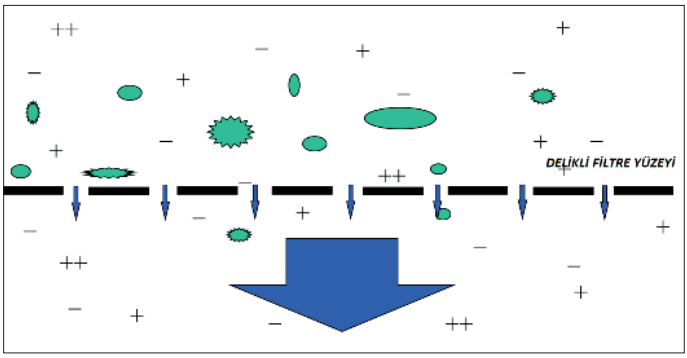
Bu yazımızda T.O. konusunu İŞLETMECİLİK açısından ele alacağız ve T.O.'nun diğer su şartlandırma tekniklerine kıyasla işletme avantajlarına değineceğiz.

T.O.'nun çalışma prensibini hatırlatalım: Özet olarak, Resim 1'de görüldüğü gibi, pompa basıncı sayesinde ham su, T.O. membranı YÜZEYİNE PARALEL olarak yol alırken, H_2O molekülleri ve su içinde bulunan minerallerin çok küçük bir oranı T.O. membranının İYİ SU tarafına geçer. T.O. membranının yüzeyine paralel olarak yol alırken, içindeki mineral oranı gittikçe artan suyun T.O. membranını aşamayan kısmı T.O. cihazının ATIK SU borusundan cihazı terk eder.



Resim 1. *Ters Ozmoz Membranından Su Geçişi*

T.O. membranı yüzeyinde **suyu geçiren delikler yoktur.** T.O. membranı bir su filtresi gibi davranmaz. H_2O moleküllerinin T.O. membranının İYİ SU tarafına geçmesi olayı, tabiatın OZMOZ kuralının tersine göre meydana gelir. Normal bir su filtresinde, Resim 2'de görüldüğü gibi, filtreden suyun yüzde yüzü geçer, sudaki katıların bir kısmı filtre yüzeyine takılır.



Resim 2. *Su Filtresi Prensibi*

Oysa, T.O. tekniğinde, suyun yalnızca belli bir oranı T.O. membranının diğer tarafına geçer, suyun T.O. membranından geçemeyen bölümü, T.O. cihazının ATIK borusundan atılır. T.O. cihazından atılan sular, aynı zamanda T.O. membranı yüzeyinde oluşacak kristalleri sürükleyerek bunların dışarı atılmasını sağlar.

"Yüksek kalitede su üretmek" açısından konuya baktığımızda, **T.O. membranı** su filtresi gibi davranmadığı için, **T.O. membranından, membran**ın İYİ SU tarafına KÖTÜ SU geçirmek mümkün değildir. Yapılacak işletme hataları sonucunda T.O. membranına kötü sular geldiği durumlarda T.O. membranı kısmen tıkanır ve üretim suyu debisi azalır, buna karşılık T.O. cihazının kötü su geçirme riski azdır.

T.O. cihazı işletenler yukarıdaki paragraftaki bilgiyi EKSİK bulabilirler, çünkü işletme hatası sebebi ile veya T.O. membranının yaşlanması sebebi ile T.O. membranı tasarım değeri üzerindeki bir iletkenlikte su üretebilir. T.O. cihazının yüksek iletkenlikte su üretmesi reçineli bir su arıtma cihazının ham suyu kaçırmasından farklı bir durumdur. Örneğin, 1000 µS/cm iletkenlikteki bir kuyu suyundan T.O. tekniği ile ilk başta 30 µS/cm civarında iyi su üretilirken bir süre sonra üretim suyu iletkenliği 70 - 80 µS/cm civarına yükselirse, T.O. membranının bozulduğu veya bakıma ihtiyacı olduğu anlaşılır ve gereken işlem yapılır. T.O. cihazı üzerinde bulunan "**iletkenlik ölçer**" T.O. cihazının ürettiği İYİ SU'yun kalitesini kontrol etmesi yanında, T.O. membranının bozulup bozulmadığına da dikkat çeker.

Sudaki Bazı Maddeleri Gideren Dolgu Malzemelerinin T.O. İle Karşılaştırılması:

Örneğin, "**Arsenik Giderici Filtre Dolgusu"** gibi, **"Nitrat Giderici Filtre Dolgusu"** gibi "seçici" filtre dolguları bugün dünya piyasasında bulunmaktadır. Bu gibi "seçici" filtre dolgu malzemeleri teorik olarak görev yapmasına rağmen, bu özel dolgulu filtrelerden sonra sistem üzerine monte edilen, örneğin sudaki Arsenik'in giderilip giderilmediğini gösteren (kontrol eden) bir ölçüm aparatı henüz icat edilmedi. Oysa, T.O. cihazı üretim suyunun kalitesini basit bir iletkenlik

ölçer, her saniye iletkenlik bilgisini işleticiye haber verebilir. Bu sebeple, işleticilik açısından T.O. cihazı "seçici" dolgu malzemeli sistemlere kıyasla çok daha güvenilirdir. Dolayısı ile biz "seçici" filtre dolgusu yerine çoğu zaman T.O. cihazı ile suyu iyileştirmeyi tercih ediyoruz.

T.O. İle Su Yumuşatma Cihazının Karşılaştırılması: T.O. cihazını reçineli su yumuşatma sistemi ile karşılaştırdığımızda T.O.'nun "HAM SU KAÇIRMAZ" avantajı daha iyi anlaşılır. Reçineli su yumuşatma cihazı bulunan bir işletmede, işletmecinin yaptığı hatalar sebebi ile veya bir otomasyon vanasının tutukluk yapması sonucu işletmeye ham su gidebilir, hatta içinde tuz bulunan su dahi prosese gidebilir, bu durumlara şahit olduk. Oysa T.O. cihazı ham su kaçırmaz, tuzlu su üretmez, işletmeci için çok daha güvenilir bir su arıtma yöntemidir.

T.O. İle Demineralize Sisteminin Karşılaştırılması: Resim 3'de görülen İKİ kademeli T.O. sistemi ile 2 - 3 µS/cm seviyesinde kaliteli su üretilebildiği için son yıllarda "Demineralize" (Deiyonize) sistemi yerine T.O. cihazları kullanılıyor. Bu iki sistemi birbiri ile kıyasladığımızda, T.O. sisteminin işletme kolaylığını işletmeciler hemen fark ederler, ayrıca T.O.'nun "KÖTÜ SU KAÇIRMAZ" avantajını da görürler.

Resim 3. *İki Kademeli T.O. Cihazı*

T.O. icadı öncesi daha sık kullandığımız reçineli demineralize cihazı ile T.O. cihazını karşılaştırdığımızda işletmeciler T.O. cihazını aşağıdaki avantajlar sebebi ile tercih ederler:

İşletici üzerindeki sağlık riskinin azalması avantajı: Deiyonize cihazı reçineleri asit, kostik gibi insan sağlığına çok zararlı kimyasallar ile rejenere edilir. Asit

ve kostik kullanımı işletmeci için sağlık riski yaratır. Oysa T.O. cihazında genelde kimyasal olarak yalnızca TAŞ ÖNLER (antiskalant) kullanılır ve bu da insan sağlığına pek zararlı değildir. Bazı T.O. sistemlerinde suya az miktarda asit ve kostik verilirse de bunların miktarları çok azdır.

Çevre açısından T.O. tekniği tabiata daha az sorun getirir: Demineralize sisteminin rejenerasyonu asit ve kostik ile yapıldığı için, bu sistem rejenerasyon sırasında düşük pH ve yüksek pH değerlerinde atık su üretir. Bu atıklar bir denge deposunda toplanır, pH dengesi ayarlandıktan sonra atık arıtma tesisine gönderilir. Kimyasal kullanımı açısından karşılaştırdığımızda T.O. cihazı çok daha ÇEVRECİDİR.

Sürekli çalışan T.O.'nun avantajı: doğru işletilen bir T.O. cihazı sürekli çalışarak proses suyu üretir, T.O.'nun periyodik bakımı ve kimyasal yıkaması reçineli demineralize sistemine kıyasla azdır. Oysa, reçineli demineralize cihazının reçineleri sık sık doyuma ulaşır, bu sebeple demineralize cihazı paralel ve yedekli çalışan ikişer reçine tankı ile kurulur. Bir grup reçine doyuma ulaştığında ikinci grup reçine tankı iyi su üretmeye başlar, bu sırada doyuma ulaşmış reçineler asit ve kostik ile rejenere edilir.

İşletmede kapladığı alan açısından T.O.'nun avantajı: Resim 4'de görünen Reçineli demineralize sistemi iki adet ikişer tanklı reçine sisteminden meydana gelir.

Resim 4. *Demineralize Cihazı*

Ham su önce "katyonik" reçineleri olan tanka girer ve burada "Artı" yüklü iyonlar sudan alınır, daha sonra su "anyonik" reçineleri olan tanka girer ve burada sudaki "eksi" yüklü iyonlar alınır. Bu iki tanktaki reçineler bir süre sonra doyuma ulaştığı için demineralize sisteminde iki takım reçine tankı bulunur. Ayrıca, bu reçinelerin

asit ve kostik ile rejenerasyonu sırasında çıkan düşük ve yüksek pH değerlerindeki suların bir denge deposunda toplanması gerekir, bu tank da sistemin bir parçasıdır. Tarif ettiğimiz ÇOK TANKLI demineralize sistemine kıyasla iki kademeli bir T.O. cihazı az yer kaplar ve işletme için az yer kaplaması önemli bir avantajdır. Resim 4'de görünen demineralize cihazı sistemin yalnızca bir bölümüdür, bu resimde görünen iki tanklı sistemden iki adet kullanılır.

Sonuç olarak, T.O. cihazı, dolgu malzemeleri ile suyu şartlandıran yöntemlere kıyasla işletmeci için daha güvenilir bir yöntemdir ve daha kolay kontrol edilebilir bir sistemdir görüşündeyiz.

Ters Ozmoz Cihazı Mikrop Geçirir Mi?

Ters Ozmoz cihazı sudaki çözünmüş mineralleri azaltmak için icat edilmiştir, suyun mikrobunun giderilmesi için tek başına kullanılan bir cihaz değildir.

"Mikrop" deyince, su yönetmeliklerinde ve içme suyu analizlerinde adları belirtilen mikro-biyolojik yaratıklar, "mikroskobik canlılar" demek istiyoruz, örneğin mantar, parazit, bakteri, virüs, koliform, e-koli, enterekok ve bu gibi. Ve kendimize soruyoruz: **Bu mikroplar TO - Ters Ozmoz cihazının ürettiği kaliteli su tarafına geçebilirler mi?**

Teorik olarak düşünüldüğünde, membran tekniğini iyi tanıyanlar için, bu soru "saçma" gelebilir. Bir mikroptan binlerce daha küçük olan molekülleri / iyonları geçirmeyen ve suyu saflaştıran TO - Ters Ozmoz cihazının membranları, irilikleri "bir mikron"dan daha küçük olan mikropları nasıl iyi su tarafına geçirsin ki?

Ancak pratikte görüyoruz ki, TO cihazları üretim suyu tarafına mikrop geçirebiliyor. Hatta, iyi su tarafına geçen bu mikroplar, membranın iyi su tarafında ürüyor, biyofilmler oluşturuyor ve güçlü yıkamalar ile dahi yerini terk etmiyor; zaman zaman bu durumlara şahit oluyoruz. Çok ender olarak bizden "Steril Proses Suyu" veya mikropsuz su istenir ve bu durumlarda TO üretim suyunda sık sık mikrobiyolojik analiz yapılır. Genel olarak bizden talep edilen Ters Ozmoz proses suyu, iletkenliği %95 civarı düşürülmüş, sertliği sıfıra yakın olan, mikrobiyolojik kalitesi önemli olmayan sulardır.

Öncelikle şu çok önemli konuyu hatırlatalım: TO cihazı üretim suyunda mikrop görmek istenmiyorsa, TO öncesinde kurulan ön arıtım cihazlarında mikropların mümkün olduğunca giderilmesi gerekir ve TO cihazına dış ortamdan da hava yolu ile mikrobun kesinlikle bulaşması engellenmelidir. TO besi suyunda mikrop varsa, bu mikroplar TO üretim suyuna geçmese dahi, membranın kötü su tarafında yuvalanır, burada ürerve TO membranının su geçirgenliğini azaltır, hatta, bazı durumlarda TO membranını tamamen tıkar. İşte bu sebeple mikrop zaten TO besi suyunda istenmeyen bir varlıktır. Mikroplar geometrik hız ile ve kısa sürede çoğalır, su içindeki katıların birbirine yapışmasını sağlar. Oluşan katı grupları içinde mikroplar koloniler kurar ve sonunda "BİYOFİLM" adı verilen plaklar oluşturur. Biyofilm adlı bu gruplaşma içine sodyum hipoklorit dahil birçok yıkama kimyasalları nüfuz edemez, bu sebeple bir kere oluşmuş **Biyofilm ile mücadele etmek** çok zordur.

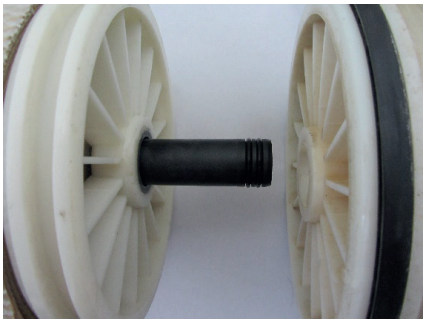
Özetlersek, **"teorik olarak" TO besi suyu içinde mikrop olmamalıdır**. Bunu sağlamak için ham suyun ve TO ön arıtımının sürekli dezenfeksiyonu yapılmalıdır. Ancak, tecrübemiz gösteriyor ki, mikrop / bakteri hiçbir zaman TO ön arıtmasında sıfırlanamıyor. Bu sebeple TO membran yıkamaları periyodik olarak ve

mikrop giderimi maksatlı da yapılmalıdır.

Şimdi sorumuzu tekrarlayalım: Ön arıtmada tamamen giderilemeyen ve TO'a kadar gelen mikroplar, mikrobun iriliğinden binlerce kat daha küçük olan iyonları geçirmeyen TO membranlarından nasıl olur da iyi su tarafına geçer?

Mikropların nasıl TO üretim suyu tarafına geçtiğinin cevabını tahmin edebiliyoruz:

TO Cihazında Kritik Mikrop Kaçağı Noktası: TO cihazının membran kabı içinde bulunan, membranları birbirine birleştirerek TO üretim suyunu taşıyan **"ara parçalar"** bulunur. Bu ara parçaların üzerindeki "O" ringler, membranlara gelen basınçlı ham su ile TO'nun ürettiği iyi su arasında ÇOK KRİTİK NOKTALARDIR. Bu "O" ringlerin bir tarafında 10 - 15 bar üzerinde ham su bulunur, diğer tarafında SIFIR basınçlı TO üretim suyu yer alır.



Resim 1. *Membran Ara Parçası ve O Ringler*

TO basınç pompasının devreye girmesi ve durması gibi anlarda bu "O" ringler hareket eder ve bu hareket sırasında oluşması ihtimali olan bir mikronluk bir aradan birkaç mikrop TO'nun üretim suyu tarafına geçebilir. Resim 1'de "O" ring ile bağlantı yapılan TO üretim suyu **"ara parçası"** görünüyor. Bu O-ringler zamanla aşınır ve düzleşir, O-ringleri yenilemek gerekir.

TO Membranında Küçük Delik Olma İhtimali: Membran imalatı sırasında, imalat hatası olarak "Bir mikron" çapında birkaç delik kalmış olabilir ve bu deliklerden mikrop geçer, çünkü mikropların çoğu bir mikrondan daha küçüktür.

Mikroskobik bir canlının TO membranındaki olası bir delikten iyi su tarafına geçme riskini anlatabilmek için şöyle bir hesap düşündük. Genelde "8 inçlik" olarak adlandırılan bir TO membranında yaklaşık 36 m2 membran yüzeyi bulunur, bu da 36x10 üstü 12 mikron kareye eşittir. **Bir mikrobun bir mikron kare büyüklükteki bir delikten geçeceğini biliyoruz.** Membranda 10 adet 1 mikron kare büyüklükte delik olduğunu var sayarak bir hesap yapalım: 10 adet 1 mikron kare büyüklükte deliğin yüzeyi, toplam membran yüzeyinin 36x10 üstü 11 de biri yapar ki bu kadar küçük delikler TO membranın ürettiği su kalitesini bozmaz, yani,

üretim suyu iletkenliğini etkilemez. Membran imalatında yapılan kalite kontrolunda membranın ham su iletkenliğini yeterli düşürüp düşürmediği kontrol edilir, mikrop geçirgenliği testi yapılmaz. Diğer bir deyiş ile, suyun iletkenliğini kalite standardına göre düşüren bir TO membranı, içinde mikrop geçirebilecek birkaç deliği olsa dahi imalatçının kalite kontrolundan geçtiği için dünya piyasasına verilir.

TO membran kataloglarına baktığımızda, katalogların çoğunda belirli bir model membranın sudaki tuzu ne kadar giderdiğini yazar, mikrop konusuna ait hiçbir kelime yazmaz. Bazı membran imalatçılarının kataloglarının altında ise şöyle bir bilgi veriliyor: "Bir adet membran için en az tuz giderimi %98. Ancak **su içindeki patojenleri (hastalık yapıcı mikrop) ve sistleri (iri mikrop) bu membran**ın **giderme garantisi yoktur."** TO membran üreticileri TO membranını yalnızca tuz gibi su olmayan minerallerden giderimi için garanti eder ve mikrop için hiçbir garanti vermezse, **TO membran**ı için **"mikrop kaçırmaz" diyemeyiz**.

Aslında TO membranının ve TO cihazının icat edilme maksadı, suyu minerallerden (tuzlardan) arındırmaktır, ham suda olması ihtimali olan mikroplardan da arınmak istiyorsak yalnızca TO cihazına güvenmemiz doğru olmaz, her şeyden önce TO ön arıtması sırasında teorik olarak ham suyun SIFIR MİKROPLU olmasını sağlamalıyız ki, bu da imkansız denecek kadar zordur ve pahalı bir yatırımdır.

Mikrop ile Mücadele:

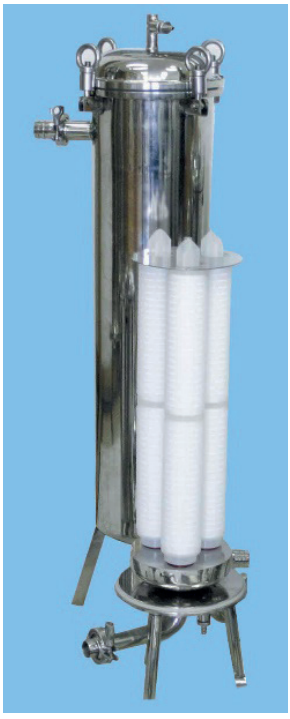
TO membranında mikrop mücadelesini iki yönden ele alabiliriz:

TO'nun besi suyu olan "Ham su" içinde bakterilerin giderilmesinden sonra suyun TO'ya verilmesinin sağlanması: Bunun için ham su TO cihazına gelesiye kadar birkaç kere mikroplardan arındırılmalıdır; örneğin, ham suyun kontrollü klorlanması, yüksek kalitede filtrelenmesi, ultra viyole dezenfeksiyon cihazından geçirilmesi gibi.

TO'nun üretim suyu tarafındaki mikropların giderimi: Bunun için membran üreticilerinin kullanım kılavuzlarında çeşitli dezenfeksiyon yöntemleri tarif edilmektedir. Ancak, TO membranının iyi su tarafına basınçlı su verilemediği için, dezenfeksiyon sıvısı membranın her tarafına ulaşmaz. Bu sebeple TO üretim suyu tarafına geçmiş ve burada üremiş olan mikrop ile mücadele etmek zordur, dolayısı ile kışın haftada bir gibi ve sıcak aylarda 3 - 5 günde bir gibi aralıklar ile TO membranlarına dezenfeksiyon amaçlı kimyasal yıkama yapılır.

Pratik Çözüm:

TO membran üreticileri TO membranlarının sudaki iletkenliği gidermeyi garanti ediyor da mikrop giderimini garanti etmiyorsa, proses suyunda hiç mikrop istenmeyen işletmeler için, proses suyunun kullanım noktasında veya TO üretim suyu çıkışında mikrop geçirmeyen hassas filtreler kullanılabilir.



Resim 2. *Mikrop Tutucu Membran Kartuşlar ve Kartuş Kabı*

Proses müsaade ediyorsa, TO üretim suyu ozonlanabilir, klorlanabilir ve bu iki oksidan kullanımı ile mikrop ihtimali azalır.

Özet: Normal olarak TO cihazı sudaki mikropların çoğunu arındırmasına rağmen, TO cihazı suyun mikroplardan giderimi için değil, suyun minerallerinin giderimi için icat edilmiştir. Bir işletmede SIFIR MİKROP şartı varsa, proses suyunun olası mikroplardan arındırılması için TO cihazı öncesi ve sonrası muhakkak başka mikrop giderici yöntemler de su iyileştirme sistemi üzerinde bulunmalıdır. Diğer taraftan, TO cihazının kendisi için dahi ham suda mikrop bulunması tehlikelidir, çünkü TO cihazına gelen mikroplar TO membranları üzerinde film tabakası oluşturarak suyun geçmesini önler ve TO cihazının kapasitesini düşürür. Bu sebeple **TO cihazı besi suyunun çok iyi mikroplardan arındırılması TO tasarım ve işletmeciliğinin en önemli şartlarındandır.**

Ters Ozmoz Cihazı Konsatre Edicidir

Ters Ozmoz membranları bir taraftan kötü kalitedeki sulardan yüksek kalitede su üretirken, diğer taraftan kötü suyun minerallerini katı partiküllerini ve mikroplarını konsantre eder.

Ters Ozmoz cihazını düşündüğümüzde, cihazın ilk aklımıza gelen görevi: Kötü sulardan iyi kalitede su üretmektir. Ters Ozmoz cihazının diğer bir işlevi daha olduğuna değinmek istiyoruz:

Kötü kaliteli suları birkaç kat kadar KONSANTRE ederek daha kötü su oluşturmak!

İşte, Ters Ozmoz cihazının bu ikinci işlevini **göz önüne aldığımızda ters** ozmoz membranlarının neden tıkandığını, bozulduğunu ve kısa ömürlü olduğunu anlamamız **çok** kolaylaşır.

Şunu kabul edelim: Ters ozmoz cihazı bir tür "Konsantre Edicidir" ve bu yazımızda ters ozmoz cihazının bu ikincil görevi üzerinde duracağız.

1990 yılından bu yana ters ozmoz tekniği içindeyiz, bu konuda oluşturduğumuz hayat tecrübemizi bu makaleye aktaracağız.

Sudaki bazı mineraller konsantre olunca KATI KRİSTAL ÜRETİR: Kalitesi beğenilmeyen sulardan ters ozmoz tekniği ile düşük iletkenlikte, çok düşük sertlikte sular elde edilir. Ancak, ters ozmoz cihazına giren ham su içindeki mineraller maalesef buharlaşıp kaybolmaz, tersine, ters ozmoz membranlarının "ham su" tarafında, diğer adı ile "kötü su" veya "konsantre su" tarafında konsantre olur ve bu konsantrasyon sınırı çok yükseldiğinde su "doyuma ulaşır", bu sebeple membranlar içinde katı kristaller oluşur ve bunlar membranları **tıkar.**

Resim 1. *Kireç İle Tıkanmış Membran*

Suyun doyuma ulaşması sonucu ortaya çıkan "Kristaller"in oluşumunu önlemek için ters ozmoz cihazına gelen ham su içine "Antiskalant" adı verilen bir kimyasal dozlanır. Bu kimyasal bazı kristallerin oluşumunu geciktirir. Ancak, dozaj pompasının arıza yapması, sigortasının atması veya antiskalant deposunda kimyasalın tükenmesi gibi durumlarda **membranların kristaller ile tıkanması kaçınılmaz.**

Antiskalant da membranlarda konsantre olup membranları tıkar mı?

Evet, "Her şeyin fazlası zarar" kuralı antiskalant için de geçerlidir. Gereğinden fazla antiskalant dozlandığında, bu kimyasal membranın konsantre su tarafında konsantre olup membranları tıkar. Resim 2'de antiskalant ile tıkanmış membran görüyoruz.

Resim 2. *Antiskalant İle Tıkanmış Membran*

Sudaki katılar konsantre olur ve membranları tıkar: Ters ozmoz cihazına gelen su içinde bulunan ve koruyucu kartuş filtrelerde tutulamayan çok küçük boyutlu katılar da membranların ham su tarafında konsantre olur ve membranları tıkar.

Resim 3. *Katılar İle Tıkanmış Membran*

Tecrübelerimize göre, koruyucu kartuşların doğru monte edilmemesi, kartuş kalitesinin düşük olması, yüksek basınç farkı ile çalışması gibi durumlarda kartuşlar bazı katıları kaçırır ve bu katılar membran içinde konsantre olur, sonunda membran tıkanır.

Bazı sularda bir mikronluk kartuş filtrelerden dahi geçen çok küçük katılar bulunabilir. Bu küçük katıların sudan alınması ancak Ultra Filtre ile olabilir. Resim 4'de, membran kabı içinde birikmiş çok ince katıları görüyoruz.

Resim 4. *Çok İnce Katılar İle Tıkanmış Membran*

Ters ozmoz sistemi satın almadan önce ham suların "partikül boyut analizi"nin yaptırılmasını öneririz. Boyut analizinde bir mikron altında **çok miktarda katı bulunduğu görülürse** membranları kartuş ile değil UF - Ultra Filtre ile korumak daha doğru olur. UF sisteminin filtrasyonu 0,02 mikron seviyesinde olduğundan UF çok küçük katılar ile beraber sudaki mikropları da sudan ayırır, bu sebeple UF ters ozmoz koruyucusu olarak önerdiğimiz bir filtrasyon yöntemidir.

Resim 5. *Ultra Filtrasyon Sistemi*

Ters Ozmoz membranı içinde mikroplar da ürer:

Aslında, membran içine giren mikroplar konsantre edilmese dahi membran **içinde çok hızlı ürer ve** membranı **tıkar.** Hatta, membran katmanları aralarında bulduk-

ları mikroskobik bir delikten membranın iyi su tarafına dahi mikroplar geçer ve burada da üremeye devam ederler. Bunun sonucunda **ters ozmoz üretim suyunda mikrop görülür.**

Resim 6. *Mikroplar İle Tıkanmış Membran*

Membranların uzun ömürlü Olması için ne yapalım:

Makalemizde anlatmaya çalıştığımız gibi, ters ozmoz membranlarının ikincil görevi olan, sudaki istenmeyenleri "konsantre etmek" görevi sebebi ile membranlar **kısa ömürlü olabilir.**

"İkincil" görevi olmayan membran sistemi bulunmadığına göre, membranların uzun ömürlü olması için aşağıdaki hususlara dikkat etmekte yarar vardır:

Ters ozmoz cihazına gelen ham suyun kalitesi membranın ilk tasarımına uygun mu?

Ham su kalitesi değişebilir, "Ters Ozmoz Günlük Takip Çizelgesi"nde ham suyun iletkenliği, pH ve sertliği kolonlarını da bulundurmak ve haftada bir bu üç parametreyi tabloya yazmak doğru olur. Bu üç su değeri, basit el aletleri ile kolayca ölçülen su değerleridir. Bu değerlerde önemli bir farklılık olduğunda membran tasarımı gözden geçirilmeli ve bunun sonucunda ters ozmoz atık su miktarı ile antiskalant dozaj miktarı yeniden hesaplanmalıdır.

Antiskalant dozajı kesinlikle yeterli olmalıdır, ancak fazla antiskalantın da membranları tıkayacağı bilinmelidir.

Klor gibi oksidanların membrana gelmesini engellemek şarttır. Normal memb-

ranların çoğu klor oksidasyonuna dayanıklı değildir. (Klora dayanıklı membran da vardır.)

Sudaki katıların membranlara gelmesini önlemek için en mükemmel filtre UF'dir. UF kullanılmayacaksa BİR MİKRON özelliğinde kaliteli filtre kartuşu kullanılmasını öneririz.

Membranlar içinde bakteri (Mikrop) üremesini engellemek için her tür önlem alınmalıdır. Membranın içi çok dolambaçlı olduğundan, membranda bakteri üremesi başladıktan sonra, membranların kimyasal yıkamalar ile mikropların membrandan çıkarılma ihtimali azdır.

Sonuç olarak: Ters ozmoz membranlarının ham su tarafının "Konsantre Edici" özelliğini her zaman göz önünde bulundurmak ve bu özelliğe göre ters ozmoz ön arıtımını tasarlayıp işletmek önerilir.

Elektro-De-İyonizasyon Tekniği ile Saf Su Üretimi Konuları

Kitabın bu bölümünde aşağıdaki konularda yazılar yer almaktadır:

Saf Su Hazırlama Yöntemleri

EDI - Elektro-Deiyonizasyon Yöntemi ile Saf Su Üretimi

Saf Su Hazırlama Yöntemleri

Enerji üretim tesisleri gibi bazı sanayi sektörleri iletkenliği çok düşük "Yüksek Saflıkta Su" kullanır. Saf su üretimi için birçok cihazdan oluşan su arıtım sistemleri kurulur. Bu cihazların en önemlileri ters ozmoz ve EDİ cihazlarıdır.

Yazarın notu: *Bu yazımız SAF SU hazırlama konusunda fikir vermek amacı ile kaleme alınmıştır. Saf Su hazırlama konusu çok ayrıcalıkları olan prosesler içerir; bu yazımız bu konunun bir özetidir.*

Saf Su Nedir?

Halk dilinde "Saf Su" sözü, içilen bazı kaynak suları için ve yağmur suyu için kullanılır. Teknik dilde ise, "Saf Su" konusunu **rakamsız ve birimsiz konuşmak doğru değildir**. Saf Su'yun teknik olarak anlatımı için üç tür birim kullanılabilir:

Su içindeki çözünmüş safsızlıkların miktarını belirten **"miligram/Litre - mg/L"** birimi;

Su içindeki safsızlıkların suda oluşturduğu iletkenliğin birimi olan **"mikroSiemens/cm - µS/cm"** veya **"miliSiemens/cm - mS/cm"**;

İletkenliğinin ölçülmesi güç olan çok saf sular için **"direnç"** ölçümü olarak **"MegaOhm/cm - MΩ/cm"** birimi.

En saf suyun 25°C sıcaklıktaki direnci 18,2 MegaOhm/cm'dir, bu da yaklaşık **0,055 µS/cm** iletkenliktir.

"Deiyonize Su" deyimi:

Bir sanayi işletmesi bizden "Deiyonize su sistemi" için teklifi istedi. İşletme ilk kurulduğunda başka bir sanayi işletmesinden **"deiyonize su"** satın aldıklarını ve dışardan su getirmenin pratik olmadığı için kendi işletmelerinde bu tesisi kurmak istediğini beyan etti.

İşletmenin ihtiyacı olan suyun iletkenliğini sorduk, bu bilgi gelmeden teklif hazırlamanın doğru olmadığını belirttik. **"Deiyonize su"** deyince bizim aklımıza gelen su kalitesi, **"bir mikroS/cm"** iletkenlik altında bir su idi. Müşteri iki gün sonra "rakamsal" olarak suyun saflık derecesini bildirdi: **20 - 30 mikroS/cm** iletkenlikte suya ihtiyaçları varmış. Bu durumda, basitçe ters ozmoz tekniği

ile elde edilebilecek bir su olduğunu öğrenmiş olduk ve kısa zamanda bu sistemi kurduk.

"Deiyonize su" iyonlarından arınmış, yani çok düşük iletkenlikte su demektir; **"Demineralize su"** deyimi de aynı anlamı taşır, minerallerden arınmış çok düşük iletkenlikte su demektir.

DİKKAT: Çok saf sular hava ile temas ettiği anda, hava içinde bulunan karbon dioksit (CO_2) gazı kısa zamanda saf su içinde çözünür ve suyun iletkenliği derhal yükselir. Saf su çok "AÇ" olduğu için temas ettiği maddelerin bir çoğunu çözer.

Çok saf sular nerede kullanılır?

Bazı sanayi proseslerinde 0,1 µS/cm altındaki saflıkta sular kullanılır, örneğin buhar ile çalışan enerji santralları, bazı kimya işletmeleri, elektronik sektörü, ilaç sektörü gibi.

Resim 1. *Saf Su Üretimi için EDI Sistemi 30 m³/ Saat*

Çok saf suları hazırlamak için gerekli bilgiler:

Öncelikle işletmeye gelen ham suyun karakteri, en az iki farklı laboratuarda yapılmış detaylı su analizi ve 12 ay içinde ham su kalitesinin değişkenlik ihtimalleri ve ham su sıcaklığı incelenmelidir ki kurulacak olan su saflaştırma sistemi, ham suyun değişkenliklerine rağmen, işletmenin ihtiyacı olan saf suyu sürekli üretebilsin.

Ham sudan çok düşük iletkenlikte proses suyu üretecek olan cihazlara **su içinde bulunan "mekanik" ve "mikrobiyolojik" kirlilikler** girmemelidir, aksi halde çok sık bakımlar ve sistem duruşları yaşanır ve saf su üretecek cihazların ömrü kısa olur. Bu sebeple, ön şartlandırma olarak, ihtiyaca göre birkaç kademeli su filtrasyonu ve su dezenfeksiyonu su arıtım sistemin başlangıcında yer almalıdır.

İki Kademeli Ters Ozmoz Sistemi:

Resim 2. *İki Kademeli Ters Ozmoz Cihazı*

İşletmenin ihtiyacı olan su kalitesi 3 - 4 µS/cm civarındaysa, çoğu zaman kuyu sularından ve şebeke sularından tek kademeli veya iki kademeli ters ozmoz sistemi ile istenen iletkenlikte proses suyu elde edilir. **İki kademeli ters ozmoz sisteminde, ilk ters ozmozun ürettiği kaliteli su ikinci ters ozmoz cihazının besi suyu olur.**

Ters ozmoz tekniği ile 10°C - 15°C su sıcaklığı altında olan ham sulardan **en düşük 2 µS/cm civarında** su üretilebilir. Ham su sıcaklığı daha yüksekse, ters ozmoz üretim suyu en düşük **3 µS/cm** olur. Daha düşük iletkenliğe ihtiyaç varsa, bu durumda, aşağıda tarif edilen EDİ cihazı (Elektro-De-İyonizasyon) sisteme eklenir; EDİ cihazı ters ozmoz üretim suyu ile beslenir ve çok düşük iletkenlikte su elde edilir.

Ham su iletkenliği 300 - 400 µS/cm gibi iletkenlikte olduğunda, yalnızca tek ters ozmoz geçişi sonrası 3 - 4 µS/cm saflıkta su elde edilir. Ancak, bizim hayat tecrübemize göre, düşük iletkenlik isteyen bir işletmede, sanayi prosesinin emniyeti için, tek geçişli ters ozmoz sistemi ile yetinmek işletme risklerini de beraberinde getirir. Çünkü, ham suda oluşabilecek farklılıklar derhal üretilecek suyun iletken-

liğine yansır:

Ham su iletkenliği artarsa ürün suyu iletkenliği artar.

Ham suyun sıcaklığı artarsa ürün suyu iletkenliği artar.

Membranları koruyan antiskalant dozajında hata yapılırsa ters ozmoz membranları tıkanmaya başlar ve üretim suyu iletkenliği artar.

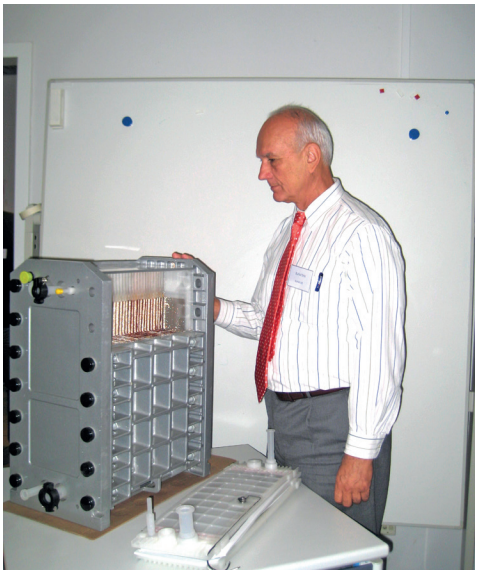
Ters ozmoz ön arıtımında oluşabilecek her sorun üretim suyunun kalitesini etkiler.

Dolayısı ile, proses suyu iletkenliğinin 3 - 4 µS/cm üzerine çıkması istenmiyorsa, proses suyu kalitesini emniyete almak için **iki kademeli ters ozmoz sistemi** yatırımını öneririz.

İki kademeli ters ozmoz sisteminde ilk ters ozmoz cihazı ham sudaki değişiklere göre farklı kalitede su üretir ve sistemin ön arıtmasında oluşacak sorunları karşılayacağı için sık sık bakım ister. Ancak, birinci ters ozmoz cihazından çıkıp ikinci kademe ters ozmoz cihazına gelen suyun iletkenliği değişse dahi ikinci kademe ters ozmoz cihazı her zaman 3 - 4 µS/cm kalitede su üretir ve ön arıtmanın sorunlarından etkilenmediği için işletmenin prosesine her zaman kaliteli su sağlar.

Bir µS/cm altında su üretimi için EDİ Cihazı:

Sanayi prosesinin ihtiyacı "BİR µS/cm" altındaki bir iletkenlikte su ise, ters ozmoz ile elde edilen su "EDİ - Elektro-De-İyonizasyon" adı verilen cihazdan geçirilir ve bu cihaz sayesinde 0,06 µS/cm (16 MegaOhm/cm) kalitede su elde edilebilir.



Resim 3. *EDİ Cihazı Biriminin Kesiti*

Tek Kademe Ters Ozmoz ve EDİ Cihazı:

Ham su iletkenliği 1000 µS/cm altında olduğunda, tek kademe ters ozmoz cihazı ile, **"teorik olarak"** EDİ cihazının besi suyu parametreleri elde edilebilir. Bugün imal edilen EDİ cihazlarının bazılarının besi suyu kalite sınırları aşağıdaki tablo-da gösterilmiştir:

	Birim	Sınırlar

Ancak, yukarıdaki "**İki Kademeli Ters Ozmoz Sistemi**" paragrafında anlatıldığı gibi, tek kademe ters ozmoz cihazı ile düşük iletkenlikte EDİ besi suyu üretilse bile, ham sudaki değişiklikler ve yapılacak işletme hataları sebebi ile EDİ besi su-yunun tek kademe ters ozmoz cihazı ile elde edilmesi riskler taşır. Bu sebeple EDİ öncesi ikinci kademe ters ozmoz cihazı **sistemin SİGORTASI** gibi bulunmalıdır.

İki Kademeli Ters Ozmoz ve EDİ Cihazı Sistemi:

Resim 4. *İki Kademeli T.O. ve EDİ Sistemi*

EDİ besi suyunun iki kademeli ters ozmoz sistemi ile hazırlanması birçok işlet-me riskini ortadan kaldırdığı için emniyetli bir sistemdir ve öneririz. Çünkü, ne kadar önlem alınırsa alınsın, birinci ters ozmoz cihazı işletme hatalarına açık bir

teknolojidir. Birinci ters ozmoz cihazı üretim suyu iletkenliği artsa bile, ikinci ters ozmoz cihazının üretim suyu kalitesi EDİ besi suyu kriterlerini karşılar, böylece hem EDİ cihazı korunmuş olur, hem de prosesin ihtiyacı olan düşük iletkenlikteki suyun üretimi devam eder.

Reçineli Su Saflaştırma Sistemi ile Çok Düşük İletkenlikte Saf Su Üretimi:

Bu yazımızda saf su üretim sistemleri olarak ters ozmoz ve EDİ yöntemlerine yer verdik, çünkü son yıllarda bu sistemler daha çok tercih edilmektedir. Ancak günümüzde iyon değiştirici reçineli sistemler ile çok düşük iletkenlikte su elde eden sistemler hala kurulmakta ve işletilmektedir. Reçineli sistemler ters ozmoz / EDİ sistemine kıyasla daha çok yer tutar ve çok miktarda rejenerasyon kimyasalı tüketir, buna karşın ters ozmoz tekniğine kıyasla daha az su atar.

NOT: ***Makaledeki bilgiler RO ve EDİ teknolojisi ile ilgilidir, markaya veya firmaya göre değişmez.***

Yüksek Saflıkta Su Üretimi için Elektro De-İyonizasyon Yöntemi

Enerji sektörünün ihtiyacı olan yüksek saflıkta suların hazırlanmasında kullanılan ve bugün için en başarılı su hazırlama tekniği Elektro-De-İyonizasyon (EDİ) yöntemidir. EDİ yalnızca elektrik kullanarak kesintisiz saf su üretir, hiçbir kimyasal kullanmaz. EDİ atık su yaratmaz, çevrecidir, işletme avantajları sağlar.

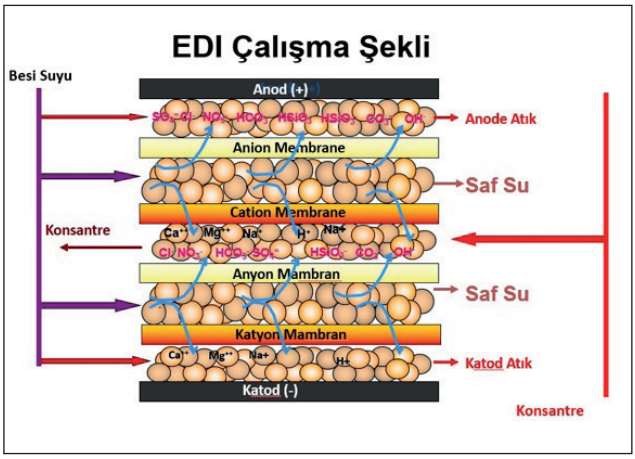
Enerji sektörü başta olmak üzere, elektronik, kimya ve ecza sektörlerinde "elektrik geçirmeyecek kadar saf" suya ihtiyaç duyulan işletmeler vardır. 2000'li yıllardan önce yalnızca iyon değiştirici reçine tekniği ile üretilen yüksek saflıktaki sular, bugünlerde, kısaca EDİ olarak adlandırılan "Elektro-de-İyonizasyon" tekniği ile üretiliyor. Rejenerasyon için asit ve kostik kullanmayan, atık su yaratmayan, işletmesi ekonomik ve az yer kaplayan EDİ tekniği bugünkü sanayi anlayışına daha uygun olduğundan gün geçtikçe daha çok duyulur ve görünür bir teknoloji oldu.

2000 yılında ülkemizde kurulan bir enerji santralı için biz ilk kez EDİ tekniğini ülkemize getirdik ve ülkemizde ilk kez "iyon değiştirici reçine" anlayışı dışına çıktık. 2000 yılında bir enerji santralına kurmuş olduğumuz sistem Resim 1'de görülmektedir.

Resim 1. *Ters Ozmoz ve EDİ Sistemi*

Membran ile saf su üretimi tekniğinde "Seçici Geçirgen" membranların icadı ve gelişimi sonucunda 1990'lı yıllarda imal edilmeye başlanan ve son senelerde teknolojisi tam olarak rayına oturmuş olan EDİ teknolojisi saf su üretimini daha da kolaylaştırdı ve tüm dünyada klasik "Miksbed Deiyonize" cihazının yerini almaya başladı.

EDİ yönteminin çalışma prensibini **kısaca anlatalım:**



Resim 2. *EDİ Çalışma Şekli*

EDİ cihazı sürekli olarak **doğru elektrik akımı** altında bulunur (300 V- 400 V). Bu doğru akım bir taraftan su içinde bulunan (+) ve (-) yük taşıyan iyonların karşıt elektroda doğru hareket etmesini sağlar, diğer taraftan, bir miktar su molekülünü (H+) ve (OH^-) olarak iyonize eder. EDİ içinde küçük bir miktar da katyonik ve anyonik iyon değiştirici reçineler yer alır. Saflaştırılacak su içinde bulunan (+) ve (-) yük taşıyan iyonlar önce reçineler tarafından tutulur. Reçineler suda bulunan (H+) ve (OH^-) iyonları taraftan sürekli rejenere edilirken, reçineleri terk eden (+) ve (-) yüklü iyonlar karşıt elektroda doğru hareket eder ve reçine yatağını sınırlayan "Seçici Geçirgen" membranların diğer tarafında bulunan "atık su" tarafına geçer. Böylece proses suyu, istenmeyen iyonlardan arınır ve saflaşır.

Reçineler içeren "Miksbed" sisteminde reçinelerin rejenerasyonu için gereken (H+) ve (OH^-) iyonları kostik (Na+ OH^-) ve hidroklorik asit (H+ Cl^-) kullanımı ile elde edilir. Bu sebeple miksbed sistemi asit ve kostik içeren sular ile rejenere edilir, dolayısı miksebed tekniğinin kimyasal sarfiyatı vardır ve kimyasal içeren "Atık Su" yaratır. Oysa, EDİ tekniği hiçbir kimyasal kullanmaz, yalnızca elektrik kullanır, onun için EDİ tekniğine **"Kimyasalsız İyon Değiştirici"** diyebiliriz. Yukarıda tarif edildiği gibi, EDİ içindeki reçinelerin kesintisiz olarak sudaki istenmeyen iyonları gidermesi ve diğer taraftan iyonize edilen (H+) ve (OH^-) su iyonları ile ejenere edilmeleri, klasik miksbed deiyonize cihazına kıyasla aşağıda belirtilen avantajları sağlar:

1. EDİ kesintisiz çalıştığı için yedek reçine tankına ihtiyaç olmaz (tandem cihaz gerekmez), İhtiyaca göre seçilmiş tek bir EDİ cihazı kesintisiz çalışarak saf su üretir.

2. EDİ cihazının kesintisiz çalışması sonucu elde edilen saf su kalitesi her zaman

aynı olur. Oysa, klasik miksbed deiyonize cihazlarında rejenerasyon öncesinde ve sonrasında üretim suyu karakteri değişir.

3. EDİ sistemi asit ve kostik kullanmadığı için İŞ GÜVENLİĞİ açısından emniyetlidir. Asit ve kostiğe ihtiyaç olmadığı için, bu kimyasalları satın alma, depolama, kimyasalları taşıma ve kimyasal seviyeleri kontrolları gibi işçilikler de ortadan kalkar, işletme kolaylaşır ve işçilik açısından su üretimi ucuzlar.

5. EDİ hiçbir kimyasal kullanmadığı için "ÇEVRECİ" olarak kabul edilir. Oysa, kimyasallar ile rejenere edilen miksbed deiyonize sisteminin rejenerasyon atıkları asidik ve bazik atık sular yaratır.

6. Klasik miksbed cihazının rejenerasyon atıklarının pH dengesini sağlamak için rejenerasyon sırasında oluşan atık sular büyükçe bir kap içinde toplanır ve daha sonra bu atıkların pH dengesi sağlanır. EDİ'nın kimyasal atığı olmadığı için pH denge kabına ve pH dengeleme kimyasallarına gerek kalmaz.

7. EDİ yüksek verimlidir (%95 civarı). İçinden geçen su ile sürekli rejenere edildiği için EDİ cihazı klasik miksbed gibi su telef etmez. EDİ cihazının %5 kadar olan attığı su atık su sayılmaz, bu su EDİ'yi besleyen Ters Ozmoz cihazının besi suyu içine verilir. Dolayısı ile EDİ hiç atık su yaratmaz.

8. EDİ sistemi mustakil EDİ birimlerinden oluşur, EDİ cihazının kapasitesini büyütmek için sisteme EDİ birimleri eklenebilir.

9. EDİ'nin işletme maliyeti ucuzdur, EDİ cihazı yalnızca elektrik kullanır ve EDİ besi suyunun özelliklerine göre bir metreküp saf su üretimi için bizim kullandığımız EDİ cihazları,0,2 - 0,5 kWh enerji tüketir.

10. EDİ sistemi atık nötralizasyon tankı kullanmadığı için ve yedek cihaza ihtiyacı olmadığı için işletmede az yer kaplar. Örneğin, günde 24 saat ve yılda 360 gün 40 m/saat saf su üreten EDİ cihazının ölçüleri (bizim kullandığımız) yaklaşık olarak 1,5 m x 5,5 m x h 2,2 m'dir.

Resim 3. *Saf Su Üretimi için EDİ Sistemi 2 x 50 m³ Saat*

Klasik miksbed - deiyonize cihazının besi suyu çift reçineli deiyonize cihazı ile veya ters ozmoz cihazı ile hazırlanır. EDİ'nın besi suyu da ayni şekilde hazırlanabilir, ancak yeni bir tesis tasarlanırken genelde EDİ cihazı ters ozmoz cihazı sonrası kullanılmaktadır, böylece su hazırlama tesisinde rejenerasyon için kostik ve asit gerekmez.

EDİ cihazının besi suyu kalitesinin özellikleri için sınır vardır. Aşağıdaki tabloda belirtilen sınırlar içindeki su ile EDİ beslendiğinde, EDİ bakımı en aza iner ve elde edilecek suyun kalitesi 0,06 - 0,07 microS/cm iletkenlikte yani 16 - 17 Megaohm dirençte olur.

	Birim	Sınırlar
İletkenlik	microS/cm	< 43
Sertlik	mg/L ($CaCO_3$)	< 1.0
Silikat SiO_2	mg/L	< 1.0
Toplam Organik Karbon (C olarak)	mg/L	< 0.5
Su Sıcaklığı	°C	5 - 38

EDİ besi suyu değer sınırları

EDİ besi suyunun yukarıdaki tabloda görüldüğü gibi hassas değerlere getirilmesi için gerekli olan ön şartlandırma sistemi ham suyun analiz değerlerine göre seçilir. Ham su iletkenliğinin çok yüksek olduğu durumlarda sular iki geçişli ters ozmoz cihazı ile saflaştırıldıktan sonra EDİ beslenebilir.

Sonuç olarak: İşletme kolaylığı ve işletme ekonomisi sağlaması yanında ÇEVRECİ olan EDİ tekniği yakın bir gelecekte miksbed deiyonize cihazının yerini alabilir. Yukarıda anlattığımız avantajlar göz önüne alındığında, yeni yatırım yapacak olan bir enerji işletmesinin klasik mikbed yerine EDİ sistemini tercih edebilir görüşündeyiz.

Soğutma Kulesi ve Eşanjör Soğutması Konuları

Kitabın bu bölümünde aşağıdaki konularda yazılar yer almaktadır:

Soğutma Kulesi İşletim Sorunlarına Çözümler

Soğutma Suyundaki Katıları Nasıl Sudan Ayırabiliriz?

Isı Eşanjörleri Neden Tıkanır?

Soğutma Sistemi Besi Suyu Nasıl Hazırlanmalı?

Soğutma Kulesi İşletim Sorunlarına Çözümler

Soğutma kulesi ve soğutma suyu sistemi işletmelerin bir çoğu için sorunlu sistemlerdir ve işleticiyi yorar.

Soğutma kulesi ile tanışmamız 1972 yılında, ALARKO Şirketi'nde görevliyken oldu. O yıllardan bugüne soğutma kulesi ve kule işletim sorunları ile ilgili konularla ilgilendik ve 1984 yılında kurulmuş olan su arıtım şirketimiz bünyesinde soğutma kuleleri ile ilgili birçok soruna çözümler ürettik ve uyguladık. Bu bilgi birikimimizi bu yazıda okurlarımız ile paylaşmak istiyoruz.

Bugün piyasada "açık" ve "kapalı devre" soğutma kulesi olarak iki cihaz tarif ediliyor.

Resim 1. *Açık Soğutma Kulesi*

"Açık" olarak adlandırılan soğutma kulesinin su çeviriminde soğuyan su işletmenin içine gider.

"Kapalı devre" olarak adlandırılan soğutma kulesi, İngilizce'de "Evaporatif Kondenser" olarak adlandırılan cihazdır ve bu cihazda hava ve su ile soğuyan su kule içinde kalır, işletmeye gitmez, işletmeden bu kuleye gelen su veya amonyak gibi soğutma gazı kapalı sistem içinde çevrimini tamamlar.

Bu yazımızdaki soğutma suyu sorunlarının çoğu her iki soğutma kulesi için de geçerlidir.

Resim 2. *Kapalı Devre Soğutma Kulesi*

Soğutma kulesi konusuna uzak olan okuyucularımız için kısaca soğutma kulesini tanıtmak isteriz. İşletmelerde **ATIK ISI** oluşur, bu ısı önce suya yüklenir. Atık ısının yok edilmesi için suya yüklenmiş olan ısı "**Soğutma Kulesi"** aracılığı ile tabiatın havasına aktarılır. Bu işlem sırasında atık ısıyı taşıyan suyun bir kısmı buharlaşırken geri kalan su soğumuş olur.

Soğutma kulesinin seçimini genelde "Tesisat Mühendisi" yapar. Tesisat mühendisi sistemden atılacak ısıyı hesap eder, "atık ısı" miktarına göre soğutma kulesini seçer. Tesisat mühendisi açısından soğutma kulesi **"atık ısıyı yok eden bir cihaz"** gibi kabul edilse de, işletici için ve bizim gibi su arıtmacı şirketler için soğutma kulesi **"su kalitesini bozan ve sorunlar yaratan bir cihazdır"**, bizler soğutma kulesini şöyle tarif edebiliriz:

1. Kule fanları aracılığı ile kuleye gelen ortam havası ile ve ayrıca **işletmeden** gelen tüm "katıları" soğutma suyuna aktaran **"Su Kirletme Cihazı"**,

2. Su içinde çözünmüş minerallerden "**katı" kristaller oluşturan "Katı Madde Üretici"** cihaz,

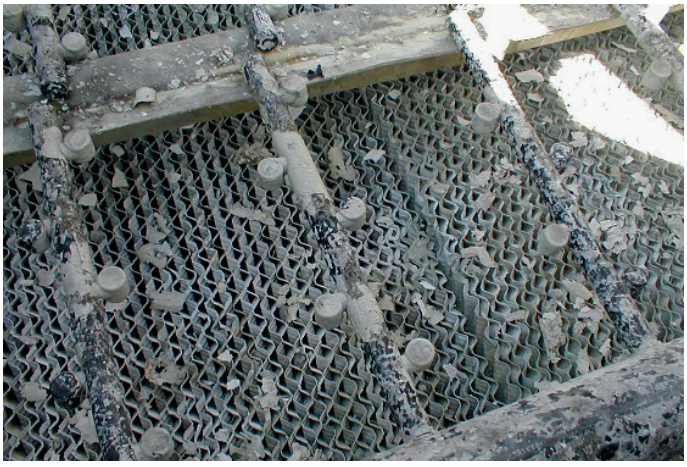
3. Mükemmel **"biyolojik üreme ortamı"**na sahip olduğu için, **içinde her tür bakteriyi üreten,** su sistemine ve insanlara zarar veren **"Mikrop Yuvası"**.

Yukarıdaki üç kötü özelliği sebebi ile işletici soğutma kulesi ile birçok dertler yaşar:

Soğutma kulesinin fanlarının tabiattan emdiği yüksek debili hava ile kuleye gelip soğutma suyuna **giren "katılar"** ve işletmeden soğutma suyuna gelen **"katılar"**

borularda, chiller'de ve ısı eşanjörlerinde **çöker, ısı izolasyonu yapar**, basınç kaybı yaratır ve metal korozyonunu arttırır.

Soğutma kulesinden yalnızca SAF SU buharlaştığı için, geri kalan sudaki mineral oranı çoğalır ve bunun sonucunda soğutma suyu içindeki mineraller suyun ısındığı yerlerde, yani ısı eşanjörlerinde, chiller'de, plastik kalıbı gibi yerlerde "**katı" kristaller oluşturur,** bu cihazların verimliliği bozulur, basınç kayıpları artar, işletme sorunlar yaşar. Ayrıca, kapalı devre soğutma kulesindeki boru demetinin araları dolar, kule görevini yapamaz; **açık kulelerin dolgusu ağırlaşır ve kule çöker.**



Resim 3. *Kule içinde oluşan ve kulenin çökmesine sebep olan kristaller*

C. Soğutma kulesi mükemmel bir "**biyolojik üreme ortamı**" olduğu için, **içinde her tür bakteriyi üretir,** bu bakteriler su sistemine ve insanlara zarar verir. Özellikle kule suyunda üreyen **"Legionella"** bakterisi insanda **ÖLÜMCÜL Lejyoner hastalığı** yapabilir.

Soğutma kulesi işleticisinin üç ana sorunu için çözümlere değinelim.

SORUN 1: Soğutma kulesine gelen katıların yarattığı sorunlara çözüm:

Soğutma kulesini daha önce işletmemiş olan kişilere yukarıdaki bilgileri verdiğimizde onlar şöyle bir soru sorar: "Soğutma suyuna havadan ne kadar katı gelebilir ki?"

Bu soruya cevap vermek için basit bir hesap yapalım:

Bir soğutma kulesi kataloğundan örnek hesap için 300.000 kcal/saat kapasiteli

küçük bir soğutma kulesi seçelim, kataloğa göre bunun fan debisi: **27.000 m³/h.** Kuru ve rüzgarlı bir yaz günü, kule fanının tabiattan çektiği her metreküp hava ile soğutma suyuna yalnızca **0,1 gram/m³** katı madde girdiği kabulü ile, soğutma suyu içine her saat giren katı miktarı **2,7 kg/saat** olur, bu da **günde 64,8 kg katı madde demektir**. Bu kadar katı hiç de az sayılmaz, çünkü bir hafta içindeki katı miktarı:

64,8 x 7 = 453,6 kg !!!. Yani bir haftada YARIM TON KATI !!!

İşte bu sebeple **soğutma suyu filtrasyonu gereklidir.**

Soğutma suyu filtrelendiğinde aşağıdaki avantajlar elde edilir:

Sudaki **katıların** oluşturduğu sorunlar en aza iner,

Sistemde **korozyon** ve aşınma azalır,

Soğutma sisteminin ısı randımanı artar.

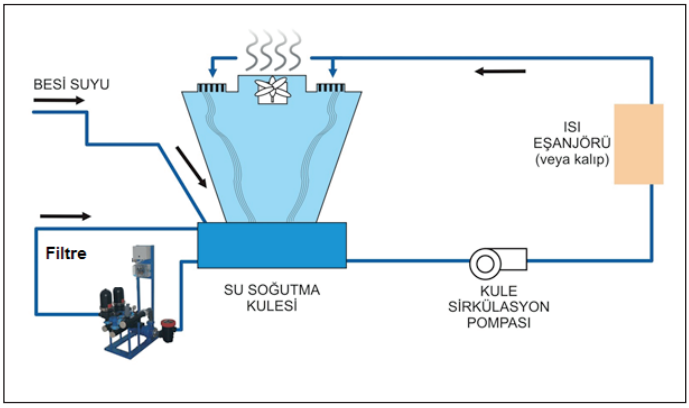
Bunların sonucunda sistem bakımı azalır, sistemin ve kulenin ömrü uzar, işletme randımanı çok yükselir, işletme ekonomisi sağlanır.

Soğutma sularındaki katılar iki şekilde sudan ayrılabilir:

Birinci Seçenek: Soğutma suyunun ana hattı üzerinde, yani çevrim pompasının debisine uygun olarak "**Ana Hat Üzerinde Filtrasyon**". Yüksek kapasiteli soğutma sistemlerinde ana hat filtresi olarak, siklon prensibi ile sudan daha ağır maddeleri sudan ayıran "Katı Ayırıcı" kullanımı çok avantajlıdır.

İkinci Seçenek: Soğutma suyu çevrimi dışında kurulacak olan "**Servis Hattı Üzerinde Filtrasyon**". Bu yöntem çok pratik ve ekonomik bir filtrasyon yöntemi olduğu için sanayi ülkelerinde çok kullanılır, Sanayi tesislerinde bu filtrasyon yöntemi **"Böbrek Filtre"** olarak adlandırılır, Resim 5'deki gibi kurulur.

Resim 4. *Soğutma Suyu için Katı Ayırıcılar*



Resim 5. *Böbrek Filtre Uygulama Şekli*

Soğutma suyu filtre sistemi seçiminde aşağıdaki kriterler göz önünde tutulmalıdır:

Soğutma sistemine havadan ve işletmeden **lifli katılar, yapışkan maddeler, naylon torbalar, yapraklar, kuş tüyleri** dahi gelir.

Soğutma sisteminde üreyen **bakteriler** bazı filtre türlerinde de üreyip filtreleri tıkar. Filtrenin tıkanması sonucunda **soğutma suyu debisi azalır ve işletme sorunlar yaşar**.

Soğutma suyuna uygun olmayan bir filtre kullanıldığında, bu filtrenin otomatik yıkama sistemi filtreyi çok sık ters yıkar ve sonunda **kule suyu boşalır, soğutma**

sistemi durur, **işletme de durur**; bu sorunları önleyici otomasyonu olan filtre sistemi seçilmelidir.

Uzun yıllardır elde ettiğimiz tecrübeler sonucunda her su filtresinin soğutma suyu için uygun olamayacağına şahit olduk. "**Su filtrasyonu ilim değil tecrübe birikimidir**".

Soğutma suyu filtresi'nin "Mikron Seviyesi" ne olmalıdır? (1 mm = 1000 mikron)

Tecrübemize göre, **100 mikron** seviyesinde soğutma suyu filtrasyonu işletmelerin çoğunda yeterli olmaktadır. Ancak bazı hassas proseslerde soğutma suyu filtrasyonunun mikron seviyesi için işletmeciler ile beraber ve deneyler sonucu karar verilir.

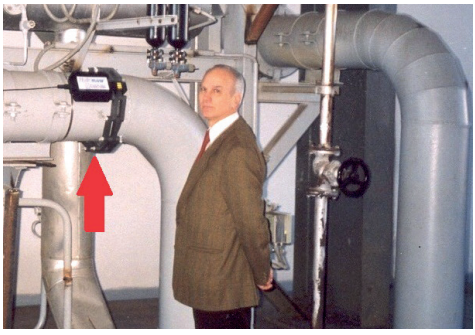
SORUN 2: Soğutma suyunun oluşturduğu "Katı Kristaller" sorununa çözüm:

Soğutma kulesi besi suyu şartlandırılarak kristal yapma özelliği yüksek olan minerallerin miktarı düşürülmeli, bunu yapabilmek için besi suyu Ters Ozmoz cihazı ile hazırlanmalıdır.

Soğutma suyunun içindeki minerallerin, dolayısı ile suyun iletkenliğinin çok artmasını engellemek için kuleden kontrollü blöfler yapılmalıdır (buhar kazanında yapıldığı gibi).

Suyun pH derecesi kontrol altında tutulmalıdır.

Soğutma suyu sisteminde oluşan kristalleşmeyi engelleyici kimyasal ile veya "Frekans Jeneratörü Tekniği" ile kristallerin oluşması engellenmelidir.



Resim 6. *Kireçtaşı Önleyici Frekans Jeneratörü*

Resim 6'da görünen frekans jeneratörü boru üzerine kol saatı gibi takılır, sudaki "Kalsiyum Karbonat" iyonlarının iri kristaller üretmesini engeller.

SORUN 3: Soğutma suyunda "Bakteri" üremesi sorununa çözüm:

a. İnsan sağlığı en önemli konu olduğuna göre, soğutma kulelerinde üreyen ve insan için ÖLÜMCÜL olan **"Legionella"** bakterisi (**Lejyoner Hastalığı)** ile mücadele işletmecinin önemli konusu olmalıdır. **Lejyoner Hastalığı Kontrol Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik 13 Mayıs 2015 tarihinde yayınlanmıştır.**

b. Soğutma suyu sisteminde bakteriler ile sürekli mücadele yapılmazsa bu canlılar aralarında iletişim kurarak BİYOFİLM tabakaları oluşturur. BİYOFİLM boruları tıkar, korozyonu destekler, içinde **Legionella** bakterisini üretir ve ayrıca yosun oluşumunu destekler.

c. Soğutma suyunun **iyi filtrasyonuna** önem verilmelidir, soğutma suyunda ve kulede katıların azalması sağlandığında katılara tutunan bakterilerin çoğalmasını engellenir.

d. Soğutma suyunda mikro-biyolojik ortamın oluşmasını önleyici **kimyasallar** kullanılmalıdır.

e. Belirli aralıklar ile **mekanik temizlik** yapılarak bakteri üreme yuvalarının oluşması önlenmelidir.

f. Frekans Jeneratörü kullanarak bakteriler arasındaki iletişim bozulabilir.

Sonuç:

- Soğutma sistemi kurulurken, soğutma suyu konusunda tecrübeli bir şirket ile işbirliği yapmak ileride yaşanacak işletme zorluklarını önler.
- "Ucuz" değil "Doğru Çalışan" filtrelere ve yardımcı cihazlara yatırım yapılırsa işletme sorunsuz çalışır görüşündeyiz.

Soğutma Suyundaki Katıları Nasıl Sudan Ayırabiliriz?

Soğutma suyuna havadan ve işletmeden katılar gelir, ayrıca su içindeki minerallerin kristalleşmesi ile de soğutma suyunda katılar oluşur. Soğutma suyundaki bu katılar işletmede birçok sorunlar yaratır. Bu sebeple soğutma suyundaki katıların sudan ayrılması için değişik filtrasyon yöntemleri uygulanır.

Soğutma kuleleri bir sistemdeki İSTENMEYEN ISI'yı gidermek maksadı ile kurulur ve bu görevi çok başarılı bir şekilde yapar. Hepimizin bildiği gibi, soğutma kulelerinin yüksek debili fanları, soğutma kulesinin yerleştiği bölgedeki hava içinde bulunan katıları da hava ile beraber su damlacıkları içinden geçirirler, maalesef bu katıların büyük bir oranı soğutma suyu içinde kalır.

Ayrıca, demir - çelik işletmelerinde olduğu gibi, işletmenin kendisinden kaynaklanan katılar da soğutma suyu içine karışır. Buna ek olarak, soğutma suyunun kendisi içinde bulunan kalsiyum, silikat gibi minerallerin kristalleşmesi de soğutma suyu içindeki "katı" sorununu arttırır.

Soğutma suyu içinde her gün miktarı artan katılar, bir süre sonra, soğutma suyu sisteminde aşağıdaki sorunları oluşturur:

Soğutma suyunda mikropların, hatta "lejionella" bakterisinin üremesi;

Kireçlenmenin artması;

Kule dolgularını ağırlaştırıp bu dolguların çökmesi;

Isı transferinin azalması;

Sistem üzerinde bulunan fıskiyelerin, ince boruların ve plakalı ısı eşanjörlerinin tıkanması;

"Chiller"deki ısı eşanjöründe ısı transferini bozduğu için soğutma kompresörünün fazla akım çekmesi,

Özellikle yatay boruların korozyona uğraması ve dirseklerin aşınması.

Soğutma kulesi işleten meslektaşlarımız muhakkak yukarıdaki sorunların bir kaçını yaşamaktadır. Soğutma sularında kullanılan su kimyasalları yukarıda listelediğimiz bazı sorunları çözebiliyorsa da, sudaki katıları yok eden bir kimyasal henüz icat edilmediğine göre, soğutma suyundaki katıların filtrasyon tekniği ile sudan alınması bugün için en mantıklı yoldur görüşündeyiz.

Hangi filtre türü soğutma sularının filtrasyonu için daha uygundur?

Bu sorunun doğru cevabını bulmak için şu araştırmaları yapmakta yarar var:

Soğutma suyu içine ne tür katılar karışıyor ve bunların irilikleri nedir?

Soğutma suyundaki katılardan hangi ekipmanları korumak istiyoruz?

Soğutma suyu filtrasyon yatırımı ne sürede kendini geri öder?

Bu üç soruyu biraz yakından inceleyelim:

Soğutma suyu içine ne tür katılar karışıyor ve bunların irilikleri nedir?

Örneğin demir-çelik sektöründe, demir pasının (tufal) soğutma suyuna karışması bilinen ve planlanan bir olaydır. Tufalın soğutma suyundan alınması için yöntemler geliştirilmiştir. Tufalın yoğunluğu suya kıyasla 5,5-6 kat fazla olduğu için, bunları sudan ayırmak kolaydır.

Ortam havasından soğutma suyuna giren katılar mevsime göre farklı olabilir: Yaz başında saman ve kuru ot; yaz ortasında toprak ve kum; son baharda dökülen yapraklar gibi. Bu maddelerin ağır olanları su hızının düşük olduğu yerlerde çöker, örneğin yatay borular ve soğutma kulesi havuzu gibi. Sudan hafif katılar çökmediği için soğutma suyu ile beraber gidip ısı eşanjörlerini, ince boruları ve fıskiyeleri tıkarlar, ayrıca, soğutma kulesi dolgularının aralarına da yerleşip kulenin kapasitesini düşürürler, sudaki kireç ile birleşip kule dolgusunu ağırlaştırır ve sonunda kule dolgusunun çökmesine sebep olurlar.

Soğutma suyundaki katılardan neleri ve hangi ekipmanları korumak istiyoruz?

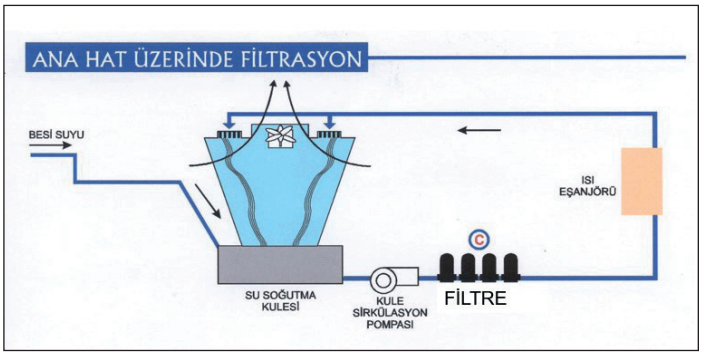
Örneğin, plastik sanayiinde korunması istenen ekipmanların başında plastik kalıpları ve "chiller"in ısı eşanjörleri gelir. Punto kaynak işlemi olan işletmelerde punto kaynak makinaları içindeki ince soğutma borularının mükemmel korunması istenir. Bir çimento fabrikası yanında bulunan işletmede ise, soğutma kulesinin dolgusunu çimento birikimine karşı korumak doğru olur.

Soğutma suyu filtrasyon yatırımı ne sürede kendini geri öder?

Teorik olarak soğutma suyunun düşük mikron seviyelerine kadar dahi filtre edilmesi mümkündür, ancak her filtrayon seviyesinin yatırım ve işletme gideri farklıdır. Soğutma suyu filtresi türü seçilirken bu yatırımın işletmede ne tür bakımları ortadan kaldıracağı ve işletmeye ne kadar ekonomi sağlayacağı hesaplanmalı, buna karşın, filtre yatırımının amortisman süresi de hesaplanmalıdır.

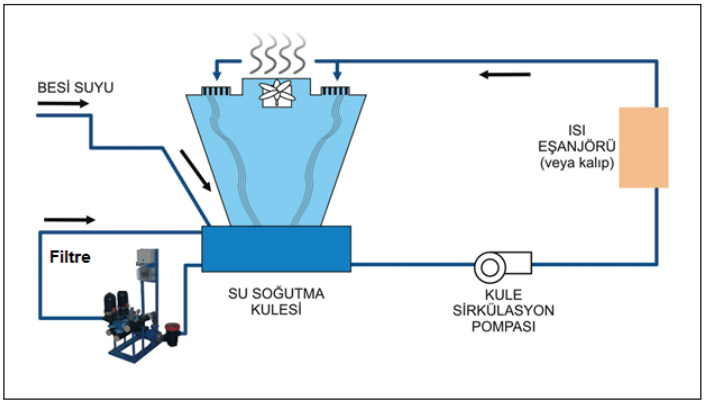
Yukarıdaki araştırmalardan sonra hangi filtrasyon yöntemini seçmemiz gerektiğini araştırmalıyız:

Ana Hat Üzerinde Filtrasyon: Bu yöntemde soğutma suyu sirkülasyon pompası debisinde filtre seçilir. Soğutma sistemi **örneğin** hassas plastik kalıplarını, punto kaynak makinalarını soğutuyorsa, soğutma suyunun tamamının sürekli filtre edilmesi istenir.



Şema 1. *Soğutma Suyu ana hat filtrasyonu*

Servis Hattu Filtrasyonu: Bu yöntemde sirkülasyon pompası debisi göz önüne alınır, ancak bu debinin %5 - %10 oranındaki bir debiye göre filtre seçilir ve bu filtreye uygun debide bir sirkülasyon pompası ile filtre çalıştırılır. Filtre pompası soğutma kulesinin bir noktasından suyu emer, filtreden geçen su kuleye geri döner. Soğutma kulesinin boyutları büyükse, buna göre birkaç servis hattı filtresi konabilir.



Şema 2. *Soğutma Suyu Servis Hattı Filtrasyonu*

Soğutma Suyu Filtresi Türünün Seçimi:

Soğutma suyundaki katıların çoğu sudan ağırsa "katı ayırıcı" (santrifüj separatör)

doğru bir filtrasyon seçimi olabilir, ancak bu cihaz sudan ağır olmayanları sudan ayıramaz.

Kum filtresi türleri ve dolgu filtreler çok ince ve sudan hafif katıları tutarlar. Ancak sudan ağır maddeler kum filtresine gelirse kum filtresi ters yıkamada bu ağır maddeleri ters yıkama sırasında dışarı atamaz ve sonuçta kum filtresinin basınç kaybı çok yükselir, ters yıkama aralıkları çoğalır ve ters yıkamada oluşan atık su çoğaldığı için soğutma suyu azalır.

Resim 1. *Tufallı Soğutma Sularının Katı Ayırıcılar ile Filtrasyonu*

Diskli filtreler her tür katıyı sudan ayırır, ancak su içindeki katı oranı yüksekse çok sık kendini yıkamaya mecbur kalır. Bizim uzun yıllar edindiğimiz tecrübeye göre, diskli filtreler soğutma sularında en başarılı filtredir.

Resim 2. *Soğutma Sularının Disk Filtreler İle Filtrasyonu*

Bazı işletmelerde soğutma suyuna çok miktarda ve değişik yoğunlukta katılar geldiği için, birkaç tür filtrenin peş peşe montajı ile çok başarılı soğutma suyu filtresi tasarlanabilir. Böyle bir işletme için tasarlamış olduğumuz özel soğutma suyu filtresi Resim 3'de görünüyor. Bu filtrasyon sisteminde su önce katı ayırıcıdan geçerken sudan ağır katılar sudan ayrılır, su daha sonra diskli filtreden geçerek belirlenen mikron seviyesine kadar filtrelenir.

Resim 3. *Soğutma Suları İçin Özel Tasarım Filtre Sistemi*

Soğutma Suyunun Filtre Ters Yıkamalarında Kullanımı:

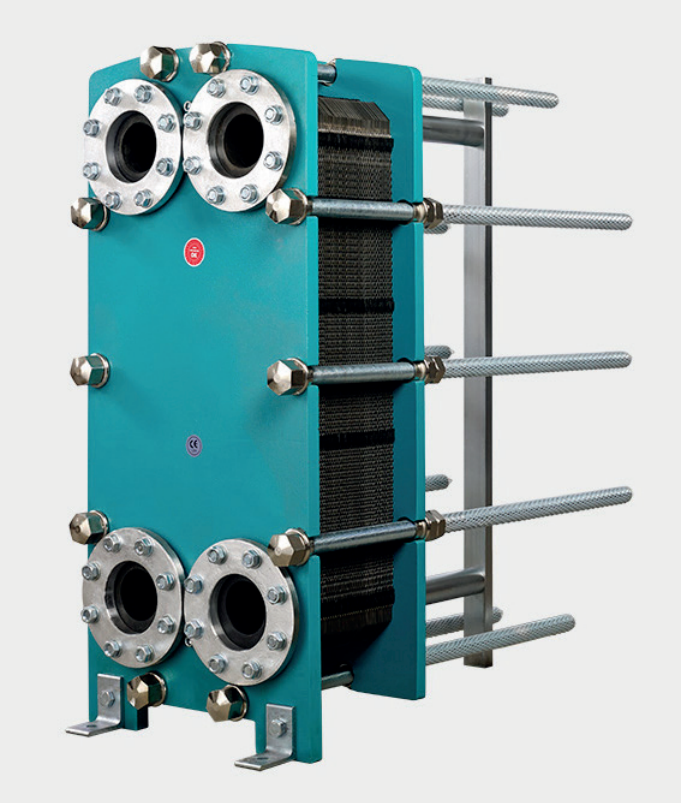
Bazı sanayi kuruluşları için bu konu çok önemlidir, çünkü soğutma sularına yüksek ücretli kimyasallar konur ve soğutma suyunun filtre ters yıkamaları ile atılması istenmez. Ayrıca, kontrolsüz şekilde filtre ters yıkama suyu kullanıp soğutma sularını tamamen tüketme riskleri de oluşabilir. Bu sebeple soğutma suyu filtrasyonunun ve otomatik yıkamasının üzerinde detaylı çalışılması önerilir. Diskli filtreler kendini temizlerken, arzu edilirse soğutma suyunu kullanmadan, işletmenin şebeke suyu ile ters yıkama yapabilir. Diskli filtre soğutma suyu ile kendini temizlese dahi kendini az su ile temizlediği için soğutma suyunu tamamen tüketmez.

SONUÇ: Soğutma kulesi veya evaporatif kondenser kullanan işletmelerde, soğutma sularının, bu işletmeye en uygun bir filtrasyon tekniği ile filtrelenmesi yaşanan işletme sorunlarını azaltır.

Isı Eşanjörleri Neden Tıkanır?

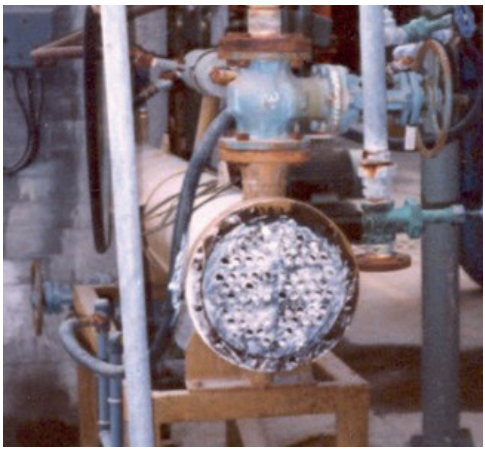
Isı eşenjörleri, iki farklı sıvının birbirine karışmadan ısılarını birbirine aktarmasına yarayan bir cihazdır. Borulu ve plakalı ısı eşanjörleri ısıtma, soğutma işlemlerinde ve sanayi proseslerinde kullanılır.

Sanayi kuruluşlarında ve ısıtma / soğutma sistemlerinde çok kullanılan "Isı Eşanjörleri"nin işletmelerde önemli görevleri vardır.



Resim 1. *Plakalı Isı Eşanjörü*

Eşanjörlerin içindeki su geçiş bölümlerinin tıkanması işletmede gereksiz bakım duruşları, üretim kalitesinde bozulma gibi sorunlar oluşturur ve bu sorun işletmelere pahalıya mal olur, bu sebeple ısı eşanjörlerinin tıkanması kesinlikle önlenmelidir.



Resim 2. *KİREÇ ile tıkanmış Borulu Isı Eşanjörü*

"Isı eşanjörleri neden tıkanır?" sorusunu cevaplarken, bu yazımızda tıkanmanın giderilmesi için çözümler de önereceğiz.

Isı eşanjörü tasarımında, eşanjördeki ısı geçişleri, su hızları, buna paralel olarak türbülans hesaplanır, bir miktar da "kirlenme faktörü" düşünülerek ısı eşanjörü seçilir. Fakat, birçok işletmede eşanjör seçiminde alınan kabul değerleri ve buna göre yapılan eşanjör tasarımı ve seçimi doğru sonuç vermez, çünkü eşanjöre gelen sular tasarımcının düşündüğü suya kıyasla sertliği çok daha yüksek olan ve daha çok katı madde içeren sular olabilir.

Soğutma Suyundaki Katılar:

Soğutma suyu tasarımında, normalde hiçbir katının yeri yoktur, fakat hakikatte, soğutma suyunda birçok katı bulunur:

* Suyun ilk alındığı yerden gelen katılar,
* İşletmedeki prosesin gereği prosesten suya giren katılar,
* Soğutma kulesinin işletme şekli sebebi ile kuleye gelen milyonlarca metreküp hava içinde bulunan her tür katı: Toz, toprak, yaprak, böcek, polen, hatta naylon torba….
* Isı eşanjöründe soğutma suyunun doyuma ulaşması sonucunda oluşan kristaller "$CaCO_3$, $MgSO_4$, $MgCO_3$, SiO_2".

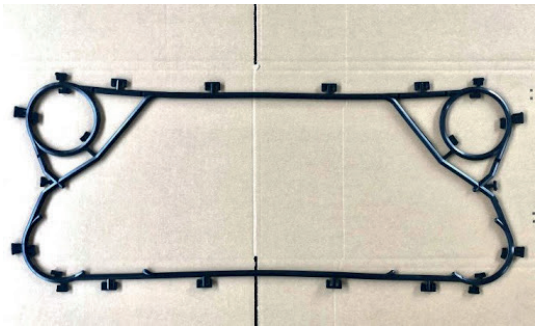
İşte, soğutma suyunda istenmeyen bu katıların bulunması sonucunda eşanjör yüzeylerinde oluşan katı tabakalar ısı izolasyonu yapar, dolayısı ile tasarlanan ısıtma veya soğutma elde edilemez. Bu katılar su geçiş hızını düşürdüğü için,

soğutma suyu türbülanslı akış yapamaz, su hızının tasarım hızına göre düşmesi sonucunda sudaki katılar eşanjör içine çökmeye başlar. Sonunda eşanjör tıkanır, basınç ölçerler, sıcaklık ölçerler alarma geçer ve işletmenin bununla ilgili bölümü mecburen bakım için durur!!!

Resim 3. *Tıkanmış Plakalı Isı Eşanjörü*

Tıkanan eşanjörün "plakalı ve contalı" bir eşanjör olduğunu var sayalım. Eşanjörü açıp inceleyelim: Isı eşanjörünün içinde, soğutma suyu geçen yüzeylerde Resim 3'de görüldüğü gibi sert katmanlar oluşmuş. Bu katmandan küçük bir parça koparıp HCl asidi içine koyalım: Bir köpürme görüyorsak, soğutma suyunun sertliği sebebi ile eşanjör yüzeyinde kalsiyum ve magnezyum tuzları kristalleşmiş demektir. Asit deneyi işlemi sonunda köpürme bitince, deney kabı dibinde asit ile çözünmemiş katılar da görülüyorsa, bunlar, soğutma suyu ile gelen katı cisimlerdir, filtre edilmeleri şarttır.

Isı eşanjörünün plakaları arasında su sızdırmazlığını sağlayan contalar bulunur. Isı eşanjörünün birkaç kez açılıp kapanmasından sonra contaları da yenilemek gerekir ve conta yenilemek ucuz değildir.



Resim 4. *Plakalı Isı Eşanjörü Contası*

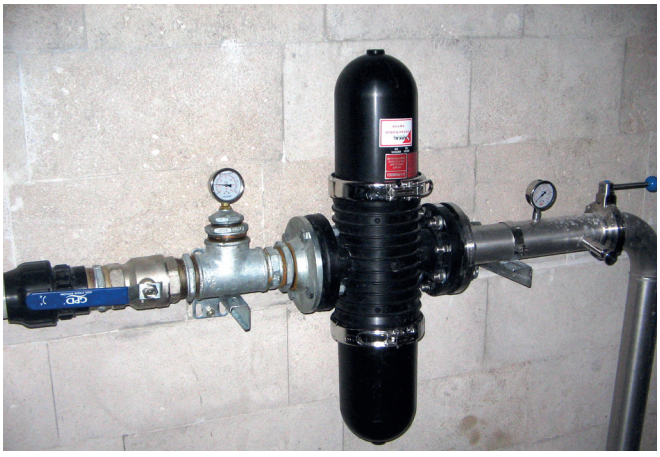
Bazı ısı eşanjörleri açılmayan modeldir. Bu tür ısı eşanjörlere yalnızca kimyasal temizlik uygulanabilir; kimyasalın çözemediği katılar eşanjör içinde birikir, çoğalır ve sonunda eşanjörü yenilemek gerekir.

Isı eşanjörünün periyodik temizliği iyi olur: Isı eşanjörü işletmedeki görevini doğru yapabilmesi için, ilk tasarlanan ısı alış-verişini yapması istenir. Bu görevin doğru yapıldığını, sistemde bulunan basınç ölçer, akış ölçer ve sıcaklık ölçer belirler. Bu göstergeler için belirlenen sınırlar değiştiğinde eşanjörün periyodik bakımının yapılma zamanı gelmiştir.

Isı eşanjörüne girecek soğutma suyunun doğru filtre edilmesi ve şartlandırılması yapılırsa ısı eşanjörü tasarlandığı gibi görev yapar.

Öncelikle soğutma suyunun filtrasyonu konusuna değinelim. Burada iki tür soğutma suyu olabilir: Kapalı devre soğutma suyu ve hava ile temas eden soğutma suyu.

Kapalı devre soğutma suyu ısı eşanjörü ile soğutma kulesi arasında boru içinde dolaşır veya “chiller” ile soğutulur, bu su hava ile temas etmediği için su içine havadan kaynaklanan katılar giremez. Bu tür sistemlerde “emniyet için” el ile temizlenen, Resim 5’deki gibi, 100 - 150 mikronluk bir filtre yeterli olur.



Resim 5. *El ile Temizlenen Filtre*

Eşanjöre giren soğutma suyu hava ile temas eden bir soğutma kulesinden geliyorsa, bu durumda eşanjörün daha iyi korunması önerilir, dolayısı ile tam otomatik olarak kendini temizleyen 100 mikron seviyesinde bir filtre öneririz.

Resim 6. *Tam Otomatik Ters Yıkamalı Filtre 450 m³/Saat*

Soğutma suyu sistemi debisi çok yüksek olduğunda ısı eşanjörlerini korumak maksadı ile soğutma suyunun tamamının filtrasyonu ekonomik olmaz. Bu durumlarda genelde soğutma suyunun %3 - %10 kadar bir kısmı filtrelenir. Bu tür filtrelerin ülkemiz sanayiindeki adı "Böbrek Filtre"dir.

Resim 7. *Chiller Eşanjörü Koruyucu Böbrek Filtre*

Tam otomatik olarak ters yıkama yapan "Böbrek Filtre" sistemine birkaç dozaj pompası eklenerek, su filtrasyonuna ek olarak soğutma suyunun şartlandırılması da yapılabilir (Resim 8'de görüldüğü gibi).

Resim 8. *Eşanjör Koruyucu Soğutma Suyu Böbrek Filtresi ve Kimyasal Dozaj Sistemi*

Soğutma suyunun ısı eşanjörlerinde kristal üreterek "Taş" yapmasını engellemenin yöntemleri:

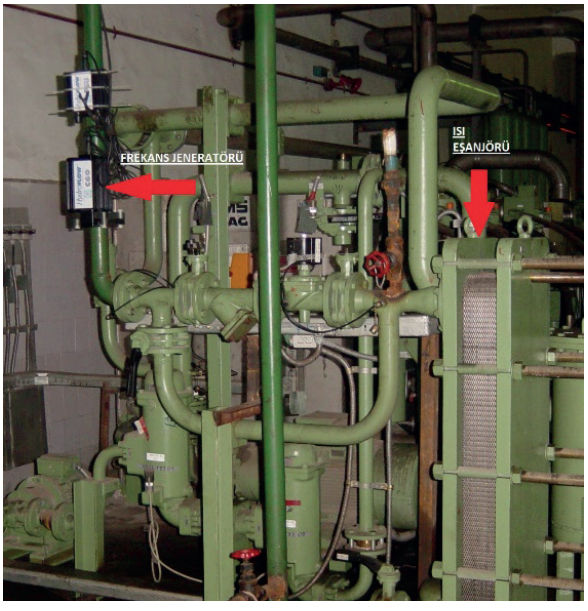
Soğutma Suyunun İletkenliğinin Kontrolü: Soğutma suyunun bir kısmı SAF SU olarak buharlaştığından, soğutma suyu içindeki minerallerin konsantrasyonu

artar ve bu konsatrasyon kritik değer üzerine çıktığında su doyuma ulaşır ve bazı mineraller kristal üretir. Bunu önlemek için, hesaplanan iletkenliğin aşılmasını önlemek doğru olur. Bunun için soğutma suyu sistemi üzerine, iletkenliğe göre bir miktar suyu dışarı atan "blöf sistemi" monte edilir.

Kimyasal Yöntem: Kireç suda bulunan diğer minerallerden çok farklı olarak, su ısındıkça sudaki doyum seviyesi düşer ve sıcak yerlerde kireç kristali ürer ($CaCO_3$). Kireç kristali oluşmasını engellemenin yöntemlerinden biri soğutma suyuna bazı kimyasallar vererek suyun kirece doyum seviyesinin yükseltilmesidir. Resim 8'de görünen dozaj sistemi sayesinde soğutma suyuna gerekli kimyasallar dozlanır ve eşanjörlerde kireç oluşumu önlenebilir.

Frekans Yöntemi: Elektronik tekniğinin gelişmesi sayesinde icat edilen bir yöntem ile, ısı eşanjörünün soğutma suyu giriş borusuna özel bir frekans verilerek, suda oluşan mikroskobik kireç kristallerinin irileşmesi önlenir, bu sayede ısı eşanjörleri kireç ile tıkanmaz. Resim 9'da görüldüğü gibi, frekans üreten bu cihaz boru üzerine kol saatı gibi takılır, dolayısı ile su ile teması yoktur ve bu sebeple suyun korozif olup olmamasından cihaz hiç etkilenmez. Bu elektronik cihaz sudan kireç veya başka bir şey almaz, suya hiçbir şey vermez, yalnızca özel bir frekans üretir ve bu frekans yalnızca kireç kristallerini ($CaCO_3$) etkiler.

Frekans üreten bu elektronik cihazın **çok yararlı bir yan etkisi olduğunu son yıllarda fark ettik:** Soğutma suyunda normalde oluşan "biyofilm" birikimleri bu frekansın etkisi ile oluşamıyor, soğutma kulesinde yosun üreyemiyor; bu sebeple soğutma suyu sisteminde bakteri ve biyofilm üremesi de azalıyor.



Resim 9. *Kireçtaşı Önleyici Frekans Jeneratörü*

Özet olarak, ısı eşanjörlerinin tıkanmaması ve tasarım değerlerinde çalışabilmesi için:

1. Isı eşanjörlerini tıkayan, soğutma suyunda bulunan katılar doğru filtrasyon ile giderilmeli;

2. Soğutma suyunun içindeki mineral konsantrasyonunun hesaplanan bir değeri aşmaması için sistem üzerinde iletkenliğe göre blöf sistemi bulunmalı.

3. Kristal oluşumu kimyasal veya frekans tekniği ile önlenmeli,

4. Soğutma sisteminde biyolojik üreme ve biyofilm oluşumu engellenmelidir.

Soğutma Kulesi Besi Suyu Nasıl Hazırlanmalı?

Soğutma sisteminde devridaim yapan soğutma suyu, soğutma kulesine geldiğinde, su içinden yalnızca H_2O molekülü buharlaşır. Suda bulunan* çözünmüş *mineraller soğutma suyu içinde kalır. Durum böyleyken, eksilen H_2O molekülleri yerine soğutma sistemini yalnızca H_2O molekülleri ile beslemek doğru olmaz mı?

Sulu soğutma sisteminde, suyu soğutmaya yarayan **soğutma kulesinin görevini basitçe şöyle tarif edebiliriz:** Soğutma kulesi, içindeki dolgu malzemesi sayesinde, soğutma suyunu önce damlacıklara böler, böylece suyun hava ile temas yüzeyini arttırır, bir taraftan da, su damlacıkları arasından ortam havasını geçirerek su damlacıklarının kısmen buharlaşmasını sağlar.

Resim 1. *Soğutma Kulesi Şeması*

Soğutma kulesinden buharlaşan su, buharlaşmayan sudan yaklaşık 540 kcal/kg ısı aldığı için, soğutma suyu soğumuş olur.

Soğutma suyu içinde bulunan çözünmüş mineraller ve katılar buharlaşmaz. Soğutma kulesinden buharlaşan su yalnızca SAF SUDUR, yani H_2O molekülüdür. Bu bilgiye dayanarak kendi kendimize şu soruyu sorabiliriz: **"Soğutma sisteminde, devridaim yapan su, soğutma kulesine geldiğinde içinden yalnızca H_2O molekülü buharlaşıyorsa, eksilen bu saf su yerine neden soğutma sistemini yalnızca saf su ile beslemiyoruz?"**

Çok yerinde bir soru, değil mi?

Soğutma sisteminde dolaşan suyun içinden H_2O molekülü, yani SAF SU kısmen buharlaştığı için, soğutma suyu içindeki çözünmüş veya çözünmemiş minerallerin su içindeki oranı gittikçe artar. Çözünmüş mineraller suyun elektrik iletkenliğini

arttırdığından, **soğutma sistemindeki metal aksam "elektro-korozyon" riski altındadır**. Elektro- korozyonun azaltılması için işleticiler sık sık soğutma suyunun iletkenliğini kontrol ederler, iletkenlik yükseldiğinde bir miktar soğutma suyunu sistem dışına atarlar (blöf, deşarj). Bu işlemi el ile yapanlar olduğu gibi, iletkenlik yükseldiğinde otomatik blöf yapan işletmeler de vardır.

Soğutma suyu iletkenliği hangi değere geldiğinde bir miktar suyu blöf etmek lazım?

Bu sorunun cevabı birçok parametreye bağlıdır:

Besi suyunun iletkenlik değeri,

Besi suyunun pH derecesi,

Korür (Cl) iyonu miktarı,

Silikat (SiO_2) miktarı,

Suyun sertlik değeri,

Suyun alkalinitesi,

Sistemde kullanılan su kimyasalının türü ve miktarı gibi.

Pratikte, demir boru veya galvanizli boru içeren soğutma suyu sistemlerinde soğutma suyunun iletkenliği 2000 - 2500 mikroS/cm değerinde tutulduğunda korozyon riski çok azalır. Ancak, korozyona dayanıklı bir soğutma sistemi tasarlandığında ve doğru su kimyasalları kullanıldığında soğutma sistemi deniz suyu ile dahi işletilebilir.

Soğutma sistemi besi suyunun hazırlanmasında "Su Yumuşatıcı" ile "Ters Ozmoz" cihazı kullanımını karşılaştıralım:

Resim 2. *Tandem Su Yumuşatıcı Cihaz*

Bakış Açısı:

Normal bakış açısı **ile bakıldığında** şunu görürüz: Su yumuşatma cihazı günde birkaç kez tuzlu su ile kendini "rejenere" ettiği sırada dışarı su atar. Oysa ters ozmoz cihazı, çalıştığı süre içinde sürekli olarak %10 - %30 oranında su atar.

Geniş bakış açısı ile bakış: Soğutma sistemi besi suyunun hazırlanmasında, **bakış açısını dar tutup**, yalnızca su hazırlama cihazlarını karşılaştırmak doğru olmaz. Çünkü bu cihazlar soğutma sistemi için su üretir ve **bakış açısını geniş tutup su hazırlama cihazlarını soğutma sistemi içinde karşılaştırmak daha doğru olur.**

Geniş açıdan bakarak su hazırlama cihazlarını incelediğimizde şunu fark ederiz: Soğutma sistemi H_2O molekülünü buharlaştırarak soğutma yapar ve su içindeki H_2O molekülünden başkaca hiçbir maddeyi buharlaştıramaz. Dolayısı ile soğutma sistemine yapılacak ilave suyun, teorik olarak, H_2O molekülünden başkaca hiçbir şey içermemesi gerektiği düşünülebilir. Geniş açıdan bakıldığında, %90 - %97 kadar minerallerden arındırılmış su üreten ters ozmoz cihazının ürettiği su, yumuşatıcının ürettiği çok mineralli suya kıyasla soğutma sistemine daha uygun bir sudur.

Resim 3. *Ters Ozmoz Cihazı*

Yumuşatılmış su ile soğutma sistemi beslendiğinde, H_2O dışında, sistemin istemediği mineraller sisteme verilmiş olur ve bu mineraller suyun iletkenliğini yükselttiği için soğutma sistemi blöfleri ile beraber dışarı atılır.

Soğutma sistemini gözlemlediğimizde, soğutma sistemine verilen H_2O dışındaki

maddelerin, yani **tabii olarak suda bulunan minerallerin blöf (deşarj) ile atıldığını görürüz**. Soğutma sisteminden dışarı BLÖF (deşarj) ile atılan su miktarı yaklaşık olarak ters ozmoz cihazının iyi su üretirken attığı su kadardır.

Özet olarak, geniş açıdan bakıldığında ve her iki cihazı soğutma sisteminin içinde kabul ettiğimizde, ters ozmoz cihazı ile beslenen sistem, su yumuşatıcı ile beslenen sistemden daha çok su atmaz. Hatta **ters ozmoz suyu ile beslenen soğutma sistemi daha ekonomik çalışır**. Şöyle ki, ters ozmoz cihazı suyu ile beslenen sistem en az %90 daha az blöf yaptığından soğutma suyu blöfü içinde bulunan ve ücreti yüksek olan kimyasallardan az telef eder. Oysa yumuşatılmış su ile beslenen soğutma sisteminde iletkenlik kısa zamanda yükseldiğinden çok sık aralıklar ile ve yüksek miktarda blöf yapılır ve bu blöfler ile su kimyasalları da atılmış olur.

Neden soğutma sistemleri yumuşatılmış su ile beslenir?

Ülkemizde su yumuşatıcının tarihi çok eskidir. Oysa ilk ters ozmoz cihazı ülkemiz sanayiine 1990 yıllarında kuruldu. Bu sebeple, işleticiler ve projeciler yumuşatma cihazına çok alışkındır ve soğutma sistemi besi suyu olarak genelde "yumuşatılmış" suyun kullanımını düşünürler. Su yumuşatma cihazı suyun sertliğini (Kalsiyum ve Manyezyum minerallerini) alırken yerine Sodyum veren bir cihazdır, **sudaki mineral miktarını düşürmediği gibi, suyun iletkenliğini arttırır ve suyu daha çok korozif yapar**. Bu sebep ile, yumuşatılmış besi suyu, soğutma suyu sisteminde kristal (taş, kireç) oluşmasını kısmen önlese de, su içinde "Silikat" minerali varsa, **silikat kristali** oluşumunu önleyemez.

Ters ozmoz cihazı %90 - %97 oranında suyu minerallerinden arındıran bir cihazdır, ayrıca, yumuşatma cihazına kıyasla çok önemli bir avantajı daha bulunur: Ters ozmoz cihazı ham sudaki istenmeyen maddeler için KESİN ENGELDİR. Bu sebeple, işletme hataları olsa dahi, ters ozmoz cihazı soğutma suyuna hiçbir zaman ilk tasarım dışında sertlik kaçırmaz ve başkaca maddeler de kaçırmaz. Oysa, su yumuşatma cihazı ile su hazırlandığında, işletme hataları ve elektrik kesilmesi gibi durumlarda, soğutma suyuna sertlik ve rejenerasyon tuzu kaçma riskleri bulunur.

Ters ozmoz cihazı %90 - %97 oranında suyu minerallerden arındırdığına göre, ters ozmoz tekniği ile üretilen suyun iletkenliği de ayni oranda düşük olur. Bunun sonucunda, ters ozmoz suyu ile beslenen bir soğutma sisteminden yapılacak blöfler %90 - %97 oranında azalır. Böylece, (tekrar etmekte yarar var) soğutma suyunda kullanılan su kimyasallarının su deşarjı ile telefi en az %90 oranında azalır ki bu da işletme ekonomisine katkısı olan bir avantajdır.

Şöyle bir soru ile karşılaşıyoruz:

"Ters ozmoz cihazı üretim suyunun iletkenliği çok düşüktür, ayrıca saf suyun korozif olduğunu biliyoruz. Soğutma sistemine düşük iletkenlikte su vermek sis-

temdeki metaller için riskli değil midir?"

Yerinde bir soru, ancak, ters ozmoz cihazının ürettiği su kalitesi ile soğutma sisteminde dolaşan suyun kalitesi arasında çok büyük fark vardır. Soğutma kulesi, görevi gereği sürekli olarak saf H_2O molekülünü buharlaştırdığı için, soğutma sisteminde dolaşan suyun iletkenliğini ve sertliğini işletmeci arzu ettiği seviyede tutabilir.

Örneğin, soğutma sistemini beslediğimiz ters ozmoz cihazının üretim suyu özelliklerini şöyle kabul edelim: İletkenlik 50 mikroS/cm, sertlik 0,2 Fr. Soğutma sistemi içinde iletkenlik sınırını 2000 mikroS/cm olarak tutmayı amaçlarsak, sistemi devreye aldıktan sonraki ilk birkaç gün sonra soğutma suyu zaten 2000 mikroS/cm iletkenlik seviyesine yükselir ve sistemdeki metal malzeme 2000 mikroS/cm iletkenlikte su ile temas eder. İletkenliği 2000 mikroS/cm seviyesinde tuttuğumuzda sistem besi suyunu (2000 / 50) 40 kez konsantre etmiş oluruz. Besi suyunun sertliği olan 0,2°Fr sertlik de soğutma suyu içinde 40 kez artmış ve 8°Fr seviyesine ulaşmış olur. Galvanizli borular ile donatılmış evaporatif kondenser imalatçıları da soğutma suyunun 5 - 10 Fr sertlikde olmasını arzu ederler. Bu durumda, ters ozmoz suyu ile beslenen bir soğutma sistemi, soğutma kulesi imalatçısının bu teknik şartını karşılar.

Sonuç olarak, sulu soğutma sistemi H_2O molekülünü buharlaştıran bir sistemdir. Dolayısı ile sistemde eksilen H_2O molekülünü tamamlamak için, H_2O molekülü konsantrasyonu çok yüksek olan ve az miktarda mineral içeren ters ozmoz suyu ile soğutma sistemini beslemek mantıklı görünüyor.

NOTLAR

NOTLAR

NOTLAR

NOTLAR