

29192

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTUSU

SANAYİ TESİSLERİ İÇİN SU HAZIRLANMASI



YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNA MÜH. M. ENGİN KILIÇAY

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

İSTANBUL 1993

İÇİNDEKİLER

ÖZET

SUMMARY

1 GİRİŞ.....	1
1.1 SU HAKKINDA GENEL BİLGİLER.....	1
1.2 KULLANILMIŞ SULARIN YENİDEN KULLANILABİLİR DURUMA GETİRİLMESİNDE YAPAY BESLEME YÖNTEMİ.....	6
2.1 SU KİRLİLİĞİNİ OLUŞTURAN NEDENLER VE SU KİRLİLİĞİ KAVRAMI.....	9
2.2 SU KİRLİLİĞİNİ BELİRLEYEN PARAMETRELER.....	10
2.2.1 TOPLAM KATI MADDELER.....	11
2.2.2 BİYOLOJİK OKSİJEN İHTİYACI (BOİ DEĞERİ).....	11
2.2.3 KİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (KOİ DEĞERİ).....	12
2.2.4 AZOT TÜRLERİ VE TOPLAM AZOT.....	12
2.2.5 TOPLAM FOSFOR.....	13
2.2.6 pH VE ALKALİNİTE.....	14
2.3 ZEHİRLİLİK.....	14
3.1 KULLANILMIŞ SULARIN MEKANİK OLARAK ARITILMASI.....	16
3.1.1 IZGARALAR.....	17
3.1.2 ÖĞÜTÜCÜLER.....	18
3.1.3 ÖĞÜTÜCÜLERİN YARARLARI VE SAKINCALARI.....	18
3.1.4 KUM TUTUCULAR.....	18
3.1.5 DİKDÖRTGEN KESİTLİ KUM TUTUCULAR.....	19
3.1.6 DAİRESEL KUM TUTUCULAR.....	20
3.1.7 DÜŞEY AKIMLI KUM TUTUCULAR.....	21
3.1.8 HAVALANDIRMALI KUM TUTUCULAR.....	22
3.1.9 ANA AKIM DOĞRULTUSUNA GÖRE YAN TARAFTA BULUNAN KUM TUTUCULAR.....	23
3.2 KULLANILMIŞ SULARIN KİMYASAL OLARAK ARITILMASI.....	24
3.2.1 KULLANILMIŞ SULARIN DEZENFEKSİYONU VE KLORLANMASI.....	24
3.2.2 ÇÖKELTME HAVUZLARI.....	24
3.2.3 İMHOF TANKLARI.....	26
3.2.4 YUMAKLAŞMA.....	26

3.2.5 ÇÜRÜMENİN İKİ AŞAMADA OLMASININ YARARLARI VE SAKINCALARI.....	27
3.2.6 KURUTMA YATAKLARI.....	28
3.2.7 VAKUM FİLTRELERİ.....	28
3.3 KULLANILMIŞ SULARIN BİYOLOJİK OLARAK ARITILMASI.....	29
3.3.1 DOĞAL BİYOLOJİK ARITMA.....	29
3.3.2 YAPAY BİYOLOJİK ARITMA.....	29
3.3.2.1 DAMLATMALI SİSTEMLER.....	29
3.3.2.2 AKTİFLEŞTİRME YÖNTEMİ.....	30
3.3.5 DÜŞÜK HIZLI DAMLATMALI FİLTRELER.....	30
3.3.6 ORTA HIZLI VE YÜKSEK HIZLI DAMLATMALI FİLTRELER.....	30
3.3.7 AŞIRI HIZLI DAMLATMALI FİLTRELER.....	31
3.3.8 AKTİFLEŞTİRME (ÇAMUR KAYNAŞTIRMA) YÖNTEMİ.....	33
3.3.9 HAVALANDIRMA SİSTEMLERİ.....	33
3.3.10 ÇAMUR İŞLEME, HAZIRLAMA VE BOŞALTMA İŞLEMLERİ.....	34
3.3.11 ANAEROB ÇAMUR STABİLİZASYONU (ÇÜRÜTME).....	35
3.3.12 MAKİNALARLA ÇAMURUN SUZULMESİ.....	35
3.3.13 SANTRİFÜJLEME.....	35
3.3.14 GENEL OLARAK ARITMA YÖNTEMLERİ.....	36
4.1 TEKNOLOJİK SU İSLAH YÖNTEMLERİ.....	41
4.1.1 GENEL AÇIKLAMA.....	41
4.1.2 DIŞ İSLAH YÖNTEMLERİ (EXTERNAL TREATMENT).....	42
4.1.3 İÇ İSLAH YÖNTEMLERİ (INTERNAL TREATMENT).....	43
4.2 SU YUMUŞATMA.....	47
4.3 BUHAR KAZANLARINDA BLOF İŞLEMİ.....	48
4.4 SUYUN KAZAN İÇİNDE İSLAHI.....	49
4.5 ASKIDAKİ (SUSPANS) MADDELERİN YARATTIĞI SORUNLAR.....	50
4.6 KAZANLARDA KOROZYON.....	53
4.7 OKSİJEN KOROZYONU.....	54
4.8 OKSİJEN ALICI KİMYASAL MADDELER.....	54
4.8.1 SODYUM SÜLFİT.....	55
4.8.2 HİDRAZİN.....	56
4.9 ERİMİŞ OKSİJEN KAYNAKLARI VE SİSTEMDEN OKSİJENİN ARINDIRILMASI.....	57
4.10 OKSİJEN VE KARBONDİOKSİT KOROZYONU.....	59

4.11 OKSİJEN VE KARBONDİOKSİT KOROZYONUNUN KİMYASAL OLARAK AÇIKLANMASI.....	60
4.12 ERİMİŞ CO ₂ 'NİN KAYNAKLARI VE SİSTEMDEN UZAKLAŞTIRILMASI.....	62
4.13 BUHARDAKİ CO ₂ MİKTARININ DÜŞÜRÜLMESİ.....	63
4.14 KARBONDİOKSİT KOROZYONUNUN ÖNLENMESİ VE DENETİMİ.....	64
4.15 SAF BUHAR ÜRETİMİ VE BUHARIN SU SÜRÜKLEMESİ.....	66
4.16 KOROZYON (YENİM) TÜRLERİ.....	70
4.16.1 YAYILMIŞ (UNIFORM) KOROZYON.....	70
4.16.2 GALVANİK KOROZYON.....	71
4.16.3 ÇATLAK KOROZYONU.....	71
4.16.4 EREZYON KOROZYONU.....	72
4.16.5 KAVİTASYON KOROZYONU.....	72
4.16.6 ALAŞIM BOZMA VEYA SEÇİCİ FİLTRELEME.....	72
4.16.7 KARBONLAŞMA.....	73
4.16.8 GERİLİM KOROZYONU.....	74
4.16.9 MİKROBİYOLOJİK KOROZYON.....	74
4.16.10 YER AKIMI KOROZYONU.....	75
4.17 KİMYASAL ARINDIRMA YÖNTEMLERİ.....	76
4.18 KİMYASAL TEMİZLİK UYGULAMALARI.....	77
4.19 KİMYASAL HAZIRLAMA MADDELERİNİN DÜZENEGE VERİLİŞ YÖNTEMLERİ.....	79
4.19.1 GENEL AÇIKLAMALAR.....	79
4.19.2 KİMYASAL MADDE BESLEME (DOZAJ) YÖNTEMLERİ.....	80
4.19.2.1 SOLÜSYON BESLEYİCİLERİ.....	80
4.19.2.2 SÜREKLİ BESLEYİCİLER.....	80
4.19.3 BUHAR KAZANLARINA İSLAH AMACI İÇİN VERİLEN KİMYASAL KATKI MADDELERİ VE BUNLARIN UYGULANMASI.....	84
4.19.4 KAZAN SUYUNUN KİMYASAL KONTROLÜ İÇİN VERİLEN KATKI MADDELERİ VE BUNLARIN DOZAJ NOKTALARININ ŞEMATİK GÖSTERİMİ.....	87
4.20 SOĞUTMA SUYU DEVRELERİNDE SU İSLAH ÇALIŞMALARININ KISA TARİHÇESİ.....	88
4.21 HAVA ŞARTLANDIRMA SİSTEMLERİ VE SOĞUTMA KULELERİNDEN SU REJİMİ UYGULAMASI.....	89

4.21.1 KAPALI DEVRE SUYU.....	90
4.21.2 AÇIK DEVRE (KONDENER) SUYU-SOĞUTMA KULELERİ SİRKULASYON SUYUNDA GENEL İSLAH ETÜDÜ.....	92
5 BUHAR KAZANLARININ EKONOMİZASYONU İLE İLGİLİ BİR UYGULAMA.....	96
5.1 BUHARIN SUDAN AYRILMASI.....	96
KAYNAKLAR	
ÖZGEÇMİŞ	



ÖZET

Suların niteliğini, içerisindeki çözünmüş maddelerin, katı suspansların (askıdaki maddeler) ve kolloidal maddelerin türü ve miktarı belirler. Özellikle ham suların karakterlerinin belirlenmesinde bu suyun içerisindeki her türlü yabancı maddenin sınıflandırılarak miktarlarının saptanması önemli bir unsurdur.

Suların özelliklerini belirleyen unsurları dört grupta toplayabiliriz:

- 1-Suspans (askıdaki) katılar.
- 2-Çözünmüş (erimiş) katı maddeler.
- 3-Çözünmüş gazlar.
- 4-Ortak özellikler.

Endüstride kullanılan suyun içerdiği askıdaki maddeler suyun kullanıldığı donanımlarda ve geçtiği devrelerde çok çeşitli sorunlara neden olur. Bunun için suspans maddelerin neler olduğunu, ne gibi sorunlara neden olduğunu ve nasıl giderildiğini bilmek, çeşitli endüstri kollarında karşılaşılan bir çok sorunun giderilmesinde oldukça önemli bir rol oynayacaktır.

Bu çalışmada çözünmüş katı ve gaz maddeler ile çözünmüş gazlar ve suyu kullanımdan önce gerekli standarta getirmeyi gerektiren iletkenlik (konduktivite), pH (daha asidik ya da bazik), pHs (sertlik oranı) gibi ortak özelliklerden söz edilmekte ve bunları giderme yolları anlatılmaktadır.

Kullanılmış suların içindeki kimyasal, biyolojik ve diğer atıkların giderilmesi de üçüncü bölümün konusunu oluşturmaktadır.

Dördüncü bölümde teknolojik su ıslah işlemlerinden söz edilmekte ve korozyon (yenim) türleriyle bunların giderilmesi açıklanmaktadır.

Son bölümde ise kazanların maliyet ve masraflarının azaltılmasına yönelik bir uygulama ile bunu kolaylaştıran ve hesaplamaların yapıldığı program akış diyagramı verilmiştir.

SUMMARY

The quality of water depends on suspends and colloidal substances which exist with water. Especially, classification of substances in water is an important matter of finding out of characteristics of unprocessed water. It is also necessary to know amount of substances in the water. Some materials may be harmful for the parts of an apparatus which is mostly operated at aquatic processes. If there is a case like this, so the materials have to be eliminated in some certain ways which are called "WATER TREATMENT".

The factors which determine the characteristics of water can be casted as four main groups:

- 1-Floating solids in water.
- 2-Soluted solids in water.
- 3-Soluted gases in water.
- 4-Common properties of all kinds of water.

The suspends which are contained by water being used in industry can cause various problems at devices and units. It is quite important to know what suspends are contained by water, what sorts of problems they cause and how it can be solved.

The four reasons shown above are the main subject which is explained in the second and third chapter.

In the fourth chapter, general information is given about the waste water types of various industrial processes.

In the all chapters, "water treatment" techniques are explained.

An application is also given in the last chapter.

1 GİRİŞ

1.1 SU HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Su kirliliğinin nedenleri, kirletici maddelerin durumuna (asıltı ya da çözelti maddeler) doğasına (organik ya da mineral maddeler) ve canlı organizmalar karşısındaki tepkisine (biyolojik yoldan azalabilen maddeler, eylemsiz maddeler ve zehirli maddeler) göre sınıflandırılabilir. Bu sınıflandırma, her kirletici türüne uygun arıtma yöntemlerinin belirlenmesini sağlar. Kirliliğin karmaşıklığı nedeniyle, kirleticileri birbiri arkasındanyok etmek için bir dizi yöntem uygulanması gerekir. Asıltı maddeler, bir pıhtılaşma aşamasından sonra, çökeltme, süzme, vb. gibi fiziksel yöntemlerle ayrılabilir. Eylemsiz ya da zehirli çözülmüş maddeler ise, oksitlenme, yüzerme (adsorpsiyon) vb kimyasal yöntemlerle uygulanabilir.

Kirliliğin önemli bir bölümünü de, biyolojik yoldan azalabilen organik maddeler oluşturur. Bunlardan kurtulmak için ise biyolojik yol denilen üçüncü bir yöntem vardır.

Dünyada $1,4 \times 10^{18}$ metreküp su vardır; bu kişi başına 420 milyon ton su demektir. Okyanuslar Dünya'nın % 71'ini kaplar ve dünyadaki suyun % 97' sini içerir. Deniz suyu % 3,5 oranında erimiş tuzlar içerir. Kalan % 3 tatlı sudur. Tatlı suyun 3/4'ü buzullardadır, kalan 1/4'un büyük bölümü yeraltı sularıdır. Göller ve ırmaklar kara tatlı sularının % 1,5'ini oluşturur. Dünya suyunun %0,01'i ırmak ve göller (yüzey suları) ve %0,75'i yer altı sularıdır. Dünyadaki su miktarı, petrol türevlerinin yanması sonucu da artmaktadır.

Kirlenmiş içme suyu kokar. Böyle bir suyun tadı bozuk bulanık ve renklidir. Çamaşır yıkamada kullanılırsa çamaşırı boyar. Kirli suyun içinde çamur, yosunlar ve asalak bitkiler bulunur ve balıkları öldürebilir. Suyu kirleten şey, içindeki maddelerin miktarından çok niteliğidir. Örneğin okyanus suyu %3,5 oranında tuzlar içerdiği halde, pınar suyu kadar berrak

ve kokusuzdur. Buna karşı lağım suyu % 0,1 yabancı madde içerdiği halde, bulanık ve çok pis kokuludur.

Göl suyunda 0.01 ppm fosfor oluşu bile yosun üremesine neden olur. Damıtılmış suda bile 5ppm (ppm = part per million = milyonda kısım) yabancı madde vardır. Kirlenmemiş doğal sular 50- 1000 ppm, deniz suyu 35000 ppm yabancı madde içerir. 1 ppm, 1 m³ suda 1 gr yabancı madde demektir (1m³ 'de 10⁶ cm³ olduğu için). Bunu yüzde olarak ifade edersek 1 ppm = % 0.0001' dir.

Suda en fazla anorganik maddeler bulunur. Bunlar fazla miktarda bulunmadıkça suyun görünümünü değiştirmezler; yalnız birkaçı suyun rengini değiştirir. K, P ve N gübrelerde mevcuttur ve bunlar suya karışabilir. NaCl asıl deniz suyunda bulunursa da 'tatlı' sularda da 300 ppm kadar NaCl bulunur. Tuzlu su tadı 350 ppm' den sonra alınır.

Bazı kuyulardan veya terkedilmiş madenlerden gelen suyun kırmızı renkte oluşu, suda az eriyen demirkarbonat nedeniyledir. Bunun için 0.05 ppm demirkarbonat yeterlidir. Suda NaCl veya demirkarbonat bulunuşu nispeten zararsızdır.

Suya Hg, Pb ve Cd tuzları karışabilir; bunlar çok toksit metallerdir. Özellikle Hg' nin içme suyunda milyarda 2' den fazla oluşu zehirlenmeye yolaçar.

Birçok fosfatlar, örneğin kalsiyumfosfat, sudaki suda erimeyen tuzlara örnektir. Fakat fosfat suda birkaç ppm erir; bu ise yosunların ve zararlı otların üremesini çok hızlandırır.

Birçok yerde içme suları 1000 ppm civarında zararsız tuzlar içerir; içme suyunun tadını bu tuzlar verir. İçinde anorganik tuzlar olmayan suların tadı yoktur.

Yağmur suları toprağın altına süzülürken topraktaki tuzları eritirler. Bu nedenle pınar, ırmak ve göl tuzları 1000 ppm' e kadar tuzlar içerir.

Suyu kirletici anorganik maddeler Fe, PO₄' lar, Hg, Cu, Mn, siyanürler ve nitrat' dır. Cu 1 ppm' de bile birçok canlı için toksittir. Bu nedenle CuSO₄ yosun üremesini önlemede kullanılır. Çok az miktarda Mn (0.03 ppm) bile suyu boyar. Siyanürler çok zehirlidir, elektrolizle kaplama endüstrisinde kulla-

nılmaktadır. İçme suyunda 50 ppm nitrat bile bebeklerde "mavi bebek" hastalığını yapar (methemoglobinemi). Nitrat, göllerde yosun büyümesini hızlandırır. Sulara nitrat karışmasının başlıca 4 nedeni vardır: Nitratlar suda erir, toprağa absorbe olmaz ve baklagillerin köklerinde bazı bakteriler yardımıyla havadaki N' dan oluşur. Canlılar olup çürüyünce yapılarındaki N toprağa NO_3 olarak geçer.

Suyun bulanık oluşu genellikle içinde, suda erimeyen kil bulunuşudur. Kil O, Si ve Al içerir, suya suyun toprak ve kayaları aşındırması sırasında katılır. Göllerin ve ırmakların doğal karışması ve girdapları, çok küçük ve suda erimez kil parçacıklarını suda asılı durumda (suspans) tutar. Sudaki inorganik maddeler, bakteriler tarafından çok az kullanıldıklarından, suda sürekli kalırlar.

Suya yağlar, proteinler, karbonhidratlar, bazı şekerler ve alkoller karışabilir. Suda organik maddelerin artışı, suda erimiş olan O_2 'i tüketir. Normalde atmosferik O_2 suda erir, ve orta sıcaklıklardaki bir su 7 - 10 ppm (% 0.0007 - 0.001) O_2 tutabilir. Sulara organik madde karışması, bu az miktardaki O_2 'i kullanır., bunun sonucu olarak balıklar O_2 'sizlikten ölür ve O_2 yokluğunda görülen (anaerobik) kimyasal reaksiyonlar başlar. Bu anaerobik reaksiyonlar sonucu su pis kokar. Suda milyarda birkaç oranda organik maddeler suyun tadını bozar, ve pis kokuya neden olur.

Sudaki bakteriler, sudaki organik maddelerin bir bölümünü besin olarak kullanıp yok eder. Ne yazık ki, bugün yılda 10000 adet yeni organik madde sentez edilmektedir ve bunların çoğu su bakterilerince ayrıştırılmaz. bunlar suya çok az miktarda karışsa bile sağlığa zararlı olur. Buna bir örnek pestisidlerden DDT' dir. Ham petrol ve motorin bakteriler tarafından yavaş bir şekilde ayrıştırılır; bu nedenle suların bu maddelerle kirlenmesi uzun süre devam eder ve birçok balığı vb. öldürür.

BOD biyokimyasal oksijen gereksiniminin ing. baş harfleridir. BOD organik maddelerle kirlenmiş bir suda, bakterilerin organik maddeleri parçalarken O_2 kullanırlar. Tabi ki, BOD

ancak biyodergradabl (bakterilerce parçalanabilir) organik maddelerin miktarı için bir ölçüdür. Örneğin DDT de organik bir maddedir; fakat DDT bakterilerce parçalanmadığından DDT' li suların BOD'sı sıfırdır. Bazı gıda endüstrisi artık sularının BOD' sı 100000 ppm, lağım suyunun BOD' sı 200 ppm, göl suyunun 2 ppm ve içme suyunun sıfır ppm' dir.

Bir göl veya ırmak suyu şehir boru şebekesine verilmeden önce, su satlaştırma fabrikalarından geçmektedir. Burada 4 işlem yapılmaktadır:

1) Bulanıklık gidermek: Bulanıklık veren suda asılı kil parçacıklarıdır. Su, 2000 yıl önceki bir yöntemle, 30-180 cm kalınlığında kum tabakasından geçirilerek berrak hale getirilmektedir. Kumdan filtre etmek hem bulanıklığı, hem yosunları, hem de bakterileri yok eder. Bu filtrasyon fiziksel, kimyasal ve biyolojik olup gerçek bir süzme değildir. çünkü kum tanecikleri arasındaki mesafe, parçacıkları tutamayacak kadar büyüktür. Sudaki kil parçacıklarını çöktürme, suya şap (aluminyumsulfat) veya kireç (CaO ve MgCO_3 eklenerek hızlandırılır. Bulanık sudan çöken kil de bir sorundur. Örneğin ABD'deki 3600 su temizleme fabrikası yılda 1 milyon ton çamur üretmektedir. Eskiden bu çamurun büyük bir bölümü akarsulara verilirdi. Şapla dokulmuş bu yağlı, jeletinoz çamur ırmaktaki canlıları olumsuz etkiliyor, balıkların yumurtalama alanlarını kirletiyor, dalga ve akıntılarla karıştığında suyu bulandırıyor. Bu çamurun bir bölümü büyük havzalarda veya lagünlerde kurutulmaktadır. Bir bölümü ise kanalizasyon sistemine verilir ve lağım suyu temizleme fabrikalarına gelir. Bugün şap yerine $\text{CaO} + \text{MgCO}_3$ kullanılması sonucu çamur yerine kil + CaCO_3 karışımından oluşan kireç taşları elde edilmektedir. Bu katı artıklar toprağa verilmektedir.

Suların berraklaştırılmasında, özellikle çok bulanık iseler karbon tozları da (aktif kömür) kullanılmıştır ve kullanılmaktadır.

2) Suyun sertliğini gidermek: Ca, Mg ve Fe içeren sulara sert sular denir. Bu metaller sabunla reaksiyon vererek peynirimsi

bir çokuntü oluşturur. Bu ise suyun sabunla köpürmesini engeller. Suyun sertliğini su satlaştırma fabrikalarında kireç-soda kullanılarak giderilir. Evlerde iyon değişim reçineleri ile çalışan cihazlarla su yumuşatılabilir. Suyu yumuşatırken oluşan çamur, yukarıda anlatılan yöntemlerle uzaklaştırılır.

3) Suyu klorlamak: Suyu dezenfekte etmek için, suyun içinden klor gazı geçirilir ve suda 1ppm klor bulunması sağlanır. Klor ancak berraklaştırılmış sulara dezenfektandır. Bulanık sular da bu etkisi kaybolur.

4) Suyu ozonlamak: Suları ozonla (O_3) dezenfekte etmenin klora göre bazı üstünlükleri vardır.

a) Ozon, virusleri öldürmede daha etkilidir.

b) Klordan farklı olarak sudaki N' lu organik maddelerce inaktive edilmez.

c) Artık olarak yalnız O_2 bırakır. Son zamanlarda klorun sudaki organik artıklarla trihalomethane' ler oluşturduğu ve bunların sağlığa zararlı olduğu anlaşılmıştır. Fransa' da ve SSCB de ozon çok kullanılmaktadır. Ozon klora göre pahalıdır, ayrıca klor gibi depo edilemez ve nakledilemez: ozon kullanıldığı yerde oluşturulur. Bunlara rağmen ozonun su temizlemede kullanılması yaygınlaşmaktadır.

Genellikle tamamen arıtılmış lağım suları bile şehir şebekesine verilmemekte ve içilmemektedir. Bunun nedeni bütün arıtmalara rağmen bu suların içinde zararlı organik maddelerin ve mikropların kalabilmesidir. Bu bakımdan bu gibi arıtılmış sular bir akarsuya verilmekte ve güneş ışığı vb. ile doğal olarak ta temizlenmeleri sağlanmakta, sonra bu akarsu tekrar arıtılmaktadır.

Bakteriler suda çok yavaş çoğalır; çünkü suda bakterilere gerekli maddelerin çoğu yoktur (bakteriler et, süt vb. besinlerde hızla çoğalır) Buna rağmen suda, özellikle sıcak havada dışarda uzun süre bekletilmişse, bakteri sayısı artabilir.

Butün nükleer santrallere kontrollü minik atom bombaları olarak bakılabilir. bu santrallerde uranyum ve plutonyum maddeleri parçalanarak ısı oluşturur. Bu ısı suyu buharlaştırarak

turbinleri, turbinler de elektrik jeneratörlerini çevirir. nükleer santrali soğutucu sulara asla radyoaktif maddeler girmez. Bu nedenle nükleer santrallerin artık suları, yalnızca diğer elektrik santralleri gibi ısı kirlenmesine yol açar. Nükleer santraller kömür ve fuel oil (fosil yakıtlar) ile çalışanlara göre % 50 daha fazla su kullanır. İrmaktan aldığı suyu soğutma için kullandıktan sonra tekrar ırmağa geri verir.

Deterjanların Suları Kirletmesi Nasıl Olur ?

Çamur, bulaşık, döşeme, duvar vb temizliğinde kullanılan maddeler sulara geçebilir. Örneğin yalnız ABD'de yılda 1 milyon ton deterjan kullanılmaktadır. Deterjanlar suda iki etki yapar: Goller ve ırmaklarda köpük oluşması ve fosfor miktarı arttığı için sularda yosun ve otlarının artışı. Bugün bakterilerce parçalanabilen köpük yapıcılar kullanıldığından köpük oluşması çok azalmıştır. Suları fosfottan arındırmak olası değildir; deterjan formülünün değiştirilmesi düşünülebilir.

1.2 KULLANILMIŞ SULARIN YENİDEN KULLANILABİLİR DURUMA GETİRİLMESİNDE YAPAY BESLEME YÖNTEMİ

Kullanılmış sular ileri derecede arıtıldıktan sonra, aşırı çekim nedeniyle düşmüş olan yeraltısuyu seviyesinin yükseltilmesi mümkündür. Yapay besleme adı verilen bu yöntemde kullanılan su, ileri derecede arıtılmış su olabileceği gibi, nehir, göl yada kaynak suyu olabilmektedir.

Özellikle endüstriyel atık suların deşarj edildiği akarsuların yapay beslemede kullanılması durumunda, besleme öncesi arıtma büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle endüstri atık sularının arıtılmasında kaogulasyon, çökeltim, hızlı kum filtrasyonu, ozonla oksidasyon, adsorpsiyon gibi ileri arıtma tekniklerinin uygulanması gereklidir.

Yapay beslemede su, çoğunlukla önce bir kum tabakası ile karşılaşmaktadır. Bu kum tabakası, tıpkı bir yavaş kum filtre-

si gibi davranır. Suyun gerek kum tabakasından suzulmesi sırasında, gerekse toprak katmanları arasındaki hareketi sırasında, kalitesinde olumlu pek çok değişme olur. Bu değişmeye neden olan olaylar; mekanik suzulme, çökme, adsorpsiyon, biyokimyasal ve bakteriyolojik aktivite olarak sayılabilir.

Yeryüzünde su pekçoktur. Ancak içme suyu azdır. Varolan içme suyu kaynakları da artan nüfus, hızla gelişen endüstri ve yok olan ormanlar nedeniyle günden güne gereksinimi karşılamaktan uzak kalmaktadır. İçme suları, yer altı ve yer üstü kaynakları olmak üzere ikiye ayrılır. Yer altı suları, genellikle alınıp doğrudan içilebilen sulardır. Yer üstü suları ise nehir, dere, çay, göl ve baraj sularıdır. Bunlar genellikle kirlidir. Kirlilik dereceleri, daha çok geçtikleri ve üzerinde bulundukları topraklara ve yakınlarında bulunan yerleşim birimlerine bağlıdır. Özellikle büyük yerleşim birimlerine yakın olanları önemli ölçüde kirlidir. Deniz suyu gibi, bunlar da alınıp doğrudan içilemezler. İçilebilmeleri için birtakım işlemlerden geçmeleri gerekir. Ancak, gene de bunlardan içilebilir su elde etme işlemleri, denizlerden içilebilir su elde etme işlemlerinden daha çok gelişmiş ve ucuzdur.

Su canlıların yaşamaları için gerekli olan maddelerin başında gelir. Bir insanın yalnızca biyolojik gereksinimleri için günde yaklaşık 2 litre suya ihtiyacı vardır. Temizlik, yemek, ısınma gibi konular da dikkate alınınca, bu ihtiyaç günlük 300 litreye çıkar. İnsanın endüstriyel gereksinimleri de düşünülürse, günlük kişi başına yaklaşık 3000 litreye ulaşır. Çünkü insan için üretilen herşeyin su olarak bir karşılığı vardır. Bunlara birkaç örnek şöyledir:

- 1 litre süt için 5 litre su
- 1 litre benzin veya gazyağı için 10 litre su
- 1 kilovat saat elektrik için 80 litre su
- 1 kilo çelik için 300 litre su
- 1 kilo naylon için 12000 litre su

Deniz ve okyanuslarda, toplam dünya yüzeyini yaklaşık 3 km. kalınlığında (toplam $2 \cdot 10^{18}$ ton) bir tabakayla kaplayacak ka-

dar su bulunmaktadır. Ancak, tuzlu olduğundan bundan yararlanma olanağı çok sınırlıdır. Bu suda % 3,6 kadar çözünmüş durumda çeşitli tuzlar bulunur. Bunlardan en çok bulunanı NaCl olup konsantrasyonu % 3 kadardır. Bunun da % 1,9'u klor, % 1,1'i sodyum iyonudur. Buna göre deniz suyunda en çok bulunan iyon, klor iyonudur. Bundan başka deniz suyunda 60 kadar element bulunur. Bunlardan Mg % 0,13; radon ise 9.10^{-5} mg/lt.'dir.

Kirli su tanımı oldukça karışıktır. Su kirliliği söz konusu olduğu zaman, bazen saf su deyiimi de kullanılır. Saf deyiimi, bu alanda, kimyasal olarak saf anlamına gelmez. Yalnızca söz konusu suyun kullanılma amacına uygun olduğunu anlatır. Örneğin saf su, içilebilir su demektir. Bilindiği gibi içilebilir su da öteki sular gibi birçok iyonlar içerir. Bunlar başlıca Na^{+} , Ca^{+2} , Mg^{+2} , Fe^{+2} , SO_4^{-2} , SiO_3^{-2} , CO_3^{-2} , HCO_3^{-} , Cl^{-} 'dur. Ancak bunların içilebilir sulardaki konsantrasyonları çok düşüktür.

2.1 SU KİRLİLİĞİNİ OLUŞTURAN NEDENLER VE SU KİRLİLİĞİ KAVRAMI

Su kirlenmesi, "Kirletici bir kaynak, kirleticinin kaynaktan taşınması ve kirleticinin çevreyi etkilemesi" olmak üzere üç ana bölümden oluşur.

Kirletici kaynak insan oğlunun herhangi bir faaliyetinden doğabileceği gibi doğrudan doğal bir olay sonucunda da oluşabilir. Kirletici kaynağın alıcı ortama etkisi, içeriğinin yanı sıra akıtılan kirletici miktarı ile doğrudan ilgilidir. Bu iki unsur ise alıcı ortamın kirliliğini (alıcı konsantrasyonu) belirler. Alıcı ortamdaki konsantrasyon ise kirleticinin çevreye etkisini belirleyen faktördür.

Kirleticinin, kaynaktan alıcı ortama taşınması değişik yollardan olabilir. Doğrudan doğruya alıcı ortama akıtılabileceği gibi, yeryüzünden ya da yeraltından sızarak alıcı ortama karışabilir.

Kirletici kaynağın alıcı ortama etkisi, taşınması sırasında göstereceği değişikliklerle (seyrelme), kirleticinin türü, miktarı ve alıcı ortamın özelliğine göre değişiklik gösterir.

İçinde oksijen tüketen balık vs. gibi canlıların yaşadığı bir su ortamına akıtılan organik maddeler, suyun içindeki erimiş oksijen oranını azaltacağından canlıların bir bölümünün ya da tamamının oksijen yetersizliğinden olmasına neden olabilir.

Buyuk çapta canlıların yaşadığı deniz, göl vs. gibi bir su kaynağına uzun süreler akıtılacak kirlilik içeriğindeki maddelerin tür ve oranına göre belli bir sürede yaşamı bitirir.

Su kirliliği kavramı, alıcı ortamın cinsi suyun kullanım amacına göre değişiklik gösterir. Örneğin, içme suyu olarak kullanılacak bir kaynakla ulaşım amacı için kullanılan bir nehir veya gölün kirlilik değerlendirmesi mutlaka farklı olacaktır. Suların kullanım amaçlarına göre hangi şartlarda kirli sayılacağı yönetmeliklerle belirlenmiştir. Ülkeden ulkeye değişmelerine rağmen bu yönetmeliklerle, suların, fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini belirleyen sınırlar getiril-

miştir. Suların özellikleri yönetmeliklerde belirtilen bu sınırları aştığında su kirli sayılmaktadır.

Su kirliliği, sürekli değişebilen ortamın özelliklerine bağlı olarak aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir:

a) Organik kirlenme: Alıcı ortamdaki organik madde miktarının artmasından kaynaklanır. Bunun sonucunda sudaki çözünmüş madde miktarı azalırken suda yaşayan bitki ve hayvan topluluğu olumsuz yönde etkilenir.

b) İnorganik kirlenme: Suyun içerisindeki inorganik maddelerin artmasının yanı sıra zehirli madde içeren atıkların eklenmesiyle oluşan kirlenmedir. Bunun sonucunda suda yaşayan bitki ve hayvan topluluğu olumsuz yönde etkilenirken suyun insanlarca kullanımı da sakıncalı olur.

c) Bakteriyolojik kirlenme: Suya, hastalıklara neden olan (patojenik) mikroorganizmaların eklenmesinden doğan ve toplum sağlığını tehlikeye sokan kirlenmedir.

d) Ötrofikasyon: Suda azot ve fosforun yanı sıra bazı organik maddelerin artması sonucunda bunları besin olarak kullanan yosun (alg) türlerinin çoğalmasından doğan kirlenmedir.

2.2 SU KİRLİLİĞİNİ BELİRLEYEN PARAMETRELER

İçerisinde kirletici unsurlar bulunan kullanılmış bir su kitlesi, alıcı ortama karıştığında, kirlenmeyi oluşturan bir dizi olaylar zinciri oluşur ki bunlardan, alıcı ortamdaki suyun bulanıklığının artması, renk oluşumu, koku yayılması, gaz kabarcıkları çıkışı gibi değişimler hemen izlenebilir. Kullanılmış sudaki çözünmüş maddeler de ortamda kimyasal ve biyolojik süreç zincirini başlatırlar.

Yukarıda sıralanan dört çeşit su kirliliğini oluşturan temel nedenlerden biri "Oksijen dengesi"ne bağlı olarak sudaki yaşam şekli ve dağılımı, diğeri ise kirleticinin "Zehirlilik" olarak ortaya çıkan etkisidir. Böylece "Su kirliliğini belirleyen parametreler" açısından su kirliliği, iki parametreye indirilerek incelenebilir.

1-Sudaki oksijen dengesini etkileyen (organik etki) kirlenme.

2-Sudaki yaşam dengesini etkileyen (zehirlilik etkisi) kirlenme.

Bu iki temel parametreyi esas alarak "Su kirliliği" belirlenmesinde ya da "Çevre kirlenmesi" denetiminde kullanılan parametrelerin belli başlıları ve özellikleri şöyledir.

2.2.1 TOPLAM KATI MADDELER

Sularda bulunan çözünmüş, maddelerin, askıdaki maddelerin ve çökebilen maddelerin tamamına "Toplam katı madde" denir. Suda çözünmüş olarak bulunan katı maddeler "Toplam çözünmüş madde" olarak ayrıca tanımlanabilir. Suda çözünmeyen katı maddelerin miktarını ise suda bulunan askıdaki maddelerle, çökebilen maddeler belirler. Bunların sudaki miktarlarının ölçümü şu yöntemlerle yapılır. Buharlaştırma ile toplam katı madde, süzme işlemi ile çökebilen ve askıdaki katılar iletkenlik ile de toplam çözünmüş madde miktarları belirlenebilir. Buharlaştırmadan sonra yapılacak yakma işlemi ile de organik madde miktarı ayrıca belirlenebilir.

2.2.2 BİYOLOJİK OKSİJEN İHTİYACI (BOİ DEĞERİ)

Atık suyun içerdği organikler, sudaki mikroorganizmalar tarafından biyokimyasal tepkimeler sonucunda kendilerinden daha kararlı ve biyolojik olarak bozunmayan organiklere parçalanırlar. Mikroorganizmaların beslenmesi şeklinde gelişen bu biyokimyasal tepkimerde suyun içindeki çözünmüş oksijen (O_2) tüketilir. Mikroorganizmaların gereksinim duyduğu bu oksijen miktarı atık suyun BOİ (biyolojik su ihtiyacı) değerini verir. Sudaki oksijen varlığı ile süren bu biyokimyasal çözünmenin son ürünleri karbondioksit ve su olup, oksidasyon aşağıdaki denklemde gösterildiği gibi gelişir.

MİKROORGANİZMALAR+ ORGANİK MADDELER+O₂ —————>

—————> DAHAÇOK MİKROORGANİZMA+CO₂ + H₂O

Atık suyun BOİ değeri ölçümünün esası laboratuvarda 20°C de 5 gün ara ile yapılan iki çözünmüş oksijen tayininden ibarettir. Bu 5 gün içinde tüketilen oksijen miktarı BOİ değerini verir. Laboratuvarda bulunan bu değerin, genelde toplam oksijen gereksiniminin % 70'i kadar olduğu tesbit edilmiştir. Bu nedenle uygulamada organik maddelerin tam biyolojik oksidasyonu için 20 günlük surede harcanan oksijen miktarı dikkate alınmalıdır.

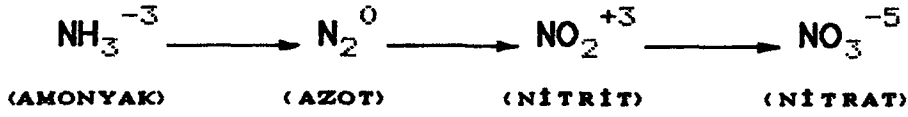
2.2.3 KİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (KOİ DEĞERİ)

KOİ değeri, atık suyun içerdiği tüm maddeleri özellikle organikleri oksitleyebilmek için gerekli olan oksijen miktarının bir ölçüsüdür. Oksidasyon sürecinde karbonlu organik maddeler CO₂ ve H₂O'ya, azotlu organik maddeler ise NH₃ (amonyak) dönüşürler. KOİ nin aynı amaç için kullanılan BOİ ye göre en önemli üstünlüğü deneyinin kısa sürede yürütülüp sonuçlandırılmasıdır. KOİ deneyini uç saatte sonuçlandırmak mümkündür. deneyin esası ise tüm organiklerin asidik ortamda güçlü oksitleyicilerle oksitlenmesi ilkesine dayanır.

2.2.4 AZOT TÜRLERİ VE TOPLAM AZOT

Azot (N), doğadaki yaşam sürecinin her aşamasında yer alır. Özellikle organik azot türleri, protein ve aminoasit gibi temel organik maddeleri oluşturarak bitki ve hayvan yaşamının devamlılığını sağlarlar.

Azotun doğadaki çevriminin en önemli elemanları ile değerlikleri aşağıdaki gibi gösterilebilir:



NH_3 , NO_2 ve NO_3 zinciri atık suların biyolojik yollarla arıtılmasında bir süreçtir. Gerek NH_3 gerekse NO_3 , bazı mikroorganizmalar için zorunlu besin kaynağıdır.

Çevre mühendisliğinde, organik azot N, Amonyak azotu ($\text{NH}_3\text{-N}$), Nitrit azotu ($\text{NO}_2\text{-N}$) ve Nitrat azotu ($\text{NO}_3\text{-N}$) yaygın bir biçimde ölçülerek çeşitli gözlemlerde değerlendirilir. ve atık su kalitesini kontrol etmede esas teşkil ederler.

Evsel atıklarda azot, ($\text{NH}_3\text{-N}$) veya N halinde bulunur. Organik azot biyolojik tepkimeler sonucu yukarıdaki çevrimde olduğu gibi diğer azot türlerine dönüşürken, oksijen tüketimi artar. Dolayısıyla belirli limitlerdeki azot konsantrasyonlarının alıcı sudaki çözünmüş oksijeni kullanacağı konusu dikkate alınmalıdır.

2.2.5 TOPLAM FOSFOR

Fosfor da azot gibi hücre yapısına doğrudan girdiği için hemen her tür organizmanın yaşamına temel olan elementlerden biridir. Bu nedenle su arıtılmasında ve çevre sularının korunmasında fosfor kontrolü önemlidir.

Evsel atıklarda fosforun bir bölümü insan yapısından bir bölümü de temizlik amacı için kullanılan deterjanların içerisindeki inorganik fosfat bileşiklerinden ileri gelir. Fosfor alıcı ortamdaki suya karıştığında birçok mikroorganizmanın ve su ürünlerinin oluşmasını hızlandırır. Bu canlıların yaşamalarını sürdürebilmeleri için kullanacakları oksijen miktarı da bağlı olarak artar. Bu yüzden fosfor da azot gibi atık su içerisinde kontrolü mutlaka gerekli olan bir kirlilik parametresidir. Atık sularda ortofosfat oranı belirlenerek denetimi yapılır.

2.2.6 pH VE ALKALİNİTE

pH bir çözeltinin asitlik veya alkalilik değeri bir ifadesidir. Alkalinite ise çevre sularında kalite kavramını belirleyen önemli bir parametredir. Alkalinite pH değişikliklerine karşı suların gösterdiği direncin bir ifadesidir. Ani pH değişikliklerine karşı alkaliliği oluşturan bikarbonatlar (HCO_3^-) ve karbonatlar (CO_3^{2-}) tampon görevi yaparak suyun kalitesinin korunmasını sağlar.

Atık suyun pH değeri kontrol edildiği gibi alkalinite değerleri de ölçülerek bikarbonat ve karbonat dengesi kontrol edilebilir.

2.3 ZEHİRLİLİK

Daha önce de değinildiği gibi sudaki canlıların yaşam süreçlerini kesintiye uğratan, engelleyen ya da tamamen ortadan kaldıran kirletici unsurların etkilerinin derecesinin tesbiti için yapılır.

Tablo 1 ve tablo 2 de sulara boşaltılacak atıklar için deşarj kriterleri ve içme sularında aranacak fiziksel ve kimyasal nitelik sınırları gösterilmektedir.

RESMİ GAZETE 28 Şubat 1990 - Sayı: 20447		SULARA BOŞALTILACAK ATIKLAR İÇİN DEŞARJ KRİTERLERİ	Tablo - 1
PARAMETRELER		ÜST SINIRLAR mg/l	
1) Biyokimyasal Oksijen ihtiyacı (BOİ ₅) 20°C (a)	50.0		
2) Kimyasal Oksijen ihtiyacı (KOİ) (a)	170.0		
3) Askıda Katı Madde	200.0		
4) Yağlar ve Gres (b)	30.0		
(Çözücüyle özütlenabilir extrudabl madde)	10.0		
5) Fenoller (a,c)	5.0		
6) Kolayca serbest duruma geçen siyanürler (CN) (a)	0.02		
7) Toplam siyanürler (CN) (a)	0.2		
8) Serbest Klor (Cl ₂) (a)	0.5		
9) Toplam Sülfür (S ⁻²) (a)	1.0		
10) Nitrat Azotu (NO ₃ -N) (a)	5.0		
11) Toplam Fosfor (PO ₄ -P) (a)	0.02		
12) Serbest Amonyak Azotu (NH ₃ -N) (a)	0.2		
13) Florür (F) (a)	20.0		
14) Civa (Hg) (a) (c)	0.01		
15) Kadmium (Cd) (a,c)	0.05		
16) Kurşun (Pb) (a,c)	0.5		
17) Arsenik (As) (a,c)	0.5		
18) Krom (Cr) (Toplam) (a,c)	0.5		
19) Bakır (Cu) (a,c)	0.5		
20) Nikel (Ni) (a,c)	2.0		
21) Çinko (Zn) (a,c)	5.9		
22) pH değeri			
23) Zehirlilik			
24) Fekal Koliiform			
25) Çamur			
26) Diğer Maddeler			

ÜST SINIRLAR mg/l

Belediye Atıklarında
Esas olarak petrol ürünleri
içeren endüstri atıklarında.

Seyrelmemiş örnekte 48 saat sonunda testi baki kalmanın % 20'sinden fazlasının ölmeyeceği zehirlilik düzeyini göstermektedir. Çok karmaşık yapıdaki (Standart listesindeki çok sayıda parametreyi birarada ihtiva eden) atık sularında zehirlilik sınırı yukarıda belirtilen düzeyi geçerse, atık sudaki kirlilik parametrelerinin kontrolü tekrarlanır. Kabukluların kültürünün yapıldığı veya tüketilmediği alanlardan alınan su örneklerinin (en az 5 örnek) Fekal Koliiform miktarları 10/100 ml. olamaz. Fekal Koli 100/100 ml'lik örneklerin sayısı toplam örneklerin % 20'sini geçemez. Diğer su ürünlerinin üretim yerlerinde ise Fekal Koli 1000/100 ml'den fazla olamaz. Kabuklularda örneklerin en az % 75'inde dokuda ve intervalvular sırtlarında bulunan miktarın 100 ml. de 300'den az olmalıdır.

Atık su kaynaklı çamurlar alıcı ortama verilmaz.

Diğer Maddeler Tabloda belirtilmeyen diğer maddelerin kullanıma amacını olumsuz yönde etkileyecek düzeyde olamaz.

NOT: Parantez içerisindeki (a, b, c,) harfleri parametrelerin tayininde dikkate alınacak bazı hususları açıklamak için konulmuştur.

RESMİ GAZETE
22 NİSAN 1985-Sayı:18733

**İÇME SULARINDA ARANACAK FİZİKSEL
VE KİMYASAL NİTELİK SINIRLARI**

Tablo - II

MADDE İSMİ	SİMGESİ	İZİN VERİLEN MİKTAR	EN FAZLA BULUNABİLECEK MİKTAR
1) ZEHİRLİ MADDELER:			
1 - KURŞUN	Pb	—	0,05 mg/l
2 - SELENYUM	Se	—	0,01 mg/l
3 - ARSENİK	As	—	0,05 mg/l
4 - KROM	Cr ⁺⁺	—	0,05 mg/l
5 - SİYANÜR	CN	—	0,01 mg/l
2) SAĞLIĞA ETKİ YAPAN MADDELER			
1 - FLORÜR	F	1,0	1,5 mg/l
2 - NİTRAT	NO ₃	—	45. mg/l
3) İÇİLEBİLME ÖZELLİĞİNE ETKİ YAPAN MADDELER:			
1 - RENK		5 BİRİM	50. BİRİM
2 - BULANIKLIK		5 BİRİM	25 BİRİM
3 - KOKU VE TAD		KOKUSUZ NORMAL	KOKUSUZ NORMAL
4 - BUHARLAŞTIRMA KALINTISI		500. mg/l	1500. mg/l
5 - DEMİR	Fe	0,3 mg/l	1,0 mg/l
6 - MANGAN	Mn	0,1 mg/l	0,5 mg/l
7 - BAKIR	Cu	1,0 mg/l	1,5 mg/l
8 - ÇİNKO	Zn	5,0 mg/l	15,0 mg/l
9 - KALSİYUM	Ca	75,0 mg/l	200,0 mg/l
10 - MAGNEZYUM	Mg	50,0 mg/l	150. mg/l
11 - SÜLFAT	SO ₄	200,0 mg/l	400. mg/l
12 - KLORÜR	Cl	200,0 mg/l	600. mg/l
13 - pH		7,0 - 8,5	6,5 - 9,2
14 - BAKİYE KLOR		0,1 mg/l	0,5 mg/l
15 - FENOLİK MADDELER		—	0,002 mg/l
16 - ALKİL BENZİL SÜLFONAT		0,5 mg/l	1,0 mg/l
17 - Mg + Na ₂ SO ₄		500,0 mg/l	1000. mg/l
4) KİRLİLENMEYİ BELİRTEN MADDELER:			
1 - TOPLAM ORGANİK MADDELER		3,5 mg/l	—
2 - NİTRİT		—	—
3 - AMONYAK		—	—

3.1 KULLANILMIŞ SULARIN MEKANİK OLARAK ARITILMASI

Suyun mekanik olarak temizlenmesinde katı maddeler uzaklaştırılır. Ayırma sistemleri su temizlenmesinde iki noktaya dayanırlar:

Partiküllerin büyüklüğü

Suya göre ağırlık ve yoğunluk farkları

Büyük iri tanecikler ızgaralarda kolaylıkla ayrılırlar. Ağır tanecikler ise dinlendirme çökeltme havuzlarında sedimentasyon ile ayrılırlar.

Kullanılmış suların mekanik olarak arıtılmasında, suda çözünmüş olan maddeler sudan ayrılamaz. Bunun içinde kimyasal ve Biyolojik arıtma yöntemleri kullanılır.

Biyolojik basamağın sonucunda; bakteri ve çökeltim çamuru elde edilir.

Kimyasal basamağın sonucunda ise çeşitli maddelerin (anorganik) tortuları elde edilir.

Bir mekanik temizleme tesisini meydana getiren basamaklar şöyledir:

- | | |
|-----------------------|-----------------------------------|
| 1-Su toplama tesisi | 6-Son temizleme havuzu |
| 2-Izgara | 7-Çamur çökeltme kulesi |
| 3-Kum tutucu | 8-Gaz toplama deposu (tankları) |
| 4-Ön temizleme havuzu | 9-Çamur kalınlaştırma tesisleri |
| 5-Çökeltme havuzu | 10-Çamurdan su alma (drenaj mak.) |

3.1.1 IZGARALAR

Izgaralar; iri katı taneleri sudan ayırmaya yararlar. Bir arıtma tesisinde izgaraların kullanım amaçları şunlardır:

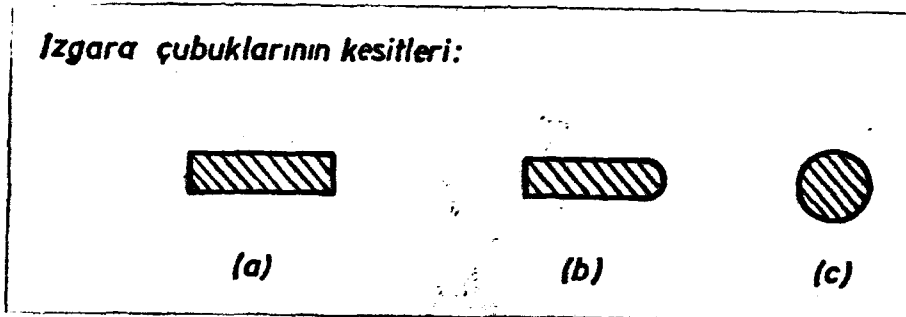
a) Suyun içerisindeki katı maddeleri tutarak tesisteki elemanlara zarar vermemek ve katı maddelerin sudan ayrılmasını sağlamak.

b) Yüzücü maddeleri sudan ayırmak ve dezenfeksiyonun verimini yükseltmek.

Izgaralar; ince, orta ve kaba olmak üzere üçe ayrılırlar: O-luklarının açıklığı 5 cm. den büyük olanra kaba izgara; 0.6 ile 5 cm. arasında olanlara orta izgara; 0.6 mm. den küçük olanlara da ince izgara adı verilir. Genel olarak; ince ve kaba izgaralar pompa istasyonlarında ve arıtma tesisi unitelerini korumak için kullanılırlar. Sabit, kaldırılabilen veya bir eksen etrafında dönebilen şekillerde olabilirler.

Izgaraların doğal zeminden aşağıda olmaması onların bakım-ışlemini ve temizlenmesini kolaylaştırır. Izgaraların çubuklarının eğik yerleştirilmesi, izgara yüzeyinin artmasını sağlar. El ile temizlenen izgaraların eğimi dahafazla, makina ile temizlenen izgaralar daha dik (yatay ile yaptığı açı 60° - 70°) yapılır.

Izgaralarda tutulan malzemeler; çöpe karıştırılarak, toprağa gömülerek, yakılarak ya da parçalanıp yeniden izgara önündeki atık suya karıştırılarak arıtma tesisine verilerek zararsız hale getirilirler.



Şekil 3.1

(a)...Keskin kenarlı dikdörtgen çubuklar.

(b)...Akımın geldiği ve gittiği taraflarda yarım daire kesitli dikdörtgen çubuklar.

(c)...Dairesel çubuklar.

3.1.2 ÖĞÜTÜCÜLER

Izgaralarda sıkışan maddelerin toplanması ve yüzücü maddeleri parçalamak için suların geldiği kanala öğütücüler konur. Genel olarak öğütücülerin yapılar dışında olması istenir. Eğer pompaların emme haznelerinde kullanılıyorsa, öğütücü emme haznesinin içinde yapılır. Motor ise bir uzatma mili ile dışarıya ya da döşeme mili üzerine konulur.

Kullanılmış suların debisi mevsimden mevsime değiştiği için en az iki öğütücü konmalıdır.

3.1.3. ÖĞÜTÜCÜLERİN YARARLARI VE SAKINCALARI

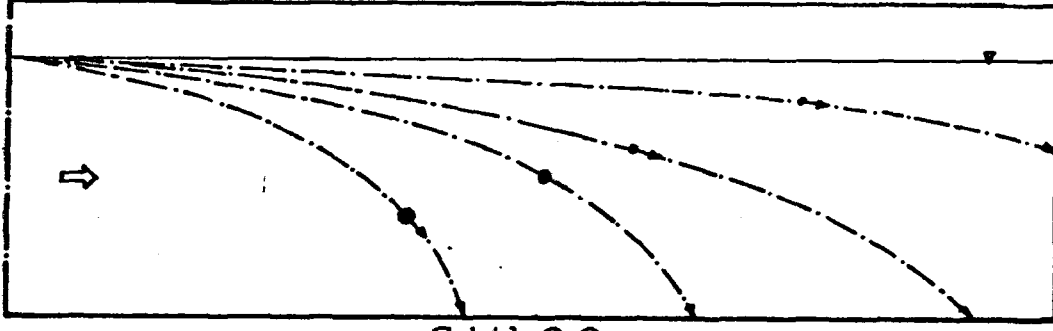
Öğütücülerde parçalanan maddeler daha iyi ve kısa zamanda çöklerler. Böylece pompaları ve boruları tıkamazlar.

Öğütülmüş maddeler iri maddelere göre daha kısa zamanda ve kolaylıkla çürütülürler.

Öğütücü makineler işletmenin yükünü artırır. Çöktürme havuzlarında öğütülen maddeler, suyun yüzünde yüzerek ortaya rahatsız edici durumlar çıkarırlar.

3.1.4 KUM TUTUCULAR

Kum tutucular, kum ve diğer anorganik tanecikleri sudan ayırmağa yararlar. Kumların, pompa ve arıtma tesislerinden önce sudan ayrılması makinelerin aşınmasını önler ve çökeltme havuzlarında kum ve çakıl toplanmasına engel olur. Bu maddelerin sudan ayrılması taneciklerin hızına ve çökme hızına bağlıdır. Şekil 3.2 de su akan kanalda taneciklerin nasıl çöktikleri görülmektedir. çökelen taneler bir ön temizleme donanımı



Şekil 3.2

ile çıkış ağzına getirilir ve uzaklaştırılır.

Bir kum tutma tesisinde sırasıyla şu işlemler gerçekleşir:

I Kum uzun bir oyukta toplanır.

II Bir emme borusu ile kumlar üst bölüme alınır.

III Üstte toplanan kum hareket eden bir band aracılığıyla uzaklaştırılır.

IV Bu arada kumu alınan su bir dönüş ile yeniden kum tutucuya verilir.

V Bu tesis aynı zamanda su üzerinde yüzen maddeleri ayırmağa yarar. Bu maddeler; hafif organik katı maddeler ve yağ, benzin, gres v.s. dir.

VI Bir araba aracılığıyla yüzen maddeler pompa da kullanılarak alınırlar. On temizleme yapıldıktan sonra da çamur ile beraber işlenebilirler.

Kum tutucuların çeşitleri şunlardır:

1-Dikdörtgen kesitli

2-Dairesel kesitli

3-Düşey akımlı

4-Havalandırmalı

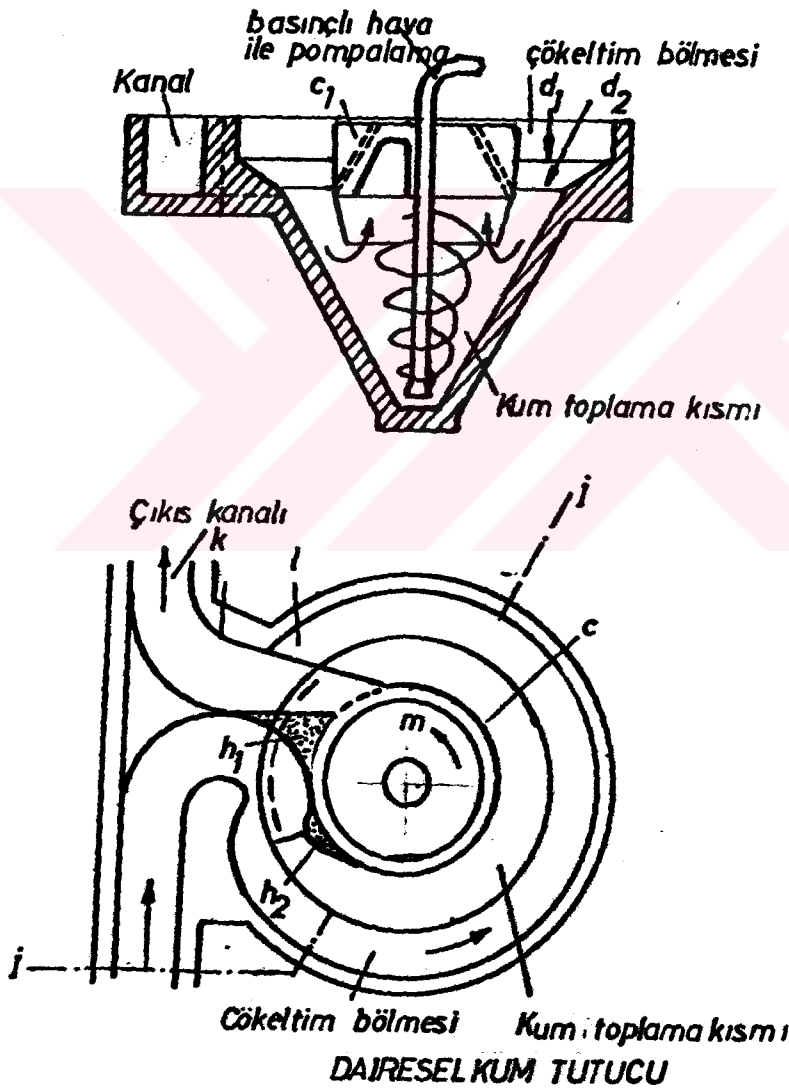
3.1.5 DİKDÖRTGEN KESİTLİ UZUN KUM TUTUCULAR

Bunlar sıg ve uzun kanallar şeklindedirler. Tabanları, pis su getiren kanalın tabanından 0.2 ile 0.5 m. daha aşağıda olur. Bu da kumların birikmesi için bırakılan hacimdir.

3.1.6 DAİRESEL KUM TUTUCULAR

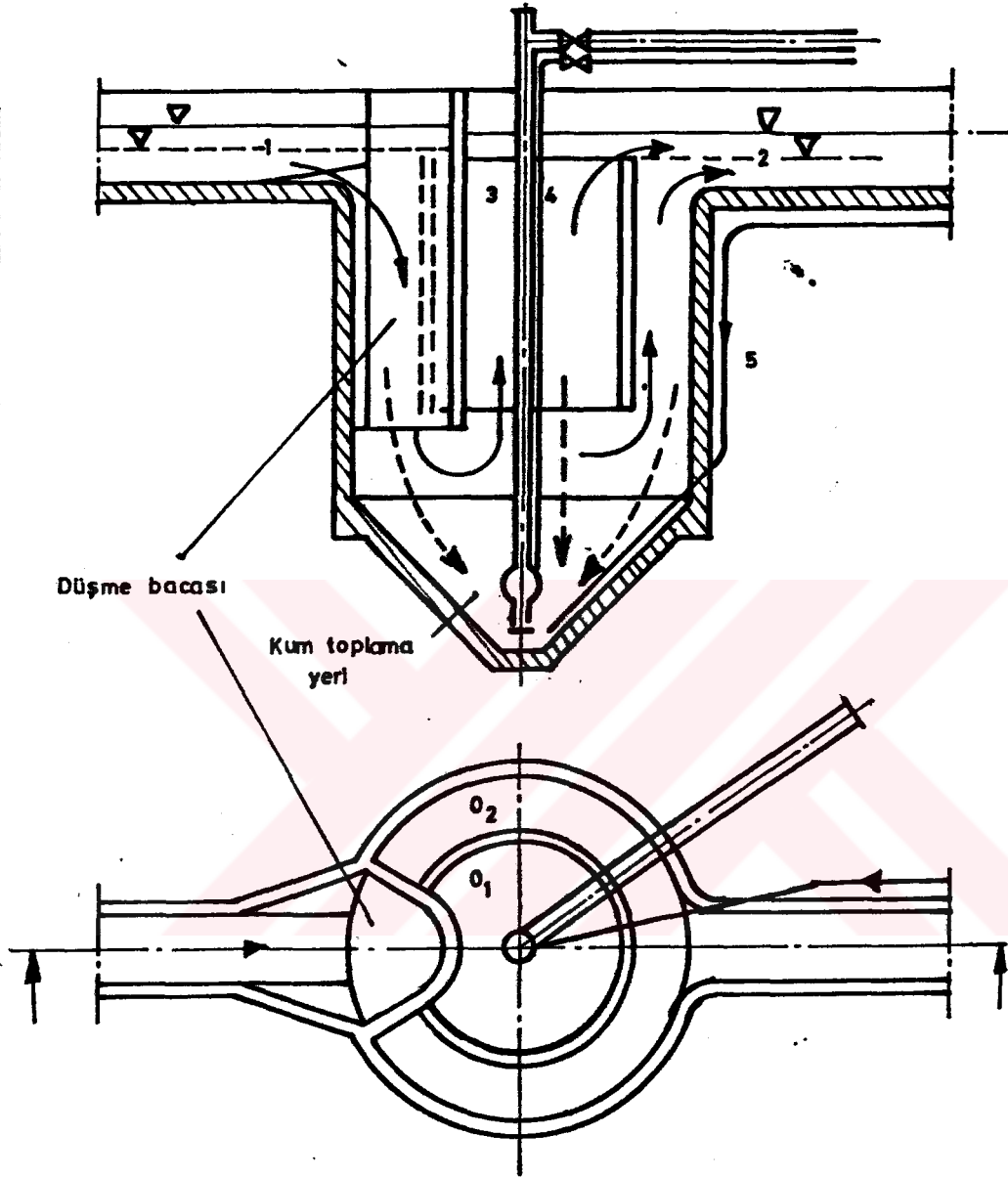
Dairesel kum tutucuya teğetsel olarak verilen pis sular şekildeki (c) perdesinden geçerek (m) merkezine ulaşırlar. Burada çevresel hız arttırılarak (i) penceresi yardımıyla (k) kana geçerler. (k) çıkış kanalı oyle yapılmalıdır ki sular teğetsel olarak dışarı çıksın.

Dairesel kum tutucular yatay akımlı kum tutuculardır. Kumlar dipteki konik bölümde toplanır ve basınçlı hava pompasıyla yükseltilir. Ayrı bir bölümde su kumdan ayrılır.



Şekil 3.3

3.1.7 DÜŞEY AKIMLI KUM TUTUCULAR



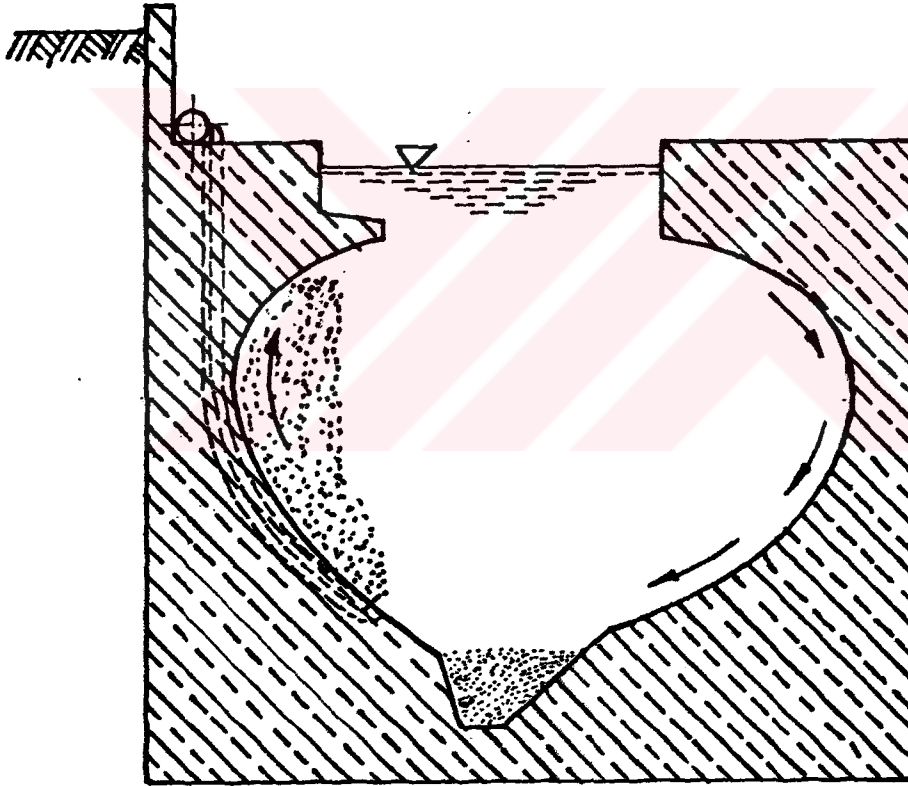
1. Giriş
2. Çıkış
3. Basınçlı hava ile pompalama
4. Hava borusu
5. Kum çöktürülmesini gevsetmek için hava ve su borusu

Düşey akımlı kum tutucu

Şekil 3.4

Tesislerde yeterli yer olmadığında bunlar kullanılır. Alt tarafı konik olan silindirden oluşurlar. Üstü açık ya da örtülü olabilirler. Kullanılmış pis sular bir bacadan konik bölüme düşerler. Ağır parçalar iyice dibe çöker, kumlar ise su akıntısıyla beraber halka şeklindeki dalgıç perdelerin altından geçerek orta bölümde yükselir. Tabana çöken kumlar 4 nolu borudan verilen basınçlı hava ile 3 nolu boru aracılığıyla kum ve su karışımı halinde dışarı alınır.

3.1.8 HAVALANDIRMALI KUM TUTUCULAR



Havalandırılmalı kum tutucu

Sekil 3.5

Havalandırmalı kum tutucular septik hale gelen sulara on havalandırma uygulamak, değışken debilerde hızın değışmesinden, kum tutucularda organik madde çökmesini önlemek için kullanılırlar. Bunun için tabana yakın bir yerden hacim başına saatte 1 ile 2 m³ hava uflenir. Aynı zamanda on havalandırma da yapılacaksa bekleme süresi uzun tutulur.

3.1.9 ANA AKIM DOĞRULTUSUNA GÖRE YAN TARAFTA BULUNAN KUM TUTUCULAR

Kanal tabanında bulunan maddelerin tutulması ve çöktürülmesi ilkesine göre çalışırlar. Bunun için suyun akış yönüne dik olarak tabana bir klape yerleştirilir. Bu klape sayesinde tabanda akım tutulur ve kum-su karışımı tabandaki bir su kanalından yan taraftaki kum tutucuya gönderilir. Kum tutucular yuvarlak ya da dikdörtgen biçimli olabilirler. Akım su yollarında spiral olarak oluşur. Su yollarındaki dar yarıklardan kumlar, kum toplama bölgesinde toplanırlar. Bu bölgeden basınçlı hava yardımıyla dışarı alınırlar.

3.2 KULLANILMIŞ SULARIN KİMYASAL OLARAK ARITILMASI

Kimyasal yöntemler daha çok yumaklaştırma çökeltme işlemlerinden oluşurlar. Kimyasal arıtma ile, mekanik arıtmada ayrılmayan maddeler ve kolloidal çözünmüş maddeler sudan ayrılırlar. Kimyasal işlemlerde maddelerin yumaklaştırılması artırılır ve çökeltme havuzlarında sudan ayrılabilir bir hale getirilirler. Bu da kullanılmış suyun özelliğine uygun bir kimyasal maddenin katılmasıyla gerçekleştirilir.

3.2.1 KULLANILMIŞ SULARIN DEZENFEKSİYONU VE KLORLANMASI

Dezenfeksiyon ve klorlama işlemleri şu nedenlerden dolayı yapılır:

- a) Kullanılmış suların, ızgaraların, çamurun kokmasını önlemek,
- b) Yumak oluşumunun çoğalmasını sağlamak,
- c) Kullanılmış sulardaki yağ ve benzeri maddeleri ayırmak,
- d) Kullanılmış sularda kükürtlü hidrojenin oksidasyonunu sağlamak ve kükürtlü hidrojenden ileri gelen aşınmayı (korozyon) önlemek,
- e) Kullanılmış suları uzun süre taze tutmak ve çürümeyi engellemek,
- f) Damlatmalı filtrelerinde sineklerle ve mantarlarla mücadele etmek,
- g) Kullanılmış suları dezenfekte etmek.

3.2.2 ÇÖKELTME HAVUZLARI

Çökeltme havuzları, organik katı maddeleri hava karışımı yapılmadan uzaklaştırmaya yararlar. Çökeltme havuzları şekil yönünden septik tanklara benzerler. Yalnız çökeltme havuzlarının işlevi tamamen mekaniktir. Septik tanklarının fonksiyonu ise hem mekanik hem de biyolojiktir. Herhangi bir havuzda; kullanılmış suların bekleme süresi, kokuşma olaylarının oluş-

mağa başlayacağı limiti aşmayacak olursa bu bir çokeltme havuzudur. Eğer bekleme süresi limiti aşacak olursa, o havuz bir septik tanktır.

Çokeltme havuzları büyük olduklarından, taneciklerin çok-
me hızları düşüktür. Çokeltme hızına tesir eden faktörler:

- a) Kullanılmış suyun viskozitesi,
- b) Tanelerin büyüklüğü, özgül ağırlığı ve şekli,
- c) Sıcaklık,
- d) Kullanılmış suya kimyasal maddelerin ilavesi yumaklaş-
ma ve pıhtılaşma olaylarını arttırır,

Çokeltme havuzları kullanılmış suyun akışına göre üç grup-
ta toplanabilir:

- 1-Yatay ve paralel akışlı çokeltme havuzları,
- 2-Yatay ve radyal akışlı çokeltme havuzları,
- 3-Düşey ve radyal akışlı çokeltme havuzları.

Çokeltme havuzlarında yatay ve düşey akış tipleri vardır.
Düşey akımlı havuzlar kare şeklinde ya da yuvarlak olabilir.
Yatay akımlı havuzlar kare şeklinde ya da yuvarlak olabilir.
Yatay akımlı havuzlar ise dikdörtgen, kare şeklinde olabilir-
ler.

Çokeltme havuzlarında iyi bir çokeltme elde edebilmek için
havuz elemanları, olu sahalar, kısa devreler ve vorteks hare-
ketleri oluşturmayacak şekilde inşa edilmelidirler.

Çokeltme havuzları, mekanik olarak ya da el ile temizlenir-
ler. El ile temizleniyorsa havuz tabanının eğimli olması ve
bir pis su çukurunun olması gerekir. Mekanik olarak temizlenen
havuzlar, dönen mekanik sıyırıcılarla donatılmışlardır. Daire
ve kare kesitli çokeltme havuzlarında paletler çamuru deşarj
deliğine doğru sürerler. Çokeltme işlemine engel olmamak için
sıyırıcılar çok yavaş olarak hareket ederler.

Çamurdan karışabilen yüzücü maddeleri tutmak için çokeltme
havuzlarının giriş ağzına bir kopuk siperi yapmak yararlıdır.
Havuzun çıkış ağzını ise geniş yapıp savak yüksekliğini küçük
tutmak çok daha iyi sonuçlar verir.

3.2.3 IMHOFF TANKLARI

Imhoff tankı, iki hücreli bir çökeltme havuzudur. İki hücre birlikte bir çeşit huni oluştururlar. Çökelebilen çamurlar bu huniden geçerler. Imhoff tanklarında hiçbir zaman tek çökeltme hücresi yapılmaz. Çünkü tek çökeltme hücresi olan bir tank çok derin olur ve çok büyük olu alanlar oluşturur. Eğer çökeltme hücresi iki tane ise gaz ağızlarının biri merkezde ve öbür ikisi yanlarda olmak üzere üç tanedir.

Imhoff tanklarının derinliği 7 ile 9 m. arasında değişir. Çoğunlukla ayırık taneli zeminlerde dairesel, kayalık arazide kare ve dikdörtgen şeklinde inşa edilirler.

3.2.4 YUMAKLAŞMA

Kullanılmış suyun karıştırılması sırasında katı maddeler bir araya gelerek yumaklar oluştururlar. kullanılmış suya kimyasal madde katmadan önce katı maddelerin sudan ayrılması için pedallı ya da pervaneli karıştırıcılarla 15 ile 30 dakika sürekli olarak karıştırılır. Buna kimyasal yumaklaştırma işlemi denir. Yumakların meydana gelmesinde asılı ve yarı çözünmüş maddelerin bir araya gelmesine 'PIHTILAŞTIRMA' işlemi denir. Uygun bir kimyasal maddenin katılmasıyla çözünmüş maddeler çözülmemiş bleşikler haline geçirilir ve sudan ayrılmaları sağlanır.

Kimyasal madde olarak en çok demir ve alüminyum tuzları kullanılır. Ayrıca mangan ve magnezyum tuzları ile linyit kömürü tozu da kullanılabilir. Katılan yumaklaştırıcı maddenin doğru olarak belirlenmesi pH değerine bağlıdır. Miktarı ise kullanılmış suların içeriğine özellikle CO₂ ve çözünmüş tuzların miktarına bağlıdır.

Yumaklaştırma; biyolojik yöntemlerle arıtılmanın olanaksız olduğu durumlarda uygulanır. Ancak işletme masrafları biyolojik arıtmaya göre fazladır.

Çamurların çürütülmesindeki amaç, içinde bakteri olmayan

bir artık elde etmektir. Suların içindeki katı maddelerin anaerobik (hava olmadan) olarak çürütülmesi septik tanklarda, iki katlı havuzlarda ve çamur çürütme odalarında olur.

Bir çürütme havuzu, içerisinde çokelttilmiş çamur bulunan bir septik tanktır. Bu tankta; anaerobik bakterilerin faaliyetleri için gerekli şartları sağlamaya yetecek kadar su ve onun altında kullanılmış su çamuru bulunur. Kullanılmış suyun içindeki anaerobik ayrışmaya maruz kalan katı maddeler uç aşamadan geçerler:

1-Asitleşme aşaması (asitlerin oluşumu)

2-Sıvılaşma aşaması (asitlerin parçalanması)

3-Gaz oluşumu (çürütme ve stabilizasyon aşaması)

Doğal koşullar altında oluşan bu uç aşama çamur çürütme odası içindeki sıvının pH değerine ve gaz oluşum hızının değişmesine bağlıdır. Çamurların çürütme hızına etki eden faktörler aşılama, sıcaklık ve reaksiyondur. Bu faktörlerin denetlenmesi gerekir.

Çürütmeyi iki aşamada yapan çürütme havuzları da vardır. Bunlardan; birinci aşamadaki havuzda çamurdan suyun büyük bir bölümü ayrılır, on çürütme işlemi yapılır. Sonra pompa ya da doğal düşüş ile daha küçük olan ikinci havuza aktarılır. İkinci aşamadaki havuzda küçük miktarda çamurla çalışılır. Bu çamur alkalik reaksiyon oluşturur. Böylece çürütme olayı daha çabuk gerçekleşir ve ısıtma giderleri ortadan kalkar.

3.2.5 ÇÜRÜMENİN İKİ AŞAMADA OLMASININ YARARLARI VE SAKINICALARI

İki hücreli havuzlarda taze çamur küçük debilerle çürümekte olan çamur içine dağılır. Bu sırada gaz kabarcıkları yukarıya doğru çıkarken çamur kütlesi içinde yaptıkları karıştırma etkisiyle bu dağılışı kolaylaştırır. Böylece aşırı çamuru el ile karıştımağa gerek yoktur. Bunun yanı sıra ayırık havuzlarda çürütme, işletme personelinin ustalık ve çalışkanlığına bağlıdır. Oysa iki hücreli havuzlar, bizi ve denetleme giderlerin-

den kurtarır.

Ayrık havuzlarda çürütme; çoğunlukla büyük tesislerle yer alabilir.

3.2.6 KURUTMA YATAKLARI

Çamurların içinden su çekebilmenin en kolay yolu, bunları kum yatakları üzerine yaymaktır. Kum yatakları çoğunlukla 15 ile 20 cm. kalınlığında çakıl zemin üzerine konulmuş 30 cm. kalınlığında kum tabakasından oluşur. Kum yataklarının altında 2.4 ile 3 m. aralıklarla döşenmiş ve bir ana su yoluna birleşen enine drenler vardır. Çamur kurutma yataklarının üstü açık ya da kapalı olabilir.

3.2.7 VAKUM FİLTRELERİ

Soğuk ve nemli olan kuzey ülkelerinde kurutma işlemi vakum filtreleri yardımıyla yapılmaktadır. Vakum filtreleri daha çok maden ve kimya endüstrisinin pis su çamurlarının kurutulmasında ve zamanın kısıtlı olduğu anlarda kullanılır.

Vakum filtreleri bir tekne içinde asılı olan silindir biçiminde bir aygıttır. Filtre silindiri bu tekne içinde döner. Kimyasal maddelerle işlem gördükten sonra çamurlar dönmekte olan bu silindire alınırlar. Silindirin çevresi, derinliği fazla olmayan birçok bölmelere ayrılmıştır. Bu bölmelerin her biri silindirin bir ucuna yerleştirilmiş çok yollu bir vanaya, ayrı ayrı borularla bağlanmıştır. Silindirin dış yüzeyi bir filtre örtüsüyle kaplanmıştır ve vana ile kontrol edilebilen kendi boru sistemi yardımıyla çalışır. Vana, filtre devresini kontrol eder ve hareketli bir göbek veya boru levhasından oluşur.

Bu levha, vana gövdesi denilen sabit bir vana başlığına karşı döner. Göbek, filtre silindirini döndürmek için kullanılır.

3.3 KULLANILMIŞ SULARIN BİYOLOJİK OLARAK ARITILMASI

Suların biyolojik olarak arıtılması, küçük canlıların ve havanın yardımıyla gerçekleşir. Biyolojik arıtma sayesinde bakteriyel kütler oluşması sağlanır. Bu arıtma ile yalnızca organik bileşimler elenir. Aerob heterotroph bakteriler bu birleşimleri nötrale ederler. Amonyak (NH_4) nitrifikasyon ve denitrifikasyon işlemleri ile azot gazı (N_2) olarak elenir. Nitrifikasyon işleminde kullanılan bakteriler aerob ototroph yapılı mikroplardır.

Kullanılmış suların biyolojik olarak arıtılması ikiye ayrılır:

- a) Doğal biyolojik arıtma,
- b) Yapay biyolojik arıtma.

3.3.1 DOĞAL BİYOLOJİK ARITMA

Doğal biyolojik arıtma ile en yüksek arıtma derecesine ulaşılır. Kullanılmış suların zemin yüzeyinden sızdırılması, bu suların doğal yolla arıtılmasıdır. Bu tarz bir işlem, aynı zamanda besi maddesi bakımından toprağın zenginleşmesine yardım eder.

3.3.2 YAPAY BİYOLOJİK ARITMA

Kullanılmış suların yapay biyolojik olarak arıtılmasında, çürümeyi önleyecek şekilde arıtma işlemi yapılır. Bugün kullanılan yapay biyolojik arıtma ikiye ayrılır:

- 1-Damlatmalı sistemler
- 2-Aktifleştirme yöntemi

3.3.2.1 DAMLATMALI SİSTEMLER

Daha iyi yumaklaştırma ve pıhtılaştırma özelliğine sahiptirler. Damlatmalı sistemler, iri taneli yataklardan oluşur-

lar. Bu yataklar silindirik bir yapıya sahip olup 2-4 m. derinliktedirler. Kırmı taş, çakıl gibi iri tanelerden yapılan dolgu yataklarına, havanın girmesi ve yukarıdan akan suların, taşların yüzeyi ile temas etmesi sağlanır. Kullanılmış sular yatağa verilmeden önce çöktürme havuzlarında mekanik olarak arıtıldıktan sonra son çöktürme havuzuna verilirler.

3.3.2.2 AKTİFLEŞTİRME YÖNTEMİ

Çok dar bir hacimde, doğal biyolojik arıtmanın hızlı olarak yapıldığı bir yöntemdir. Arıtma olayını gerçekleştiren küçük canlılar havalandırma havuzlarında çok fazla miktarda bulunurlar. Havanın havuza verilmesi ve havuz suyunun hareketi yapay olarak yapılır. Böylece yumaklı çamur tabana çökmez ve tabanda oksijen eksikliğinden çürüme olmaz.

3.3.5 DÜŞÜK HIZLI DAMLATMALI FİLTRELER

Düşük bir yıkma etkisi ile çalışırlar. Ayrışmakta olan maddelerin çoğu taşların üzerinde kalır ve daima yeni bir kabuk halinde birikir. Genellikle sabit hidrolik yükleme geri devirle değil, seviye kontrollü, pompalar ve sifonla sağlanır. Depolar küçük olup, sadece iki dakika debi verilebilen hacimdedir. Bunlarda son çöktürme havuzu yapmak zorunlu değildir; ancak çoğu zaman yapılır.

Düşük hızlı filtrelerin en büyük sakıncası kokudur. Özellikle kullanılmış su, durgun ve septik ise veya daha sıcak ise kokular rahatsız eder. Bu yüzden düşük hızlı filtreler kokuların zarar vereceği alanlara yapılmamalıdır.

3.3.6 ORTA HIZLI VE YÜKSEK HIZLI DAMLATMALI FİLTRELER

Bu tesislerin gücü yüksektir ve devamlı olarak yıkama işlemi yaparlar. Bu nedenle atılan çamur çok su yutar ve çürüme yeteneği de çok fazladır. Çamur dışarı atıldığından tesisin i-

çinde çamur yoktur. Buyüzden de sinekler ve rahatsız edici koku-
kular oluşmaz. Filtreden çıkan su geri devir yaptırılabilce-
ğinden, oldukça yüksek organik yükleri arıtabilir. Geri devir
filtrenin organik yükünü ve koku ile sineklerin azalmasını
sağlar.

3.3.7 AŞIRI HIZLI DAMLATMALI FİLTRELER

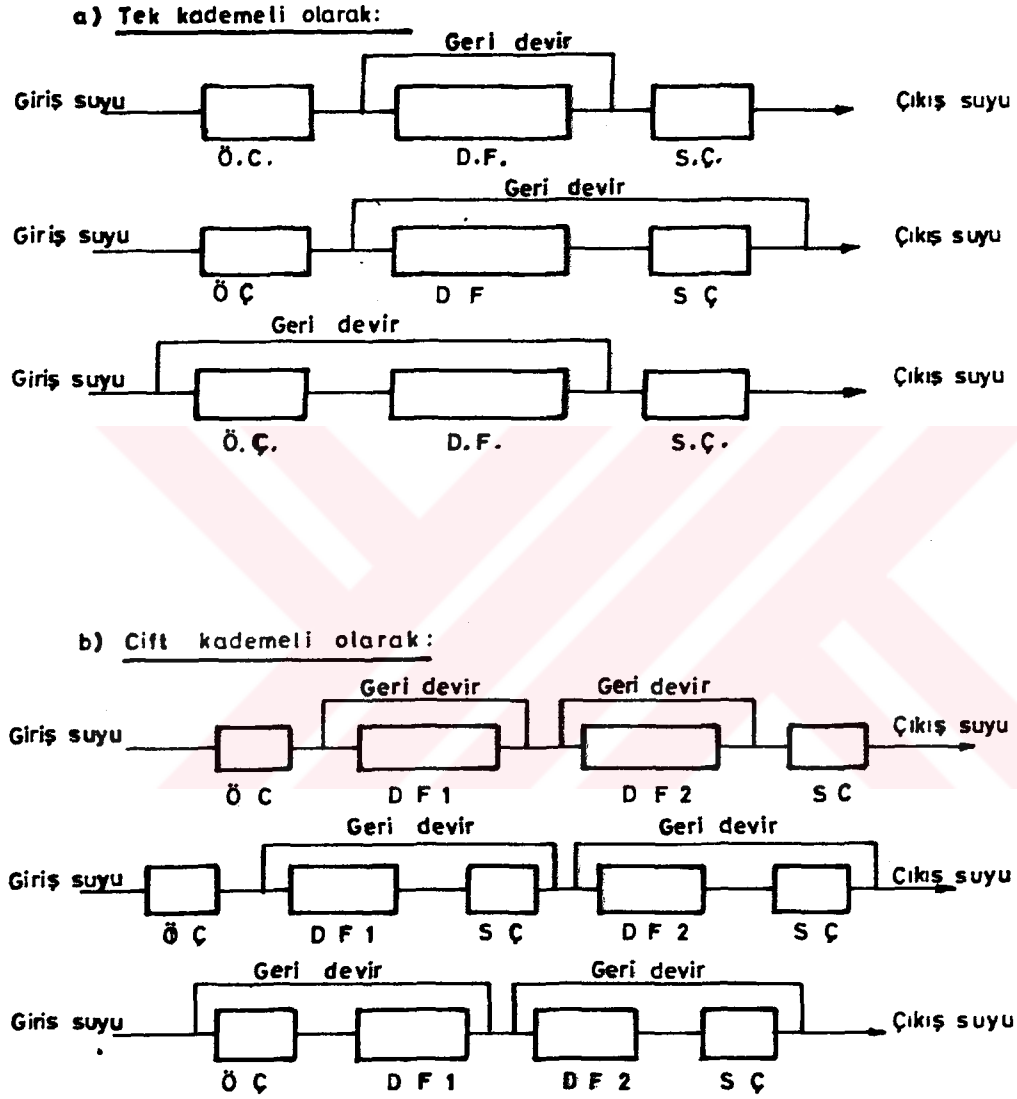
Sentetik ve ahşap dolgu malzemeli filtrelerdir. Aşırı hızlı
bu filtrelerde daha yüksek konsantrasyona sahip kullanılmış
suları arıtmak mümkündür.

Aşırı hızlı damlatmalı filtrelerde giriş hızı 0.8 m/saat
altına düşmesi halinde gerekli yüzey yuku, sistemden çıkan su-
yun geri pompalanması suretiyle sağlanır. Bu geri devir suyu-
nun on havuza verilmesi sistemin verimini yükseltir. Aynı
zamanda yüksekliğini arttırmakta verimin artmasına sebep olur.

Son zamanlarda yüksek konsantrasyonlu endüstriyel kullanıl-
mış suların arıtılması için damlatmalı filtreler çok kademeli
veya aktif çamur ile birlikte kullanılmağa başlanmıştır.

Damlatmalı sistemlerde, dağıtıcılar üzerinde bulunan pus-
kurtme memeleri serbest hidrolik yüke göre değişik aralıklarla
konur. Memeler; altıgen şeklindeki bitişik alanların merkezi-
ne yerleştirilirler.

şekilde orta ve yüksek hızlı damlatmalı filtrelerin çeşit-
li geri devir uygulama şekilleri görülmektedir.



Şekil 3.6

3.3.8 AKTİFLEŞTİRME (ÇAMUR KAYNAŞTIRMA) YÖNTEMİ

Aktifleştirme yöntemi; doğal arıtma olayını hızlandırmak için yapılır. Bu yöntemde bakteriler suda her tarafa dağılırlar. Gerekli olan oksijen, hava ile verilir. Yumaklı kütlenin tabana çökmemesi için, havuzun suyuda yapay olarak hareket ettirilir. Böylece oksijenin azlığı dolayısıyla tabanda çürüme olmaz. Bu tesisler; çamur kaynaştırma reaktörü (havalandırma havuzu) ve son temizleme havuzundan meydana gelir. Havalandırma havuzundan geçen sular biyolojik arıtmanın etkisiyle, aktifleşmiş yumaklar meydana getirirler. Son temizleme havuzunda ise, geri devir çamuru olarak geri pompalanır. Bu karışım daha sonra havalandırma havuzuna sevk edilir.

Aktifleştirme yönteminde; çamurun yaşı, çamur yükü, ayrışma süresi, bekleme süresi çok önemlidir. Bakterilerin etkisiyle oluşan oksidasyon olayı üç aşamada meydana gelir:

- 1-Koagülasyon veya berraklaştırma etkisi,
- 2-Karbonik oksidasyon,
- 3-Nitrifikasyon.

3.3.9 HAVALANDIRMA SİSTEMLERİ

Havalandırma olayı; ya üfleme ya da çalkalama şeklinde olur.

Üfleme olayı; kompresörlerle gerçekleştirilir ve alınan havalar yoluyla havuza gönderilir. Havuzda kullanılmış su ve çamur içine yayılır. Bu sisteme 'HURD SİSTEMİ' denir.

Çalkalamalı sistemde; kullanılmış su dar ve uzun kanallardan geçirilir. Suyun havalandırma havuzundaki hareketi motorların çevirdiği paletli çarklar yardımıyla sağlanır. Bu sistemlere de 'KESSENER SİSTEMİ' denir.

3.3.10 ÇAMUR İŞLEME, HAZIRLAMA VE BOŞALTMA İŞLEMLERİ

Bir temizleme tesisinde değişik yerlerde katı maddeler ortaya çıkar. Bu yerler:

- Izgaralar
- Kum tutucular
- Ön temizleme havuzları
- Son temizleme havuzları, vs.

Bu katı maddeler büyük miktarda suyu bünyelerinde tutarlar. Bir kişi için açığa çıkan çamur miktarı yaşam standardına ve yaşam alışkanlığına çok bağlıdır. Bu durumda çamur kaynaştırma, temizleme tesisleri söz konusu olur.

İlk işlem olarak; çamurdaki suyun alınması veya azaltılması gerekir. Butun sistemler iki ana işleme dayanmaktadır:

- Stabilizasyon
- Suyunu alma

Stabilizasyon; çamuru depolamaya uygun duruma getirme işlemidir. Stabilizasyondan sonra çamurda koku olmalıdır. Çamur kendini;

- Anaerob olarak çürütmeğe,
- Aerob olarak stabilize etmeğe çalışır.

Stabilizasyondan sonra çamurun suyu aşağıdaki işlemler ile ayrılabilir:

- Sertleştirme,
- Sistem içinde çamurun, suyunun daha iyi alınabilmesi için iyileştirilmesi,
- Termik kurutma ya da yakma

Çamur; sedimentasyon ve flotasyon ile sertleştirilir. Su almadan sonra çamur;

- Doğal gübre durumuna getirilir.
- Termik kurutmadan sonra depolamaya uygun gübre olarak kullanılır.
- Yakılır.
- Depolarda biriktirilir.
- Doğrudan tarımsal amaçlar için kullanılır.

3.3.11 ANAEROB ÇAMUR STABİLİZASYONU (ÇÜRÜTME)

Çürütmenin amaçları:

- Su almanın iyileştirilmesi,
- Çamur miktarının azaltılması.

Çürütme esnasında % 70 metandan oluşan bir gaz meydana gelir. Çürütme; ayrışma hızına, ısıya pH değerine bağlıdır. En uygun sıcaklık değeri 30-40°C ve en uygun pH değeri 7 ile 7.8 dir.

3.3.12 MAKİNALARLA ÇAMURUN SÜZÜLMESİ

Çamur kaynaştırmada kalan çamurun süzülmesi çok zordur. iyi bir süzme;

-Termik iyileştirmede; 180 ile 220°C sıcaklıkta ve 10 ile 15 barlık basınçta,

-Kimyasal iyileştirmede; flok maddesi ve yardımcıları ile olur.

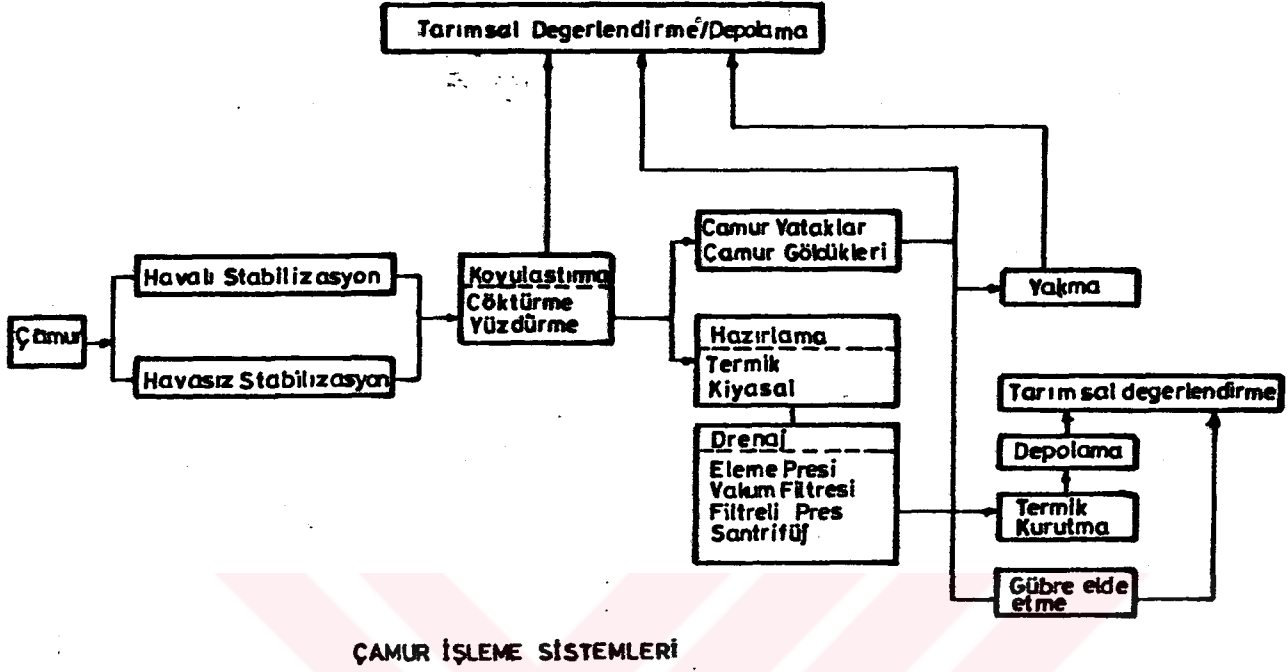
Çamurun süzülmesi işleminde metal tuzları olarak çoğunlukla; demirkloroid, demir sülfat, alüminyum kloroid kullanılır. bunlar ya yalnız, ya da CaCO_3 ile birlikte kullanılır.

3.3.13 SANTRİFÜJLEME

Santrifüjleme ile çamur süzmede iki sistem kullanılır:

1-Dekanter: Yatay olarak dönen bir motor, aynı doğrultuda daha az dönen dış silindir ve dış silindirde çökelen katı maddeleri dışarı atan helezonlardan oluşmuştur.

2-Düşey separator: Bu santrifüjlemede yaklaşık 3000 devir elde edilir. Separasyon aralıklar da oluşur. Su santrifüj içinden geçer. Katı maddeleri Periyodik olarak dışarıya açılan kanallara iter.



Şekil 3.7

3.3.14 GENEL OLARAK ARITMA YÖNTEMLERİ

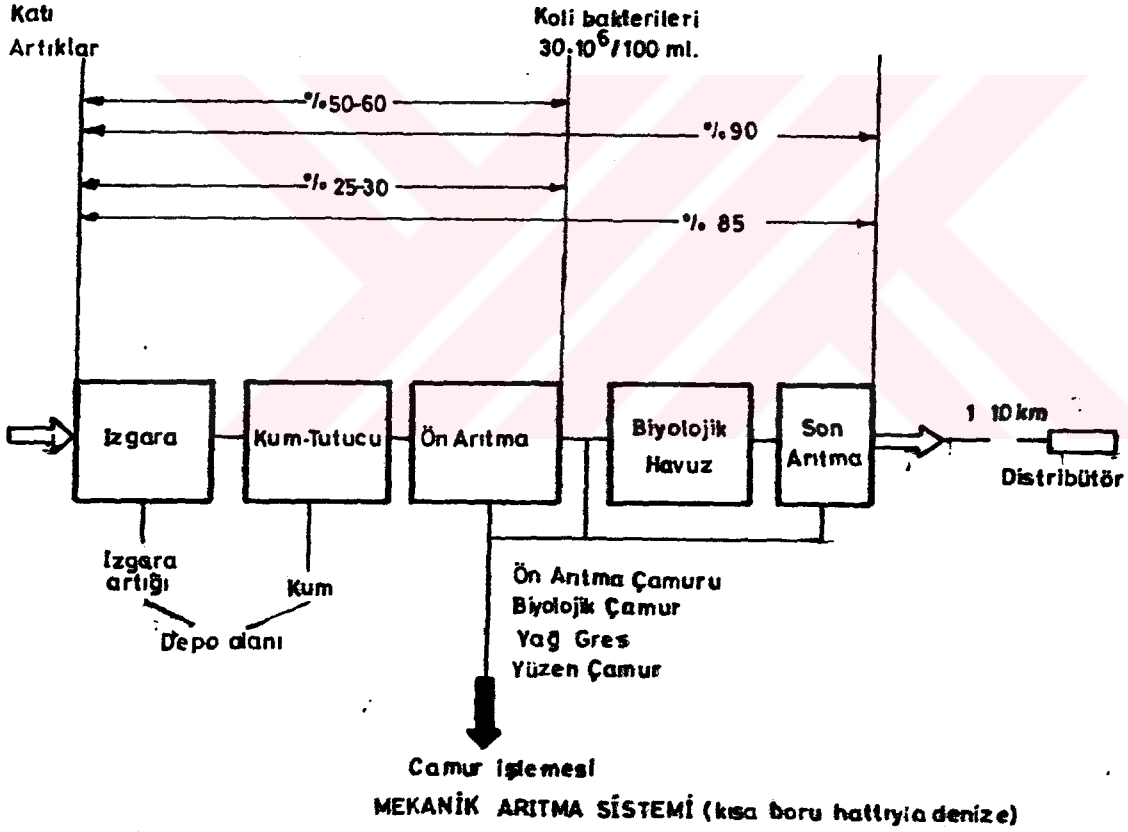
Arıtma tesisleri yalnızca büyüklükleri bakımından değil, aynı zamanda arıtma işletme kademelerinin sayısına ve tipine göre de birbirlerinden farklıdırlar. En büyük farklılıklar, Çamur işleme kademesinde görülmektedir.

Küçük ve orta boy bir şehrin arıtma tesisinde şu bölümler bulunur: Izgara, Imhoff tankları, çürümüş çamur için kurutma yatakları. Imhoff tankları yerine çökeltme havuzları ile çürüteçler konulabilir.

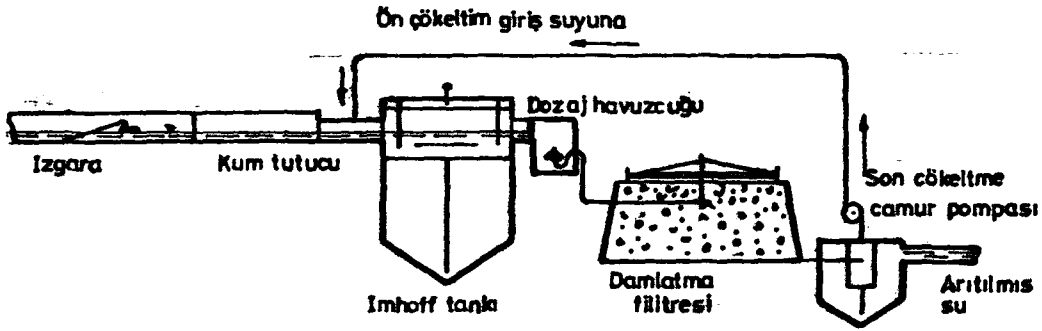
Damlatmalı sistemlerde ise; ön havuz, son çökeltme havuzu bulunur. Damlatmalı sistemler basit bir çalışma mekanizmasına sahiptirler. Çalışmaları otomatik olup, başında sürekli bekleyen elemana gereksinim yoktur.

Aktif çamur tesisleri ise; havalandırma havuzlarından oluşur. Eğer havalandırma uflemeli ise; hava kompresörlerine, çalkalamalı ise; çalkalama mekanizmalarına gerek duyulur.

Büyük tesislerde kullanılan aktifleştirme tesislerinin en önemli üstünlüklerinden birisi, geri devir çamurunun miktarını ve oksijen sevkini arttırmak yoluyla giriş yükünün artırılmasına karşın tesis kapasitesinin yükselmesidir.

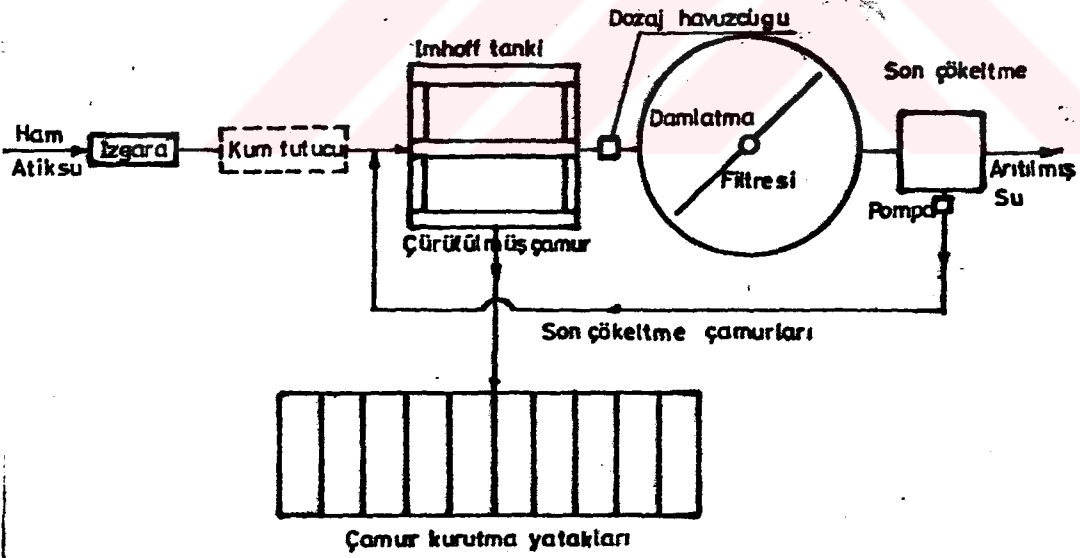


Şekil 3.8



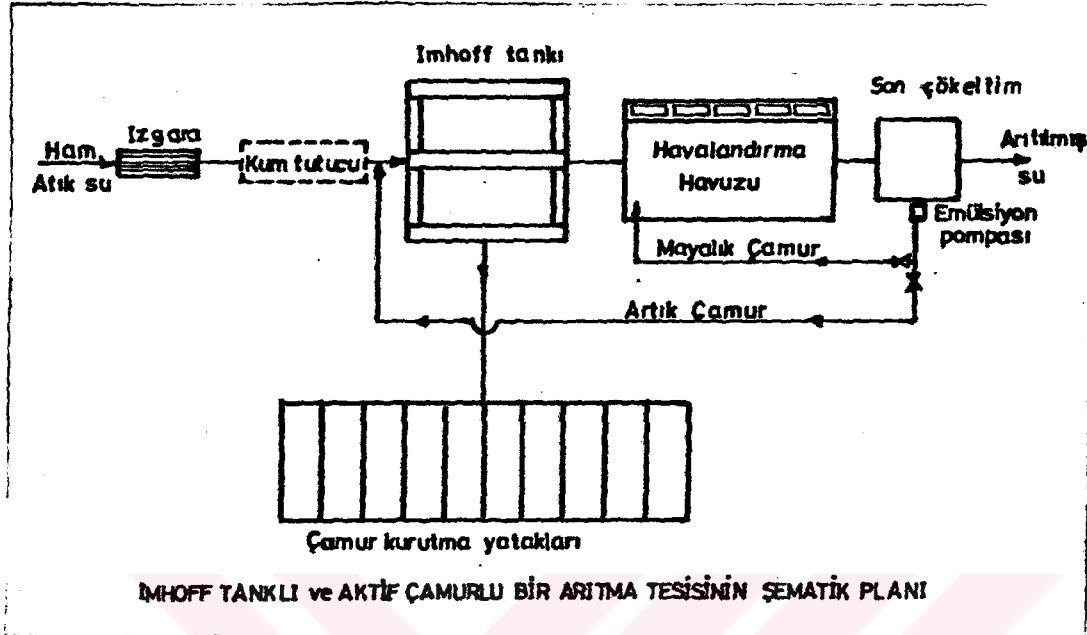
IMHOFF TANKLI ve DAMLATMALI FİLTRELİ BİR ARITMA TESİSİNİN
ŞEMATİK DÜŞEY KESİTİ

Şekil 3.9

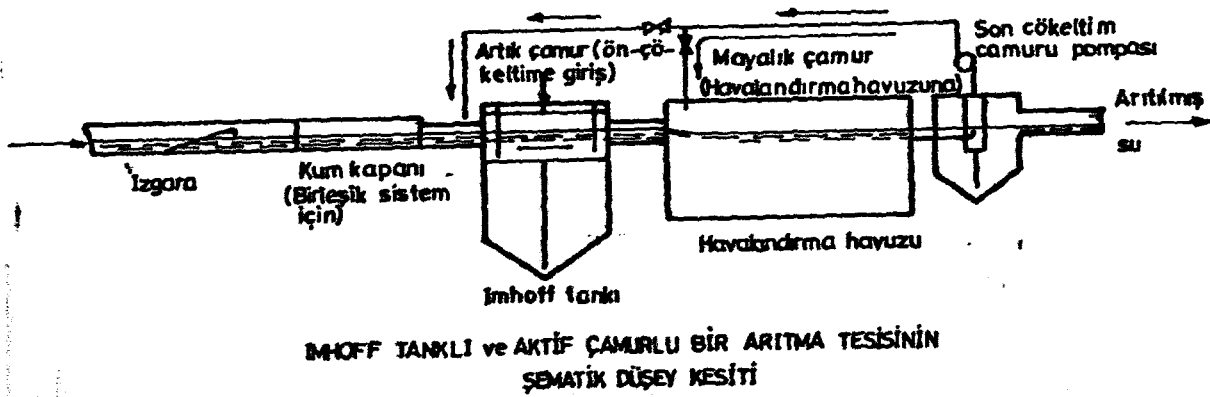


Imhoff tanklı ve damlatma filtrelili bir arıtma tesisinin şematik planı
(Yalnız kullanılmış su isleyen tesislerde kum tutucu yapılması zorun değildir)

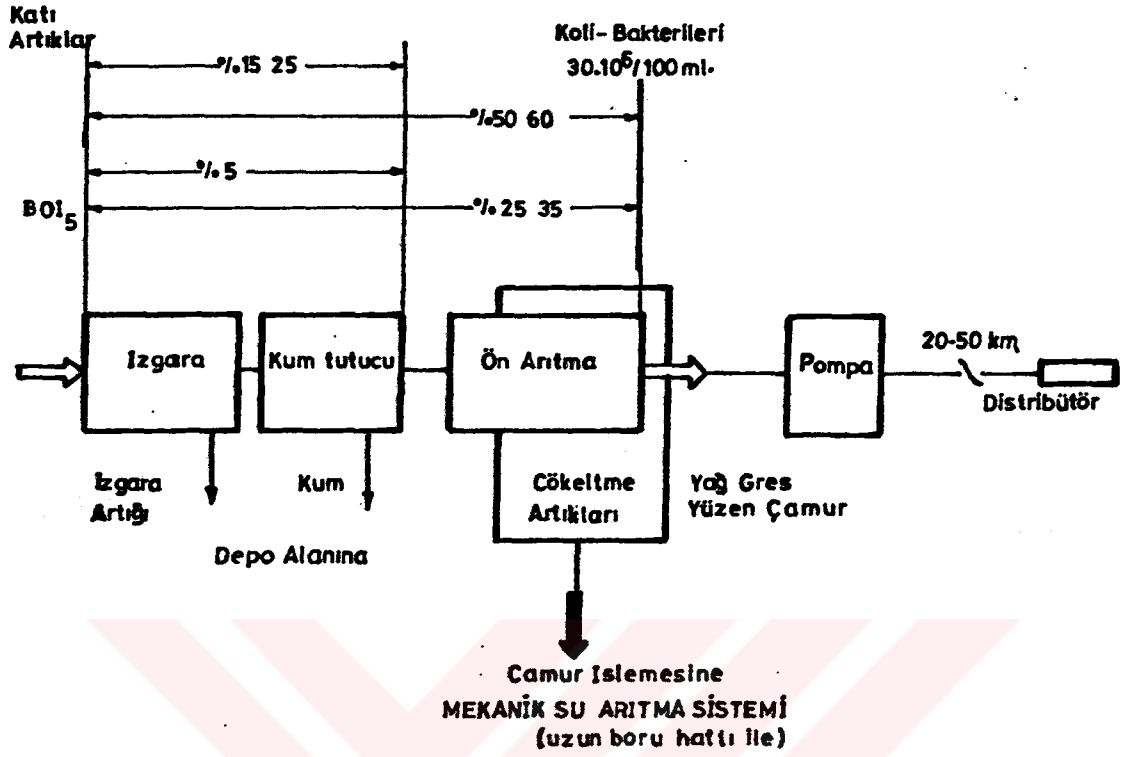
Şekil 3.10



Sekil 3.11



Sekil 3.12



Şekil 3.13

4.1 TEKNOLOJİK SU ISLAH YÖNTEMLERİ

4.1.1 GENEL AÇIKLAMA

Yaşamın ve doğanın temel yapı taşlarından biri olan suyun, doğada bol bulunmasının yanı sıra fiziksel ve kimyasal özelliklerinin çeşitli koşullara uygunluğu onu endüstrinin de vaz geçilmez temel unsurlarından biri haline getirmiştir.

Suların niteliğini içeriğindeki her türlü yabancı maddenin türü ve miktarı belirler.

Suyun endüstride kullanılabilir hale getirilebilmesi için uygulanan her türlü mekanik ve kimyasal işleme de "Su Islah Yöntemi" denir.

Genel anlamda teknolojik su ıslahında ana ilke ham su kaynağının çok iyi seçilmesi ve su karakterinin iyi belirlenmesi olmalıdır. Ham suyun özelliklerinin belirlenmesinden sonra suya uygulanacak ıslah yönteminin seçimi yapılmalıdır. Ham su sağlanmasında ise genel olarak doğadaki iki kaynaktan yararlanılır.

Bunlar: 1- Yüzey suları

a) Gol suları

b) Nehir suları

2- Yeraltı suları

a) Kuyu suları

b) Kaynak suları, dır.

Bu ham su kaynaklarından herhangi birinden sağlanan suyun ıslah edilerek endüstride kullanılabilir hale getirilmesi için suya DIŞ ISLAH YÖNTEMİ (EXTERNAL TREATMENT) ve İÇ ISLAH YÖNTEMİ (INTERNAL TREATMENT) olmak üzere 2 yöntem uygulanır. Bir ham su her ne karaktere sahip olursa olsun, bu iki yöntemin belirli ıslah kademelerinden geçirildikten sonra kullanılabilir. ham suyu, iyi seçimi yapılmış ve gerektiği gibi uygulanması yapılan DIŞ ISLAH YÖNTEMİ ile ıslah ederek kullanılacak birimlere vermek fikri ve gereği hep on planda tutulmalıdır. Ayrıca suya uygulanan ve özellikle İÇ ISLAH YÖNTEMLERİ'nin seçiminde olduğu kadar, su şartlandırılmasında yapılan uygulamanın bilinçli ve gerektiği gibi olmasının da önemli bir unsur

olduğunu belirtmek yerinde olur. Çünkü bu konu çok büyük boyutlarda yanlış uygulanmış ve yıllarca bilinçsiz bir şekilde her türlü suya uygulanan standart hale getirilmiş ve kalıplaştırılmış iç ıslah yöntemleri ile işletmelerde yarar yerine büyük zararlar ortaya çıkarılmıştır.

4.1.2 DIŞ ISLAH YÖNTEMLERİ: (EXTERNAL TREATMENT)

Doğadaki bir kaynaktan sağlanan ham suyun kullanılacak sisteme alınmadan önce arıtılması (tasfiyesi) için yapılan her türlü uygulamaya dış ıslah yöntemi denir. Ham su kaynağının su yapısını dikkate almakla birlikte, kullanılacak sistemlerde arzu edilen su cinsine ve su harcamına göre bu dış ıslah yöntemlerinden gerekeni seçilerek ıslah uygulaması yapılmalıdır. Bu dış ıslah yöntemlerini, uygulama aşamasındaki yerlerini de dikkate alarak şöyle sıralayabiliriz:

1-Ham suyun berraklaştırılması:

Doğal kaynaktan çıkan suya ilk uygulanan mekanik temizleme ve arıtma işlemleri diye açıklanabilir. Ham suyun özelliğine göre uygulama sırası şöyle olabilir.

- a) Mekanik ön temizleme
- b) Havalandırma
- c) Dinlendirerek çöktürme
- d) Çöktürücülerle tane buyultulerek çöktürme
- e) Filtrasyon

2-Ham suya uygulanacak ön yumuşatma işlemleri:

Berraklaştırılmış suya gereksinime göre ve işletmelerin kapasiteleri de dikkate alınarak bir ön yumuşatma işlemi uygulanabilir. Bu uygulama ile suyun sertliği büyük bir oranda düşürülürken su ıslahında daha sonraki aşamalarda kolaylık ve ekonomiklik sağlanmış olur.

- a) Soğuk kireç yöntemi
- b) Soğuk Kireç-Soda yöntemi
- c) Sıcak Kireç-Soda yöntemi
- d) Demir alma ve demir tutma işlemi

3-Ham suya uygulanan sertlik giderme ve diğ er saflaştırma yöntemleri:

On yumuşatma işlemi görmüş ya da doğrudan berraklaştırılmış ham suya kullanılacak işletme unitelerinin gereksinimleri dikkate alınarak daha ileri aşamada uygulanan ıslah yöntemleridir.

- a) Sodzum zeolit yumuşatma.
- b) Hidrojen zeolit yumuşatma.
- c) Dealkalizasyon.
- d) Demineralizasyon.
- e) Buharlaştırma.
- f) Havasızlandırma. (Deaeration)

4.1.3 İÇ ISLAH YÖNTEMLERİ (INTERNAL TREATMENT)

Herhangi bir dış ıslah uygulamasından geçirilmiş ya da hiç işlem görmemiş suyun kullanılacak birimlerde ve buhar kazanlarında kısaca tüm su sistemlerinde doğurabileceği taş ve kışır oluşumunu önleyerek özellikle korozyonu kontrol altında tutabilmek için uygulanan tüm işlemler diye adlandırılabilir.

İç ıslah yöntemlerini dış ıslah yöntemleri gibi sınıflandırmak olası olmakla birlikte genel olarak aşağıdaki gruplar altında toplanabilir:

1-Buhar kazanlarına ve buhar tesislerine uygulanan iç ıslah yöntemleri

2-Kaynar su tesislerine uygulanan iç ıslah yöntemleri

3-Kapalı soğutma suyu sistemlerine uygulanan iç ıslah yöntemleri

4-Açık soğutma suyu sistemlerinde uygulanan iç ıslah yöntemleri.

Belirtilen düzeneklere uygulanabilecek iç ıslah yöntemleri teknolojik gelişmelerle birlikte değişiklik gösteren yeni yöntemler olabilir.

İç ıslah uygulamasında en önemli unsur, suyun bilinen iki kötü özelliği olan taşlaşma ve korozyonu birlikte denetim al-

tında tutmaktır. Yoksa bu kötü özellikten bir tanesinin denetim altına alınması ile diğer özellik belirgin bir şekilde ortaya çıkar. Gerek ham suyun gerek besi suyunun gerek sistemde dolaşan suyun taş yapıcı ya da korozif özellikleri belirlenerek yapılan iç ıslah uygulamalarında hep daha başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

Suyun özelliklerini belirlemek için suyun pHs (Doyma, denge) değeri belirlenir. pHs değeri, suyun toplam sertlik, toplam alkalinite ve toplam erimiş katılar değerleri ile su sıcaklığının bir fonksiyonudur. Bunun için Langelier Saturation Index diyagramından yararlanılır.

Kullanılışı daha pratik olduğu için bu diyagram aşağıda bir tablo halinde sunulmaktadır.

Suyun analiz sonuçlarına ve sıcaklığa göre tablodaki değerler formülündeki yerlerine konularak pHs değeri hesaplanır.

LANGELIER DOYMA TABLOSU							
TOPLAM ERİMİŞ KATILAR ppm	A	SUYUN SICAKLIĞI °C	B	TOPLAM SERTLİK ppm	C	TOPLAM ALKALİNİTE ppm	D
50 1000	01	0 - 2	26	10 - 11	06	10 - 11	10
1000	02	2 - 6	25	12 - 13	07	12 - 13	11
1300	021	6 - 9	24	14 - 17	08	14 - 17	12
2000	022	10 - 13	23	18 - 22	09	18 - 22	13
10000	023	14 - 16	22	23 - 27	10	23 - 27	14
		17 - 21	21	28 - 34	11	28 - 34	15
		22 - 27	20	35 - 43	12	35 - 43	16
		28 - 31	19	44 - 55	13	44 - 55	17
		32 - 37	18	56 - 69	14	56 - 69	18
		38 - 43	17	70 - 87	15	70 - 87	19
		44 - 50	16	88 - 110	16	88 - 110	20
		51 - 55	15	111 - 138	17	111 - 138	21
		56 - 63	14	139 - 174	18	139 - 174	22
		64 - 71	13	175 - 220	19	175 - 220	23
		72 - 81	12	230 - 270	20	230 - 270	24
				280 - 340	21	280 - 340	25
				350 - 430	22	350 - 430	26
				440 - 550	23	440 - 550	27
				560 - 690	24	560 - 690	28
				700 - 870	25	700 - 870	29
				880 - 1000	26	880 - 1000	30
$pHs = (9.3 + A + B) - (C + D)$							

Tablo 3

Aynı sıcaklıkta suyun gerçek pH değeri (pH metre ile olu-
len değer) belirlenir. Bu iki pH değerinin karşılaştırılması
ile suyun karakteri bulunur.

$$\text{pH} - \text{pH}_s < 1$$

Taş yapıcı karakterde bir su.

$$\text{pH} - \text{pH}_s < 0.6$$

Korozif karakterde bir su.

$$\text{pH} - \text{pH}_s = (+0.6) / (+1)$$

Kararlı bir su.

Suyun karakterinin bulunmasından sonra i ıslah yonteminin
seçilmesi veya suya buna göre bir işlem uygulanması önemli bir
unsurdur.



SULARIN ÖZELLİKLERİNİ BELİRLEYEN UNSURLAR NEDEN OLDUĞU GÜÇLÜKLER VE İSLAH YÖNTEMLERİ

UNSUR «EMARE»	KİMYASAL FORMÜLÜ	NEDEN OLDUĞU GÜÇLÜKLER	İSLAH YÖNTEMLERİ	
SUSPANS (AKINDAKİ) KATILAR	BULANIKLIK	Suya kili girer ve, bu durumda ve kararlaştırılabilir (bakteriyel) oluşur.	Disolüsyon. Yeni biyotik (Kocagözetim) ve filtre etme.	
	RENK	Kimyasal olarak ifade edilir. Analizlerde, suyun bir diziyle olarak yapılır.	Yeni biyotik ve filtre etme. Aktif karbonla giderme. (Adsorpsiyon)	
	YAG	«YAG» olarak ifade edilir.	Seperatörle ayırma. Filtre. Yeni biyotik ve filtre etme.	
	SUSPANS KATILAR	Suda çözünmeyen maddeler olarak ifade edilir.	Gilçikler, Genellikle yeni biyotik disolüsyon ile birlikte filtre etme olarak yapılır.	
ÇÖZÜNMÜŞ (ERİMiŞ) KATI MADDELER	SEYRELİK a) Derjil: Karbonat b) Kalsi: Karbonat olmayan.	Ca ve Mg tuzları, (CaCO ₃ cinsinden ifade edilir.)	Yumuşama. Disolüsyon (Bakteriyel Yumuşama) Kalsiyum tuzları ile ilgili yöntem uygulanır. Yumuşama için gerekli kalsiyum maddeleri.	
	ALKALİTE	Bikarbonat (HCO ₃) Karbonat (CO ₃) Hidroksit (OH) (CaCO ₃ cinsinden ifade edilir.)	Kireç veya Kireç + Soda yumuşama. Aktif maddeler. Hidrojen Sülfür yumuşama. Diyazotasyon. Aktif karbonla giderme. Disolüsyon. Disolüsyon.	
	BERBEST ALKALİ ANİYONLARI	H ₂ SO ₄ HCl HNO ₃ H ₂ CO ₃ (CaCO ₃ cinsinden ifade edilir.)	Alkali konyonları.	Alkali maddelerle nötralizasyon yapılır.
	KLORÜR	Cl ⁻	Suyun katı maddeleri etkiler. Göl, karstik kaynaklar da yitirir.	Diyazotasyon. Disolüsyon.
	SÜLFAT	(SO ₄) ⁻	Suyun katı maddeleri etkiler. CaSO ₄ içinde çözünür. Büyük miktarlarda çözünür.	Diyazotasyon. Disolüsyon.
	NİTRAT	(NO ₃) ⁻	Suyun katı maddeleri etkiler. İçme suyu, yüksek konyonasyonda olan katı maddeler konyonasyonda çözünür.	Diyazotasyon. Disolüsyon.
	SİLİS	SiO ₂	Suyun katı maddeleri etkiler. Su içinde çözünür. Su içinde çözünür. Su içinde çözünür.	Sıcak MgO ile yumuşama. Suyun disolüsyonunda, karstik kaynaklar çözünür. Disolüsyon.
	DEMİR	Fe ⁺⁺ (Ferrat) Fe ⁺⁺⁺ (Ferrik)	Suya katı ve zehirli bir katıdır. Su içinde çözünür. Su içinde çözünür. Su içinde çözünür.	Nevalendron. Yeni biyotik ve filtre etme. Kireç suyu ile yumuşama. Kalsiyum disolüsyon. Çiftli maddelerle, derjil olarak, filtre etme. Kalsiyum maddeleri, yumuşama için kullanılabilir.
	MANGAN	Mn ⁺⁺	Diyazotasyon.	Diyazotasyon.
	FLORÜR	F ⁻	Toksikite katı maddeleri etkiler. Su içinde çözünür. Su içinde çözünür. Su içinde çözünür.	Mg(OH) ₂ , Ca(OH) ₂ veya Karstik kili ile giderilir. Al ₂ (SO ₄) ₃ ile giderilir.
ÇÖZÜNMÜŞ (ERİMiŞ) GAZLAR	KARBONİKASİT	CO ₂	Su içinde çözünür. Su içinde çözünür. Su içinde çözünür.	Nevalendron. (Hava ile temas) Diyazotasyon. (Hava ile temas) Alkali maddelerle nötralizasyon. Filtre etme ve nötralizasyon maddeleri.
	OKSİJEN	O ₂	Su katı maddeleri etkiler. Su içinde çözünür. Su içinde çözünür. Su içinde çözünür.	Diyazotasyon. Na ₂ SO ₄ , H ₂ SO ₄ ve aktif konyonları.
	HİDROJEN SÜLFÜR	H ₂ S	Suya katı ve zehirli bir katıdır. Su içinde çözünür. Su içinde çözünür. Su içinde çözünür.	Nevalendron. Filtre etme. Karstik kili suyun disolüsyon.
	AMONYAK	NH ₃	Cu ve Zn katı maddeleri konyonasyonda çözünür.	Diyazotasyon. Kalsiyum. Hidrojen Sülfür suyun disolüsyon.
	BETHEKİLİ (KORÜTİVİTE)	Microbion / en Microbion / en Ogil Kalsiyum	Suyun katı maddeleri etkiler. Su içinde çözünür. Su içinde çözünür. Su içinde çözünür.	Suyun katı maddeleri etkiler. Su içinde çözünür. Su içinde çözünür. Su içinde çözünür.
MİKROBİYAL KATILARIN TOPLAM	TOPLAM KATILAR	Suyun katı maddeleri etkiler. Su içinde çözünür. Su içinde çözünür. Su içinde çözünür.	Suyun katı maddeleri etkiler. Su içinde çözünür. Su içinde çözünür. Su içinde çözünür.	Çiftli yumuşama yöntemleri: Kireç - Soda ve Hidrojen Sülfür. Diyazotasyon. Disolüsyon.
	TOPLAM KATILAR	Suyun katı maddeleri etkiler. Su içinde çözünür. Su içinde çözünür. Su içinde çözünür.	Suyun katı maddeleri etkiler. Su içinde çözünür. Su içinde çözünür. Su içinde çözünür.	Suyun katı maddeleri etkiler. Su içinde çözünür. Su içinde çözünür. Su içinde çözünür.
	pH	Sıcaklıkların suyun konyonasyonu. pH = Log (H ⁺)	Sıcaklıkların suyun konyonasyonu. Su içinde çözünür. Su içinde çözünür. Su içinde çözünür.	pH değeri, alkali maddelerle yükseltilir; asidik maddelerle düşürülür.
	DO ₂	Diyazotasyon. Sıcaklıkların suyun konyonasyonu. Su içinde çözünür. Su içinde çözünür. Su içinde çözünür.	pH = pH ₂ = 7.25 suyun katı maddeleri etkiler. Su içinde çözünür. Su içinde çözünür. Su içinde çözünür.	Alkali ve asidik maddelerle, pH katı maddeleri yükseltilir.
A-4				

Tablo 4

4.2 SU YUMUŞATMA

Suyun içerisinde çözülmüş Ca^{++} ve Mg^{++} bileşiklerinin toplamına suyun toplam sertliği denir. Bu sertliğin sudan çeşitli yöntemlerle alınmasına, suyun yumuşatılması ya da tasfiye edilmesi denir. Sertliği düşürülmemiş teknolojik su hangi amaçla kullanılırsa kullanılsın mutlaka taş (Kışır) yapar. Bu taş oluşumunu çeşitli fosfat tuzlarını içeren katkı maddeleri de hızlandırmaktadır.

Suyun sertliğini gidermekte kullanılan aygıtlara su yumuşatma (Tasfiye) aygıtları denilmektedir. Bu aygıtlar içerisinde reçine, iyon eşanjörü, iyon değiştirici, rezin v.b. adlarla anılan yapay reçineler bulunan basit bir kolondan oluşmuştur. Bu kolon içerisinde belirli yükseklikteki reçine yatağından geçen suyun sertliği sıfıra indirilir. İyon değiştirme ilkesi ile sertliğin sıfıra indirilmesini şöyle formülize edebiliriz:



Na_2Z olarak simgelenen reçine yatağından, su geçerken içerisindeki Ca^{++} ve Mg^{++} iyonları Na^{+} iyonu ile yer değiştirir ve suyun sertliği de tamamen tutulur. Yer değiştirmeden dolayı suyun konduktivitesinde ve içindeki toplam erimiş katıların miktarında değişme olmadığı gözönünde bulundurulmalıdır.

Zamanla iyon değiştirme yönünden kapasiteleri dolan reçineler tuzla ($NaCl$) rejenere edilerek yeniden iyon değiştirebilecek duruma getirilir:



Su yumuşatma işleminde kullanılan bu reĉineler zamanla işlevini yitirmektedir. Suyun iĉinde erimiş olarak bulunan ve rejenerasyonda Na^+ iyonu ile yerdeĝiřtirmeyen ĉeřitli iyonlar (Fe^{++} , Mn^{++}) ya da askıdaki (suspans) maddeler, reĉine taneciklerinin uzerini bir zırh gibi kaplar ve kapasitelerinin duşmesine neden olurlar. Bazen bu durum daha da ilerleyerek, reĉine kolonu mekanik bir kum filtresi gibi ĉalıřmaya başlar, boylece aygıtın kapasitesi duşer, tuz harcamı artar, ekonomik olmayan koşullar doğar. Bu durumda ya reĉine olduğu gibi deĝiřtirilir ya da ĉeřitli kimyasallarla reĉine eski durumuna getirilir.

4.3 BUHAR KAZANLARINDA BLOF İşLEMİ

Blöf kazan iĉerisinde kirlenen suyun belli bir bolümünün atılarak yerine temiz besi suyu alınmasıdır. Besi suyunun tasfiye işleminin iyiliğine bağlı olmakla birlikte her durumda zamanla kazan suyunun tuz derişikliği yükselir. Büyük kazanlarda devamlı, küçük kazanlarda periyodik olarak blöf yapılır. depodan dışarı yüksek tuz derişikliğinde su atılır ve yerine duşuk tuz derişikliğinde su alınır.

Kazan blöfünün yapılma nedenleri arasında şunlar vardır:

- a) Kazandan saf ve temiz buhar elde etmek.
- b) Temiz kazan yüzeyi sağlamak, kazan taşı ve her türlü birikintiyi önlemek dolayısıyla ekonomik ve güvenli kazan işletmek.
- c) Kazan suyunun köpürerek ĉeřitli işletme sorunlarına neden olmasını önlemek.
- d) Kazan suyu iĉerisindeki erimiş katı madde miktarını ve askıdaki katı madde miktarını (suspans katılar) kazan işletme basıncına ve kazan özelliğine göre belirlenen sınırlarda tutmak.

Kazan blöfu ani ve sürekli olmak üzere iki temel ilke ile yapılır. Butun kazanlarda özellikle ĉamurun toplandığı dip kısımlarında blöf vanaları vardır. Bu vanalar ĉok kısa zaman

aralıkları ile açılarak çamur ve kirli kazan suyu bu arada önemli oranda NaCl kazandan uzaklaştırılır. Bu işleme ani blof denir. Bir çok kazanda buhar mahallindeki su seviyesinin hemen altına yerleştirilmiş blof bağlantı devreleri de vardır. Çok az miktarda kazan suyu bu bağlantılar aracılığıyla sürekli olarak kazandan uzaklaştırılır. Bu işlemede sürekli blof denir.

Son uygulamalarda ise kazan suyu iç ıslah yöntemleri ile kullanılan katkı maddelerinin etkinliği sayesinde blof gerektiren birikinti oranlarında daha büyük artışlara izin verilebilmekte böylece blof işlemi seyrekleştirilerek enerji tasarrufu sağlanabilmektedir.

4.4 SUYUN KAZAN İÇİNDE ISLAHI

Kazan suyunun oluşturduğu sert ve yumuşak birikintiler ısı izolatoru gibi özellik göstererek kazanın ısı verimini düşürürler. Ayrıca metalin aşırı ısınmasına ve birikintiler altında korozyon oluşumuna neden olurlar. Birikinti oluşumunu önlemek için iki ana yöntem vardır:

1) Su içindeki tuzları ve diğer yabancı öğeleri katkı maddeleri ile çöktürüp blof ile kazandan uzaklaştırmak.

2) Bu maddeleri suda askıda (suspans halde) tutmak ve yüzeylere yapışmasını önlemek.

Birinci yöntem için fosfat esaslı katkı maddeleri kullanılmaktadır.

Suya sertlik veren Kalsiyum ve Magnezyum bileşikleri, besi suyu aracılığıyla sulfatlar, klorürler ve çoğunlukla bikarbonatlar halinde kazana girerler. Kazan besi suyu hazırlanmasında uygulanan, çok iyi bir dış ıslah yöntemiyle veya büyük oranda kondens dönüşü sağlanarak, kazan suyuna bu tuzların girmesine engel olunursa da, güvenlik açısından kazan suyunda bir miktar fosfat bulundurulur. Buna kazan suyunda fosfat şartlandırması ya da fosfat fazlası denir. Kazan suyundaki fosfat fazlası, besi suyu aracılığıyla gelen veya herhangi bir

nedenle kazan suyunda bulunan kalsiyum tuzları ile derhal tepkimeye girerek onları kasiyum fosfat haline dönüştürür. Böylelikle suya sertlik veren bu tuzların, kazan boru ve ısıtma yüzeylerinde taş ve kışır oluşumu önlenmiş olur.

İkinci yöntemin uygulaması eskiden bitkisel esaslı doğal organik maddeler (ligno sulfanatlar) kullanılarak yapılmakta idi. Ancak günümüzde doğal organiklerden çok daha etkili olan yapay organik polimerler kullanılmaktadır. Bu maddeler büyük ölçüde dispersiyon (dağıtma) performansı göstermekte olup, kazan suyundaki reaksiyonlardan oluşan ve besi suyu kanalı ile kazana giren katılarla kompleks bileşikler oluşturarak onları askıda tutmakta ve çeperlere yapışmasını önlemektedir. Ayrıca kazan boru ve ısıtma yüzeylerinde daha önceden oluşmuş birikintileri de kademeli bir şekilde temizleme özelliğini göstermektedir.

4.5 ASKIDAKİ (SUSPANS) MADDELERİN YARATTIĞI SORUNLAR

Suların özelliklerini belirleyen temel unsurlardan biri olan suspan (asılı) madde miktarı, suyun bünyesindeki çözünmüş madde miktarının bir ölçüsüdür. Bunlar genellikle çamur kil ve çeşitli organik maddeler gibi, suyun içine karışıp da suda çözünmeden askıda kalabilecek akla gelebilen her türlü cisim ve maddelerdir.

Çözünmüş maddeler ile askıdaki maddeleri ayırt etmek gerekmektedir. Çünkü çözünmüş maddeleri mekanik filtrasyonla sudan ayırmak olanaksızdır.

Endüstride sorun olan katı asılıtlar, daha çok çıplak gözle görülemeyecek kadar küçük olanlardır. Bunlar, suya renklilik ve bulanıklık verebileceği gibi, su çıplak gözle tamamen berrakmış gibi de görülebilir. Endüstride çoğunlukla bu tür katı asılıtlardan nispeten iri olanlarını almak için, dinlendirme ve dinlendirme yoluyla çöktürme işlemi yapılmaktadır. Bu işlemde su dinlendirme havuzu veya tankında dinlenirken iri partiküller kendiliğinden çöker. Belirli aralıklarla

bu cökelti ler havuz veya tanktan temizlenir. Daha küçük irilikteki partikülleri uzaklaştırmak için tane büyültücü veya cöktürücüler kullanılır.

Asıltı maddeleri uzaklaştırmada son aşama filtrasyondur. Su ve buhar sistemlerine giren küçük asıltı maddeler, eşanjör, kazan, donanım ve boru hatlarında birikinti oluşumuna neden olurlar. Bu birikintiler yumuşak ve çamur şeklinde olmakla birlikte, zamanla sertleşebilir ya da sert olan diğer birikintilerin içine girerek pışmek suretiyle kışır oluşturabilirler. Çoğunlukla bu birikintiler amorf taneli olup, temizlenmesi çok güç birikintilerdir. Asitle kimyasal temizlik işlemiyle bile temizlenemezler. Asıltı maddelerin neden olduğu bir diğer sorun da su yumuşatma reçinelerinde kapasite düşümüne neden olmalarıdır. Bunlar reçineyi bloklaştırabilir, organik bozunmalara neden olurlar veya taneciklerin yüzeyini kaplayarak reçinenin su yumuşatma kapasitesinde önemli düşüşlere neden olurlar. Bu nedenle su yumuşatma aygıtlarından önce mutlaka bir kum filtresi kullanmak gerekir.

Soğutma kuleleri gibi çok miktarda suyun kirli atmosfere açık olduğu sistemlerde de askıdaki maddeler kolaylıkla sisteme girebilir ve çeşitli sorunlar oluşturabilirler. Bu ve benzeri sistemlerin takviye suyu mutlaka filtre edilerek sisteme verilmelidir. Hatta sirkülasyon suyunun sürekli bir şekilde filtre edilmesi dikkate alınmalıdır.

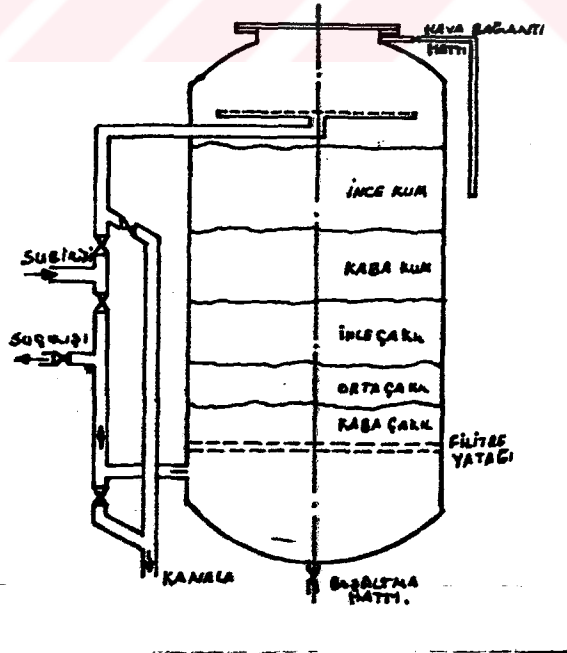
İyi dizayn edilmiş ve gereği gibi işletilen bir filtre ile asıltı maddelerin neden olduğu sorunlar tamamen ortadan kaldırılabilir. Bu amaçla ülkemiz endüstri işletmelerinde en yaygın olarak işletmesi oldukça ekonomik olan basınçlı tip kum filtreleri kullanılmaktadır.

Basınçlı tip kum filtreleri, genellikle silindirik biçimde bir gövde, taşıyıcı bir yatak, süzme işlemini yapacak bir dolgu maddesi ve gerekli donanımdan oluşurlar. Süzme işlemini yapacak dolgu maddesi çok çeşitli malzemelerden oluşabilir. Kum filtrelerinde dolgu maddesi çeşitli boyutlarda kuvars esaslı kumdan meydana gelir. kullanılacak kumun minimum % 96

SiO_2 (silika) içermesi gereklidir. Yaygın olarak podima çakılı ve kumu filtre malzemesi olarak kullanılmaktadır.

Genel olarak teknolojiye basınçlı tip kum filtrelerinde 5 katman bulunmaktadır. Her katmanda, farklı elek ölçüsünde çakıl ve kum bulundurulur. En ince kum en üstte olmak koşuluyla katmanların yüksekliği ve malzemenin elek analizi şöyledir.

	<u>YÜKSEKLİK(cm)</u>	<u>KUM ÇAPI(mm)</u>
1. KATMAN (EN ALT)	10 cm	25 - 38
2. KATMAN	20 cm	14 - 25
3. KATMAN	10 cm	7 - 14
4. KATMAN	10 cm	3,5 - 7
5. KATMAN (EN ÜST)	55 cm	0,5 - 1,5



Şekil 4.1

4.6 KAZANLARDA KOROZYON

Birikinti (depozit) buhar kazanlarının alışılmış ve bilinen ana sorunudur. Modern kazan işletmeciliğinde birikinti, yüksek saflıkta besi suyu ile kazan işletmekle onlenebilmektedir. Ancak besi suyunun bu denli saflaştırılmasıyla kazan ısıtma yüzeylerinde korozyon oluşumu büyük çapta karşılaşılan ve onlenilmesi kaçınılmaz bir sorun haline gelmektedir. İyi vasıflı su ile işletilen kazanlarda, korozyona kısmen engel olan birikinti oluşmayınca kazan metali doğrudan su ile temasta kalmakta ve korozif bir etki göstermektedir. Hatta bazı durumlarda kazan metal yüzeyleri zımpara ediliyormuşçasına aşınmaya uğramaktadır. Özellikle ısıtma yüzeyleri fazla olan kazanlarda bahsi geçen korozyonun sonucunda oluşan demir oksit (Fe_2O_3) sorunlar yaratmaktadır. Buhar ve kondens dönüş hatlarında korozyon yönünden gerekli önlemler alınmadığı takdirde oluşan FeO (iki değerli demir oksit) besi suyu kanalıyla kazana girer. Sertlik kaçakları ve Fe_2O_3 ile birleşerek değişik ve kompleks bir yapıda kazan taşı oluşumuna neden olur.

Hiç şüphesiz en ekonomik kazan işletmesi kazan suyunun çok yönlü olarak kontrol edilmesi ile mümkündür. Kazan suyu şartlandırılmasında kullanılan yöntemlerden biri de $pH-PO_4$ koordinasyon yöntemidir. Bu yöntem damıtık su ile veya demineralize su ile işletilen yüksek basınçlı kuru ve kızgın buhar üreten buhar tesislerine uygulanır. Bu kazanların besi suyu pH değerleri düşük olduğu için alkali fosfatlarla kazan suyunun pH değeri yükseltilerek, $pH-PO_4$ koordinasyonu sağlanırken, ayrıca Hidrazin Hidrat kullanarak korozyon mücadelesinde başarı sağlanır.

Sözü edilen bu yöntemin diğer kazanlarda (kaynar su ve skoç tipi küçük kazanlar) kullanılması durumunda, fosfat esaslı katkı maddelerinin uygulanmasında, kazan boru ve ısıtma yüzeylerinde sertlik kaçakları temizlenmesi olanaksız fosfat esaslı kazan taşları oluşturmaktadır.

4.7 OKSİJEN KOROZYONU

Su ve buhar sistemlerinde korozyonun ana kaynağı su içerisindeki çözünmüş oksijendir. Korozyonla mücadelede başarılı olmak ancak sistemdeki oksijenin tamamen ortadan kaldırılmasıyla olasıdır.

Kazan işletmeciliğinde besli hatlarına konulan degazörlerle sudaki çözünmüş oksijenin elemine edilmesinde büyük oranda başarılar sağlanabilir. İyi dizayn edilmiş ve uygun çalışan bir degazörle suyun içindeki çözünmüş oksijen miktarı % 97-98 oranında azaltılabilir. Ancak kazanlara giren oksijenin birçok kaynağı olabileceği gibi çok küçük miktarlarda iken dahi büyük zararlara neden olur. (Örneğin; pompaların emiş tarafından, vana boğazlarından olan hava kaçakları, kondens tankının soluma etkisi v.s.). Sistemde degazör mevcut olmadığı zamanlar zorunlu olarak yalnızca kimyasal madde ile oksijeni almak pahalı bir yöntemdir. En uygun ve ekonomik çözüm ise besli hattından degazöre ve kazana verilecek kimyasal maddelerle oksijeni tamamen uzaklaştırmaktır.

4.8 OKSİJEN ALICI KİMYASAL MADDELER

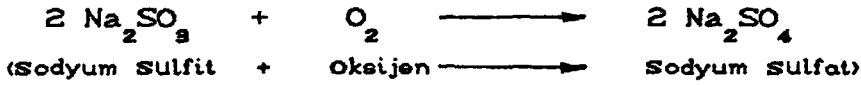
Kimyasal maddelerin oksijenin korozyon etkisini önleme işlevi iki şekilde gerçekleşmektedir. Bunlardan birincisi, maddenin oksijenle kimyasal tepkimeye girerek oksijeni nötr etmesi ki buna katodik inhibitör etkisi denir. İkincisine ise, katkı maddesinin metal yüzeylerinde pasivasyon işlevi yaparak anodik inhibitör etkisiyle koruma denir.

Oksijen elemine edici katkı maddelerinin etkinliği bu iki işlevi birden yapabilme özelliğinin yanı sıra, kimyasal yapısındaki denge, tepkime hızı, maliyet unsuru ve en önemlisi de insan ve çevre sağlığı açısından etkisi ile değerlendirilir. Bu özellikler dikkate alınarak kullanılan en yaygın oksijen alıcı maddeler aşağıda sırasıyla incelenmiştir.

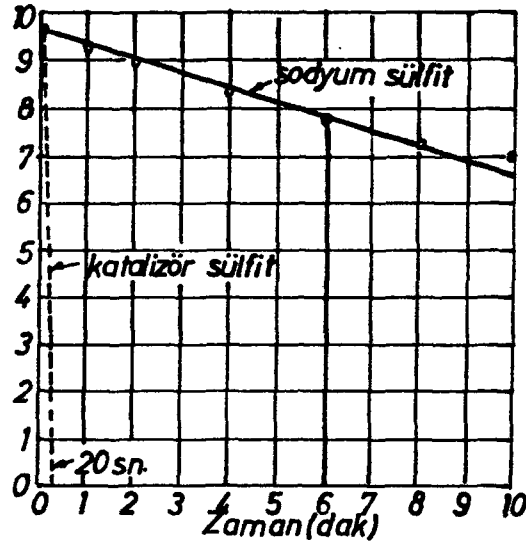
4.8.1 SODYUM SULFİT

Oksijen notralize edici olarak kullanılan ilk kimyasal madde Sodyum sulfit'tir. Sulfit'in üstünlükleri ucuz olması, çevre kirliliği ve insan sağlığı yönünden uygun olmasıdır.

Sulfitin oksijenle tepkimesi şöyledir;



Tepkime sonucunda oluşan sodyum sulfatın kazan suyu erimiş madde miktarını artırması sulfit kullanımının en büyük dezavantajıdır. Ayrıca sulfitin herhengi bir metal üzerinde pasivasyon etkisi de yoktur. Sodyum sulfit 64 atmosferden yüksek basınçlı kazanlarda kullanılmaz. Çünkü 205 °C sıcaklıktaki kazanlarda dekompoze olarak kondens dönüş hatlarında korozyona neden olan kükürt dioksit (SO₂) ve hidrojen sulfür (H₂S) oluşturur. Sulfitin kazana beslenebileceği en uygun yer degazörün su mahallidir. Kazan suyunda 20-60 ppm SO₃ fazlası bulunacak şekilde dozajlanmalıdır. Oksijen-sulfit tepkimesini artırmak için bazı özel katalizörler kullanılır. Bunların en etkilileri iki veya üç değerlikli metal katyonlarıdır: Demir, bakır, kobalt, nikel ve manganez en etkili sulfit katalizörleridir. Tepkime hızı oldukça önemli olduğu için sodyum sulfit saf olarak kullanılmaz. Şekil 4.2 de görüldüğü gibi oda sıcaklığında sodyum sulfit 10 dakikalık surede sudaki oksijen miktarını 9,8 ppm'den 6,6 ppm'e düşürürken, katalizörlü sulfit 9,8 ppm oksijeni 20 saniyede tamamen uzaklaştırmaktadır.

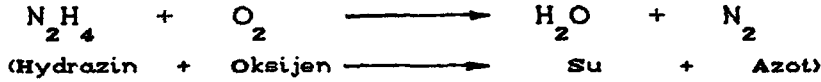


Şekil 4.2

4.8.2 HİDRAZİN

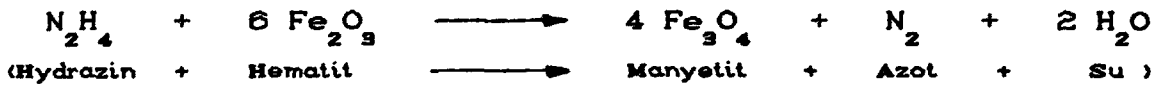
Oksijen eleminasyonunda kullanılan, notralize edici etkisi ile katodik koruma hem de pasif tabaka oluşturarak anodik koruma özelliğini gösteren bir maddedir.

Hidrazinin bahsi geçen bu iki yararlı işlevi aşağıdaki tepkime denklemlerinde görüldüğü gibi olur.



Tepkime sonucu oluşan maddeler, su ve azot olduğundan kazan suyuna herhangi bir katı madde ilavesi olmaz. 200 °C sıcaklıkta veya 20 atmosfer basıncın üzerinde hidrazin kısmen dekopoz olmakla birlikte oluşan ürünler amonyak ve azottur. Bu maddeler çelik aksama zarar vermez. Ancak oksijen varlığında amonyak, bakır malzeme üzerinde etkili olabilir.

Hidrazinin bir diğer çok yararlı özelliği olan pasifleştirme etkisinin kimyasal reaksiyonu şöyledir.



Denkleimde görüldüğü gibi, hidrazin korozyon sonucu oluşan hematit'i manyetite çevirerek metali pasifleştirir ve korozyonu durdurur. Hidrazinin en büyük sakıncası oksijenle tepkime hızının çok yavaş olmasıdır. Oksijen - hidrazin reaksiyonu için mutlaka katalizör kullanılmalıdır. Bu nedenle kazan suyu ıslah uygulamalarında hidrazin piyasaya katalize hidrazin olarak sunulmaktadır. Hidrazinin kazana dozajlanacağı en uygun yer degazörün su mahallidir. Kazan suyunda hidrazin fazlası 0,1 - 0,5 ppm düzeyinde tutulur. Hidrazin toksik bir madde olduğundan kullanıcının dikkatli olması gereklidir. Pratikte %35 veya %24'lük hidrazin hidrat şeklinde kullanılmaktadır.

4.9 ERİMİŞ OKSİJEN KAYNAKLARI VE SİSTEMDEN OKSİJENİN ARINDIRILMASI

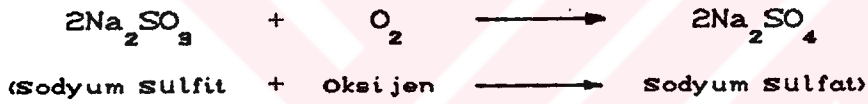
Buhar ve yoğunlaşma suyu sistemlerine giren oksijenin ana kaynağı, kazana verilen besleme suyu olmakla birlikte, yoğunlaşma suyu devresinin çeşitli bölümlerinden de sisteme oksijen girebilir. İçerisinde erimiş oksijen bulunan besleme suyu, hiçbir mekanik ve kimyasal yöntemle oksijenden arındırılmadan kazana verilirse, kazan sıcaklığında sudan ayrılan oksijenin bir bölümü buharla birlikte yoğunlaşma suyu sistemine gider. Vakum altında çalışan kondens dönüş sistemleri ve ağırlıklı (gravity) kondens dönüş sistemlerine hava ile birlikte oksijenin sızması için birçok neden vardır. Oysa basınç altında çalışan kondens dönüş sistemlerine oksijen sızması olanaksızdır. Ancak bu devrelerin duruşlu çalışmaları halinde hava ile birlikte sisteme oksijenin girmesi olasıdır.

Besleme suyundan oksijenin uzaklaştırılması için iki yöntem vardır. Öncelikle iyi seçilmiş bir mekanik yöntemden sonra kimyasal yöntem uygulanması düşünülebilir. Mekanik yöntemlerden en basiti, atmosfere açık havalandırma ısıtıcılarında besleme suyunu doyma sıcaklığına gelene kadar ısıtmaktır. Bu yöntemin daha gelişmiş ve uygulanması ise besleme suyunu havasızlandırma

ısıtıcılarından (degazör, deaerating heater, dearator) geçirerek kazana vermektir. Böylece besi suyu içerisinde bulunan Oksijen, Karbondioksit ve amonyak gibi erimiş gazlar uzaklaştırılır.

İyi dizayn edilmiş ve gerektiği gibi işletilen bir degazörden geçirilen kazan besi suyunun içerisinde erimiş oksijen miktarı litrede 0.005 cc değerine kadar düşürülebilir. Kazan besi suyu devresinde ve kazan içerisinde pitting şeklinde karşılaşılan korozyonun nedeni de besi suyu içerisindeki erimiş oksijendir.

Söz edilen mekanik havasızlandırma yöntemleri ile birlikte, kazan suyu içerisindeki oksijeni tamamen nötrale etmek için kimyasal katkı maddelerinin en uygunu Sodyum Sulfit'dir. Oksijen ile kimyasal reaksiyonu ise şöyledir.



Kuramsal olarak 1 ppm erimiş oksijen için 7.88 ppm Sodyum Sulfit'e gerek vardır. Sodyum Sulfit kazan besi suyu devresine uygulandığı gibi, kazan besi pompası emiş hattından veya dozaj pompası ile doğrudan kazana da verilebilir. Sodyum Sulfit'in içerisine, kazan besi hattında, düşük sıcaklıklarda ve kısa surede oksijeni uzaklaştırması için kimyasal tepkimeyi hızlandıracı bir katalizör eklenebilir.

Oksijen nötralizasyonu için Hidrazin de kullanılabilir. Hidrazinin sodyum sulfite göre üstünlüğü, kimyasal tepkime denkleminde de görüldüğü gibi, erimiş oksijeni katı madde oluşumuna izin vermeden nötrale etmesidir.



Çok pahalı ve dışa bağımlı bir madde olan hidrazinin yanlış uygulamaları ve bundan doğan sakıncalar ise şöyledir.

a) Hidrazin kesinlikle karbondioksit korozyonunu önlemez.

b) Hidrazin yüksek basınçlı ve saf buhar üreten buhar işletmeleri için önerilebilir. Bu kazanlarda besi suyunun ve kazan suyunun kesinlikle erimiş katı madde içermemesi gerekir. Demineralize ve damıtık su ile beslenen bu tür buhar kazanlarına hidrazin uygulanabilir.

c) Erimiş katı madde miktarı yüksek kazan suyunda da hidrazin kesinlikle oksijenle tepkimeye girmediği gibi, buharla birlikte kondens devresine gitmez.

Pek çok düşük basınçlı ve de konduktivitesi çok yüksek buhar kazanlarına, kondens suyunun pH değerini yükseltmek için bilinçsiz şekilde fazla hidrazin dozajı yapılmaktadır. Böyle bir kazana giren hidrazinin kimyasal yapısı hemen bozulmakta ve alkalinitesi zaten yüksek olan kazan suyunun alkalilik değerini biraz daha yükseltmektedir. Gereksiz ve fazla dozajlama sonucunda ortaya çıkan amonyak gazının sistemde yaptığı yıkıntı da hidrazin uygulaması için ayrı bir sakınca olmaktadır.

4.10 OKSİJEN VE KARBONDİOKSİT KOROZYONU

Birçok işletmede, buhar ve yoğunlaşım (kondens) suyu ile ilgili devrelerde korozyon devamlı karşılaşılan bir sorundur. Bu sorun boruların, valflerin ve trapların (buhar kapanları) sık sık yenilenmelerini gerektirdiği gibi sistemin bazı yerlerinde biriken korozyon artıkları, tıkanmalar şeklinde arızalara da neden olurlar. Dolayısıyla işletmelerin tamir bakım masrafları arttığı gibi, üretim bile aksayabilir.

Sözedilen korozyonun sonucu, çoğunlukla devrelerde bulunan bağlantı parçalarının (fittings) ve donanımların dişli kısımlarında delinmeler meydana gelir. Çünkü bu kısımlarda metal kalınlığı çok incedir. İşletmelerin aralıklı çalıştırılmaları veya hafta sonu gibi duruşlarında, sistemde yoğunlaşan suların dreyni (boşaltımı) tam yapılmadığı zaman, yatay devrelerde,

dikey devrelere göre daha fazla tahribat görülür.

Korozyonun en karakteristik belirtileri ise şöyledir: Metal pitting'i (metal yüzeyinin çiçek bozuğu şeklini alması) halinde olmakla birlikte, sistemin birçok yerlerinde oyuklar ve kanall şeklinde kendini gösterir. Çoğunlukla sistemde pitting şeklinde korozyonla karşılaşıldığında oksijenin neden olduğu, metal kalınlığının incilmesi (kağıt kalınlığına kadar incelenebilir) ve boru alt yüzeylerinde kanallar ve oyuklar belirlenirse karbondioksitin neden olduğu kanısı konulabilir. Eğer sistemde iki durumda belirlenirse; Hem oksijen hemde karbondioksitin birlikte korozyona neden olduğu ortaya çıkmış olur.

Buhar ve yoğunlaşım suyu devreleri korozyonunun ana nedeni, sistemde erimiş olarak bulunan oksijen ve karbondioksit gazlarıdır. Bu iki ana öğeye ek olarak, buhar yoğunlaşım oranı, yoğunlaşım suyunun ana kondens deposuna dönüş süresi (veya metal ile temas süresi), yoğunlaşım suyunun sıcaklığının yüksekliği, kondens hattını oluşturan devre elemanlarının farklı metallerden yapılmış olmaları ve galvanik etki korozyonu hızlandırıcı nedenlerdir. Ayrıca kondens hatlarında, traplardan sonra yoğunlaşım suyunun mekanik olarak yaptığı aşındırmaların yanı sıra kavitasyon sonucunda da korozyona rastlanabilir.

4.11 OKSİJEN VE KARBONDİOKSİT KOROZYONUNUN KİMYASAL OLARAK AÇIKLANMASI

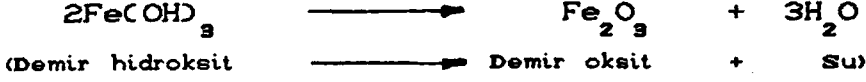
Sistemde bulunan erimiş oksijen ve karbondioksitin korozyon reaksiyonları kimyasal denklemlerle şöyle açıklanabilir.

Suda erimiş olarak bulunan oksijenin demir metaline etkisi şöyledir:

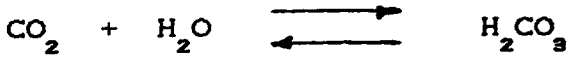


Oluşan demir hidroksit sonradan demir oksite (pas) dönüş-

şur.



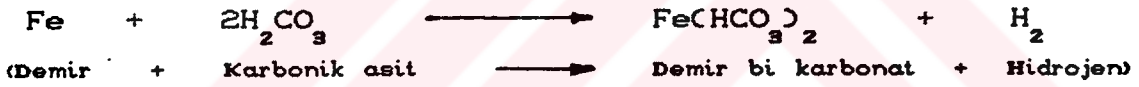
Karbondiyoksit ise suda eridiği zaman, zayıf bir asit olan karbonik asit oluşumuna neden olur. Bu asitin oluşması ile suyun pH değeri düşerken korozyonun da hızı artar.



Karbonik asit dengesiz bir asit olup heran aşağıdaki denklemede görüldüğü gibi ayrışabilir.



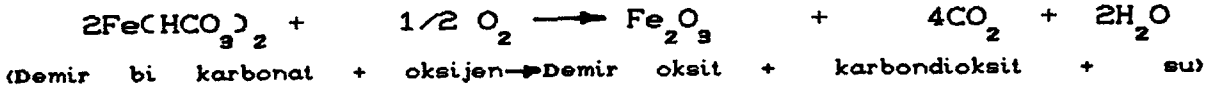
Karbonik asitin demire etkisi ise şöyledir.



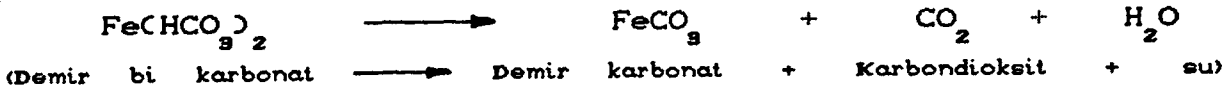
Bu tepkime, yoğunlaşım suyunun pH değeri 5,9 un altında olduğu durumlarda çok hızlı olur. Oluşan demir bi karbonat pH değerinin yükselmesine neden olur. Dolayısıyla tepkime bir ölçüde yavaşlar. Ayrıca bu demir bi karbonat suda eriyerek, yoğunlaşım suyu ile birlikte taşınabildiği gibi, basıncın düştüğü noktalarda ve buhar içerisinde karbondiyoksitin az olduğu durumlarda eriyikten demir oksit tortusu şeklinde ayrılır.



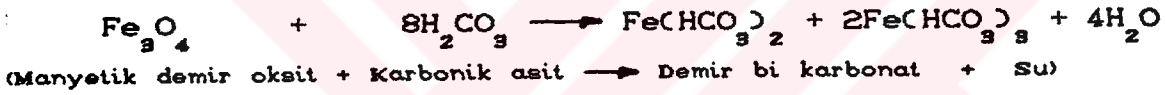
Erimiş halde oksijenin de var olduğu durumda, Oksijen demir bi karbonattaki hidrojen ile su haline dönüşürken, kırmızı demir oksit de tortu halinde çöker.



Bazı hallerde bu demir bikarbonat şekil değişikliği ile demir karbonat tortusu meydana getirdiği gibi karbondioksitin yeniden açığa çıkmasına da neden olur.



Karbonik asit demir metali üzerinde koruyucu olarak oluşmuş manyetik demir oksit tabakasını da (Siyah demir oksit Fe_3O_4) bozarak asit korozyonuna neden olur.



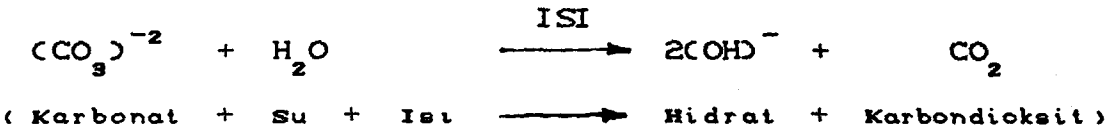
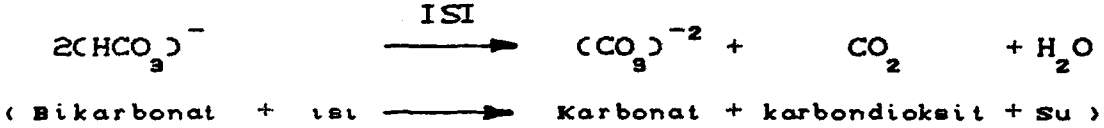
Yukardaki tepkimelerden görüleceği gibi buhar ve yoğunlaşma suyu devrelerinde FeO , Fe_2O_3 , Fe_3O_4 , FeCO_3 tortuları ve bunların karışımları bulunabilir. Metallerin aşınmasının sonucu olan bu tortu ve korozyon artıkları boru ve tesisatta tıkanmalara neden olurlar.

4.12 ERİMiŞ CO_2 'nin KAYNAKLARI VE SİSTEMDEN UZAKLAŞTIRILMASI

Özellikle yoğunlaşma suyu sistemlerinde oksijene göre daha büyük boyutlarda zararlara neden olan karbondioksit, buhar ve kondens dönüş hattı korozyonunun alışılmış ve bilinen bir nedenidir. Boru ve malzeme kalınlığının incelmesi ile boru alt bölümünde boyuna kanallar şeklinde oyulma ile kendini gösterir.

Karbondioksitin ana kaynağı kazanlara verilen besi suyunun Bikarbonat ve karbonat alkaliliğidir. Kazan besi suyundaki 1 ppm bikarbonat alkaliliğinden (CaCO_3 olarak belirtilir.),

0.79 ppm karbondioksit ve 1 ppm karbonat alkaliliğinden ise 0.35 ppm karbondioksit açığa çıkar. Aşağıdaki kimyasal denklemlerde görüldüğü gibi, kazan suyu sıcaklığında bikarbonatların ve karbonatların ayrışması ile karbondioksit serbest kalır ve buharla birlikte devreye sürüklenir.



Ayrıca, az olmakla birlikte, ham suda erimiş olan karbondioksit ya da kazan suyunun alkaliliğinin ayarlanmasında kullanılan sodanın (Na_2CO_3) ayrışması ile de sisteme karbondioksit girebilir. Bu nedenle yoğunlaşma devrelerinde korozyon belirlenirse, Soda yerine sudkostik (NaOH) ile alkalinite ayarlanmalıdır.

4.13 BUHARDAKİ CO_2 MİKTARININ DÜŞÜRÜLMESİ

Korozyon sorununu gidermek için, buhardaki karbondioksit miktarını en az düzeye düşürmek gerekir. Bu ise kazan besleme suyunun iyi bir şekilde hazırlanması yoluyla olabilir. Besleme suyu içerisindeki bikarbonat ve karbonat alkaliliği, karbondioksitin asıl kaynakları olduğundan, besleme suyunun alkaliliğini düşürmek için uygun dış ıslah yöntemleri kullanılır. Kireç-Soda (lime-Soda) ya da Kireç-Alçıtaşı (lime-Gypsum) yumuşatma yöntemleri ile alkalilik ilke olarak karbonat alkaliliği şeklinde 50-60 ppm'e düşürülür. Buhardaki karbondioksiti en az düzeye düşürmek için yumuşatıcı çıkış suyunun alkaliliğini bikarbonat-karbonat şeklinden çok karbonat-hidrat şeklinde korumak gerekir. Yani:

(2 x Fenol alkalinite > Toplam alkalinite)

Bağıntısı gerçekleştirilmelidir. Bu ise suda karbonat alkaliliğinin yanı sıra:

(2 x Fenol alkalinite - Toplam alkalinite)

kadar hidrat (hidroksit) alkalinitesinin de varlığının sağlanması demektir. Alkalinitesi ve sertliği, sıcak kireç-alçıtaşı yumuşatma yöntemi ile düşürülen su, sodyum zeolit yumuşatıcıdan geçirilerek sertliği tamamen giderilirken, suyun bikarbonat alkalinitesi değişmez. Normal olarak bu tip yöntemlerde 50-60 ppm'e düşürülen karbonat alkalinitesi, buharda 17-21 ppm karbondioksitin açığa çıkmasına neden olur.

Sodyum zeolit çıkışına uygulanacak asit ile bu alkaliliğin 10-20 ppm'e düşürülmesi çok sık uygulanan bir yöntemdir. Bundan başka, en son uygulanan yöntem ise sodyum zeolit çıkışından sonra su, klorit alışverişi (Dealkalizasyon) ile çalışan reçine yataklarından geçirilerek, alkaliniteyi sıfıra indirmektedir.

Buhardaki karbondioksiti 5 ppm dolaylarına düşürmek, iyi seçilecek ve iyi bir şekilde işletilecek dış ıslah yöntemi ile olanaklıdır.

4.14 KARBONDİOKSİT KOROZYONUN ÖNLENMESİ VE DENETİMİ

I Yukarıda belirtildiği gibi, besi suyunun hazırlandığı tüm unitelerde (2 x Fenol alkalinite > Toplam alkalinite) bağıntısını gerçekleştirmektedir.

II Alkaliler ve fosfatlar: Karbondioksit notralizasyonu için, sınırlı olmakla birlikte, sulu sodyum hidroksit buhara enjekte edilerek Karbondioksitle tepkimeye girmesi sağlanarak, yoğunlaşım suyunun pH değeri yükseltilir. Buhara verilen fosfatlar ise demir yüzeylerde demir-fosfat filmi oluşturarak, karbondioksit korozyonunu önler. Ancak bu inorganik maddeler, kalıntıların ve kazan suyu solitlerinin buharla taşınmasına neden oldukları için istenmezler.

III Amonyak: Amonyak karbondioksit korozyonunu önlemek ve

pH değerinin yükseltilmesi için kullanılır. Amonyum hidroksit veya amonyum sulfat şeklinde, düşük karbondioksit miktarına sahip devrelerde, karbondioksit korozyonunun ve demir aşınmasının denetiminde başarı ile kullanılır. Ancak bakır ve çinko metallerini içeren sistemlerde, amonyak, korozyona neden olacağından, kullanılma alanı sınırlıdır.

IV Notralize edici nitelikteki aminler: Karbonik asit notralizasyonunda, " Cyclohexylamin ($C_6H_{11}NH_2$) ve Morfolin (C_4H_9NO) " gibi uçucu aminlerle kesin sonuçlar alınmıştır. Kazana verilen bu aminler buharla birlikte uçucu duruma gelirler ve yoğunlaşım suyunda karbondioksit ile birleşerek asitlik durumunu notralize ederler. Genellikle yoğunlaşım suyunun pH değerini 7'ye yükseltecek şekilde kazana amin dozaj edilerek ıslah denetimi yapılır. 1 ppm karbondioksiti notralize etmek için 3 ppm cyclohexylamin'e (%60'lık) ya da 3.6 ppm morfoline (%40'lık) gereksinim vardır. Morfolin cyclohexylaminden daha ucuz olup, karbondioksit için ideal bir notralizasyon maddesidir. Kazan besisi suyunda bulunan her ppm karbondioksitin uzaklaştırılmasında, daha az miktarda notralize edici amin kullanılacağı gerçeği hep göz önünde bulundurulmalıdır.

V Film yapıcı aminler: Kondens hatlarında korozyon önlemede en yeni yöntem ise, bu devrelerde film oluşturuucu aminler kullanmaktır. Korozyona engel olucu film yapıcı bu aminler, 10-18 karbon atomu içerip, kuvvetli karbon zincirlerine sahip olurlar. Bunlardan " Octadecylamin ($C_{18}H_{37}NH_2$), Hexadecylamin ($C_{16}H_{33}NH_2$) ve Dioctadecylamin ($C_{36}H_{74}NH_2$) " en yararlı olanlarıdır. Bu maddeler buhar devrelerine enjekte edilerek buharla iyice karışmaları sağlanır. Değdikleri metal yüzeylerde bir film tabakası oluşturarak, karbondioksiti notralize etmeksizin korozyonu önlemiş olurlar. Bu aminler ıslanmaz bir film tabakası oluşturduklarından, oksijen ve karbondioksitin sakıncalı etkisini önlerler. Buhar hattına 15-30 ppm film amin dozajlamakla, sistemde koruyucu film tabakası oluşturulur.

Buraya kadar açıklananlardan anlaşılacağı gibi, karbondioksit ve düşük pH korozyonu; kuçumsenemeyecek ve de hidrazin

hidrat ile giderilemeyecek bir sorundur.

4.15 SAF BUHAR ÜRETİMİ VE BUHARIN SU SÜRÜKLEMESİ

Buhar kazanlarından üretilen buharın saflığı, gerek bazı üretim işlemleri açısından, gerekse türbin çalıştıran işletmelerde oldukça önemlidir. Çünkü kazanlardan saf buhar çekilmezse, buharla birlikte sürüklenen kazan suyu ile sonuçta elde edilen ürünler kirlenerek kaliteleri bozulur. Ayrıca buharın geçtiği borularda ve yüzeylerde birikintiler oluşarak çeşitli işletme zorluklarının yanı sıra türbin ve makina parçalarında mekanik aşınmaya (erozyon) neden olabilir. En önemlisi de çalışma verimi düşer. Bu nedenlerden dolayı sürüklenmenin kontrolü kazan işletmeciliğinde önemli bir yer tutar.

Kazansuyunun sürüklenmesi buharın, kazan suyunun katı maddeleri ile kirlenmesidir. Dört yaygın tip sürüklenme vardır. Bunlardan birincisinde kazan suyu yüzeyinde köpük veya kabarcıklar meydana gelir ve buhara geçer. Buna köpürme adı verilir ve bir bardağa konulmuş biranın üst kısmında oluşan stabil köpükle karşılaştırılabilir. Bu şekildeki köpürme, kazan gözetleme şişesinden dahi gözükür. İkinci tipte sprey veya sis şeklindeki küçük su damlacıkları, buharın serbest kaldığı yüzeylerde yükselen buhar kabarcıklarının patlamasıyla buhar içerisine fırlatır. Bu tip sürüklenmeye, bir bardağa konan gazoz, kola gibi içeceklerin yüzeylerinde oluşan ve stabil olmayan sıvı puskurmeleri en güzel ve en yakın bir örnek olarak gösterilebilir. Priming denilen sürüklenmenin üçüncü şekli ise tapasız dolu bir gazoz veya kola şişesini çalkalayıp bıraktığınızda olduğu gibi, kazan suyunun ani dalgalanmayla buhar ile birlikte taşınmasıdır. Priming şeklindeki sürüklenmeye, uygun olmayan kazan konstruksiyonu, aşırı yük veya ani yük değişimleri (pik çekişler) neden olmaktadır. Priming kazan suyundaki safsızlıklar tarafından şiddetlendirilir. Sürüklenmenin dördüncü ve özel bir şekli de silika sürüklenmesidir. Silika normal kazan suyu sürüklenmesi

dışında çok yüksek basınçlı kazanlarda buhar fazına geçerek buhara karışabilir. Su borulu kazanlarda tasarım hatasından dolayı veya kazan domuna konulan buhar ayırma donanımının uygunsuzluğundan ileri gelen su kaçakları da buhar saflığının bozulmasına neden olabilir. Kazan suyunda herhangi bir katı maddenin çok yüksek konsantrasyonu köpürmeye neden olabilir. Genellikle alkali maddeler, yakıtlar, yağlar, gresler, bazı organik maddeler ve suspan katılar gibi maddelerin özellikle köpürmeye neden olduğu sanılmaktadır.

Kazanla bağlantılı çalışan makina, pompa, vs.'nin neden olduğu kazan besisi suyundaki yağ kirlenmesi ciddi köpürmelere neden olabilir. Bu genellikle yağın kazan suyundaki alkali maddelerle sabunlaşması sonucu oluşur.

Suspan katıların sürüklenmeye etkisi ile ilgili geliştiren kurama göre; sürüklenmenin nedeni suspan katıların buhar kabarcıklarını çevreleyen yüzey filminde toplanarak onu daha dayanıklı yapmalarıdır. Buhar kabarcığı bundan dolayı parçalanmaya karşı daha çok direnç gösterir ve köpürme oluşur. Suspan katılar ne kadar ince ve küçük olursa kabarcıklarda o kadar çok toplandıkları sanılmaktadır. Fakat deneyimler göstermektedir ki bazı kazanlar çok az miktarda suspan maddeyle sürüklenmeye neden olurken, birçok kazan çok fazla miktarda suspan maddeyle sürüklenme olmaksızın çalışmaktadır. Bu da suspan maddelerin tipinin de miktarı kadar sürüklenmeyi etkilediğini göstermektedir.

Sürüklenme sonucu elde edilen ıslak buharın sakıncaları, çalışma veriminin düşmesi, türbin ve makinaların erozyona uğramasıdır. Bunlara ek olarak buharla birlikte taşınan safsızlıklar, buhar ve yoğunlaşma devrelerinde çökme eğilimini eğilimi gösterirlerken, buharın doğrudan kullanıldığı birçok işlemlerde çeşitli sorunlara neden olurlar.

Sürüklenmenin önlenmesi için alınacak önlemler mekanik ve kimyasal olarak iki kısımda incelenebilir. Mekanik önlemler olarak kazanda yüksek veya düşük su seviyesinden kaçınmak, kazanda aşırı ve ani yük oluşmasından ve ani yük değişikliklerinden

(pik buhar çekişlerinden) kaçınmak ve uygun bir buhar ayırma donanımı kullanmak sayılabilir.

Kimyasal önlemler ise blof kontrolu ve kopuk kesici kullanmaktır.

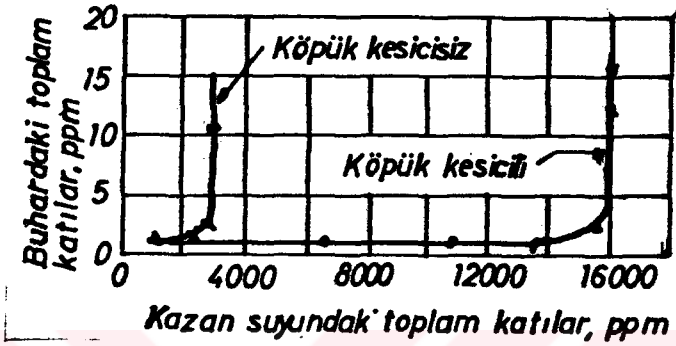
Suruklenmenin önlenmesi için en yaygın önlem köpürmeye neden olan kazan suyundaki Suspan Katılar, Toplam Erimiş Katı Madde, Toplam Alkalinite, Silika ve yağ derişimlerini uygun seviyelerde tutacak şekilde yapılacak blof uygulamalarıdır.

Bilindiğı gibi blof, kazandan konsatre olmuş erimiş veya suspan katılar içeren suyun uzaklaştırılmasıdır. Blofle atılan suyun yerine daha az katı içeren besi suyu kazana gireceğı içinkazan suyunun içerdığı erimiş veya suspan katı madde miktarı azalır. Bundan dolayı uygun ve yeterli bir blof uygulamasıyla kazan suyundaki katı madde miktarı kontrol altında tutulabilir. Bu konuda verilen çeşitli değerler olmasına karşın, ABMA (Amerikan Kazan Üreticileri Birliğı) tarafından verilen limitleri örnek olarak aşağıda bir tablo halinde sunulmuştur.

Kazan Basıncı (Atu)	Özgü İletkenlik ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	Toplam Alkalinite (ppm CaCO_3)	Silika (ppm SiO_2)
-----	-----	-----	-----
0 - 21	7000	700	150
21 - 32	6000	600	90
32 - 42	5000	500	40
42 - 53	4000	400	30
53 - 63	3000	300	20
63 - 70	2000	200	8
70 - 105	150	0	2
105 - 141	100	0	1

İkinci kimyasal önlem olarak kopuk kesici kullanımını ele alacak olursak, kopuk kesiciler konusunda son yıllarda birçok

yeni gelişmeler kaydedilmiştir. Bugün en etkin ve kazan sistemleri için en uygun köpük kesiciler polimerize ester, alkol ve amid esaslı olanlardır. Köpük kesicilerin sürüklenme üzerinde ne kadar etkili olduğunu görebilmek için alttaki diyagramı incelemekte yarar vardır.



Şekil 4.3

Diyagramda görüldüğü gibi fosfat arındırma programı uygulanan birkazanda köpük kesici kullanılmadan 2000 ppm Toplam Erimiş Katı değeri aşıldığında buhar safiyeti bozulmakta; buna karşın aynı sistemde köpük kesici kullanıldığında Toplam Erimiş Madde değeri 1600 ppm düzeyine kadar çıkartılabilmektedir.

Köpük kesicilerin etkisi konusunda birçok kuramlar olmakla beraber, en mantıklısı köpük kesicilerin buhar üretim yüzeylerinde daha az fakat kolayca sönen daha büyük kabarcıklar oluşmasına neden olan hidrofobik şartlar oluşturması şeklindeki kuramdır. Aynı yüzey aktif maddeler oluşan kabarcıkların yüzeylerinin daha zayıf olmasını, dolayısıyla kazan suyu yüzeyinde kabarcıkların daha kolaylıkla patlamasını sağlarlar. Böylelikle yüzeyleri dayanıklı ve küçük kabarcıkların oluşumu ile önlenmiş olur.

4.16 KOROZYON (YENİM) TÜRLERİ

Birçok farklı korozyon türü vardır. Etkinin türü malzemeye, sistemin yapısına, oksit filmin yapısına, büyüklüğüne ve hidrolik koşullara bağlıdır.

Korozyonun çeşidi düzgün yayılmışdan (uniform) yoğun bölgesel etkiye kadar değişir. Paslanmış metal üzerindeki anot ve katot dağılımı korozyon biçimini başlıca etkileyen unsurdur. Eğer bu bölgeler birbirine yakın ve mikroskopik boyutta ise korozyon, bağıl olarak bütün yüzey üzerine eşit dağılır. Eğer bu alanlar birbirine uzak ise, özellikle bununla birlikte büyük potansiyel fark var ise, gözenekler, bazen, "Tubercles" adı verilen birikintiler ile şekillenmektedir.

4.16.1 YAYILMIŞ (UNIFORM) KOROZYON

Bir modele göre tekil bir metalin düzgün korozyonu olduğunda, metal yüzeyinin herhangi bir tarafında anot belli bir surede katot olabilir. Anot çevresindeki yer değişimi veya yüzey çevresindeki sürünme ve böylece metal yitimi metal yüzeyi üzerinde göreceli olarak uniform duruma gelir. Bu tür metaller üzerinde korozyon hücrelerinin gelişimi değişkendir. Tekil metallerde kendiliğinden, metaldeki bozukluklar veya kristal yapısındaki farklılıklardan ötürü, farklı bölgeler arasında var olan potansiyel de homojen olabilir. Bununla birlikte oksit konsantrasyonu ve karışımdaki azlığı farklı olabilir. Bu da oluşumda anlık değişimlere neden olur.

Uniform korozyon için değişken bir model, destekleyici bir film yoluyla oluşan elektron taşınımının eşlik ettiği, metal yüzeyindeki, oksidasyondur.

Oksijen azlığı film yüzeyinde oluşur, ve oksit filminden iyon taşınımı gerçekleşir. Elektronlar büyük olasılıkla metalin dış kısmından taşınmaz. Bütün korozyon oranı, film solusyonunun ana yüzeyinden uzakta tepkime ürünlerinin özellikle hidroksit iyonlarının taşınımıyla kontrol edilir. Bu model birkaç

çeşit metal korozyonu için özellikle Ives ve Rawson tarafından bakır için kullanılmıştır. Klor veya okside edici Klor+oksijen e sahip içme suyu sistemlerine uygulanabilirliği kesin değildir.

4.16.2 GALVANİK KOROZYON

Galvanik korozyon iki farklı metal veya alaşımın birbiri ile temasında oluşur ve korozyon hücre elemanları görülür. Anot olarak çalışan metal diğer metal katot iken kotuye doğru gider Metal ve alaşımları anodik olma eğilimlerine göre sıralanabilir ve sonuç serileri "Galvanik serileri" olarak adlandırılır. Bu sıra, bir içme suyu ortamında karışımın kimyası ve sıcaklığına bağlıdır.

Metalle temas halinde bulunan su için beklenen kimyasal karakteristiklerin aralığı hakkındaki genellemeye bağlı olarak, farklı galvanik seriler planlanabilir. Yararlı olan bir tanesi Larson tarafından ortaya atılmıştır. Bunlardan, farklı, gruplardaki metallere herhangi ikisi sulu bir ortamda birleştirilirse, metal önce anod, sonra da katot olarak davranacaktır. Genel olarak bu metallere uzaklaştıkça, Korozyon için olasılık büyük olacaktır; çünkü aralarındaki potansiyel farklılık büyük olacaktır.

4.16.3 ÇATLAK KOROZYONU

Çatlak korozyonu, bölgesel bir korozyon tipidir. Genellikle korozyon önleyici maddenin eksikliği, çözünmüş iyonlar, oksijen tüketiminin ve asitliğin değişimi etkisiyle oluşur. Tanımdan da anlaşılacağı gibi bu korozyon salmastralardaki çatlaklarda, bindirme kaynaklarda, perçinlerde ve yüzeydeki çöktirilerde oluşur.

4.16.4 EREZYON KOROZYONU

Erezyon korozyonu, korozif etkilere karşı koruyucu olarak görev yapan karbonatlar, hidrokarbonatlar ve metaloksitler gibi koruyucu tabakaları mekaniksel olarak uzaklaştırır. Erezyon genellikle yüksek hızlı akışkanların, turbulans, akış yönündeki ani değişimlerin ve küçük parçacıkların etkisi sonucunda oluşur. Erezyon keskin dönemelerde çok daha kötü sonuçlar verir.

4.16.5 KAVİTASYON KOROZYONU

Kavitasyon korozyonu bir çeşit erezyon korozyonudur. Bu, su basıncının ani olarak buharlaşma basıncı altına düştüğü yerlerde olur. Düşük basınç bölgesinde oluşan habbecikler, yüksek basınç bölgesinde küçülerek suyun boşalan hacimlere hücum etmesine neden olur. Bu olay, koruyucu kaplamalara hatta metalin kendi yüzeyine bile zarar verebilir. Kavitasyon, akışkanın daralması veya ani bir yön değişimi sonucu olarak yüksek akış hızlarında aniden ortaya çıkar. Bu soruna pompa çarklarında, kısmi kapalı valflerde, dirseklerde ve reduktorlerde sıkça rastlanır.

4.16.6 ALAŞIM BOZMA VEYA SEÇİCİ FİLTRELEME

Alaşım bozma veya seçici filtreleme, pirinçten ayrılmış kurşunun taşınımı veya pirinçten çinkonun taşınımında olduğu gibi korozif bir ortam içindeki alaşımdan bir ya da daha fazla metalin taşınmasıdır.

bu tip korozyon metalleri zayıflatır ve güç şartlarda çalışan boruların ömürlerini azaltabilir. Doğal su içindeki pirincin kararlılığı, karmaşık durumlarda, çözünmüş tuza, sertliğe, çözünmüş gazlara ve koruyucu filmin yapısına bağlıdır. Çinko giderme işlemi % 20 ya da daha fazla çinko içeren pirinçlerde sıkça, % 15 ya da daha az çinko içeren pirinçlerde

ise seyrek olarak yapılır.

Vidalı boru bağlantılarındaki çinko giderme tıkaç tip çinko giderme olayı; kalıntı ve çatlakların oksijen konsantrasyon hücrelerinin oluşmasını ve çinko gidermenin sonuçlandırılması- nı sağlar.

Yumuşak kararsız sular, özellikle yüksek karbondioksit içe- renler, Muntz metal (60:40-bakır:çinko) ve sarı pirince (67:33-bakır:çinko) karşı uyumsuzdurlar. Pirinç musluklardan kurşun taşınımı, yeni tesisatlarda sorun olabilir.

Kırmızı pirinç çinko gidemeye karşı daha dirençlidir, fakat bunlar genellikle sarı pirince göre daha az kurşun içerir.

Kurşun, kurşun-kalay lehim i içerisinde yayılmış durumda o- luşur ve bakırla birlikte bağ oluşturan kalaya karşı genellik- le bir seyreltici olarak davranır. Lehim dikişlerinden kurşun taşınımını belirleyen unsurlar yaklaşık olarak pirinçten filt- relenen kurşunun etkisiyle aynıdır.

Uzun süre görev yapacak lehim dikişleri, belirtilen lehim- lerden sıkça bir kurşun azalmasını gösterir.

Seçici filtreleme asbest-çimento çözünümlü borulara veya demir ana su borusu çimento harç kaplamalarının bozulmasına uygulanır.

Yüksek çözünümlü komponentler; sonmemiş kireç, kalsiyum karbonatlar; silikalar ve alumina silikatlar gibi sert su ta- rafından çözülebilirler.

Seçici filtrelemeye neden olan su; ya pH, alkalinite, sert- lik, silis konsantrasyonu gibi parametrelere göre doğal olarak serttir ya da kalsiyum veya diğer doğal olarak koruyucu kimya- sal elementleri (çinko, demir, magnezyum vs.) yapısına alan kimyasal işlemlerden dolayı yapay olarak serttir.

4.16.7 KARBONLAŞMA

Karbonlaşma, dökme demir mikro yapısının fazlarından birini oluşturan dökme demir silikon metal alaşımı taşınımında oluşan düşük pH'lı bir suda ya da yüksek mineralli sudaki dökme demir

korozyon türüdür.

Kara sungerimsi görünümlü fakat sert bir grafit kütle bulunmaktadır. Dokme demir içindeki karbon, çok sayıdaki küçük galvanik hücreler için katot görevi yaparken demir silikon alaşımı anodu oluşturmaktadır.

Dokme demir ürünleri şekillerini bir kalıp içindeki sıvı alaşımın katılaşması sonucu almaktadır. Böylece katılaşma, döküm parçanın şekline bağlı olarak değişik koşullar altında oluşur. Katılaşma boşluğuna yakın olan çeperler kalıp dolgu malzemesinden daha farklı bir yapıya, karışıma ve gaz geçirgenliğine sahiptir.

4.16.8 GERİLİM KOROZYONU

Gerilim korozyonu metal veya alaşımlarında çoğunlukla dış noktalardaki çekme gerilmeleri sonucu ortaya çıkar. Korozyon, çoğunlukla metallerdeki tane sınırlarında belirgin bir şekilde oluşur. Yüzey üzerindeki koruyucu bir filmin dağılmış oluşu, sürekli anodik bir bölge sağlamaktadır.

4.16.9 MİKROBİYOLOJİK KOROZYON

Biyolojik korozyon, suyunu ve mantar gibi organizmalar ile su borusu arasındaki tepkime sonucu oluşur.

Boru malzemesinin yapısı kadar; bir donanımda ortaya çıkan koku ve tad sorunları önemli etmenlerdir. Bu tip artışları denetim altında tutmak oldukça güçtür; çünkü bunlar mekanik çatlaklarda olduğu gibi birçok gizli bölgelere yerleşebilirler. Artık antiseptik maddeler tarafından kontrol edilmeden önce birçok düzeneğe mekanik temizleme gerekebilir. Organik karbon birdağıtım düzeneğinde mikroorganizma sayısının denetiminde önemli bir etken olarak görünür. Bakterilerin korozyon oranını arttırabileceği yollar oldukça fazladır.

Nitratlaştırılan veya diğer sistemlerde çamurun artışı aşağıdaki eşitliklerde görüldüğü gibi asitlik oluşturabilir.



Bu tepkimeler, bölgesel korozyon ve oyuntulara neden olan oksijen konsantrasyon hücrelerini oluşturabilir.

4.16.9 YER AKIMI KOROZYONU

Yer akımı korozyonu topraklama bağlantısı uygulaması sonucu ortaya çıkan bölgesel bir korozyondur. Korozyon anod noktasında oluşur. Bu tip korozyonu belirlemek zordur; çünkü korozyon noktası akım kaynağının yakınında olmayabilir. Bu daha sık olarak boruların dışında olmakta ancak musluklarda veya diğer valflerde belirmektedir.

4.17 KİMYASAL ARINDIRMA YÖNTEMLERİ

Kimyasal temizleme yöntemleri; işletmelerin uygulama şekline, temizlenecek kışırın cinsine veya temizlik yapılacak ünitenin durumuna (yeni işletmeye alınma, işletme sırasında vb.) göre çeşitli gruplara ayrılabilir. Konu Alkali Temizleme ve Kimyasal Temizleme işlemi olmak üzere iki ana grupta incelenebilir.

1- ALKALİ TEMİZLEME İŞLEMİ (Kazan Kaynatma): Genellikle ilk kez işletmeye alınacak buhar kazanlarına uygulanan bir temizlik yöntemi olmasına karşın bazende, kazan boru yüzeylerinde yağlı ve kabuk şeklinde sertleşmemiş kışırın, yumuşatılarak çözülmesi esasına dayanılarak, blof ile atılmalarını sağlamak içinde uygulanabilir.

İlk kez işletmeye alınacak Buhar Kazanlarında veya Kazan birimlerinde materyalin ve boruların haddelenmesinde ve çekilmesinde kullanılan yağ ve koruyucu maddelerle, atmosfer koşullarında oluşan oksit ve kirlenmeyi dışarı atarak işletme sırasında doğurabileceği sakıncaları gidermek için uygulanmasında büyük yarar vardır.

Kazan kaynatma diye adlandırılan bu yöntemin uygulanmasında kullanılan kimyasal maddeler ise şunlardır: Tri Sodyum Fosfat (veya Di Sodyum Fosfat), Sodyum Hidroksit veya Sodyum Karbonat (veya Sodyum Nitrat).

2- ASİTLE TEMİZLEME İŞLEMİ: Bu işlem, işletmeye yeni alınacak kazan ve ünitelere uygulandığı gibi, genellikle de işletme sırasında başvurulmuş bir uygulamadır. Montajı tamamlanan kazan ve ünitelerin yapımında kullanılan malzemelerin fabrikasyonunda ve sonradan korunmaları için üzerlerine sürülmüş koruyucu maddelerle, atmosferik koşullarda oluşan oksidasyon ürünleri ile birlikte toz ve kirin yanı sıra, montaj sırasında ki işlemlerde oluşan artıkların temizlenmesi için uygulanır. İşletme sırasında ileri gelen kışır (birikinti) vede korozyon artıklarının temizlenmesinde en çok başvurulmuş bir yöntemdir.

Bu yöntemin esas prensibi, adında anlaşılabacağı gibi, temiz-

liği yapılacak her türlü istenmeyen maddeyi kimyasal reaksiyonlar neticesi eriterek temizlemek olmasına karşın, uygulama sırasında kışırın bunyesinde bulunan vede çözeltiye geçmeyen bazı maddelerin de gevşetilerek çözelti içersinde suspans ve kolloid hale gelmesini sağlamaktadır.

Asitle temizleme işlemleri, uygulama biçimine göre, genelde iki bölüme ayrılır :

a- Sirkülasyon Yöntemi: Kimyasal temizlik işlemi yapılacak kazan ve unite temizlik çözeltisinin, belirli koşullar sağlandıktan sonra, bir pompa vasıtası ile veya başka bir yöntemle dolaştırılmasıdır.

b-Daldırma veya Doldurup Boşaltma (İçersinde Bekletme) Yöntemi: Temizlik çözeltisi hariçte bir kaptan hazırlandıktan sonra, temizlenecek parça veya unite ya çözeltinin içine daldurulur yada çözelti temizlenecek unitenin içine doldur-boşalt biçiminde de uygulanabildiği gibi, unite içersinde bekletmek suretiyle de uygulama yapılabilir.

4.18 KİMYASAL TEMİZLİK UYGULAMALARI

Kimyasal temizlik işlemleri hangi yöntemle uygulanırsa uygulanırsın, sonuçtan yarar elde etmek için temizlik öncesi, temizlik sırasında ve sonrasında yapılması gereken bazı araştırmalar ve birtakım hazırlıklar vardır ki, bunları şöyle sıralayabiliriz :

1- Kimyasal temizlik yapılacak kazan veya unitenin meteryal yapısının (cinsinin) araştırılması yapılmalıdır. Bir buhar kazanı ise boruların ve kazan zarfının çelik cinsinin saptanması; bir eşanjör ise metal türünün ve alaşım cinsinin bilinmesi gereklidir Çünkü bu malzemelere göre, kimyasal temizlikte kullanılacak asitin seçimi yapılmalıdır.

2- Temizlik yapılacak kazan veya unite, temizlenecek kışırın yapısının ve miktarının saptanması da önemli bir unsurdur. Çünkü kışır, ısıtma yüzeylerinde çok çeşitli kimyasal yapılarda oluşur. Dahası kışırlı bir borunun aynı yerdeki ke-

sitinde birkaç cins kışır tabakasına rastlanabilir. Kazan sularına uygulanan yanlış katı maddelerde (Hidrojen Fosfat, çeşitli Ajanlar vb.) temizlenmesi olanaksız Fosfat taşları oluşmasına neden olmaktadır. Isıtma yüzeylerinde yüksek ısıcağa maruz kalan kısımlardaki kışırlar daha çok pişerek sert bir tabaka oluşturduğu için, temizleme işlemi de q denli güç olmaktadır.

Kışır miktarı ise hazırlanacak çözeltinin konsantrasyonu ile doğrudan ilişkilidir. Zira temizlik çözeltisi kışır miktarına göre hazırlanmalıdır. Kışır miktarının saptanmasında ise temizlik yapılacak unitenin ısıtma yüzeyi ve bu yüzeydeki ortalama kışır kalınlığı esas alınarak hesaplama yapılır. Bu hesaplamada kışır yoğunluğu ortalama 2-2.5 kg/dm³ alınabildiği gibi, kışır yoğunluğu sağlıklı olarak laboratuvar çalışmaları ile de hesaplanabilir.

3- Asit Miktarının Tespiti: Temizlenecek unitenin maline uygun asit seçimi yapıldıktan sonra, basit bir çalışma ile gerekli olan asit miktarı hesaplanabilir. Bu işlem basit olarak şu şekilde yapılabilir. Birim kışırın ne kadar asitte çözünbildiği, deneme ile bulunduktan sonra, toplam kışır miktarına göre de gerekli olan asit miktarı hesaplanır.

4- Kimyasal Temizlikte Kullanılacak Asit Seçimi: Asitlerin kimyasal temizlik işleminde kullanılması sırasında gösterecekleri özellikleri şöyle sıralayabiliriz :

4-1) HİDROLİK ASİT (Tuzruhu): İnhibitörlü olmak koşuluyla, Karbonlu çelikler, Pk Döküm, Bakır ve alaşımları, Bakır-Nikel Alaşımları, Prinç, Bronz, ihtiva eden Kazan, Tesis ve Unitelerde kullanılır. Bu asit her nasıl inhibitör içerirse içersin, Alüminyum ve Alaşımları, Çinko ve alaşımları, Galvanizli ve Alüminyum borularla Ferritik, Martensitik ve Ostenitik, Paslanmaz çelikler ihtiva eden Tesis ve Unitelerde kullanılmaz. Hidrolik asit, ancak suyun sertliğinden ileri gelen Karbonat taşı ile, yukarıda sayılan metal ve alaşımlarının korozyonundan ileri gelen birikintilerin temizlenmesinde kullanılabilir.

4-2) SÜLFİRİK ASİT: Bu asit genellikle metal yüzeylerinin temizlenmesinde kullanılır. İnhibitorlu Sülfirik Asit, bilhassa 300-400 seri Paslanmaz Çelikler, düşük Karbonlu Çelikler ihtiva eden tesis ve unitelerrin temizlenmesinde kalıcı sertliğin oluşturduğu Kalsiyum ve Sülfat oranıyüksek olan kışırın temizlenmesinde kullanılır.

4-3) SÜLFAMİK ASİT: inhibitorlu Sülfamik Asit, 300-400 seri Paslanmaz Çelikler, Bakır ve Alaşımları, Alüminyum ve Alaşımları ve Karbonlu çelikler ihtiva eden Unitelerde, Kimyasal Temizlik işlemleri için kullanılır. Sülfamik Asit, bu metallerin oksitleri ile birlikte, suyun bıraktığı da kolaylıkla temizler.

4-4) FOSFORİK ASİT: Metal yüzeylerinin temizlenmesinde, bilhassa yeni imal edilmiş buhar kazanları ve tesisatın yüzeylerindeki, metallerin haddelenmesinden ve ısı işleminde oluşan, oksidasyonun temizlenmesinde kullanılır.

4-5) SİTRİK ASİT: Östenitik Paslanmaz Çelik ve her türlü Kompleks Alaşım ihtiva eden unitelerde teşekkül etmiş korozyon artıklarını temizlemede Sitrik Asit kullanılır.

4.19 KİMYASAL HAZIRLAMA MADDELERİNİN DÜZENEGE VERİLİŞ YÖNTEMLERİ

4.19.1 GENEL AÇIKLAMALAR

Teknolojik su ıslahında ıslah amacı için kullanılan kimyasal katkı maddelerinin sisteme verilmesi önemli bir konudur.

Katkı maddelerini etkinliğinin sağlanması için dikkat edilmesi gereken ana unsur, kimyasal maddenin seçiminin yanı sıra sistemin en uygun noktasından ilave edilmesi ve belli bir derişiminin sürekli bulundurulması olmalıdır.

Buhar kazanları ve benzeri sistemlerde katkı maddelerinin uygulamansında dikkate alınacak konular ve bunların açıklamasını aşağıdaki başlıklar altında yapabiliriz

4.19.2 KİMYASAL MADDE BESLEME (DOZAJ) YÖNTEMLERİ

Kimyasal maddeler kullanım amaç ve yerlerine göre kuru olarak veya solüsyon halinde sistemlere ilave edildikleri için besleyiciler de kuru veya solüsyon besleyiciler olarak 2 sınıfa ayrılabilir. Ayrıca bunlar da besleme oranına göre; sabit oranlı, elle ayarlanabilir veya otomatik değişken ayarlı olarak tiplere ayrılabilir. Kuru besleyiciler genellikle suların dış işlemlerinde kullanılırlar. Burada suların iç ıslah işlemlerinde kullanılan solüsyon besleyicileri inceleyeceğiz

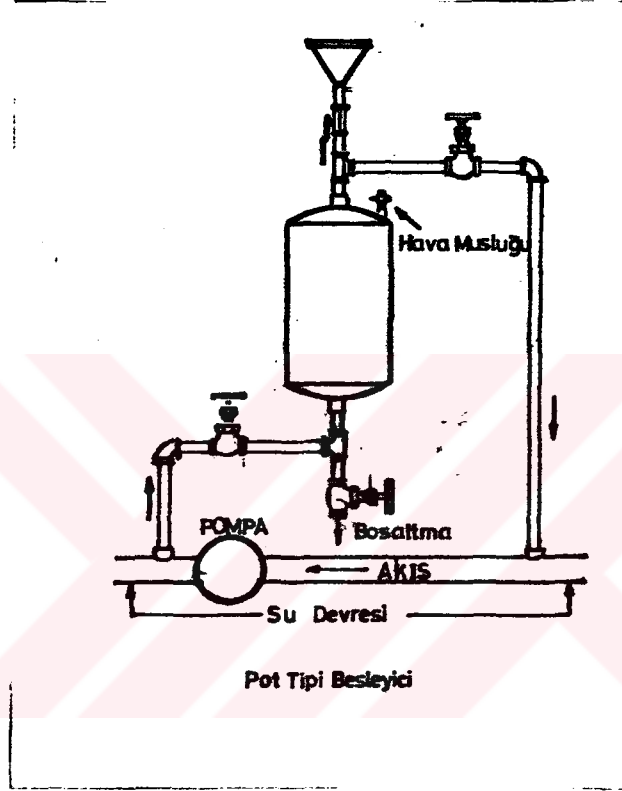
1- Solüsyon Besleyicileri:

Bu besleyicileri ağırlıklı, basınçlı veya yer değiştirmeli olarak, ani besleme, aralıklarla besleme ve sürekli besleme sağlayabilir.

Ani Besleyiciler: Bunlar pot tipi, jet tipi ve otomatik ani besleme düzenekleri olarak önceden hesaplanmış belli bir katkı maddesini bir anda sisteme şarj etmek amacıyla kullanılırlar. Bu tip besleyiciler düşük güçlü kazanlara, sıcak su sistemlerine kapalı soğuk su 'Chilled' sistemlerine kimyasal madde dozlanmasında yaygın olarak kullanılırlar. Ana besleyiciler, fosfat ve kostik gibi çöktürücü maddelerin, besi suyunda bulunabilecek sertlikle erken reaksiyona girerek besi hatlarında depozitlere ve tıkanıklıklara neden olmalarını önlemek için doğrudan kazanlara dozajlanmasında tercihan kullanılırlar. Özellikle ekonomayzer ve ön ısıtıcı ile donatılmış kazanlarda, bahsi geçen kimyasal maddelerin bu ekipmanlardan sonra doğrudan kazana verilecek şekilde ani beslemesi açıklanan nedenlerden dolayı tavsiye edilir. Ani besleme oksijeni gidermek için kullanılan sulfit ve hidrazin gibi maddelerin dozajlanmasında genellikle kullanılmazlar.

Pot Tipi Besleyiciler: Kullanılan en eski tip ani besleyicilerdendir. Şekil 4.4 de görüleceği gibi bir basınç tankı ve bağlantı parçalarından meydana gelir. Şekildeki besleyici bir pompa boyunca bağlanmış olup (bu pompa kazan besi pompası veya

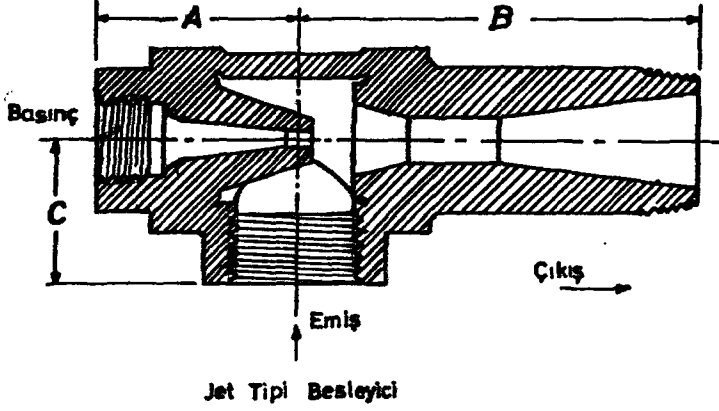
sirkulasyon pompası olabilir) pompanın basma tarafındaki su, çözeltiyi emme tarafına iterek tanktaki katkı maddesi bir kaç dakika gibi kısa bir süre içerisinde sisteme verilmiş olur Pot tipi ani besleyiciler tam ve kısmen kapatılabilen valf boyunca yerleştirilebileceği gibi 0.5 - 1 m. su sütunu basınç farkı olan iki nokta arasına da monte edilebilir.



Şekil 4.4

Jet Tipi Besleyiciler: Şekil 4.5 de gösterildiği gibi basınç altındaki bir akışkanın kinetik enerjisinden yararlanma prensibi ile çalışırlar. Bir sıvıyı başka bir sıvıya karıştırmada, gaz veya gaz - katı karışımını bir yerden çekmede ve her ikisinin karıştırarak boşaltmada kullanılır. Basıncı yüksek akışkan olarak kazan dairelerinde genellikle buhar kullanılır. Bu besleyicilerin verimli çalışmaları için yüksek basınç tarafı ile çıkış ucundaki basınç 3.5:1 oranında olmasına gerek vardır. Jet tipi besleyiciye bir vana ile kumanda edilerek akış oranına göre istenilen miktarda kimyasal maddenin su-

rekli bir şekilde karışımı sağlanabilir

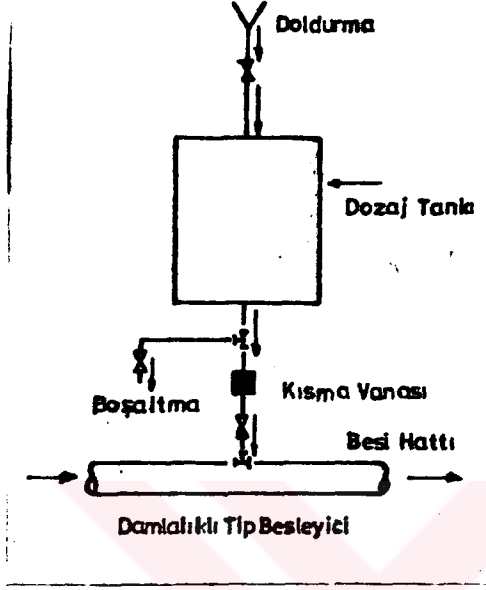


Şekil 4.5

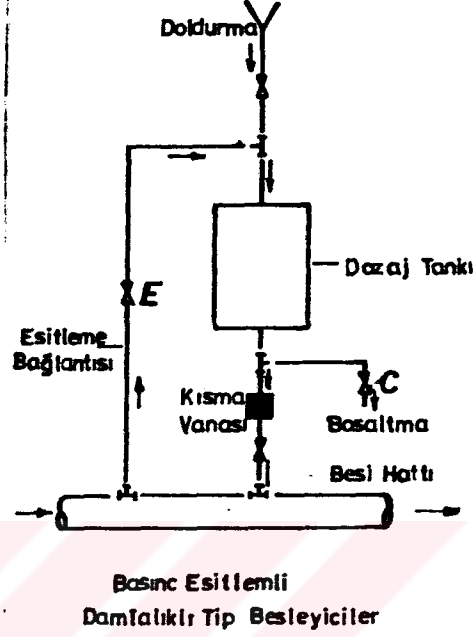
2- Sürekli Besleyiciler:

Kazan sistemlerinde kimyasal madde dozajlanmasında artık sürekli besleyiciler kullanılmaktadır. Sürekli besleyicileri genel olarak aşağıdaki gibi sınıflandırabiliriz. Şekil 4.6 da görüldüğü gibi oldukça basit bir besleyici tipi olup, bir çözeltinin boşalmasına kumanda edebilen bir kontrol vanasından meydana gelir. Bu besleyiciler sabit oranda dozaj için düşünülmüşlerse de tanktaki çözeltinin seviyesi düştükçe dozaj miktarı da düşer. Kararlı bir akış sağlamak için çözelti tankını dozaj noktasından yukseğe monte etmek gerekir. Bu besleyicilerde kontrol valfi ve çıkış hatlarında tıkanıklıklar olabilir.

Basınç Eşitlemeli Damlalıklı Tip Besleyiciler: Şekil 4.7 de görüldüğü gibi bu besleyiciler ağırlık ve artı basınç prensibiyle çalışırlar. Damlalıklı tip besleyicilerin her ikisinde de, devreye bir kısma valfi konularak bu besleyicilerin sabit oranda dozaj yapacak şekilde çalışması sağlanır.



Şekil 4.6

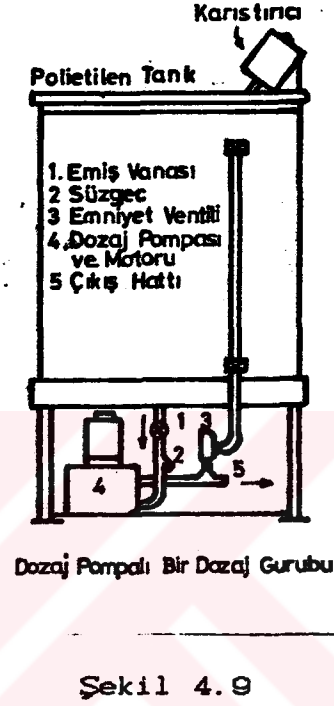
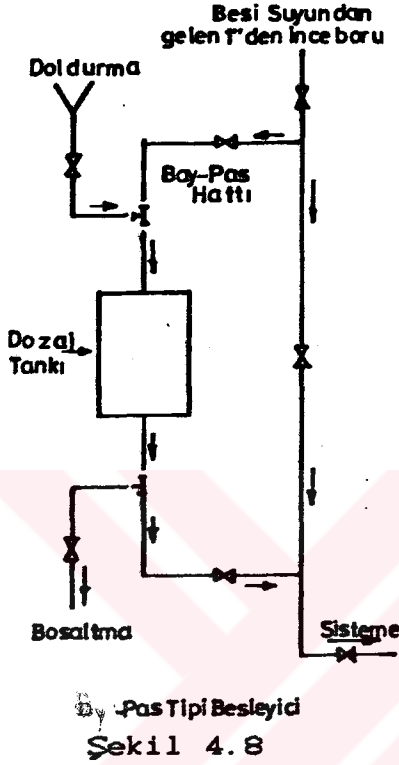


Şekil 4.7

Bay - Pas Tipli Besleyiciler: Şekil 4.8 de görülen besleyiciler de bir akış kontrol vanası kullanılarak çözeltiyi uzun zaman aralığında enjekte etme dışında ani besleyicilere benzer.

Dozaj Pompaları: Bahsedilen tiplerin dışında en gelişmiş sürekli besleme yöntemleri ise bir dozaj pompası kullanılarak yapılan uygulamalardır. Bu amaç için imal edilmiş çok çeşitli dozaj pompaları mevcuttur. Bunlar çalışma prensiplerine göre pistonlu, diyaframlı ve dişli tiplerde olabilen pozitif deplasmanlı pompalardır. Şekil 4.9 da böyle bir pompa ile donatılmış bir dozaj grubu görülmektedir. Dozaj grubunda ayrıca çözelti tankı (karıştırıcılar olabilir) ve emniyet valfi de bulunur. Modern ve gelişmiş pompa gruplarında pompa stroku ayarlanarak bir gün boyunca ihtiyaç duyulan madde sabit oranda sisteme ve-

rilir. Bu tip dozaj grubu ile oluşan besleyicilere çeşitli otomatik kontrol elemanları ve aksesuarlar da ilave edilerek istenilen her amaca uygun gelecek şekilde kimyasal madde dozajlamaları yapılabilir.

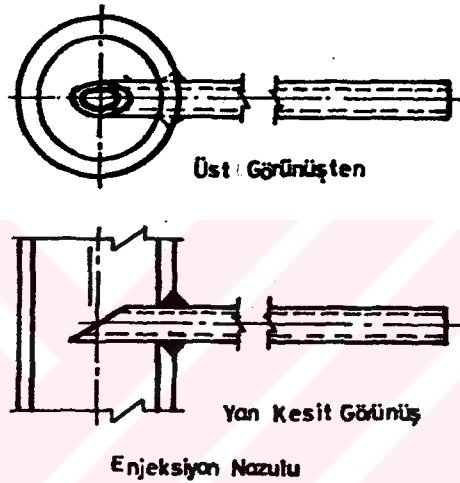


4.19.3 BUHAR KAZANLARINA ISLAH AMACI İÇİN VERİLEN KİMYASAL KATKI MADDELERİ VE BUNLARIN UYGULANMASI

Buhar kazanları ilerleyen teknoloji ile birlikte artık modern işletmelerin ayrılmaz bir ünitesi olmuştur. Kazan işletmeciliğinin gereği olan iç ıslah işlemlerinde kullanılan kimyasal katkı maddelerinin sistemin en uygun yerlerinden sürekli olarak beslemesi daima göz önünde tutulmalıdır. Ani besleme yöntemi sadece kapalı ısıtma sistemleri veya kapalı devreler için düşünülmelidir. Tüm kimyasal madde besleme hatlarının son noktaları mutlaka açık olmalıdır. Buhar veya gaz akışkan bulunan bir boruya sıvı bir kimyasal madde doze edilecekse Şekil 4.10 da gösterildiği gibi bağlantı yapılmalıdır.

Fosfatlar: Ortafosfat içeren hiç bir ıslah maddesi kesin-

liklee besi hattından dozajlanmamalıdır. Çünkü besi hattından kalsiyum fosfat kalsiyum fosfat depozitleri oluştururlar. Ortofosfatlar doğrudan kazandomuna verilmelidir. Polifosfatlı katkı maddeleride, besi suyu hazırlama sisteminde ekonomayzer besi suyu eşanjörü ve ön ısıtıcı gibi ekipmanlar varsa besi hattından beslenmemelidir. Besi suyu hattında yukarıda belirtilen ekipmanlar yoksa besi suyunun sertliği 2 ppm'in üzerine çıkmıyorsa polifosfat esaslı katkı maddeleri besi hattından verilebilir.



Şekil 4.10

Alkali Maddeler (Sodyum Hidroksit): Kazan suyu alkalinite sağlamak için kostik soda kullanıldığında bu madde doğrudan kazana verilmelidir. Besi suyunun pH'ının yükseltilmesinde kullanılıyorsa degazörün su mahaline verilebilir.

Sulfit: Sulfit dozajında kullanılan sulfit esaslı katkı maddesinin özelliğine göre dozaj yeri ve dozaj ekipmanı seçimine dikkat edilmelidir. Herhangi bir katalizör içermeyen aktif edilmiş sulfit kullanılacaksa, en uygun dozaj yeri, degazörün su mahaline havasızlandırma kısmından gelen suyun dö- kulduğu nokta olmalıdır. Kazana beslenmek üzere hazırlanmış konsantre sulfit çözeltisi korozif olup, dozaj ekipmanları kesinlikle paslanmaz çelikten olmalıdır.

Aktive Sulfit (Katalizörlü Sulfit): Katalize sulfit tek ba-

şına ve sürekli olarak beslenmelidir. Diğer katı maddelerin sulfitin katalizörünü bozar. Aynı nedenlerden dolayı toz katalize sulfit eritilirken saf su veya kondens suyu kullanılmalıdır. Tüm besi hatlarının ve ön ısıtıcı ekipmanların korunması için degazörün su mahaline doze edilmelidir. Dozaj ekipmanlarının malzemesi normal sulfitinkinin aynı olmalıdır.

Hydrazin: Hydrazin doğal organikler ve nitratlar dışındaki tüm kazan suyu ıslah maddeleri ile bağıdaşır. Belirtilen maddelerin dışında kalan katkıları ile karıştırılarak verilebilirse en iyi uygulama, hydrazini tek başına degazörün su mahaline doze etmektir. Dozaj grubunun oluşturan elemanların malzemesi sulfitinki gibi olmalıdır

Selantlar: Selant içeren katkı maddeleri kazan besi hattına bir enjeksiyon nozulu ile kazan besi pompası çıkışından doze edilmelidir. Besi hattında eşanjör ve ön ısıtıcı varsa, enjeksiyon noktası bu ekipmanlardan sonra olmalıdır. Selantların doğrudan kazana beslenmelerinden kaçınılmalıdır. Selantlar sıcaklığın etkisi ile korozyif bir yapıya ulaştıklarından dozaj ekipmanları 304 kalite paslanmaz çelik olmalıdır.

Notralize Edici Aminler: Bu aminler degazörün su mahaline veya doğrudan kazana verilebilirler. Dozaj grubu ve ekipmanları için özel bir malzeme kullanmaya gerek yoktur. Standart çelik pompa ve tanklar kullanılabilir.

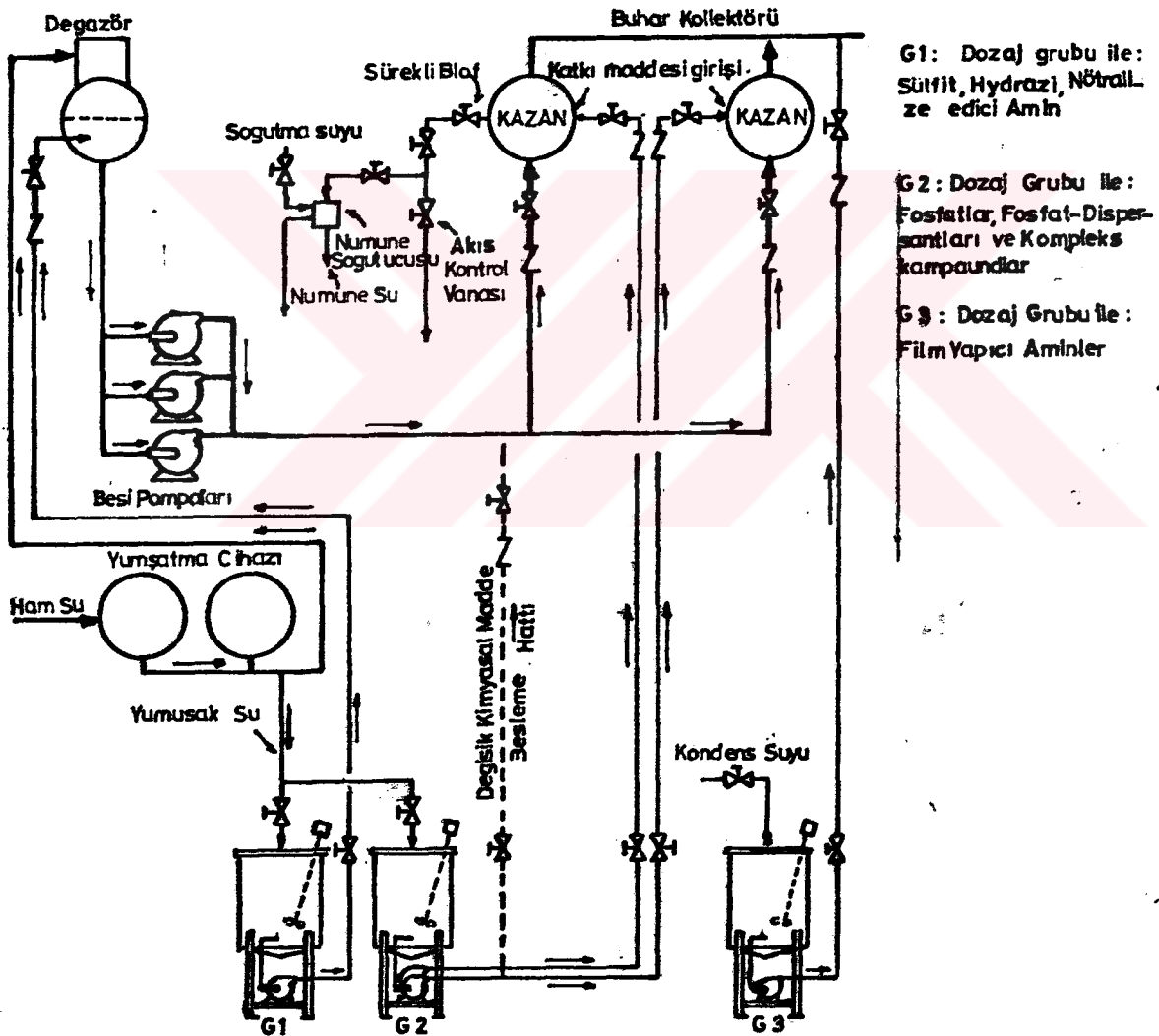
Film Yapıcı Aminler: Film yapıcı aminler ana buhar kollektörüne homojen bir karışım sağlanacak şekilde verilmelidir. Tüm buhar hatlarına eşit dağılımın olması için kollektörün birden fazla yerinden besleme yapılabilir. Buhar içersine verilecek aminlerin kesinlikle demineralize su veya kondens suyu ile seyreltilerek doze edilmesine, buharın saflığının korunması açısından özen gösterilmelidir.

Fosfat-Dispersant Esaslı Katkı Maddeleri: Günümüzde kazan suyu ıslahında en çok kullanılan çok başarılı olunan bir yöntemdir. Dozaj noktasının doğrudan kazan içersine olması tavsiye edilir. Bu maddelerin dozaj grubu ekipmanlarının imalinde özel malzemeye ihtiyaç yoktur. Standart pompa ve çelik tanklar kul-

lanılabilir.

Ayrıca katkı maddeleri kullanılmaya hazırlanırken, seyreltilmelerinde ve toz olanların eritilmesinde yumuşak su veya kondens suyu kullanmaya dikkat edilmelidir.

4.19.4 KAZAN SUYUNUN KİMYASAL KONTROLU İÇİN VERİLEN KATKI MADDELERİ VE BUNLARIN DOZAJ NOKTALARININ ŞEMATİK GÖSTERİMİ



Şekil 4.11

4.20 SOĞUTMA SUYU DEVRELERİNDE SU ISLAH ÇALIŞMALARININ KISA TARİHÇESİ

Çok ucuz ve teknolojik yonden ideal özelliklere sahip bir kaynak olan suyun, soğutma sistemlerinde ısı transferinde kullanılmaya başlanmasıyla birlikte korozyon ve birikinti problemleri de ortaya çıkmıştır. Soğutma sistemlerinde suyun yarattığı alışılmış ve bilinen problemlerden korozyon ve birikintinin önlenmesi için pekçok araştırmalar ve çalışmalar yapılmış olup, bu yonde büyük başarılar elde edilmiştir. Neticede soğutma suyunun fiziksel ve kimyasal yapısının, sistemin açık, kapalı, geri dönüşlü ve geri dönüşsüz oluşu ile suyun çalışma sıcaklığının ana unsuru olduğu tespit edilmiştir. İlk zamanlar soğutma suyunun belli bir süre taş yapıcı olarak bilahere korozif yapıda çalışması bir çare gibi düşünülmüşse de zamanla korozyon ve birikintinin oluşumunun birlikte kontrol altında tutulmasıyla en olumlu sonuçların elde edildiği tespit edilmiştir. Soğutma suyunun sisteme alınmadan önce ıslah edilmesi fikri ve gereği daima on planda tutulmuş olmasına rağmen, suya uygulanacak iç ıslah işlemlerinin de vazgeçilmez bir unsur olduğu kendiliğinden ortaya çıkmıştır. Açıklanmaya çalışılan hususları dikkate alarak soğutma sularına uygulanan ıslah yöntemlerini şöyle sıralayabiliriz.

Birikinti önlemek için sırasıyla doğal organik maddeler, polifosfatlar ve yapay polimerler kullanılmaktadır.

Soğutma suyu sistemlerinde korozyon problemleri çok çeşitli ve daha büyük boyutlarda olduğu için araştırmalar ve geliştirilen yöntemlerde çeşitlilik arz etmektedir. Bunların gelişme sürecinde dikkate alarak şöyle sıralıyabiliriz. Katodik koruma (galvanik seride daha aktif bir metalin doğal korozyona uğratarak sistemin korunması). Sodyumsulfit ile suda erimiş oksijenin nötrale edilmesi, silikatlarla koruyucu bir tabaka sağlanması, nitritlerle pasifize ederek koruma, polifosfatlar, kromatlar ve organik korozyon inhibitörleridir. Kromat ve fosfat bileşikleri birlikte kullanıldığında en başarılı korozyon

inhibitorleri olarak gelişmiş ve bu uygulamayada dianodik yöntem denilmiştir. Dianodik yonteme Çinko'da ilave edilerek çok daha olumlu neticeler elde edilmiştir. Ancak son zamanlarda insan sağlığı ve çevre kirliliği önemli bir hale geldiği için tum yukarıda sayılan ve özellikle kromat içeren inhibitorler yerine yeni yapay organik inhibitorler geliştirilerek endüstrinin kullanımına sunulmuştur. Günümüz teknolojisinin sağladığı imkanlarla birikinti ve korozyon problemini müştereken giderebilen tamamı yapay organiklerden oluşan ürünler soğutma suyu sistemlerinde başarı ile kullanılmaktadır.

4.21 HAVA ŞARTLANDIRMA SİSTEMLERİ VE SOĞUTMA KULELERİNDEN SU REJİMİ UYGULAMASI

Hava şartlandırma sistemlerinin temel unsurlarından birisi olan, ayrıca kolay temin edilen ve ucuz bir kaynak olan su kullanım esnasında pekçok problemleri de beraberinde getirir.

Bunlar; korozyon, taşlaşma, yosunlaşma jel, teşekkülü ve organik tortular olabilir. Bu sorunlar işletme koşullarında bilinçli olarak yapılan müdahale ve kimyasal ıslah yöntemleri ile ortadan kaldırılabilmektedirler.

Bu sistemlerin bir ünitesi olan soğutma kulelerinde de su ıslahını, dolayısıyla, etud etmek gereği ortaya çıktığı için ikinci bir konu olarak, soğutma kulelerinde su ıslahı da birlikte incelenecektir.

Bu tip sistemlerde su, akışkan olarak şu şekilde dolaştırılır.

1 - KAPALI DEVRE SUYU:

A) Sıcak su

B) Soğuk su

2 - AÇIK DEVRE (KONDENSER) SUYU - SOĞUTMA KULESİ SİRKÜLASYON SUYU

4.21.1 KAPALI DEVRE SUYU

Tamamen kapalı bir sirkulasyon olan bu devrede su, mevsimine göre ya bir eşanjörden geçirilerek sıcak olarak (a) veya bir chiller'den geçirilerek soğuk olarak (b) sistemde dolaştırılır. Sistem su ile doldurulduktan sonra, tekrar su ilavesi pompa boğazlarından ve genleşme tankınının taşma borusundan kaçak olursa gerekir. Bu devrede buharlaşma olmadığından dolayı çok az su takviyesi gerektiğinden, suda bulunan erimiş minerallerin devrede dolaşan suda konsantre olma ihtimalleri yoktur. Ayrıca sirkulasyon suyu çeşitli boru ve bataryalar arasında muhafaza edildiğinden atmosferle temas olanağı da bulamaz. Böylece suyun havadan gaz absorpsiyonunda söz konusu değildir. Belirtilen tüm bu hususlar kapalı soğutma sistemlerinin su ıslahı yönünden en büyük avantajıdır. Kapalı devre suyu soğuk olarak dolaştırıldığı zaman taş yapma karakteri az olduğu halde, sıcak dolaştırılırsa taş ve kışır yapma ihtimali artar. Böyle devrelerde su kayıpları asgariye indirilirse, taşlaşma problemi ortadan kalktığı gibi bakteri üremesi ve yosunlaşma sorununda ortadan kesinlikle görülmez. Kapalı devrelerde ana sorun suyun içersindeki erimiş oksijenden meydana gelen korozyondur. Sistemin, daima su ile tamamen dolu olarak tutulması ve kaçakların tamamen önlenmesi ön planda tutulmalıdır. Sisteme alınacak her litre besi suyundan girecek oksijenin korozyona sebebiyet vereceği düşünülmelidir. Kapalı sistemlerdeki boruların, bataryaların vanaların ve süzgeçlerin çok ince ve hassas olmalarından dolayı, çok küçük miktardaki korozyon ve korozyon artıkları kötü neticeler doğurabilir. Sirkulasyon sistemde sıcak olarak dolaştırıldığında ise söz edilen korozyon problemi sıcaklığın etkisi ile daha da artar. Bu nedenle sistemde su gerek sıcak gerekse soğuk dolaştırılsın daima korozyonla mücadele gereklidir.

Kapalı soğutma sistemlerinde korozyon kontrolü için kromat kampaundlarını kullanmak en pratik çözümdür. Ancak suyun özelliğine göre kromat kampaundunun da cinsini tayin etmek gerek-

lidir. Şöyle ki: Sistemde dolaşan su, saf su veya sıfır sertlikte bir su ise alkali karakterde olan sodyum kromat(Na_2CrO_4) kullanılmalıdır. Sistemde dolaşan su sert su ise, asidik karakterli sodyum bikromat ($\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) kullanılmalıdır.

Kapalı soğutma sistemlerinde korozyon mücadelesi ile birlikte geniş bir aralığa izin verilmesine rağmen sirkülasyon suyunun pH kontrolü da yapılmalıdır. Suyun pH değeri çok düşük olursa korozyon miktarı ve hızı katlı olarak artar. Suyun pH değeri yüksek ve sert su (önemli faktor) olarak sistemde dolaşan su ise bu kez taşlaşma problemi yaratır.

Genel olarak kapalı devre suyunda korozyon mücadelesinde yüksek pH ve kromat çok iyi bir uygulamadır. pH değeri ve seçilecek korozyonla mücadele yöntemi, sistemde o sırada dolaşan suyun sıcak ve soğuk olmasına göre değişiklik gösterir. Tablo 5'den yararlanarak bu değerler belirlenebilir. Kromat esaslı inhibitör kullanıldığında sirkülasyon suyunun pH'ı tabloda

KİMYASAL ADI	KİMYASAL FORMÜLÜ	DÜZENEK	SORUN	GEREKİLİ KONSANTRASYON			pH aralığı
				ppm	gösteriliş	lb/1,000 gal	
Sodyumbikromat	$\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Soğuk su	Korozyon	200	Na_2CrO_4	1,8	7,0-8,5
		Sıcak su		500	Na_2CrO_4	4,5	7,5-8,5
		Kalsiyum kloridli su		1,800	Na_2CrO_4	16,1	7,5-8,5
		Sodyum kloridli su		3,500	Na_2CrO_4	31,6	7,5-8,5
Sodyum kromat (anhidre)	Na_2CrO_4	Soğuk su	Korozyon	200	Na_2CrO_4	1,7	7,0-8,5
		Sıcak su		500	Na_2CrO_4	4,2	7,5-8,5
Sodyum kromat (kristal)	$\text{Na}_2\text{CrO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Soğuk su	Korozyon	200	Na_2CrO_4	2,4	7,0-8,5
		Sıcak su		500	Na_2CrO_4	6,0	7,5-8,5
Sodyum nitrit	NaNO_2	Açık püskürtme	Korozyon	500	NaNO_2	4,2	7,5-8,5
Sodyum sülfat	Na_2SO_3	Sıcak su kapalı devre	Korozyon	60	Na_2SO_3	0,5	7,5-8,5
Sodyum hegzametaphostat	$(\text{NaPO}_3)_6$	Açık püskürtme	Korozyon	20	PO_4	0,16	6,0-6,8
		Tek geçişli devre	Korozyon	5	PO_4	0,04	6,0-7,0
		Bütün düzeneklerde	Kabuklaşma	5	PO_4	0,04	6,0-7,0
Sodyum silikat (SIVI)	$\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Açık püskürtme	Korozyon	30	SiO_2	0,9	7,0-8,6
		Tek geçişli devre		8	SiO_2	0,24	7,0-8,6
Sodyum metasilikat	$\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Açık püskürtme	Korozyon	30	SiO_2	0,9	7,0-8,6

Tablo 5

belirtilen değerden düşük ise pH değeri Soda-Sudkostik (NaOH) ile yükseltildikten sonra kromat dozajı yapılmalıdır.

a) Kapalı devrede dolaşan su sıcak ve sertliği sıfır ise kromat miktarı 500 ppm ve pH değeri 7.5 - 8.5 arasında olmalıdır. pH değeri kesinlikle 7.5'in altına düşürülmemelidir.

b) Kapalı devrede dolaşan su soğuk ve sertliği sıfır ise kromat miktarı 200 ppm olmalı pH değeri ise 7.0 ile 8.5 arasında tutulmalıdır. Bu durumda suyun pH değeri kesinlikle 7'nin altına düşürülmemelidir.

Kapalı soğutma sistemlerinde korozyonun ana sebebi olan sirkülasyon suyundaki erimiş oksijenin nötralize edilmesi için kromata alternatif bir uygulamada Sodyum Sulfit (Na_2SO_3) tir. bu kampaund, sirkülasyon suyu soğuk ortamda çalışırsa, oksijenle çok yavaş reaksiyona girer, dolayısı ile tavsiye edilmez. Fakat sıcak kapalı su devrelerinde dolaşan suyun içerisinde 60 ppm sulfit bulundurmakla oksijen tamamen nötralize edilmiş olur. sodyum sulfit ve kromat birbirleri ile reaksiyona girdiklerinden kesinlikle bir arada kullanılmamalıdır.

4.21.2 AÇIK DEVRE (KONDENSER) SUYU - SOğUTMA KULELERİ SİRKÜLASYON SUYUNDA GENEL İSLAH ETÜDÜ

Hava şartlandırma sistemlerinin kondenser suyunun ıslahı, genel anlamdaki soğutma suyu ıslahı ile aynıdır. Bu nedenle bu bölümde soğutma kulelerinde su ıslahı konusunu da etüd etmiş oluyoruz.

Sistemi su ıslahı yönünden incelemeye çalışalım: Açık devrede dolaşan su soğutma kulesinde hava ile temas eder. Büyük yerleşim alanlarının ve endüstri tesislerinin yoğun olduğu bölgelerin atmosferinde, oksijenin yanı sıra yüksek seviyede bulunan asit gazları, yanma havası kiri, toz toprak gibi çok çeşitli istenmeyenler soğutma kulesinde suyun bünyesine girerler. Oksijen ve asit gazları sistemde tehlikeli boyutlarda korozyona neden olurken, diğer istenmeyenler de evaporator ve kondenserin de tıkanmasına neden olur.

Suyun gerçek pH değeri ile Saturation Index pH değerlerinin aralığı ± 0.6 ile ± 1.0 arasında tutulmalıdır. Bu ifade şöyle formüle edilmiştir

$pH_A - pH_S < \pm 0.6$ su korozyif karakterde

$pH_A - pH_S > \pm 1.0$ su taş yapıcı

pH_S değerinin tayin edilmesi: Bu değer tayininde yukarıdaki, Langelier Saturation Index tablosundan yararlanılır.

pH_S değerinin belirlenebilmesi için işletme koşullarında sistemde dolaşan suyun toplam sertliğinin, toplam alkalinite-sinin ve toplam erimiş katılar miktarlarının (iletkenlik) ppm cinsinden bilinmesi gerekir. Toplam sertliği ve toplam alkali-nitesi bilinen suyun pH_S değeri diyagramdan bulunur.

Devrede dolaşan suyun karakteri belirlendikten sonra suya uygulanacak ıslah (iyileştirme) yönteminin seçimi yapılır.

Sistemde dolaşan su yumuşak su ya da sıfır sertlikte bir su ise yalnızca korozyon mücadelesi ile yetinilir. Bu durumda suyun pH değerinin 7'nin üzerinde olacak şekilde seçilecek korozyon inhibitörü suya katılır. Açık devrelerde, su kulede sürekli olarak hava ile temasta olduğu için içerisinde yüksek düzeyde erimiş oksijen bulunur. Dolayısıyla böyle devrelerde korozyon sorununun ana kaynağı oksijendir. Sirkülasyon suyunda bulundurulacak 100 ppm kromat (CrO_4 olarak) korozyonu kesinlikle önler. Sertliği sıfır olan ya da çok yumuşak olan suyun içerisinde 100 ppm CrO_4 bulundurulursa, pH değeri 6,5-8,5 arasında tutulabilir. Bu devrelerde kromat kadar etkili olmasına rağmen, polifosfatlar, silikatlar ve nitritler de korozyon inhibitörü olarak kullanılabilirler.

Korozyonun yanı sıra bu devrelerde taş oluşumunun da denetimi yapılmalıdır. Sistemde sert su dolaştırılıyor ve beslenmesi de aynı su ile yapılıyorsa soğutma kulesinde buharlaşma kayıpları çok olacağından suya sertlik veren Ca ve Mg tuzları sirkülasyon suyunda birikirler. Böyle bir su, sistemde taş yapıcı karakterde dolaştırıldığında (Saturation Index'e göre) suya sertlik veren maddeler kalsiyum karbonat ve kalsiyum sülfat olarak taş ve kışır şeklinde sistemde çökerler. Bunu önle-

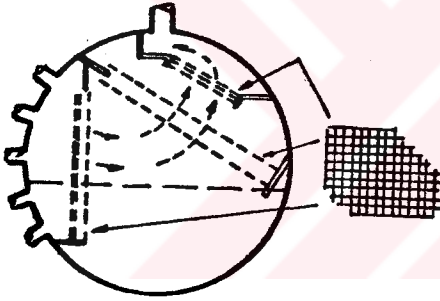
mek için, Saturation Index pH farkının +0,6 ile +1,0 arasında tutulmasının yanı sıra suyun sertlik değerin de daha fazla yükseltilmesine engel olmak için bir miktar su blof edilerek devrenin taze su ile beslenmesi gereklidir. Bu taş oluşumunun önlenmesinde yüzey aktif maddelerden (Nişasta, Linyin, Tanen) yararlanılabilir. Suyu katılacak 5-10 ppm Sodyum hegza meta fosfat ve 50 ppm organik yüzey aktif madde taş oluşumunu engeller.

5 BUHAR KAZANLARININ EKONOMİZASYONU İLE İLGİLİ BİR UYGULAMA

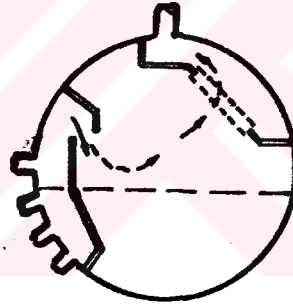
5.1 BUHARIN SUDAN AYRILMASI

Buhar kazanlarında su teknolojisi yalnızca su hazırlama değildir. Aynı zamanda suyun buhara dönüşmesi ve sıvı ile gaz bileşenlerin birbirinden ayrılması da ilgilenilmesi gerekli önemli konulardır.

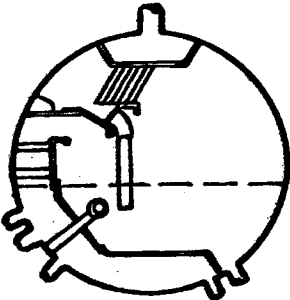
Buhar kazanlarında, kritik altı basınçlarda, buhar ve su damlacıkları birbirine karışmış durumdadır. Çeşitli işlemlerde kullanılmadan önce, buharın, su damlacıklarından ayrılması zorunludur. Terski durumlarda, kızdırıcılarda kızdırılamama ve türbin kanatlarında darbe etkisi, kızgın buhar sıcaklığının düşmesi, buhar ve su karışımındaki sıvı ve katı yabancı madde-



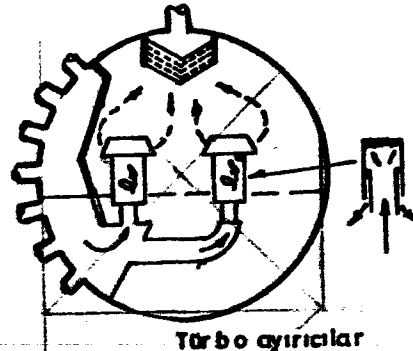
Elek tipi ayırıcılar.



Engel levhali ayırıcılar.



Döndürlü levhali ayırıcılar.



Türbo ayırıcılar

Şekil 5.1

lerin içerdikleri kazan suyu tuzlarının; buhar türbini, buharla çalışan diğer aygıtlar ile kazan borularında ve donanımlarında yabancı katı maddeler olarak ortaya çıkmaları ve yapışarak malzemede sıcaklık yükselmeleri ayrıca korozyon şeklinde sakıncalı durumlara yol açmaları gibi verim düşürücü ve istenilmeyen durumlar ortaya çıkar. Kazan depolarının, bu sakıncaları önlemek için, su ve buhar karışımından buharı ayırmak ve sudan ayrılan buharın su sürüklemesini önleyici donanımlara yer vermek gibi işlevleri vardır. Şekil 5.1'de çeşitli tip ayırıcılar görülmektedir.

Su borulu bir kazandaki su miktarı, toplam buhar çıkışına oranla göreceli olarak küçük olduğundan, su depolanması sorunu önemli değildir. Deponun boyutlarını öncelikle, buharı ve buharla sürüklenen suyu ayıran donanımların yerleştirilmesi için gerekli hacimler belirler.

Düşük kapasiteli sistemlerde, tasarımın ana ölçütü, deponun birim hacmi başına üretilecek buhar debisinin belirli değerleri aşmamasıdır. Buna "BUHAR HACMI YÜKÜ" denir ve aşağıdaki gibi gösterilir.

$$B.H.Y. = \frac{\dot{V}}{V_D} \quad \begin{array}{l} \dot{V}: \text{Üretilen doymuş buhar debisi (m}^3/\text{h)} \\ V_D: \text{Deponun buhar hacmi (m}^3\text{)} \end{array}$$

Buharın depodaki su yüzeyinden ayrılma hızı ne kadar düşükse ve depodan çıkış ağzına kadar alacağı yol ne kadar uzunsa sürükleyeceği su miktarı da o kadar düşüktür.

Buhar hacmi yükünün bağlı olduğu etkenler şunlardır.

- a) Su+buhar karışımının depoya gönderiliş şekli,
- b) Kazan işletme basıncı,
- c) Kazan suyunun tuz derişikliği,
- d) Deponun şekli ve büyüklüğüdür.

Cleve belirli bir durum için tuz derişikliği ve işletme ba-

sıcının fonksiyonu olarak B.H.Y. ($\text{m}^3/\text{m}^3\text{h}$) değerini aşağıdaki bağıntı ile göstermiştir.

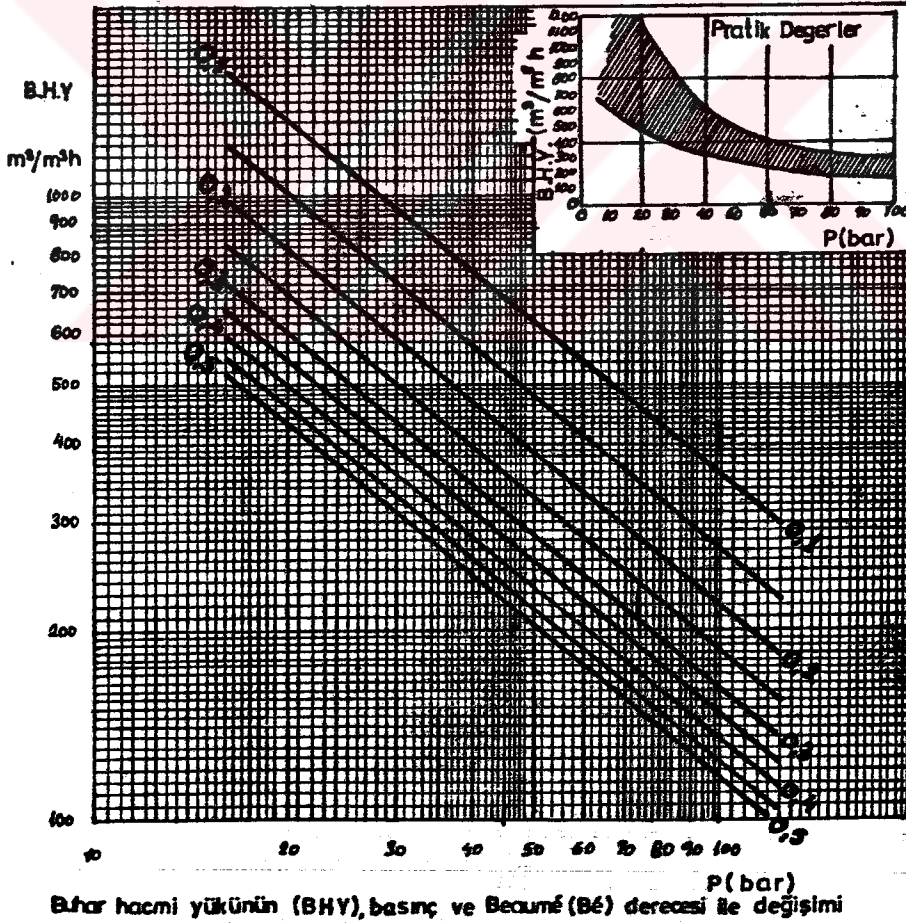
$$\text{B.H.Y.} = 2300(K)^{-0.6}(p)^{-0.7}$$

K: Beaumé derecesi olarak tuz derişikliği.

p: Bar olarak efektif işletme basıncı

Bir Beaumé derecesi 1 litre eriyikte 15°C sıcaklıkta 10 gr. Sodyum klorür (NaCl) bulunması durumuna karşılık gelir. Bu değer kazan suyu analizinde bulunan bütün tuzların Sodyum klorür'e göre belirlenen eşdeğer ağırlıklarının toplamıdır.

Şekil 5.2 de Cleve'nin verdiği bağıntı diyagramı olarak görülmektedir.



Şekil 5.2

B.H.Y. değerinin yükseltilmesi üretilen doymuş buhar debisinin artırılması ya da sabit bir buhar debisine karşılık buhar deposu hacminin daraltılarak maliyet masraflarının azaltılması anlamına gelir.

Blöf yapma yoluyla kazan suyu tuz derişikliğini belli bir değerde tutarak buhar hacmi yuku büyültulebilir.

Blöf oranını şöyle hesaplayabiliriz:

$$\dot{m}_{bs} K_{bs} = \dot{m}_{bl} K_{bl} + \dot{m}_b K_b$$

$$\dot{m}_{bs} - \dot{m}_{bl} = \dot{m}_b$$

$$X = \dot{m}_{bl} / \dot{m}_b$$

$\dot{m}_{bs}$: Besi suyu miktarı (kg/h).

$\dot{m}_{bl}$: Blöfle atılan su miktarı (kg/h).

$\dot{m}_b$: Buhar miktarı (kg/h).

K_{bs} : Besi suyunun Beaumé derecesi.

K_{bl} : Blöfle atılan suyun (kazan suyunun) Beaumé derecesi.

K_b : Buharın Beaumé derecesi.

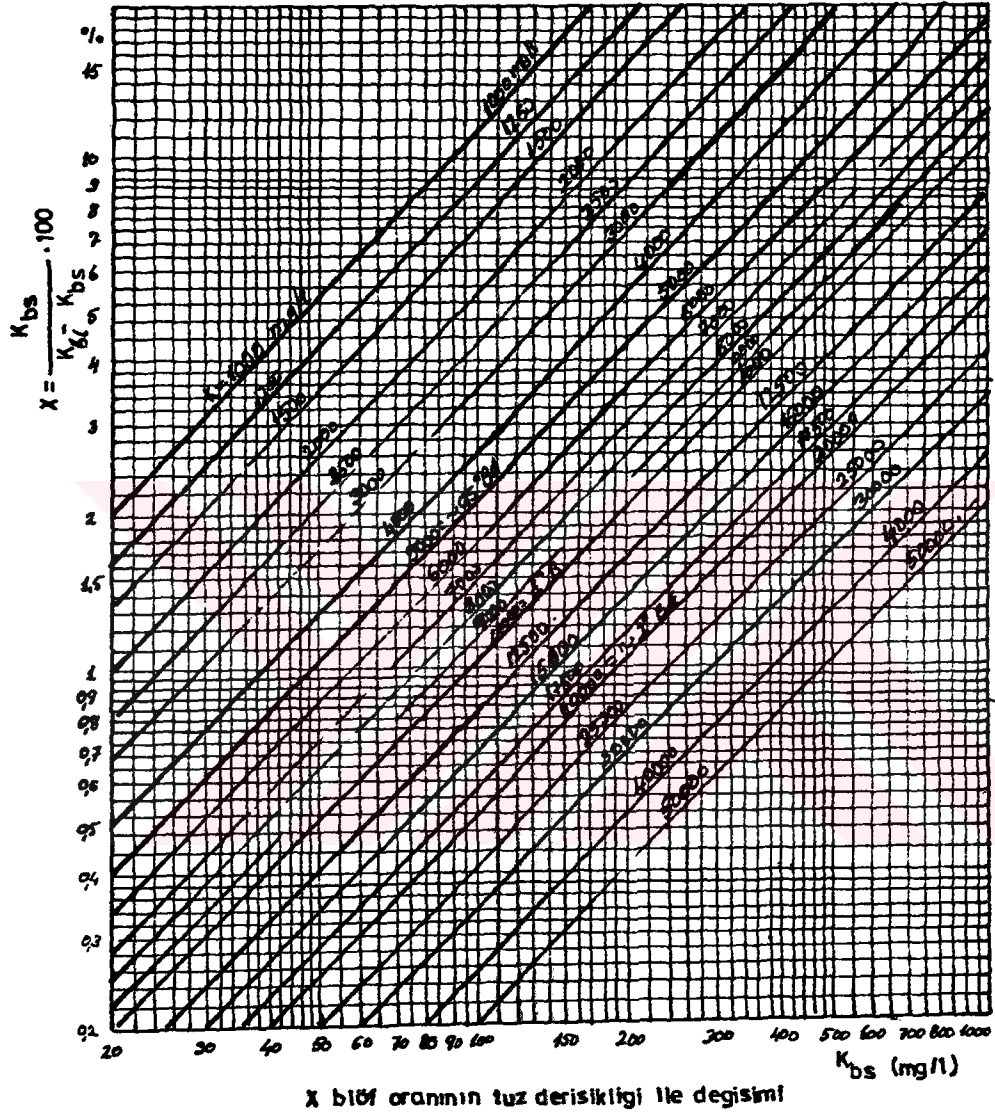
X : Blöf oranı.

Yukarıdaki eşitliklerden giderek blöf oranı Beaumé dereceleri türünden:

$$X = (K_{bs} - K_b) / (K_{bl} - K_{bs}) \quad \text{olarak bulunur.}$$

Genellikle buharın Beaumé derecesi sıfır kabul edilebilir.

Bu bağıntı Şekil 5.3 de diyagram olarak gösterilmiştir.



Sekil 5.3

Yukarıda verilen eşitliklere dayanarak aşağıdaki denklemleri çıkarabiliriz.

$$V_D = \dot{V} / (2300(K)^{-0.6} (p)^{-0.7})$$

$$\dot{m}_b = \rho \dot{V}$$

ρ : Buharın yoğunluğu (kg/m^3)

$$\dot{m}_{bl} = (K_{bs} / (K_{bl} - K_{bs})) \cdot (\rho \dot{V})$$

$$\dot{m}_{bs} = \dot{m}_b + \dot{m}_{bl}$$

$$B.H.Y. = \dot{V} / V_D$$

$$B = ((\dot{m}_b h_b) - (\dot{m}_{bs} h_{bs})) / (\eta H_u)$$

B : Yakıt miktarı (kg/h).

h_b : Kazan efektif basıncında buharın entalpisi (kJ/kg).

h_{bs} : Kazan efektif basıncında besi suyunun ent. (kJ/kg).

η : Kazan verimi.

H_u : Yakacağın alt ısı değeri (kJ/kg).

Örnek olarak 30 bar basınçta saatte 3000 m^3 buhar üretmesini tasarladığımız ve alt ısı değeri 15000 kJ/kg olan katı yakıt kullanan %85 verimli bir kazan için maliyet ve daha sonraki masrafların optimizasyonunu yapalım.

Veriler:

$$\dot{V}=3000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$p=30 \text{ bar}$$

$$K_{bs}=0.03 \text{ (Kabul)}$$

$$\rho=15.51 \text{ kg/m}^3$$

$$h_b=2802.3 \text{ kJ/kg}$$

$$h_{bs}=1017 \text{ kJ/kg}$$

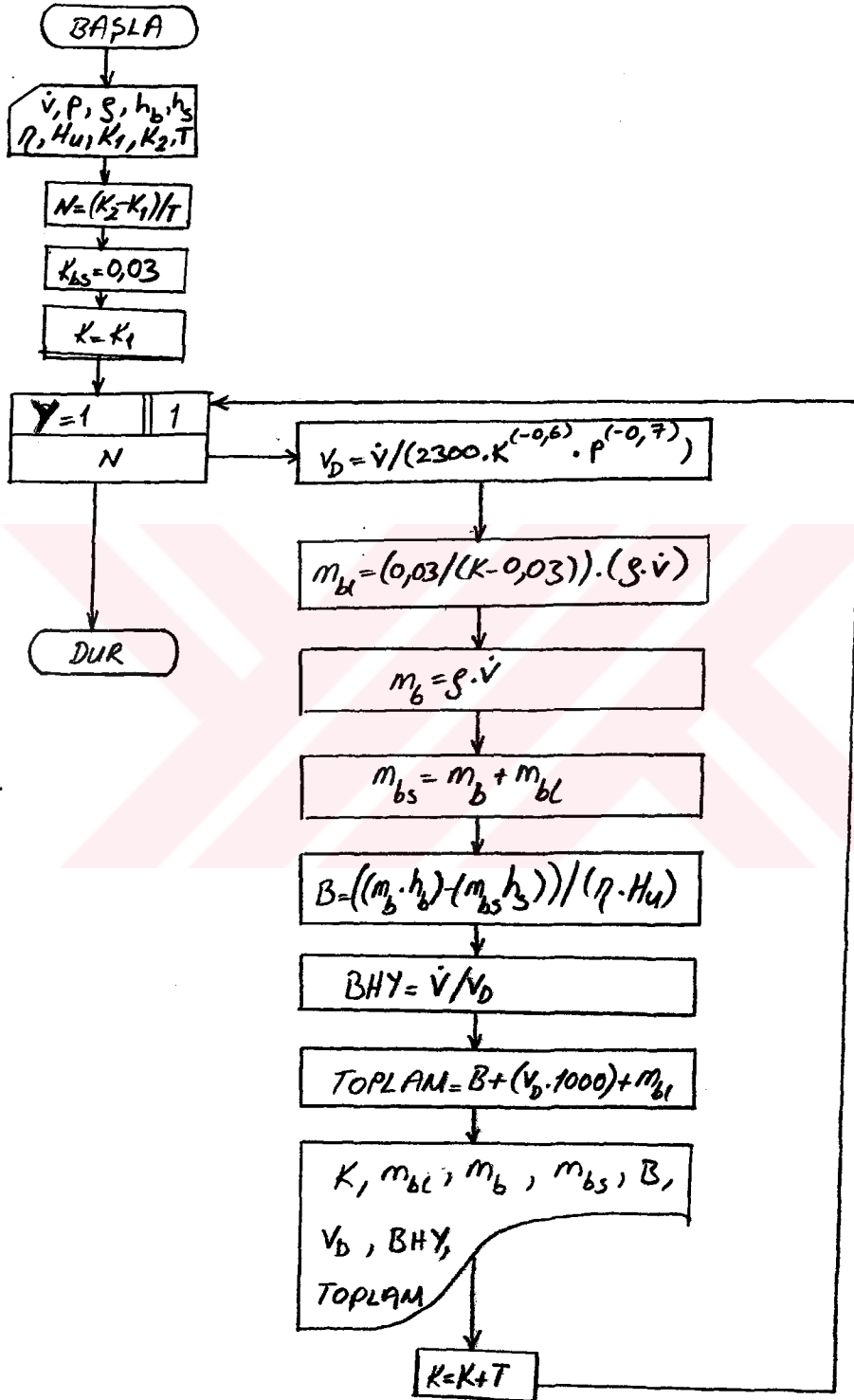
$$\eta=0.85$$

$$H_u=15000 \text{ kJ/kg}$$

Kazan besli suyunun çeşitli Beaumé dereceleri için yapılacak olan hesaplamaya ait bilgisayar programının akış diyagramı aşağıdadır

Hesaplama kolaylığı için blofle atılacak kazan suyunun Beaume dereceleri aralığı 0.1-1 alınmış ve 0.1 duyarlıklı on adet hesaplama yapıp bunlar bir liste halinde karşılaştırılmış ve diyagram halinde gösterilmiştir. Hesaplama aralığı ve duyarlığı işin durumuna ve kullanıcının isteğine göre değiştirilebilir.

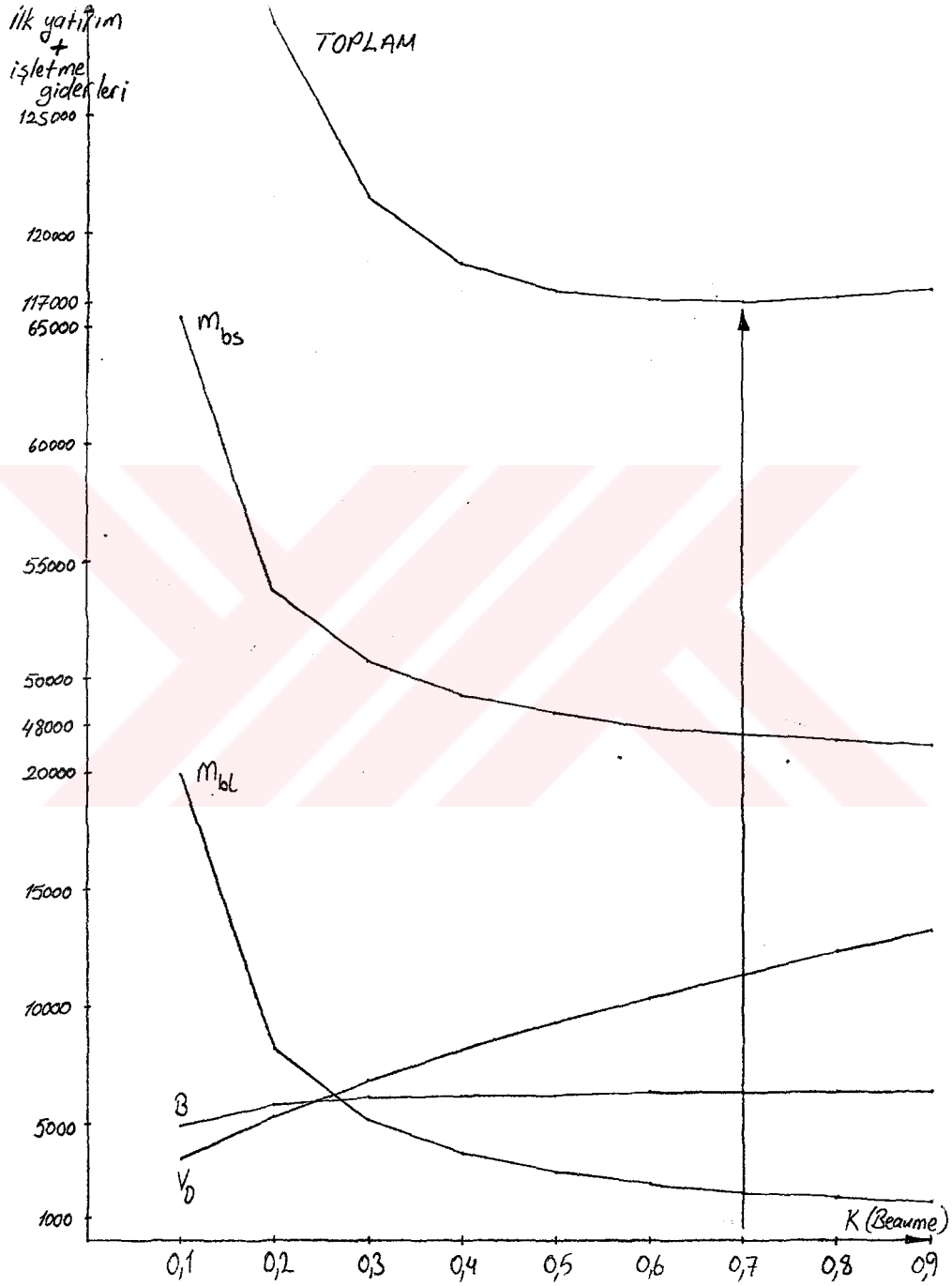
Program akış diyagramı:



Sekil 5.4

gerçek toplam masraf miktarı bulunabilir.

Şekil 5.5 de aynı değerler diyagram olarak görülmektedir.



Şekil 5.5

KAYNAKLAR

ALİM KİMYA METALURJİ SAN. ve TİC AŞ. :Teknik bultenleri,
İSTANBUL, 1992.

MUSLU, Y. :Kullanılmış suların tasfiyesi, İ.T.U. İnşaat Fakul-
tesi, Çevre Bilimleri ve Teknolojisi Kursusu,
İSTANBUL, 1980.

MUSLU, Y. :Damlatmalı filtreler, Sakarya D.M.M. Akademisi der-
gisi, sayı MMA-2, Ekim 1976.

HAMMER, M.J. :Water and Wastewater Technology, John Wiley
Sons, NEW YORK, 1977.

TUBİTAK :Bilim ve Teknik Dergisi, sayı 258 Mayıs 1988,sayı 264
Kasım 1988, sayı 265 Aralık 1988,sayı 289 Aralık 1991

Water Quality and Treatment :A handbook of community water
supplies, American Water Works
Association, 4th edition, 1990.