

BUHAR KAZANLARINDA TAŞLAŞMA (SCALE) VE YUMUŞAK BİRİKİNTİ (SLUDGE) OLUŞUMUNUN İNCELENMESİ

GENEL AÇIKLAMALAR :

Buhar kazanlarının ısıtma yüzeylerinde, borularında ve domlarında (drum) suyun içerdiği safsızlıklardan ileri gelen taşlaşma ve birikinti oluşumunun meydana geliş şeklinin yanlış açıklanmasının yanı sıra oluşan bu maddelere de genellikle yanlış tanımlar yapılmaktadır.

Buhar kazanları ile birlikte tüm su ve buhar sistemlerinde oluşan taş ve yumuşak birikintinin nasıl oluştuğunu ve bunların tanımlarının yanı sıra ne gibi önlemler alınması gerektiği sorularına yanıt bulabileceğiniz bu bülteni hazırlamış bulunuyoruz.

Su ıslah çalışmalarında, bahsedilen maddelere genel olarak depozit adı verilir. Birisi kazan taşı (Scale), diğeri ise yumuşak birikinti (Sludge) olarak adlandırılan 2 çeşit depozit vardır. Bu iki cins depozit de farklı şekilde oluştukları gibi, farklı yöntemler uygulanarak oluşumları önlenabilir.

Kazan taşı (Scale) ve yumuşak birikinti (Sludge) oluşuktan sonra aşağıdaki ortak kötü etkileri gösterirler.

- 1- Her ikisi de tıpkı ısı ızoletörü “Heat Insulators” gibi özellik göstererek ocakta elde edilen ısınn kazan iğer- sindeki suya geçmesini engeller. Şöyle ki;
 - a- Isı kazan suyu tarafından absorbe edileceğine, yanma gazları ile birlikte atmosfere gider. Yakıttan sağlanan ısı enerjisi ziyan olur. Neticede kazan taşı ve yumuşak birikinti büyük oranda yakıt veriminin düşmesine neden olur.
 - b- Depozitlerin izolasyon etkisi, ısınan boruların kazan suyu ile homojen bir şekilde soğutulmasına mani olur. Böylece kazan, boru ve külhan materyali fazla ısınır ve zayıflar. Çoğu kez borular bel verir ve yüzeylerinde meme tabir edilen kabarcıklara rastlanır.
 - c- Depozit miktarı boyler, eşanjör ve kazan içersinde büyük boyutlara ulaştığı takdirde su dolaşımını önler. Hatta kazan borularını tamamen tıkayarak borularda su sirkülasyonunu durdururlar. Böylece borular aşırı tavlama neticesinde şişerler ve patlarlar. Kazan patlamalarının ana nedenlerinden bir tanesi de budur.
- 2- Kazan Taşı ve Yumuşak Birikinti, kazan metalinde kendisi korozyona neden olduğu gibi kazan suyundaki erimiş olarak bulunan gazların korozyon etkisini büyük oranda arttırırlar. Bu çeşit korozyona “Depozit Altı Korozyonu” (under deposit corrosion) denir.
- 3- Kazan taşı ve depozitlerin oluşması halinde gereği gibi yapılmadığı takdirde, yararı daima tartışılabilen çeşitli asitlerle kimyasal temizlik uygulamalarına sıkça başvurulur.

Bu genel açıklamalardan sonra bahsi geçen 2 çeşit depozitin oluşumlarını ayrı ayrı incelemeye çalışalım.

KAZAN TAŞI (SCALE) OLUŞUMU VE ÖNLENMESİ:

Kazan taşı suyun içersinde erimiş halde bulunan minerallerin metal yüzeylerine yayılarak çökmesi şeklinde meydana gelir.

- A- Kazan taşı oluşturan maddeler, kazana sürekli olarak besi suyu vasıtasıyla girebilir ve kazan suyunda konsantre olarak suyun taş yapıcı karakterini arttırırlar. Bu maddeler aşağıda 2 grupta gösterilen iyonların bileşikleri halinde suyun içersinde bulunurlar.
 - 1-) Kalsiyum, Magnezyum
 - 2-) Karbonat, Bikarbonat, Hidroksit, Sülfat, Silika
- B- Yukarıda sıralanan taş oluşturan maddeleri içeren su, sıcak yüzeylerle temas ettiği zaman, kazan taşı denilen depozitler metal yüzeylerinde derhal oluşurlar.

Kazan Taşı şeklindeki depozitlerin bünyesinde en çok şu mineraller bulunur.

- a) Kalsiyum Karbonat.
- c) Magnezyum Silikat

b) Kalsiyum Silikat.

d) Kalsiyum Sülfat

e) Magnezyum Hidroksit

Kazan taşı depozitlerinde mutlak surette kalsiyum, magnezyum vardır. Suyun içersinde kalsiyum, magnezyum bulunmadığı takdirde taş oluşumu kesinlikle olmaz.

C- Kazan taşı, kimyasal maddelerle yapılan su ıslah uygulamaları ile önlenabilir. Bu uygulamada ana prensip, kalsiyum ve magnezyum bileşiklerini metal yüzeylerine yapışmayan askıda maddeler (suspended solids) haline dönüştürmektir. Besi suyu içersinde kalsiyum ve magnezyumun tamamının kısa sürede alınması şeklinde yapılan su ıslah uygulaması kazan taşı teşekkülünün önlenmesinde kesin çözümdür.

D- Kazan suyu ıslahında taş oluşumunu önlemede kullanılan kimyevi maddelerle kullanım amaçları şöyledir.

1- **Sodyum Fosfatlar** : Kalsiyum bileşiklerini, metal yüzeylerinde çökmeyen askıda kalsiyum bileşikleri haline dönüştürür.

2- **Sodyum Hidroksit** : Suyun içersinde bulunan erimiş magnezyum bileşiklerini, askıda magnezyum hidroksit bileşikleri haline dönüştürür. Suyun içersinde silika varsa bu uygulama ile oluşan magnezyum hidroksit bu silikayı da absorbe ederek kötü etkisini ortadan kaldırmış olur. Kazan suyuna sodyum hidroksit verilmeden önce sıcak çökmüş olan magnezyum hidroksit, sodyum hidroksit uygulaması ile metal yüzeylerinden uzaklaştırılarak askıda, magnezyum hidroksite dönüştürülür ve zararsız hale getirilmiş olur.

E- Bu kimyasal maddelerin ölçülü ve kontrollü bir şekilde kazana verilmesi önemli bir husustur. Kazan suyu içersinde belli miktarlarda bulundurulacak sodyum fosfat ve sodyum hidroksit çeşitli sebeplerden kazana girebilecek kalsiyum ve magnezyuma karşı bir önlemdir. Kazan suyunda bu şekilde bulundurulan kimyasal maddelere, “Kimyasal Madde Fazlalığı”, “Excess Chemicals” denilir.

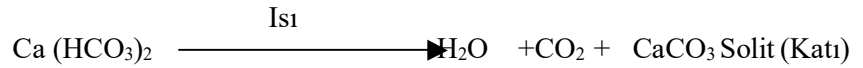
Kazan suyunda bu maddelerin varlığı basit test yöntemleri ile kontrol edilir. Sodyum Fosfat, fosfat testi ile kontrol edilirken, sodyum hidroksit ise alkalinite testleri ile kontrol edilir. Kazan suyunda sodyum hidroksit varlığı, fenol ftalein alkalinite testi ile tayin edilir. Kazan suyunda bahsi geçen bu kimyasal maddelerin bulunmayışı halinde kazan taşı oluşturan maddeler askıda madde haline çevrilemez ve taş oluşumu süratle meydana gelir.

KAZAN TAŞI (SCALE) OLUŞUMUNUN ÖNLENMESİNİN KİMYASAL OLARAK İNCELENMESİ:

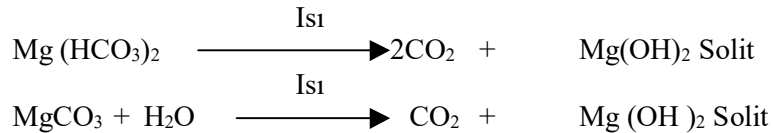
Kazan Taşı oluşumunun ana nedeni suyun içersindeki erimiş maddelerin suyun temas halinde bulunduğu sıcak yüzeylerde ayrışarak çökmesidir.

Aşağıdaki kimyasal reaksiyon denklemlerinde görülebileceği gibi genel olarak kazan taşı oluşumu ve taş cinsleri şöyledir.

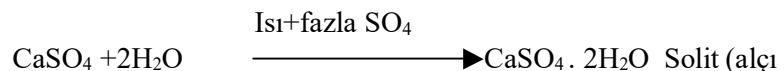
1-) **Kalsiyum Karbonat** : Kalsiyuma bağlı suyun doğal bikarbonat alkalinitesinin yüksek sıcaklıkta ayrışması ile oluşur.



2-) **Magnezyum Hidroksit** : Magnezyuma bağlı bikarbonat ve karbonat alkalinitesinin ayrışması ile olur.



3-) **Kalsiyum Sülfat** : Bu maddenin önemli bir özelliği de sıcaklığın düşmesi ile sudaki çözünürlüğünün hızlı bir şekilde artmasıdır. Bu nedenle kalsiyum karbonata oranla suda çökmeden çok daha fazla eriyebilir. Kazan taşı şeklinde depozit oluşturmaları suyun alkalinitesinin çok düşük olması ve sülfat mühtevasının çok yüksek olması hallerinde olur.

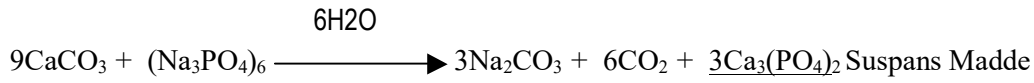


Taşı) Susuz (anhidro) CaSO_4 ancak çok yüksek sıcaklıklarda oluşabilir.

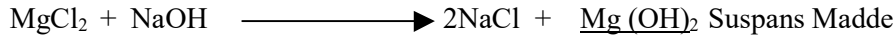
4-) **Silikatlar** : Kazan suyunda erimiş halde bulunan silika (SiO_2), kalsiyum ve magnezyum silikatları şeklinde kazan taşına neden olur. Ayrıca kazandaki depozitlerde değişik cinsten silikat taşlarına da rastlanır. Çok sert ve yalıtkan özelliği yüksek olan silikat kısırlı kazan işletmeciliğinde pek çok problemler doğurabilir. Hatta kazan suyundaki silika bazı hallerde buhar fazına geçerek buharın safiyetinin bozulmasına neden olduğu gibi buharın kullanıldığı termik santrallerdeki türbin kanatlarında zararlara da sebep olur.

Kazan taşının önlenmesinde en etkin önlem kalsiyum ve magnezyumun besisi suyundan tamamen elemine edilerek kazan içersine girmesine mani olmaktır. Buna rağmen kazan içersine girmesi olası kalsiyum ve magnezyum için verilecek katkı maddeleri aşağıdaki kimyasal reaksiyon denklemlerinde görüldüğü gibi onların metal yüzeylerinde çökmesini önler.

1. Kalsiyum, oluşturacağı kazan taşlarının tamamı fosfat kampaundlarının ilavesi ile kalsiyum fosfat haline dönüştürülür.



2. Magnezyumun oluşturacağı kazan taşları ise sodyum hidroksit ilavesi ile magnezyum hidroksit haline dönüştürülür.



IV- YUMUŞAK BİRİKİNTİ (SLUDGE) OLUŞUMU VE ÖNLENMESİ :

Askıda maddelerin metal yüzeylerinde gevşek ve yumuşak çamur şeklinde oluşturdukları birikinti cinsine yumuşak birikinti (Sludge) denir.

A- Askıda maddeler irili ufaklı katı tanecikler olup, kazan suyunun çevrimi ile kazanda birikirler. Şöyle ki; buhar ve kondens hatlarında oluşan korozyon neticesinde meydana gelen korozyon ürünü Demir Oksit (pas), kondens hattından besisi tankına gelir, buradan da besisi suyu vasıtasıyla kazana girer. Askıda maddelerin diğer bir kaynağı da kazan suyuna uygulanan taş teşekkülünü önleyici maddelerin taş yapıcı maddelerle oluşturduğu askıda katılardır. Kazan besisi suyu hazırlanmasında nehir ve göl suyu gibi yüzey sularının kullanılması halinde bu suların içersinde olan toz ve mil cinsi askıda katılar da başka bir kaynaktır.

B- Su, metal yüzeylerini yalayarak hareket ederken bu küçük katı tanecikler yüzeylere darbeler yaparlar. Özellikle kum şeklindeki sert tanecikler metal yüzeylerinde tahribata neden olurlar. Solid maddeler, yumuşak ve gevşek maddelerden ileri geliyorsa genellikle yumuşak birikintiler oluştururlar.

C- Yumuşak Birikinti oluşumuna aşağıdaki metotlarla engel olunur.

- 1- Blöflerle askıda katılar kazandan atılırlar. Suyun içersinde askıda madde miktarı fazla iken birikinti oluşma ihtimali askıda maddelerin az olması halinden çok yüksektir. Bu nedenle blöf çok önemlidir.

a- **Ani Blöf Metodu (Dip Blöf)** : Suyun durgun olduğu kısım olan kazanın en dip tarafından çökmüş vaziyetteki katıları dışarı atmak için bu blöf işlemi periyodik olarak yapılmalıdır. Blöf uygulaması yapılmadığı takdirde katı maddeler kazan dip tarafında, kalın çamur şeklinde bir tabaka oluşturur. Bu çamur tabakası kazan suyunun doğal sirkülasyonu ile boru içlerine ve yüzeylerine taşınarak depozitler oluştururlar. Su borulu kazanlarda boru tıkanmalarına sebep olacak şekilde mahsurlar yaratırlar.

b- **Devamlı Blöf (Yüzey Blöfü) :** Su borulu kazanlarda üst (drum) domdan yapılacak sürekli blöfle kazan suyundaki katı madde miktarı belli limitlerde tutulmalıdır. Devamlı blöfün alev borulu kazanlarla su borulu kazanların alt domundan yapılması tavsiye edilmez.

2- Kimyasal İç İslahın Uygunluğu Ve Kontrolü :

a-) Kazan suyuna uygulanan kimyasal iç ıslah yöntemlerinde suya verilen sodyum fosfat ve sodyum hidroksitin kalsiyum ve magnezyumla yaptığı bileşiklerde oluşan askıda katılarla, suyun içerisindeki bir kısım diğer katılar değişik özellikler göstererek çeşitli şekillerde birbirlerini bağlayarak birikinti ve yığılmalar yapabilirler. Kazan suyunun fosfat ve alkalinite değerleri belli sınırlarda tutulursa sudaki katı maddeler bloklaşma imkanı bulamadıkları için birikinti ve yığılmalar yapamazlar.

b-) Buhar ve Kondens Hatlarında Korozyonu Kontrol Altında Tutmak : Kondens yolu ile besi tankına ve buradan da kazana girebilecek korozyon ürünü askıda maddelerin yaratacağı sorunları önlemek için yeterli korozyon önleme çalışmaları yapmak gerekir.

c-) Sistemde proses gereği ve çeşitli nedenlerle kayıp olan suyu karşılamak için verilen besi suyunun katı ve askıda madde içermesine kesinlikle izin verilmemelidir. Bu nedenle besi suyu hazırlama sisteminde mekanik arıtma işlemleri mutlaka yapılmalıdır. Suyun dinlendirilmesi ve özellikle çok iyi dizayn edilmiş bir kum filtresinden geçirildikten sonra diğer ıslah kademelerine gönderilmesinin büyük yararları vardır.

V - KAZAN SUYU İÇERSİNDE BULUNABİLECEK SUSPANS KATILARIN KOMPOZİSYON VE KAYNAKLARI

MADDE	KOMPOZİSYON	KAYNAĞI
Kırmızı Demir	Fe ₂	Kondens dönüş hattı ve kazan metalinin
Oksit Manyetit	O ₃	korozyonu Kondens dönüş hattı ve kazan
Demir Oksit Bakır	Fe ₃	metalinin korozyonu Kondens Dönüş hattı
Metal	O ₄	korozyonu
Mil , Balçık	Cu	Atmosferden ve işletme mahallinden besi suyu kanalı ile
Kalsiyum	Al, Fe ve Mg'un	girerler. Kalsiyum sertliği içeren suyun ısıtılmasıyla
Karbonat	silikatları CaCO ₃	ortaya çıkar Kalsiyum ve silika içeren suyun
Kalsiyum Silikat	CaSiO ₃	ısıtılmasından oluşurlar.
Trikalsiyum	Ca ₃ (	Suyun kazan koşullarında ısıtılması ile fosfat ve sodyum hidroksit iç
Fosfat	PO ₄) ₂	ıslah uygulamasında oluşur.
Hidroksiapetit	Ca ₅ (OH)(PO ₄	Su ıslah uygulamalarında kalsiyum varlığında oluşur.
Magnezyum	) ₃ Mg(OH) ₂	Silika ihtiva eden sulara uygulanan ıslah uygulamalarında oluşur.
hidroksit	3MgO.2SiO ₂ .2	Kazan suyu fosfat uygulamasında magnezyum varlığında yüksek
Magnezyum	H ₂ O	sıcaklıkta oluşur ve metal yüzeylerine yapışma ihtimali fazladır.
Silikat (Serpentin)	Mg ₄ .(OH) ₂ (PO ₄) ₃	Askıda katıların çeşitli nedenlerle yağları absorbe etmesi ile oluşur.
Magnezyum Fosfat		
Yağlı tortular		

VI - KAZAN TAŞI VE YUMUŞAK BİRİKİNTİ OLUŞUMUNUN KONTROL ALTINDA TUTULMASINDA KAZAN SUYU KOMPOZİSYONUNUN MAKSİMUM LİMİT DEĞERLERİ.

Kazan taşı ve birikinti oluşumunun önlenmesinde kazan işletme basıncına göre hazırlanmış aşağıdaki tablodaki limit değerlere göre kazan suyu kontrol altında tutulursa iyi bir kazan işletmeciliğinin yanı sıra kazandan saf ve kaliteli buhar da elde edilmiş olur.

Kazan İşletme Basıncı (Kg / Cm ²)	Toplam Erimiş Katılar (max .ppm)	Alkalinite (max. ppm)	Askıda Maddeler (max . ppm)	Silika (max . ppm)
0 - 20	3500	700	400	125
20 - 30	3000	600	300	90
30 - 40	2500	500	100	50
40 - 50	2000	400	150	35
50 - 60	1500	300	110	20
60 - 70	1250	250	90	8
70 – 100	1000	200	50	2.5
100 - 140	750	150	20	1
140’den Yukarı	500	100	5	0.5

NOT : Silikat limitleri kazan suyundaki max değerlerdir. Buhardaki silikat miktarı 0.02-0.03 ppm’i