

KİREÇ-SODA YÖNTEMİ İLE SERTLİK GİDERME

1. DENEYİN AMACI

Bir sert su numunesinin yumuşatılması için gerekli olan kireç-soda miktarlarının belirlenmesidir.

2. DENEYİN ANLAM VE ÖNEMİ

Sert sular köpük oluşturmak için çok sabun kullanımı gerektiren sular olarak tanımlanırlar. Bu sular, sıcak halde nakledildikleri boru veya kazan içinde çökelti (kazantaşı) teşkil ederek ısı transferini güçleştirip, akışın hidrolik koşullarını olumsuz etkileyen sulardır. Ayrıca, sert su; deriyi tahriş eder, porselenlerin rengini bozar, kumaşların ömrünü azaltır.

Genellikle suyun sertlik derecesi, yağmur suyundan başlayarak izlediği yol boyunca temasta bulunduğu jeolojik yapıyla yakından ilgilidir.

Sabun su içindeki Ca^{+2} ve Mg^{+2} iyonlarının varlığı sebebi ile çökeler; Fe^{+3} , Zn^{+2} , Al^{+3} gibi iyonları da bu çökelmeye yardım ederler. Fakat genellikle su içinde Ca^{+2} ve Mg^{+2} iyonlarının yüksek seviyelerde bulunması suyun sert olmasına yol açar. Doğal sularda en sık rastlanan sertlik, kalsiyum ve magnezyum iyonlarının oluşturduğu sertliktir. Bu sertlik toplam sertlik olarak tanımlanır.

Toplam sertlik = Kalıcı sertlik + Geçici sertlik

Toplam sertliğin, sudaki karbonat ve bikarbonat iyonlarına karşı gelen kısmı karbonat sertliği olarak bilinir. Bu iyonlar aynı zamanda doğal suların alkalinitesini de belirlediğinden, eğer alkalinite toplam sertlikten küçükse,

Karbonat sertliği = Alkalinite

(mg CaCO_3/L) (mg CaCO_3/L)

olur. Eğer alkalinite toplam sertliğe eşit veya büyükse;

Karbonat sertliği = Toplam sertlik

(mg CaCO_3/L) (mg CaCO_3/L)

olarak alınır.

Kaynatma yolu ile çöktürülerek giderilebilen sertlik, geçici sertlik olarak tanımlanır.



Toplam sertliğin karbonat sertliği dışında kalan kısmına ise karbonat olmayan veya kalıcı sertlik denir. Kalıcı sertlik kaynatma yolu ile giderilemez.

Karbonat olmayan (kalıcı) sertlik = Toplam sertlik - Karbonat sertliği (geçici sertlik)

Kalıcı sertlik sülfat, nitrat ve klorür gibi anyonlara karşı gelen katyonların yarattığı sertliktir. Tuzlu sularda sabun köpürmesi farklı olarak sabunun iyonlaşması engellendiğinden dolayı durur. Bu olayın sorumlusu sabun ve tuzlu sudaki sodyum katyonlarının ortak iyon etkisidir.

Sodyumun normal bir sertlik oluşturuucu unsur olmamasına karşın meydana gelen bu sertliğe yalancı (Pseudo) sertlik denir.

Sular sertlik derecelerine göre genel olarak aşağıdaki şekilde sınıflandırılır:

Tablo 1. Sertlik Derecelendirmesi

(mg CaCO ₃ /L)	Sertlik derecesi
0 - 75	Yumuşak
75 - 150	Orta
150 - 300	Sert
300 ve üzeri	Çok sert

Sertlik derişimi aşağıdaki sertlik derecesinden herhangi biri yardımı ile ifade edilebilmektedir:

Fransız sertlik derecesi: 10 (mg CaCO₃/L)

Alman sertlik derecesi: 17 (mg CaCO₃/L)

İngiliz (Clark) sertlik derecesi: 14,3 (mg CaCO₃/L)

Sertlik giderimi (kimyasal yumuşatma), suya çeşitli kimyasal maddeler ilavesi ile sertliğin tamamının veya bir kısmının uzaklaştırılmasına yarayan bir süreçtir. Yumuşatma işlemlerini özel kuruluşların ve endüstrilerin kendilerinin yapmaları iyi kalite su hazırlamaları açısından gereklidir.

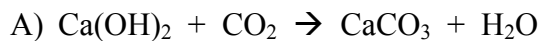
Evsel ve endüstriyel kuruluşlar için içme ve kullanma suyunun arıtımında sertlik giderme (yumuşatma) işlemi önemli bir arıtma kademesi olarak kullanılmaktadır.

Sertlik Giderme Yöntemleri:

- İyon Değişirme Yöntemi
 - o Küçük ölçekli uygulamalarda
 - o Sertlik yaklaşık sıfıra indirilebilir
- Kimyasal Çöktürme Yöntemi
 - o Ekonomik
 - o Büyük ölçekli uygulamalarda
 - o Sertlik ancak 30 - 40 mg/L değerlerine düşer
- Kireç-soda yöntemi
- Sodyum hidroksitle çöktürme
- Fosfatlar ile çöktürme

Kireç – Soda Yöntemi ile Sertlik Giderimi

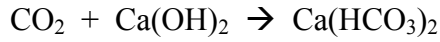
Kireç soda prosesinde sert su önce kireç ile, daha sonra da soda ile muamele edilir. Bu süreçte sertlik kalsiyum karbonat ve magnezyum hidroksit halinde çöktürülür. Kireç ya kalsiyum hidroksit ya da kalsiyum oksit; soda ise sodyum karbonat şeklinde ilave edilir. Verilen miktardaki sertliği gidermek için gerekli kireç ve soda miktarları, kireç ve sodanın Ca ve Mg iyonları ile verdiği reaksiyonların stokiyometrik dengesinden hesaplanabilir.



- B) $\text{Ca(OH)}_2 + \text{Ca(HCO}_3)_2 \rightarrow 2\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
C) $\text{Mg(HCO}_3)_2 + \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{MgCO}_3 + \text{CaCO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$
D) $\text{MgCO}_3 + \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{Mg(OH)}_2 + \text{CaCO}_3$
E) $\text{MgCl}_2 + \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{Mg(OH)}_2$
F) $\text{MgSO}_4 + \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{Mg(OH)}_2 + \text{CaSO}_4$
G) $2\text{NaHCO}_3 + \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$
H) $\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CaCO}_3 + 2\text{NaCl}$
İ) $\text{CaSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4$

Kireç – soda prosesinde alışlagelen metod aşırı kireç ile arıtma yapmaktır. Magnezyum hidroksiti çöktirmek için $\text{pH} > 9$ olmalıdır. Çoğunlukla $\text{pH} 10 - 10,5$ arasındadır. Proses, kireç dozlamayı içerir. İyi bir çökeltme için az miktarda alümin veya sodyum alüminat ilave edilir. Çökelen çamurun bir kısmının geri döndürülmesi de çökeltmeye yardımcı olur.

Yumuşatma prosesi tamamlanmaz ve eğer su aşırı alkalinite içerirse, arıtma sonrası ileri bir çökteltme ile borularda kalsiyum karbonatın çökeltme olasılığı vardır. Yumuşatılmış sudaki bu durumu ortadan kaldırmak için, yumuşatılmış su H_2SO_4 veya CO_2 ile muamele edilmelidir.



Bu reaksiyon *Rekarbonasyon* olarak tanımlanır.

Eğer suda kalıcı sertliğin kalmasına izin veriliyorsa, yumuşatma işleminde soda kullanılmaz. Bu uygulama *kısmi yumuşatma* işlemi olarak tanımlanır.

Kireç ile Yumuşatmanın Teknik Uygulaması

Yumuşatma prosesi klasik pıhtılaştırma-yumaklaştırma – çökteltim havuzlarında yapılabilir. Ancak çoğunlukla bu işlem yüksek yüzeysel hidrolik yüklemelerde uygulanır.

Hızlı karıştırma havuzu $G > 100 \text{ sn}^{-1}$ hız gradyanında hızlı karıştırıcı ile teçhiz edilmiştir. Karıştırma süresi 5-10 dakikadır. Yumak büyümesi ve çökeltme 40 – 60 dakika içinde olur. Proses önceden oluşmuş kalsiyum karbonat ilavesi ile, temas saflaştırıcılarının çamur geri sirkülasyonu ile, geri karıştırma kavramına uygun şekilde yapılır. Klasik yüzeysel hidrolik yük 5 m/saat'in altında tutulur. Yatay akışlı çökteltim havuzlarında kireç ile yumuşatmada alıkoyma zamanı 2-4 saat, yatay akış hızı 18 m/saat olmalıdır.

3. DENEY DÜZENİĞİ

3.1. Kullanılan Araç ve Gereçler

- Pipet
- Beher
- Manyetik Karıştırıcı ve magnetler
- Büret
- Erlen
- pH metre

3.2. Kullanılan Kimyasallar

- EDTA Tampon Çözeltisi
- EBT (Eriochrome Black T) indikatörü
- Müreksit indikatörü
- 1 N NaOH çözeltisi
- EDTA Çözeltisi (titrant) (0,01 N)
- Metil oranj ve fenolftaleyn indikatörleri
- Kireç Çözeltisi (Ca(OH)_2): 1/100 lük
- Soda çözeltisi (Na_2CO_3): 1/100 lük
- 0,02 N H_2SO_4

4. DENEYİN YAPILIŞI

Çalışma Disiplini:

5 adet çalışma grubu oluşturulur. Her grup kendi numunesini aşağıda belirtilen esaslara göre çalışır.

Uygulama:

Sertliği giderilecek su numunesinin pH, Toplam sertlik, Ca sertliği ve Alkalinitesi belirlenir. Bu değerlere göre geçici ve kalıcı sertlik hesaplanır. Yukarıda verilmiş olan denklem sitokiyometrilere göre gerekli kireç ve soda miktarları hesaplanır.

1. Aşama: Geçici Sertliği giderilecek su numunesine gerekli kireç çözeltisi ilave edilerek ($\text{pH} < 9,0$) çöktürülür.

2. Aşama: Kireç çözeltisi kullanılarak pH: 11 dolaylarına getirilerek Mg(OH)_2 çöktürülür.

3. Aşama: Kalıcı sertlik için sitokiyometrik oranda Na_2CO_3 çözeltisi ilavesi yapılır.

*Her aşama sonunda Toplam Sertlik, Ca sertliği ve Alkalinite ölçümleri yapılarak verim hesaplanır.

5. HESAPLAMALAR

$$\text{Verim (\%)} = [(S_0 - S_1) / S_0] * 100$$

S_0 : Başlangıçtaki sertlik değeri (mg/L CaCO_3)

S_1 : Kireç-Soda ilavesinden sonraki sertlik değeri (mg/L CaCO_3)

6. DEĞERLENDİRME VE YORUM

Öğrenciler çalıştıkları su numunesi türünü ve deneyde elde ettikleri sonuçları dikkate alarak yorumlarını yapar.