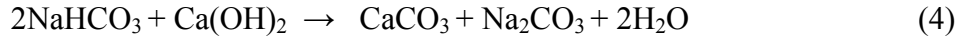
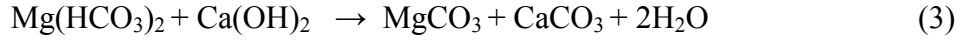
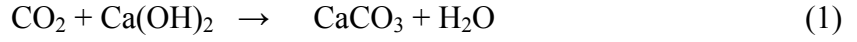


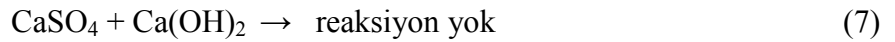
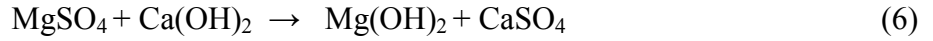
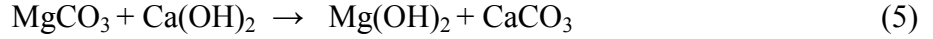
KİREÇ VE SODA İLE SERTLİK GİDERME ÖRNEK PROBLEM SETİ

Örneğe geçilmeden kireç ve soda metoduyla sertlik giderme ile ilgili temel birkaç bilgi vermek gerekir. Kireç ve soda ile sertlik gidermede temel reaksiyonlar aşağıda açıklamalarıyla gösterilmiştir.

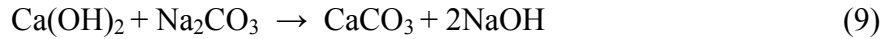
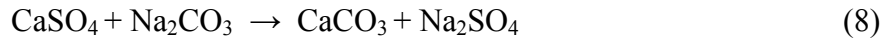
Kireç ilavesi ile pH 10 civarına getirilir ve aşağıdaki reaksiyonlar (1, 2, 3 ve 4 nolu reaksiyonlar) gerçekleşir. Aşırı kireç uygulanmadığında sadece bu reaksiyonlar geçerlidir. Bu reaksiyonlar sadece ilgili sertlik yapıcı bileşik (örn. $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, NaHCO_3) mevcut olduğunda gerçekleşir. NaHCO_3 mevcut olduğunda gerçekleşen reaksiyon sonucu oluşan Na_2CO_3 soda olup, oluşan bu miktar gerekli soda miktardan düşülebilir.



Aşırı kireç ilavesi ile pH 11 civarına çıkartılır ve aşağıdaki reaksiyonlar gerçekleşir. Aşırı kireç miktarı genel olarak 1 meq/L dozajında verilir. 5 nolu reaksiyonda giderilen MgCO_3 , $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ bileşiğinin giderilmesi ile oluşur. Oluşan ve mevcut CaSO_4 kireç ile giderilemez. Sadece soda ile giderilebilir.



Soda ilavesi ile aşağıdaki reaksiyonlar gerçekleşir. Soda ilavesi ile giderilen kireç aşırı olarak verilen kireç miktarıdır.



SORU 1: Aşağıda iyon konsantrasyonları verilmiş olan suyun yumuşatılması için aşırı kireç uygulaması yapılmadan kireç ile yumuşatılacaktır. Kullanılacak kireç miktarını meq/L cinsinden hesaplayınız.

Ca^{+2}	:	40 mg/L
Mg^{+2}	:	12,2 mg/L
Na^+	:	9,2 mg/L
Alkalinite	:	195,2 mg /L
SO_4^{-2}	:	9,6 mg/L

Öncelikle bu iyonların konsantrasyonları meq/L cinsinden hesaplanır. Bu hesaplar aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

İyonlar	Konsantrasyon (mg/L)	Mol ağı. (g/mol)	Etki değ. (eq/mol)	Eşd. ağı. (g/eq)	Konsantrasyon (meq/L)
Ca ⁺²	40	40	2	20	2,0
Mg ⁺²	12,2	24,4	2	12,2	1,0
Na ⁺	9,2	23	1	23	0,4
HCO ₃ ⁻	195,2	61	1	61	3,2
SO ₄ ⁻²	9,6	96	2	48	0,2

Ardından katyon ve anyonları gösteren bir diyagram çizilir.

2	3	3,4
Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺
HCO ₃ ⁻		SO ₄ ⁻²
	3,2	3,4

Sadece kireç ile yumuşatma yapılacağından ve aşırı kireç ile pH yükseltilmesi yapılmayacağından sadece 1, 2, 3 ve 4 nolu reaksiyonlar geçerli olacaktır. Buna göre Ca(HCO₃)₂, Mg(HCO₃)₂ ve NaHCO₃ miktarınca kireç (Ca(OH)₂) kullanılacaktır. Diyagram incelenirse bu bileşiklerin konsantrasyonları şu şekilde bulunur:

Ca(HCO₃)₂ : 2 meq/L

Mg(HCO₃)₂ : 1 meq/L

NaHCO₃ : 0,2 mg/L

Dolayısıyla gerekli kireç miktarı:

2 nolu reaksiyon için : 2 meq/L

3 nolu reaksiyon için : 1 meq/L

4 nolu reaksiyon için : 0,1 meq/L

Toplam kireç miktarı : 3,1 meq/L

SORU 2: Aşağıda özellikleri verilen bir su kireç-soda yöntemiyle yumuşatılacaktır. Gerekli kireç ve soda dozajlarını meq/L cinsinden hesaplayınız.

Ca⁺² : 30 mg/L

Mg⁺² : 36,6 mg/L

CO₂ : 11 mg/L

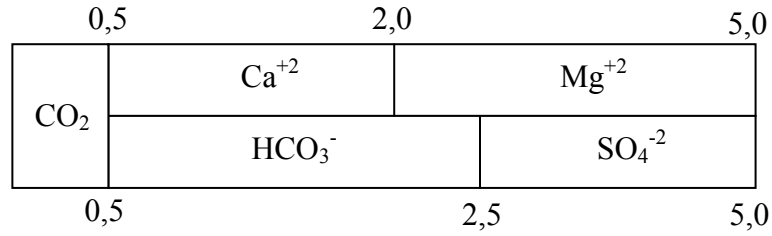
Alkalinite : 122 mg /L

SO_4^{-2} : 120 mg/L

Öncelikle bu iyonların konsantrasyonları meq/L cinsinden hesaplanır. Bu hesaplar aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

İyonlar	Konsantrasyon (mg/L)	Mol ağı (g/mol)	Etki değ. (eq/mol)	Eşd. ağı (g/eq)	Konsantrasyon (meq/L)
Ca^{+2}	30	40	2	20	1,5
Mg^{+2}	36,6	24,4	2	12,2	3,0
CO_2	11	44	2	22	0,5
HCO_3^-	122	61	1	61	2,0
SO_4^{-2}	120	96	2	48	2,5

Ardından katyon ve anyonları gösteren bir diyagram çizilir.



Yukarıda çizilen diyagrama göre bazı bileşiklerin konsantrasyonları aşağıda verilmiştir.

$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$: 1,5 meq/L

$\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$: 0,5 meq/L

MgSO_4 : 2,5 meq/L

Dolayısıyla ilk etapta (1' den 4' e kadar olan reaksiyonlar için) gerekli kireç miktarı:

1 nolu reaksiyon için : 0,5 meq/L

2 nolu reaksiyon için : 1,5 meq/L

3 nolu reaksiyon için : 0,5 meq/L

Aşırı kireç uygulaması için 1 meq/L kireç eklenir. 3 nolu reaksiyon neticesinde 0,5 meq/l MgCO_3 oluşmuştur. Oluşan MgCO_3 5 nolu reaksiyon ile giderilir. 2. etapta (5' den 7' e kadar olan reaksiyonlar için) gerekli kireç miktarı:

5 nolu reaksiyon için : 0,5 meq/L

6 nolu reaksiyon için : 2,5 meq/L

Dolayısıyla gerekli toplam kireç miktarı: $0,5 + 1,5 + 0,5 + 1,0 + 0,5 + 2,5 = 6,5$ meq/L'dir.

Kireçleme sonucu oluşan CaSO_4 miktarı 6 nolu reaksiyonda meydana gelen miktar olan 2,5 meq/L'dir. Suda başlangıçta CaSO_4 yoktur. Uygulanan fazla kireç dozajı da 1 meq/L olduğuna göre gerekli soda miktarı:

8 nolu reaksiyon için : 2,5 meq/L

9 nolu reaksiyon için : 1,0 meq/L

Gerekli soda miktarı : 3,5 meq/L'dir.

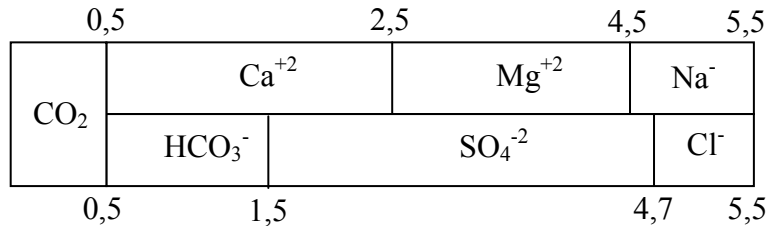
SORU 3: 1000 m³/saat debiye sahip bir su kireç soda yöntemiyle yumuşatılacaktır. Suda bulunan bazı katyon ve anyonların konsantrasyonları aşağıda verilmiştir. Buna göre sudaki sertliği tamamen giderebilmek için gerekli kireç ve soda miktarını kg/gün cinsinden hesaplayınız (Kullanılacak kireç % 80, soda ise % 85 saflıktadır.). Oluşacak çamur miktarını kg/gün olarak hesaplayınız.

Ca⁺² : 40 mg/L
Mg⁺² : 24,4 mg/L
Na⁺ : 23 mg/L
CO₂ : 11 mg/L
Alkalinite : 61 mg /L
SO₄⁻² : 153,6 mg/L
Cl⁻ : 28,4 mg/L

Öncelikle bu iyonların konsantrasyonları meq/L cinsinden hesaplanır. Bu hesaplar aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

İyonlar	Konsantrasyon (mg/L)	Mol ağı. (g/mol)	Etki değ. (eq/mol)	Eşd. ağı. (g/eq)	Konsantrasyon (meq/L)
Ca ⁺²	40	40	2	20	2,0
Mg ⁺²	24,4	24,4	2	12,2	2,0
Na ⁺	23	23	1	23	1,0
CO ₂	11	44	2	22	0,5
HCO ₃ ⁻	61	61	1	61	1,0
SO ₄ ⁻²	153,6	96	2	48	3,2
Cl ⁻	28,4	35,5	1	35,5	0,8

Ardından katyon ve anyonları gösteren bir diyagram çizilir.



Yukarıda çizilen diyagrama göre bazı bileşiklerin konsantrasyonları aşağıda verilmiştir.

Ca(HCO₃)₂ : 1,0 meq/L

CaSO₄ : 1,0 meq/L

Mg(HCO₃)₂ : 0 meq/L

MgSO₄ : 2,0 meq/L

NaHCO₃ : 0 meq/L

Dolayısıyla ilk etapta (1'den 4' e kadar olan reaksiyonlar için) gerekli kireç miktarı:

1 nolu reaksiyon için : 0,5 meq/L

2 nolu reaksiyon için : 1,0 meq/L

3 nolu reaksiyon için : 0 meq/L

4 nolu reaksiyon için : 0 meq/L

Aşırı kireç uygulaması için 1 meq/L kireç eklenir. 3 nolu reaksiyon neticesinde MgCO₃ oluşmadığından 5 nolu reaksiyon gerçekleşmez. 2. etapta (5'den 7' e kadar olan reaksiyonlar için) gerekli kireç miktarı:

5 nolu reaksiyon için : 0 meq/L

6 nolu reaksiyon için : 2,0 meq/L

7 nolu reaksiyon için : Kireçle CaSO₄ giderimi olmadığından 0 meq/L'dir

Dolayısıyla gerekli toplam kireç miktarı: 0,5 + 1,0 + 1,0 + 2,0 = 4,5 meq/L'dir.

Kireçleme sonucu oluşan CaSO₄ miktarı 6 nolu reaksiyonda meydana gelen miktar olan 2,0 meq/L'dir. Suda başlangıçtaki CaSO₄ miktarı da 1,0 meq/L olduğundan toplam CaSO₄ miktarı 3,0 meq/L'dir. Uygulanan fazla kireç dozajı da 1 meq/L olduğuna göre gerekli soda miktarı:

8 nolu reaksiyon için : 3,0 meq/L

9 nolu reaksiyon için : 1,0 meq/L

Gerekli soda miktarı : 4,0 meq/L'dir.

Sönmemiş kireçin (CaO) mol ağırlığı 56 g/mol, etki değeri ise 2 olduğundan eşdeğer ağırlığı 28 g/eq'dir. Dolayısıyla 1 meq kireç 1 mg CaO demektir. Dolayısıyla bu tesiste 1 günde kullanılacak CaO miktarı % 80 saflık da dikkate alındığında:

$$28 \frac{\text{mg}}{\text{meq}} * 4,5 \frac{\text{meq}}{\text{L}} * 1000 \frac{\text{m}^3}{\text{saat}} * 24 \frac{\text{saat}}{\text{gün}} * \frac{1}{0,8} * 1000 \frac{\text{L}}{\text{m}^3} * 10^{-6} \frac{\text{kg}}{\text{mg}}$$

= 3780 kg/gün CaO olarak bulunur.

Sodanın (Na_2CO_3) mol ağırlığı 106 g/mol, etki değeri ise 2 olduğundan eşdeğer ağırlığı 53 g/eq'dir. Dolayısıyla 1 meq soda 1mg Na_2CO_3 demektir. Dolayısıyla bu tesiste 1 günde kullanılacak soda miktarı % 85 saflık da dikkate alındığında:

$$53 \frac{\text{mg}}{\text{meq}} * 4,0 \frac{\text{meq}}{\text{L}} * 1000 \frac{\text{m}^3}{\text{saat}} * 24 \frac{\text{saat}}{\text{gün}} * \frac{1}{0,85} * 1000 \frac{\text{L}}{\text{m}^3} * 10^{-6} \frac{\text{kg}}{\text{mg}}$$

= 5986 kg/gün Na_2CO_3 olarak bulunur.

Çamur CaCO_3 çökeleği şeklinde oluşacaktır. Günlük olarak oluşacak çamur miktarı hesaplanırken çıkış suyunda CaCO_3 konsantrasyonu olmadığı kabul edilerek yapılmıştır. CaCO_3 1, 2, 3, 4, 5, 8 ve 9 nolu reaksiyonlar sonucu oluşmaktadır. Dolayısıyla oluşan CaCO_3 konsantrasyonu:

$$= 0,5 + 2*1,0 + 3,0 + 1,0 = 6,5 \text{ meq/L' dir.}$$

Günlük olarak oluşacak çamur miktarı ise CaCO_3 ' ün eşdeğer ağırlığı 50 mg/meq olduğundan;

$$50 \frac{\text{mg}}{\text{meq}} * 6,5 \frac{\text{meq}}{\text{L}} * 1000 \frac{\text{m}^3}{\text{saat}} * 24 \frac{\text{saat}}{\text{gün}} * 1000 \frac{\text{L}}{\text{m}^3} * 10^{-6} \frac{\text{kg}}{\text{mg}}$$

=7.800 kg/gün çamur olarak bulunur