

KMB 310 KİMYA MÜHENDİSLİĞİ LABORATUVARI II

DENEY ADI: İYON DEĞİŞTİRİCİ

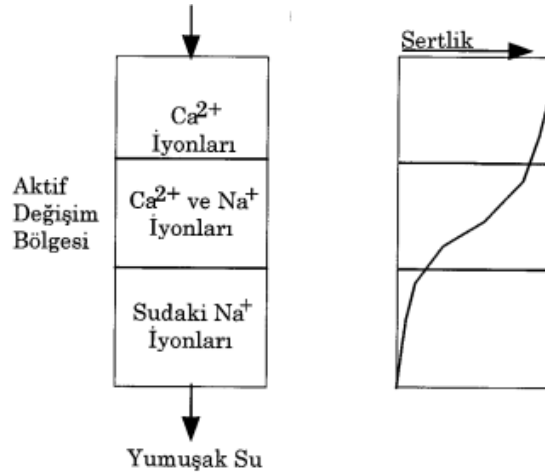
Deneyin Amacı:

Sürekli akışlı kolonda iyon değiştirme uygulamasını yapmak, reçinenin iyon değiştirme kapasitesini belirlemek.

Teorik Bilgi:

İyon değiştirme, iyonların çözültiden katı bir yüzeye ya da katı bir yüzeyden çözültiye transfer edildiği fiziksel ve kimyasal bir işlemdir. Bu işlem, temelde çözelti içerisindeki iyonların katı bir yüzeyde elektrostatik güçlerle tutulan benzer yüklü iyonlarla değiştirilmesi esasına dayanır. İyon değiştirme işleminde içerisinde kullanım amacına uygun olarak yerleştirilmiş doğal bir zeolit veya sentetik bir reçine bulunan kolonlar kullanılmaktadır. İyon değiştirme kolonu temas teknikleri ve gerçekleşen reaksiyonlar sonucu oluşan kırılma eğrileri bakımından birbirine benzer özellikler göstermektedir. Aynı zamanda her iki kolon türünün tasarımları da birbirine oldukça yakındır.

İyon değiştirme kolonu içerisindeki reçinenin bulunduğu bölge sorpsiyon tabakasıdır ve burada kolondan geçecek sıvı içerisinde giderilmesi istenen madde kütle transferi sonucu sıvı fazdan katı faza geçmektedir. Aşağıdaki tepkimede de ifade edildiği gibi sıvıda bulunan M_1^+ maddesi M_2^+ maddesini içeren reçineden geçirilmekte ve reçinedeki M_2^+ maddesi ile yer değiştirmektedir. Katyonik reçine kullanılarak suyun yumuşatılması ile sertliğin nasıl değiştiği Şekil 1'de gösterilmektedir.

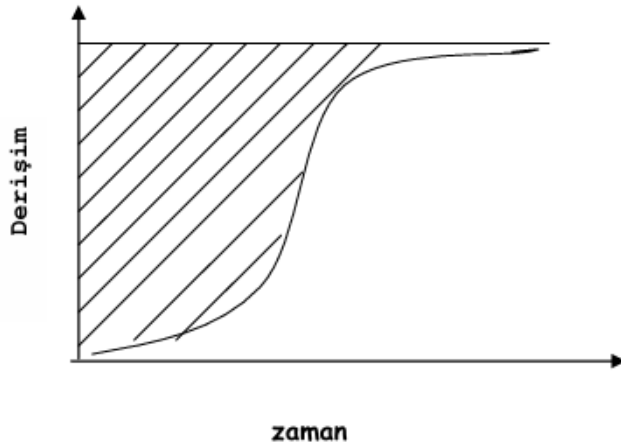


Şekil 1. Katyonik reçine kullanılarak suyun yumuşatılması

İyon değiştirme işleminin en yaygın kullanım alanı sularda sertlik oluşturan Ca^{2+} ve Mg^{2+} iyonlarının giderilmesi işlemidir. Bunun yanısıra iyon değiştirme işlemi sudaki tüm anyon ve katyonların giderilmesinde de sıklıkla kullanılır. Aynı zamanda bir ileri arıtım tekniği olarak sulardan amonyak gideriminde, atıksulardaki ağır metallerin gideriminde de kullanılabilir. İyon değiştiriciler genel olarak katyon iyon değiştiriciler ve anyon iyon değiştiriciler olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Katyon değiştiriciler genellikle Ca^{2+} ve Mg^{2+} gibi katyonların yer değiştirmesini sağlar, anyon iyon değiştiriciler ise sülfat, nitrat ve klor gibi anyonların yer değiştirmesini sağlayan reğinelerin kullanıldığı iyon değiştiricilerdir. İyon değiştirme ünitelerinde reğinelerin iyon değiştirme kapasiteleri önemli bir parametredir ve genellikle $15-100 \text{ kg/m}^3$ aralığında olması istenir.

Sıvıdaki giderilmesi istenen maddenin ilk konsantrasyonu C_0 ile ifade edilmektedir. Teorik olarak reğinelerde bu maddenin konsantrasyonunun sıfır olduğu kabul edilir. Şekil 2’de kırılma eğrisinde de görüldüğü üzere, sıvının kolondan geğmesi sonucu belirli bir noktada kırılma başlar ve bu genellikle C_0 konsantrasyonunun % 5’i çıkış suyunu görülmeye başladıktan sonra gerçekleşir. Bu nokta sorpsiyon tabakasının en alta inmesi ile başlayacaktır. İyon değiştiriciden çıkan sıvıdaki madde konsantrasyonunun başlangıç konsantrasyonunu % 95’ine eşitilmesi kolonun artık olduğunu ve rejenerasyon yapılması gerektiğini gösterir.

Kırılma noktası eğrisinin üzerinde kalan alan (A) kolon tarafından tutulan madde miktarını ifade etmektedir. Konsantrasyonun başlangıç konsantrasyonuna eşitilmesi sonucu kırılma eğrisinde üstte kalan alan ise tutulabilecek maksimum madde miktarını ifade etmektedir (Şekil 2).



Şekil 2. İyon değiştirme kolonunda oluşan kırılma eğrisi

Şekil 2’de gösterilen taralı alan ve iyon değişim kapasitesi aşağıdaki denklemler ile hesaplanır.

$$\text{Taralı alan} = \int_0^{t_s} (C_0 - C(t)) dt$$

$$\text{İyon değişim kapasitesi (g/g ya da mol/g)} = \frac{F}{m} \int_0^{t_s} (C_0 - C(t)) dt$$

t_s : Doyma zamanı

F = Akış hızı (L/min)

m = iyon değiştirici reçinenin ağırlığı

C_0 = giriş konsantrasyonu

$C(t)$ = t anındaki konsantrasyon

İyon değişimini etkileyen temel parametreler aşağıda özetlenmiştir.

Akış Hızı: Akış hızı az ise yeterli yüzey teması sağlanamaz ve kanallaşmalar oluşur, çok ise temas süresi az olacağından dolayı yeteri kadar iyon aktarımı olamaz.

Temas süresi ve yüzey alanı: Temas süresi ve yüzey alanı az olduğunda kütle transferi verimli bir şekilde gerçekleşmez.

Çözelti Konsantrasyonu: Çözeltinin konsantrasyonu az olduğunda kütle transferi için itici kuvveti de az olacaktır.

İyon Değiştiricinin Türü: İyon değişiminin istenilen hızda sağlanamaması ve kapasitenin kullanılamaması

Rejenerasyon teorisi: Rejenerasyonda, teorik olarak sudan CaCO_3 olarak uzaklaştırılan sertliğin her bir meq için, 1 meq NaCl gereklidir. Örneğin CaCO_3 olarak uzaklaştırılan sertliğin 1 gramı rejenerasyon 1.17 g NaCl gerektirmektedir. (CaCO_3 50 NaCl 58 meq ağırlığa sahiptir.) Bu miktarlar ile rejenerasyon yapıldığında oldukça uzun bir zamana gerek duyulduğu için, NaCl'nin bu miktarı ile rejenerasyonun tamamen sona erdirilmesi pratikte zordur. Bunun için NaCl'nin daha fazla miktarları (genellikle teorik miktarın iki katı veya daha fazlası) kullanılır. Böylece rejenerasyon verimi % 50 civarında olur.

Deneyde Kullanılan Malzeme ve Kimyasallar:

- ✓ Reçine ile hazırlanmış kolon
- ✓ Pompa
- ✓ EBT indikatörü
- ✓ Tampon çözelti
- ✓ Standart EDTA çözeltisi

Deneyin Yapılışı:

- ✓ Hazneye doldurulan suyun toplam sertlik analizi yapılır.
- ✓ $t=0$ anında akım başlatılır.
- ✓ Akış hızı (debi) ayarlanır.
- ✓ Her beş dakikada bir 10 ml örnek kolon çıkışından alınır ve içerisindeki kalsiyum iyonu miktarı belirlenir.
- ✓ Ölçülen konsantrasyon değeri sabit bir değere ulaşana kadar örnekleme devam edilir.

Sertlik Analizi:

- ✓ 10 mL numune + 1 mL tampon çözelti + EBT indikatörü
- ✓ EDTA ile maviye dönene kadar titre edilir.

$$\text{Sertlik (mg/L CaCO}_3\text{)} = \frac{V_{EDTA,ml} \times M_{EDTA,mol/L} \times M.A.CaCO_3,g/mol \times 1000}{V_{numune,ml}}$$

Hesaplamalar ve Değerlendirme:

- a) Verilerden yararlanarak zamana karşılık konsantrasyon grafiğini çiziniz. İyon değişim kapasitesini mg Ca^{2+} /g reçine cinsinden hesaplayınız.
- b) Hesapladığımız kapasite değerine göre bu reçinenin sudan sertlik gideriminde kullanılabilirliğini ve performansını yorumlayınız.
- c) Akış hızının artırılması veya azaltılması hesaplanan değerleri ne yönde etkileyecektir, yorumlayınız.