

# Entegre Çevre Korunmasına Bir Örnek: Hidrojen Klorürün Silikon Üretiminde Yeniden Değerlendirilmesi

Çevre. Y. Müh. Hülya YAVUZ\*  
Doç. Dr. Adil DENİZLİ\*\*

Birçok kimyasal proses, reaktif ve klorlu ana ürünler sayesinde devam edebilmektedir. Bu durumda da yan ürün olarak hidrojen klorür (HCl) oluşmaktadır. Örneğin, 1,2-dikloroetan'dan HCl uzaklaştırılarak vinil klorür elde edilmesi, triklorosilan'dan polikristalin silikon elde edilmesi, piroliz yöntemiyle tetraklorosilan ve hidrojen/oksijen'den silika buhar elde edilmesi ve silikonun sentezlenmesinin bir parçası olan klorosilanların hidrolizlenmesi gibi çeşitli proseslerde hidrojen klorür gazı oluşmaktadır.

Bazı işlemlerde büyük miktarlarda hidrojen klorür kullanılmaktadır, örneğin süper saf silikon ve silikonların elde edilmesi işleminin en önemli aşamaları olan oksidasyon işlemi ile etilenden vinil klorür elde edilmesinde ve klorosilanların direk sentezlenmesi işlemlerinde olduğu gibi.

Bu gibi tesislerde ürünün geri döngü ile yeniden ham madde olarak değerlendirilebilmesi entegre çevre koruması açısından büyük önem taşımaktadır. Üretim sonucu ortaya çıkan fazla HCl safsızlaştı-

dıktan sonra döngüye beslenip buradan da tesisin HCl gerektiren diğer birimlerine gönderilebilmektedir.

Hidrojen klorür döngüsünün üretim prosesine entegre edildiği böyle bir sistemin çok önemli avantajları bulunmaktadır; bu sayede, tesisin tamamını etkileyecek hidrojen klorür yetersizliğini gidermek daha kolay olacak ve bu döngü arz ve talep arasındaki salınımları dengelemekte

**Silikon üretimi, hidrojen klorürün yeniden değerlendirilmesi döngüsüne ve oldukça kirli bir yan ürün olup kullanılamaz olduğu düşünülen hidrojen klorürün saflaştırılması işlemine güzel bir örnek oluşturmaktadır.**

bir tampon görevi görecektir. Ayrıca bu döngü, merkezî bir depo gibi de kullanılacaktır.

Silikon üretimi, hidrojen klorürün yeniden değerlendirilmesi döngüsüne ve oldukça kirli bir yan ürün olup kullanılamaz olduğu düşünülen hidrojen klorürün saflaştırılması işlemine güzel bir örnek oluşturmaktadır.

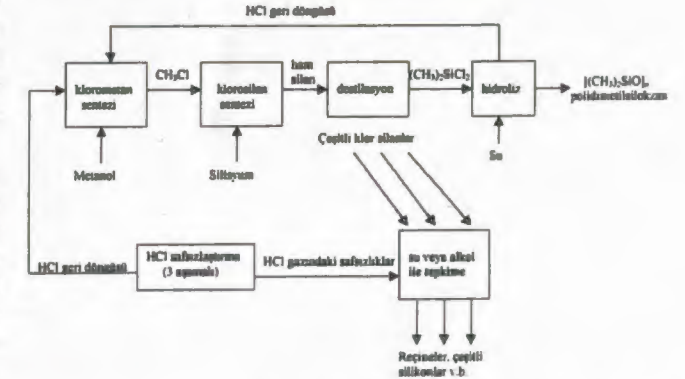
Gerek saf silikon gerekse silikonlar nihai ürün halinde klor içermediklerinden bunların üretimleri sırasında neden klor ihtiyacı duyulduğu ilk bakışta anlaşılabilir. Ancak, endüstriyel ölçekte bunları üretmenin en ekonomik yolu klorlu ara ürünler kullanmaktır ki bu durumda da yan ürün olarak hidrojen klorür oluşmaktadır.

Benzer iki silikon ürünü olan silikon sıvılar ve silikon lastiklerin her ikisinin de en önemli içeriği polidimetilsiloksan'dır. Bu polimerin sentezi teorik olarak, doğal gazın kumla tepkimeye girmesi ve sonuçta polidimetilsiloksan ile su açığa çıkmasıyla basit bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Üreticiler açısından bu yöntem siloksanların sentezi için ideal bir yöntemdir, çünkü ham maddeler pahalı olmayıp sonuçta oluşan tek atık sudur. Ancak, yapılan bütün araştırmalara rağmen bu yolla sentezlemenin teknik olarak mümkün olmadığı görülmüştür.

Kısa zincirli polidimetilsiloksanlar (silikon sıvıları ve silikon lastiklerin ana maddesidir) sadece hidroliz olarak bilinen prosesle yani klorosilanlar gibi ara ürünlerin suyla reaksiyona girmesi sonucu oluşur. Diklorodimetilsilan'ın hidroliz sonucunda

istenilen kısa zincirli siloksan oluşur. Yan ürün olarak oluşan hidrojen klorür reaktör içerisinde kalır ve yeni beslenen metanol ile tepkimeye girerek klorometan oluşturur ve oluşan klorometan doğrudan sentezleme olarak bilinen işlem ile yani 300 °C'de silikonla tepkimeye girerek klorosilan karışımını oluşturur. Silikon üreticileri genellikle Şekil 1'de gösterilen yolu izlerler. Ancak, daha temiz olan geri döngü yöntemiyle diklorodimetilsilan'ın hidrolizi sonucunda oluşan hidrojen klorürü sentezinde yeniden kullanarak değerlendirmek mümkündür.

Şekil 1. HCl Geri Döngülü Silikon Üretimi



Doğrudan sentez sonucunda sadece diklorodimetilsilan değil, su ve alkolle tepkimeye girerek silikon reçineler veya duvar koruyucu gibi özel silikonlar oluşturan diğer silanlar da ortaya çıkmaktadır.

Bu birbirinden çok farklı işlemlerden kaynaklanan hidrojen klorür, çözümler, düşük kaynama sıcaklığına sahip klorlu hidrokarbonlar/kloralkaller, alkol, su ve hatta silanlar gibi çeşitli kirleticilerin karışımıyla oldukça kirli bir durumdur. Bunlar, yanlış kimyasal kompozisyona sahip silikonlar oluşturarak istenilen silikon üretimini engellediklerinden, elde edilen hidrojen klorür kullanılamamaktadır. Kullanılmayan bu hidrojen klorür nötral ha-

\* Hacettepe Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü

\*\* Hacettepe Üniversitesi, Kimya Bölümü