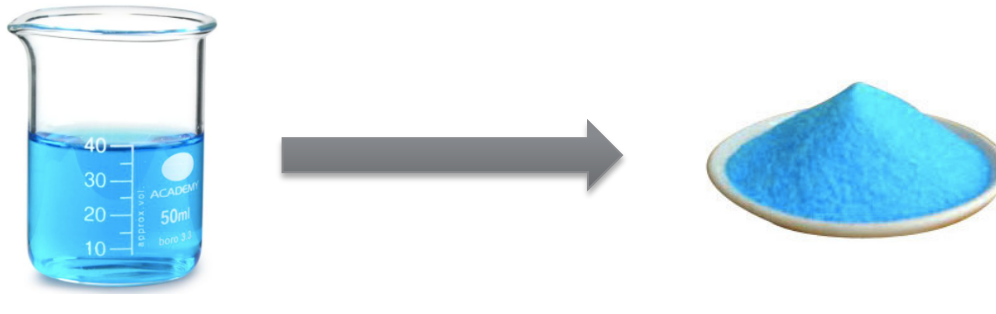


**PÜSKÜRTMELİ KURUTUCU**

# GİRİŞ

- ❖ Püskürterek kurutma işlemi sıvı örneklerin sıcak hava ortamına püskürtülmesi ve örneğin içerdiği suyun buharlaşması sonucu ürünün toz halinde elde edilmesine dayanır.
- ❖ Püskürtülen örnek süspansiyon, emülsiyon veya çözelti halinde olabilir.
- ❖ Elde edilen ürün partikül veya granül halindedir.
- ❖ Ürünün formu; beslemin fiziksel ve kimyasal özellikleri ile kurutucunun tasarımına ve operasyon şartlarına bağlıdır.



# KULLANIM ALANLARI

- ❖ Gıda: Kahve, kahve kreması, süt, çorba, bebek besinleri, tatlandırıcılar
- ❖ Eczacılık: İlaç
- ❖ Kozmetik: Toz kozmetikler, deterjanlar
- ❖ Sıcaklığa duyarlı kimyasalların üretiminde genellikle püskürtmeli kurutucular kullanılır.



## AVANTAJLARI

- ❖ Mikron boyutunda ve düşük nem içeriğinde toz partiküller elde edilen tek kurutucu tipi
- ❖ Eczacılıktan madencilığe kadar geniş bir kullanım alanına sahip.
- ❖ 1-2 kg'dan 100 tona kadar çalışabilen besleme kızı.
- ❖ Ürün kalitesi homojen.
- ❖ Sıcaklığa duyarlı ürünler için uygun.

## DEZAVANTAJLARI

- ❖ Yüksek montaj maliyeti
- ❖ Fiziksel olarak daha çok yer kaplarlar.
- ❖ Tek başlarına yüksek verimli değildirler.

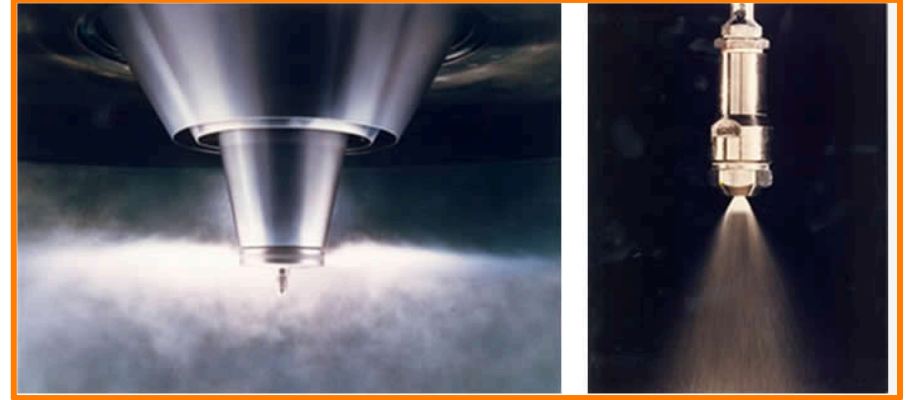
# PROSES BASAMAKLARI

- ❖ Püskürtücüye giren beslemenin püskürtülmesi (Atomizasyon)
  - ❖ Püskürtülen beslemenin sıcak hava ile teması
  - ❖ Püskürtülen beslemenin kurutulması
  - ❖ Kurutulmuş ürünün havadan ayrılması
- 
- ✓ Kurutma işlemi sırasında çözelti atomizer tarafından sıcak havanın içerisine damlacıklar oluşturacak şekilde püskürtülür.
  - ✓ Nem hızlıca damlacıklardan buharlaşarak ayrılır
  - ✓ Soğuyan hava fan yardımıyla dışarı boşaltılır.
  - ✓ Katı parçalar rotari fanla siklona gönderilir ve toplama haznesinde toplanır.

# ATOMIZASYON

Atomizasyon kurutma işleminin karakteristik özelliğidir.

- ✧ Atomizerin seçimi ve uygun şartlarda çalıştırılması iyi kalitede ve ekonomik ürün sağlamak açısından önemlidir.
- ✧ Püskürtme işlemi nozzle ve rotary tipinde enjektörler kullanılarak yapılır.
- ✧ Atomize seçimi beslemenin ve ürünün istenilen özelliklerine bağlıdır.



Rotary

Nozzle

- ✧ Beslemenin viskozitesi ve yüzey gerilimi büyükse, aynı enerji ile daha büyük damlalar elde edilir.
- ✧ Daha küçük ve orta boyutta ürün için rotary atomizer kullanılır.
- ✧ Büyük boyutta ürün için nozzle atomizer tercih edilir.
- ✧ Gaz ve çözelti akışı aynı ya da zıt yönlü olabilir.

# KURUTMA

- ❖ Çözelti atomizerde çok küçük damlacıklar haline getirilir.
- ❖ Kurutma çemberine gönderilir.
- ❖ Damlacıklar sıcak hava ile temas ettiğinde damlacık yüzeyinde doymun bir buhar filmi oluşur ve buharlaşma başlar.
- ❖ Damlacığın yüzeyindeki sıcaklık, sıcak havanın ıslak termometre sıcaklığına eşittir.
- ❖ Buharlaşma iki aşamada gerçekleşir.

## Birinci Aşama:

Damlacığın içinde yüzeydeki nem kaybını karşılayacak kadar nem bulunur. Buharlaşma devam ederken yüzeydeki doymunluk şartlarını korumak amacıyla nem damlacığının içinden yüzeye doğru difüzlenir. Bu sırada buharlaşma hızı sabittir.

## İkinci Aşama:

Damlacığın içindeki nem yüzeydeki nem kaybını karşılayamaz duruma gelince, damlacığının yüzeyinde bir kabuk oluşmaya başlar. Kabuk kalınlığı zamanla artar ve buharlaşma hızı düşer.

# KURUTMA PROSESİ SİSTEM DEĞİŞKENLERİ

## **Besleme özellikleri**

Beslemenin viskozitesinin ya da katı yüzdesinin artırılması ve besleme sıcaklığının düşürülmesi düzensiz bir atomizasyona neden olmaktadır. Yüzey gerilimin operasyona önemli bir etkisi yoktur. Beslemedeki katı miktarı artarsa buharlaşma karakteristikleri bundan etkilenir ve oluşan partiküllerin yoğunluğu artar.

## **Besleme hızı**

Besleme hızının artırılması daha düzensiz ve kaba damlacıklar ve nemli ürün elde edilmesine neden olurken ürün kalitesi de düşük olmaktadır.

## **Hava akış hızı**

Hava akış hızı arttırılırsa partikülün sıcak hava içerisinde kalış süresi kısaldığından kuruyan ürünün içindeki nem yüzdesi yüksek kalır. Akış hızı düşürüldüğünde ise sıcak havaya maruz kalma süresi artacağından elde edilen ürünün nem yüzdesi daha düşük olur.

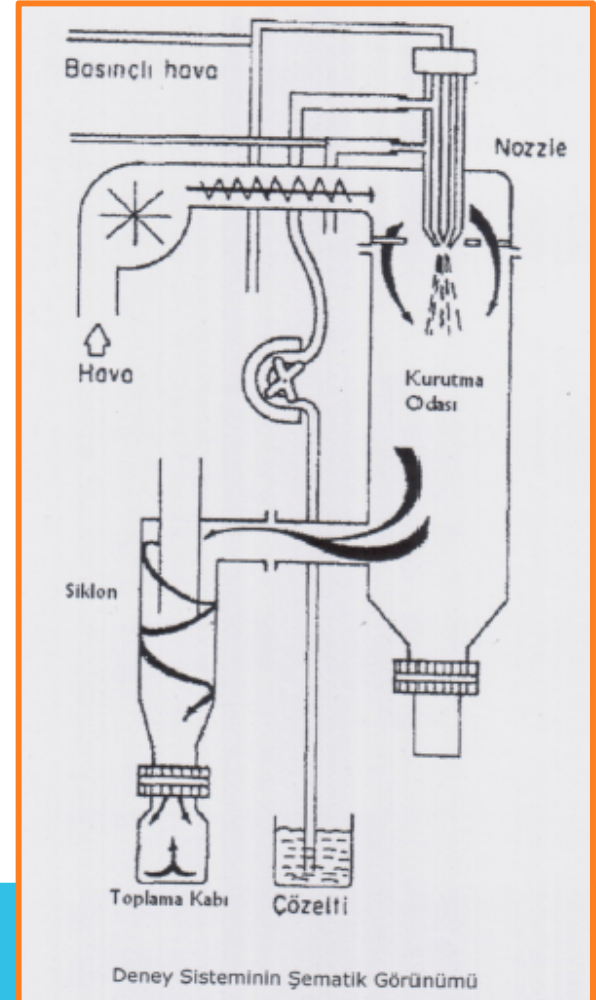
## **Kurutma sıcaklıkları**

Giriş sıcaklıkları (inlet) arttırıldığında kurutucunun buharlaştırma kapasitesi artar ve kurutulan partiküllerin yoğunluğu azaldığında daha gözenekli bir yapı elde edilir. Çıkış sıcaklığının (outlet) yükseltilmesi ürünün nem içeriğinin daha düşük olmasına yol açar. Çıkış sıcaklığının düşürülmesi ise kurutmanın eksik ya da hiç olmamasına yol açar; bu nedenle dikkatle seçilecek bir çıkış sıcaklığı aralığında çalışılmalıdır.



## DENEYSEL YÖNTEM

1. Sistemin elektrik bağlantısını yapınız.
2. Ölçülü bir erlene saf su doldurunuz ve besleme hortumunu suya daldırınız.
3. Gerekli giriş sıcaklığını set ediniz.
4. Hava girişini (ayarlanan hızda) açınız.
5. Isıtıcıyı açınız.
6. Kompresörü açınız (Kompresör basıncı sistemde set edilmiş olacaktır oynamayınız).
7. Çıkış havasının ısınmaya başladığını gördükten sonra saf suyu beslemek için pompayı çalıştırınız.
8. Pompanın hızı uygun bir besleme şartı için (seçilen değer için cam yüzeylerde su birikimi olmamalıdır) ayarlanmalıdır,
9. Yukarda belirtilen ayarlamalar yapıldıktan sonra bu noktayı t=0 anı kabul ederek çıkış sıcaklığını zamana karşı kaydediniz.
10. Çözelti besleme hızını belirlemek üzere, belirlenen hacim suyun ne kadar zamanda sisteme beslendiğini belirleyiniz.
11. Yatışkın durum şartları sağlandıktan sonra önceden hazırlanan çözeltiyi-%4'lük  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (besleme hortumu saf sudan çekilip hızlıca çözeltiye yerleştirilerek) beslemeye başlayınız.
12. Kurumuş partiküllerin siklondan aşağıya spiraller çizerek toplama şişesine girdiğini gözlemleyiniz.
13. Çözeltinizin tam bitmesini beklemeden saf su erleni ile çözelti erlenini yer değiştirerek sistemden tekrar saf su geçmesini sağlayınız.
14. Sistemi aşağıdaki sıra ile kapatınız.
  - Pompa
  - Kompresör
  - Isıtıcı
  - Çıkış sıcaklığı 40°C'ye düştüğünde üflenen hava
  - Ana düğme
15. Öncelikle numunenin toplandığı kabı sökerek içindeki numuneyi tartınız.
16. Siklonu ve kurutma odasını dikkatlice söküp yıkayınız.
17. Bütün parçaları yerlerine takınız.



# DENEY DÜZENEĞİ



# HESAPLAMALAR

- 1) Tartımını aldığınız numuneyi bir saat camı üzerine yayarak yerleştiriniz. Etüvde  $120^{\circ}\text{C}$  civarında 24 saat beklettikten sonra tekrar tartın.
- 2) Zamanın fonksiyonu olarak çıkış sıcaklığını çiziniz.
- 3) Su için madde denkliği kurunuz.
- 4) Toplam katı madde miktarını temel alarak kurutucunun katı tutma verimini belirleyiniz.