

Püskürtmeli Kurutma

Öğr. Gör. Merve
Tuğçe Tunç ODABAŞ

Kurutma gıdaların korunmasında kullanılan en eski ve en yaygın kullanılan metotlardan birisidir. Kurutma ile gıdanın içeriğindeki nem miktarı azalır ve mikroorganizmaların gelişimi, kimyasal reaksiyonların gerçekleşmesi yavaşlatılır. Böylece gıdanın raf ömrü uzatılır, gıdanın hacmi küçültülerek taşıma, depolama ve ambalajlama maliyetleri azaltılır. Günümüzde birçok gıda ürünü kurutularak tüketilmektedir. Kurutulmuş meyve-sebzeler, süt ve süt ürünleri, baharatlar, toz gıda ürünleri bunlara örnek verilebilir. Güneşte kurutma, püskürtmeli kurutma, dondurarak kurutma, akışkan yatak ile kurutma, tünel kurutucular ile kurutma gibi yöntemler gıda sanayisinde yaygın olarak kullanılan kurutma yöntemlerinden bazılarıdır (1).

Püskürtmeli Kurutma

Püskürtmeli kurutma ile sıvı formda bulunan gıdalar toz forma dönüştürülmektedir. Besleme sıcak kurutucu haznesine püskürtülerek (atomize edilerek) nemin uzaklaştırılması sağlanır. Püskürtmeli kurutucunun patenti 1872 yılında Samuel Percy tarafından alınmıştır. Sanayide ilk kullanımı ise 1920'li yıllarda süt tozu ve deterjan üretimi olmuştur. Püskürtmeli kurutma gıda, ilaç, kozmetik, ziraat ve kimya sanayilerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (1).

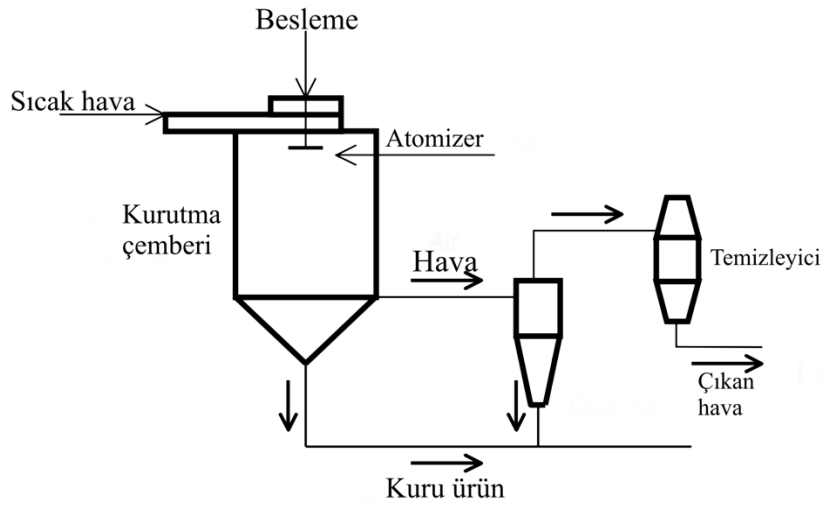


Püskürtmeli kurutma ile küre şeklinde, homojen partikül boyutu dağılımına sahip toz ürün elde edilir. Diğer kurutma yöntemlerine göre kurutma süresi kısadır ve bu durum sıcaklığa hassas ürünlerin kurutulmasından avantaj sağlamaktadır. Püskürtmeli kurutma gıda sanayisinde yaygın kullanılmaktadır. Bunun nedeni gıdaların ısıya duyarlı olmaları ve tüketicilerin toz ürünlere olan ilgisidir. Süt tozu, peynir altı suyu proteini, kahve, çay ekstraktları, bebek mamaları, nişasta, enzimler, mikroorganizmalar, mayalar püskürtmeli kurutma ile üretilen ürünlerin bazılarıdır (1).

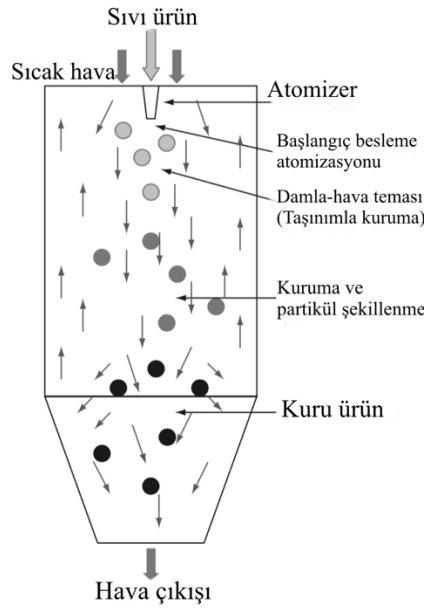
Oksijenden etkilenen ürünlerin kurutulmasında sıcak hava yerine farklı gazlar kullanılabilir.

Püskürtmeli kurutucu çalışma prensibi ve tasarımı

Püskürtmeli kurutucuda kurutma aşamaları şu şekildedir. İlk olarak sıvı besleme atomizere pompalanır. Besleme atomizer ile sıcak ortama (genellikle sıcak hava) püskürtülür. Ürün sıcak ortam ile temas ettiğinde içerisindeki nem buharlaşır ve damlalar kuru partiküllere dönüşür. Elde edilen kuru ürün son ürün olarak toplanır. Şekil 1’de temel bir püskürtmeli kurutucu görülmektedir (1). Şekil 2’de ise kurutma haznesi içerisinde ürünün kuruma mekanizması görülmektedir.



Şekil 1. Püskürtmeli kurutucunun şematik gösterimi (1)



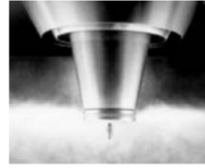
Şekil 2. Püskürtmeli kurutma işleminin şematik gösterimi (2)

Püskürtmeli kurutucunun temel ekipmanları; hava ısıtıcı, atomizer, kurutma haznesi ve son ürünün alındığı kısımlardır.

Püskürtmeli kurutucu farklı şekillerde tasarlanabilir. İstenilen son ürün özelliklerine göre standart ekipmanların değiştirilmesi ile çok çeşitli dizayn edilebilir. Bu ekipmanlar şunlardır;

- Hava ısıtıcı: Hava ısıtıcılar farklı ekipmanlar ile birlikte kullanılabilir. Fanlar, hava filtreleri, borular gibi.
- Atomizer: Atomizer sıvı beslemenin kurutma haznesine düzgün damlacıklar şeklinde püskürtmesini sağlar. Üretilcek son üründe istenilen partikül boyutlarına bağlı olarak farklı çaplarda olabilir. Bu sistem farklı ekipmanlar ile desteklenebilir. Pompa, tank, besleme ısıtıcısı gibi.
- Kurutma haznesi: Hava ile beslemenin temas ettiği kısımdır. Farklı boyutlarda olabilir.
- Ürünün taşınması, paketlenmesi ve hava çıkışı: Bu amaçlar ile borular, fanlar yardımı ile tasarımlar yapılır (1).

(a)



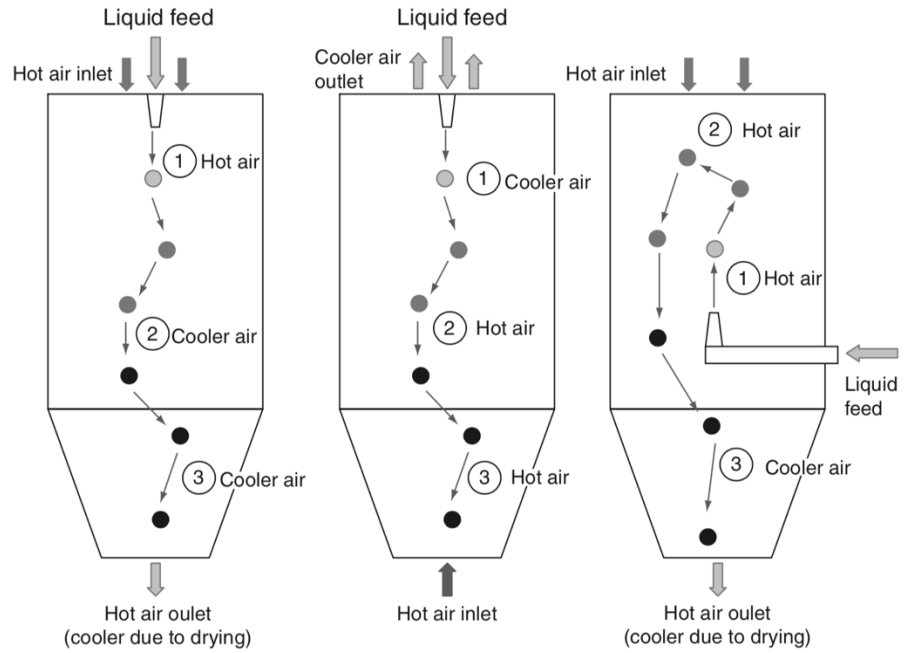
(b)

(c)



Şekil 3. Yaygın olarak kullanılan atomizer çeşitleri a) santrifüj atomizer, b) basınçlı atomizer, c) kinetik atomizer (1)

Püskürtmeli kurutucu tasarımında sıcak hava ve besleme akış yönleri değişebilir. Sıcak hava ile ürün aynı yönde akış gösterirse, ürün ilk olarak sıcak hava ile buluşacaktır ve sıcak hava enerjisini azaltarak üründe hızlı bir kuruma sağlanacaktır. Ürün çıkışta daha düşük sıcaklıkta olacaktır. Hava ile beslemenin ters akışlı olduğu durumlarda besleme sıcak hava ile daha düşük sıcaklıkta karşılaşacaktır. Ürünler daha yavaş kuruma meydana gelecektir (2).

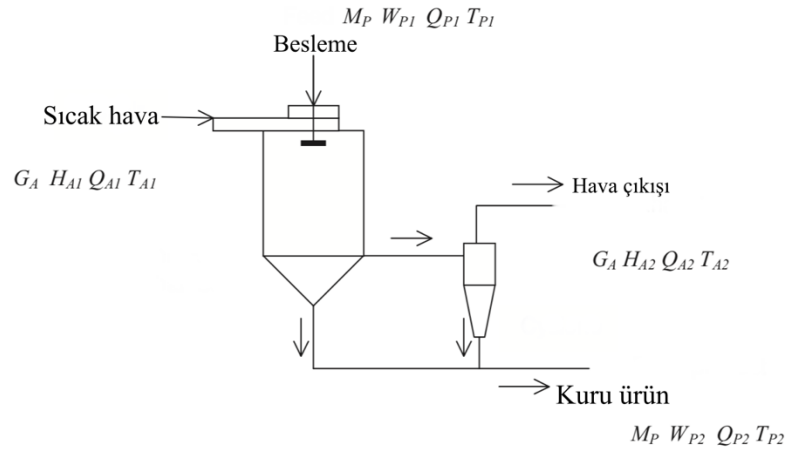


Şekil 4. Besleme ve hava akış çeşitlerine göre püskürtmeli kurutucu (2)

*Isı ve kütle transferi için
denklikler yazılırken iki
farklı sistem seçimi
yapılabilir.*

Isı ve kütle transferi

Isı ve kütle transferi için denklikler yazılırken iki farklı sistem seçimi yapılabilir. Sistemin bütünü ya da beslemenin kendisi.



Sistemin bütünü seçildiğinde kütle dengesi şu şekilde olur;

$$M_P W_{P1} + G_A H_{A1} = M_P W_{P2} + G_A H_{A2}$$

$$M_P (W_{P1} - W_{P2}) = G_A (H_{A2} - H_{A1})$$

Burada M_P beslemenin akış debisi, W_{P1} beslemenin nem miktarı, G_A kuru (sıcak) havanın akış debisi, H_{A1} kuru (sıcak) havanın nemi, W_{P2} çıkan ürünün nem miktarı, H_{A2} çıkan havanın nemini göstermektedir.

Enerji dengesi ise şu şekilde yazılabilir;

$$M_P Q_{P1} + G_A Q_{A1} = M_P Q_{P2} + G_A Q_{A2} + Q_L$$

Burada Q_{P1} ve Q_{P2} sırasıyla giren ve çıkan ürünün entalpisini, Q_{A1} ve Q_{A2} sırasıyla sıcak hava ve çıkan havanın entalpisini ve Q_L ısı kayıplarını ifade etmektedir.

Eğer sadece besleme sistem olarak seçilirse bu durumda eşitlikler değişecektir. Püskürtmeli kurutma sırasında taşınım ile ısı transferi ve kütlenin transferi şu faktörlere bağlıdır (2);

Isı transferi	Kütle transferi
Kurutma hızı	Besleme nemi
Besleme sıcaklığı	Besleme sıcaklığı
Sıcak havanın sıcaklığı	Sıcak havanın sıcaklığı
Besleme damlaları-sıcak hava teması	Sıcak havanın nemi
Damlacık boyutu	Besleme damlaları-sıcak hava teması
Damlaların termal özellikleri	Damlaların boyutu

Tek bir besleme damlası için ısı ve kütlenin taşınım ile transfer denklilikleri şu şekildedir :

$$\frac{dT}{dt} = hA(T_{\text{air}} - T_{\text{droplet}}) - \frac{dm}{dt} \Delta H_{\text{evap}}$$

$$\frac{dm}{dt} = h_m A (\rho_{\text{droplet,surface}} - \rho_{\text{air}})$$

Püskürtmeli kurutmanın avantajları

Püskürtmeli kurutma yönteminin diğer kurutma yöntemlerine göre avantajları şu şekilde sıralanabilir (1,2,3);

1. Kısa sürede kuruma sağlar.
2. Kısa sürede işlem yapılması sıcaklığa hassas ürünlerin kurutulmasında önemlidir.
3. Yüksek kapasitelerde çalışılabilir.
4. Düşük maliyetlidir.
5. Sürekli sistem olarak çalışılabilir.
6. Eski bir teknoloji olmasından bilgi sahibi olunması yeni ürünlerin işlenmesinde kolaylık sağlar.

Püskürtmeli kurutma teknolojisi enkapsülasyon uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Püskürtmeli kurutmanın gıda sanayisinde kullanımı

Püskürtmeli kurutucular gıda sanayisinde toz ürünlerin üretilmesi kullanılmaktadır.

- Süt ve süt ürünleri: süt tozu, peynir altı suyu proteini tozu, kazein tozu vs.,
- Meyve- sebze: meyve ve sebze sularının tozları, meyve ve sebze ekstraktlarının tozları vs.,
- Enkapsüle ürünler: enkapsüle yağ, enkapsüle aroma, enkapsüle mikroorganizma, enkapsüle fonksiyonel bileşik, enkapsüle mineral madde vs.,
- Kahve, kakao tozu,
- Instant maya tozu,
- Yumurta tozu,
- Enzim,
- Bebek mamaları,
- Vs...

Kaynaklar

- (1) Barbosa-Canovas G.V., Ortega-Rivas E., Juliano P., Yan, H., 2005. Chapter 11: Drying. Food Powders Physical Properties, Processing and Functionality. Kluwer Academic/Plenum Publishers. 271-304.
- (2) Woo M. W., 2013. Chapter 2 Spray Drying for Food Powder Production. *Handbook of Food Powder* (Editör: Bhesh Bhandari Nidhi BansalMin Zhang Pierre Schuck), Woodhead Publishing. 29-52.