

# HOMOJENİZATÖRLER

**PROF. DR. AHMET ÇOLAK**

**PROF.DR. MUSA AYIK**

# 7. Homojenizatörler

Normal koşullarda birbiriyle karışmayan iki sıvının, yoğun karıştırma, çalkalama ve parçalama ile oluşan heterojen yapıdaki yeni karışımına emülsiyon denir (örneğin, süt doğal olarak emülsiyon halindedir).

Emülsiyonu oluşturan sıvıların sürekli ve sürekli olmayan faz durumlarına göre iki farklı emülsiyon adlandırılır. Örneğin; su damlacıklarının pulp içinde dağılmasından oluşan emülsiyona, su-pulp emülsiyonu denir. Bu durumda sürekli fazı pulp oluşturur. Eğer, taneciklerin sürekli fazı oluşturan su içinde dağılması söz konusuysa, buna da tanecik-su emülsiyonu adı verilir (sütte olduğu gibi).

Herhangi bir fiziksel yada kimyasal önlem alınmadığında, emülsiyonu oluşturan sıvılar kısa sürede kendi aralarında birleşerek ayrılırlar. Emülsiyon durumunun uzun süre bozulmadan kalması istenildiğinde (örneğin, nektar tip meyve suyunda) karışıma emülgator adı verilen üçüncü bir sıvı ilave edilebilir. Yada, karışımdaki sürekli olmayan fazın ayrılma hızı tanecik çapının karesiyle doğru orantılı olduğundan, tanecik çapının küçültülmesiyle de emülsiyon stabilizesi korunabilir.

Emülsiyon durumunun uzun süre korunabilmesi için sürekli olmayan fazı oluşturan sıvının çok küçük zerreciklere parçalanması işlemine, homojenize etmek yada homojenizasyon denir. Gıda endüstrisinde homojenizasyon, öncelikle süt içindeki yağ taneciklerini daha küçük parçalara ayırarak, krema bağlama süresini uzatmak amacıyla yapılır. Böylece, sütün özellikleri değişmeksizin depolama süresine etki edilir, örneğin, homojenize edilmiş pastörize içme sütü buz dolabında bir hafta yada UHT-süt ortam sıcaklığında bir kaç hafta depolanabilir.

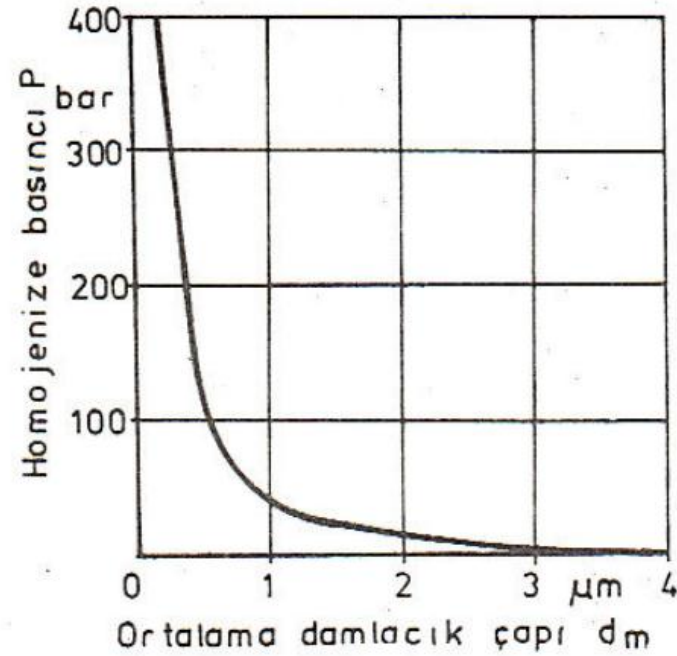
Homojenizasyonun uygulandığı başka bir örnekte, nektar tip meyve suyudur. Burada, pulp halinde olan meyve tanecikleri küçültülerek meyve suyu emülsiyonunun uzun ömürlü olması amaçlanır.

Homojenize işlemi ile, uygulanan basınca da bağlı olarak tanecikler parçalanır ve ilk büyüklüğün yaklaşık 1 /10 oranında daha küçük kürecikler oluşur. Bu işlem, parçalanacak tanecikleri içeren sıvının yüksek basınç altında, aralık açıklığı istenilen tanecik büyüklüğüne yakın yarıklardan geçirilmesiyle gerçekleştirilir. Dar aralıktan geçen sıvının hızı 100 m /s ve daha yüksek değerlere ulaşabilmektedir. Bu sırada, kesme kuvvetleri, turbülent ve kavitasyon oluşarak; impuls, sürtünme, basınç ve atalet etkisiyle damlacıklar deforme olur. Önce dalgalı bir şekil alıp boğumlar oluşur. Sonra, boğum yerlerinden koparak daha küçük taneciklere ayrılır (şekil 7.1).

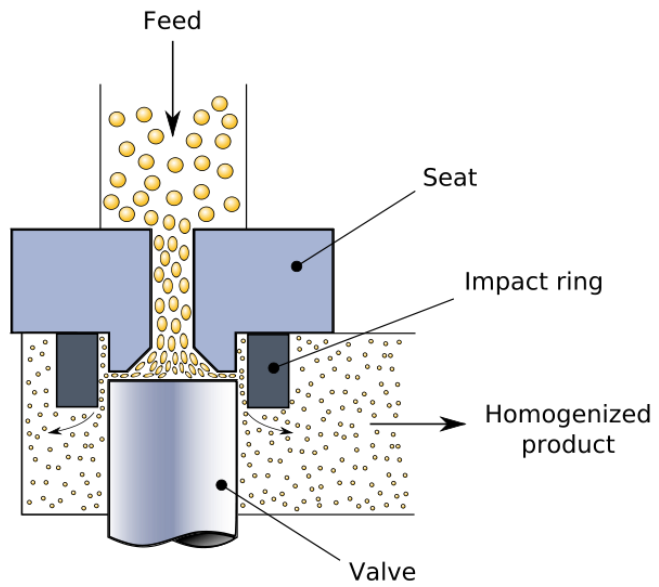


Şekil 7.1. Homojenize işleminde damla parçalanması.

Homojenizasyon basıncı ve oluşan yeni taneciklerin ortalama çapları arasında, logaritmik bir ilişki vardır (şekil 7.2.). Başka bir deyişle, ortalama damlacık çapı ( $d_m$ ), uygulanan basınç ( $P$ ) ile ters orantılıdır.



Şekil 7.2. Homojenize basıncının ortalama damla çapına etkisi.



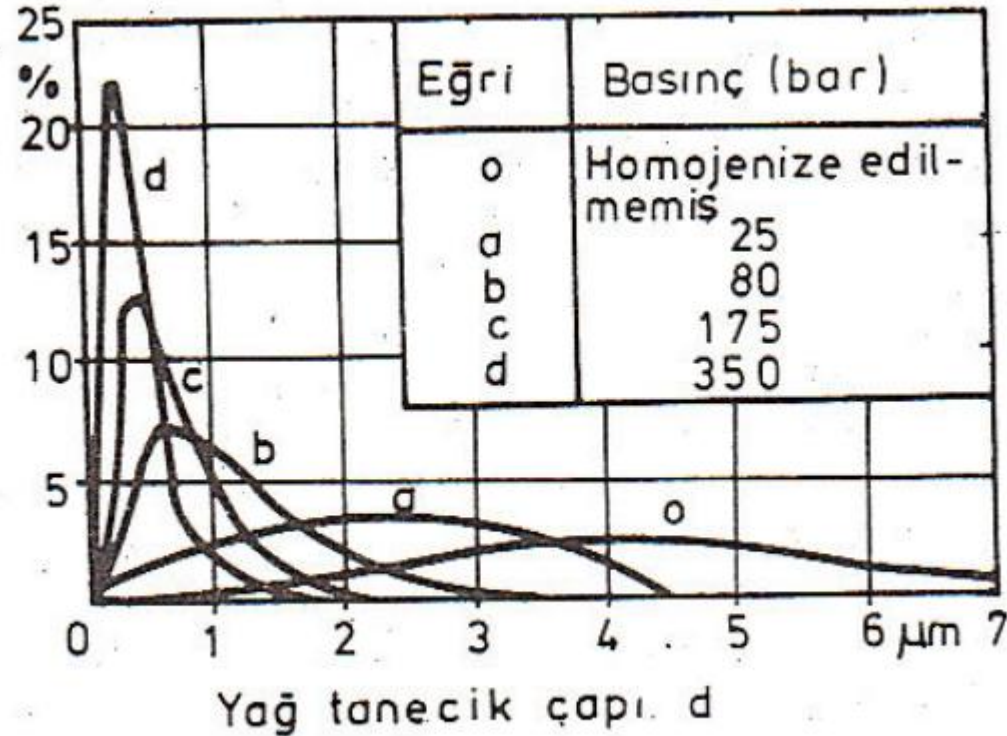
<https://www.emaze.com>



<http://entropilab.com/tag/gida/>

Homojenize basıncına bağı olarak süt içindeki yağ tanecik büyüklüğü dağılımı şekil 7.3.'de grafik olarak verilmiştir, örneğin; homojenize basıncı 25 bar olduğunda ortalama tanecik çapı 2,5  $\mu\text{m}$  iken, basınç 175 bar'a çıkarılınca çap 0,5  $\mu\text{m}$ 'ye düşmektedir.

Homojenizasyon derecesi (HD): homojenizasyondan sonraki taneciklerin özgül yüzey alanının ( $H_{SA}$ ), öncekine ( $H_{öA}$ ) oranı olarak tanımlanır.



Şekil 7.3. Homojenize basıncına bağı olarak hacimsel ortalama yağ tanecik çapları dağılımı.

( $H_D = H_{SA}/H_{ö_a}$ ). Homojenizasyon derecesine, uygulanan basınç yanında homojenizatör meme yapısı da etkilidir. Şekil 7.4'de çeşitli homojenizatör memeleri görülmektedir. Düşük basınçta büyük kavitasyon etkisi yaratan meme, en iyi homojenizasyon derecesini verir. Ayrıca, basıncın düşük olması sayesinde homojenizasyon için gerekli güç de düşürülür.

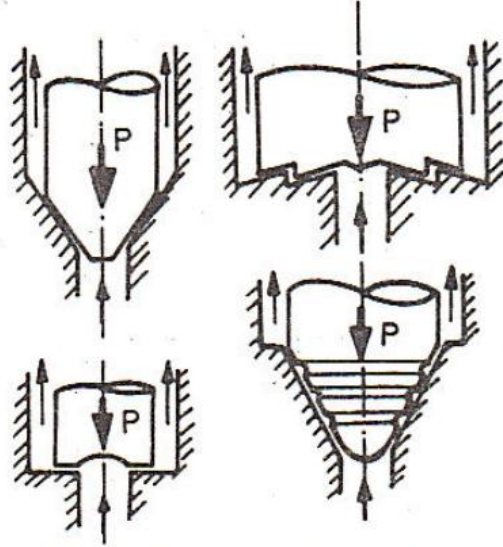
İşlenen ürün sıcaklığının homojenizasyon derecesine etkisi azdır. Ne var ki, sıcaklık arttıkça uygulanacak basınç azaltılabilir. Süt için en uygun homojenizasyon sıcaklığı 60 ... 70° C'dir. Öte yandan, sütün yağ oranının artması homojenizasyon derecesinin düşmesine neden olmaktadır.

Homojenizatörlerde sıvının iletimi için plancerli yada pisyonlu pompalar kullanılmaktadır. Homojenizatör memelerinin ön ve arka yüzeyleri arasındaki basınç farkı 150 bar'a kadar çıkmaktadır.

Homojenizatörlerde hacimsel verim, doğrudan pompanın verimine denktir. Bu ise, şu eşitlikten hesaplanabilir;

$$Q = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot s \cdot n \cdot 60 \cdot z \cdot \eta_v = 47 \cdot d^2 \cdot s \cdot n \cdot z \cdot \eta_v$$

$$Q = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot s \cdot n \cdot 60 \cdot z \cdot \eta_v = 47 \cdot d^2 \cdot s \cdot n \cdot z \cdot \eta_v$$



Şekil 7.4. Çeşitli homojenizatör memeleri.

Eşitlikte;

Q : Homojenizatörün verimi, m<sup>3</sup> / h,

d : Plancer yada piston çapı, m,

s : Plancer yada piston stroku, m,

n : Pompa devir sayısı, devir/dakika,

z : Plancer yada piston sayısı ve

$\eta_v$  : Volumetrik tesir derecesidir ( $\sim 0,9$ ).



Homojenizatörlerin güç gereksinimi, pistonlu pompalarda olduğu gibi hacimsel verim ve uygulanan basınç ile doğru orantılıdır:

$$N = \frac{P \cdot Q}{36 \cdot \eta}$$

Burada;

N : Güç gereksinimi, kW,

P : Homojenize basıncı, bar,

Q : Homojenizatör verimi, m<sup>3</sup>/h ve

$\eta$  : Homojenizatörün mekanik tesir derecesidir. (0,7 ... 0,8).

Homojenizasyon işleminde uygulanan basınç enerjisi ısı enerjisine dönüşerek işlenen ürünün sıcaklığının artmasına neden olur. Homojenize edilecek sıvının yoğunluğu  $\rho$ (kg/m<sup>3</sup>), özgül ısısı  $c$  (kj /kg °C) ve homojenize basıncı  $P$  (bar) ise; sıcaklık artışı  $\Delta t$  (°C) şu şekilde bulunur:

$$\Delta t = \frac{P}{\rho \cdot c} \cdot 100$$

Buna göre, uygulanan basınç, sıcaklığının artmasında önemli etkidir. Aşırı sıcaklık artışının önlenmesi için, düşük basınçta da etken çalışan homojenizatör memeleri kullanılmalıdır. Bunun yanında, homojenize basıncının ayarlanmasında, gerektiğinden fazla olmamasına özen gösterilmelidir.

Homojenize işi her zaman iki kademeli olarak gerçekleştirilmeye- bilir. Ancak, 150 ... 200 bar basınçta homojenize edilen tanecikler, kendi aralarında yeniden birleşmeye meyilli olduğundan, 20 ... 40 bar basınçla çalışan ikinci homojenize kademesinde bu sakınca önlenabilir.