

Peynire İşlenecek Sütün Homojenize Edilmesi

Prof. Dr. Tümer URAZ

A.Ü. Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Anabilim Dalı — ANKARA

ÖZET

İçinde bulunduğumuz yüzyılın başından beri süt endüstrisine giren homojenizasyon işlemi, günümüzde sterilize ve pastörize süt, yoğurt, dondurma, peynir vb. mamullerin üretiminde kullanılmak suretiyle, oldukça yaygınlık kazanmıştır.

Homojenizasyon sütün yağı üzerinde gerçekleştirilen bir işlem olmasına karşın, diğer bileşenlerden proteinler, özellikle kazein ile sütün bazı fiziksel nitelikleri üzerine de etkili bulunmaktadır.

Homojenizasyonda, tek ya da çift kademeli homojenizatörlerden yararlanılabilmektedir. İşlem, ya sütün doğrudan homojenize edilmesi, ya da kremanın ayrılıp homojenize edilmesi ve yeniden yavan süte katılması suretiyle yapılabilmektedir. Genellikle, basıncın 50 - 150 kg/cm², sıcaklığın da 60°C dolayında olması önerilmektedir.

GİRİŞ

Sütün homojenize edilmesi ya da homojenizasyon işlemi, endüstriyel anlamda başlıca iki amaca dayalı olarak yapılmaktadır: Bunlardan birincisi, süt yağının kendiliğinden yüzeyde toplanmasını önlemek, ikincisi de süt asidinin geliştirilmesiyle elde edilen su tutma gücü yüksek pıhtılarda homojen ve yağlımsı bir yapıyı sağlamaktır. Birinci olayda dispersiyon fazı yağsız süt, ikincisinde ise peyniraltı suyu (ya da serum) dur.

Süt endüstrisinde homojenizasyon işleminden yararlanmaya başladıktan sonra, 1901' de ilk ticari homojenizatör satışa konulmuştur. O tarihten beri süt fabrikalarında yerini almaya başlayan homojenizatörler, önceleri sterilize sütlerin homojenizasyonunu, sonraları da pastörize süt, yoğurta ve peynire işlenecek sütlerin homojenizasyonunu sağlamak üzere kullanıma sokulmuşlardır.

Bizde de sayıları 40'ı aşan Türkiye Süt Endüstrisi Kurumu fabrikalarının büyük bir çoğunluğunda, özel kesimin bazı kuruluşlarında

bulunan düzenlerden, peynir yapımında da yararlanılabileceğini belirlemek amacıyla bu yazı hazırlanmıştır.

HOMOJENİZASYONUN SÜTTE NEDEN OLDUĞU DEĞİŞİKLER

Homojenizasyon, genellikle süt yağı ile ilgili bir işlem olmasına karşın, uygulanan basınca bağlı olarak süt üzerinde başka değişimlere de neden olmaktadır. Bunun yanında sıcaklığın etkisi de söz konusudur.

Homojenizasyonun sütte doğurduğu değişiklikleri, başlıca dört madde altında toplamak mümkündür :

1 — Sütteki yağ yuvarları (globulleri) çapının küçültülmesi :

Bu, homojenizasyon işleminin en önemli etkisi olup, homojenize edilmiş sütte hem yağ yuvarları parçalanmakta, hem de yüzey zarlarının bir bölümü dağılmaktadır. Etkili bir homojenizasyon sonunda, çoğunluğu 4 - 5 mikron dolayında olan yuvar çapları 1 mikron dolayına inmektedir. Böylece süt yağında ortaya çıkan yüzey genişlemesi, homojenize sütte nitelik değişiminin başlıca nedenini oluşturmaktadır. Eğer sütün yağ içeriği çok yüksek değilse, yağ emülsiyon durumu oldukça kalıcı olmaktadır. Bundan dolayı ne süt yüzeyinde kaymak tabakası ne de şişe ağzında krema tıpası görülmemektedir.

Homojenizasyonda, sütün yağ içeriği önemli rol oynamaktadır. Bunun yanında lipitlerin fiziksel durumu da aynı şekilde önem taşımaktadır. Söz gelimi, lipitlerin kristalize olduğu soğuk sütte, etkili bir homojenizasyon sağlanamamaktadır. Bundan dolayı söz konusu işlemin, 60°C'nin üzerinde yapılması gerekmektedir.

2 — Yağ yuvarları yüzey zarlarının değişmesi :

Genellikle yağ yuvarlarının sayıca artmasından kaynaklanan bir olaydır. Kuramsal olarak 5 mikron çapındaki bir yağ yuvarı, 1 mik-

ron çapında 125 yuvara bölünmektedir. Bu yeni yuvarlar parçalanmadan önceki zarın aynısı ile örtülü (kaplı) değıllerdir. Ancak, küçük çaplı yuvarlar orijinal zarlarını korumaktadır. Toplam olarak oldukça büyük bir yüzeye sahip olan yuvarları plazma proteinlerinden, özellikle kazeinden, absorpsiyon yoluyla oluşan bir tabaka ile kaplıdır. Böylece yuvarların yüzey zarındaki protein oranı 4 kat kadar artmaktadır. Yani yağa göre % 0.6 düzeyinde yer alan bu oran, homojenizasyondan sonra % 2.4'e yükselmektedir.

Burada bir bölüm fosfolipitlerin plazmaya geçişi şeklinde tersine bir yer değıştirmenin ortaya çıktığı da sanılmaktadır. Bunun sonucunda ise aktif bölge miktarının azalmasıyla, bakırın neden olduğu, yağ oksidasyonuna elverişlilik gerileyebilmektedir.

3 — Proteinlerin yapısında değışme :

Yüksek basınçta homojenizasyonun, proteinlerin yapısında, biri misellerin incilmesi; diğeri de ısı etkisine benzeyen denatürasyon olmak üzere, başlıca iki yönde etkisi görülmektedir. Bunun yanı sıra, homojenizasyondan sonra sütün kazein azotu miktarında bir düşme, proteoz-peptonla birlikte ayrılan fraksiyonda ise bir artış izlenmektedir. Homojenize edilmiş süttten maya yardımıyla elde edilen pıhtılarda rastlanan ve aynı zamanda pıhtı tansiyonunun (geriliminin) düşmesi biçiminde beliren olaya kaynaklık eden misel değışimlerinin, buna da neden olduğu sanılmaktadır. Genellikle jelleşmiş ortamlarda zayıf nitelik diye adlandırılan ve yağ yuvarlarının sayıca artışına bağlanan pıhtı tansiyonunun düşmesi ya da pıhtı sıklığı yetersizliği, fazla miktarda tutulan rutubetten de ileri gelmektedir. Yalnız, yüksek basıncın doğurduğu sonuçlar farklı olmaktadır.

Bazı çalışmalara göre homojenizasyon sırasında kazein ve yağ yuvarları arasında bir kompleks oluşmasının, misel halindeki kazeine bir aktivasyon kazandırdığı öne sürülmektedir. Ayrıca, homojenize edilmiş süttten maya yardımıyla sağlanan pıhtıda yağın tutulması, ko-yulaştırılmış sütlerden elde edilen ürünlerdekine benzer şekilde yükselmektedir. Bu sonuncu durumda, misel ve yuvar birleşmesinin,

K-kazein ile yuvar zarının bir bileşeni arasında olduğu söylenmektedir.

Ayrıca, yukarıda da değınildiği üzere, homojenizasyon yoluyla yağın emülsiyon durumunun korunması, sütün kaymak bağlama yeteneğini düşürmektedir. Ancak bu olay, homojenize sütlerde aglütininin faktörünün denatürasyonunda, gerçek neden olarak görülmektedir. Nitekim, homojenize edilmiş süte taze aglütininin katılması, kendiliğinden olan yeni yağ yuvarları gruplaşmasının hızlandığını ortaya koymuştur.

4 — Diğ er etkiler :

Bunların bir bölümünü açıklamakta henüz güçlük çekilmektedir. Örneğ in, yukarıda değınilen olaylardan dolayı sütte viskozite artmaktadır. Fakat, deneysel koşulların farklılığından olsa gerek, her araştırmacı tarafından aynı gözleme varılamamıştır. Çünkü, elde edilen sonuçlar büyük ölçüde uygulanan basınca bağlı bulunmaktadır.

Homojenizasyon etkisiyle sütün tadı da değışmektedir. Daha yumuşak ve daha yağlımsı bir tat algılanmaktadır.

Süt renginde bir donukluk (opacit ) gözlenmekte ve bunun partikül artışından ileri gelen bir ışık yansımaları olduğu öne sürülmektedir.

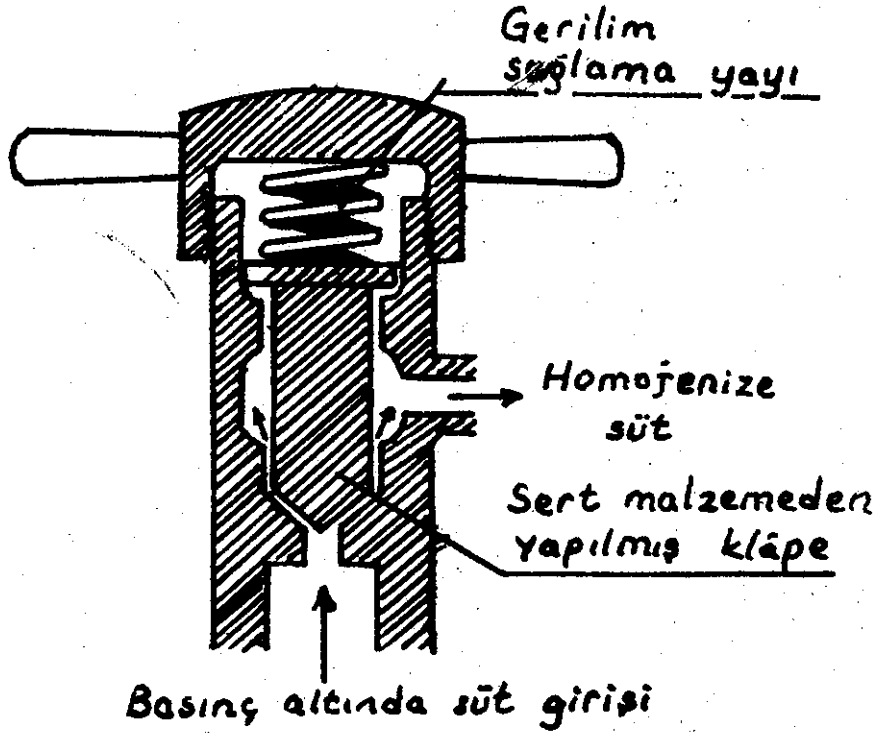
Homojenize sütlerde, lipoliz ve bakteri kontaminasyonuna elverişlilik, lipaz aktivasyonunun artması ve aglütininlerin azalmasından ileri gelmektedir. Gerçekten homojenize süt, homojenize edilmemiş oranla, daha düşük bir bir muhafaza niteliğine sahiptir. Ama, uygun bir pastörizasyonla, lipoliz olayı engellenebilmektedir.

Görüldüğü gibi özellikle yağ yuvarlarının yüzeysel yapılarında homojenizasyonla ortaya çıkan değışiklik, bazı faktörler karşısında normal süte oranla farklı sonuçlar doğurmaktadır. Örneğ in, homojenize edilmiş sütün, inhibitör niteliğinin gerilemesi, yüzeysel proteinlerin fotokimyasal olaylardan etkilenecek tat kusurlarına neden olması, enzimlerden daha fazla etkilenecek acılaşması gibi kusurların yanında, sindirim enzimlerine karşı duyarlı oluşu, organizma tarafından çok kolay alınmasını sağlamaktadır.

HOMOJENİZATÖRLER ve UYGULANAN BASINÇLAR

Homojenizatörlerin çalışma prensiplerini

göstermek amacıyla aşağıdaki 1 ve 2 numaralı şekiller hazırlanmıştır. Bunların birincisi ilk homojenizatörlere, ikincisi ise günümüzde en yaygın olarak kullanılanlara ait bulunmaktadır.

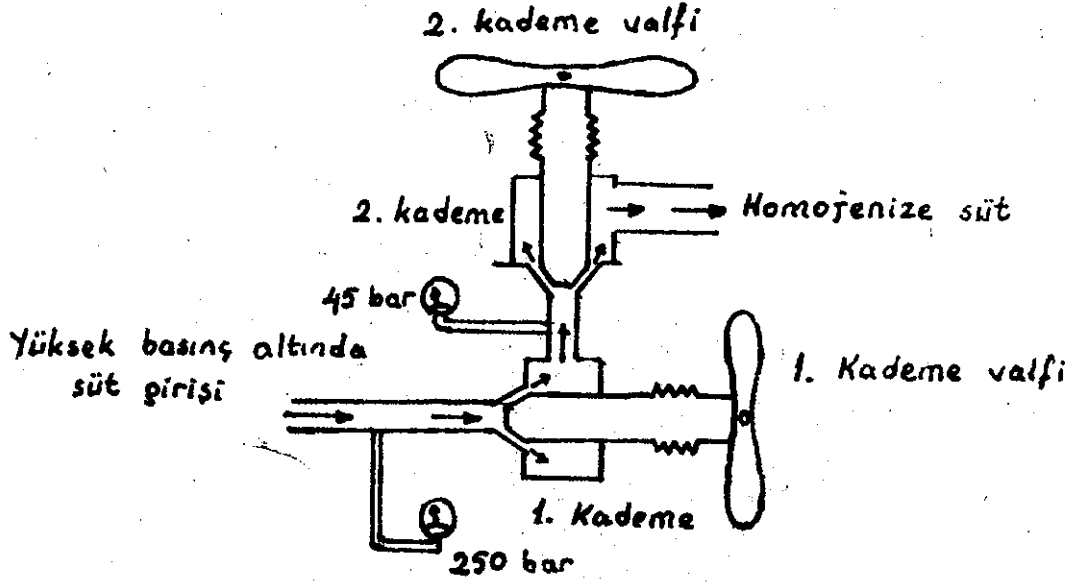


Şekil 1. Homojenizatörün çalışma prensibi.

Şekillerin ilki, görüldüğü üzere, çok yüksek basınç altında ($150 - 350 \text{ kg/cm}^2$) gönderilen süte karşı, genellikle sert bir maddeden (örneğin, tungsten karbon alaşımından) yapılan ve kendi yuvası içinde bir yay yardımıyla sıkılıp gevşetilebilen konik bir klape içermektedir. Kapandığı zaman yuvasıyla her yandan çalışan klape sıkıldığında, basınç altındaki süt daralan aradan geçecek ve homojenize süütün çıkış borusunun önündeki geniş alana gelecektir. Klapeden geçiş ve geniş alana geliş sırasında yağ yuvarları parçalanmakta ve sütte bir incelme meydana gelmektedir. Özellikle klapeden geçişten sonra süt üzerinden basınçın

aniden kalkışı (1 kg/cm^2 dolayına düşmesi) yağ yuvarlarının parçalanmasını hızlandırmaktadır.

Homojenizasyonun genel prensibi bu olmakla birlikte, günümüzde, çoğunlukla iki kademelili homojenizatörlerden yararlanılmaktadır (Şekil 2). Burada süt birinci kısımda yüksek (250 kg/cm^2 dolayında, ikincide ise daha düşük ($40 - 50 \text{ kg/cm}^2$) basınçlarda geçirilerek homojenize edilmektedir. Böyle bir homojenizasyonla, birinci aşamada parçalanan yağ yuvarlarının, yeniden toplanmaları, ikinci kademe basıncı ile önlenmektedir.



Şekil 2. İki kademeli homojenizatörün çalışma prensibi.

Klape sistemiyle çalışan homojenizatörlerde, sütün debisini 5000 l/saat'a çıkaracak, 40-45 B.G. ünde bir güce gereksinim bulunmaktadır. Homojenizasyon sırasında, alete gelen sıvının sıcaklığı sürtünmeden dolayı 5°-8°C kadar artmaktadır.

Homojenizatörlerde uygulanan basınçlar için günümüzde, paskal, atmosfer vb. gibi değişik birimler kullanılmaktadır. Her ne kadar paskal (Pa), uluslararası basınç birimi olarak benimsenmişse de, ülkeler yine kendi birimlerine bağlılıklarını sürdürmektedirler. Hem ül. kemize değişik kaynaklardan getirilen homojenizatörlerden yararlanmayı, hem de bu alandaki yayınları izlemeyi kolaylaştırmak amacıyla aşağıdaki çizelgede (Çizelge 1) en çok kullanılan basınç birimlerinin birbirlerine göre karşılıkları verilmektedir.

Çizelge 1. Farklı birimlerde belirtilen homojenizasyon basıncı değerlerinin karşılıkları.

P.S.I. ¹⁾ (lbs/in ²)	Paskal (Pa) (k N/m ²)	Atmosfer	Kg/cm ²
800	5516	54	56
1000	6895	68	70
1500	10348	102	105
2000	13789	136	140
2500	17237	170	175
2940	20026	200	206

1) P.S.I. = Pound per square inch.

(Bazı kaynaklarda kullanılan (bar) birimi 1.02 kg/cm²'ye karşılıktır.)

HOMOJENİZASYONUN PEYNİRDE SAĞLADIĞI DEĞİŞİMLER

Homojenizasyonun peynire işlenecek süte uygulanması, günümüzde oldukça yaygınlık kazanmıştır.

Homojenizasyonla peynir kütlesinin daha yumuşak, yağlımsı ve dayanıklı bir yapı alması sağlanmaktadır. Olgunlaşma sırasında, lipolizin oluşması istenen Roquefort, Blue cheese vb. içi küflü peynirlerde tipik aromanın oluşmasına yardımcı olmaktadır. Ayrıca, inek sütü kullanıldığında, keçi ya da koyun sütünden yapılan peynirlerinkine yakın derecede bir beyazlık elde edilmektedir.

Bunların yanı sıra, homojenizasyon işlemi peynirin su tutma yeteneğini artırmakta, özellikle yağ yuvarları zarında kazeinin tutulmasından ötürü peyniraltı suyuna yağ geçişini azaltmakta ve hem yağ tutulmasından, hem de sözü edilen zara bağlanan proteinlerden dolayı randımanı yükseltmektedir. Hatta, bazı kaynaklarda homojenizasyonun sert peynirlerin perakende satışları sırasında görülen yağ sızıntılarını önleğinden de söz edilmektedir.

Peynir sütünün homojenize edilmesine ilişkin çalışmalar 1942 yıllarına dek uzanmaktadır. Bu konuda her ülkede çok sayıda araştırma

yapılmaktadır. Bizde ise, homojenizasyonun peynir sütüne uygulanması yönünde, araştırmalara henüz yeni başlanmaktadır.

Önceden yapılmış araştırmalara göre, homojenizasyon basıncının 150 - 200 kg/cm²'ye kadar ulaşması sonucunda pıhtı tansiyonunda (geriliminde) çok belli bir düşme görülmektedir. 200 kg/cm²'den sonra bu düşüş yavaşlamakta ve 400 kg/cm²'de yeni bir yükselme ile karşılaşılmaktadır.

Bu değişimlerden birincisinin, yani pıhtı tansiyonundaki düşmenin, yağ yuvarlarının parçalanması ve yüzeylerinde misellerin tutunmasıyla oluşan yeni birimlerden kaynaklandığı öne sürülmektedir. 400 kg/cm²'den sonraki değişim ise misellerin parçalanmasına bağlanmaktadır. Belirlenen bu gözlemlerin ışığı altında, peynire işlenecek süttten kremanın ayrılması ve 50 - 150 kg/cm² arasında homojenizasyona tabi tutularak yeniden yavan süte katılması biçiminin de bir uygulama önerilmektedir.

Peynir sütüne uygulanan homojenizasyonla ilgili çalışmaların incelenmesinden, seçilen basınçların genellikle 50 - 175 kg/cm² arasında yer aldığı ve çoğunluğunun 70 - 100 kg/cm² bulunduğu gözlenmektedir. İki kademeli homojenizatörlerden yararlanıldığında ise, ikinci basıncın 35 - 55 kg/m² arasında olabileceği anlaşılmaktadır.

SONUÇ

Şimdiye kadar anlatılanlardan anlaşıldığı üzere, peynire işlenecek sütün homojenize edilmesi, peynir çeşidine göre farklı olmakla birlikte, bir takım yararlar sağlanmaktadır. Ülke-

mizde bu yöndeki uygulamalar az olmakla birlikte, özellikle inek sütünden yapılan Beyaz peynirlerin üretimlerinde homojenizasyon işleminden yararlanılabilir. Çünkü, homojenizasyonun peynirde renk açıklığına (beyazlığa) neden olmasıyla, koyun sütü peynirlerinin rengine alışkın tüketicilere ait talebin karşılanmasına yardımcı olunmaktadır.

Araştırma ve uygulamaların yetersizliğinden dolayı, diğer peynirlerimizden kaşar, tulum, dil vb. için bir öneride bulunulamamaktadır. Ancak, birimimiz işletmesinde inek sütünün homojenize edilmesiyle yapılan Beyaz peynir üzerinde gerçekleştirilen bir araştırmaya göre şu farklı sonuçlarla karşılaşılmıştır :

— Koyun sütü peynirlerinkine yakın derecede beyazlık elde edilmiştir.

— Peynirin su tutma kapasitesi arttığından kalıp hacmi büyümüştür.

— Daha iyi olgunlaşma sağlanmıştır.

— Süt kurumadde ve yağın beyaz peynir telemesinde tutulma oranı yükselmiştir.

— Birim süttten elde edilen teleme miktarı artmıştır.

— Peyniraltı suyun geçen kurumadde ve yağ miktarı azalmıştır.

— Toplam azotlu maddeler içinde, suda çözünen azotlu maddelerin payı artmış ve buna bağlı olarak yüksek «olgunlaşma katsayısı» sağlanmıştır.

— Olgunlaşma sırasında oluşan uçucu yağ asitleri miktarında artış saptanmıştır.

KAYNAKLAR

ALAIS, Ch. 1984. Science du lait. 4^e édition. Edition SEPAIC. Paris 814 S.

GÖNÇ, S. 1982. Süt teknolojisinde homojenizasyon. Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayınları No: 457. İzmir. 65 S.

LENOIR, J. et SCHNEID, N. 1984. L'aptitude du lait à la coagulation par la présure. Le fromage. Diffusion Lavoisier. Paris. S: 139 - 149.

SCOTT, R. 1981. Cheesemaking practice. Applied Science Publishers Ltd. London. 475 S.

URAZ, T. ve AKMANOĞLU, J. 1986. Homojenize edilmiş ve edilmemiş inek sütlerinden işlenen Beyaz peynirlerin bazı nitelikleri üzerinde araştırmalar. (Yüksek Lisans tezidir. Basılmamıştır).

VEISSEYRE, R. 1975. Technologie du lait. 3^e édition. La Maison Rustique. Paris. 714 S.