

## Farklı Basınlarda Uygulanan Homojenizasyon İşleminin Set Yoğurtların Bazı Nitelikleri Üzerine Etkisi

### I. PIHTI STABİLİTESİNE ETKİSİ

Doç. Dr. Metin ATAMER, Arş. Gör. Zeliha YILDIRIM, Arş. Gör. Metin YILDIRIM  
A.Ü. Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü — ANKARA

#### ÖZET

Bu araştırmada, farklı homojenizasyon basınçlarının set yoğurdun pıhtı stabilitesi üzerine etkisi incelenmiştir. Bu amaçlar, 0 (homojenize edilmemiş), 50, 100, 150, 200, 250 ve 300 kg/cm<sup>2</sup> basınçlarda homojenize edilen sütlerden üretilen yoğurt örneklerinde konsistens ve viskozite ölçümleri yapılmıştır.

Analizler sonucunda homojenizasyon basıncının artmasıyla örneklerin konsistens ve viskozitesinin arttığını saptanmıştır. Homojenizasyon basıncı ile konsistens ve viskozite arasındaki korrelasyon katsayıları sırası ile  $-0,983$ ,  $+0,987$  olarak belirlenmiştir. Anılan özellikler arasındaki regresyon katsayıları ise  $-0,216$ ,  $+2,36$  bulunmuştur.

#### ABSTRACT

In this study, the effect of different homogenization pressures on coagulum stability of set yoghurt was investigated. For this purpose, milk samples were homogenized under the pressures of 0 (unhomogenized), 50, 100, 150, 200, 250 and 300 kg/cm<sup>2</sup> and they were used for yoghurt manufactured and then, consistency, viscosity were determined in these samples.

From the result of analysis, it was found that consistency and viscosity increased with increasing homogenization pressure. Correlation coefficients between consistency, viscosity and homogenization pressure were found  $-0.983$  and  $+0.987$  respectively. Regression coefficients between above mentioned properties were also determined  $-0.216$ ,  $+2.36$  respectively.

#### GİRİŞ

Yoğurdun kalite kriterlerini oluşturan unsurlardan en önemlisi pıhtı stabilitesi yani konsistens, viskozite ve serum ayrılmasıdır. Ülkemizde genellikle set tipi yoğurtlar tüketil-

diğinden pıhtı stabilitesi halkımızın yönelmesinde çok önemli bir faktördür.

Yoğurt pıhtısının stabilitesi üzerine sütün kurumadde, özellikle protein içeriği, ısıtma işlemi, homojenizasyon, inkübasyon sıcaklığı ve süresi, soğutma vb. faktörler etkilidir (RASIC ve KURMANN 1978, TAMIME ve DEETH 1980).

Yoğurt üretiminde optimum pıhtı stabilitesini sağlamak amacıyla, teknolojik işlemlerden homojenizasyon uygulamasına da özen gösterilmektedir. Ancak, ülkemizde birkaç büyük işletme dışında bu uygulamaya yer verilmemektedir.

Homojenizasyon, yüzeyde bir krema tabakasının oluşmasını önlemek için süt yağ globüllerinin çok küçük boyutlara parçalanmasına dayanan sıcaklık ve basıncın birlikte uygulandığı bir işlemdir.

Homojenizasyon işlemi yoğurdun konsistens ve viskozitesini iyileştirmekte, serum ayrılmasını ise azaltmaktadır. Bu işlem sırasında yağ globülleri çok küçük birimlere parçalanarak yüzey alanları arttığı gibi yağ globül membranının kimyasal ve fiziksel özellikleri de değişmektedir (MULDER ve WALSTA 1974, WALSTRA ve JENNES 1984). Böylece yüzey aktif maddeler yani kazeinler, submiseller ve serum proteinleri homojenize yağ globüllerine adsorbe olarak yeni membranı oluşturmaktadırlar. Sonuçta süspansiyon halindeki maddenin toplam hacmi arttığından yoğurdun viskozitesi iyileşmektedir. Ayrıca homojenizasyon işleminin etkisiyle kazeinler de alt birimleri olan submisellere parçalanmaktadır (EGGMANN 1969, BAUSTION ve BURK 1971, DARLING ve FUTCHER 1978). Hidrofilik yetenekleri yanında lipofilik karakteristıklere de sahip olan submiseller, yağ ve süt serumunu birbirine bağlayan köprüler gibi görev yaptıklarından protein kompleksi daha stabil olmakta ve sonuçta pıhtı sıklığı artmakta, serum ayrılması ise

azalmaktadır. Kazein misellerinin submisellere parçalanması sırasında hidrojen bağlarında meydana gelen değişimler de konsistensin iyileşmesine neden olmaktadır (GRIGOROV 1966). Ayrıca homojenizasyon işleminin etkisiyle yağ globül membranının bileşiminde bulunan protein ve fosfolipitler yağsız süt fazına transfer olduğundan pıhtının su tutma kapasitesi diğer bir deyişle stabilitesi olumlu yönde etkilenmektedir.

Optimum stabilitede yoğurt üretimi için araştırmacılar tarafından önerilen homojenizasyon basınçları arasında farklılıklar bulunmaktadır. Kimi araştırmalar 70 - 80 kg/cm<sup>2</sup> (ANATSKAYA ve LOMUNOV), kimileri 150 kg/cm<sup>2</sup> (BERTELSEN 1956), kimileri 175 kg/cm<sup>2</sup> (STORGARDS ve AULE 1952), kimileri de 200 kg/cm<sup>2</sup> (STORK 1964, DOLEZALEK ve ark. 1974, HRABOVA ve HYLMAR 1974, TAMIME ve ROBINSON 1983) basıncın yeterli olabileceğini bildirmektedirler. SAMUELSON ve CHRISTAINSEN (1978) ise yoğurt üretiminde yağsız süt kullanıldığında homojenizasyon basıncının 200 - 300 kg/cm<sup>2</sup> arasında olması gerektiğini belirtmektedirler. Görüldüğü gibi önerilerin homojenizasyon basınçları arasında önemli farklılıklar gözlenmektedir. Bundan dolayı, araştırmamızda, homojenizasyon basınçlarının pıhtı stabilitesi üzerine etkisini ortaya koyabilmek amacıyla 0 (kontrol, homojenize edilmemiş), 50, 100, 150, 200, 250 ve 300 kg/cm<sup>2</sup> basınçlarda homojenize edilen sütlerden üretilen yoğurtların pıhtı stabiliteeleri incelenmiştir.

#### MATERYAL ve METOD

Araştırmada, A. Ü. Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Hayvancılık İşletmesinden sağlanan inek sütleri kullanılmıştır. % 2 oranında yağsız süt tozu ilave edilerek kurumaddeyi standardize edilen sütlerden kontrol örneği için gerekli miktarda alındıktan sonra geriye kalan sütler 60°C'ye ısıtılmış ve altı gruba bölünmüştür. Bu süt örnekleri 50, 100, 150, 200, 250 ve 300 kg/cm<sup>2</sup> basınçlarda tam homojenize edilmişlerdir. Sonraki aşamada 85°C'de 20 dakika ısı uygulaması yapılan sütler 45°C'ye soğutulmuştur. % 2 oranında kültür (Redi-Set)

katıldıktan sonra örnekler 43°C'de inkübasyona bırakılmış ve inkübasyon işlemine 4,7 pH'da son verilmiştir. Yoğurt örnekleri + 4 ile + 5°C sıcaklıkta 24 saat bekletildikten sonra gerekli analizler yapılmıştır. Deneme iki tekerrürlü olarak düzenlenmiştir.

— Sütte titrasyon asitliği ve yağ T.S.E. (1981)'ye göre, toplam kurumadde ise Ackermann cetveliyle belirlenmiştir.

— Yoğurt örneklerinde titrasyon asitliği, yağ ve toplam kurumadde T.S.E. (1989)'ye, istatistiksel değerlendirmeler de DÜZGÜNEŞ ve ark. (1987)'na göre gerçekleştirilmiştir.

— Konsistens ölçümlerinde PNR-6 penetrometresi kullanılmıştır. Sonuçlar 75 gram ağırlığındaki 45°'lik konik başlığın 10 saniyedeki batma derinliği x 1/10 mm olarak verilmiştir (örnek sıcaklığı + 3°C).

— Viskozite ölçümleri, HAAKE-Viscometres VT 181/VT 24 ile yapılmıştır (örnek sıcaklığı + 3°C).

— Homojenizasyon işlemi de, pilot UHT düzenininin (D tipi,  $\alpha$ -laval) homojenizatöründe tek kademeli olarak gerçekleştirilmiştir.

#### TARTIŞMA ve SONUÇ

Hammadde olarak kullanılan sütün bazı özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Farklı basınçlarda, yani 0 (kontrol, homojenize edilmemiş), 50, 100, 150, 200, 250 ve 300 kg/cm<sup>2</sup>'de homojenize edilmiş sütlerden üretilen yoğurtların 1. güne ait yağ, toplam kurumadde, titrasyon asitliği Çizelge 2'de, konsistens ve viskozite değerleri de Çizelge 3 ve Şekil 1'de sunulmuştur.

**Çizelge 1. Hammadde Olarak Kullanılan Sütün Bazı Özellikleri**

NİTELİKLER	ORTALAMA DEĞERLER
Yağ (%)	3,10
Toplam Kurumadde (%)	11,60
Titrasyon Asitliği (°SH)	8,45

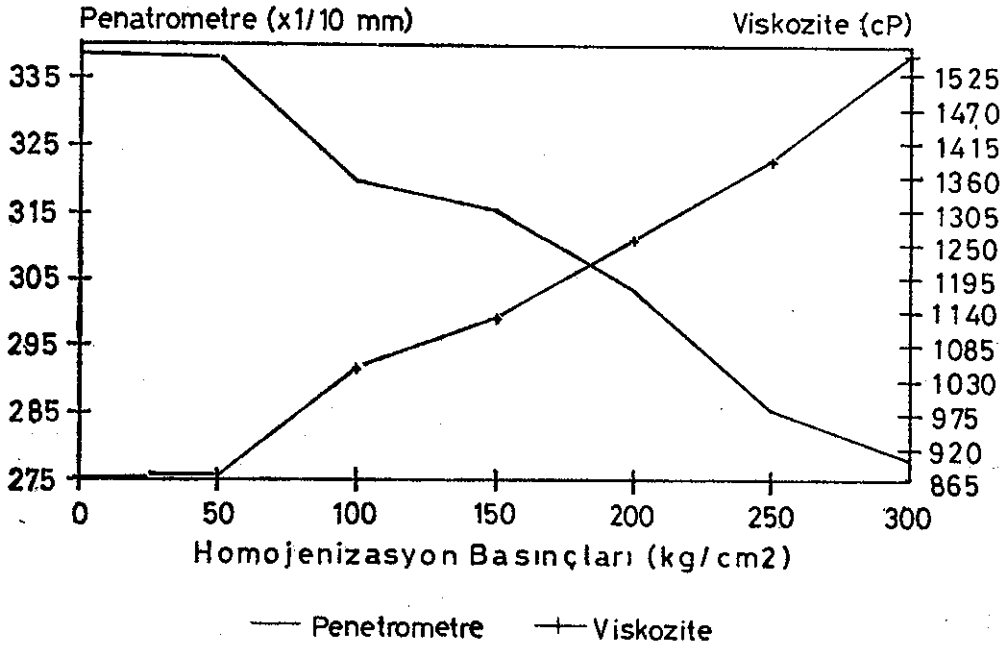
**Çizelge 2. Yoğurt Örneklerinin Yağ, Toplam Kurumadde ve Titrasyon Asitlikleri**

NİTELİKLER	DEPOLAMANIN	
	1. GÜNÜ	
Yağ (%)	3,10	
Toplam Kurumadde (%)	13,60	
Titrasyon Asitliği (°SH)	52,42	

**Çizelge 3. Yoğurt Örneklerinin Penetrometre ve Viskozite Değerleri**

DENEME ÖRNEKLERİ	PENETROMETRE (x 1/10 mm)	VISKOZİTE (cP)
0 (Kontrol)	338,6	868,7
50 kg/cm <sup>2</sup>	338,3	870,0
100 kg/cm <sup>2</sup>	319,5	1.050,0
150 kg/cm <sup>2</sup>	315,7	1.130,0
200 kg/cm <sup>2</sup>	303,5	1.258,3
250 kg/cm <sup>2</sup>	285,7	1.385,7
300 kg/cm <sup>2</sup>	278,3	1.556,7

Çizelge 3 ve Şekil 1'in incelenmesi halinde anlaşılacağı üzere homojenizasyon basıncının artmasıyla örneklerde batma derinliğinin azaldığı, yani konsistensin iyileştiği belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda da homojenizasyon basıncı ile konsistens arasındaki korrelasyon  $r = -0,984$  bulunmuştur. Korrelasyon katsayısının negatif bulunması konsistensin ölçüm özelliğinden kaynaklanmaktadır. Yapılan konsistens ölçümlerinde, pH-tı direnci arttıkça batma derinliği azalmaktadır. Sonuç bulgularına göre, homojenizasyon basıncındaki artış yoğurt örneklerinin konsistensini olumlu yönde etkilediği ve bu özelliğin 100 kg/cm<sup>2</sup> basınçtan sonra daha belirgin olduğu gözlenmiştir. Kontrol ile 50 kg/cm<sup>2</sup> basınçta homojenize edilen örneklerin konsistens değerleri arasında bir farklılığın olmadığı bulunmuştur. Homojenizasyon basıncı ile konsistens arasındaki regresyon katsayısı da  $byx = -0,216$  olarak saptanmıştır. Yani, homojenizasyon basıncının kendi ölçü biriminden bir birim artmasıyla, konsistens değerlerinde (kendi ölçüm birimleriyle)  $-0,216$  azalma meydana gelmektedir. Örneğin, süt 100 kg/cm<sup>2</sup> basınçta homojenize edildiğinde yoğurdun konsistens değeri



**ŞEKİL 1. YOĞURT ÖRNEKLERİNİN PENETROMETRE VE VISKOZİTE DEĞERLERİ ÜZERİNE FARKLI HOMEJENİZASYON BASINÇLARININ ETKİSİ**

(batma derinliği) kontrole göre — 21,6 birim azalmaktadır.

Deneme yoğurtlarının viskozitelerinin de, konsistenste olduğu gibi, homojenizasyon basıncının 50 kg/cm<sup>2</sup>'den 300 kg/cm<sup>2</sup>'ye yükselmesiyle arttığı ve bu artışın 100 kg/cm<sup>2</sup> basınçtan sonra belirginleştiği saptanmıştır. Bu sonuçlara paralel olarak homojenizasyon basıncı ile viskozite arasındaki korrelasyon katsayısı  $r = + 0,987$  bulunmuştur. Regresyon katsayısı ise  $byx = + 2,36$  olarak belirlenmiştir. Homojenizasyon basıncı bir birim (kendi ölçü birimi) arttığında viskozite değeri 2,36 birim artmaktadır. Konsistens ile viskozite arasındaki korrelasyon katsayısı  $r = + 0,993$  bulunmuştur.

Gerek konsistens gerekse viskozite açısından kontrol ile 50 kg/cm<sup>2</sup> basınçta homojenize edilen örnekler arasında önemli bir farklılık belirlenmemiştir. Bunun da söz konusu basınçta yağ globül ve yağ globül membranının yeterince parçalanmadığından adsorbe olan protein miktarının az olmasından ileri geldiği sanılmaktadır. Buna ilaveten, yoğurt üretiminde homojenizasyon işleminin 100-200 kg/cm<sup>2</sup> basınçta uygulanması ve üzerine çıkılmaması gerektiği birçok araştırmacı tarafından belirtilmesine karşın (RASIC ve KURMANN 1978, TANIME ve ROBINSON 1983), araştırmamızda incelenen sınırlar (50-300 kg/cm<sup>2</sup>) içinde homojenizasyon basıncının artmasıyla yoğurtların konsistens ve viskozitelerinin iyileştiği saptanmıştır.

#### KAYNAKLAR

- ANATSKAYA, A. ve LOMUNOV, A., 1958. Milk homogenization in the manufacture of yoghurt and full-fat Quarg. Dairy Science Abstract, 20 (6): 1284, 482 s.
- BAUSTION, H. ve BURK, J., 1971. Deutsche Molkerei - Ztg., 92, 587 s. («Alınmıştır»)
- RASIC, J.L. ve KURMANN, J.A., 1978. Yoghurt, Vol. I, Technical Dairy Publishing House, Copenhagen, 466.)
- BERTELSEN, E., 1956. Whey separation in Filmjolk (Ropy Sour Milk). Dairy Science Abstract, 13 (10): 1350, 825 s.
- DARLING, D.F. ve BUTCHER, O.W., 1978. Milk fat globule membran in homogenized cream. Journal of Dairy Research, 45: 197 - 208 s.
- DÜZGÜNEŞ, O., KESİCİ, T. ve GÜRBÜZ, F., 1987. İstatistik metotları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 681, Ankara.
- DOLEZALEK, J., HYLMA, B. ve TESARKOVA, H., 1974. The effect of some technological factors on rheological properties of soured milk products. Dairy Science Abstract, 36 (3): 1249, 131 - 132 s.
- EGGMANN, V.H., 1969. Elektronenmikroskopische untersuchungen on milch und milchproducten 2. Anwendung der gefrieratzttechnik. Milchwissenschaft, 24 (8): 479 - 482 s.
- GRIGOROV, H., 1966. In XVII International Dairy Congr., E/F, 649 s. («Alınmıştır»)
- RASIC, J.L. ve KURMANN, J.A., 1978. Yoghurt, Vol. I, Technical Dairy Publishing House, Copenhagen, 466.)
- HRABOVA, H. ve HYLMAR, G., 1974. Effect of technological factors on quality and reological characteristic of yoghurt. Dairy Science Abstract, 38 (9): 3880, 449 s.
- MULDER, H. ve WALSTRA, P., 1974. The milk fat globule. England, Centre for Agricultural Publishing and Documentation, the Netherlands, 296.
- RASIC, J. ve KURMANN, J.A., 1978. Yoghurt. Vol. I, Technical Dairy Publishing House, Copenhagen, 466.
- SAMUELSON, E.G. ve CHRISTIANSEN, P., 1978. Stability and viscosity of fermented milk products. In XX International Dairy Congr., Publishing by Conrailait, France, 838 s.
- STORGARDS, T. ve AULE, O., 1952. The influence of the treatment of milk on the quality of (yoghurt and other) cultured milk. Dairy Science Abstract, 14 (7): 3200, 507 s.
- STORCK, W., 1964. Yoghurt manufacture from homogenized milk heated at 135°C. Dairy Science Abstract, 26 (11): 31 s.
- TAMIME, A.Y. ve DEETH, H.C., 1980. Yoghurt. Technology and Biochemistry. Journal of Food Protection, 43: 939 - 976 s.
- TAMIME, A.Y. ve ROBINSON, R.K., 1983. Yoghurt science and technology. Pergamen Press, Oxford, XIII + 431.
- T.S.E. (TÜRK STANDARTLARI ENSTITÜSÜ), 1981. Çiğ Süt Standardı. T.S. 1018, Ankara.
- T.S.E. (TÜRK STANDARTLARI ENSTITÜSÜ), 1989. Yoğurt Standardı. T.S. 1030, Ankara.
- WALSTRA, P. ve JENNESS, R., 1984. Dairy chemistry and physics. Printed in the United States of America, U.S.A., XV + 467.