

# ULTRASONİK HOMOJENİZASYON İŞLEMİNİN YOĞURDUN SU TUTMA KAPASİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Mustafa Şengül\*, Mehmet Başlar, Tuba Erkaya, M. Fatih Ertugay

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Erzurum

Geliş tarihi / Received: 17.02.2008

Düzeltilerek geliş tarihi / Received in revised form: 03.05.2008

Kabul tarihi / Accepted: 28.05.2008

## Özet

Çalışmada, ısılmayan muhafaza tekniklerinden biri olan ultrason ve klasik homojenizatör kullanılarak homojenize edilen sütlerden elde edilen yoğurtların su tutma kapasiteleri incelenmiştir. Ultrasonik homojenizasyonda, 20, 50 ve %70 olmak üzere 3 farklı güç seviyesi, 3 ve 6 dakika olmak üzere 2 farklı işlem zamanı kullanılmıştır. Klasik homojenizasyonla karşılaştırıldığında, ultrasonik homojenizasyonun yoğurdun su tutma kapasitesi üzerine daha etkili olduğu belirlenmiştir. İşlem zamanı ve güç seviyesi arttıkça su tutma kapasitesi de artmıştır. En yüksek su tutma kapasitesi (%66.18), 6 dakikalık işlem zamanı ve %70 güç seviyesinde elde edilmiştir. Ayrıca, fermantasyon boyunca örneklerin pH değerleri 30'ar dakikalık periyotlarla izlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Ultrasonik homojenizasyon, yoğurt, su tutma kapasitesi

## THE EFFECT OF ULTRASONIC HOMOGENIZATION ON WATER HOLDING CAPACITY OF YOGURT

### Abstract

In this study, water holding capacities of yogurt produced from milk that is homogenized by ultrasonic treatment which is one of non-thermal preservation techniques and conventional homogenizer, were investigated. In ultrasonic treatment, 3 different amplitudes (20, 50 and 70%) and two different exposure times (3 and 6 min) were used. It was found that ultrasonic homogenization had more effect compared to conventional homogenization. As the exposure times and amplitude levels increased, the water holding capacity increased as well. The highest water holding capacity (66.18%) was obtained at 70% amplitude level for 6 minutes. Besides, pH values of samples were observed at 30 minutes intervals during the fermentation.

**Keywords:** Ultrasonic homogenization, yogurt, water holding capacity.

## GİRİŞ

Gıdaların muhafaza süresinin artırılmasında temel amaç, enzimatik ve mikrobiyolojik aktiviteyi önlemek veya sınırlamaktır. Bu amaçla, ısımler hem hastalık yapıcı hem de bozucu mikroorganizmaları ve enzimleri etkili bir şekilde inaktive ettikleri için yaygın olarak kullanılan muhafaza işlemlerinin başında gelmektedir. Ancak, ısımlerde kullanılan yüksek sıcaklık, gıdaların renk, besin değeri, lezzet ve duyu özelliklerini olumsuz yönde etkilemektedir. Bundan dolayı son zamanlarda tüketicilerin daha taze ve daha doğal gıda ürünleri isteklerini karşılamak için gıda muhafaza uygulamalarında ultrason, elektriksel alan, ohmik ısıtma,

lerinin başında gelmektedir. Ancak, ısımlerde kullanılan yüksek sıcaklık, gıdaların renk, besin değeri, lezzet ve duyu özelliklerini olumsuz yönde etkilemektedir. Bundan dolayı son zamanlarda tüketicilerin daha taze ve daha doğal gıda ürünleri isteklerini karşılamak için gıda muhafaza uygulamalarında ultrason, elektriksel alan, ohmik ısıtma,

\* Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author ;

✉ fertugay@atauni.edu.tr, ☎ (+90) 442 231 2484, 📠 (+90) 442 236 0958

ışınlama ve yüksek basınç teknolojisi gibi ısı olmayan alternatif gıda muhafaza tekniklerine olan ilgi gittikçe artmaktadır (1-3).

Mikroorganizma veya enzim inaktivasyonu için ısı olmayan alternatif teknolojilerin kullanımı yeni değildir. Fakat son zamanlarda tüketicilerin daha doğal ve daha taze gıda ürünleri isteklerini karşılamak için bu alandaki gelişmeler önemli düzeylere ulaşmıştır. Isıl olmayan alternatif teknolojilerden biri de ultrasondur. Ultrason katı, sıvı ve gazlardan geçebilen, frekansı 20 kHz'den daha fazla olan ve insan kulağı tarafından algılanamayan ses dalgaları olarak tanımlanır. Diğer bir ifadeyle, saniyede 20000 veya daha fazla ses dalgası tarafından enerji üretilmesi işlemidir (4). Yüksek enerjili ses dalgaları bir sıvı içinden geçtikleri zaman baloncuk veya kavitasyon oluştururlar. Ultrason işlemi sırasında başlıca aktif etki, sıvı içinde hava kabarcıklarının oluşumu ile sonuçlanan mekanik etkidir (5). Bu işlem sırasında üründe çok az bir sıcaklık artışı meydana gelmekte ve bu nedenle sıcaklıktan kaynaklanan olumsuz etkiler önemli oranda azalmaktadır (6, 7).

Ultrason teknolojisi, mikroorganizma (8) ve enzim inaktivasyonu (9) ile birlikte ısı transferinin hızlandırılması, hücrelerin yıkımı, yüzeylerin temizlenmesi ve homojenizasyon (10) gibi çeşitli proseslerde kullanılmaktadır (11). Ancak, süt teknolojisinde de süt homojenizasyonu (12, 13), süt enzimlerinin (14) ve mikroorganizmaların inaktivasyonu (15) gibi çeşitli konularda uygulanmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, ultrason işlemi ve geleneksel homojenizasyonla homojenize edilen sütlerden elde edilen yoğurtların su tutma kapasitelerini karşılaştırarak, ultrason işleminin yoğurtların su tutma kapasitesi üzerine etkisi belirlemektir.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### Materyal

Yoğurt üretiminde kullanılan çiğ inek sütü (yağ %3.3, kurumadde %12.2, pH 6.48) ve Chr Hansen tarafından üretilen Direct Vat Set (DVS) termofilik yoğurt kültürü (*Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*) Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi İşletme Müdürlüğü'nden temin edilmiştir.

### Klasik Homojenizasyon

Geleneksel yöntemde, 200 bar ve 55 °C'de çalışan homojenizatör (Alfa-Laval Model SH 20) kullanılarak homojenizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir.

### Ultrasonik Homojenizasyon

Ultrasonla homojenizasyonda, 50 Hz'lik voltajı 20 kHz'lik yüksek frekansa dönüştüren bir ultrasonik jeneratör (Cole-Parmer Instrument Compony, USA) kullanılmıştır. Örnek hacmi 250 ml alınarak, prob yaklaşık olarak 3 cm derinliğe kadar daldırılmıştır. İşlem farklı ses dalgası seviyelerinde (20, 50 ve %70) 3 ve 6 dakika süreyle gerçekleştirilmiştir.

### Homojenizasyon Etkinliği

Ölçü silindiri içerisine 250 ml homojenize edilmiş süt konularak, buzdolabında 48 saat bekletilmiştir. Daha sonra silindirin üst tarafına 1/10 seviyesinin üst kısmından alınan örnekte (a) ve alttaki 9/10 seviyesinin de alt kısmından alınan örnekte (b) yağ tayini yapılmış ve aşağıdaki eşitlikten homojenizasyon etkinliği hesaplanmıştır (16):

$$H_E = \frac{(a-b)}{a} \times 100$$

### Yoğurt Üretimi

Yoğurtlar, Akın (18) tarafından belirtilen metoda göre set tipi olarak üretilmiştir. Çiğ inek sütü içerisindeki yabancı maddelerden temizlenmesi için separatör (Alfa-Laval 313 T)'den geçirildikten sonra 40-45 °C arasında ön ısıtma yapılmış ve homojenize edildikten sonra 90 °C'de 10 dakika süreyle ısı işleme tabi tutulmuştur. Isıl işlem gören süt 44±1 °C'ye soğutulduktan sonra % 2.5 oranında yoğurt kültürü (eşit oranda *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*) ile inoküle edilerek 250 ml'lik steril yoğurt kaselerine doldurulmuş ve daha sonra 44±1 °C sıcaklıkta yaklaşık pH 4.6'ya ulaşınca kadar ortalama 3-3.5 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyondan 12 saat sonra analizler gerçekleştirilmiştir (Şekil 1).

Çiğ süt ⇒ Klarifikasyon ⇒ Klasik (200 bar, 55 °C) ve ultrasonik homojenizasyon (20, 50 ve %70 güç seviyesi; 3 ve 6 dk.) ⇒ Isıl işlem (90 °C, 10 dakika) ⇒ Soğutma (43-45 °C) ⇒ Starter kültür ilavesi (%2.5) ⇒ İnkübasyon (43-45 °C, 3-3.5 saat, pH 4.2'ye ulaşınca kadar) ⇒ Soğutma (4 °C) ⇒ Depolama (4 °C, 12 saat)



Şekil 1. Su tutma kapasitesi üzerine homojenizasyon işleminin etkisi

### pH Analizi

Örneklerin pH'ları tampon çözeltilerle (pH 4.0 ve 7.0) standardize edilen ATI-ORION marka 420A model pH metre ile belirlenmiştir (19).

### Su Tutma Kapasitesi (STK)

Yoğurtların su tutma kapasitesi üretimden 12 saat sonra santrifüj metodu kullanılarak belirlenmiştir (20). 5 g yoğurt örneği tartılarak 4500 devir. /dakika ve 10 °C'de 30 dakika santrifüj (Heraeus Sepatech Suprafuge 22, soğutmalı) edilmiştir. Süpernatant uzaklaştırılmış ve pellet ağırlığı tartılmıştır. Daha sonra aşağıdaki eşitlik kullanılarak su tutma kapasitesi yüzde olarak hesaplanmıştır:

$$STK (\%) = \frac{\text{pellet ağırlığı (g)}}{\text{başlangıç ağırlığı (g)}} \times 100$$

## SONUÇ VE TARTIŞMA

Yoğurt üretiminde kullanılan sütlerin homojenizasyonundan sonra homojenizasyon etkinlik ( $H_E$ ) testleri yapılmıştır. İyi bir homojenizasyonda; homojenizasyon etkinlik değerinin 10'dan daha küçük bir değer olması gerekmektedir (16). Ultrasonda uygulanan güç seviyesinin artmasıyla birlikte homojenizasyon etkinliği de artmıştır (Çizelge 1). Ultrason işlemindeki en düşük güç seviyesi ve zaman kombinasyonu (%20-3 dak.) ile elde edilen  $H_E$  değeri (21.1) geleneksel homojenizasyonla elde edilen değerden (12.1) daha yüksek çıkmış, en iyi  $H_E$  değeri (2.6), %70 güç seviyesi ve 6 dakikalık işlem zamanında elde edilmiştir.

Çizelge 1. Sütün  $H_E$  değerleri

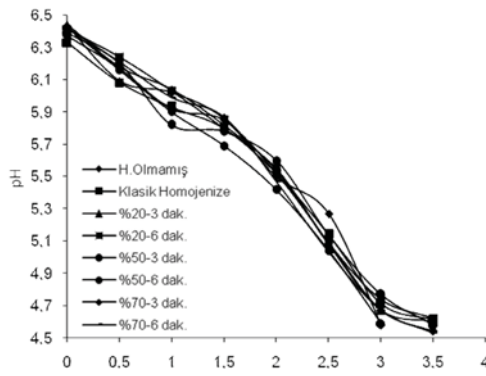
Homojenizasyon Seviyesi	$H_E$
Homojenize Olmamış	-
Klasik Homojenize	12.1
%20- 3 dak.	21.1
%20- 6 dak.	18.4
%50- 3 dak.	10.8
%50- 6 dak.	2.7
%70- 3 dak.	4.1
%70- 6 dak.	2.6

Geleneksel homojenizasyonla karşılaştırıldığında ultrason işleminin yoğurdun su tutma kapasitesini de artırdığı belirlenmiştir. Ultrason işleminin yoğurdun su tutma kapasitesini artırması, ultrason işlemine maruz bırakılan sütün geleneksel homojenizasyona oranla daha etkin homojenize olmasından kaynaklanmaktadır. Süt homojenizasyonu üzerine ultrason işleminin etkisi, yüksek enerjili ses dalgalarının sıvı ortam içerisinde ilerlerken oluşturdukları kavitasyondan kaynaklanmaktadır (10). Diğer bir ifadeyle, yüksek enerjili ses dalgaları süt içerisinde gaz kabarcıkları (kavitasyon) oluşturmakta ve oluşan bu gaz kabarcıklarının sayısına ve hızına bağlı olarak sıvı ortamda mikro mekanik şoklar meydana gelmektedir (21). Bu mikro mekanik şoklardan dolayı yağ partikülleri parçalanarak daha etkin bir homojenizasyon meydana gelmektedir. Diğer bir ifadeyle, ultrason işlemi yağ partikül çapının küçültülmesinde etkili bir teknik olarak göz önüne alınabilir (22).

Ultrasonda uygulanan güç seviyesinin artmasıyla birlikte su tutma kapasitesi de artmıştır (Şekil 1). Ultrason işlemi sonucunda yağ partiküllerinin çapı küçülerek toplam yağ membran yüzeyi artar. Artan membran yüzeyi de hidrofilik özellikte yeni bağlanmış pek çok kazeini içerdiğinden yüksek güç seviyelerinde su tutma kapasitesi artmaktadır (13).

Ultrason işlemindeki en düşük güç seviyesi ve zaman kombinasyonu (%20-3 dak.) ile elde edilen su tutma kapasitesi değeri (%50.49) bile geleneksel homojenizasyonla elde edilen değerden (%48.01) daha yüksek çıkmış, en yüksek su tutma kapasitesi değeri (%66.18), %70 güç seviyesi ve 6 dakikalık işlem zamanında elde edilmiştir. Sonuç olarak, ultrason işleminin yoğurtların su tutma kapasitesinin artırılmasında geleneksel homojenizasyonla karşılaştırıldığında etkili bir yöntem olarak kullanılacağı anlaşılmaktadır.

Yoğurtların fermantasyonu süresince pH değişimleri yarım saat aralıklarla ölçülmüş ve pH değeri yaklaşık 4.6'ya ulaştığında fermantasyon işlemine son verilmiştir. pH ölçümleri yoğurtların fermantasyonunun sonlandırılmasında kriter olarak kullanılmıştır. Tüm ultrason muamele grupları kontrol grubuna benzer bir pH değişimi göstermiştir. Örneklerin pH değerleri doğal olarak fermantasyon süresince azalma eğilimi göstermiştir (Şekil 2). Sonuçta yoğurt örneklerinde arzulanan pH'ya ulaşılmıştır.



Şekil 2. Fermantasyon süresince yoğurt örneklerinin pH değişimi

## KAYNAKLAR

1. Mertens B, Knorr D. 1992. Developments of non-thermal processes of food preservation. *Food Tech*, 46: 124-133.
2. Gould GW. 1995. *New method of food preservation*. Blackie Academic and Professional, 159-172.
3. Barbosa-Canovas GV, Palou E, Pothakamury, UR, Swanson BG. 1997. Application of light pulses in the sterilization of foods and packaging materials. *Nonthermal Preservation of Foods*, Marcel Dekker Inc. New York, pp. 139-161.
4. Villamiel M, Hamersveld EH van, Jong PDe. 1999. Effect of ultrasound processing on the quality of dairy products. *Milchwissenschaft*, 54 (2): 69-74.
5. Raviyan P, Zhang Z, Feng H. 2005. Ultrasonication for tomato pectinmethylesterase inactivation: effect of cavitation intensity and temperature on inactivation. *J Food Eng*, 70: 189-196.
6. Mason TJ, Lorimer JP. 1988. General principles. In *Sonochemistry: theory, applications and uses of ultrasound in chemistry*, (Eds. T. J. Mason & J. P. Lorimer). Ellis Horwood: Chichester, pp. 17-63.
7. Villamiel M, Verdurmen R, Jong PDE. 2000. Degasing of milk by high intensity ultrasound. *Milchwissenschaft*, 55(3): 123-126.

8. Manas P, Pagan R, Raso J. 2000. Predicting lethal effect of ultrasonic waves under pressure treatments on *Listeria monocytogenes* ATCC 15313 by power measurements. *J Food Sci*, 65(4): 663-667.

9. Gennaro Lde, Cavella S, Romano R, Masi P. 1999. The use of ultrasound in food technology I: Inactivation of peroxidase by thermosonication. *J Food Eng.*, 39: 401-407.

10. Ertugay MF, Şengül M, Şengül M. 2004. Effect of ultrasound on milk homogenization and particle size distribution of fat. *Turk J Vet Anim Sci*, 28: 303-308.

11. Floros JD, Liang H. 1994. Acoustically assisted diffusion through membranes and biomaterials. *Food Tech*, 48: 79-84.

12. Martinez FE, Desai FD, Davidson AGE, Nakai S, Radcliffe AJ. 1987. Ultrasonic homogenization of expressed human milk to prevent fat loss during tube feeding. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*, 6: 593-597.

13. Wu H, Hulbert GJ, Mount JR. 2001. Effects of ultrasound on milk homogenization and fermentation with yogurt starter. *Innov Food Sci Emerg Tech*, 1: 211-218.

14. Vercet A, Lopez P, Burgos J. 1997. Inactivation of heat-resistant lipase and protease from *Pseudomonas fluorescens* by manothermosonication. *J Dairy Sci*, 80: 29-36.

15. Wrigley DM, Llorca NG. Decrease of *Salmonella typhimurium* in skim milk and egg by heat and ultrasonic wave treatment. *J Food Prot*, 55: 678-680.

16. Metin M. 1998. *Süt Teknolojisi*. Ege Üniversitesi Basımevi. Mühendislik Fakültesi yayınları. No: 33, İzmir.

17. Akın N, 2006. *Modern Yoğurt Bilimi ve Teknolojisi*. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Konya, 456 s.

18. Hermansson AM, Lucisano M. 1982. Gel characteristics - Water binding properties of blood plasma gels and methodological aspects on the water binding of gel systems. *J Food Sci*, 47:1955-1959.

19. Kurt A, Çakmakçı S, Çağlar A. 1999. *Süt ve Mamulleri Muayene ve Analiz Metotları Rehberi* (Genişletilmiş 7. Baskı). Atatürk Üniversitesi Yayınları. Ziraat Fakültesi Yay. No:18. Ders Kitapları Serisi No: 252/d. *Erzurum*.

20. Tauscher B, Butz P. 2001. Emerging Technologies: Chemical aspects. Vitafoods International 2001. Symposium Proceedings. 10 p. Geneva, Switzerland.

21. Schmidt HW. 1995. Untersuchungen zur ultraschall-homogenisierung von milchproben. *Lebensmittelindustrie*. 32: 173-175.

22. Martinez FE, Desai FD, Davidson AGE, Nakai S, Radcliffe AJ. 1987. Ultrasonic homogenization of expressed human milk to prevent fat loss during tube feeding. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*, 6: 593-597.