

SÜTE FARKLI ISIL İŞLEM UYGULAMALARININ AYRAN KALİTESİNE ETKİSİ

Balkır Tamuçay Özünü, Celalettin Koçak*

Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümü, Ankara

Geliş tarihi / Received: 05.02.2010

Düzeltilerek geliş tarihi / Received in revised form: 22.04.2010

Kabul tarihi / Accepted: 16.05.2010

Özet

Bu çalışmada, ayrana işlenecek süte uygulanan üç farklı ısıl işlemin (75, 85 ve 95 °C'de 5'er dk.) ayranların fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal özellikleri üzerine olan etkileri depolamanın (4-5 °C) 1. 7. ve 14. günlerinde irdelenmiştir. Farklı ısıl işlem normlarının ayranların pH, titrasyon asitliği ve laktik asit değerleri ile yoğurt bakterilerinin sayısı ve örneklerin tat-aroma ve kıvam gibi duyuşsal nitelikleri üzerinde istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir. Ancak, örneklerin asetaldehit içerikleri ile serum ayrılması ve viskozite değerleri üzerine farklı ısıl işlem normlarının etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.05$). En yüksek viskozite ve en düşük serum ayrılması değerleri 95 °C'de 5 dakikalık ısıl işlem uygulanan süttten üretilen ayran örneklerinde elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Fermente süt ürünleri, ayran, içilebilir yoğurt, ısıl işlem, serum ayrılması

THE EFFECT OF DIFFERENT HEAT TREATMENTS OF MILK ON QUALITY OF AYRAN

Abstract

This research was conducted to determine the effects of different heat treatments of milk (at 75, 85 and 95 °C for 5 minutes) on the physical, chemical, microbiological and sensory properties of Ayran on the 1, 7 and 14th days of storage (at 4-5 °C). Different heat treatments had no significant effect ($P>0.05$) on pH, titratable acidity and lactic acid content, the number of yoghurt bacteria and sensory properties (body, texture and overall) of ayran samples. However, results showed that acetaldehyde, whey separation and viscosity of samples were affected significantly by different heat treatments ($P<0.05$). The highest viscosity and the least whey separation values were gained in ayran samples produced by milk heat treated at 95 °C for 5 minutes.

Keywords: Fermented milk products, Ayran, drinking yoghurt, heat treatment, whey separation

*Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

✉ kocak@agri.ankara.edu.tr ☎ (+90) 312 596 1351 📠 (+90) 312 318 2219

GİRİŞ

Ayran, yoğurdun sulandırılması veya sulandırılan sütün yoğurda işlenmesi sonucu elde edilen, su oranı yüksek yoğurda tuz ilave edildikten sonra homojen hale gelinceye kadar karıştırılmasıyla üretilen, yoğurdun tüm besleyici unsurlarını katılan su miktarına bağlı olarak değişik oranlarda ihtiva eden fermente bir süt ürünüdür (1, 2). Kolay sindirilebilmesi ve ferahlatıcı etkisi nedeniyle özellikle yaz aylarında tüketimi artan bu önemli süt ürününde çeşitli sebeplerden dolayı pıhtılı yapı, asidik tat ve serum ayrılması gibi kalite bozuklukları sıklıkla görülmektedir (2-4).

Yapılan araştırmalar piyasada tüketime sunulan ayranların endüstriyel açıdan standart bir yöntem ile üretilmediklerini, bileşim açısından da değişiklikler gösterdiklerini ortaya koymuştur (4-6). Ayrıca, bu çalışmaların çoğunda serum ayrılmasının ayranların kalite özelliklerini etkileyen en önemli sorun olduğu belirtilmiştir (7, 8). Bu sorunun çözümünde üzerinde durulan faktörlerden birisi de üretim aşamasında süte uygulanan ısı işlemidir (3, 9).

Isıl işlem ve asitlik gelişiminin etkisiyle proteinlerdeki kimyasal değişimler sonucunda ortaya çıkan spesifik interaksiyonlardan en önemlisi k-kazein ile β -laktoglobulin (β -LG) interaksiyonudur. Proteinler arasında meydana gelen bu interaksiyonlar sonucunda proteinlerin su tutma kapasitesinin arttığı bildirilmiştir (10, 11). Uygulanan ısı işlemin derecesine bağlı olarak son ürünün viskozite ve serum ayrılması gibi önemli fiziksel özellikleri etkilenmektedir. Bu nedenle ayran benzeri fermente süt ürünlerinin üretiminde ve anılan ürünlere özgü yapının kazandırılmasında ısı işlem önemli rol oynamaktadır (12, 13). Bazı araştırmacılar 95 °C'ye kadar denatürasyon oranının arttığını, sterilizasyon normlarında ise azaldığını tespit etmişlerdir (13, 14). Serum proteinleri üzerine ısı işlemin etkilerinin incelendiği bir çalışmada sıcaklığın 80 °C'ye çıkarılması ile serum proteinlerinin %90 oranında denatüre olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, ısı işlem uygulanmamış sütlerin düşük jelleşme kapasitesine sahip oldukları, 80 °C'de 30 dak. ısı işlem uygulanan sütlerde ise jelleşme zamanının kısaldığı tespit edilmiş ve asit jelinin oluşumunda serum proteinlerinin belirli oranda ısı ile denatürasyonunun önemi vurgulanmıştır (13). Kaytanlı (1993) (11), standardize ve homojenize edilmiş süte 80 °C ve 90 °C'de 10, 20 ve 30 dakikalık ısı işlem uygulamış ve bu sütlerden yoğurt üretmiştir.

Yoğurtların bazı fiziksel ve duyuşsal özelliklerini inceleyen araştırmacı, sütün 80 °C'de 20 dak. ısı işleme tabi tutulmasıyla üretilen yoğurtların viskozite ve su tutma kapasitelerinin arttığını, serum ayrılmasının ise azaldığını bildirmiştir.

Yabancı literatürlerde 'Drinking yoghurt' veya 'Liquid yoghurt' adı altında ayran benzeri fermente ürünlerin üretimine ilişkin çeşitli araştırmalara rastlanmaktadır. Söz konusu araştırmaların çoğunda bu ürünlerin şeker, aroma ve renk maddeleri veya meyve şurupları eklenerek çeşitlendirildikleri, bazılarında yoğurt bakterilerinin yanı sıra başka laktik kültürlerin de ilave edildiği ve genel olarak ayrandan daha koyu kıvamda oldukları dikkati çekmektedir (15-17). Sade içilebilir yoğurtların üretimi ile ilgili bir çalışmada 87 °C'de 30 dakikalık ısı işlem uygulaması ile üretilen içilebilir yoğurtlar en yüksek viskozite değerini verirken, aynı zamanda duyuşsal açıdan da en beğenilen ürün olmuştur. UHT (145 °C'de 5 s) yönteminin uygulandığı süttten üretilen içilebilir yoğurtlar ise düşük viskozite değerine sahip olmalarının yanı sıra duyuşsal açıdan da en az beğenilen grubu oluşturmuşlardır (18).

Stabilizatör ilavesiyle serum ayrılmasının azaltılması ve ürünün kıvamının artırılması mümkündür (2). Ancak herhangi bir katkı maddesi kullanmaksızın süt bileşenlerinden, özellikle de süt proteinlerinin fonksiyonel özelliklerinden ve teknolojik işlemlerden yararlanılarak ayranlara stabilite kazandırılması sonucunda tüketicilere daha doğal, standart ve yüksek kalitede bir ürün sunulması, üzerinde durulması gereken önemli bir konudur. Bu nedenle, ısı işlem normlarının serum ayrılmasının giderilmesinde ya da azaltılmasında, aynı zamanda da viskozitenin iyileştirilmesinde önemli fonksiyonları olabileceği düşüncesiyle bu araştırma planlanmıştır. Araştırmada, ayran üretiminde kullanılacak hammadde sütlere 75 °C, 85 °C ve 95 °C'lerde 5'er dakikalık ısı işlem uygulanmış ve elde edilen son ürünlerin fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal özellikleri irdelenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Ayran üretiminde hammadde olarak kullanılan inek sütleri Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü Eğitim-Araştırma ve

Uygulama İşletmesi'nden sağlanmıştır. Starter kültür olarak, Chr. Hansen firması tarafından üretilen YC 380 kodlu DVS yoğurt kültüründen yararlanılmıştır. Ayranlara ilave edilen rafine tuz ise piyasadan sağlanmıştır. Kültür hazırlama aşamasında kullanılan yağsız süttozu Enka Süt ve Gıda Mamülleri Sanayi ve Ticaret A.Ş.'den (Konya) temin edilmiştir.

Yöntem

Starter kültürün hazırlanması

Streptococcus thermophilus ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* karışımı ihtiva eden DVS kültür üretici firma (Chr. Hansen) tarafından önerildiği gibi hazırlanmıştır. 500 ml %10 kurumadeli rekonstitüye süt önce 85 °C'de 15 dakikalık bir ısıl işleme tabi tutulmuş ve 45 °C'ye soğutulmuştur. Daha sonra paketin tamamı sütün içerisine boşaltılmıştır. 45 °C'lik su banyosunda yarım saat karıştırılarak iyice çözünmesi sağlanan kültürden her bir örneğe %0.4 oranında inokülasyon gerçekleştirilmiştir. Dolayısıyla inokülüm miktarı ilave edilen bulk kültürlerin %2'sine karşılık gelmektedir.

Ayran üretimi

Ayran üretiminde Koçak ve ark. (19)'nın önerdiği yöntem kullanılmıştır. Hammadde süte toplam kurumadde %8 olacak şekilde saf su ilave edilmiş ve yağ oranı %1.5'e standardize edilerek 55 °C'de 200 kg/cm² basınçta homojenizasyon uygulanmıştır. Süt, daha sonra 3 eşit kısma (A, B ve C) ayrılmış, A örneğine 75 °C'de, B örneğine 85 °C'de ve C örneğine de 95 °C'de 5'er dakikalık ısıl işlem uygulanmıştır. Deneme örnekleri ısıl işlemden sonra 45 °C'ye soğutulmuş ve %0.4 oranında starter kültür ile inokule edilmiştir. Daha sonra örnekler 43 °C'de inkübasyona bırakılmış ve pH'ları 4.3'e ulaştığı zaman inkübasyon işlemine son verilmiştir. İnkübasyondan çıkan örnekler buzlu su banyolarında sürekli karıştırılmak suretiyle hızla 20 °C'ye soğutulmuş ve bu aşamada %0.5 oranında tuz ilavesi gerçekleştirilmiştir. Örnekler iyice karıştırıldıktan sonra önceden sterilize edilmiş 200 ml'lik şişelere, aseptik koşullar altında doldurulmuştur. Örneklerin depolanması buzdolabı koşullarında (4 – 5 °C'de) gerçekleştirilmiştir. Üretilen ayran örneklerinde depolamanın 1., 7. ve 14. günlerinde fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal analizler gerçekleştirilmiştir.

Fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizler

Ayranla işlenen hammadde süte toplam kurumadde, yağ, titrasyon asitliği (20), pH (dijital pH metre ile, Metler Toledo MP 225, Germany) ve toplam protein (21), ayran örneklerine ise toplam kurumadde, yağ, tuz, titrasyon asitliği (22), pH, laktik asit (23), asetaldehit (24) analizleri uygulanmıştır. Viskozite değeri vizkozimetre (Haake coaxiyal viskozimetresi ile, 181/VTR 24, Haake, Karlsruhe, Germany) ile belirlenmiş, serum ayrılması ise Atamer ve Sezgin (25)'in önerdiği gibi 100 mL'lik mezürlere aktarılır ve 4-5 °C'de 15 gün depolanan ayranlarda mL olarak saptanmış ve % olarak verilmiştir. Ayran örneklerinde koliform grubu mikroorganizmalar ve maya-küf Anonymous (22)'a göre belirlenirken, yoğurt bakterilerinin sayısı Bracquart (26)'a göre saptanmıştır.

Duyusal analizler

Duyusal analizler Bodyfelt ve ark. (27) tarafından önerilen yöntemle göre gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla ayranlar, tesadüfi olarak belirlenen ve çeşitli yaş grubundaki 30 panelist tarafından, tat, aroma, kıvam ve genel özellikler açısından toplam 10 puan üzerinden değerlendirilmiştir.

İstatistiksel analizler

İstatistiksel değerlendirmeler SPSS 9.0 istatistik programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analizler sonucu elde edilen veriler arasındaki farklılıkları tespit etmek için basit varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. $P < 0.05$ düzeyinde önemli olan farklar Tukey testi ile karşılaştırılmıştır.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Denemede kullanılan sütün ve ayran örneklerinin belirlenen kurumadde, yağ ve tuz içerikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Süte farklı ısıl işlem uygulamalarının (75 °C, 85 °C ve 95 °C'lerde 5 dk) ayran kalitesine etkisini belirlemek amacıyla, depolamanın 1., 7. ve 14. gününde yapılan analizlerin sonuçları ise Çizelge 2 ve Çizelge 3'de verilmiştir. Çizelge 2'de de görüldüğü gibi farklı ısıl işlem uygulanmış sütlerden üretilen ayran örneklerinin pH, °SH ve laktik asit değerleri üretimden hemen sonra ve depolamanın 7. ve 14. günlerinde birbirine oldukça yakın bulunmuştur. Örneklerin pH değerleri depolama süresince belirli düzeyde

azalırken, titrasyon asitliği ve laktik asit içerikleri genel olarak artış eğilimi göstermiştir. Depolama süresi boyunca starter kültürler ve özellikle de bunların üretmiş olduğu enzimlerin aktivitelerine bağlı olarak fermente ürünlerin asitliğinde artışlar olmaktadır. Bu, pek çok araştırmacı tarafından da bildirilmiştir (4, 9, 28). Ancak, istatistiksel değerlendirmeler neticesinde örneklerin 1., 7. ve 14. günlerdeki pH, titrasyon asitliği ve laktik asit değerleri arasında gözlenen farklılıkların önemsiz olduğu ($P>0.05$) tespit edilmiştir. Diğer bir ifadeyle ayran sütüne uygulanan farklı ısıl işlem normlarının, örneklerin anılan kimyasal özellikleri üzerinde önemli bir etkisi olmamıştır. Ayrıca, depolama süreleri de örneklerin anılan özellikleri üzerinde önemli bir değişime neden olmamıştır.

Ayran örneklerin asetaldehit içeriklerinin 8.25 - 12.80 ppm arasında değiştiği belirlenmiştir (Çi-

Çizelge 1. Çiğ ve standardize süt ile ayran örneklerinin bazı nitelikleri (n=3)

	Çiğ Süt	Standardize Süt	Ayran		
			A	B	C
TKM, %	12.75	8.53	9.22	9.32	9.15
Yağ, %	4.03	1.53	1.6	1.6	1.5
Tuz, %	-	-	0.69	0.63	0.68
TA, °SH	8.20	7.00			
pH	6.46	6.42			
TP, %	3.24	2.66			

A: 75 °C'de, B: 85 °C'de, C: 95 °C'de 5 dk ısıl işlem uygulanmış örnekler.

TKM: Toplam kuru madde, TA: Titrasyon asitliği, TP: Toplam protein

Çizelge 2. Ayran örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal nitelikleri (n=3)

Ayran Örneği	Depolama Süresi (Gün)	pH	Titrasyon Asitliği (°SH)	Laktik Asit (%)	Asetaldehit (mg/kg)	Serum Ayrılması (%)	Viskozite (cP)
A	1	4.31 ^{a,A}	36.51 ^{a,A}	0.56 ^{a,A}	8.25 ^{a,A}	5.50 ^{a,A}	66 ^{a,A}
	7	4.24 ^{a,A}	40.49 ^{a,A}	0.65 ^{a,A}	9.70 ^{a,A}	21.50 ^{a,B}	58 ^{a,A}
	14	4.15 ^{a,A}	40.40 ^{a,A}	0.62 ^{a,A}	9.77 ^{a,A}	29.50 ^{a,C}	65 ^{a,A}
B	1	4.32 ^{a,A}	36.31 ^{a,A}	0.50 ^{a,A}	9.21 ^{a,A}	1.92 ^{b,A}	135 ^{b,A}
	7	4.27 ^{a,A}	37.64 ^{a,A}	0.59 ^{a,A}	12.67 ^{b,B}	7.63 ^{b,A,B}	133 ^{b,A}
	14	4.13 ^{a,A}	37.68 ^{a,A}	0.62 ^{a,A}	11.46 ^{a,b,B}	11.78 ^{b,B}	109 ^{b,A}
C	1	4.24 ^{a,A}	37.90 ^{a,A}	0.59 ^{a,A}	9.30 ^{a,A}	0.75 ^{b,A}	136 ^{b,A}
	7	4.16 ^{a,A}	40.97 ^{a,A}	0.64 ^{a,A}	12.80 ^{b,B}	5.10 ^{b,A}	136 ^{b,A}
	14	4.09 ^{a,A}	41.57 ^{a,A}	0.64 ^{a,A}	12.41 ^{b,B}	8.14 ^{b,A}	120 ^{b,A}

* A: 75 °C'de, B: 85 °C'de, C: 95 °C'de 5 dk ısıl işlem uygulanmış örnekler. a, b, c: Örnekler arası farklılığı göstermektedir. Aynı sütunda farklı harfle ifade edilen örneklerin ortalamalarındaki değişimler önemlidir ($P<0.05$) A, B, C: Depolama boyunca olan değişimi göstermektedir. Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen örneklerdeki değişimler önemlidir ($P<0.05$)

zelge 2). Anılan değerler benzeri bazı çalışmalarda elde edilen değerlerden daha yüksektir. Örneğin, Atamer ve ark.(9)'nın buzdolabı koşullarında 60 gün depoladıkları dayanıklı ayranların asetaldehit içeriklerinin 2.49 - 7.62 ppm arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Bir başka çalışmada farklı yöntemler kullanılarak üretilen ayranlarda 15 günlük depolama boyunca asetaldehit içeriklerinin 7.60 - 10.90 ppm arasında değiştiği belirtilmiştir (28). Farklı yöntemlerle Ayran üretiminde karboksimetilselüloz (CMC) kullanımı üzerinde çalışan Altınayar (29) ise, 30 günlük depolama sürecinde ayranların asetaldehit içeriklerinin 3.21 - 6.68 ppm arasında değiştiğini bildirmiştir. Asetaldehit içeriklerinde görülen söz konusu farklılıkların, uygulanan ısıl işlem normları, kullanılan kültürün aktivitesi ve analiz yöntemlerinin farklılığından kaynaklanabileceği düşünülebilir.

Isıl işlem derecesinin artmasıyla örneklerin asetaldehit içeriklerinin de arttığı belirlenmiştir. Buna göre depolamanın tüm dönemlerinde en düşük asetaldehit içeriği 75 °C'de ısıl işlem uygulanan A örneğinde elde edilirken (8.25, 9.70 ve 9.77 ppm), en yüksek değer ise 95 °C'de ısıl işlem uygulanan C örneğinde (9.30, 12.80 ve 12.41 ppm) saptanmıştır. Birçok araştırmacı da yüksek ısıl işlem uygulamasıyla asetaldehit içeriğinin önemli düzeyde arttığını bildirmişlerdir (30-32). Isıl işlem normlarına bağlı olarak yoğurt bakterilerinin gelişimini teşvik eden (stimüle) ve engelleyen (inhibe) faktörlerin bu konuda önemli olduğu söylenebilir.

Isıl işlemin artmasıyla oksijen miktarında meydana gelen azalma ve redoks potansiyelinin düşmesi sonucunda yoğurt bakterilerinin gelişiminin teşvik edilmesinin asetaldehit miktarı üzerinde etkili olabileceği bildirilmiştir (33).

Depolamanın 7. gününde örneklerin asetaldehit içeriklerinin 1.45 (A), 3.46 (B) ve 3.5 (C) ppm düzeyinde artış gösterdiği tespit edilmiştir. Depolamanın başından sonuna doğru bir değerlendirme yapıldığında da sırasıyla 1.52 (A), 2.25 (B) ve 3.11 (C) ppm düzeyinde artış belirlenmiştir. Özellikle B ve C örneklerinde depolama süresince gözlenen bu değişimler istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Depolama sürecinde asetaldehit içeriğindeki değişim üzerine farklı görüşler mevcuttur. Bazı araştırmacılar söz konusu süreç içerisinde asetaldehit miktarının azaldığını belirtirken (34, 35), bazıları fazla bir değişim olmadığını vurgulamaktadırlar (36). Bununla birlikte, yoğurt ve ayranlar üzerine yapılan çeşitli çalışmalarda depolama süresince asetaldehit içeriğinin arttığını bildiren araştırmalar da bulunmaktadır (28, 31). Gültaş ve Atamer (37), bu artışı depolamanın ilk 15 gününde gözlemlemişlerdir. Sözü edilen araştırmalarda depolama boyunca asetaldehit içeriğinde meydana gelen bu farklılıklar ile bu çalışmada gözlenen artışlar kullanılan yoğurt kültürlerinden kaynaklanmış olabilir.

Isıl işlem faktörünün, serum ayrılması üzerine etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Depolamanın ilk gününden itibaren düşük derecelerde (75 °C'de) ısıl işlem uygulanarak üretilen A örneğinin serum ayrılması değerlerinin daha yüksek olduğu (%5.50, %21.50 ve %29.50) saptanmıştır (Çizelge 2). Yüksek derecede (95 °C'de) ısıl işlem uygulanarak üretilen C örneği ise, depolama boyunca en az serum ayrılması değerlerini (%0.75, %5.10 ve %8.14) göstermiştir. Diğer bir ifadeyle ısıl işlem derecesinin artmasıyla serum ayrılmasında bir azalmanın olduğu görülmüştür. Özellikle depolamanın ilerlemesiyle örnekler arasında meydana gelen bu farklılıkların dikkat çekecek düzeylerde olduğu gözlenmiştir. Depolamanın 1. gününde A ve C örneği arasındaki fark %4.75 düzeyinde iken, 7. gününde %16.40 ve 14. gününde ise %21.36 düzeyine yükselmiştir. İstatistiksel değerlendirmeler sonucunda serum ayrılması en yüksek olan A örneğinin diğer örneklerle (B ve C) arasındaki farklılığın önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Yoğurtlar üzerine yapılan çeşitli araştırmalarda

ısıl işlem derecesi ve süresinin, serum proteinlerinin denatürasyon oranını ve β -LG ile k-kazein arasındaki interaksyonu etkilediği, bunun sonucunda proteinlerin hidrofilik özelliklerinin artmasıyla serum ayrılmasının azaldığı bildirilmiştir (13, 38).

Çizelge 2'den depolama süresince artan serum ayrılması değerlerindeki değişimler incelendiğinde, A örneğindeki artış oranının oldukça fazla olduğu görülmektedir (%24). Bunu sırasıyla B (%9.86) ve C örneği (%7.39) izlemektedir. Yapılan istatistiksel değerlendirmeler sonucunda da A ve B örneklerinde depolama süresince meydana gelen artışların önemli olduğu bulunmuştur ($P<0.05$). Diğer bir ifadeyle A ve B örneklerinde depolama süresi, serum ayrılmasında etkili olmuştur. Ancak, daha yüksek derecede (95 °C'de) ısıl işlem uygulanan C örneğinde depolama süresinin serum ayrılmasında etkili olmadığı görülmüştür ($P>0.05$). Çizelge 2'de de görüldüğü üzere C örneğindeki artış düşük düzeylerde olmuş ve depolama sonunda A örneğinin 1. gün değerlerine yakın bir değer elde edilmiştir (%8.14). Gerçekleştirilen benzeri çalışmalarda da ayranlarda depolama süresince serum ayrılmasının arttığı bildirilmiştir (3, 9, 29).

Depolamanın tüm dönemlerinde en yüksek viskozite değeri C örneğinde (136, 136 ve 120 cP) görülürken, en düşük değerler A örneğinde (66, 58 ve 65 cP) saptanmıştır. Diğer bir ifadeyle, ısıl işlem normunun 75 °C'den 95 °C'ye yükseltilmesiyle ayranların viskoziteleri artmış ve en yüksek farklar A ile C örneklerinin viskozite değerleri arasında 70 cP (1 gün), 78 cP (7. gün) ve 55 cP (14. gün) düzeylerinde belirlenmiştir. Gerçekleştirilen istatistiksel analizler neticesinde, serum ayrılması değerlerine benzer şekilde A ile B ve A ile C örnekleri arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Isıl işlem derecesinin yükselmesi sonucunda proteinlerin hidrofilik özelliklerinin ve serum proteinlerinin denatürasyon oranının artmasıyla viskozitenin olumlu yönde etkilendiği bildirilmiştir (33). Depolama süresi sonunda viskozite değerlerinde meydana gelen azalmalar sırasıyla 1 (A), 26 (B) ve 16 cP (C) olarak bulunmuştur. Yapılan istatistiksel analizler bu değişimlerin önemli olmadığını göstermiştir ($P>0.05$). Ayran üzerine gerçekleştirilen pek çok çalışmada viskozitenin depolama süresince düşük düzeylerde azaldığı ya da değerlerin değişmeden kaldığı tespit edilmiştir (9, 28, 29).

Üretilen ayranlarda koliform grubu mikro organizmalara rastlanmamış, maya-küf sayıları ise sınır değerlerin çok altında bulunmuştur. Çizelge 3'de görüldüğü üzere farklı ısıl işlem derecelerinin uygulanması ayranların yoğurt bakterileri içeriğinde önemli bir değişim yaratmamıştır ($P>0.05$). Örneklerin *Str. thermophilus* içeriği depolamanın 1. gününde 8.7 – 8.8, 7. gününde 8.8 – 9.0 ve 14. gününde 8.5 – 8.7 log kob/ml arasında değişim gösterirken, *Lb. bulgaricus* içeriklerinin daha düşük olduğu gözlenmiş, depolamanın ilk gününde 8.1 – 8.4, 7. gününde 8.1 – 8.2 ve son gününde 7.9 – 8.0 log basil kob/ml değerleri elde edilmiştir. *Lb/Str* değişim oranının ise depolama boyunca sırasıyla 0.93 – 0.97, 0.91 – 0.92, 0.92 – 0.93 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Kurultay ve ark. (39) tarafından şeker ilave edilen ve edilmeyen yoğurtlarda yapılan çalışmada, log₁₀ tabanına göre *Str. thermophilus* sayısının 8.07 – 8.56, *Lb. bulgaricus* sayısının 5.16 – 5.62 ve *Lb/Str* oranının ise 0.74 – 0.81 arasında değiştiği saptanmıştır. Viskoz kültürler kullanılarak üretilen yoğurtlar üzerine yapılan bir araştırmada ise 14 günlük depolama boyunca log₁₀ tabanına göre *Str. thermophilus* sayısı 6.95 – 9.09 kob/ml arasında değişirken, *Lb. bulgaricus* sayısı 7.96 – 8.61 kob/ml arasında değişim göstermiştir. Aynı çalışmada *Lb./Str* oranının 0.95 – 1.15 arasında değiştiği belirlenmiştir (40). Benzeri bir çalışma yürüten Avsar ve ark. (28), 7 gün depoladıkları Ayranlarda yoğurt bakterilerinin arttığını saptarken, yoğurt örneklerini 15 gün depolayan Kurultay ve ark. (39) ile Akalın ve Gönç (40) sözü edilen değerlerin azaldığını tespit etmişlerdir. Ayrıca, her iki araştırmada da depolama sonundaki *Lb/Str* oranlarının 1'e yaklaştığı belirlenmiştir.

Tat-aroma açısından, panelistler, depolamanın 1. ve 14. gününde B örneğini (6.78 ve 6.48) daha fazla beğenirken 7. günde C örneğini (7.04) daha çok beğenmişlerdir (Çizelge 3). 75 °C'de ısıl işlem uygulanmış sütte üretilen A örneğini oluşturan ayranın tat-aroma puanları (6.74, 5.89 ve 6.30) ise düşük bulunmuştur. Uygulanan ısıl işlem derecesinin artmasına paralel örneklerin viskozitelerinin de artması, kıvam açısından değerlendirilmelerinde etkili olmuştur. Panelistler 95 °C'de ısıl işlem uygulanan sütlerden üretilen ayranların kıvamlarının çok yoğun olduğunu belirtmişler, depolama boyunca yaptıkları duyuşal değerlendirmelerinde de söz konusu örneğe en düşük kıvam puanını vermişlerdir (5.67, 6.41 ve 6.00 puan). A ve B örneklerinin ise kıvam açısından daha içilebilir nitelikte olduğunu ifade etmişlerdir. Genel olarak değerlendirildiğinde depolamanın 1. gününde A ve B örneğinin, depolamanın sonuna doğru ise daha çok B örneğinin beğenildiği görülmektedir. Özellikle kıvam puanı düşük olan C örneğinin en az beğeniye sahip olduğu belirlenmiştir. Depolama süresince örneklerin kıvamdan çok tat-aroma puanlarına bağlı olarak genel beğenilerinin azaldığı saptanmıştır. Yapılan istatistiksel değerlendirmeler, farklı ısıl işlemlerin ayranların her üç özelliği üzerine önemli bir etkisinin olmadığını ortaya koymuştur ($P>0.05$).

Sonuç olarak araştırma kapsamında incelemeye alınan farklı ısıl işlem normlarının (75 °C, 85 °C ve 95 °C) ayranların pH, titrasyon asitliği ve laktik asit değerlerinde önemli bir değişim yaratmadığı belirlenmiştir ($P>0.05$). Örnekler arasında C örneğinin en fazla asitliğe sahip olduğu saptanmıştır.

Çizelge 3. Ayran örneklerinin bazı duyuşal ve mikrobiyolojik nitelikleri (n=3)

Ayran Örneği	Depolama Süresi (Gün)	<i>Str. thermop.</i> log (kob/ml)	<i>Lb. bulg.</i> log(kob/ml)	Lb/ Str oranı	Tat-Aroma (10 puan)	Kıvam (10 puan)	Genel (10 puan)
A	1	8.7 ^{a,A}	8.4 ^{a,A}	0.97	6.74 ^{a,A}	6.70 ^{a,A}	6.74 ^{a,A}
	7	8.9 ^{a,A}	8.2 ^{a,A}	0.92	5.89 ^{a,A}	6.63 ^{a,A}	6.26 ^{a,A}
	14	8.5 ^{a,A}	7.9 ^{a,A}	0.93	6.30 ^{a,A}	6.30 ^{a,A}	6.33 ^{a,A}
B	1	8.8 ^{a,A}	8.3 ^{a,A}	0.94	6.78 ^{a,A}	6.41 ^{a,A}	6.70 ^{a,A}
	7	8.8 ^{a,A}	8.1 ^{a,A}	0.92	6.85 ^{a,A}	6.70 ^{a,A}	6.59 ^{a,A}
	14	8.6 ^{a,A}	7.9 ^{a,A}	0.92	6.48 ^{a,A}	6.59 ^{a,A}	6.52 ^{a,A}
C	1	8.7 ^{a,A}	8.1 ^{a,A}	0.93	6.59 ^{a,A}	5.67 ^{a,A}	6.22 ^{a,A}
	7	9.0 ^{a,A}	8.2 ^{a,A}	0.91	7.04 ^{a,A}	6.41 ^{a,A}	6.70 ^{a,A}
	14	8.7 ^{a,A}	8.0 ^{a,A}	0.92	5.41 ^{a,A}	6.00 ^{a,A}	5.52 ^{a,A}

* A: 75 °C'de, B: 85 °C'de, C: 95 °C'de 5 dak ısıl işlem uygulanmış örnekler. a, b, c: Örnekler arası farklılığı göstermektedir. Aynı sütunda farklı harfle ifade edilen örneklerin ortalamalarındaki değişimler önemlidir ($P<0.05$)A, B, C: Depolama boyunca olan değişimi göstermektedir. Aynı sütundafarklı harflerle ifade edilen örneklerdeki değişimler önemlidir ($P<0.05$)

Ayran örneklerinin pH değerlerinde depolama süresince düşüş gözlenirken, titrasyon asitliklerinin ve laktik asit içeriklerinin arttığı belirlenmiştir.

Isıl işlem derecesinin artmasıyla örneklerin asetaldehit içeriklerinin de arttığı ve özellikle bu farklılıkların 7. ve 14. günde istatistik açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). Depolama süreci de örneklerin asetaldehit içeriklerinde artışa neden olmuştur.

Viskozite ve serum ayrılması açısından en iyi etkinin süte 95 °C'de 5 dk ısı işlem uygulanarak üretilen C örneğinde elde edildiği görülmüştür. Isıl işlem derecesinin artmasıyla depolama süresince ayran örneklerinin serum ayrılmasında meydana gelen artış düzeyinin de azaldığı ve depolama süresindeki değişimin önemli olduğu ($P<0.05$) belirlenmiştir. Örneklerin viskozite değerleri de benzer şekilde etkilenmiştir.

Farklı ısı işlem derecelerinin uygulanması ayranların yoğurt bakterileri içeriğinde önemli bir değişim yaratmamıştır ($P>0.05$). Depolama süresince örneklerin *Lb. bulgaricus* içeriklerinin daha düşük olduğu gözlenmiştir. Ayran örneklerinde koliform grubu mikroorganizmalara rastlanmamış, mayaküf değerleri ise sınır değer altında belirlenmiştir.

Duyusal değerlendirme sonuçları B örneğinin gerek tat-aroma açısından gerekse kıvam açısından daha fazla beğenildiğini göstermiştir. C örneğinin ise oldukça yoğun bir kıvama sahip olduğunu belirten panelistler, adı geçen örneğe en düşük puanları vermişlerdir. Yapılan istatistiksel değerlendirmeler ayranların belirlenen duyusal nitelikleri üzerine, farklı ısı işlem derecelerinin önemli bir etkisinin olmadığını ortaya koymuştur ($P>0.05$).

Çalışmada ayrına işlenecek süte uygulanan farklı ısı işlemlerin, serum ayrılması ve viskozite gibi ayranların kalitesini belirleyen iki önemli fiziksel parametre üzerinde etkili olduğu ortaya konmuştur. Duyusal değerlendirmeler sonucu elde edilen verilerin istatistiksel analizleri neticesinde farklı ısı işlem normlarının ayranların duyusal nitelikleri üzerine önemli bir etkide bulunmadığı belirlenmiştir. Bu durum göz önüne alınarak viskozitenin iyileştirilmesi, dolayısıyla serum ayrılmasının azaltılması bakımından 95 °C'de 5 dak.'lık ısı işlem normunun kullanılması önerilebilir.

KAYNAKLAR

1. Anon 2001. Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliği. T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, 03.09.2001 Tarih ve 24512 Sayılı Resmi Gazete, Tebliğ No: 2001-21.
2. Köksoy A, Kılıç M. 2003. Effects of water and salt level on rheological properties of Ayran, a Turkish yoghurt drink. *Int Dairy J* 13: 835-839.
3. Ergüllü E, Demiryol I. 1983. Yoğurda değişik oranlarda su katılarak yapılan Ayranların bazı özellikleri üzerine araştırma. *GIDA* 8(5): 203-208.
4. Gülmez M, Güven A. 2003. Survival of *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes* 4b and *Yersinia enterocolitica* O3 in Ayran and modified kefir as pre- and postfermentation contaminant. *Vet Med- Czech* 48(5): 126-132.
5. Yaygın H. 1979. Ayranın özellikleri üzerine bir araştırma. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* Rauf Cemil Adam Özel Sayısı, 27-32
6. Duru S, Özgüneş H. 1982. Ankara piyasasında satılan ayran ve yoğurt örneklerinin hijyenik kaliteleri üzerinde araştırmalar, *GIDA* 6 (4): 19-23.
7. Demir S, 1983. Ankara piyasasındaki ayranların genel nitelikleri üzerine araştırma, Bitirme ödevi, Ankara Üni Ziraat Fak Süt Tekn Böl
8. Yaygın H, Gahun Y. 1983. Değişik kaynaklı yoğurtlardan yapılan Ayranların bazı özellikleri üzerinde bir araştırma. *Ege Üniv Ziraat Fak Dergisi*, cilt 20, sayı 3, 83-90.
9. Atamer M, Gürsel A, Tamuçay B, Genç N, Yıldırım G, Odabaşı S, Karademir E, Şenel E, Kırdar S. 1999. Dayanıklı Ayran üretiminde pektin kullanım olanakları üzerine bir araştırma. *GIDA* 24(2): 119-126.
10. Kneifel W, Abert T, Luf W. 1990. Influence of pre-heating skim milk on water-holding capacity of sodium salts of caseinates and coprecipitates. *J. Food Sci.* 55: 879-880.
11. Kaytanlı M. 1993. Effect of the different heat treatments on rheological and organoleptical properties of yoghurt. *J. Dairy Foods & Home Sci.* 12(1): 8-16.
12. Özer H.B, Atamer M. 1994. Yoğurt jelinin oluşumunda serum proteinlerinin rolü. *GIDA* 18(6): 1-5.
13. Lucey A.J., Tamehana M., Singh H, Munro P.A.. 1998. Effect of interactions between denatured whey proteins and caseins micelles on the formation and rheological properties of acid skim milk gels. *J Dairy Res* 65: 555-567.
14. Oldfield D.J., Singh H, Taylor M.W, Dearce K.N.. 1998. *Int Dairy J* 8: 311-318.
15. Robinson, R.K. 1987. Survival of *Lactobacillus acidophilus* in fermented products. *Suid Afrikaanse Tydskrif vir Suiwelkunde* 19(1): 25-27.
16. Dender A.C.F., Moreno I, Garcia S. 1990. Evaluation of use rope-forming starters and/or dilution techniques in manufacture of goats' milk yoghurt. *Coletanea do Instituto de Tecnologia de Alimentos* 20(1): 83-95.

17. Lee J.H, Yoon Y.H. 1997. Characteristics of aloe vera supplemented liquid yoghurt inoculated with *Lactobacillus casei* YIT 9018. *Korean J of Animal Sci* 39(1): 93-100.
18. Salji J.P., Sawaya W.N, Saadi S.R. Safi W.M. 1984. The effect of heat treatment on quality and shelf life of plain liquid yoghurt. *Cultured Dairy Prod J* 19(3): 10-14.
19. Koçak C, Avcı YK, Tamuçay B. 2006. A comparative study on the production methods of ayran. *GIDA* 31(4): 225-231.
20. Anon 1981. Türk Standartları. Çiğ Süt Standardı. TS 1018. TSE (Türk Standartları Enstitüsü), Ankara.
21. Anon 1993. International Dairy Federation Standard, 20B. Milk. Determination of nitrogen content. International Dairy Federation (IDF). Brussels, Belgium.
22. Anon 1982. Türk Standartları. Ayran Standardı. TS 3810. TSE (Türk Standartları Enstitüsü), Ankara.
23. Steinsholt K, Calbert HE. 1960. A rapid colorimetric method for determination of lactic acid in milk and milk products. *Milchwissenschaft* 15: 7-10.
24. Lees GJ, Jago G.R. 1969. Methods for the estimation of acetaldehyde in cultured dairy products. *Austr J Dairy Tech* 24: 181-185.
25. Atamer M, Sezgin E. 1987. İnkübasyon sonu asitliğinin yoğurt kalitesi üzerine etkisi. *GIDA*, 12(4): 213-220.
26. Bracqart P. 1981. An agar medium for the differential enumeration of *Str thermophilus* and *Lactobacillus bulgaricus* in yoghurt. *J App Bact* 51: 303-305.
27. Bodyfelt FW, Tobias J, Trout GM. 1988. The sensory evaluation of dairy products. Van Nostrand Reinhold, New York, 598 p.
28. Avcı YK, Karagul-Yuceer Y, Tamuçay B, Kocak C, White CH. 2001. A comparative study on the production methods of Ayran, traditional drinking yogurt of Turks. 2001 IFT Annual Meeting Technical Program, Book of Abstracts, No.15C-1. New Orleans, Louisiana, USA.
29. Altınayar A. 1997. Farklı yöntemlerle Ayran üretiminde karboksümetil selüloz kullanımı. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Süt Teknolojisi Anabilim Dalı Yüksek lisans tezi, Ankara, Türkiye.
30. Rasic JL, Kurmann JA. 1978. Yoghurt. Volume I. Distributed by Technical Dairy Publishing House, Copenhagen, Denmark, 427 p.
31. Sezgin, E., M. Atamer, A. Yetişmeyen and O. Alpar. 1993. Effect of the different fortification method on the quality of Turkish type yoghurt. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:1295, Bilimsel Araştırmalar ve İncelemeler:718, 98, Ankara.
32. Yaygın H. 1999. Yoğurt teknolojisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Yayın no:75, Antalya, 331s.
33. Tamime AY, Robinson RK. 1999. Yoghurt: Science and Technology, Second Edition. Woodhead Publishing Ltd. and CRC Pres LLC, England, 619 p.
34. Sezgin E, Atamer M, Gürsel A. 1988. Yerli ve yabancı starter kullanılarak yapılan yoğurtların kaliteleri üzerinde bir araştırma. *GIDA* 13(1): 5-11.
35. Estevez CR, Goicoechea A, Jimenez Perez S 1988. Aroma development in Yoghurt made by different methods. *Dairy Sci Abstr* 50: 661.
36. Stefanova M, Gyosheva B. 1985. Formation of volatile flavour compounds in Bulgarian yoghurt. *Dairy Sci Abstr* 47: 899.
37. Gültaş M, Atamer M. 1995. Dayanıklılı yoğurt üretiminde yoğurdun pastörizasyon normu ve depolama sıcaklığının kalite üzerine etkisi. *GIDA* 20(5): 313-319.
38. Singh, J. 1995. In heat-induced changes in milk, 2nd Edition (Ed P.F.Fox), 86-104. IDF, Brussels.
39. Kurultay Ş, Öksüz Ö, Gümüş T. 1998. Yağlı ve yağsız sütlerden şeker ilavesiyle ve şekerli yapılan yoğurtların inkübasyon ve depolama süresine bağlı olarak bazı fiziksel-kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinde meydana gelen değişiklikler. *Hasad Gıda Tarım ve Hayvancılık Dergisi* 14(163): 50-53.
40. Akalın AS, Gönc S. 1999. Katı kıvamlı yoğurdun reolojik ve duyuşal özellikleri, aroma maddeleri ve starter bakteri sayıları üzerine viskoz kültürlerin etkisi. *GIDA* 24(5): 319-325.