

## FARKLI İNKÜBASYON SONU ASİTLİĞİNİN AYRAN KALİTESİNE ETKİSİ

Balkır Tamuçay-Özünü, Celalettin Koçak\*

Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümü, Ankara

Geliş tarihi / Received: 10.03.2009

Düzeltilerek geliş tarihi / Received in revised form: 28.06.2009

Kabul tarihi / Accepted: 06.07.2009

### Özet

Bu çalışmada, ayran üretimi sırasında farklı pH'larda (4.6, 4.3 ve 4.0 pH) inkübasyonu sonlandırmanın, ayranın fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal nitelikleri üzerine olan etkileri incelenmiştir. Depolamanın tüm dönemlerinde (1., 7. ve 14. günler) en düşük pH (4.0 pH) değerlerine sahip ayran örneği, en yüksek titrasyon asitliği ve laktik asit değerlerini göstermiştir. Farklı inkübasyon çıkış pH'larının örneklerin pH, titrasyon asitliği, laktik asit içeriği, serum ayrılması ( $P<0.01$ ), asetaldehit içeriği ve viskozite değerleri ( $P<0.05$ ) ile *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısı üzerine etkisi önemli bulunurken ( $P<0.01$ ), *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* sayısı ( $P>0.01$ ) ile tat, aroma ve kıvam gibi duyuşal özellikleri üzerine olan etkisinin ise önemli olmadığı ( $P>0.05$ ) belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Ayran, inkübasyon sonu asitliği, içilebilir yoğurt

## EFFECT OF ENDING THE INCUBATION AT DIFFERENT pHS ON QUALITY OF AYRAN

### Abstract

In this study, effect of ending the incubation at different pHs on some physical, chemical, microbiological and sensory properties of ayran was investigated. With this purpose, incubation process was ended at 4.6, 4.3 and 4.0 pH, respectively. Throughout the storage period (on 1<sup>st</sup>, 7<sup>th</sup> and 14<sup>th</sup> days), sample with the lowest pH value had the highest titratable acidity and lactic acid content. Different ending the incubation at different pHs had no significant effect ( $P>0.01$ ) on numbers of *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* and sensory properties of samples ( $P>0.05$ ) such as flavor-aroma and consistency while it had significant effect on pH, titratable acidity, lactic acid, whey separation ( $P<0.01$ ), acetaldehyde, viscosity ( $P<0.05$ ) and numbers of *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ( $P<0.01$ ).

**Keywords:** Ayran, ending the incubation at different pHs, drinking yoghurt

\* Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

✉ celalettin.kocak@agri.ankara.edu.tr, ☎ +90 (312)5961351, 📠 +90 (312)3182219,

## GİRİŞ

Fermente Süt Ürünleri Tebliği'nde ayran, yoğurda su katılarak ya da kuru maddesi ayarlanan süte *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un kültürleri katılarak hazırlanan fermente süt ürünü olarak tanımlanmıştır (1). Türkiye'de üretilen süütün %23 gibi önemli bir bölümünün yoğurt ve ayran üretiminde kullanıldığı tahmin edilmektedir (2). Elektrolitler yönünden zengin bir içecek olan ayran, bu yönüyle sıcak yaz günlerinde, vücudun ter yoluyla kaybettiği su ve mineralin yerine konması açısından büyük önem taşımaktadır. Yaz sıcaklığı yanında ayranların tüketiminde önemli olan diğer bir faktör de kalitedir. Diğer süt ürünlerinde olduğu gibi ayranlarda da kalite sorunları yaşanmakta ve bazı kusurlara sık sık rastlanmaktadır. Ayranlarda en çok karşılaşılan yapısal kusurlardan biri de serum ayrılmasıdır (3, 4). Genellikle sinerez ile aynı anlamda kullanılan serum ayrılması, yoğurt benzeri asit jellerinin yüzeyinde kendiliğinden meydana gelen bir kusurdur (5). Söz konusu kusur, ısı uygulaması ve asitlik gelişimi ile koloidal stabilitesi bozulmuş olan süt proteinlerinin, özgül ağırlık farkı ve yerçekimi kuvvetinin etkisiyle, içinde buldukları serumun tabanına doğru batmaları olarak tanımlanmaktadır (6, 7). Pek çok araştırmacı, serum ayrılması ve viskozite üzerine toplam kurumadde, protein ve yağ içeriği, ısıl işlem ve serum proteinlerinin denatürasyonu, homojenizasyon, asitlik, ürünün depolama sıcaklığı, süütün tuz dengesi, starter kültürün aktivitesi gibi faktörlerin etkili olduğunu bildirmişlerdir (8-11).

Bu faktörlerden birisi olan asitlik üretim sırasında süte ilave edilen yoğurt bakterilerinin laktozu parçalamaları sonucu oluşmakta, zaman ilerledikçe ortamın asitliğinin artması, kazein misellerinin elektriksel yüklerini kaybetmelerine, dolayısıyla stabiliteelerini yitirmelerine neden olmaktadır. Böylece asitliğin belirli bir düzeye düşmesiyle miseller bir araya gelerek agregasyon başlamaktadır (12). Bu aşamada kazeine trikalsiyum fosfat olarak bağlı bulunan fosfor ve kalsiyumun büyük bir kısmı çözünür hale geçmektedir. Isıl işlem ve asitlik gelişiminin etkisi ile protein fraksiyonları arasında meydana gelen etkileşimler proteinlerin su tutma kapasitesinde artışa neden olmaktadır (13, 14). Anılan spesifik etkileşimlerden en önemlisi k-kazein ile  $\alpha$ -laktoglobulin ( $\alpha$ -LG) etkileşimidir. pH 5.2-5.3'de kazein partikülleri destabilize olmakta ve bu noktada pıhtılaşma başlamaktadır. Pıhtılaşma izoe-

lektrik nokta olan 4.6-4.7 pH'da tamamlanmakta ve bu pH'da kazeinler arası tuz köprüleri demineralizasyon nedeniyle zarar görmekteyiz (15, 16). Pek çok araştırmacı da  $\alpha$ -LG gibi globuler proteinlerin hidrasyon derecesinin denatürasyon, agregasyon ve diğer proteinlerle interaksyonlara bağlı olduğunu, denatürasyona uğrayan  $\alpha$ -LG'nin diğer protein fraksiyonları ile interaksyona girmesi sonucu su tutma kapasitesinin arttığını bildirmiştir (17, 18). Proteinlerin su tutma kapasitesinde asitlikte önemli bir parametredir. Asitlik düzeyi, ürünün yapısında ve serum ayrılmasında etkili bir faktördür. Düşük asitlikte (4.6 pH'nın üstünde) proteinlerin su tutma kapasiteleri yetersiz iken, yüksek asitlikte (4.6 pH'nın altında) söz konusu özellikte azalış görülmektedir. 4.0-4.6 pH'da ise proteinlerin su tutma kapasiteleri artmakta, dolayısıyla viskozite iyileşmekte, serum ayrılması azalmaktadır (8, 19). Atamer ve Sezgin (12), farklı inkübasyon sonu pH'larına sahip (5.0, 4.7, 4.3, ve 4.0 pH) yoğurtların asitliklerinin artması ile pıhtı sıkılıklarının arttığını ve serum ayrılmasının azaldığını tespit etmişlerdir.

Asitliğin fermente süt ürünlerindeki önemli fonksiyonları yanında, proteinlerin su tutma kapasitesinde de etkisi olması nedeniyle bu çalışmada, ayran üretimi sırasında farklı pH'larda inkübasyona son vermenin, ayranın nitelikleri üzerine olan etkileri incelenmiştir. Bu amaçla 95 °C'de 5 dakika süreyle ısıl işlem uygulanan ham madde süt, starter kültür ilavesinden sonra üç eşit kısma ayrılmış ve inkübasyona bırakılmıştır. Ayran örnekleri, 4.6 (A), 4.3 (B) ve 4.0 (C) pH'ya ulaşıncaya inkübasyondan çıkarılmışlardır. Elde edilen örneklerin fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal özellikleri incelenmiştir.

## MATERYAL ve METOT

### Materyal

Ham madde inek sütleri Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü Eğitim-Araştırma ve Uygulama İşletmesi'nden sağlanmış. Starter kültür olarak, Chr. Hansen (Peyma-Chr. Hansen's Peynir Mayası San. ve Tic. A.Ş. Gayrettepe, İstanbul) firması tarafından üretilen YC 380 kodlu DVS yoğurt kültürü kullanılmıştır. Kültür hazırlamada kullanılan yağsız süttözu, Enka Süt ve Gıda Mamülleri Sanayi ve Ticaret A.Ş.'den (Konya) temin edilmiştir, ayranlara ilave edilen rafine tuz ise piyasadan sağlanmıştır.

## Metot

### Starter kültürün hazırlanması

*Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* karışımı ihtiva eden DVS kültür, üretici firma (Chr. Hansen A/S. Horlom, Denmark) tarafından önerildiği gibi hazırlanmıştır. 500 ml %10 kurumadde- li 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. (20)'nin 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/cm<sup>2</sup> basınçta homojenizasyon uygulanmıştır. Süt, 95 °C'de 5 dak.'lık ısıl işlem ve 45 °C'ye soğutma sonrasında %0.4 oranında starter kültür ile inokule edilmiş ve 3 eşit kısma (A, B ve C) ayrılarak 43 °C'de inkübasyona bırakılmışlardır. Örnekler 4.6 (A), 4.3 (B) ve 4.0 (C) pH'ya ulaşınca 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 depolanmanın 1., 7. ve 14. günlerinde fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal analizler gerçekleştirilmiştir.

### Fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizler

Ayranı işlenen hammadde süte toplam kurumadde, yağ, titrasyon asitliği (21), pH (dijital pH metre ile, Metler Toledo MP 225, Germany) ve toplam protein (22), ayran örneklerine ise toplam kurumadde, yağ, tuz, titrasyon asitliği (23), pH (dijital pH metre ile, Metler Toledo MP 225, Germany) laktik asit, (24), asetaldehit (25) analizleri

uygulanmıştır. Viskozite değeri vizkozimetre (Haake coaxiyal viskozimetresi ile, 181/VTR 24, Haake, Karlsruhe, Germany) ile belirlenmiş, serum ayrılması ise Atamer ve Sezgin (12)'in önerdiği gibi 100 ml'lik mezürlere aktarılan ve 4-5 °C'de 15 gün depolanan ayranlarda ml olarak saptanmış ve % olarak verilmiştir. Ayran örneklerinde koliform grubu mikroorganizmalar ve Maya-küf Anonymos (23)'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 sütlerin ve ayran örneklerinin bazı nitelikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

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

	Çiğ Süt	Standardize Süt	Ayran		
			A	B	C
TKM, %	13.54	7.56	8.61	8.29	8.53
Yağ, %	4.60	1.43	1.5	1.5	1.5
Tuz, %	-	-	0.68	0.66	0.67
TA, °SH	8.16	5.68	-	-	-
pH	6.61	6.62	-	-	-
TP, %	3.40	2.51	-	-	-

A: 4.6 pH, B: 4.3 pH, C: 4.0 pH'da inkübasyondan alınan örnekler.

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

Asit karakterli bir süt ürünü olan ayran örneklerinin, depolamanın 1., 7. ve 14. günlerinde belirlenen pH, °SH ve laktik asit değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelgede de görüldüğü gibi, inkübasyon çıkış pH'ları farklı olan ayran örneklerinin pH, °SH ve laktik asit değerleri birbirlerinden farklı bulunmuştur ( $P<0.01$ ). Anılan farklılık örneklerin farklı pH'larda inkübasyondan çıkarılmasından, diğer bir ifade ile denemenin asitlik faktörü üzerine kurulmasından kaynaklanmaktadır. Üretimden hemen sonra ve depolamanın 7. ve 14. günlerinde en düşük pH'ya sahip olan C örneği, aynı günlerde en yüksek °SH ve laktik asit değerleri göstermiştir. Ayran örneklerinin (A, B ve C) depolama sonrasında titrasyon asitliklerindeki artışlar 2.96, 3.92 ve 2.38 °SH olarak bulunmuştur. pH değerlerinde ise 7. günde sırasıyla 0.21, 0.10 ve 0.09 pH düzeylerinde bir düşüş görülmüş, ancak 14. günde örneklerin pH değerlerinde 7. güne göre 0.07-0.14 pH arasında değişen artışlar kaydedilmiştir. Depolamanın 7. gününde örneklerin laktik asit içeriklerinin arttığı, 14. günde ise düştüğü tespit edilmiştir. Toplamda laktik değerlerinde A örneğinde %0.120, B örneğinde %0.100 ve C örneğine 0,150 düzeyinde bir artış kaydedilmiştir. İstatistiksel olarak değerlendirildiğinde, Depolama boyunca pH ve °SH içeriklerinde görülen değişimlerin önemsiz ( $P>0.05$ ), laktik asit içeriklerinde görülen değişimlerin ise önemli ( $P<0.05$ ) olduğu tespit edilmiştir. Depolama süresi boyunca starter kültürler ve özellikle de bunların üretmiş olduğu enzimlerin aktivitelerine bağlı olarak fermente ürünlerin asitliğinin arttığı pek çok araştırmacı tarafından da bildirilmiştir (7, 8, 28-30).

Ayran örneklerinin asetaldehit içeriklerinin 6.68-11.90 mg/kg arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 2). Ayran üzerine yapılan diğer bazı çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Atamer ve ark. (7) anılan değer 2.49-7.62 mg/kg, arasında, Ayşar ve ark. (30), 7.60-10.90 mg/kg arasında, Aydar (28), 3.08-6.35 mg/kg arasında ve Altınayar (29), 3.21-6.68 mg/kg arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Depolamanın ilk günlerinde C örneğinin asetaldehit içeriği diğer iki örnekten oldukça yüksek bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Örneklerin inkübasyon çıkış pH'larının düşmesinin asetaldehit içeriğini artırdığı gözlenmiştir (Çizelge 2). Depolama boyunca inkübasyon çıkış pH'sı en yüksek olan A örneği en düşük asetaldehit değerlerine (6.68, 8.77 ve 8.14 mg/kg) sahipken, inkübasyon çıkış pH'sı en düşük olan C örneği en yüksek asetaldehit değerlerine (11.59, 11.90 ve 9.65) sahip olmuştur. Bottazi ve ark. (31) ve Tamime ve Robinson (16) da, asetaldehit oranının asitlik düzeyi ile ilişkili olduğunu, asetaldehit oluşumunun 5 pH'da başladığını, 4.3 pH civarında hızlı bir şekilde devam ettiğini, 4.0 pH'da ise çok düşük düzeyde gerçekleştiğini ve durduğunu bildirilmişlerdir. Depolamanın sonunda ise örnekler arası farklılıklar azalmış ve değerler birbirine yaklaşmıştır. Depolamanın 7. gününde tüm örneklerin asetaldehit içerikleri artmış ve artış miktarları A, B ve C örnekleri için sırasıyla 2.09, 4.10 ve 0.31 mg/kg olarak bulunmuştur. Burada en fazla artışı B örneği göstermiştir. Bunun inkübasyon çıkış pH'sı ile ilgili olduğu söylenebilir. Depolamanın 14. gününde ise söz konusu değerlerde bir azalma gözlenmiştir. Bu azalış sırasıyla 0.63, 2.32 ve 2.25 mg/kg olarak saptanmıştır. Depolama süresince gözlenen bu değişimler istatistiksel bakımdan da önemli ( $P<0.05$ ) bulunmuştur.

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	4.52 <sup>a,A</sup>	24.59 <sup>a,A</sup>	0.495 <sup>a,A</sup>	6.68 <sup>a,A</sup>	3.17 <sup>a,A</sup>	71 <sup>a,A</sup>
	7	4.31 <sup>a,A</sup>	26.53 <sup>a,A</sup>	0.649 <sup>a,B</sup>	8.77 <sup>a,B</sup>	18.67 <sup>a,B</sup>	69 <sup>a,A</sup>
	14	4.45 <sup>a,A</sup>	27.55 <sup>a,A</sup>	0.618 <sup>a,C</sup>	8.14 <sup>a,B</sup>	26.17 <sup>a,C</sup>	65 <sup>a,A</sup>
B	1	4.27 <sup>b,A</sup>	28.16 <sup>b,A</sup>	0.565 <sup>a,A</sup>	6.87 <sup>a,A</sup>	1.83 <sup>a,b,A</sup>	92 <sup>a,A</sup>
	7	4.17 <sup>a,A</sup>	29.63 <sup>a,A</sup>	0.733 <sup>a,b,B</sup>	10.97 <sup>b,B</sup>	11.92 <sup>b,B</sup>	99 <sup>b,A</sup>
	14	4.24 <sup>a,b,A</sup>	32.08 <sup>a,b,A</sup>	0.665 <sup>a,B</sup>	8.65 <sup>a,C</sup>	14.83 <sup>b,B</sup>	96 <sup>b,A</sup>
C	1	3.99 <sup>c,A</sup>	34.69 <sup>c,A</sup>	0.667 <sup>b,A</sup>	11.59 <sup>b,A</sup>	0.00 <sup>b,A</sup>	132 <sup>b,A</sup>
	7	3.90 <sup>b,A</sup>	36.32 <sup>b,A</sup>	0.815 <sup>b,B</sup>	11.90 <sup>c,A</sup>	1.67 <sup>c,A</sup>	131 <sup>c,A</sup>
	14	4.01 <sup>b,A</sup>	37.07 <sup>b,A</sup>	0.817 <sup>b,B</sup>	9.65 <sup>b,B</sup>	2.50 <sup>c,A</sup>	136 <sup>c,A</sup>

\* A: 4.6 pH, B: 4.3 pH, C: 4.0 pH'da inkübasyondan alınan örnekler.

a, b, c: Örnekler arası farklılığı göstermektedir. Aynı sütunda farklı harfle ifade edilen örneklerin ortalamalarındaki değişimler önemlidir ( $P<0.05$ ) veya ( $P<0.01$ )

A, B, C: Depolama boyunca olan değişimi göstermektedir. Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen örneklerdeki değişimler önemlidir ( $P<0.05$ )

Çizelge 2 incelendiğinde örneklerin inkübasyon çıkışı pH'ları düştükçe serum ayrılması değerlerinin azaldığı görülmektedir. İstatistiksel değerlendirmeler sonucunda da örneklerin farklı pH'larda inkübasyondan çıkarılmasının serum ayrılması üzerine etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir ( $P<0.01$ ). Depolama boyunca en yüksek serum ayrılması değerlerini 4.6 pH'da inkübasyondan çıkarılmış olan A örneği (%3.17, 18.67 ve 26.17), en düşük serum ayrılması değerlerini ise 4.0 pH'da inkübasyondan çıkarılan C örneği (%0.00, 1.67 ve 2.50) vermiştir. Örnekler arasındaki farklılık depolamanın 1. gününde % 3.17, 7. gününde %17 ve 14. gününde %23.67 düzeyinde olmuştur. Özellikle depolamanın ilerlemesiyle serum ayrılması değerlerindeki farklılığın artması, asitlik faktörünün önemini göstermektedir. Depolamanın ilk günlerinde sadece A ile C örneği arasındaki fark önemli bulunurken, 7. ve 14. günlerde ise elde edilen tüm değerler arasındaki farklılıkların önemli olduğu belirlenmiştir ( $P<0.01$ ). Depolama süresince tüm örneklerin serum ayrılması değerlerinde artış gözlenmiştir. Artış miktarları sırasıyla A, B ve C örnekleri için %23, %13 ve %2.5 olmuştur. İstatistiksel analizler C örneğinde meydana gelen artışın önemli olmadığını ( $P>0.05$ ), A ve B örneklerindeki değişimin ise önemli olduğunu ( $P<0.05$ ) göstermiştir. Depolama süresince serum ayrılmasında görülen artış birçok araştırmacı tarafından da tespit edilmiştir (7, 28, 30, 32, 33). Ayrıca, asitliğin artması, serum ayrılmasını da azaltmaktadır (12).

Asitlik artışına bağlı olarak tüm ayran örneklerinin viskozitelerinin belirli oranda arttığı görülmüştür (Çizelge 2). Farklı pH'larda inkübasyondan çıkarılan örnekler arasında görülen bu farklılıklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Genel olarak 65–136 cP arasında değişen viskozite değerlerinin serum ayrılması değerleri ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Depolamanın her döneminde viskozitesi en yüksek bulunan C örneği aynı zamanda en düşük serum ayrılması değerini göstermiştir. Viskozitesi en düşük olan A örneğinin serum ayrılması değeri ise yüksek bulunmuştur. A ve C örneklerinin viskozite değerleri arasında gözlenen farklılık depolamanın ilk gününde 61 cP iken, depolama sonunda 71 cP'ye yükselmiştir. Depolama sürecinde ayranların viskozite değerlerinde düzensiz bir değişim gözlenmiştir. A örneğinde 6 cP'lik bir azalış belirlenirken B ve C örneğinde 4 cP'lik bir artış tespit edilmiştir. Depolama süresince örneklerin viskozitelerinde meydana gelen

bu değişimin istatistiksel açıdan önemli olmadığı tespit edilmiştir ( $P>0.05$ ). Diğer bazı çalışmalarda da depolama sürecinde ayranların viskozitelerinde düşük düzeylerde azalışların meydana geldiği ya da değişmeden kaldığı bildirilmiştir (7, 28-30).

Örneklerde koliform grubu mikroorganizmalara rastlanmamış, maya-küf değerleri ise sınır değerlerin çok altında bulunmuştur. Örneklerin, *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* sayıları açısından birbirine yakın oldukları tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda da farklı inkübasyon çıkışı pH'sının örneklerin *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* içeriğine etkisinin önemli olmadığı bulunmuştur ( $P>0.01$ ). Burada, asitlik artışına paralel olarak *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* içeriğinde bir azalma olduğu dikkati çekmektedir. Depolamanın 1. gününde A ve C örnekleri arasındaki farkın 0.2 log kob/ml düzeyinde olduğu tespit edilmiştir. *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*'un tersine *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısı asitlik artışına paralel olarak artmıştır (Çizelge 3). İnkübasyonun ilk saatinde hızlı bir şekilde sayısı artan *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* gelişiminin inkübasyon sonunda laktik asidin inhibe edici etkisinden dolayı yavaşladığı bilinmektedir (16). *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısı bakımından örnekler arasında farklılık olduğu gözlenmiş, anılan farklılık istatistik açıdan da önemli bulunmuştur ( $P<0.01$ ). Diğer bir ifadeyle, inkübasyona farklı pH'larda son verilmesinin, örneklerin basil içeriğine etkisi önemlidir ( $P<0.01$ ). Ayrıca, A ile C ve B ile C örnekleri arasındaki farklılıklar da önemli bulunmuştur. Farklılık, inkübasyon süresi en uzun, yani asitlik gelişimi en fazla olan C örneğinden kaynaklanmaktadır. İnkübasyonun ilerleyen aşamalarında örneklerin *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* içeriği genel olarak 8.5-8.9 log kob/ml arasında değişim gösterirken, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* içeriğinin 8.1-8.7 log kob/ml arasında değiştiği tespit edilmiştir. Lb/Str oranının ise 0.91-1.02 arasında değişim gösterdiği ve asitliğin artmasıyla bu oranın 1'e yaklaştığı belirlenmiştir (Çizelge 3). Bu çalışmada belirlenen Lb/Str oranı, Akalın ve Gönc (34) tarafından elde edilen değerlere (0.95–1.15) yakın, Kurultay ve ark. (35) tarafından saptanan bulgulardan (0.74–0.81) ise daha yüksektir. Depolama süresince örneklerin *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* içeriklerinde meydana gelen de-

ğişiminin önemli olmadığı belirlenmiştir ( $P > 0.05$ ). Depolama süresince yoğurt bakterilerinde meydana gelen değişimler üzerine farklı sonuçlar mevcuttur. Var ve ark. (36), 15 gün depoladıkları ayranlarda yoğurt bakterilerinin sayılarının arttığını saptarken, Avsar ve ark. (30), benzer sonuca 7 günlük depolama sonunda ulaşmışlardır. Bunun aksine yoğurt örneklerini 15 gün depolayan bazı araştırmacılar, sözü edilen miktarların azaldığını tespit etmişler ve depolama sonunda Lb/Str oranının 1'e yaklaştığını bildirmişlerdir (34, 35).

Tat-aroma açısından genel bir değerlendirme yapıldığında, panelistlerin depolamanın 1. gününde B örneğini, 7. gününde A ve B örneklerini, 14. gününde ise A örneğini beğendikleri görülmektedir (Çizelge 3). Özellikle depolamanın ilerlemesiyle meydana gelen asitlik artışı C örneğinin puanlarını düşürmüştür. Ancak toplam on puan üzerinden yapılan bu değerlendirmelerde, tüm ayranların tat-aroma puanlarının ortalama değerinin (5 puan) üstüne çıkmasıyla genel olarak beğenildikleri söylenebilir.

Asitlik artışına bağlı olarak örneklerin viskoziteye artış göstermiştir. Ayranlarda görülen bu değişimin, örneklerin kıvam açısından değerlendirilmelerinde etkili olduğu düşünülmektedir. 4.0 pH'da inkübasyondan çıkarılarak üretilen ayranların kıvamlarının çok yoğun olduğunu belirten bazı panelistler, depolama boyunca yaptıkları duyuşal değerlendirmelerinde de söz konusu örneğe en düşük

kıvam puanını vermişlerdir. A ve B örneklerinin ise kıvam açısından daha içilebilir nitelikte olduğunu ifade edilmiştir. Çizelge 3'ten de anlaşılacağı gibi depolamanın başlangıcında B örneğinin daha çok beğenildiği görülmektedir. Depolamanın son günlerinde ise A örneği en fazla puanı almıştır. Özellikle depolama sonunda tat-aroma ve kıvam puanı düşük olan C örneğinin genel olarak en az beğeniye sahip olduğu belirlenmiştir. Gerçekleştirilen istatistiksel değerlendirmeler de ayranların anılan duyuşal özellikleri üzerine farklı inkübasyon çıkış pH'sının önemli bir etki yaratmadığını ortaya koymuştur ( $P > 0.05$ ).

Günümüzde tüketimi giderek yaygınlaşan ayranlarda gözlenen en önemli sorun zayıf viskozite ve serum ayrılmasıdır. Bu sorunun herhangi bir kimyasal katkı maddesi kullanılmaksızın sadece üretim sırasında uygulanan üretim parametrelerinin doğru seçimi ile sağlanması en ideal yoldur. Gerçekleştirilen bu çalışmada, farklı pH'larda inkübasyona son vermenin ayranların viskozite ve serum ayrılması gibi iki önemli fiziksel özelliği üzerinde etkili olduğu ortaya konmuştur.

Sonuç olarak, duyuşal değerlendirme sonuçlarının istatistiksel olarak bir farklılık ortaya koymaması, araştırmacının asıl amacının ayran kalitesinde önemli olan serum ayrılmasının azaltılması ve viskozitenin iyileştirilmesi olması nedeniyle, ayran üretiminde inkübasyon çıkış pH'sı olarak 4.0 pH'nın kullanılması önerilebilir.

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

Ayran Örneği	Depolama Süresi (Gün)	Str.thermop. Log(kob/ml)	Lb.bulg. Log(kob/ml)	Lb/ Str oranı	Tat-Aroma (10 puan)	Kıvam (10 puan)	Genel (10 puan)
A	1	8.7 <sup>a,A</sup>	8.1 <sup>a,A</sup>	0.93	6.26 <sup>a,A</sup>	6.77 <sup>a,A</sup>	6.58 <sup>a,A</sup>
	7	8.9 <sup>a,A</sup>	8.1 <sup>a,A</sup>	0.91	6.57 <sup>a,A</sup>	6.57 <sup>a,A</sup>	6.39 <sup>a,A</sup>
	14	8.8 <sup>a,A</sup>	8.0 <sup>a,A</sup>	0.91	6.15 <sup>a,A</sup>	6.48 <sup>a,A</sup>	6.30 <sup>a,A</sup>
B	1	8.6 <sup>a,A</sup>	8.2 <sup>a,A</sup>	0.95	6.94 <sup>a,A</sup>	6.84 <sup>a,A</sup>	7.03 <sup>a,A</sup>
	7	8.6 <sup>a,A</sup>	8.4 <sup>a,b,A</sup>	0.98	6.57 <sup>a,A</sup>	6.71 <sup>a,A</sup>	6.71 <sup>a,A</sup>
	14	8.8 <sup>a,A</sup>	8.2 <sup>a,A</sup>	0.93	6.04 <sup>a,A</sup>	5.96 <sup>a,A</sup>	6.15 <sup>a,A</sup>
C	1	8.5 <sup>a,A</sup>	8.7 <sup>b,A</sup>	1.02	6.84 <sup>a,A</sup>	6.48 <sup>a,A</sup>	6.77 <sup>a,A</sup>
	7	8.7 <sup>a,A</sup>	8.7 <sup>b,A</sup>	1.00	5.82 <sup>a,A</sup>	6.00 <sup>a,A</sup>	6.11 <sup>a,A</sup>
	14	8.6 <sup>a,A</sup>	8.6 <sup>b,A</sup>	1.00	5.63 <sup>a,A</sup>	5.74 <sup>a,A</sup>	6.00 <sup>a,A</sup>

\* A: 4.6 pH, B: 4.3 pH, C: 4.0 pH'da inkübasyondan alınan örnekler.

a, b, c: Örnekler arası farklılığı göstermektedir. Aynı sütunda farklı harfle ifade edilen örneklerin ortalamalarındaki değişimler önemlidir ( $P < 0.05$ ) veya ( $P < 0.01$ )

A, B, C: Depolama boyunca olan değişimi göstermektedir. Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen örneklerdeki değişimler önemlidir ( $P < 0.05$ )

## KAYNAKLAR

1. Anon 2009. Türk Gıda Kodeksi. Fermente Süt Ürünleri Tebliği (2009/25). Tarım ve Köyişleri Bakanlığı. 16 Şubat 2009 tarih ve 27143 sayılı Resmî Gazete, Ankara.
2. Tan S, Ertürk YE. 2001. Türkiye'de Süt ve Süt Mamüllerinde Durum. *Gıda-2000* 17: 17-27.
3. Gülmez M, Güven A, Sezer Ç, Duman B. 2003. Evaluation of Microbiological and Chemical Quality of Ayran samples marketed Kars and Ankara Cities in Turkey. *Kafkas Üniv Veteriner Fak Dergisi* 9 (1): 49-52.
4. 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.
5. Lucey AJ. 2001. The relationship between rheological parameters and whey separation in milk gels. *Food Hydrocolloids*, 15: 603-608.
6. Şimşek O. 1995 *Ayran yapımında farklı stabilizatör kullanımı ve etkileri*. Trakya Üniv. Tekirdağ Ziraat Fak. Yayın No: 229, Araştırma No:89, Tekirdağ.
7. Atamer M, Gürsel A, Tamuçay B, Gençer N, Yıldırım G, Odabaşı S, Karademir E, Şenel E, Kırdar S. 1999. Dayanıklı Ayran üretiminde pektin kullanım olanakları üzerine bir araştırma. *Gıda Teknolojisi Dergisi*, 24 (2): 119-126.
8. Rasic JL, Kurman JA. 1978. *Yoghurt*. Volume I. Distributed by Technical Dairy Publishing House, Copenhagen, Denmark, 427 p.
9. Yaygın H, Gahun Y. 1983. Değişik kaynaklı yoğurtlardan yapılan Ayranların bazı özellikleri üzerinde bir araştırma. *Ege Üniv Ziraat Fak Dergisi*, 20 (3): 83-90.
10. Gönç S, Akbulut N, Kınık Ö, Kılıç S. 1989. Bazı kimyasal koruyucu katkı maddelerinin Ayranın dayanıklılığına etkisi üzerine bir araştırma. *Ege Üniv Ziraat Fak Dergisi*, 26 (2): 195-206.
11. Renner E.1991. *Dictionary of milk and dairying*. Printing Pustet Resenbung, Germany, 384p.
12. Atamer M, Sezgin E. 1987. İnkübasyon sonu asitliğinin yoğurt kalitesi üzerine etkisi. *GIDA*, 12 (4): 213-220.
13. Kneifel W, Abert T, Luf W. 1990. Influence of preheating skim milk on water-holding capacity of sodium salts of caseinates and coprecipitates. *J Food Sci*, 55: 879-880.
14. Kneifel W, Seiler A. 1993. Water holding properties of milk protein products. A Review. *Food Structure*, 12: 297-308.
15. Metin M. 1996. *Süt Teknolojisi*. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, 33, Bornova, İzmir, 623 s.
16. Tamime AY, Robinson RK. 1999. *Yoghurt: Science and Technology, Second Edition*. Woodhead Publishing Ltd. and CRC Pres LLC, England, 619 p.
17. De Witt JN. 1984. Functional properties of whey proteins in food systems. *Neth Milk Dairy J*, 38, 71-89.
18. Kinsella JE. 1984. Milk proteins: physicochemical and functional properties. *Rev Food Sci Nutr* 21: 197-262.
19. Atamer M, Yetişmeyen A, Alpar O. 1986. Farklı ısı uygulamalarının inek sütlerinden üretilen yoğurtların bazı özellikleri üzerine etkisi. *GIDA*, 11 (1): 22-27.
20. Koçak C, Avşar YK, Tamuçay B. 2006. A comparative study on the production methods of ayran. *GIDA*, 31 (4): 225-231.
21. Anon 1981. Türk Standartları. Çiğ Süt Standardı. TS 1018. TSE (Türk Standartları Enstitüsü), Ankara.
22. Anon 1993. International Dairy Federation Standard, 20B. Milk. Determination of nitrogen content. International Dairy Federation (IDF). Brussels, Belgium.
23. Anon 1982. Türk Standartları. Ayran Standardı. TS 3810. TSE (Türk Standartları Enstitüsü), Ankara.
24. Steinholt K, Calbert HE. 1960. A rapid colorimetric method for determination of lactic acid in milk and milk products. *Milchwissenschaft*, 15:7-10.
25. Lees GJ, Jago GR. 1969. Methods for the estimation of acetaldehyde in cultured dairy products. *Austr J Dairy Tech*, 24: 181-185.
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. Aydar K. 1996. Ayran üretiminde karboksimetil selüloz kullanımı. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Süt Teknolojisi Anabilim Dalı Yüksek lisans tezi, Ankara, Türkiye.
29. Altınayar A. 1997. Farklı yöntemlerle Ayran üretiminde karboksimetil selüloz kullanımı. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Süt Teknolojisi Anabilim Dalı Yüksek lisans tezi, Ankara, Türkiye.
30. Avsar 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.
31. Bottazi V, Battistotti B, Montescani G. 1973. Influence of single and associated strains of *L. bulgaricus* and *Str. thermophilus* as well as milk treatments on the production of acetaldehyde in yoghurt. *Lait*, 53: 295-308.
32. Ergüllü E, Demiryol I. 1983. Yoğurda değişik oranlarda su katılarak yapılan Ayranların bazı özellikleri üzerine araştırma. *GIDA*, 8 (5): 203-208.
33. Şimşek O. 1995. *Ayran yapımında farklı stabilizatör kullanımı ve etkileri*. Trakya Üniv. Tekirdağ Ziraat Fak. Yayın No: 229, Araştırma No:89, Tekirdağ.
34. Akalın AS, Gönç S. 1999. Katı kıvamlı yoğurdun reolojik ve duyuşal özellikleri, aroma maddeleri ve starter bakterisi sayıları üzerine viskoz kültürlerin etkisi. *GIDA*, 24 (5): 319-325.
35. Kurultay Ş, Öksüz Ö, Gümüş T. 1998. Yağlı ve yağsız sütlerden şeker ilavesiyle ve şekerless 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.
36. Var I, Şahan N, Zorlugenç B, Yaşar K. 2004. The effects of using different production methods and commercial cultures on the microbiological properties of Ayran. International Dairy Symposium: Recent Developments in Dairy Science and Technology, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, Turkey, 369-371.