

FARKLI ORANLARDA PEYNİRALTI SUYU VE SÜT BAZLI FERMENTE İÇECEKLERİN BAZI ÖZELLİKLERİ

Nazlı Kanca^{1*}, Canan Altınay¹, Rabia Albayrak Delialioğlu²

¹Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümü, Dışkapı, Ankara, Türkiye

²Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Biyometri ve Genetik Anabilim Dalı, Dışkapı, Ankara, Türkiye

Geliş / Received: 26.10.2022; Kabul / Accepted: 30.12.2022; Online baskı / Published online: 14.01.2023

Kanca, N., Altınay, C., Albayrak-Delialioğlu, R. (2023). Farklı oranlarda peyniraltı suyu ve süt bazlı fermente içeceklerin bazı özellikleri. *GIDA* (2023) 48 (1) 38-49 doi: 10.15237/ gida.GD22103

Kanca, N., Altınay, C., Albayrak-Delialioğlu R. (2023). *Some properties of whey and milk-based fermented beverages in different proportions. GIDA* (2023) 48 (1) 38-49 doi: 10.15237/ gida.GD22103

ÖZ

Çalışmada, farklı oranlarda (%0, %25, %50, %75, %100) peyniraltı suyu (PAS) içeren inek sütünden fermente içecek üretimi gerçekleştirilmiştir. PAS miktarının artması ile, örneklerin temel bileşen içerikleri ile parlaklık değerleri azalmış, sarılık-yeşillik artmıştır ($P<0.05$). Örneklerin pH/titrasyon asitliği değerleri PAS ilavesinden etkilenmiş, ayrıca 14 günlük depolama süresi boyunca pH değerleri düşmüş, titrasyon asitliği değerleri artmıştır ($P<0.05$). Yüksek PAS içeriği, serum ayrılmasının artmasına, kıvam indeksinin düşmesine neden olmuştur ($P<0.05$). *Streptococcus* spp. içerikleri PAS miktarından etkilenirken ($P<0.05$), *Lactobacillus* spp.-*Bifidobacterium* spp. ve toplam aerobik mezofilik bakteri içeriklerinde farklılık gözlenmemiştir ($P>0.05$). Duyusal analiz sonuçlarına göre, görünüş, yapı, lezzet ve toplam kabul edilebilirlik özellikleri bakımından en düşük puanları, en yüksek PAS içeriğine sahip örnekler (%75 ve %100) almıştır ($P<0.05$).

Anahtar kelimeler: Duyusal değerlendirme, fermente içecek, laktik asit bakterileri, peyniraltı suyu, renk, reoloji, serum ayrılması

SOME PROPERTIES OF WHEY AND MILK-BASED FERMENTED BEVERAGES IN DIFFERENT PROPORTIONS

ABSTRACT

In the study, fermented beverages were produced from cow's milk including whey at different rates (0%, 25%, 50%, 75%, 100%). As the whey increase, the gross composition and the brightness of the samples decreased, the yellowness-greenness increased ($P<0.05$). The pH/titratable acidity values were affected by the addition of whey, furthermore the pH values decreased and the titratable acidity values increased ($P<0.05$) during the 14-day storage. High whey content caused an increase in phase separation and a decrease in the consistency index ($P<0.05$). While the counts of *Streptococcus* spp. were affected by the whey amount ($P<0.05$), no difference was observed in *Lactobacillus* spp.-*Bifidobacterium* spp. and total aerobic mesophilic bacteria counts ($P>0.05$). Sensory analysis revealed that the samples with the highest whey content (75% and 100%) got the lowest scores in terms of appearance, texture, flavor and total acceptability ($P<0.05$).

Keywords: Sensory evaluation, fermented beverage, lactic acid bacteria, whey, color, rheology, phase separation

*Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author

✉: nazli.turkmen@ankara.edu.tr

☎: (+90) 312 596 1346

☎: (+90) 312 318 2219

Nazlı Kanca; ORCID no: 0000-0002-4219-8903

Canan Altınay; ORCID no: 0000-0001-6369-7448

Rabia Albayrak Delialioğlu; ORCID no: 0000-0002-1969-4319

GİRİŞ

Peyniraltı suyu (PAS), peynir üretimi sırasında elde edilen pıhtının ayrılmasından sonra geriye kalan yeşilimsi-sarı renkte bir süt yan ürünüdür. 2022 Temmuz ayı verilerine göre Türkiye’de üretilen çiğ inek sütünün aylık 57 bin tondan fazlası peynir üretiminde kullanılmaktadır (TUIK, 2022). Peynire işlenen sütün yaklaşık %90 kadarının PAS olarak ayrıldığı düşünüldüğünde (Prazeres vd., 2012), son verilere göre Türkiye’de 1 ayda en az 51 bin ton PAS elde edilmektedir. Dünya genelinde ise ~200 milyon ton PAS elde edilmekte olup, günümüzde halen bunun yaklaşık yarısının değerlendirilmediği ve atık olarak görüldüğü bildirilmektedir (Barba, 2021).

Peynir üretiminde kullanılan çiğ sütün niteliği, üretilen peynirin çeşidi ve uygulanan üretim yöntemine bağlı olarak değişmekle birlikte, çiğ sütte bulunan kazein ve süt yağının tamamına yakını pıhtıda tutulmakta, diğer kurumadde bileşenlerinin ise önemli kısmı PAS’a geçmektedir (Carvalho vd., 2013; Chegini ve Taheri, 2013). PAS, %93-94 su, %4.5-6 laktoz, %0.6-1.1 protein, %0.8-1.0 mineral maddeler, %0.05-0.9 laktik asit ve %0.06-0.5 yağ içeriğine sahiptir (Prazeres vd., 2012). PAS, biyolojik değeri yüksek serum proteinleri bakımından zengin bir kaynaktır (Agarkova vd., 2020). Özellikle bu proteinlerin sağlık üzerine etkileri ile ilgili yapılmış pek çok çalışma bulunmaktadır. PAS proteinlerinin hidrolizasyonu sonucu açığa çıkan biyoaktif peptitlerin antioksidan, antihipertansif ve antimikrobiyel özellik gösterdiği (Brandelli vd., 2015; Revilla vd. 2016; Kareb ve Aider, 2019) ve gıdaların oksidatif bozulmalarını önleyerek raf ömürlerini uzattığı (De Gobba vd., 2014) çeşitli çalışmalar ile ortaya konulmuştur.

PAS, muhafaza ve taşınabilirlik açısından genellikle toz haline getirildikten sonra çeşitli ürünlerde kullanılmaktadır (Chegini ve Taheri, 2013). Toz haldeki PAS’ın süt ürünleri, fırıncılık ürünleri ve et ürünleri gibi çeşitli gıda ürünlerinde kullanımı ile ilgili çok sayıda çalışma (Barbut, 2006; Madenci ve Bilgiçli, 2014; Guler-Akin vd., 2016; Pereira vd., 2019) olmasına karşın, sıvı halde kullanımı oldukça sınırlıdır.

Bu çalışmanın amaçlarından biri, toz haline getirilmeden kullanımı kısıtlı olan PAS’a, sıvı formda kullanım alanı yaratabilmektir. Çalışmanın bir diğer amacı ise, besleyici değeri yüksek, yeni bir fermente süt ürünü geliştirebilmektir. Bu amaçla, fermente içecek üretiminde, Beyaz peynir üretiminden elde edilen PAS ile çiğ inek sütünün farklı oranlarda karışımı kullanılmış ve 14 günlük depolama süresince ürünün çeşitli fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal özellikleri incelenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Fermente İçecek Üretimi

Fermente içeceklerin üretiminde, çiğ inek sütü ve beyaz peynir üretiminden elde edilen peyniraltı suyu (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Haymana Araştırma ve Uygulama Çiftliği, Ankara, Türkiye) ile YO-MIX 205 LYO kodlu *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium lactis* bakterilerini içeren probiyotik starter kültür (Danisco, Fransa) kullanılmıştır.

Üretim için çiğ süt ile peyniraltı suyu 5 farklı örnek elde edilecek şekilde belirli oranlarda karıştırılmıştır (Çizelge 1). Karışımlar su banyosunda (Heto, SBD 50, Allerød, Danimarka) 65°C/30 dakika ısıtılma tabi tutulmuş ve hemen ardından ~37°C’ye soğutulmuştur. Üretimden 1 gün önce steril süt içerisinde 37°C’de 24 saat boyunca aktifleştirilmiş olan probiyotik starter kültür ile %3 oranında inoküle edilen örnekler 37°C’de inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyonu pH 4.7-4.8 aralığında sonlandırılan örnekler, 200 ml’lik kaplara doldurularak paketlenmiş ve analiz günlerinde açılmaları yapılmak üzere +4°C’de depolanmıştır.

Örneklerin Analizleri

Fermente içeceklerin toplam kurumadde ve kül içerikleri gravimetrik yöntem (Hooi vd., 2004), yağ içerikleri Gerber yöntemi (Hooi vd., 2004) ile belirlenmiştir. Toplam protein miktarları, Kjeldahl metodu kullanılarak belirlenen toplam azot içeriklerinin 6.38 faktörü ile çarpılmasıyla hesaplanmıştır.

Çizelge 1. Örneklerin süt ve peyniraltı suyu içerikleri

Table 1. Milk and whey contents of the samples

Örnekler Samples	Açıklama Description
A (kontrol) A (control)	%100 süt 100% milk
B	%75 süt + %25 peyniraltı suyu 75% milk + 25% whey
C	%50 süt + %50 peyniraltı suyu 50% milk + 50% whey
D	%25 süt + %75 peyniraltı suyu 25% milk + 75% whey
E	%100 peyniraltı suyu 100% whey

Örneklerin pH değerleri Ohaus marka pH-metre (Parsippany, ABD) ile, titrasyon asitliği değerleri ise titrasyon yöntemi ile belirlenmiş ve sonuçlar % laktik asit cinsinden verilmiştir.

Fermente içeceklerin reolojik özelliklerinin belirlenmesi için Malvern Kinexus Pro+ (Worcestershire, Birleşik Krallık) marka reometre kullanılmıştır. Dinamik reometrik yöntemle 2 mm boşlukta, 0.1-300 s⁻¹ kayma hızı aralığında ve +4°C sıcaklıkta örneklerin kıvam indeksi (K) ile akış davranış indeksi (n) değerleri belirlenmiş ve elde edilen veriler Power law modeli ile yorumlanmıştır (korelasyon değeri - R²>0.99).

Serum ayrılması değerleri için Atamer ve Sezgin (1986) tarafından belirtilen yöntem kullanılmıştır. 100 ml'lik mezürlere aktarılan örnekler, +4°C'de 24 saat bekletilmiş ve ayrılan serum miktarı tespit edilerek %Serum ayrılması olarak ifade edilmiştir.

Örneklerin renk özellikleri (L*, a*, b*), renk ölçüm cihazı (Konica Minolta CR-400, Tokyo, Japonya) ve yazılımı (SpectraMagic NX) kullanılarak belirlenmiştir.

Mikrobiyolojik analiz için, içerisinde 9 ml Ringer solüsyonu (Merck, Darmstadt, Almanya) bulunan tüplerde dilüsyon serisi hazırlanmıştır. Hazırlanan

dilüsyonlardan toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı için PCA (Plate Count Agar, Merck, Darmstadt, Almanya), *Lactobacillus* spp. ve *Bifidobacterium* spp. sayımı için MRS agar (de Man Rogosa Sharpe Agar, HiMedia, Bombay, Hindistan), *Streptococcus* spp. sayımı için M17 agar (HiMedia, Bombay, Hindistan) ve maya-küf sayımı için PDA (Potato Dextrose Agar, Merck, Darmstadt, Almanya) besiyerlerine iki paralel olacak şekilde yüzeye yayma yöntemiyle ekim yapılmıştır. Ekim yapılan petriyeler, PCA ve M17 için aerobik şartlarda 37°C'de 24-48 saat, MRS için anaerobik şartlarda 37°C'de 24-48 saat ve PDA için aerobik şartlarda 25°C'de 3-5 gün boyunca inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda besiyeri üzerinde gelişen kolonilerin sayımı yapılmış ve paralel ekimlerin ortalamaları alınarak bütün sonuçlar log kob/ml olarak verilmiştir.

Fermente içeceklerin duyu analizi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü akademik personelinden oluşan 7 kişilik deneyimli panelist tarafından gerçekleştirilmiştir. 3 rakamlı kodlar verilen örnekler, +4°C'de panelistlere sunulmuş ve duyu analizi değerlendirilmesinin tek bir oturumda gerçekleştirilmesi istenmiştir. Panelistler, örnekleri görünüş, yapı, lezzet ve toplam kabul edilebilirlik özelliklerine göre 5 puan üzerinden değerlendirmiştir.

Örneklerin temel bileşim analizleri (toplam kurumadde, yağ, toplam protein, kül) ve renk değerleri (L*, a*, b*) depolamanın 1. gününde, diğer analizler 1., 7. ve 14. günlerde gerçekleştirilmiştir.

İstatistiksel Analiz

Fermente içeceklerin toplam kurumadde, yağ, protein, kül içerikleri ile renk özellikleri (L*, a*, b*) bakımından PAS oranlarının (0, 25, 50, 75, 100) ortalamaları arasındaki farkların istatistik olarak önemli olup olmadığının belirlenmesinde varyans analizi tekniği (One-way-ANOVA) kullanılmıştır. Diğer özellikler için, PAS oranlarının 0, 25, 50, 75 ve 100 olmak üzere beş seviyesi ile depolama faktörünün 1, 7 ve 14 olmak üzere üç seviyesinin, üzerinde çalışılan özelliklere

birlikte etkileri faktöriyel düzende varyans analizi tekniği (factorial ANOVA) ile değerlendirilmiştir. Farklı grupların belirlenmesinde Duncan testinden yararlanılmıştır. İstatistik analizler MINITAB 16 paket programında yapılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Üretimde kullanılan hammadde özellikleri ile fermente içeceklerin toplam kurumadde, yağ, protein ve kül içerikleri sırasıyla Çizelge 2 ve

Çizelge 3'te gösterilmiştir. Belirtilen özelliklerin tamamı bakımından örnekler arasında istatistik farklılık olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Örneklerdeki PAS içeriği arttıkça, toplam kurumadde, yağ, protein ve kül içeriklerinin beklendiği gibi giderek düştüğü tespit edilmiştir. Bu durum, PAS'ın bahsedilen bileşenleri çiğ süte kıyasla daha düşük miktarda içermesinden (Çizelge 2) kaynaklanmaktadır.

Çizelge 2. Hammadde özellikleri (n=2)
Table 2. The properties of raw materials (n=2)

Hammadde <i>Raw material</i>	Kurumadde (%) <i>Total solid (%)</i>	Yağ (%) <i>Fat (%)</i>	Protein (%) <i>Protein (%)</i>	Kül (%) <i>Ash (%)</i>	pH	Laktik Asit (%) <i>Lactic acid (%)</i>
Çiğ süt <i>Raw milk</i>	11.70±0.005	3.1±0.15	2.85±0.015	0.75±0.047	6.81±0.025	0.15±0.004
Peyniraltı suyu <i>Whey</i>	6.25±0.424	0.4±0.100	0.75±0.045	0.48±0.002	6.58±0.015	0.17±0.001

Çizelge 3. Örneklerin toplam kurumadde, yağ, protein ve kül içerikleri (n=2)
Table 3. Total solid, fat, protein and ash contents of the samples (n=2)

Örnekler <i>Samples</i>	Kurumadde (%) <i>Total solid (%)</i>	Yağ (%) <i>Fat (%)</i>	Protein (%) <i>Protein (%)</i>	Kül (%) <i>Ash (%)</i>
A	11.71±0.003 ^A	3.1±0.15 ^A	2.82±0.035 ^A	0.74±0.045 ^A
B	10.29±0.145 ^B	2.6±0.00 ^{AB}	2.37±0.005 ^B	0.71±0.011 ^{AB}
C	9.12±0.038 ^C	1.9±0.10 ^B	1.95±0.005 ^C	0.59±0.002 ^{BC}
D	7.72±0.018 ^D	1.1±0.20 ^C	1.51±0.115 ^D	0.58±0.011 ^C
E	6.34±0.007 ^E	0.4±0.10 ^C	0.80±0.050 ^E	0.51±0.007 ^C

A (kontrol): %100 süt, B: %75 süt + %25 peyniraltı suyu, C: %50 süt + %50 peyniraltı suyu, D: %25 süt + %75 peyniraltı suyu, E: %100 peyniraltı suyu

Aynı sütündeki farklı büyük harfler istatistik olarak farklılığı ifade etmektedir ($P<0.05$).

A (control): 100% milk, B: 75% milk + 25% whey, C: 50% milk + 50% whey, D: 25% milk + 75% whey, E: 100% whey
Values with the different upper case letters within the same column indicate the statistically significant difference ($P<0.05$).

Fermente içeceklerin renk değerleri (L^* , a^* , b^*) arasında istatistik açıdan farklılık olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$) (Çizelge 4). L^* değerleri incelendiğinde, en düşük değeri sadece PAS kullanılarak üretilen E örneğinin aldığı görülmektedir. Dolayısıyla E örneği, en az parlaklığa sahip olan örnektir. Tespit edilen a^* değerlerine (kırmızılık +, yeşillik -) göre, sadece süttten üretilen A örneği hariç örneklerin tamamının yeşilimsi renge sahip olduğu ve içerdikleri PAS miktarının artmasıyla yeşilimsi görünümün de giderek arttığı belirlenmiştir. Örneklerin b^* değerleri (sarılık +, mavilik -)

incelendiğinde, benzer şekilde PAS miktarının artmasıyla sarımsı rengin giderek arttığı tespit edilmiştir. Renk değerlerinde tespit edilen bu farklılık, hammadde olarak kullanılan PAS'ın yeşilimsi-sarı renginden kaynaklanmaktadır.

Örneklerin 14 günlük depolama süresindeki pH ve titrasyon asitliği değerlerindeki değişim Çizelge 5'te belirtilmiştir ($P<0.05$). pH değeri bakımından depolamanın bütün günlerinde en yüksek değeri PAS içermeyen A örneğinin aldığı tespit edilmiştir. Bu durumu, hammadde çiğ süttün pH değerinin PAS'ın pH değerinden daha yüksek

olması ile (Çizelge 2) ilişkilendirmek mümkündür. Laktik asit değerleri bakımından ise en düşük değeri, sadece PAS kullanılarak üretilen E örneğinin aldığı görülmektedir. Skryplonek vd. (2019) tarafından PAS konsantratu kullanılarak üretilen fermente süt ürünlerinde, süttozu ilavesi ile laktik asit bakterilerinin gelişiminin teşvik edildiği ve buna bağlı olarak bu örneklerin laktik asit içeriğinin daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Benzer şekilde bu çalışmada da süt içeriği daha yüksek olan örneklerde laktik asit bakterilerinin canlılığının daha fazla olduğu tespit edilmiştir

(Çizelge 7). Örneklerin tamamı en az %0.3 laktik asit içeriğine sahip oldukları için, Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'ne (Anonim, 2009) uygunluk göstermiştir. Depolama boyunca örneklerin tamamının pH değerlerinde düşüş, laktik asit içeriklerinde ise artış gözlenmiştir. Bu durum, fermente süt ürünlerinde soğuk depolama sırasında laktik asit bakterilerinin laktik asit üretimine devam etmesi ile oluşan post-asidifikasyondan (Pescuma vd., 2010) kaynaklanmaktadır.

Çizelge 4. Örneklerin renk (L*, a*, b*) değerleri (n=2)
Figure 1. Color (L*, a*, b*) values of the samples (n=2)

Örnekler Samples	L*	a*	b*
A	82.81±0.295 ^A	-0.47±0.115 ^B	1.55±0.230 ^B
B	79.79±0.585 ^A	-2.53±0.030 ^A	2.73±0.400 ^B
C	74.68±1.350 ^A	-2.77±0.065 ^A	4.19±0.185 ^A
D	68.06±2.020 ^A	-2.84±0.015 ^A	4.54±0.115 ^A
E	44.36±5.900 ^B	-2.87±0.050 ^A	4.90±0.155 ^A

A (kontrol): %100 süt, B: %75 süt + %25 peyniraltı suyu, C: %50 süt + %50 peyniraltı suyu, D: %25 süt + %75 peyniraltı suyu, E: %100 peyniraltı suyu

Aynı sütündeki farklı büyük harfler istatistik olarak farklılığı ifade etmektedir ($P<0.05$).

A (control): 100% milk, B: 75% milk + 25% whey, C: 50% milk + 50% whey, D: 25% milk + 75% whey, E: 100% whey
Values with the different upper case letters within the same column indicate the statistically significant difference ($P<0.05$).

Fermente içeceklerin 14 günlük depolama süresi boyunca tespit edilen serum ayrılması, Power law davranış modeline göre kıvam indeksi ve akış davranış indeksi değerleri Çizelge 6'da gösterilmiştir. Örneklerin serum ayrılması ve kıvam indeksi değerlerinin ortalamaları arasında farklılık olduğu ($P<0.05$) ve içerdikleri PAS miktarının artması ile serum ayrılması değerinin giderek arttığı, kıvam indeksi değerinin ise giderek düştüğü belirlenmiştir. Benzer şekilde, rekonstitüe PAS ve inek sütü kullanılarak üretilen probiyotik fermente süt içeceklerinin özelliklerinin incelendiği bir çalışmada (Akpınar vd., 2015), en yüksek serum ayrılması ve en düşük viskozite değerlerinin, sadece rekonstitüe PAS kullanılarak üretilen örneklerde olduğu bildirilmiştir. Bu durumun sebeplerinden biri, PAS miktarının artması ile birlikte, örneklerin toplam kurumadde içeriklerinin düşmesidir (Çizelge 3). Toplam

kurumadde içeriği düştükçe, proteinler arası mesafenin artmasına bağlı olarak koloidal formdaki madde miktarı azalmakta, dolayısıyla serum ayrılmasında artış, viskozitede ise düşüş görülmektedir (Özer, 2006). Bir diğer sebep ise, fermente süt ürünlerinde istenen yapıyı oluşturan ve viskoziteyi artıran başlıca bileşen olan kazeinin; PAS'ta, süte kıyasla oldukça düşük miktarda bulunmasıdır (Skryplonek vd., 2019). Depolama boyunca örneklerin serum ayrılması değerlerinde artış, kıvam indeksi değerlerinde ise düşüş görülmüştür ($P<0.05$). Benzer sonuçların elde edildiği bir çalışmada (Akpınar vd., 2015), yazarlar bu durumun depolama süresi boyunca örneklerde görülen pH düşüşünden kaynaklandığını bildirmişlerdir. Nitekim bu çalışmada da depolama süresi boyunca pH değerlerinin giderek düştüğü belirlenmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Örneklerin depolama süresindeki pH ve titrasyon asitliği değerleri (n=2)
Table 5. pH and titratable acidity values of the samples during the storage period (n=2)

Özellik Property	Depolama (Gün) Storage (Day)	Örnekler Samples					Ortalama Mean
		A	B	C	D	E	
pH	1	4.53±0.005	4.48±0.010	4.46±0.025	4.44±0.005	4.45±0.010	4.47±0.011 ^A
	7	4.39±0.025	4.31±0.030	4.31±0.015	4.30±0.005	4.32±0.010	4.32±0.013 ^B
	14	4.26±0.030	4.19±0.005	4.18±0.010	4.21±0.015	4.23±0.015	4.21±0.011 ^C
	Ortalama Mean	4.39±0.050 ^a	4.33±0.055 ^b	4.31±0.051 ^b	4.31±0.043 ^b	4.33±0.042 ^b	
Laktik asit (%) Lactic acid (%)	1	0.68±0.005 ^{Ca}	0.60±0.005 ^{Cb}	0.56±0.025 ^{Bb}	0.42±0.000 ^{Bc}	0.30±0.005 ^{Bd}	0.51±0.045
	7	0.76±0.025 ^{Ba}	0.65±0.020 ^{Bb}	0.55±0.010 ^{Bc}	0.47±0.005 ^{Ad}	0.34±0.005 ^{ABc}	0.55±0.049
	14	0.83±0.020 ^{Aa}	0.74±0.000 ^{Ab}	0.61±0.020 ^{Ac}	0.49±0.000 ^{Ad}	0.37±0.015 ^{Ac}	0.61±0.056
	Ortalama Mean	0.75±0.030	0.66±0.027	0.57±0.015	0.46±0.013	0.33±0.014	

A (kontrol): %100 süt, B: %75 süt + %25 peyniraltı suyu, C: %50 süt + %50 peyniraltı suyu, D: %25 süt + %75 peyniraltı suyu, E: %100 peyniraltı suyu

Aynı satırdaki farklı küçük harfler ve aynı sütündeki farklı büyük harfler istatistik olarak farklılığı ifade etmektedir (P<0.05).

A (control): 100% milk, B: 75% milk + 25% whey, C: 50% milk + 50% whey, D: 25% milk + 75% whey, E: 100% whey
Values with the different lower case letters within the same row and upper case letters within the same column indicate the statistically significant difference (P<0.05).

Fermente içeceklerin akış davranış indeksi değerleri 0.32 ile 0.41 arasında bulunmuş olup, PAS ilavesinin ve depolama süresinin bu değer üzerine istatistik olarak etkisinin bulunmadığı tespit edilmiştir (P>0.05). Akış davranış indeksi, örneğin akış tipinin Newtonian akış tipinden ne kadar uzaklaştığının göstergesi olup (Berkay Karaca vd., 2009), bu çalışmada bu değer 1'in altında bulunmuş olması, örneklerin tamamının Newtonian olmayan akış tipine sahip olduklarını belirtmektedir. Fermente süt içeceklerinin Newtonian olmayan akış özelliği gösterdiği, farklı çalışmalarda da belirtilmiştir (Penna vd., 2001; Patocka vd., 2006).

Örneklerin depolama süresince belirlenen mikrobiyel içerikleri Çizelge 7'de gösterilmiştir. Fermente içeceklerdeki PAS miktarının artması ile örneklerin *Streptococcus* spp. içeriklerinde düşüş olduğu gözlenirken (P<0.05), *Lactobacillus* spp. - *Bifidobacterium* spp. ve toplam aerobik mezofilik bakteri içerikleri bakımından örnekler arasında istatistik olarak bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir (P>0.05). Bu durumu Laktobasillerin düşük pH'ya karşı daha dayanıklı olması (Yerlikaya, 2014) ile ilişkilendirmek mümkündür. Nitekim çalışmada, PAS oranının artmasıyla örneklerin pH değerlerinde düşüş olduğu tespit

edilmiştir (Çizelge 5). İncelenen bütün bakterilerin sayısı, depolama süresi boyunca azalma eğiliminde olmuştur (P<0.05). Bu durum muhtemelen, depolama süresince ortamda biriken laktik asidin, bakterilerin gelişimini olumsuz etkilemesinden (Tamuçay-Özünü ve Koçak, 2010) kaynaklanmaktadır. Çalışmada belirlenen laktik asit içeriklerinin, bütün örnekler için depolama süresi boyunca artmış olması bu durumu desteklemektedir (Çizelge 5). Örneklerin hiçbirinde depolama süresi boyunca maya-küf tespit edilmemiştir.

Örneklerin duyu analizi sonuçları Çizelge 8'de verilmiştir. İncelenen bütün özellikler (görünüş, yapı, lezzet, toplam kabul edilebilirlik) bakımından örneklerin ortalamaları arasındaki farklılık önemli bulunmuştur (P<0.05). Depolama süresi boyunca, sadece lezzet özelliği açısından farklılık olduğu tespit edilmiş ve örneklerin bu özellik bakımından panelistlerden aldıkları değerlerin zamanla giderek arttığı görülmüştür (P<0.05).

İncelenen özelliklerin tamamı için en düşük puanları alan örnekler, en yüksek PAS içeriğine sahip D ve E örnekleri olmuşlardır. Panelistler bu iki örneğin renginin arzu edilmeyecek düzeyde sarıya yakın, kıvamının oldukça düşük ve tadının

da daha yavan olduğunu belirtmişlerdir. A, B ve C örnekleri ise belirtilen bütün özellikler bakımından depolamanın her gününde 4'ün üzerinde puanlar almıştır. Toplam kabul edilebilirlik puanları incelendiğinde, bu üç örneğin arasında istatistik açıdan farklılık olmadığı tespit

edilmiştir ($P>0.05$). Dolayısıyla duyu özellikler göz önünde bulundurulduğunda, kontrol örneğinin yanı sıra %25 ve %50 oranında PAS içeren örneklerin de fermente süt ieeği olarak tüketilebilirliğinin olduğunu söylemek mümkündür.

Çizelge 6. Örneklerin depolama suresindeki serum ayrılması, kıvam indeksi (K) ve akış davranış indeksi (n) değerleri (n=2)

Table 6. Phase separation, consistency index (K) and flow behaviour index (n) values of the samples during the storage period (n=2)

zellik Property	Depolama (Gn) Storage (Day)	rnekler Samples					Ortalama Mean
		A	B	C	D	E	
Serum ayrılması (%) Phase separation (%)	1	2.0±0.00	5.0±1.00	8.0±2.00	44.0±0.00	97.0±0.00	31.2±12.10 ^B
	7	3.0±0.00	6.0±1.00	10.5±1.50	48.5±1.50	97.5±0.50	33.1±12.10 ^B
	14	4.0±0.00	9.0±2.00	34.0±19.00	56.5±1.50	97.5±0.50	40.2±11.80 ^A
	Ortalama Mean	3.0±0.37 ^d	6.7±0.99 ^{cd}	17.5±7.21 ^c	49.7±2.38 ^b	97.3±0.21 ^a	
Kıvam indeksi (Pa·s) Consistency index (Pa·s)	1	1.25±0.045	0.87±0.015	0.73±0.025	0.51±0.005	0.34±0.010	0.74±0.104 ^A
	7	1.16±0.055	0.84±0.055	0.69±0.010	0.53±0.035	0.32±0.015	0.70±0.096 ^A
	14	1.05±0.025	0.79±0.040	0.65±0.015	0.38±0.005	0.33±0.010	0.64±0.089 ^B
	Ortalama Mean	1.15±0.041 ^a	0.83±0.023 ^b	0.69±0.017 ^c	0.47±0.031 ^d	0.33±0.007 ^c	
Akış davranış indeksi Flow behaviour index	1	0.41±0.000	0.39±0.035	0.34±0.005	0.33±0.015	0.38±0.000	0.37±0.012
	7	0.40±0.015	0.38±0.035	0.33±0.000	0.32±0.005	0.39±0.045	0.36±0.014
	14	0.36±0.025	0.38±0.065	0.32±0.050	0.41±0.035	0.34±0.060	0.36±0.019
	Ortalama Mean	0.39±0.013	0.38±0.021	0.33±0.013	0.35±0.021	0.37±0.021	

A (kontrol): %100 süt, B: %75 süt + %25 peyniraltı suyu, C: %50 süt + %50 peyniraltı suyu, D: %25 süt + %75 peyniraltı suyu, E: %100 peyniraltı suyu

Aynı satırdaki farklı küçük harfler ve aynı sütundaki farklı büyük harfler istatistik olarak farklılığı ifade etmektedir ($P<0.05$).

A (control): 100% milk, B: 75% milk + 25% whey, C: 50% milk + 50% whey, D: 25% milk + 75% whey, E: 100% whey
Values with the different lower case letters within the same row and upper case letters within the same column indicate the statistically significant difference ($P<0.05$).

Peyniraltı suyu-süt bazlı fermente içeceklerin özellikleri

Çizelge 7. Örneklerin depolama süresindeki mikrobiyel içerikleri (n=2)
Table 7. Microbial counts of the samples during the storage period (n=2)

Microorganizma (log kob/ml) Microorganism (log cfu/ml)	Depolama (Gün) Storage (Day)	Örnekler Samples					Ortalama Mean
		A	B	C	D	E	
<i>Lactobacillus</i> spp. - <i>Bifidobacterium</i> spp.	1	7.24±0.025	7.16±0.080	7.11±0.100	7.03±0.085	7.09±0.055	7.12±0.034 ^A
	7	7.19±0.015	7.07±0.015	7.15±0.150	7.07±0.050	7.00±0.020	7.09±0.033 ^{AB}
	14	7.08±0.075	6.98±0.045	6.99±0.065	7.01±0.065	6.97±0.030	7.00±0.023 ^B
	Ortalama Mean	7.17±0.036	7.07±0.041	7.08±0.059	7.03±0.033	7.02±0.028	
<i>Streptococcus</i> spp.	1	9.14±0.065	9.11±0.050	9.01±0.005	8.91±0.010	8.71±0.045	8.97±0.054 ^A
	7	9.03±0.010	9.05±0.050	8.94±0.005	8.86±0.040	8.71±0.035	8.92±0.043 ^{AB}
	14	9.13±0.005	8.98±0.075	8.83±0.030	8.77±0.025	8.64±0.040	8.87±0.058 ^B
	Ortalama Mean	9.10±0.027 ^a	9.05±0.036 ^a	8.92±0.033 ^b	8.85±0.030 ^b	8.68±0.023 ^c	
Toplam aerobik mezofilik bakteri Total aerobic mesophilic bacteria	1	7.40±0.010	7.29±0.050	7.13±0.130	7.20±0.050	7.20±0.015	7.24±0.038 ^A
	7	7.14±0.070	7.13±0.030	7.11±0.060	7.15±0.050	7.10±0.015	7.13±0.018 ^A
	14	7.00±0.100	6.96±0.125	6.97±0.040	6.94±0.110	6.92±0.095	6.96±0.034 ^B
	Ortalama Mean	7.18±0.081	7.13±0.071	7.07±0.050	7.10±0.061	7.07±0.058	
Maya-küf Yeast-mold	1	nd	nd	nd	nd	nd	
	7	nd	nd	nd	nd	nd	
	14	nd	nd	nd	nd	nd	

A (kontrol): %100 süt, B: %75 süt + %25 peyniraltı suyu, C: %50 süt + %50 peyniraltı suyu, D: %25 süt + %75 peyniraltı suyu, E: %100 peyniraltı suyu

Aynı satırdaki farklı küçük harfler ve aynı sütündeki farklı büyük harfler istatistik olarak farklılığı ifade etmektedir (P<0.05).

nd: Tespit edilmedi.

A (control): 100% milk, B: 75% milk + 25% whey, C: 50% milk + 50% whey, D: 25% milk + 75% whey, E: 100% whey
Values with the different lower case letters within the same row and upper case letters within the same column indicate the statistically significant difference (P<0.05).

nd: Not detected.

Çizelge 8. Örneklerin depolama süresindeki görünüş, yapı, lezzet ve toplam kabul edilebilirlik özellikleri (n=2)

Table 8. Appearance, texture, flavor and total acceptability properties of the samples during the storage period (n=2)

Özellik Property	Depolama Storage	Örnekler Samples					Ortalama Mean
		A	B	C	D	E	
Görünüş Appearance	1	5.00±0.000	4.72±0.285	4.29±0.145	3.61±0.395	3.08±0.215	4.14±0.250
	7	4.79±0.075	4.90±0.105	4.00±0.290	3.61±0.395	2.79±0.215	4.01±0.273
	14	5.00±0.000	4.86±0.145	4.29±0.000	3.58±0.285	2.93±0.215	4.13±0.267
	Ortalama Mean	4.93±0.049 ^a	4.82±0.094 ^a	4.19±0.010 ^b	3.60±0.162 ^c	2.93±0.110 ^d	
Yapı Texture	1	4.50±0.070	4.22±0.215	4.11±0.105	3.40±0.395	2.64±0.070	3.77±0.235
	7	4.36±0.355	4.75±0.250	4.25±0.250	3.75±0.400	3.00±0.290	4.02±0.218
	14	4.71±0.000	4.93±0.070	4.32±0.180	3.36±0.355	3.07±0.070	4.08±0.253
	Ortalama Mean	4.52±0.114 ^a	4.63±0.161 ^a	4.23±0.093 ^a	3.50±0.159 ^b	2.90±0.116 ^c	
Lezzet Flavor	1	4.43±0.000	4.50±0.070	4.11±0.105	3.15±0.145	2.72±0.145	3.78±0.242 ^B
	7	4.50±0.210	4.75±0.040	4.15±0.145	3.57±0.140	2.93±0.215	3.99±0.226 ^{AB}
	14	4.86±0.145	4.93±0.070	4.43±0.285	3.50±0.210	2.79±0.075	4.10±0.283 ^A
	Ortalama Mean	4.60±0.106 ^a	4.73±0.084 ^a	4.23±0.108 ^b	3.41±0.112 ^c	2.81 ± 0.080 ^d	
Toplam kabul edilebilirlik Total acceptability	1	4.79±0.075	4.54±0.035	4.22±0.215	3.40±0.395	2.79±0.215	3.94±0.259
	7	4.43±0.140	4.75±0.040	4.00±0.000	3.71±0.000	2.93±0.360	3.96±0.217
	14	4.86±0.145	4.93±0.070	4.50±0.210	3.36±0.355	2.86±0.145	4.10±0.288
	Ortalama Mean	4.69±0.100 ^a	4.74±0.076 ^a	4.24±0.120 ^a	3.49±0.154 ^b	2.86±0.118 ^c	

A (kontrol): %100 süt, B: %75 süt + %25 peyniraltı suyu, C: %50 süt + %50 peyniraltı suyu, D: %25 süt + %75 peyniraltı suyu, E: %100 peyniraltı suyu

Aynı satırdaki farklı küçük harfler ve aynı sütündeki farklı büyük harfler istatistik olarak farklılığı ifade etmektedir (P<0.05).

A (control): 100% milk, B: 75% milk + 25% whey, C: 50% milk + 50% whey, D: 25% milk + 75% whey, E: 100% whey
Values with the different lower case letters within the same row and upper case letters within the same column indicate the statistically significant difference (P<0.05).

SONUÇ

Fermente içeceklerdeki PAS oranının artması ile, örneklerin toplam kurumadde, yağ, protein ve kül içeriklerinin, PAS'ın söz konusu bileşenleri süte kıyasla daha düşük miktarda içermesine bağlı olarak düştüğü tespit edilmiştir. Renk analizi sonucu elde edilen sonuçlara göre, örneklerdeki sarılık ve yeşillik, PAS miktarının artması ile beklendiği gibi artmıştır. PAS ilavesi örneklerin pH ve titrasyon asitliği değerlerini etkilemiş ve depolama süresi boyunca pH değerlerinde düşüş, %laktik asit içeriklerinde ise artış olduğu belirlenmiştir. Fermente içeceklerdeki PAS oranının değişmesi ile birlikte, örneklerin serum ayrılması ve kıvam indeksi değerlerinde de değişim olduğu gözlenmiştir. En yüksek PAS içeriğine sahip D ve E örneklerinin serum ayrılması değerleri depolama süresi boyunca oldukça yüksek, kıvam indeksi değerleri ise diğer örneklerle kıyasla daha düşük bulunmuştur. Akış davranış indeksi değeri bakımından örnekler arasında farklılık olmadığı tespit edilmiştir. PAS miktarı, örneklerin *Streptococcus* spp. içeriklerini etkilerken, *Lactobacillus* spp. - *Bifidobacterium* spp. ve toplam aerobik mezofilik bakteri içeriklerine herhangi bir etkisi olmamıştır. İncelenen bakterilerin sayılarında depolama boyunca düşüş olduğu belirlenmiş, örneklerin hiçbirinde depolama süresince maya-küf tespit edilmemiştir. İncelenen duyuşal özellikler (görünüş, yapı, lezzet, toplam kabul edilebilirlik) bakımından panelistlerden en düşük puanları D ve E örnekleri almış, toplam kabul edilebilirlik özelliği bakımından diğer 3 örnek (A, B ve C) arasında farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Çalışmada incelenen özelliklerin tamamı dikkate alındığında, %25 ve %50 oranında PAS içeren örneklerin (B ve C) peyniraltı suyu-bazlı fermente içecek olarak kabul edilir özelliklere sahip olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. Stabilizatör ilavesi yaparak, serum ayrılmasının azaltılması, viskozitenin artırılması ve yapının iyileştirilmesi sonucunda örneklerin kabul edilebilirliğinin artırılacağı; ayrıca, lezzetin iyileştirilebilmesi için, tuz veya çeşitli meyvelerden/ aroma maddelerinden yararlanmanın faydalı olabileceği düşünülmektedir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarların makale ile ilgili herhangi bir kişi veya kurum ile çıkar çatışması bulunmamaktadır.

YAZARLARIN KATKISI

Nazlı Kanca, çalışmanın planlanması ve yürütülmesi süreci ile, gerçekleştirilen üretim ve analizlerin tamamı ile sonuçların yorumlanması ve makalenin yazımında görev almıştır. Canan Altınay, çalışmanın planlanması, üretim ve analizlerin tamamı ile sonuçların değerlendirilmesi ve makalenin yazımında görev almıştır. Rabia Albayrak Delialioğlu, elde edilen sonuçların analizi ve yorumlanmasına katkıda bulunmuştur.

KAYNAKLAR

Agarkova, E.Y., Kruchinin, A.G., Zolotaryov, N.A., Pryanichnikova, N.S., Belyakova, Z.Y., Fedorova, T.V. (2020). Processing cottage cheese whey components for functional food production. *Foods and Raw Materials* 8(1): 52-59, doi: 10.21603/2308-4057-2020-1-52-59.

Akpınar, A., Torunoglu, F.A., Yerlikaya, O., Kinik, O., Akbulut, N., Uysal, H.R. (2015). Fermented probiotic beverages produced with reconstituted whey and cow milk. *Agro FOOD Industry Hi-Tech* 26(4): 24-27.

Atamer, M., Sezgin, E. (1986). Yoğurttta kurumadde artırımının pıhtının fiziksel özellikleri üzerine etkisi. *GIDA* 11(6): 327-331.

Anonim. (2009). *Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği*. 16 Şubat 2022 tarih ve 27143 sayılı Resmî Gazete, Ankara. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2009/02/20090216-8.htm>

Barba, F.J. (2021). An integrated approach for the valorization of cheese whey. *Foods* 10(3): 564, doi: 10.3390/foods10030564.

Barbut, S. (2006). Effects of caseinate, whey and milk powders on the texture and microstructure of emulsified chicken meat batters. *LWT-Food Science and Technology* 39(6): 660-664, doi: 10.1016/j.lwt.2005.03.017.

Berkay Karaca, O., Güven, M., Yaşar, K., Kaya, S., Kahyaoğlu, T. (2009). The functional, rheological and sensory characteristics of ice

- creams with various fat replacers. *International Journal of Dairy Technology*, 62(1): 93-99, doi: 10.1111/j.1471-0307.2008.00456.x.
- Brandelli, A., Daroit, D.J., Corrêa, A.P.F. (2015). Whey as a source of peptides with remarkable biological activities. *Food Research International* 73: 149-161, doi: 10.1016/j.foodres.2015.01.016.
- Carvalho, F., Prazeres, A. R., Rivas, J. (2013). Cheese whey wastewater: Characterization and treatment. *Science of the Total Environment* 445-446: 385-396, doi: 10.1016/j.scitotenv.2012.12.038.
- Chegini, G., Taheri, M. (2013). Whey powder: Process technology and physical properties: a review. *Middle-East Journal of Scientific Research* 13(10): 1377-1387, doi: 10.5829/idosi.mejsr.2013.13.10.1239.
- De Gobba, C., Espejo-Carpio, F.J., Skibsted, L.H., Otte, J. (2014). Antioxidant peptides from goat milk protein fractions hydrolysed by two commercial proteases. *International Dairy Journal* 39(1): 28-40, doi: 10.1016/j.idairyj.2014.03.015.
- Guler-Akin, M.B., Goncu, B., Akin, M.S. (2016). Some properties of probiotic yoghurt ice cream supplemented with carob extract and whey powder. *Advances in Microbiology* 6(14): 1010-1020, doi: 10.4236/aim.2016.614095.
- Hooi, R., Barbano, D.M, Bradley, R.L, Budde, D., Bulthaus, M., Chettiar, M. (2004). Chemical and physical methods. In: *Standard Methods for the Examination of Dairy Products*, Wehr, H.M., Frank, J.F. (chief ed.), American Public Health Association, the USA, pp. 363-532.
- Kareb, A., Aider, M. (2019). Whey and its derivatives for probiotics, prebiotics, synbiotics, and functional foods: A critical review. *Probiotics and Antimicrobial Proteins* 11(2): 348-369, doi: 10.1007/s12602-018-9427-6.
- Madenci, A.B., Bilgiçli, N. (2014). Effect of whey protein concentrate and buttermilk powders on rheological properties of dough and bread quality. *Journal of Food Quality* 37(2): 117-124, doi: 10.1111/jfq.12077.
- Özer, B. (2006). *Yoğurt bilimi ve teknolojisi*. Sidas Medya Ltd. Şti., İzmir, Türkiye.
- Patocka, G., Cervenková, R., Narine, S., Jelen, P. (2006). Rheological behaviour of dairy products as affected by soluble whey protein isolate. *International Dairy Journal* 16(5): 399-405, doi: 10.1016/j.idairyj.2005.05.010.
- Penna, A.L.B., Sivieri, K., Oliveira, M.N.D. (2001). Relation between quality and rheological properties of lactic beverages. *Journal of Food Engineering* 49(1): 7-13, doi: 10.1016/S0260-8774(00)00179-5.
- Pereira, Á.M.d.S., de Farias, D.R.B., de Queiroz, B.B., Nobre, M.S.d.C., Cavalcanti, M.T., Salles, H.O., dos Santos, K.M.O., de Medeiros, A.C.D., Florentino, E.R., Buriti, F.C.A. (2019). Influence of a Co-culture of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus casei* on the proteolysis and ACE-inhibitory activity of a beverage based on reconstituted goat whey powder. *Probiotics and Antimicrobial Proteins* 11: 273-282, doi: 10.1007/s12602-017-9362-y.
- Pescuma, M., Hébert, E.M., Mozzi, F., De Valdez, G.F. (2010). Functional fermented whey-based beverage using lactic acid bacteria. *International Journal of Food Microbiology* 141(1-2), 73-81, doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2010.04.011.
- Prazeres, A. R., Carvalho, F., Rivas, J. (2012). Cheese whey management: A review. *Journal of Environmental Management* 110: 48-68. doi: 10.1016/j.jenvman.2012.05.018.
- Revilla, I., Gonzalez-Martin, M.I., Vivar-Quintana, A.M., Blanco-Lopez, M.A., Lobos-Ortega, I.A., Hernandez-Hierro, J.M. (2016). Antioxidant capacity of different cheeses: Affecting factors and prediction by near infrared spectroscopy. *Journal of Dairy Science* 99(7): 5074-5082, doi: 10.3168/jds.2015-10564.
- Skryplonek, K., Dmytrów, I., Mituniewicz-Malek, A. (2019). Probiotic fermented beverages based on acid whey. *Journal of Dairy Science* 102(9): 7773-7780. doi: 10.3168/jds.2019-16385.
- Tamuçay-Özünü, B., Koçak, C. (2010). Farklı inkübasyon sonu asitliğinin ayran kalitesine etkisi. *GIDA* 35(2): 113-119.
- TUIK (2022). <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Sut->

ve-Sut-Urunleri-Uretimi-Temmuz-2022-45755
(Eriřim tarihi: 19 Ekim 2022).

Yerlikaya, O. (2014). Effect of bee pollen supplement on antimicrobial, chemical, rheological, sensorial properties and probiotic

viability of fermented milk beverages. *Mljekarstvo*
64(4): 268-279, doi: 10.15567/
mljekarstvo.2014.0406.