





## RESEARCH OF OPPORTUNITIES OF USING WHEY IN KEFIR

Pınar Bekiş<sup>\*1</sup> , Özlem Pelin Can<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi Bitki Koruma Anabilim Dalı, Sivas, Türkiye

<sup>2</sup>Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği AnaBilim Dalı, Sivas, Türkiye

### Abstract

Original scientific paper

Whey is a byproduct produced in the process of making cheese, which, in turn, comprises a major element of dairy industry. The present study aims to come up with new areas of use for whey. For this purpose, the use of whey in making kefir, which is a probiotic dairy product. Milk is subjected to fermentation after the addition of 2% kefir base, and various amounts of whey. Group A (containing 25% whey), group B (containing 50% whey), group C (containing 75% whey) and group K which does not contain any whey are the four groups analyzed in the study. The groups were analyzed in terms of their physico-chemical characteristics (pH, titration acidity, dry matter, color, viscosity), microbiological characteristics (*Lactococcus* spp. (log KOB/ml), *Lactobacillus* spp. (log KOB/ml), base (log KOB/ml), total aerobic mesophyll bacteria count (log KOB/ml)) and sensory characteristics (look, texture, smell and taste), on the 1st, 3rd, 5th, 7th, 14th, and 30th days of storage at +4 °C. In kefir samples thus analyzed, increasing amounts of whey were found to have a significant ( $p<0.05$ ) effect on fat (%), viscosity (cp), color ( $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$ ), lactic acid bacteria and base counts (log KOB/ml), whereas its impact on total mesophyll aerobic bacteria count (log KOB/ml), pH, acidity (LA), dry matter (%) and sensory characteristics was insignificant ( $p>0.05$ ). In terms of physical, chemical and microbiological analysis results, all groups were found to exhibit acceptable features, whereas group C was not found to be acceptable in terms of its sensory characteristics.

**Keywords:** Sensory quality, kefir, chemical quality, whey.

## PEYNİR ALTI SUYUNUN KEFİRDE KULLANIM OLANAKLARI

### Özet

Orijinal bilimsel makale

Peynir altı suyu, süt teknolojisinde geniş bir üretim alanı bulan peynirin yapımı sonucu oluşan, yan ürün olarak nitelendirilen bir süt ürünüdür. Bu çalışmada peynir altı suyunun kullanım alanını artırmak amaçlanmıştır. Peynir altı suyunun probiyotik süt ürünü olan kefir üretiminde kullanımı incelenmiştir. Süte %2 oranında kefir danesi ve farklı oranlarda peynir altı suyu ilave edilerek fermentasyona bırakılmıştır. A grubu (%25 Peynir altı suyu), B grubu (%50 Peynir altı suyu), C grubu (%75 Peynir altı suyu) ve peynir altı suyu ilave edilmeyen K grubu olmak üzere 4 grup oluşturulmuştur. Grupların, +4 °C'deki depolamanın 1., 3., 5., 7., 14. ve 30. günlerindeki fizikokimyasal (pH, titrasyon asitliği, kuru madde, renk tayini, viskozite), mikrobiyolojik (*Lactococcus* spp., *Lactobacillus* spp., maya, toplam aerob mezofil bakteri sayısı (log KOB/ml)) ve duyuşal (görünüş, tekstür, koku ve tat) özellikleri incelenmiştir. Kefir örneklerinde peynir altı suyunun artan oranlarda kullanımının; yağ (%), viskozite (cp), renk değerleri ( $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$ ), laktik asit bakterileri ve maya sayısı (log KOB/ml) üzerine etkisi önemli bulunmuş ( $p<0.05$ ), toplam mezofil aerob bakteri sayısı (log KOB/ml), pH, asitlik (LA), kuru madde (%) ve duyuşal özellikleri üzerine etkisi önemli bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analiz bulguları açısından A, B ve K grubu örnekleri kabul edilebilir özellikte bulunurken, duyuşal analiz değerlendirmelerine göre C grubu kabul edilebilir özellikte bulunmamıştır.

**Anahtar kelimeler:** Kefir, kimyasal analizler, mikrobiyolojik analizler, peynir altı suyu.

### 1 Giriş

Günümüzde oldukça yaygın olan probiyotik süt ürünleri; kolesterol düşürücü, sindirim ve bağışıklık seviyesini düzenleyici, antikanserijen etki gibi sağlık üzerine olumlu birçok özelliklere sahiptir. Kefir, danesindeki bakteri ve mayaların simbiyotik ilişkisi

sonucu elde edilen probiyotik bir süt ürünüdür. Uçucu yağ asitleri, karbondioksit, alkol ve asit gibi fermentasyon ürünlerini içeren kefir, kıvamlı ve ferahlatıcı ekşi tada sahip olup, krema kıvamında, orta asitli (4.5 pH) ve köpüren yapıdadır [8,20].

Peynir altı suyu, probiyotik gıda üretiminde laktik asit bakterilerinin faaliyetleri için önemli miktarda laktoz

\* Corresponding author.

E-mail address: pnarbks3@gmail.com (P. Bekiş)

Received 20 April 2021; Received in revised form 20 May 2021; Accepted 31 May 2021

2587-1943 | © 2021 IJIEA. All rights reserved.

Doi: <https://doi.org/10.46460/ijiea.922816>

ihativa eder. Peynir altı suyu, süt teknolojisinde geniş bir üretim alanı bulan peynirin yapımı sonucu oluşan, sütçülük artığı veya yan ürünü olarak nitelendirilen bir süt ürünüdür. Peynir üretimi sırasında, pıhtı kesilip süzöldükten sonra geriye kalan, serum proteinleri, laktoz, kalsiyum, gibi besin ögelerini bünyesinde bulunduran, içeriğindeki riboflavinden ötürü sarımtırak-yeşil renkli bir sıvıdır [22].

Bu çalışmada peynir altı suyu ilave edilerek kefir yapılmış ve elde edilen yeni ürünün özellikleri incelenmiştir.

## 2 Materyal ve Metot

Çalışmada kullanılan 5 lt pastörize süt, Sivas'ta yerel bir işletmeden temin edilmiştir. Kefir yapımı için gerekli olan katı starter kültür (Kırgız, Türkiye) ve peynir altı suyu elde etmek için peynir yapımında kullanılan rennin enzimi (CG13052, Maxiren 180, Fransa) markasından alınmıştır. Deneysel örnekler muhafazanın 1., 3., 5., 7., 14 ve 30. günlerinde fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal açıdan incelenmiştir.

Kefir danelerinin aktifleştirilmesi: Ticari olarak alınan kefir kültürü %2 oranında 30 °C'de pastörize sütte pH 4.5'e düşene kadar ortalama 8 saat fermantasyona bırakılmıştır. Fermantasyon boyunca düzenli aralıklarla örnek alınarak kefir kültürünün mikroflorası belirlenmiştir. Fermantasyon sonrası stok kefir elde edilerek deneysel örneklere kullanılmıştır.

Peynir altı suyunun hazırlanması: Laboratuvar ortamında beyaz peynir üretimi yapılarak peynir altı suyu elde edilmiştir. Elde edilen peynir altı suyu 65 °C'de 30 dakika bekletilerek pastörize edilmiştir.

Deneysel örneklerin oluşturulması: Sıcaklığı 30 °C'ye düşürölen peynir altı suyu, sıcaklığı 30 °C'ye getirilmiş pastörize süte %25(A), %50(B) ve %75(C) oranlarında katılmıştır. K grubu peynir altı suyu içermeyen (sadece süt) kontrol grubu olarak hazırlanmıştır. Deneysel örneklere stok kefirden 20 ml olarak ilave edilmiş ve örnekler 30 °C'de pH 4. 5'e gelene kadar ortalama 12 saatinkübasyona bırakılmıştır. Fermantasyon süresinden sonra alınan örnekler muhafazanın 1. günü olarak analizlere alınmıştır. Depolama süresince örnekler +4 °C'de muhafaza edilmiş ve analizler uygulanmaya devam etmiştir.

### 2.1 Fizikokimyasal Analizler

Deneysel örneklerin pH değerleri pH metre (HANNA 2221,USA) ile daldırma yöntemi kullanılarak ölçölmüştür [15]. Titrasyon asitlik değerleri Anonim [2] standardına göre hesaplanmıştır. Renk analizleri; MİNOLTA CR-400 (Minolta Osaka, Japan) kullanılarak CIELAB Yöntemi ile kefir örneklerinin L\*, a\* ve b\* değerleri belirlenmiştir [14]. Örneklerinin viskozite değerleri Brookfield DV-II+ Pro cihazı kullanılarak tespit edilmiştir [19].

### 2.2 Mikrobiyolojik Analizler

Çalışmada kefir danesinin; toplam mezofil aerob canlı, *Lactobacillus* spp., *Lactococcus* spp., toplam maya-küf ve *Enterobacter* spp. yönünden sahip olduğu mikroflora incelenmiştir. Bu amaçla 30 °C'ye ısıtılmış

pastörize süte %2 oranında kefir kültürü inoköle edilmiş ve pH değeri 4,5'e düşene kadar düzenli aralıklarla örnek alınarak kefir mikroflorası incelenmiştir. *Lactobacillus* spp. için Man Rogosa Sharpe Agar (1106600500, Merck, Almanya), *Lactococcus* spp. için M17 Agar (1151080500, Merck, Almanya) besi yerine dökme plak yöntemiyle ekim yapılmış, 37 °C'de 48 saat anaerobik inkübasyona bırakılmıştır. Toplam aerob mezofil bakteri sayısı için Plate Count Agar (1054630500, Merck, Almanya) besi yerine, *Enterobacter* sayısı için Violed Red Bile Glucose Agar (1102750500, Merck, Almanya) besi yerine dökme plak yöntemiyle çift kat ekim yapılmış ve 37 °C'de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. Maya-küf sayımı için Wort Agar (1054480500, Merck, Almanya) besi yerine dökme plak yöntemiyle ekim yapılmış ve 25 °C'de 5 gün inkübasyona bırakılmıştır. Aynı analizler depolama boyunca deneysel örnekler üzerinde yapılmıştır [12,21].

### 2.3 Duyusal Analizler

Kefir örneklerinin duyuşal özellikleri 8 kişilik panelist tarafından, görünüş, tekstür, koku ve tat özelliklerine göre toplam 100 puan üzerinden değerlendirilmiştir [17,8].

### 2.4 İstatistiksel Analizler

Verilerin analizi, Statistical Analysis System (SAS) (Version 6.1, USD) paket programı kullanılarak yapılmıştır. Gruplar arası ve grup içi günler arası değerler karşılaştırılarak, veriler " peynir altı suyu miktarı x tekerrür sayısı x örnek sayısı " olacak şekilde 3x3x2 faktöriyel dizaynına uygun olarak fix etkiler ve değışkenler arası interaksiyonlar yönünden varyans analizine tabi tutulmuştur. General Linear Models (GLM) prosedürüne göre, Fisher' in en düşük kareler ortalamaları (LSD) testi kullanılmıştır. Tüm ortalamaların standart sapma değerleri hesaplanmıştır.

## 3 Sonuçlar ve Tartışma

### 3.1 Fizikokimyasal Analiz Sonuçları

Kefir örneklerin pH değerlerinin günlere göre değışimi Tablo 1'de verilmiştir. Muhafaza süresi boyunca gruplar arasındaki fark önemsiz bulunmuştur (p>0,05). Grup içi günlerde, B grubunda muhafazanın 1. ve 7. günleri arasındaki fark ile C grubunda muhafazanın 3. ve 14. günleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Kefir mikroflorasındaki laktik asit bakterileri ve bazı mayaların sütteki laktoz, galaktoz ve sitrati metabolize ederek pH değerinin azalmasına neden olduğunu düşünölmektedir. Güzeler ve Esmek [9], peynir altı suyu kullanarak kefir ürettikleri çalışmalarında pH değerlerini 4,30-4,09 arasında bulmuşlardır.

Kefir örneklerinin asitlik ve kuru madde değerleri Tablo 2'de verilmiştir. Deneysel örneklerdeki asitlik değeri açısından değerlendirildiğinde, grup içi ve gruplar arasındaki fark önemsiz bulunmuştur (p>0,05). Akal ve ark. [1], peynir altı suyu ilaveli kefir yaptıkları çalışmada, örneklerin asitlik değerini laktik asit cinsinden % 0,78-0,90 aralığında olduğunu tespit etmiştir. Dimitreli ve ark. [6], peynir altı suyu konsantratu ilavesinin kefirini incelediği

çalışmalarında peynir altı suyunun laktik asit miktarını artırdığını bildirmişlerdir.

Peynir altı suyu elde edilirken sütün pıhtılaşması sonucu kazein ve yağ bileşenleri peynire geçer. Bu nedenle peynir altı suyundaki kuru madde miktarı süttteki kuru madde miktarından daha azdır. Araştırma

bulgularımıza göre muhafaza süresi içerisinde grup içi kuru madde miktarlarında önemli bir değişiklik bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). Güzeler ve Esmek [9], peynir altı suyu içeren kefir örneklerinde depolama süresince kuru madde oranlarını %10,30-11,30 aralığında olduğunu bildirmişlerdir.

**Tablo 1.** Muhafaza süresi boyunca kefir örneklerinin pH değerleri

pH	Muhafaza süresi(gün)					
	pH değerleri					
Gruplar	1	3	5	7	14	30
K	4,69±0,3 <sup>a</sup>	4,16±0,3 <sup>b</sup>	4,11±0,3 <sup>b</sup>	4,09±0,2 <sup>b</sup>	4,06±0,3 <sup>b</sup>	3,90±0,3 <sup>b</sup>
A	4,44±0,3 <sup>a</sup>	4,17±0,2 <sup>a</sup>	4,08±0,3 <sup>ab</sup>	4,03±0,3 <sup>ab</sup>	3,93±0,3 <sup>b</sup>	3,96±0,3 <sup>b</sup>
B	4,42±0,2 <sup>a</sup>	4,13±0,4 <sup>ab</sup>	4,03±0,4 <sup>ab</sup>	3,97±0,3 <sup>b</sup>	3,97±0,4 <sup>b</sup>	3,90±0,2 <sup>b</sup>
C	4,34±0,3 <sup>a</sup>	4,10±0,3 <sup>a</sup>	3,98±0,3 <sup>ab</sup>	3,94±0,4 <sup>ab</sup>	3,87±0,2 <sup>b</sup>	3,79±0,4 <sup>b</sup>

\*K:Kontrol, A:%25 PAS, B:%50 PAS, C:%75 PAS (PAS: Peynir altı suyu)

\*a,b: Aynı satırda farklı üst simgeyi taşıyanlar istatistiksel bakımdan farklıdır ( $p<0,05$ ).

**Tablo 2.** Muhafaza süresi boyunca kefir örneklerinin asitlik ve kuru madde değerleri

%LA	Muhafaza süresi(gün)					
	Titrasyon asitlik değerleri					
Gruplar	1	3	5	7	14	30
K	0,63±0,3	0,59±0,3	0,64±0,4	0,64±0,3	0,68±0,2	0,73±0,4
A	0,65±0,4	0,63±0,3	0,64±0,3	0,64±0,3	0,67±0,3	0,71±0,3
B	0,65±0,3	0,68±0,3	0,67±0,3	0,65±0,3	0,65±0,2	0,68±0,3
C	0,56±0,3	0,56±0,2	0,63±0,3	0,58±0,4	0,61±0,3	0,64±0,2
%	Kuru madde miktarı					
K	11,35±0,4	10,79±0,3	10,97±0,4	10,94±0,5	10,66±0,3	10,60±0,3
A	10,45±0,5	10,04±0,3	9,79±0,3	9,62±0,3	9,57±0,3	9,05±0,4
B	8,49±0,3	9,09±0,4	8,82±0,3	8,64±0,4	8,74±0,2	8,09±0,2
C	7,88±0,3	7,15±0,3	6,90±0,3	6,83±0,3	7,72±0,4	6,55±0,3

\*K:Kontrol, A:%25 PAS, B:%50 PAS, C:%75 PAS (PAS: Peynir altı suyu)

Renk üç boyut ile ifade edilmektedir. L\* değeri parlaklığı (0:Siyah, 100: Beyaz), a\* değeri kırmızılık/yeşillik (-60: Yeşil, +60: Kırmızı) ve b\* değeri de sarılık/mavilik (-60: Mavi, +60: Sarı) ifade etmektedir [14]. Gruplar arasındaki L\* değerleri en yüksek K grubunda, en düşük C grubunda bulunmuştur. Bu durum peynir altı suyu oranının arttıkça beyazlık ve parlaklığı azalttığını göstermektedir ( $p<0,05$ ). Burucu [4], peynir altı suyu ilaveli ayran üzerine yaptığı çalışmada peynir altı suyu konsantrasyonlarının artan oranlarda kullanımının parlaklık değerinde azalmaya neden olduğunu tespit etmiştir. Tüm gruplarda a\* değerleri negatif olup en düşük

C grubunda bulunduğu görülmektedir. Negatif a\* değerlerinin yeşillik ifade ettiği göz önünde bulundurulduğunda yeşil renk yoğunluğunun en düşük K grubunda, en yüksek C grubunda olduğu görülmektedir ( $p<0,05$ ). Peynir altı suyunun, bileşimindeki riboflavin pigmentine bağlı olarak yeşillik artırdığı düşünülmektedir ( $p<0,05$ ). Gruplar arasındaki b\* değerleri farkı istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). b\* değerleri en düşük C grubunda bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Peynir altı suyunun sarılık azalttığı tespit edilmiştir. Bu durumun peynir altı suyundaki yağ oranının azlığıyla ilgili olduğu düşünülmektedir.

**Tablo 3a.** Muhafaza süresi boyunca kefir örneklerinin L\* değerleri

Gruplar	Muhafaza süresi(gün)					
	1	3	5	7	14	30
K	84,23±0,4 <sup>a</sup>	83,94±0,4 <sup>a</sup>	85,54±0,4 <sup>a</sup>	84,33±0,4 <sup>a</sup>	84,32±0,4 <sup>a</sup>	84,31±0,2 <sup>a</sup>
A	82,28±0,4 <sup>b</sup>	81,25±0,3 <sup>b</sup>	81,94±0,3 <sup>b</sup>	82,04±0,4 <sup>b</sup>	82,04±0,3 <sup>b</sup>	82,32±0,4 <sup>b</sup>
B	79,73±0,4 <sup>c</sup>	79,89±0,4 <sup>c</sup>	79,91±0,4 <sup>c</sup>	79,80±0,4 <sup>c</sup>	80,06±0,5 <sup>c</sup>	80,03±0,3 <sup>c</sup>
C	73,50±0,4 <sup>d</sup>	74,44±0,3 <sup>d</sup>	74,49±0,5 <sup>d</sup>	74,16±0,3 <sup>d</sup>	74,26±0,3 <sup>d</sup>	74,26±0,3 <sup>d</sup>

K:Kontrol, A:%25 PAS, B:%50 PAS, C:%75 PAS

\*a,b,c,d: Aynı sütunda farklı üst simgeyi taşıyanlar istatistiksel bakımdan farklıdır ( $p<0,05$ ).

**Tablo 3b.** Muhafaza süresi boyunca kefir örneklerinin a\* değerleri

Gruplar	Muhafaza süresi(gün)					
	1	3	5	7	14	30
K	-1,40±0,2 <sup>a</sup>	-1,41±0,2 <sup>a</sup>	-1,39±0,3 <sup>a</sup>	-1,39±0,2 <sup>a</sup>	-1,44±0,2 <sup>a</sup>	-1,41±0,2 <sup>a</sup>
A	-1,31±0,2 <sup>a</sup>	-1,39±0,2 <sup>a</sup>	-1,32±0,4 <sup>a</sup>	-1,37±0,2 <sup>a</sup>	-1,37±0,3 <sup>a</sup>	-1,42±0,3 <sup>a</sup>
B	-1,54±0,2 <sup>a</sup>	-1,63±0,2 <sup>a</sup>	-1,68±0,2 <sup>a</sup>	-1,70±0,3 <sup>a</sup>	-1,76±0,2 <sup>a</sup>	-1,79±0,4 <sup>a</sup>
C	-2,05±0,2 <sup>b</sup>	-2,00±0,2 <sup>b</sup>	-2,19±0,2 <sup>b</sup>	-2,17±0,4 <sup>b</sup>	-2,53±0,2 <sup>b</sup>	-2,53±0,2 <sup>b</sup>

K:Kontrol, A:%25 PAS, B:%50 PAS, C:%75 PAS

\*a,b,: Aynı sütunda farklı üst simgeyi taşıyanlar istatistiksel bakımdan farklıdır ( $p<0,05$ ).

**Tablo 3c.** Muhafaza süresi boyunca kefir örneklerinin b\* değerleri

Gruplar	1	3	5	7	14	30
K	6,71±0,2 <sup>a</sup>	6,82±0,2 <sup>a</sup>	6,79±0,2 <sup>a</sup>	6,70±0,2 <sup>a</sup>	6,70±0,3 <sup>a</sup>	6,65±0,3 <sup>a</sup>
A	6,84±0,2 <sup>a</sup>	6,94±0,2 <sup>a</sup>	7,00±0,1 <sup>a</sup>	7,05±0,2 <sup>a</sup>	7,05±0,2 <sup>a</sup>	7,00±0,1 <sup>a</sup>
B	6,07±0,2 <sup>a</sup>	6,56±0,2 <sup>a</sup>	6,70±0,3 <sup>a</sup>	6,68±0,2 <sup>a</sup>	6,48±0,2 <sup>a</sup>	6,49±0,2 <sup>a</sup>
C	6,25±0,2 <sup>a</sup>	5,51±0,3 <sup>b</sup>	5,86±0,3 <sup>b</sup>	5,29±0,2 <sup>b</sup>	5,42±0,2 <sup>b</sup>	5,42±0,3 <sup>b</sup>

K:Kontrol, A:%25 PAS, B:%50 PAS, C:%75 PAS

\*a,b: Aynı sütunda farklı üst simgeyi taşıyanlar istatistiksel bakımdan farklıdır (p&lt;0,05)

Kefir örneklerinin viskozite değerlerinin günlere göre değişimi ise Tablo 4'te verilmiştir. Muhafazanın tüm günlerinde, gruplar arası viskozite değerlerindeki değişim istatistiki açıdan önemli bulunmuştur (p<0,05). Bu durumun, kefirde bulunan mikroorganizmaların proteolitik aktiviteleri sonucu, süt proteinlerinin üç boyutlu yapısını zayıflatmış olabileceği ve kefir örneklerinin viskozitesini azaltılabileceğinden

kaynaklandığı düşünölmektedir. Peynir altı suyunun, örneklerin viskozitesini düşürdüğü tespit edilmiştir. (p<0,05). Peynir altı suyunda, viskoziteye etki eden β-kazein proteolitik aktivite sonucu parçalandığı için viskozite süte oranla daha düşüktür. Akal ve ark. [1], kefirde peynir altı suyu kullanımını inceledikleri çalışmalarında, peynir altı suyu oranının artmasıyla viskozitenin düştüğünü tespit etmişlerdir.

**Tablo 4.** Muhafaza süresi boyunca kefir örneklerinin viskozite değerleri

(cp)	Muhafaza süresi(gün)					
Gruplar	1	3	5	7	14	30
K	353,0±0,6 <sup>a,x</sup>	336,5±0,5 <sup>c,x</sup>	284,5±0,6 <sup>b,x</sup>	234,0±0,2 <sup>b,x</sup>	213,5±0,5 <sup>b,x</sup>	195,0±0,3 <sup>c,x</sup>
A	152,5±0,5 <sup>b,y</sup>	144,0±0,2 <sup>b,y</sup>	130,4±0,2 <sup>b,y</sup>	116,1±0,4 <sup>a,y</sup>	106,5±0,5 <sup>a,y</sup>	93,5±0,6 <sup>a,y</sup>
B	58,5±0,4 <sup>a,z</sup>	49,5±0,4 <sup>a,z</sup>	39,6±0,5 <sup>b,z</sup>	48,7±0,5 <sup>a,z</sup>	45,1±0,5 <sup>a,z</sup>	40,0±0,2 <sup>b,z</sup>
C	34,5±0,5 <sup>a,t</sup>	29,0±0,2 <sup>a,t</sup>	22,7±0,3 <sup>b,t</sup>	25,4±0,4 <sup>b,t</sup>	24,8±0,4 <sup>b,t</sup>	22,0±0,1 <sup>b,t</sup>

\*K:Kontrol, A:%25 PAS, B:%50 PAS, C:%75 PAS

\*a,b,c: Aynı satırda farklı üst simgeyi taşıyanlar istatistiksel bakımdan farklıdır (p&lt;0,05).

\*x,y,z,t: Aynı sütunda farklı üst simgeyi taşıyanlar istatistiksel bakımdan farklıdır (p&lt;0,05).

### 3.2 Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

Çalışmada kullanılan kefir kültürünün mikroflorası Tablo 5'te verilmiştir. Kefir kültüründe *Enterobacter* ve küf tespit edilmemiştir. Toplam mezofil aerob bakteri, laktik asit bakterileri ve mayaların sayısı muhafaza süresince artmıştır. Fermantasyonun ilk saatlerinde mayaların sayısı artarken sonlarına doğru ise laktik asit bakterilerinin sayısının arttığı görölmektedir. Başlangıçta yavaş gelişen laktik asit bakterileri süütün pH değerini düşüreceğinden ve asitlik geliştireceğinden mayaların üremesini teşvik etmiştir. Mayaların aktivitesi sonucu oluşan vitamin ve asitlerin laktik asit bakterilerin gelişimini desteklemesi nedeniyle fermantasyonun sonuna doğru laktik asit bakterilerinin gelişimi hızlanmıştır.

Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliği (Tebliğ No: 2009/25)'ne göre kefir; en az 10<sup>7</sup> toplam spesifik mikroorganizma (KOB/ml), en az 10<sup>4</sup> maya (KOB/ml)

içermelidir. Kefirde *E.coli* ve diğer patojen mikroorganizmalar bulunmamalı, küf sayısı 10<sup>2</sup>-10<sup>3</sup> log KOB/g arasında olmalıdır [2]. Buna göre stok kefirin belirlenen kriterler açısından uygun olduğu tespit edilmiştir.

Deneysel örneklerin maya sayısı Tablo 6'da verilmiştir. Başlangıçta düşük pH ortamı, besin bileşimi ve asitliğe bağlı olarak maya popölasyonu artış gösterirken ortamdaki besin bileşiminin tükenmesine bağlı olarak maya düzeyinde düşüş gözlemlenmiştir. Arslan [3], kefirde yapmış olduğu çalışmada maya sayısını 5,6-7,0 log KOB/ml aralığında saptamıştır. Çıray [5], piyasada satılan ticari kefirlerin mikrobiyal kalitesini incelediği çalışmada kefirdeki maya düzeyini 2,32-5,40 log KOB/ml aralığında bulmuştur. Araştırma bulgularımıza göre kefir örneklerinin maya sayısının yapılan çalışmalarla uyumlu olduğu görölmektedir

**Tablo 5.** Çalışmada kullanılan kefir danesinin mikroflorası

Kefir danesi mikroflorası	zaman(saatt)	pH	sayı(log KOB/ml)
Toplam mezofil aerob canlı	0	6,71	5,17
	4	5,35	6,8
	8	4,5	9,9
<i>Lactobacillus</i> spp.	0	6,71	4,8
	4	5,35	6,03
	8	4,5	7,3
<i>Lactococcus</i> spp.	0	6,71	4,95
	4	5,35	6,8
	8	4,5	9,9
Toplam maya sayısı	0	6,71	3,56
	4	5,35	6,95
	8	4,5	7

**Tablo 6.** Kefir örneklerinin muhafaza süresince toplam maya sayısı ( $\log_{10}$ KOB/ml)

		Muhafaza Süresi (Gün)						
		Gruplar	1	3	5	7	14	30
Toplam maya sayısı( $\log$ KOB/ml)	K		7,21±0,01 <sup>a,x</sup>	7,42±0,01 <sup>a,x</sup>	7,15±0,01 <sup>a,x</sup>	7,57±0,01 <sup>a,x</sup>	8,11±0,01 <sup>x</sup>	6,25±0,01 <sup>y</sup>
	A		7,08±0,01 <sup>a,y</sup>	7,07±0,01 <sup>a,y</sup>	6,63±0,01 <sup>b,z</sup>	6,54±0,01 <sup>b,z</sup>	8,12±0,01 <sup>a,x</sup>	6,36±0,01 <sup>a,z</sup>
	B		6,50±0,01 <sup>b,y</sup>	6,57±0,01 <sup>b,y</sup>	6,43±0,01 <sup>b,y</sup>	8,34±0,01 <sup>a,x</sup>	8,36±0,01 <sup>a,x</sup>	6,41±0,01 <sup>a,y</sup>
	C		6,43±0,01 <sup>b,y</sup>	6,50±0,01 <sup>b,y</sup>	7,85±0,01 <sup>a,x</sup>	7,90±0,01 <sup>a,x</sup>	7,95±0,01 <sup>a,x</sup>	6,22±0,01 <sup>a,y</sup>

K:Kontrol, A:%25 PAS, B:%50 PAS, C:%75 PAS

\*a,b,c: Aynı sütunda farklı üst simgeyi taşıyanlar istatistiksel bakımdan farklıdır (p&lt;0,05).

\*x,y,z: Aynı satırda farklı üst simgeyi taşıyanlar istatistiksel bakımdan farklıdır (p&lt;0,05).

Probiyotik süt ürünlerinin, fonksiyonel özelliklerini gösterebilmeleri için  $10^6$  ile  $10^8$  KOB/ml düzeyinde canlı sayısı içermesi ve depolama süresi boyunca da bu düzeyi korumaları gerekmektedir [18]. Araştırma bulgularına göre tüm örneklerin laktik asit bakteri sayısı tebliğe uyumlu bulunmuş olup Tablo 7a'da ve Tablo 7b'de verilmiştir. Peynir altı suyu oranındaki artışın laktik asit bakterileri sayısını istatistiki olarak önemli derecede azaltmadığı tespit edilmiştir (p>0,05). Buna neden olarak artan laktoz oranının su aktivitesini etkilediği ve laktik asit bakterilerinin çalışmasını yavaşlattığı düşünülmüştür. Ninane ve ark. [17], yaptıkları çalışmada *Lactobacillus* 8,14 log KOB/ml, Çıray [5], sade kefir örneklerinde

*Lactococcus* sayılarını 7,53-9,95 log KOB/ml düzeyinde saptamışlardır.

Kefir örneklerinin toplam mezofil aerob canlı sayısı Tablo 8'de verilmiştir. Muhafaza süresi boyunca grup içi günler ve gruplar arasındaki farkın önemsiz olduğu görülmektedir (p>0,05). Araştırma bulgularımıza göre peynir altı suyunun, toplam mezofil aerob canlı sayısını etkilemediği tespit edilmiştir. Taş ve ark. [14], yaptıkları bir çalışmada kefirde toplam mezofil canlı sayısını 9,08 log KOB/ml bulmuştur. Örneklerde muhafaza süresince *Enterobacter* sayısı tespit edilebilir düzeyin altında (<10 log KOB/ml) olarak bulunmuştur. Yapılan çalışmalarla mikrobiyolojik araştırma bulgularımızın uyumlu olduğu görülmüştür.

**Tablo 7a.** Kefir örneklerinin muhafaza süresince *Lactobacillus* spp. sayısı ( $\log_{10}$ KOB/ml)

		Muhafaza süresi(gün)						
		Gruplar	1	3	5	7	14	30
<i>Lactobacillus</i> spp. ( $\log$ KOB/ml)	K		9.22±0.3 <sup>a</sup>	9.34±0.3 <sup>a</sup>	8.89±0.1 <sup>a</sup>	8.50±0.1 <sup>a</sup>	9.82±0.1 <sup>a</sup>	9.41±0.3 <sup>a</sup>
	A		8.79±0.2 <sup>ab,x</sup>	9.10±0.2 <sup>a,x</sup>	8.21±0.1 <sup>ab,x</sup>	7.86±0.3 <sup>b,y</sup>	8.43±0.1 <sup>b,x</sup>	9.43±0.3 <sup>a,y</sup>
	B		8.51±0.1 <sup>ab</sup>	8.91±0.2 <sup>ab</sup>	9.11±0.2 <sup>a</sup>	8.84±0.3 <sup>a</sup>	9.34±0.2 <sup>a</sup>	9.21±0.1 <sup>a</sup>
	C		8.13±0.1 <sup>b,xy</sup>	8.11±0.3 <sup>b,xy</sup>	7.75±0.3 <sup>b,y</sup>	7.76±0.3 <sup>b,y</sup>	8.50±0.3 <sup>b,xy</sup>	9.36±0.2 <sup>a,x</sup>

K:Kontrol, A:%25 PAS, B:%50 PAS, C:%75 PAS

a,b,c: Aynı sütunda farklı üst simgeyi taşıyanlar istatistiksel bakımdan farklıdır (p&lt;0,05).

x,y,z: Aynı satırda farklı üst simgeyi taşıyanlar istatistiksel bakımdan farklıdır (p&lt;0,05).

**Tablo 7b.** Kefir örneklerinin muhafaza süresince *Lactococcus* spp. sayısı ( $\log_{10}$ KOB/ml)

		Muhafaza süresi(gün)						
		Gruplar	1	3	5	7	14	30
<i>Lactococ</i> spp. ( $\log$ KOB/ml)	K		9,76±0,1 <sup>a,x</sup>	8,33±0,1 <sup>b,y</sup>	9,78±0,1 <sup>a,x</sup>	9,78±0,1 <sup>a,x</sup>	9,69±0,2 <sup>a,x</sup>	9,35±0,2 <sup>a,x</sup>
	A		9,44±0,1 <sup>a,x</sup>	8,35±0,1 <sup>b,y</sup>	9,97±0,2 <sup>a,x</sup>	9,97±0,1 <sup>a,x</sup>	8,78±0,1 <sup>b,y</sup>	9,86±0,1 <sup>a,x</sup>
	B		9,88±0,1 <sup>a,x</sup>	9,42±0,1 <sup>a,x</sup>	9,46±0,1 <sup>a,x</sup>	9,49±0,1 <sup>a,x</sup>	9,60±0,1 <sup>a,x</sup>	9,30±0,1 <sup>a,x</sup>
	C		8,55±0,1 <sup>b,y</sup>	9,43±0,1 <sup>a,x</sup>	8,62±0,1 <sup>b,y</sup>	8,62±0,3 <sup>b,y</sup>	8,71±0,1 <sup>b,y</sup>	9,69±0,1 <sup>a,x</sup>

K:Kontrol, A:%25 PAS, B:%50 PAS, C:%75 PAS

\*a,b,c: Aynı sütunda farklı üst simgeyi taşıyanlar istatistiksel bakımdan farklıdır (p&lt;0,05).

\*x,y,z: Aynı satırda farklı üst simgeyi taşıyanlar istatistiksel bakımdan farklıdır (p&lt;0,05).

**Tablo 8.** Kefir örneklerinin muhafaza süresince toplam mezofil canlı sayısı ( $\log_{10}$ KOB/ml)

		Muhafaza süresi(gün)						
		Gruplar	1	3	5	7	14	30
Toplam mezofil aerob bakteri( $\log$ KOB/ml)	K		9,60±0,2	9,78±0,2	9,96±0,2	9,78±0,2	9,36±0,2	9,24±0,2
	A		9,13±0,2	9,03±0,3	9,34±0,1	9,56±0,2	9,07±0,3	9,43±0,1
	B		9,28±0,2	9,85±0,1	9,88±0,2	9,85±0,3	9,43±0,1	9,43±0,2
	C		9,23±0,2	9,43±0,2	9,86±0,3	9,43±0,1	9,40±0,3	9,44±0,3

K:Kontrol, A:%25 PAS, B:%50 PAS, C:%75 PAS

### 3.3 Duyusal Analiz Sonuçları

Kefir örneklerinin depolama boyunca duyusal özelliklerinden almış olduğu puanın günlere göre değişimi Tablo 9'da verilmiştir. Güzel-Seydim ve ark. [10] yapmış

oldukları çalışmaya göre iyi bir kefirin akıcı kıvamda, homojen ve parlak bir görünümde olmasını, topaklanma ve serum ayrılması olmaması gerektiğini ve hafif ekşi bir

tada sahip olup içildiğinde fermente tadın hissedilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Grupların muhafaza süresince duyusal analiz puanları arasındaki fark önemli bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). Gruplar arasında en beğenilen grup B grubu olmuştur. Peynir altı suyu oranının artması kefirde arzulan ekşi tadı baskıladı ve serum

ayrılmasını düşürdüğü gibi nedenlerle C grubunda en düşük puanı almıştır. K, A ve B gruplarında, kefir mikroflorasındaki laktik asit bakterilerinin ürettiği polisakaritlerin viskoziteyi artırmış ve serum ayırılmasını engellemiş olabileceği düşünülmüştür.

**Tablo 9.** Kefir örneklerinin görünüş ve tekstür üzerinden aldığı puanlar (35 puan üzerinden).

Görünüş ve Tesktür (35 puan üzerinden)				
	K	A	B	C
Günler	Puan	Puan	Puan	Puan
0	27,45	29,27	31,41	27,45
3	25,34	28,45	29,88	25,34
5	24,1	27,56	29,21	24,10
7	21,34	25,97	27,23	21,34
14	18,14	26,41	25,61	18,14
30	18,43	23,91	24,95	18,43
Koku (30 puan üzerinden)				
0	17,28	24,28	23,91	14,90
3	21,35	25,54	24,62	14,54
5	22,02	26,57	24,20	14,92
7	21,94	27,03	24,09	15,28
14	21,62	25,49	23,57	16,14
30	21,93	24,81	24,02	16,48
Tat (35 puan üzerinden)				
0	19,63	23,88	27,64	16,76
3	22,00	25,96	28,77	19,79
5	22,42	27,49	28,65	20,57
7	24,26	28,82	28,24	23,86
14	26,37	29,84	29,31	25,35
30	27,15	30,27	29,39	25,94

K:Kontrol, A:%25 PAS, B:%50 PAS, C:%75 PAS

#### 4 Sonuç

Peynir altı suyu kullanımının kefir örneğinde maya sayısını istatistiki olarak önemli derecede artırdığı ( $p<0,05$ ), laktik asit bakterileri sayısını istatistiki olarak önemli derecede azalttığı ( $p<0,05$ ), toplam mezofil aerob canlı sayısını ise muhafaza süresi boyunca grup içi günler arasında önemli ölçüde değiştirmedeği ( $p>0,05$ ) tespit edilmiştir. Örneklerin pH değerleri arasındaki fark gruplar arası günde muhafaza süresi boyunca önemsiz bulunmuştur ( $p>0,05$ ). K ve B grubu örneklerinin pH değerlerinde, muhafazanın 1. günü ile diğer günleri (3., 5., 7., 14. ve 30) arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Peynir altı suyunun, muhafaza süresince grup içi ve gruplar arasındaki asitlik ve kuru madde değerlerini istatistiki açıdan anlamlı olarak değiştirmedeği tespit edilmiştir ( $p>0,05$ ). Peynir altı suyunun  $L^*$  değeri (beyazlık ve parlaklık) ve  $b^*$  (sarılık) değerlerini azalttığı,  $a^*$  (yeşillik) değerini artırdığı tespit edilmiştir.  $L^*$  değerlerindeki azalış tüm örneklerde istatistiki açıdan önemli bulunmuş ( $p<0,05$ ),  $a^*$  değerlerindeki azalış B ve C grubunda,  $b^*$  değerlerindeki artış ise C grubunda istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Peynir altı suyu oranının artmasıyla tüm gruplarda viskozitenin

düştüğü tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ). Muhafazanın tüm günlerinde, gruplar arası viskozite değerlerindeki değişim istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Muhafaza süresince kefir örneklerinin, grup içi ve gruplar arası duyusal özelliklerinden aldıkları puan farkları istatistiki açıdan anlamsız bulunmuştur ( $p>0,05$ ).

#### Açıklamalar

Bu çalışma M-714 nolu proje kapsamında CÜBAP tarafından desteklenmiştir.

#### Kaynaklar

- [1] Akal, C., Türkmen, N., & Koçak, C. (2016). Kefir Üretiminde Peyniraltı Suyu Kullanımı. *Gıda/The Journal Of Food*, 41(5).
- [2] Gıda, T., & Bakanlığı, H. (2009). Türk gıda kodeksi fermente süt ürünleri tebliği. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Ankara, Türkiye, 25, 2009.
- [3] Arslan, A. A. (2015). Üretim parametrelerinin kefirin fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal özellikleri üzerine etkisi ile üretilen kefirlerin peptid profilinin belirlenmesi. Akdeniz Üniversitesi, Antalya.

- [4] Burucu, H. (2008). Peynir altı suyu ürünleri ile kappa karragenan kullanımının duyuşsal fiziko-kimyasal ve probiyotik özellikler üzerine etkisi. Selçuk Üniversitesi, Konya.
- [5] Çıray, Z. (2017). Piyasada satılan ticari kefirlerin mikrobiyal kalitesinin değerlendirilmesi. İstanbul Medipol Üniversitesi, İstanbul.
- [6] Dimitreli, G., Gregoriou, E. A., Kalantzidis, G., & Antoniou, K. D. (2013). Rheological properties of kefir as affected by heat treatment and whey protein addition. *Journal of Texture Studies*, 44(6), 418-423.
- [7] Ertekin, B., & Guzel-Seydim, Z. B. (2010). Effect of fat replacers on kefir quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(4), 543-548.
- [8] Garrote, G. L., Abraham, A. G., & De Antoni, G. L. (2001). Chemical and microbiological characterisation of kefir grains. *The Journal of dairy research*, 68(4), 639.
- [9] Güzeler, N., & Esmek, E. M. (2014). Kefir Kültürü Kullanılarak Üretilen Peynir Altı Sulu İçeceğin Bazı Özellikleri ve Depolama Süresinin Etkisi. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29(2), 29-42..
- [10] Guzel-Seydim, Z., Seydim, A. C., & Greene, A. K. (2000). Organic acids and volatile flavor components evolved during refrigerated storage of kefir. *Journal of Dairy Science*, 83(2), 275-277.
- [11] Irigoyen, A., Arana, I., Castiella, M., Torre, P., & Ibanez, F. C. (2005). Microbiological, physicochemical, and sensory characteristics of kefir during storage. *Food Chemistry*, 90(4), 613-620.
- [12] Hitchins, A. D. (1992). Coliforms-Escherichia coli and its toxins. *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*, 325-369.
- [13] Keskin, M., Setlek, P., & Demir, S. (2017, November). Use of color measurement systems in food science and agriculture. In *International Advanced Researches & Engineering Congress* (pp. 16-18).
- [14] Kök Taş, T., İlay, E., & Öker, A. (2014). Pekmez ve erik kullanılarak üretilen kefirlerin bazı kalite kriterlerinin belirlenmesi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2(2), 86-91..
- [15] Kurt, A., Çakmakçı, S., & Çağlar, A. (2003). Süt ve mamülleri muayene ve analiz metotları rehberi (Genişletilmiş 8. Baskı). *Atatürk Üniversitesi Yayınları*, Erzurum, 238s.
- [16] Heymann, H., & Lawless, H. T. (1999). *Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices* (first.).
- [17] Ninane, V., Berben, G., Romnee, J. M., & Oger, R. (2005). Variability of the microbial abundance of a kefir grain starter cultivated in partially controlled conditions. *Base*.
- [18] SAMONA, A., & Robinson, R. K. (1994). Effect of yogurt cultures on the survival of bifidobacteria in fermented milks. *International Journal of Dairy Technology*, 47(2), 58-60.
- [19] Shihata, A., & Shah, N. P. (2002). Influence of addition of proteolytic strains of *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* to commercial ABT starter cultures on texture of yoghurt, exopolysaccharide production and survival of bacteria. *International Dairy Journal*, 12(9), 765-772.
- [20] Simova, E., Beshkova, D., Angelov, A., Hristozova, T. S., Frengova, G., & Spasov, Z. (2002). Lactic acid bacteria and yeasts in kefir grains and kefir made from them. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 28(1), 1-6.
- [21] Swanson, K. M. J., Busta, F. F., Peterson, E. H., & Johnson, M. G. (1992). Colony count methods. *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*, 3, 75-95.
- [22] Üçüncü, M. (2004). A'dan Z'ye Peynir Teknolojisi (Cilt-II). *Meta Basım Matbaacılık İşleri*, İzmir.