








## Sütün Homojenizasyonunun Kefirin Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri Üzerine Etkisi

Firuze Ergin , Gülsüm Öz , Ümit Özmen , Şener Erdal , Eray Çavana , Ahmet Küçükçetin  

Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Antalya

*Geliş Tarihi (Received): 21.05.2017, Kabul Tarihi (Accepted): 25.07.2017*

✉ *Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): [kucukcetin@akdeniz.edu.tr](mailto:kucukcetin@akdeniz.edu.tr) (A. Küçükçetin)*

☎ 0 242 310 65 69 📠 0 242 310 63 06

### ÖZ

Bu çalışmada, tek veya çift kademeli dört farklı basınçta (15, 15/5, 30 ve 30/5 MPa) homojenize edilen sütlerden üretilen kefirlerin fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri belirlenmiştir. Kefir örnekleri 4°C'de 30 gün süreyle depolanmıştır. Kefirlerin kurumadde, kül, yağ ve protein içerikleri depolamanın 1. gününde; pH, titrasyon asitliği değerleri ile reolojik ve mikrobiyolojik özellikleri ise depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde belirlenmiştir. Ayrıca, farklı normlarda homojenize edilen sütlerde partikül boyutları belirlenmiştir. Homojenizasyon basıncı ile kademe sayısı arttıkça D[4,3] (µm) ve D[3,2] (µm) değerleri azalmış, spesifik yüzey alanı değerleri ise artmıştır. Kefir örneklerinde depolama süresi sonunda pH, viskozite, tiksotropi, kıvam katsayısı değerleri ile laktobasil, laktokok, toplam mezofilik aerob bakteri ve maya sayıları azalmıştır. Örneklerdeki en yüksek viskozite, tiksotropi, kıvam katsayısı değerleri, tek kademede 15 MPa basınçta homojenize edilen süttten üretilen kefir örneğinde, en yüksek laktobasil, laktokok ve maya sayıları homojenizasyon işlemi uygulanmayan süttten üretilen kefir örneklerinde saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Partikül boyutu, Homojenizasyon, Kefir

### Effect of Homogenization of Milk on Physicochemical and Microbiological Properties of Kefir

#### ABSTRACT

In this study, the physicochemical and microbiological characteristics of kefir produced from homogenized milk at four different pressures (15, 15/5, 30 and 30/5 MPa) in single-stage or two-stages were determined. Kefirs were stored at 4°C for 30 days. Dry matter, ash, fat and protein contents of samples were determined on the first day of storage while pH, titratable acidity and rheological and microbiological properties of samples were determined on the 1<sup>st</sup>, 15<sup>th</sup> and 30<sup>th</sup> days of storage. Moreover, particle sizes were determined in milk homogenized at different pressures. With an increase in the homogenization pressure and stage, the D[4,3] (µm) and D[3,2] (µm) values of milk samples increased while their specific surface area values decreased. At the end of the storage period, pH, viscosity, thixotropy and consistency coefficient values, lactobacilli, lactococci, total mesophilic aerobic bacteria and yeast counts decreased in kefir samples. The highest viscosity, thixotropy and consistency coefficient values were determined in samples produced at 15 MPa in a single-stage, and the highest counts of lactobacillus, lactococcus and yeast were in samples produced with non-homogenized milk.

**Keywords:** Particle size, Homogenization, Kefir

## GİRİŞ

Günümüzde sağlıklı beslenmeye olan ilginin artmasıyla diğer ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de fermente süt ürünleri tüketimi artmıştır. Yüzyıllardır doğallığını koruyarak günümüze kadar gelmiş sağlıklı ve lezzetli bir fermente süt ürünü olan kefir, sütte bulunan besin öğelerini bileşiminde içermektedir [1]. Yapılan çalışmalar, kefirin düzenli tüketiminin insan bağışıklık sistemini güçlendirdiğini, anti-alerjik ve anti-astimatik etki gösterdiğini, kanser riskini azalttığını, kolesterolü düşürdüğünü ve diyabet ile obeziteyi engellediğini göstermektedir [2]. Sağlıkla ilgili yararlarının yanında kefirin fiziksel özellikleri de tüketici tarafından kabul edilebilirliğini etkilemektedir [3]. Üretimde kullanılan sütün bileşimi, starter kültür çeşidi, süte uygulanan ısı işlemi ile homojenizasyon işlemi, inkübasyon sıcaklık ve süresi, soğutma ve depolanma koşulları gibi pek çok faktör kefir ve yoğurt gibi fermente süt ürünlerinin fizikokimyasal özelliklerini etkilemektedir [4]. Söz konusu faktörlerden biri olan homojenizasyon işlemi ile, süt içerisinde emülsiyon halde bulunan ve sürekli olmayan fazı oluşturan yağ globüllerinin daha küçük parçalara bölünerek yağın daha stabil hale getirilmesi, diğer bir ifade ile emülsiyon fazındaki yağ taneciklerinin sıvı faz içerisindeki doğal sedimantasyonunun durdurulması veya yavaşlatılması sağlanmaktadır [5].

Homojenizasyon, yağ globüllerinin ürün içerisinde homojen bir şekilde dağılmasını sağlayan ve ürünlerin kalitesini doğrudan etkileyen önemli bir işlemdir. Mekanik bir kuvvet etkisiyle yağ globüllerinin birbirleriyle birleşmeyecek biçimde parçalanması ilkesine dayanan homojenizasyon işlemi, ürünün pek çok özelliğini (aroma-tat, tekstür, görünüş, yapı gibi) etkilemektedir [6]. Homojenizasyon işleminin temel amacı, ürün içindeki yağ globüllerinin boyutunu 2 mm'nin altına düşürmektir [7]. Yapılan bu çalışmada, tek kademeli (15 ve 30 MPa) ve çift kademeli (15/5 ve 30/5 MPa) olmak üzere dört farklı normda homojenize edilen sütlerden üretilen kefirlerin bazı önemli kalite özellikleri karşılaştırmalı olarak ortaya konulmuştur.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Materyal

Kefir üretiminde kullanılan inek sütü Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi'ne bağlı Sığır Çiftliği'nden, kefir danesi Akdeniz Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nden temin edilmiştir. Kefir üretimi Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'ne ait laboratuvarlarda gerçekleştirilmiştir.

### Yöntem

#### Kefir Üretimi

Yapılan bu çalışmada kefir üretiminde kullanılmak üzere %2.7 yağ içeren ve toplam kurumaddesi %10.0'a standardize edilmiş sütler hazırlanmıştır. Standardize edilen ve homojenizasyon işlemi için 60°C'ye ısıtılan sütler laboratuvar tipi homojenizatör (Buffalo Series Homolab 2, H.P. Homogenizers FBF, Parma, İtalya)

kullanılarak tek veya çift kademeli olmak üzere toplam dört farklı şekilde homojenizasyon işlemine tabi tutulmuştur. Homojenizasyon işlemine tabi tutulmayan sütlerden üretilen kefir örnekleri çalışmanın kontrol grubunu oluşturmuştur. Tek kademeli homojenizasyon işlemine tabi sütler 15 veya 30 MPa basınçta, çift kademeli homojenizasyon işlemine tabi sütler ikinci kademe basıncı 5 MPa'da sabit olmak üzere birinci kademede 15 veya 30 MPa basınçta homojenize edilmiştir. Homojenize edilen ve edilmeyen sütler, 85°C'de 10 dakika ısıtılma işlemine tabi tutulmuş ve ısıtılma işlemi sonrasında 25°C'ye soğutulan süte %3 oranında kefir danesi ekilip 25°C'de inkübe edilmiştir. İnkübasyon işlemine tabi ürünlerin pH'sı 4.6'ya ulaştıkça son verilmiştir. İnkübasyon sonucunda kefir danelerinden arındırıldıktan sonra elde edilen kefir, 200 mL'lik kapaklı plastik ambalajlara doldurulmuş ve 4°C'de 30 gün boyunca depolanmıştır. Depolanmanın 1., 15. ve 30. günlerinde örneklerde fizikokimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır.

### Analizler

Üretimlerde kullanılan sütlerin toplam kurumadde içeriği (%) TS 1018 Çiğ Süt Standardı'nda verilen gravimetrik yöntemle [7], yağ içeriği (%) Gerber metoduna [8] göre, kül içeriği (%) ise gravimetrik yöntemle [10] tespit edilmiştir. Süt örneklerinin pH değerleri Orion 2 Star pH metre (Thermo Scientific, Bremen, Almanya) kullanılarak, protein içeriği (%) Kjeldahl metoduna göre [10], titrasyon asitliği (%) TS 1018 Çiğ Süt Standardı'nda belirtilen Soxhlet-Henkel yöntemi ile yapılmış olup sonuçlar % laktik asit cinsinden hesaplanmıştır [8]. Partikül boyutu analizi Jensen ve ark. [11]'nin belirttiği metoda göre lazer kırınımı prensibiyle çalışan Malvern Mastersizer 2000S (Malvern Instruments Ltd, Worcs, İngiltere) kullanılarak yapılmıştır. Yapılan partikül analizi sonucunda süt örneklerinin hacim ağırlıklı ortalama yarı çapları  $D[4,3]$  ( $\sum n_i \cdot d_i^4 / \sum n_i \cdot d_i^3$ ;  $n_i$ ,  $d_i$  çapındaki partikül sayısı), yüzey alanı ağırlıklı ortalama yarı çapları  $D[3,2]$  ( $\sum n_i \cdot d_i^3 / \sum n_i \cdot d_i^2$ ) ve spesifik yüzey alanları ( $6 \cdot \phi / D[3,2]$ ;  $\phi$ , süt yağının hacim oranı) tespit edilmiştir.

Kefir örneklerinin kurumadde miktarı TS 1018 Çiğ Süt Standardı'nda verilen yöntemle [8], yağ içeriği (%) Gerber yöntemine göre [9], kül miktarı gravimetrik yöntem kullanılarak [10], protein içeriği (%) Kjeldahl yöntemine [10] göre belirlenmiş ve örneklerin titrasyon asitliği değerleri % laktik asidi cinsinden hesaplanmıştır [10]. Kefir örneklerinin pH değerleri Orion 2 Star (Thermo Scientific, Singapur) marka pH metre kullanılarak tespit edilmiştir. Örneklere ait reolojik parametreler Tratnik ve ark. [12]'nin belirttiği yöntemle göre Brookfield R/S plus reometre kullanılarak (Brookfield, Middleboro, MA, ABD) yapılmıştır. Ölçümlerde "double gap concentric cylinder geometry" (DG 3) kullanılmıştır. Ölçüm sırasında su banyosu (Brookfield TC-502) kullanılarak örneklerin sıcaklığı 10°C'de sabit tutulmuştur. Kontrollü artan ve azalan kayma hızında örneklerin kayma gerilimleri ölçülmüştür. Kayma hızı 0.1'den 300 1/s arttırılarak 5 dakika çıkış ve 300'den 0.1 1/s azaltılarak 5 dakika iniş eğrileri belirlenmiştir. Örneklerin reolojik özellikleri, çıkış ve iniş eğrilerine ait veriler kullanılarak, üslü yasa modeline göre Rheo3000 (Rheotec

Messtechnik GmbH, Berlin, Almanya) yazılımı kullanılarak belirlenmiştir. Örneklerdeki tiksotropi iniş ve çıkış eğrilerinin arasında kalan alan Rheo3000 yazılımı kullanılarak hesaplanmıştır. Çıkış viskozite/kayma hızı eğrisindeki 50 1/s kayma hızındaki değer, Köksoy ve Kılıç [13]'a göre örneklerin görünür viskozite değerleri olarak alınmıştır. Kefir örneklerinde mikrobiyolojik ekimler yapılmadan önce 1/4 kuvvetinde Ringer çözeltisi kullanılarak aseptik şartlar altında uygun desimal seri dilüsyonlar hazırlanmıştır [14]. Kefir örneklerinde maya sayımı için Yeast Extract Glucose Chloramphenicol (YGC) Agar besi ortamı [15], toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı için Plate Count Agar (PCA) besi ortamı [16] laktobasil sayımı için De Man Rogosa Sharp (MRS) Agar besi ortamı [17] ve laktokok sayımı için M17 Agar besi ortamı [17] kullanılmıştır.

Kefir örneklerinin kurumadde, protein, kül ve yağ içerikleri depolamanın ilk gününde; pH, titrasyon asitliği değerleri ile reolojik ve mikrobiyolojik özellikleri ise depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde belirlenmiştir. Araştırma 2 tekerrürlü yapılmış olup, analizler paralelli olarak gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonuçları varyans analizine tabi tutulmuş ve farklı bulunan sonuçlar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile karşılaştırılmıştır [18].

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Kefir üretiminde kullanılan sütlerin ortalama kurumadde, toplam protein, yağ, kül, titrasyon asitliği (% laktik asit) ve pH değerleri sırasıyla  $11.49 \pm 0.05$ ,  $3.31 \pm 0.01$ ,  $2.80 \pm 0.00$ ,  $0.65 \pm 0.01$ ,  $0.17 \pm 0.02$  ve  $6.73 \pm 0.03$  olarak tespit edilmiştir. Türk Gıda Kodeksi Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği'ne göre inek sütlerinde protein miktarının en az %2.8 ve titrasyon asitliği değerinin laktik asit cinsinden % 0.135-0.20 arasında olması gerektiği bildirilmiştir [19]. Elde edilen sonuçlara göre kefir üretiminde kullanılan sütlerde belirlenen değerlerin, standarta belirtilen değerler ile uyumlu olduğu görülmüştür.

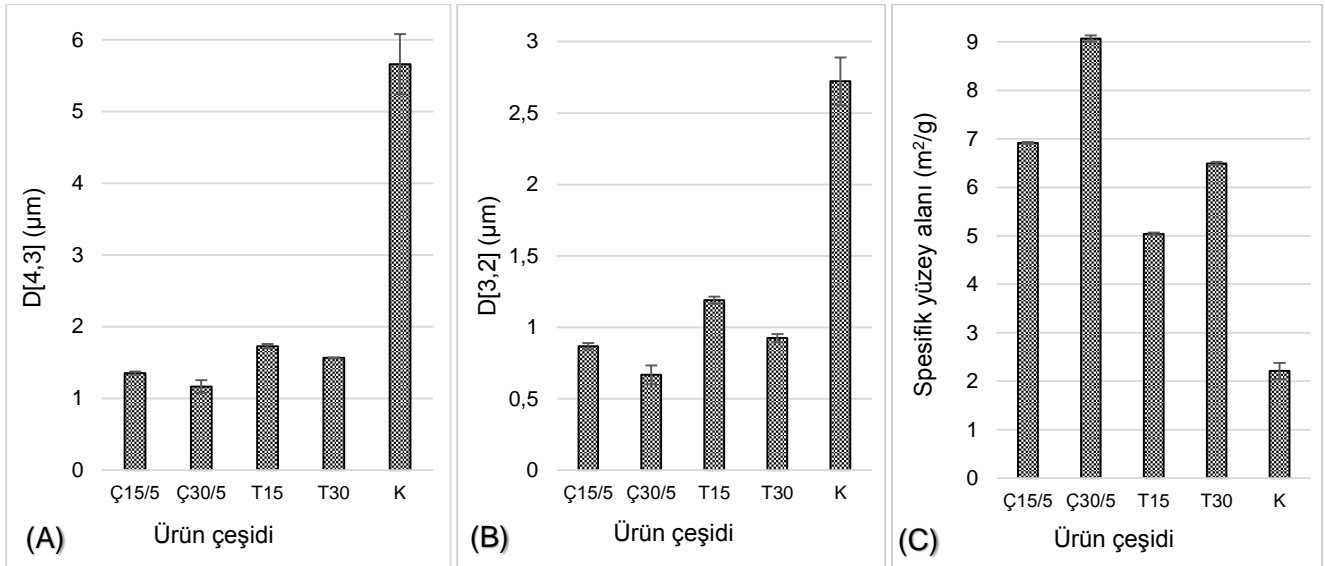
Sütlerde homojenizasyon işlemi sonrası yapılan yağ globülü partikül boyutu analiz sonuçları Şekil 1'de verilmiştir. Sütlerin D[4,3] ( $\mu\text{m}$ ), D[3,2] ( $\mu\text{m}$ ) ve spesifik yüzey alanı ( $\text{m}^2/\text{g}$ ) değerlerinin sırasıyla  $1.17 \pm 0.09$   $\mu\text{m}$  ile  $5.66 \pm 0.42$   $\mu\text{m}$ ,  $0.67 \pm 0.07$   $\mu\text{m}$  ile  $2.72 \pm 0.17$   $\mu\text{m}$  ve  $2.22 \pm 0.17$   $\text{m}^2/\text{g}$  ile  $9.07 \pm 0.07$   $\text{m}^2/\text{g}$  arasında değiştiği belirlenmiştir. Sütlere uygulanan homojenizasyon basıncı ile kademe sayısı arttıkça D[4,3] ( $\mu\text{m}$ ) ve D[3,2] ( $\mu\text{m}$ ) değerlerinin azaldığı, spesifik yüzey alanı değerlerinin ise arttığı saptanmıştır. Nguyen ve ark. [20] yaptıkları çalışmada, homojenizasyon işlemi uygulamadıkları ve 8 ile 16 MPa basınç uygulayarak homojenize ettikleri sütlerin D[4,3] değerlerinin sırasıyla  $5.3 \pm 0.1$ ,  $1.6 \pm 0.0$  ve  $1.0 \pm 0.1$   $\mu\text{m}$  olduğunu ve homojenizasyon basıncındaki artışın yağ globül boyutunu azalttığını tespit etmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada, homojenizasyon işlemi uygulanmayan ve 15 ile 30 MPa basınç uygulanarak homojenize edilen %2 oranında yağ içeren sütlerin D[3,2] değerlerinin sırasıyla 2.59, 1.64 ve 0.51  $\mu\text{m}$  olduğu ve homojenizasyon basıncının örneklerin D[4,3], D[3,2] ve spesifik yüzey

alanı değerleri üzerine  $P < 0.001$  düzeyinde etkili olduğu saptanmıştır [22]. Huppertz ve ark. [21] homojenize edilmemiş sütün ortalama spesifik yüzey alanının 1.9 ile 2.5  $\text{m}^2/\text{g}$  arasında değiştiğini ve homojenizasyon işleminin spesifik yüzey alanını arttırdığını bildirmişlerdir. Çalışmada tespit edilen değerlerin konu ile ilgili diğer çalışmalarla benzer olduğu belirlenmiştir [20,22].

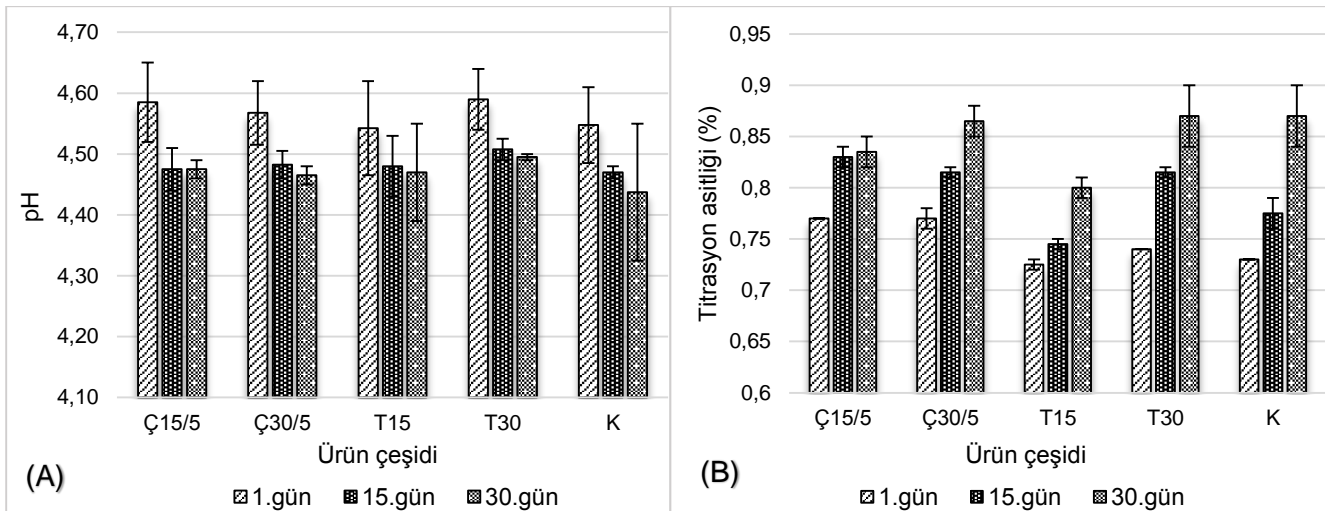
Kefir örneklerinin ortalama toplam kurumadde, protein, yağ ve kül değerleri sırasıyla  $10.65 \pm 0.24$ ,  $3.32 \pm 0.08$ ,  $2.78 \pm 0.15$  ve  $0.67 \pm 0.03$  olarak tespit edilmiştir. Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'ne göre kefirin protein miktarının en az %2.7, yağ oranının ise en fazla %10 olması gerekmektedir [23]. Elde edilen sonuçlara göre üretilen kefirlerde tespit edilen değerlerin, söz konusu tebliğde belirtilen değerler ile uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Şekil 2 (A)'da görüldüğü üzere 30 günlük depolama süresince üç farklı zamanda yapılan pH analizlerinde kefir örneklerinde belirlenen değerlerin 1. gün sonunda 4.54-4.59, 15. gün sonunda 4.47-4.51 ve 30. gün sonunda 4.44-4.50 arasında değiştiği saptanmıştır. Süte uygulanan farklı homojenizasyon işlemlerinin kefir örneklerinin pH değişimi üzerine etkilerinin istatistiksel olarak önemli olmadığı ( $P > 0.05$ ) belirlenirken, depolama süresince örnekler için pH değerlerinin azaldığı ve söz konusu azalmanın istatistiksel olarak önemli ( $P < 0.05$ ) olduğu tespit edilmiştir. Depolama süresince örneklerde görülen pH değerlerindeki azalmanın kefir üzerine yapılan diğer çalışmalarla uyumlu olduğu belirlenmiştir [24, 25].

Kefir örneklerinin titrasyon asitliği değerlerinin depolama süresince  $0.73$ - $0.87$  arasında değiştiği tespit edilmiştir (Şekil 2B). Depolamanın 1. gününde en düşük titrasyon asitliği değerini tek kademe 15 MPa basınçta homojenize edilen süttten üretilen kefir örneği ile homojenizasyon işlemi uygulanmayan sütlardan üretilen kefir örneği alırken, depolamanın 30. gününde en düşük titrasyon asitliği değerini tek kademe 15 MPa basınçta homojenize edilen süttten üretilen kefir örneği almıştır. Yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre 15 MPa basınçta homojenizasyon işlemi uygulanan sütlardan üretilen kefir örneklerinin ortalama titrasyon asitliği değerleri  $0.79$ ; 30 MPa basınçta homojenize edilen süttten üretilen kefir örneklerinin ortalama titrasyon asitliği değerleri ise  $0.81$  olarak belirlenmiş ve aradaki farklılığın istatistiksel olarak önemli olduğu ( $P < 0.05$ ) saptanmıştır. Süte uygulanan homojenizasyon kademesindeki ve basıncındaki artışın kefir örneklerinin titrasyon asitliği değerlerini arttırdığı belirlenmiştir ( $P < 0.05$ ). Söz konusu durumun homojenizasyon işleminin fermente süt ürünlerinde mikrobiyal gelişimi etkilemesinden kaynaklandığı değerlendirilmiştir [26]. Buna karşın, üretiminde kullanılan süte uygulanan homojenizasyon işleminin yoğurdun özellikleri üzerine etkisini belirlemeye yönelik bir çalışmada da homojenizasyon işleminin yoğurda depolama süresince sonradan oluşan asitlik gelişimini engellediği de belirtilmiştir [27].



Şekil 1. Farklı homojenizasyon basınçlarına tabi tutulan sütlerin ortalama (A): D[4,3] (µm), (B): D[3,2] (µm) ve (C): spesifik yüzey alanı (m<sup>2</sup>/g) değerleri [Ç15/5: İlk kademedede 15 MPa, ikinci kademedede 5 MPa basınçta homojenize edilen süt, Ç30/5: İlk kademedede 30 MPa, ikinci kademedede 5 MPa basınçta homojenize edilen süt, T15: Tek kademedede 15 MPa basınçta homojenize edilen süt, T30: Tek kademedede 30 MPa basınçta homojenize edilen süt, K: Homojenizasyon işlemi uygulanmayan süt. Her bir bar, farklı homojenizasyon normlarında homojenize edilen ve homojenize edilmeyen sütlere ait ortalama D[4,3] (µm), D[3,2] (µm) ve spesifik yüzey alanı (m<sup>2</sup>/g) değerlerini; hata çubukları standart sapma değerlerini göstermektedir.]



Şekil 2. Kefir örneklerine ait (A): pH ve (B): titrasyon asitliği değerleri [Ç15/5: İlk kademedede 15 MPa, ikinci kademedede 5 MPa basınçta homojenize edilen süttten üretilen kefir örneği, Ç30/5: İlk kademedede 30 MPa, ikinci kademedede 5 MPa basınçta homojenize edilen süttten üretilen kefir örneği, T15: Tek kademedede 15 MPa basınçta homojenize edilen süttten üretilen kefir örneği, T30: Tek kademedede 30 MPa basınçta homojenize edilen süttten üretilen kefir örneği, K: Homojenizasyon işlemi uygulanmayan süttten üretilen kefir örneği. Her bir bar, kefir örneklerinin farklı depolama günlerine ait ortalama pH ve titrasyon asitliği değerlerini; hata çubukları standart sapma değerlerini göstermektedir.]

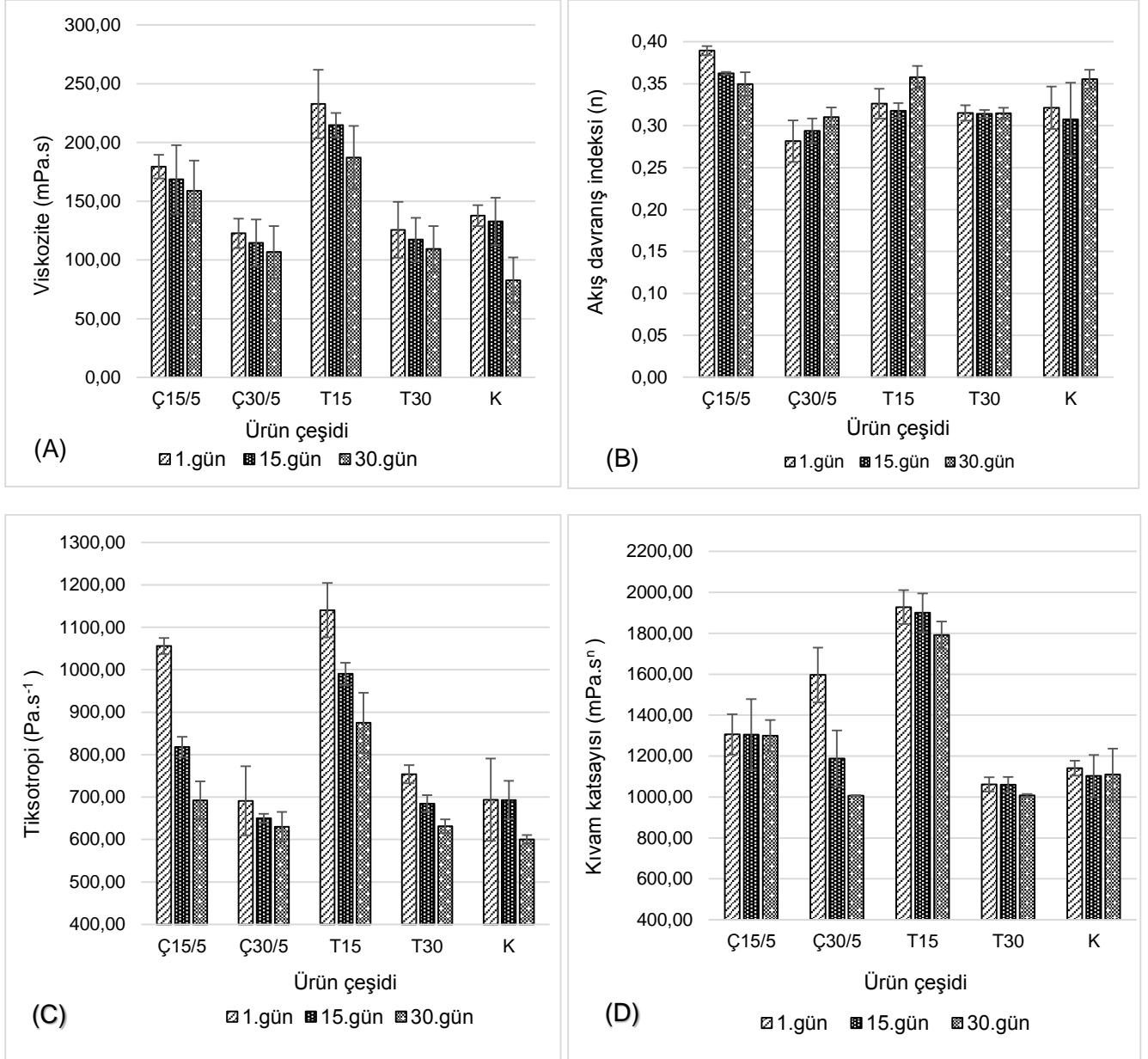
Şekil 3'de görüldüğü üzere kefir örneklerine ait viskozite, tiksotropi ve kıvam katsayısı değerlerinin sırasıyla 82.80 ile 232.80 mPa.s, 600.51 ile 1140.06 Pa.s<sup>-1</sup> ve 1006.50 ile 1927.90 mPa.s<sup>n</sup> arasında değiştiği belirlenmiştir. Akış davranış indeksi, akışkanların Newtoniyen akış davranışa yönelik eğilimini gösteren bir parametredir [28]. Çalışmamızda, kefir örneklerinin akış davranış indeksi (n) değerlerinin 0.28 ile 0.39 arasında değiştiği belirlenmiş, dolayısıyla da üretilen kefir örneklerinin Newtoniyen olmayan (n<1) psödoplastik akış davranışı gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Kefir örneklerinin reolojik ölçümlerine ait çıkış ve iniş eğrilerindeki kayma gerilimi ve kayma hızı değerlerine üslü yasa modeli uygulanmış ve model için elde edilen regresyon

katsayıları 0.91 ile 0.97 arasında değişkenlik göstermiştir. Ölçüm sırasında kefir örneklerine uygulanan kayma hızının kayma gerilimi ile doğru orantılı olmayıp, kayma geriliminin 1/n'ci üssüyle orantılı olması, kefir örneklerinin eşik kayma gerilimine sahip olmaması ve diğer modellere göre daha yüksek regresyon katsayılarının elde edilmesinden ötürü kefir örneklerinin üslü yasa modeline uyan akış davranışı gösterdiği tespit edilmiştir.

Reolojik ölçümlerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi sonucunda kefir örneklerinin viskozite, akış davranış indeksi, tiksotropi ve kıvam katsayısı değerleri üzerine incelenen ana varyasyon kaynaklarından

homojenizasyon basıncının  $P < 0.001$  düzeyinde etkili olduğu saptanırken, diğer bir ana varyasyon kaynağı olan homojenizasyon kademesinin kefir örneklerinin viskozite değerleri üzerine  $P < 0.05$  önem düzeyinde, akış davranış indeksi, tiksotropi ile kıvam katsayısı değerleri

üzerine ise  $P < 0.001$  önem düzeyinde etkili olduğu belirlenmiştir. Kefir örneklerinin viskozite ( $P > 0.05$ ), tiksotropi ( $P < 0.001$ ) ve kıvam katsayısı ( $P < 0.05$ ) değerlerinin depolama süresince azaldığı saptanmıştır.



Şekil 3. Kefir örneklerine ait (A): viskozite, (B): akış davranış indeksi, (C): tiksotropi, (D): kıvam katsayısı değerleri [Ç15/5: İlk kademe 15 MPa, ikinci kademe 5 MPa basınçta homojenize edilen süttten üretilen kefir örneği, Ç30/5: İlk kademe 30 MPa, ikinci kademe 5 MPa basınçta homojenize edilen süttten üretilen kefir örneği, T15: Tek kademe 15 MPa basınçta homojenize edilen süttten üretilen kefir örneği, T30: Tek kademe 30 MPa basınçta homojenize edilen süttten üretilen kefir örneği, K: Homojenizasyon işlemi uygulanmayan süttten üretilen kefir örneği. Her bir bar, kefir örneklerinin farklı depolama günlerine ait ortalama viskozite, akış davranış indeksi, tiksotropi ve kıvam katsayısı değerlerini; hata çubukları standart sapma değerlerini göstermektedir.]

Süte uygulanan homojenizasyon işlemi ile sütte bulunan yağ globüllerinin yüzey alanı artmakta ve süt yağı globül membranı, miktar olarak yeni oluşan yüzeyi kaplamakta yetersiz kalmaktadır. Parçalanmış yağ globüllerinin süt ortamındaki stabilizasyonu, homojenizasyon sırasında kazein misellerinin parçalanmasıyla meydana gelen kazein ve serum proteinlerinden oluşan yeni ve daha kalın bir tabaka ile sağlanmaktadır [29]. Yağ

globüllerinin süt içerisinde homojenizasyonu ile süt daha stabil hale gelmekte, süttün hidrofilik özellikleri iyileşmekte, reolojik özellikleri gelişmekte ve viskozitesi artmaktadır [22]. Tek kademe farklı homojenizasyon basınçları (15, 17, 19 ve 21 MPa) uygulanarak homojenize edilen süttten üretilen kefir örneklerinin reolojik özelliklerinin incelendiği bir çalışmada; süte uygulanan homojenizasyon basıncının 19 MPa'ya kadar

arttırılmasıyla birlikte ürünün elastik özelliğini gösteren depo modülü ( $G'$ ), viskoz özelliğini gösteren kayıp modülü ( $G''$ ) ve kompleks viskozite ( $\eta$ ) değerlerinin arttığı; ancak 21 MPa basınçta homojenize edilen sütte üretilen kefir örneklerinin  $G'$ ,  $G''$  ve  $\eta$  değerlerinin 15 MPa basınçta homojenize edilen sütte üretilen kefir örneklerinden daha düşük olduğu belirlenmiştir. Söz konusu durumun, sütün homojenizasyonu sırasında uygulanan yüksek basıncın yağ globüllerinin süt içinde aşırı dağılmasından ve dolayısıyla üründe kuvvetli bir yapının oluşması için ortamda bulunması gereken serbest kazein miktarının azalmasından kaynaklandığı belirtilmiştir [29]. Çalışmamızda, tek kademede 15 MPa basınçta homojenize edilen sütte üretilen kefir örneğine ait viskozite, tiksotropi ve kıvam katsayısı değerlerinin 30 MPa basınçta homojenize edilen sütlerden üretilen kefir örneklerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Tratnik ve ark. [12] tarafından yapılan bir çalışmada inek ve keçi sütüne farklı oranlarda peyniraltı suyu konsantresi ve inülin eklenerek üretilen kefir örneklerinin viskozite değerlerinin 42.20 ile 166.60 mPa.s, kıvam katsayısı değerlerinin 702 ile 4756 mPa.s<sup>n</sup> ve akış davranış indeksinin ise 0.27 ile 0.63 arasında değiştiği saptanmıştır. Söz konusu çalışmada, kefir örneklerine ait viskozite ve kıvam katsayısı değerlerinin depolama süresince azaldığı tespit edilirken, akış davranış indeksi değerleri ile depolama süresi arasında herhangi bir korelasyon belirlenmemiştir. Ayrıca çalışmada tüm kefir örneklerinin üslü yasa modeline uyan akış davranışı gösterdiği ve regresyon katsayılarının 0.96 ile 0.99 arasında değiştiği saptanmıştır. Yapılan bir başka çalışmada, değişik oranlarda (%0, 1.5 ve 3.5) yağ içeren sütlere farklı miktarlarda (%1.0, 3.0 ve 7.0) kefir danesi aşılanarak üretilen kefir örneklerinin reolojik özellikleri incelenmiştir. Kefir örneklerinin kıvam katsayısı ve akış davranış indeksi değerlerinin sırasıyla 21 ile 545 mPa.s<sup>n</sup> ve 0.56 ile 0.98 arasında değiştiği, depolama süresince tüm örneklerde kıvam katsayısı değerlerinin azaldığı saptanmıştır. Çalışmada tüm kefir örneklerinin psödoplastik ve üslü yasa modeline uyan akış davranışı gösterdiği belirlenmiştir. Depolama süresince kefir örneklerinin kıvam katsayısı ve viskozitelerinde meydana gelen azalmanın, polisakkarit üretiminden sorumlu laktobasilin sayısındaki düşüş ile birlikte kefirin hidrolizinden kaynaklanabileceği değerlendirilmiştir. Bununla beraber, depolama süresince kefirde bulunan mikroorganizmaların proteolitik aktivitelerinin sonucunda süt proteinlerinin üç boyutlu yapısının zayıflamasına bağlı olarak kefir örneklerinin viskozitesinin azalabileceği belirtilmiştir [30]. Çalışmamızda kefir örneklerinin reolojik özelliklerine ait değerler, genel olarak yapılan diğer çalışmalarla benzerlik göstermekle birlikte, ortaya çıkan bazı uyumsuzlukların kullanılan hammadde ve kefir danesi ile üretim yöntemi farklılıklarından kaynaklanabileceği şeklinde değerlendirilmiştir.

Yapılan mikrobiyolojik analizler sonucunda depolamanın ilk gününde kefir örneklerindeki laktobasil, laktokok, toplam mezofilik aerobik bakteri ve maya sayılarının sırasıyla 8.48-8.76, 8.72-8.91, 8.58-8.93 ve 5.48-5.94 log kob/g arasında değiştiği saptanmıştır. Depolamanın 30. gününde aynı örneklerdeki laktobasil, laktokok, toplam mezofilik aerobik bakteri ve maya sayıları

sırasıyla 6.85-7.58, 6.99-7.53, 7.13-7.85 ve 5.25-5.48 log kob/g arasında değişmiştir (Şekil 4).

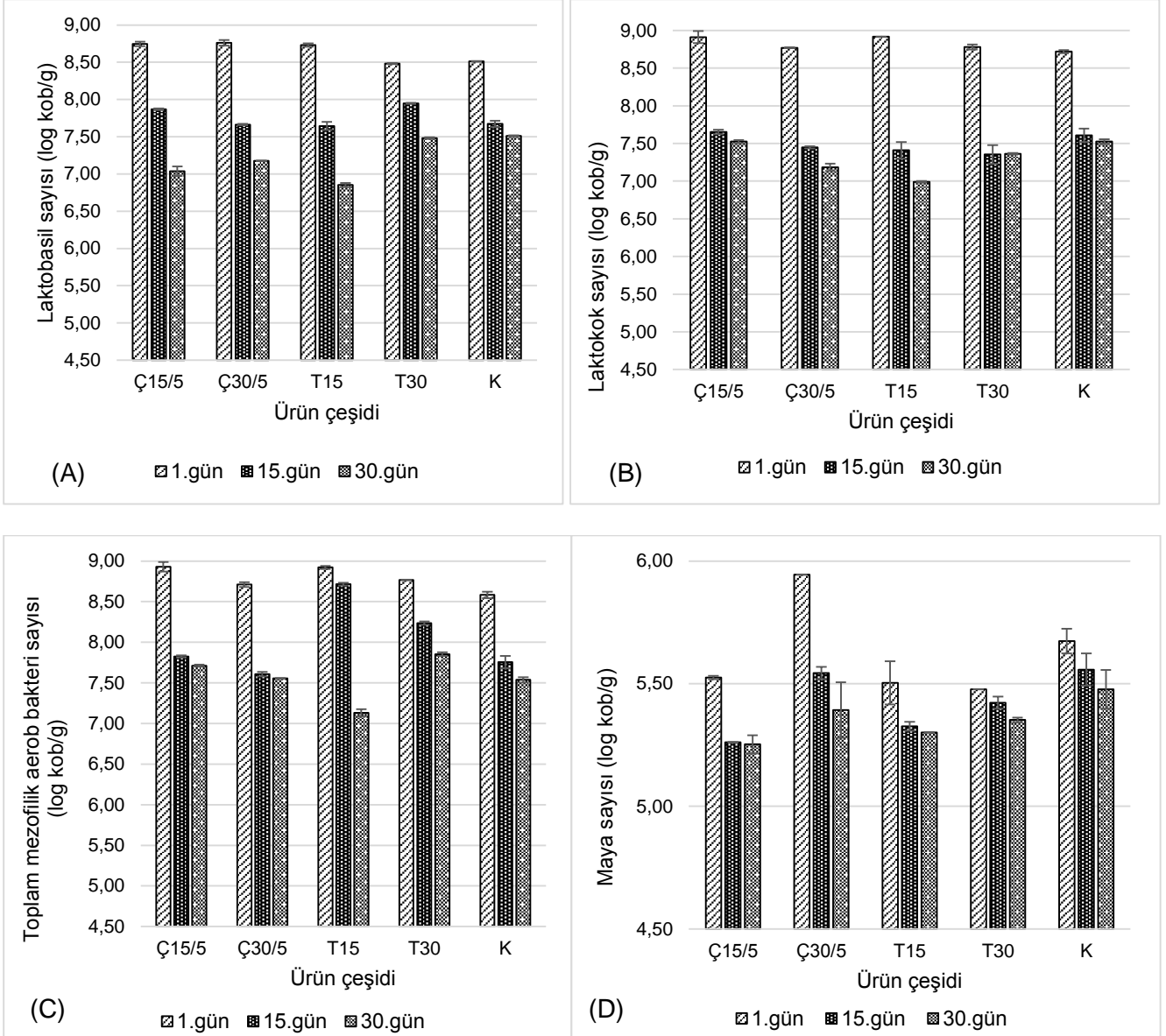
Mikrobiyolojik analizlerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi sonucunda, incelenen ana varyasyon kaynaklarından homojenizasyon kademe sayısının, kefir örneklerinde belirlenen toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı üzerine  $P<0.001$  önem düzeyinde, laktokok ve maya sayıları üzerine  $P<0.01$  önem düzeyinde etkisi olduğu; ancak laktobasil sayısı üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı ( $P>0.05$ ) tespit edilmiştir. Süte uygulanan homojenizasyon basıncının kefir örneklerinde belirlenen laktobasil ve maya sayıları üzerine  $P<0.001$  düzeyinde, toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı üzerine  $P<0.01$  önem düzeyinde ve laktokok sayısı üzerine  $P<0.05$  önem düzeyinde etkili olduğu saptanmıştır. Depolama zamanının kefir örneklerinde belirlenen mikroorganizmaların sayım sonuçları üzerine etkisinin  $P<0.001$  düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.

Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'nde kefirin toplam spesifik mikroorganizma sayısının en az  $10^7$  kob/mL, maya sayısının en az  $10^4$  kob/mL düzeylerinde olması gerektiği belirtilmektedir [23]. Çalışmamızda üretilen kefir örneklerinin 30 günlük depolama süresince maya sayım sonuçlarının söz konusu Tebliğ'de belirtilen değerler ile uyumlu olduğu görülmüştür.

Süte farklı oranlarda (%1 ve %5) kefir danesi aşılanarak üretilen kefir örneklerinin mikrobiyolojik özelliklerinin incelendiği bir çalışmada, başlangıçta  $10^8$  kob/mL olan laktobasil ve laktokok sayılarının depolamanın 14. gününe kadar 1.5 logaritmik birim azalma gösterdiği ve sonrasında 28 günlük depolama süresince sabit kaldığı; maya sayısının ise depolamanın başlangıcında  $10^5$  kob/mL düzeyinde olduğu ve depolama süresince değişmediği tespit edilmiştir [17]. Kefir üretiminde kullanılan inek ve keçi sütlerinden oluşan karışıma farklı yağ ikame maddelerinin ilavesinin üretilen kefirin mikrobiyal özellikleri üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada, kefir örneklerindeki laktobasil sayısının  $12 \times 10^7$ - $82 \times 10^7$  kob/mL, maya sayısının  $33 \times 10^1$ - $60 \times 10^3$  kob/mL ve toplam bakteri sayısının ise  $8 \times 10^7$ - $32 \times 10^8$  arasında değiştiği saptanmıştır [31]. Kök-Taş ve ark. [32] kefirin kalite karakteristikleri üzerine fermentasyon parametrelerinin etkisini inceledikleri çalışmaları sonucunda, 21 günlük depolama süresince kefir danesi kullanılarak üretilen kefir örneklerindeki laktobasil, laktokok ve maya sayılarının sırasıyla 8.0-9.2, 8.0-9.2 ve 5.1-5.3 log kob/mL arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Farklı yağ oranı ve starter kültür çeşidinin kefirin nitelikleri üzerine etkisinin incelendiği bir başka çalışmada ise hem kefir danesi hem ticari kefir starter kültürü kullanılarak üretilen kefir örneklerinde laktobasil, laktokok ve maya sayılarının sırasıyla 6.4-9.8, 5.9-9.6 ve 6.5-10.2 log kob/mL arasında değiştiği belirlenmiştir. Söz konusu çalışmada kefir örneklerinin mikroorganizma sayılarının genel olarak depolama süresince azalma gösterdiği tespit edilmiştir [33]. Çalışmamızda tespit edilen laktobasil ve laktokok sayılarının Irigoyen ve ark. [17], Kezer [31] ve Yıldız [33], tarafından yapılan çalışmalarda belirtilen değerlerle

benzerlik gösterdiği, Kök-Taş ve ark. [32]'nin bulduğu değerlerden ise düşük olduğu tespit edilmiştir. Çalışmamızda kefir örneklerinde belirlenen maya sayılarının Irigoyen ve ark. [17], Kezer [31], ve Kök-Taş ve ark. [32] tarafından belirlenen değerler ile benzerlik gösterdiği, Yıldız [33]'in değerlerinden ise düşük olduğu

belirlenmiştir. Kefir örneklerinde belirlenen bakteri ve maya sayılarındaki farklılıkların üretim yöntemleri ve üretimde kullanılan kefir danelerinin içermiş olduğu mikroorganizma farklılığından kaynaklanabileceği düşünülmüştür.



Şekil 4. Kefir örneklerine ait (A): laktobasil sayısı, (B): laktokok sayısı, (C): toplam mezofilik aerob bakteri sayısı, (D): maya sayısı [Ç15/5: İlk kademede 15 MPa, ikinci kademede 5 MPa basınçta homojenize edilen sütte üretilen kefir örneği, Ç30/5: İlk kademede 30 MPa, ikinci kademede 5 MPa basınçta homojenize edilen sütte üretilen kefir örneği, T15: Tek kademede 15 MPa basınçta homojenize edilen sütte üretilen kefir örneği, T30: Tek kademede 30 MPa basınçta homojenize edilen sütte üretilen kefir örneği, K: Homojenizasyon işlemi uygulanmayan sütte üretilen kefir örneği. Her bir bar, kefir örneklerinin farklı depolama günlerine ait ortalama laktobasil, laktokok, toplam mezofilik aerob bakterisi ve maya sayılarını; hata çubukları standart sapma değerlerini göstermektedir.]

Yüksek dinamik basınç (15-70 MPa) uygulanan farklı oranlarda yağ (%2-6) ve yağsız süt kurumaddesi (%2-8) içeren sütlerden üretilen yoğurtlarda *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* sayısı 60 günlük depolama süresinin sonunda incelenmiştir. *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *S. thermophilus* sayılarındaki azalmanın sırasıyla 0.16-1.10 ve 0.11-1.00 log kob/mL arasında değiştiği

saptanmıştır. Süte uygulanan homojenizasyon basıncındaki artış ile birlikte sütün yağ ve yağsız kurumadde oranlarına bağlı olarak *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *S. thermophilus* canlılıklarının olumsuz etkilendiği belirlenmiştir. En az oranda yağ ve yağsız süt kurumaddesi içeren sütlere uygulanan homojenizasyon basıncı artışının starter kültürlerin sayılarında azalmaya neden olduğu, en yüksek oranda yağ ve yağsız süt

kurumaddesi içeren sütlere uygulanan homojenizasyon basıncı artışının ise *S. thermophilus* sayısındaki azalmayı engellediği tespit edilmiştir [27]. Yüksek basınçta (200 ve 300 MPa) homojenize edilen sütlerle üretilen yoğurtlardaki *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *S. thermophilus* sayısının incelendiği başka bir çalışma sonucunda, depolamanın 14. gününde 200 MPa basınçta homojenize edilen sütlerden üretilen yoğurt örneklerinde *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısında yaklaşık 2.5 log kob/g azalma olduğu, homojenizasyon işlemi uygulanmayan sütlerden üretilen yoğurt örneklerinde ise *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısındaki azalmanın yaklaşık 0.3 log kob/g olduğu saptanmıştır. Söz konusu durumun 200 MPa basınçta homojenize edilen sütlerden üretilen yoğurt örneklerinde starter kültürler için toksik etki gösterebilecek pirüvat birikiminden kaynaklanabileceği belirtilmiştir [34]. Çalışmamızda, homojenizasyon işlemi uygulanmayan sütten üretilen kefir örneklerindeki laktobasil, laktokok ve maya sayılarının homojenize edilen sütten üretilen kefir örneklerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

## SONUÇ

Bu çalışmada, süte uygulanan farklı normlardaki homojenizasyon işlemlerinin kefir örneklerinin pH değişimi üzerine etkilerinin istatistiksel olarak önemli olmadığı ( $P>0.05$ ) belirlenmiştir. Tüm kefir örneklerinin üslü yasa modeline uyan akış davranışı gösterdiği ve en yüksek viskozite, tiksotropi, kıvam katsayısı değerlerinin, tek kademe 15 MPa basınçta homojenize edilen sütten üretilen kefir örneğine ait olduğu tespit edilmiştir. Homojenizasyon işlemi uygulanmayan sütten üretilen kefir örneklerindeki laktobasil, laktokok ve maya sayılarının homojenize edilen sütten üretilen kefir örneklerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Depolama süresince kefir örneklerindeki laktobasil, laktokok, toplam mezofilik aerob bakteri ve maya sayılarının azaldığı saptanmıştır. Tüm bu bilgiler ışığında, üretimlerinde kullanılacak sütlere tek ve çift kademeli olmak üzere farklı homojenizasyon basınçlarının uygulanmasının kefir örneklerinin fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine etkilerinin olduğu ortaya konulmuştur. Kefir üretiminde kullanılacak süte tek kademe ve 15 MPa basınçta homojenizasyon işlemi uygulanması, kefirin yapı ve kıvam özelliklerini olumlu yönde geliştirmiştir. Süte uygulanan homojenizasyon işleminin, fermente ürünlerin fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine etkisi, üretimde kullanılan sütün özelliklerine (elde edildiği hayvan türü, kurumadde ve yağ oranı vb.) ve homojenizasyon sırasında uygulanan farklı normlara (homojenizasyon basıncı, kademesi, sıcaklığı vb.) bağlı olarak değişebilmektedir. Kefirin kalite özelliklerinin geliştirilmesi için yapılacak çalışmalarda üretiminde kullanılacak sütün özelliklerinin ve süte uygulanacak homojenizasyon işlemi normlarının birlikte ele alınması gerektiği sonucuna varılmıştır.

## KAYNAKLAR

[1] Ertekin, B., 2008. Yağ İkame Maddelerinin Kullanımının Kefirin Kalite Kriterleri Üzerine Etkisi.

- Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demiral Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 89 s.
- [2] Kim, D.H., Kim, H., Jeong, D., Kang, B., Chon, J.V., Kim, H.S., Song, K.Y., Seo, K.H., 2017. Kefir alleviates obesity and hepatic steatosis in high-fat diet-fed mice by modulation of gut microbiota and mycobiota: targeted and untargeted community analysis with correlation of biomarkers. *Journal of Nutritional Biochemistry* 44: 35-43.
- [3] Yovanoudi, M., Dimitreli, G., Raphaelides, S.N., Antoniou, K.D. 2013. Flow behavior studies of kefir type systems. *Journal of Food Engineering* 118: 41-48.
- [4] Bensmira, M., Jiang, B., 2010. Effect of some operating variables on the microstructure and physical properties of a novel kefir formulation. *Journal of Food Engineering* 108: 579-584.
- [5] Metin, M., 2009. Süt Teknolojisi Sütün Bileşimi ve İşlenmesi. Ege Üniversitesi Basım Evi. 127, 172-176, 552 ss Bornova, İzmir.
- [6] Biasutti, M., Venir, E., Marino, M., Maifreni, M., Innocente, N., 2013. Effects of high pressure homogenisation of ice cream mix on the physical and structural properties of ice cream. *International Dairy Journal* 32(1): 40-45.
- [7] Tamaçay Özünlü, B.T., Koçak, C. 2010. Sütte farklı homojenizasyon basınçları uygulamanın ayran kalitesine etkisi. *Gıda* 35(3): 189-195.
- [8] Anonim, 1994. TS 1018 Çiğ İnek Sütü Standardı. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 14 s.
- [9] Anonim, 1995. TS 8189 Sütte Yağ Tayini-Gerber Metodu (Rutin Metod) Standardı. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 10 s.
- [10] Kurt, A., Çakmakçı, S., Çağlar, A., 1993. Süt ve Mamulleri Muayene ve Analiz Metotları Rehberi. Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 252, Erzurum.
- [11] Jensen, S., Rolln, C., Ipsen, R. 2010. Stabilisation of acidified skimmed milk with hm pectin. *Food Hydrocolloids* 24: 291-299.
- [12] Tratnik, L., Bozanic, R., Herceg, Z., Drgalic, I. 2006. The quality of plain and supplemented kefir from goat's and cow's milk. *International Journal of Dairy Technology* 59: 40-46.
- [13] Köksoy, A., Kılıç, M. 2004. Use of hydrocolloids in textural stabilization of a yoghurt drink, ayran. *Food Hydrocolloids* 18: 593-600.
- [14] Anonymous, 2001. Milk and milk products-general guidance for the preparation of test samples, initial suspensions and decimal dilutions for microbiological examination. *International Dairy Federation Standard*, Belgium, 122: 12 p.
- [15] Witthuhn, R.C., Schoeman, T., Cilliers, A., Britz, T.J., 2005. Impact of preservation and different packaging conditions on the microbial community and activity of kefir grains. *Food Microbiology* 22: 337-344.
- [16] Mainville, I., Montpetit, D., Durand, N., Farnworth, E.R., 2001. Deactivating the bacteria and yeast in kefir using heat treatment, irradiation and high pressure. *International Dairy Journal* 11: 45-49.
- [17] Iriyogen, A., Arana, I., Castiella, M., Torre, P., Ibañez, F.C., 2005. Microbiological, physicochemical and sensory characteristics of kefir during storage. *Food Chemistry* 90: 613-620.



- [18] Düzgüneş, O., Kesici, T. Kavuncu, O. Gürbüz, F., 1987. Araştırma ve Deneme Metotları (İstatistik metodları-II). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 1021, 381 s., Ankara.
- [19] Anonim, 2006. Türk Gıda Kodeksi Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliğinde Değişiklik Yapılması Hakkında Tebliğ, No: 2006/38.
- [20] Nguyen, H.T., Ong, L., Kentish S.E., Gras, S.L., 2015. Homogenisation improves the microstructure, syneresis and rheological properties of buffalo yoghurt. *International Dairy Journal* 46: 78-87.
- [21] Huppertz, T., Fox, P.F., de Kruif, K.G., Kelly, A.L., 2006. High pressure-induced changes in bovine milk proteins: A review. *Biochimica et Biophysica Acta* 1764: 593-598.
- [22] Yalçın, S., 2016. Homojenizasyon ve Isıl İşlem Uygulamalarının Farklı Oranlarda Yağ İçeren Sütlerden Üretilen Ayranın Fizikokimyasal Ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya, 67 s.
- [23] Anonim, 2009. Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği, No: 2009/25.
- [24] Öner, Z., Karahan, A.G., Çakmakçı, M.L. 2010. Effects of different milk types and starter cultures on kefir. *Gıda* 35(3): 177-182.
- [25] Songun, E.G., 2016. İnülin Takviyesi ile Üretilmiş İnek-Keçi Sütü Kefirinin Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir, 65 s.
- [26] Patrignani, F., Lucci, L., Lanciotti, R., Vallicelli, M., Maina Mathara, J., Holzappel, W.H., Guerzoni, M.E., 2007. Effect of high-pressure homogenization, nonfat milk solids, and milkfat on the technological performance of a functional strain for the production of probiotic fermented milks. *Journal of Dairy Science* 90: 4513-4523.
- [27] Lanciotti, R., Vannini, L., Pittia, P., Guerzoni, M.E., 2004. Suitability of high-dynamic-pressure-treated milk for the production of yoghurt. *Food Microbiology* 21: 753-760.
- [28] Dimitreli, G., Gregoriou, E.A., Kalantzidis, G., Antaniou, K.D., 2013. Rheological properties of kefir as affected by heat treatment and whey protein addition. *Journal of Texture Studies* 1-6.
- [29] Bensmira, M., Nsabimana, C., Jiang, B., 2010. Effects of fermentation conditions and homogenization pressure on the rheological properties of Kefir. *LWT-Food Science and Technology* 43: 1180-1184.
- [30] Magra, T.I., Antoniou, K.D., Psomas, E.I., 2012. Effect of milk fat, kefir grain inoculum and storage time on the flow properties and microbiological characteristics of kefir. *Journal of Texture Studies* 1-10.
- [31] Kezer, G., 2013. İnek ve Keçi Sütü Karışımından Yapılan Kefirlerin Fizikokimyasal, Mikrobiyal ve Duyusal özellikleri Üzerine Yağ İkame Maddelerinin Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 73 s.
- [32] Kök-Taş T., Seydim, A.C., Özer, B., Güzel-Seydim, Z.B., 2013. Effects of different fermentation parameters on quality characteristics of kefir. *Journal of Dairy Science* 96(2): 780-789.
- [33] Yıldız, F., 2009. Farklı Yağ Oranlarının ve Farklı Starter Kültürlerin Kefirin Nitelikleri Üzerine Etkisi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 200 s.
- [34] Serra, M., Trujillo, A. J., Guamis, B., Ferragut, V., 2009. Flavour profiles and survival of starter cultures of yoghurt produced from high-pressure homogenized milk. *International Dairy Journal* 19: 100-106.