

## Probiyotik Bakteri İçeren Ayranın Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri

Şule Azime Yeniçeri<sup>1</sup> , Emine Mine Çomak Göçer<sup>2</sup> , Ahmet Küçükçetin<sup>3</sup> 

<sup>1</sup>Siirt Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Siirt

<sup>2</sup>Akdeniz Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Antalya

<sup>3</sup>Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Antalya

Geliş Tarihi (Received): 27.11.2021, Kabul Tarihi (Accepted): 22.12.2021

✉ 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, probiyotik bakteriler olarak *Lactobacillus acidophilus* ATCC 4356 veya *Bifidobacterium bifidum* DSM 20456 kullanılarak iki farklı üretim yöntemi ile üretilen probiyotik ayran örneklerinin fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri belirlenmiştir. Çalışmada içilebilir nitelikte su ile kurumadesi ayarlanan sütün fermente edildikten sonra tuz ilave edilmesiyle ayran üretimi (standardize süttten ayran üretimi) ve probiyotik yoğurda içilebilir nitelikte su ve tuz ilave edilmesiyle ayran üretimi (yoğurttan ayran üretimi) olmak üzere iki farklı üretim yöntemi kullanılmıştır. Üretiminde probiyotik bakteri kullanılmayan ayran örnekleri çalışmanın kontrol gruplarını oluşturmuştur. Ayran örnekleri 4°C'de 30 gün süresince depolanmıştır. Üretim yönteminin ayran örneklerinin fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerinde önemli etkisi olduğu saptanmıştır. Standardize süttten üretilen ayran örneklerinin titrasyon asitliği ve viskozite değerlerinin yoğurttan üretilen ayran örneklerine göre daha düşük, serum ayrılması ve pH değerlerinin ise daha yüksek olduğu bulunmuştur. Depolama süresince, üretiminde *L. acidophilus* kullanılan ayran örneklerindeki *L. acidophilus* sayısının 7.6-8.7 log kob/mL arasında değiştiği, üretiminde *B. bifidum* kullanılan ayran örneklerindeki *B. bifidum* sayısının ise 6.9-8.7 log kob/mL arasında değiştiği saptanmıştır. Üretimlerinde probiyotik bakteri kullanılan ayran örneklerinin 30 günlük depolama sonunda >10<sup>6</sup> kob/mL probiyotik bakteri içerdiği tespit edilmiştir. Sonuç olarak, probiyotik ayran üretiminde her iki probiyotik bakterinin de kullanılabileceği, ancak üretim yöntemi olarak yoğurttan ayran üretiminin daha uygun olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Ayran, Probiyotik, Üretim yöntemi, Kalite özellikleri

### Physicochemical and Microbiological Properties of Ayran Drinks Containing Probiotic Bacteria

#### ABSTRACT

In this study, the physicochemical and microbiological properties of probiotic ayran samples produced by two different production methods using *Lactobacillus acidophilus* ATCC 4356 or *Bifidobacterium bifidum* DSM 20456 as probiotic bacteria were determined. Two different production methods were the one produced by adding salt after fermented milk whose total solids content is adjusted by drinkable water (ayran production from standardized milk) and the other produced by adding drinkable water and salt to probiotic yoghurt (ayran production from yoghurt). Ayran samples containing no probiotic bacteria were control groups of the study. Ayran samples were stored at 4°C for 30 days. It was determined that the production method had a significant effect on the physicochemical and microbiological properties of ayran samples. The titratable acidity and viscosity values of ayran samples produced from standardized milk were lower, and their serum separation and pH values were higher than those produced from yoghurt. During storage, the count of *L. acidophilus* in ayran samples produced using *L. acidophilus* ranged from 7.6 to 8.7 log cfu/mL, and the count of *B. bifidum* in ayran samples produced using *B. bifidum* ranged from 6.9 to 8.7 log cfu/mL. Ayran samples produced

using probiotic bacteria contained  $>10^6$  cfu/mL probiotic bacteria after 30 days of storage. Results indicated that both probiotic bacteria could be used in the production of probiotic ayran, but the ayran production from yoghurt was more suitable as a production method.

**Keywords:** Ayran, Probiotic, Production methods, Quality properties

## GİRİŞ

Süt insan beslenmesi açısından benzersiz bir gıdadır [1]. Protein, kalsiyum, magnezyum ve fosfor kaynağı olarak bilinen süt, zengin besin maddesi içeriğiyle aynı zamanda mikrobiyal gelişimi de desteklemektedir [2, 3]. Bu nedenle sütün uzun süre muhafazasını sağlayabilmek için çeşitli ürünlere işlenmesi gerekmektedir [4]. Bu amaçla fermantasyon teknolojisi yaygın bir şekilde kullanılmaktadır [5]. Fermantasyon teknolojisi ile hem raf ömrü uzun hem de karakteristik tat, aroma ve yapıya sahip süt ürünleri üretilebilmektedir [6]. Bu ürünlerden biri olan ayran, TS 6800 Ayran Standardı'nda "Yoğurda içilebilir nitelikte su ve gerektiğinde tuz veya süte içilebilir nitelikte su, yoğurt bakterileri katılıp, fermantasyon işleminden sonra gerektiğinde tuz ilavesi ile tekniğine uygun olarak üretilen fermente bir süt ürünü" olarak tanımlanmaktadır [7]. Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliği'ne göre ise ayran, yoğurda su katılarak veya kurumaddesi ayarlanan süte *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un kültürleri katılarak hazırlanan fermente süt ürünüdür [8]. Ayran, yoğurdun tüm besleyici özelliklerini, ilave edilen su miktarına bağlı olarak değişen düzeylerde içermektedir [9, 10]. Bazı ülkelerde ayran benzeri, viskozitesi düşük ve yoğurt grubunda değerlendirilen ürünler üretilmekte ve "içilebilir yoğurt" veya "laktik içecek" olarak adlandırılmaktadır [11].

Vücudtaki kronik rahatsızlıklar gibi çeşitli sağlık sorunlarının giderilmesine/azaltılmasına destek olmaya yönelik, besinsel içerikleri ile faydalı etki gösteren ve biyolojik olarak aktif bileşik/bileşen ihtiva eden gıdalar "fonksiyonel gıda" olarak adlandırılmaktadır [12]. Gıdalara fonksiyonel özellik kazandırmak amacıyla bileşimlerine fitokimyasal bileşikler, biyoaktif peptitler, omega 3 ( $\omega$ -3) çoklu doymamış yağ asitleri, probiyotikler, prebiyotikler ya da probiyotik-prebiyotik karışımları eklenebilmektedir [13]. Süt, fonksiyonel gıdaların üretiminde kullanılan probiyotik bakteriler için uygun bir besi ortamıdır [14]. Üretiminde probiyotik bakterilerin en çok kullanıldığı gıdalar fermente süt ürünleridir [15]. Sağlık açısından gıda alerjisi gibi bazı rahatsızlıkların tedavisinde olumlu etkileri olan fonksiyonel süt ürünleri, tüketicilerin ilgisini çekmektedir [16, 17]. Probiyotik bakteriler kullanılarak üretilen süt ürünlerinin tüketimi sonrasında istenen faydaların sağlanabilmesi için, probiyotik bakterilerin canlılıklarını koruması ve bağırsakta kolonize olması gerekmektedir [18]. Fermente süt ürünlerinin üretimlerinde kullanılan yoğurt bakterileri (*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus*) mide asidine direnç gösterememekte, kısmen canlı kalanlar ise bağırsağa ulaşarak yararlı etkiler gösterebilecek düzeyde kolonize olamamaktadır. Probiyotik bakteriler ise mide asidine direnç göstererek bağırsaklara kadar canlı olarak ulaşarak kolonize olabilmektedir [19, 20]. Böylece probiyotik

bakteriler laktöz intolerans ve antibiyotik kullanımının yol açtığı bağırsak rahatsızlıklarının tedavisinde faydalı etki gösterebilmektedir [15]. Probiyotik bakterilerin büyük çoğunluğu *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Propionibacterium* ve *Streptococcus* cinslerinden oluşmaktadır [21]. Fermente süt ürünlerinin üretimlerinde en fazla kullanılan probiyotik bakterilerin ise laktobasil ve bifidobakteri türleri olduğu bildirilmektedir [22, 23]. Bifidobakteriler Gram pozitif, anaerobik ve pH 4.5-8.5 aralığında gelişebilmekte; laktobasiller ise Gram pozitif, fakültatif anaerobik veya mikroaerofilik ve çubuk şekilli bakterilerdir [23]. Probiyotik bakterilerin bağırsak mikrobiyotasını geliştirmesi ve patojenlere karşı mukozal direnci artırması gibi sağlıkla ilgili yararlı etkilerinden dolayı, laktobasil ve bifidobakteri türlerinin süt ürünlerinin üretiminde kullanımı yaygınlaşmıştır. Aynı zamanda probiyotik bakterilerin bağırsıklığı güçlendirici, serum kolesterol düzeylerini azaltıcı ve antibakteriyel etkileri de bulunmaktadır [24].

Probiyotik ürünlerin üretimi ve depolanması sırasında probiyotik bakterilerin canlılığında azalma meydana gelebilmektedir [23]. Birçok faktör probiyotik bakterilerin ürün içerisinde canlılığını etkileyebilmektedir. Söz konusu faktörler içerisinde üretim metodu, probiyotik bakteri türü, ortamın pH'sı, inhibitörler, bakteri gelişimini destekleyiciler, ortamın tamponlama kapasitesi, hidrojen peroksit ve çözünmüş oksijen varlığı, aşılama miktarı, ısı işlem, homojenizasyon, inkübasyon sıcaklığı ve süresi, depolama sıcaklığı ve ambalaj bulunmaktadır [23, 25]. Konu ile ilgili literatür incelendiğinde; farklı türde hayvanların sütleri [4], farklı keçi ırklarının sütleri [26], mikroenkapsüle bakteriler [27, 28], çeşitli yağ ikame maddeleri [29], spirulina ve peyniraltı suyu proteini hidrolizatı [30], peyniraltı suyu ürünleri ve kapa karagenan [31] ve sinbiyotikler [33] kullanılarak probiyotik ayran üretimi üzerine bazı çalışmaların yapıldığı belirlenmiştir. Probiyotik bakterilerin ayran üretiminde kullanımına yönelik çeşitli araştırmalar yapılmış olmasına rağmen, farklı probiyotik bakteriler ve üretim yöntemleri kullanılarak üretilen probiyotik ayranların kalite özelliklerini ortaya koyan herhangi bir çalışmaya rastlanılamamıştır. Yapılan bu çalışmada, farklı probiyotik bakteriler (*Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium bifidum*) ve farklı üretim yöntemleri ile üretilen probiyotik ayranların depolama süresince fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri karşılaştırmalı olarak belirlenmiştir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Materyal

Probiyotik ayran üretimlerinde kullanılan yağsız süt tozu İzi Süt Gıda Mamülleri Sanayi ve Tic. A.Ş.'den (Konya), *Lactobacillus acidophilus* (ATCC 4356) ve *Bifidobacterium bifidum* (DSM 20456) ise Alman

Mikroorganizmalar ve Hücre Kültürleri Koleksiyonu (DSMZ, Braunschweig, Almanya)'dan temin edilmiştir. Yoğurt starter kültürü (CH-1 Yo-Flex) Chr. Hansen's Laboratorium Denmark A/S'nin İstanbul temsilcisi Peyma Sanayi ve Ticaret A.Ş.'den satın alınmıştır.

## Yöntem

### Probiyotik Ayran Üretimi

Probiyotik ayran üretimi, üretimde kullanılan sütün içilebilir nitelikteki su ile ayran kurumaddesine seyreltildikten sonra yoğurt starter kültürü ve probiyotik bakteriler ile inkübe edilmesiyle ayrına işlenmesi (Standardize süttten ayran üretimi) ve yoğurt starter kültürü ve probiyotik bakteriler kullanılarak üretilen yoğurdun içilebilir nitelikteki su ile seyreltilerek ayrına işlenmesi (Yoğurttan ayran üretimi) olmak üzere iki farklı yöntem kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ayrıca çalışmanın kontrol gruplarını sadece yoğurt starter kültürü kullanılarak iki farklı yöntem ile üretilen ayran örnekleri oluşturmuştur. Yağsız süt tozundan hazırlanan rekonstitüye sütlerin bir kısmının kurumaddesi %8, diğer kısmının kurumaddesi ise %12 olacak şekilde standardize edilmiştir. Kurumaddesi standardize edilen sütler 2 saat 4°C'de bekletildikten sonra 90°C'de 5 dakika ısıtma işlemi uygulanmış ve 42°C'ye soğutulurak ayran üretimlerinde kullanılmıştır. Probiyotik ayran üretimlerinde probiyotik bakteri olarak kullanılan *L. acidophilus* ve *B. bifidum* Çomak Göçer vd.'nin [34] belirttiği yöntemlere göre hazırlanmıştır.

### Standardize Süttten Ayran Üretimi

Isıl işlem sonrası 42°C'ye soğutulan %8 kurumaddeli sütler, %0.03 (w/v) yoğurt starter kültürünün yanı sıra son üründe en az  $10^8$  kob/mL *L. acidophilus* veya *B. bifidum* içerecek şekilde probiyotik bakteri aşılandıktan sonra 42°C'de pH'sı  $4.6 \pm 0.1$ 'e ulaşınca kadar inkübe edilmiştir. İnkübasyon işlemi yaklaşık pH 4.6'da sonlandırılmış ve örnekler 20°C'ye soğutulmuştur. Soğutulan örnekler %0.4 (w/w) oranında tuz ilave edildikten sonra ultra turrax (9000 rpm, 2 dak.) ile karıştırma işlemine tabi tutulmuştur. Standardize süttten üretilen kontrol grubu ayranlar, sadece yoğurt starter kültürü kullanılarak ve probiyotik ayran üretimindeki üretim aşamaları izlenerek üretilmiştir. Ayran örnekleri, ağzı kapaklı 200 mL'lik ambalajlara doldurulduktan sonra 4°C'de 30 gün süresince depolanmıştır.

### Yoğurttan Ayran Üretimi

Isıl işlem sonrası 42°C'ye soğutulan %12 kurumaddeli sütlere, %0.03 (w/v) yoğurt starter kültürünün yanı sıra, son üründe en az  $10^8$  kob/mL *L. acidophilus* veya *B. bifidum* içerecek şekilde probiyotik bakteri aşılandıktan sonra 42°C'de pH'sı  $4.6 \pm 0.1$ 'e ulaşınca kadar inkübe edilmiştir. İnkübasyon işlemi yaklaşık pH 4.6'da sonlandırılmış ve örnekler 20°C'ye soğutulmuştur. Soğutulan örnekler %8 ayran kurumaddesine ulaşınca kadar içilebilir nitelikteki su ile seyreltildikten sonra %0.4 (w/w) oranında tuz ilave edilerek ultra turrax (9000 rpm, 2 dak.) ile karıştırma işlemine tabi tutulmuştur. Yoğurttan üretilen kontrol grubu ayranlar, sadece yoğurt starter

kültürü kullanılarak ve probiyotik ayran üretimindeki üretim aşamaları izlenerek üretilmiştir. Ayran örnekleri, ağzı kapaklı 200 mL'lik ambalajlara doldurulduktan sonra 4°C'de 30 gün süresince depolanmıştır.

## Analizler

Ayran üretimlerinde kullanılan sütlerin kurumadde [35] ve kül [36] içerikleri gravimetrik yöntemle, yağ içeriği Gerber yöntemiyle [37] ve protein içeriği Kjeldahl yöntemiyle [36] tespit edilmiştir. Sütlerin pH değerleri WTW 537 (Inolab pH level 2, WTW GmbH, Weilheim, Almanya) marka pH metre kullanılarak, titrasyon asitliği ise TS 1018 Çiğ Süt Standardı'nda belirtilen yöntem [35] kullanılarak %laktik asit cinsinden belirlenmiştir. Ayran örneklerinin toplam kurumadde [7] ve kül [36] içerikleri gravimetrik yöntemle, yağ içeriği Gerber yöntemiyle [7], protein içeriği Kjeldahl yöntemiyle [38], titrasyon asitliği ise titrimetrik yöntemle [7] belirlenmiştir. Ayran örneklerinin pH değerleri WTW 537 (Inolab pH level 2, WTW GmbH, Weilheim, Almanya) marka pH metre kullanılarak tespit edilmiştir. Örneklerin viskozite değerleri, Burucu'nun [31] uygulamış olduğu yöntem modifiye edilerek saptanmıştır. Ölçümler Brookfield viskozimetresinde (Model DV II+Pro, Brookfield Engineering Laboratories Inc, Middleboro, MA, ABD) 4°C'de 1 numaralı spindle kullanılarak ve 100 d/d dönüş hızında yapılmış olup sonuçlar cP olarak verilmiştir. Serum ayrılması analizi Özdemir ve Kılıç'ın [39] kullandıkları yöntemlere göre yapılmış olup 50 mL ayran örneği mezürlere konularak 4°C'deki serum ayrılması tespit edilmiştir.

Mikrobiyolojik analizlerde dilüsyonların hazırlanmasında, ringer çözeltisi ( $\frac{1}{4}$  kuvvetinde) kullanılmıştır [40]. *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayımında MRS Agar (pH 5.2) besiyerine dökme plak kültürel sayım yöntemine göre ekim yapılarak petri kutuları 45°C'de 72 saat süresince anaerobik koşullarda inkübe edilmiştir. *S. thermophilus* sayımında M17 Agar (%1 laktöz) besiyerine dökme plak kültürel sayım yöntemine göre ekim yapılarak petri kutuları 45°C'de 48 saat süresince inkübe edilmiştir [41]. *L. acidophilus* sayımında bromokresol yeşili (20 mL/L) ve klindamisin (2 mL/L) ilave edilmiş, MRS-BC Agar (pH 6.2) besiyerine dökme plak kültürel sayım yöntemine göre ekim yapılarak petri kutuları 37°C'de 72 saat süresince anaerobik koşullarda inkübe edilmiştir [42]. *B. bifidum* sayımında lityum klorür (%0.2 w/v) ve sodyum propiyonat (%0.3 w/v) ilave edilmiş MRS-LP Agar (pH 6.7) besiyerine dökme plak kültürel sayım yöntemine göre ekim yapılarak petri kutuları 37°C'de 72 saat süresince anaerobik koşullarda inkübe edilmiştir [43]. Ayran örneklerinin kurumadde, yağ, protein ve kül içerikleri depolamanın 1. gününde; pH, titrasyon asitliği, serum ayrılması, viskozite değerleri ve mikrobiyolojik özellikleri ise 4°C'deki depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde tespit edilmiştir. Araştırma 2 tekerrürlü gerçekleştirilmiş ve analizler paralelli olarak yapılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuş ve farklı bulunan sonuçlar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile karşılaştırılmıştır [44].

**BULGULAR ve TARTIŞMA**

Ayran üretimlerinde kullanılan rekonstitüye sütlerin ortalama kurumadde, yağ, protein, kül, pH ve titrasyon asitliği (%laktik asit) değerleri %8 kurumadde için sırasıyla %7.99±0.06, %0.10±0.00, %2.83±0.30, %0.70±0.02, 6.70±0.03 ve %0.16±0.02; %12 kurumadde için ise sırasıyla %12.00±0.01, %0.15±0.00, %4.25±0.34, %1.01±0.03, 6.68±0.03 ve %0.18±0.02 olarak belirlenmiştir. TS 1018 Çiğ İnek Sütü Standardına göre inek sütlerinde protein miktarının en az %2.8, titrasyon asitliği değerinin ise laktik asit cinsinden en çok %0.2 olması gerektiği bildirilmiştir [35]. Üretimlerde kullanılan süt örneklerinde saptanan değerlerin, standartta belirtilen değerler ile uyumlu olduğu görülmüştür. Tüm ayran örneklerinin ortalama kurumadde, yağ, protein ve kül değerleri sırasıyla %8.19±0.03, %0.10±0.00, %2.92±0.08 ve %1.05±0.00 olarak belirlenmiştir. Fermente Süt Ürünleri Tebliği'ne göre ayranın protein miktarının en az %2.0, yağsız ayranın yağ miktarının ise en çok %0.5 olması gerektiği belirtilmektedir [8]. TS 6800 Ayran Standardına göre ise ayranların yağsız kurumadde miktarının en az %6, yağsız ayranın yağ miktarının ise en çok %0.5 olması gerektiği bildirilmiştir [7]. Üretilen ayran örneklerinde saptanan değerlerin, ilgili tebliğ ve standartta belirtilen değerler ile uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Ayran örneklerinin pH değerlerinin depolamanın 1. gününde 4.20-4.25, 15. gününde 4.10-4.16 ve 30.

gününde 4.02-4.07 arasında değiştiği belirlenmiştir (Tablo 1). Kontrol grubu ayran örneklerinin pH değerlerinin probiyotik ayran örneklerine göre daha yüksek olduğu, bununla birlikte *L. acidophilus* içeren probiyotik ayran örnekleri ile *B. bifidum* içeren probiyotik ayran örneklerinin pH değerleri arasındaki farklılığın önemli olmadığı ( $P>0.05$ ) tespit edilmiştir (Tablo 2). Üretim yönteminin ayran örneklerinin pH değerleri üzerine etkisinin önemli olmadığı belirlenmiştir ( $P>0.05$ ). Ayrıca 30 günlük depolama sonunda örneklerin pH değerlerinin azaldığı ve bu azalmanın istatistiksel olarak önemli olduğu ( $P<0.05$ ) bulunmuştur. Depolama süresince ayranların pH değerlerindeki azalmanın, ayranla ilgili yapılan diğer çalışmaların sonuçları [4, 45-48] ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Sütte bulunan laktöz fermentasyonu ürünleri üretimlerinde kullanılan starter kültür bakterileri tarafından metabolize edilmesiyle laktik asit gibi organik asitler, az miktarda CO<sub>2</sub> ve formik asit oluşmakta ve ürünlerin pH değerleri düşmektedir [4, 46]. Ayrıca depolama sırasındaki post asidifikasyonun, β-galaktosidaz enzimi ve fermentasyon esnasında starter kültür bakterileri tarafından üretilip 0-5°C'lerde aktif olan diğer enzimlerin aktivitesinden kaynaklandığı bildirilmektedir [24]. Hayatoğlu [4] yapmış olduğu çalışmada probiyotik ayran örneklerinin pH değerinin, kontrol grubu ayran örneklerine göre daha düşük olduğunu belirtmiştir. Kontrol ayran örnekleri ile probiyotik ayran örneklerinin pH değerleri arasındaki farklılığın endüstriyel olarak anlamlı olmadığı değerlendirilmiştir.

Tablo 1. Probiyotik ayran örneklerinin fizikokimyasal özellikleri\*

	Örnek	Depolama (gün)	pH	Titrasyon asitliği (%laktik asit)	Viskozite (cP)	Serum ayrılması (%)
Standardize süten ayran üretimi	A	1	4.25±0.02	0.80±0.04	32.0±0.6	11.0±1.2
		15	4.16±0.01	0.93±0.08	33.1±0.2	36.8±1.0
		30	4.07±0.02	0.95±0.08	34.2±0.1	39.0±1.2
	B	1	4.20±0.03	0.94±0.04	39.2±4.5	9.5±2.4
		15	4.11±0.01	1.10±0.02	39.7±1.0	34.2±0.3
		30	4.05±0.01	1.16±0.02	40.3±2.5	36.3±1.7
	C	1	4.21±0.03	0.90±0.02	41.2±2.1	8.0±0.8
		15	4.13±0.03	1.02±0.02	42.0±0.4	33.8±0.5
		30	4.04±0.01	1.08±0.04	42.1±4.9	36.0±0.0
Yoğurttan ayran üretimi	D	1	4.23±0.04	0.90±0.02	36.5±0.7	10.0±0.0
		15	4.14±0.03	0.98±0.04	38.9±1.2	35.4±1.7
		30	4.06±0.02	1.02±0.03	40.2±1.4	37.3±0.9
	E	1	4.22±0.01	0.93±0.02	44.0±0.5	6.8±1.5
		15	4.10±0.03	1.10±0.12	45.8±1.1	31.5±1.0
		30	4.04±0.02	1.13±0.09	47.8±0.7	35.6±0.9
	F	1	4.21±0.01	0.95±0.02	71.8±0.7	6.5±1.0
		15	4.11±0.01	1.04±0.02	76.2±2.3	28.3±0.5
		30	4.02±0.01	1.10±0.08	76.5±3.0	31.5±1.9

\*: A: Standardize süten üretilen ve probiyotik bakteri içermeyen ayran, B: Standardize süten üretilen ve *L. acidophilus* içeren ayran, C: Standardize süten üretilen ve *B. bifidum* içeren ayran D: Yoğurttan üretilen ve probiyotik bakteri içermeyen ayran, E: Yoğurttan üretilen ve *L. acidophilus* içeren ayran, F: Yoğurttan üretilen ve *B. bifidum* içeren ayran. Sonuçlar, ortalama değer±standart sapma olarak verilmiştir.

Ayran örneklerinin titrasyon asitliği değerlerinin depolamanın 1. gününde %0.80-0.95, 15. gününde %0.93-1.10 ve 30. gününde %0.95-1.16 arasında değiştiği belirlenmiştir (Tablo 1). Tablo 2'de görüldüğü üzere, kontrol grubu ayran örneklerinin titrasyon asitliği değerlerinin probiyotik bakteri içeren örneklere göre daha

düşük olduğu, bununla birlikte *L. acidophilus* içeren probiyotik ayran örneklerinin en yüksek titrasyon asitliği (%) değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Yoğurttan üretilen ayran örneklerinin, standardize süten üretilen ayran örneklerine göre daha yüksek titrasyon asitliği değerine sahip olduğu ve bu farkın istatistiksel olarak

önemli ( $P<0.05$ ) olduğu bulunmuştur. Sütün toplam kurumadde miktarındaki artış, titrasyon asitliğinin artmasına neden olmaktadır [49]. Yoğurttan ayran üretimi yönteminde kullanılan rekonstitüye sütün kurumadde miktarının daha yüksek olmasından dolayı bu yöntemle üretilen ayran örneklerinin daha yüksek titrasyon asitliği değerlerine sahip olabileceği değerlendirilmiştir. Ayrıca depolama süresince örneklere ait titrasyon asitliği (%) değerlerinin arttığı ve bu artışın istatistiksel olarak önemli ( $P<0.05$ ) olduğu belirlenmiştir.

Depolama süresince starter kültür faaliyeti ve mikroorganizmaların ürettiği enzimlerin aktiviteleri sonucunda fermente süt ürünlerinin asitliğinde artış meydana geldiği bildirilmektedir [50]. Çalışmamızdaki sonuçlara benzer şekilde Atamer vd. [45], Tonguç [51], Tamuçay-Özünü ve Koçak [50] ve Ivanovska vd. [47] tarafından yapılan çalışmalarda da depolama süresince ayranların titrasyon asitliği değerlerinin arttığı tespit edilmiştir.

Tablo 2. Ayran örneklerinde depolama süresince belirlenen pH, titrasyon asitliği, viskozite ve serum ayrılması değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Ürün çeşidi	pH	Titrasyon asitliği (%laktik asit)	Viskozite (cP)	Serum Ayrılması (%)
Kontrol örneği	4.14±0.08 a*	0.93±0.08 c	35.7±3.3c	28.2±13.8 a
<i>L. acidophilus</i> içeren ayran	4.11±0.08 b	1.06±0.10 a	42.7±3.6 b	25.6±13.7 b
<i>B. bifidum</i> içeren ayran	4.12±0.08 b	1.01±0.08 b	58.2±18.2 a	24.0±13.2 c
<b>Üretim Yöntemi</b>				
Standardize süttten ayran üretimi	4.13±0.07 a	0.98±0.11 b	38.1±4.0 b	27.1±13.4 a
Yoğurttan ayran üretimi	4.12±0.08 a	1.01±0.08 a	53.0±16.7 a	24.7±13.1 b
<b>Depolama Zamanı</b>				
1. gün	4.21±0.02 a	0.90±0.05 c	44.0±14.2 b	8.6±1.8 c
15. gün	4.12±0.02 b	1.02±0.07 b	45.9±15.4 a	33.3±3.0 b
30. gün	4.04±0.02 c	1.07±0.08 a	46.8±15.2 a	35.9±2.5 a

\* Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P<0.05$ ).

Ayran örneklerinin viskozite değerlerinin (Tablo 1) depolama süresince 32.0-76.5 cP arasında değiştiği saptanmıştır. En düşük viskozite değerine standardize süttten üretilen kontrol ayran örneğinin depolanmanın ilk gününde, en yüksek viskozite değerine ise yoğurttan üretilen ve *B. bifidum* içeren ayran örneğinin depolanmanın 30. gününde sahip olduğu belirlenmiştir. Probiyotik ayran örneklerinin, kontrol örneklerine göre daha yüksek viskozite değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. En yüksek viskozite değerinin *B. bifidum* içeren ayran örneklerine ait olduğu saptanmıştır. Bu durumun çalışmada kullanılan probiyotik bakterilerin farklı miktarlarda ekzopolisakkarit üretmeleri ile ilgili olabileceği değerlendirilmiştir. Bu çalışmada ayran üretimlerinde kullanılan *Lactobacillus acidophilus* ATCC 4356 [52] ve *B. bifidum* DSM 20456 [53] suşlarının ekzopolisakkarit üretme yeteneğine sahip olduğu bildirilmektedir. Kök Taş [54] yapmış olduğu çalışmada, sadece yoğurt bakterileri kullanılarak üretilen ayran örnekleri ile yoğurt bakterileri ve probiyotik bakteriler kullanılarak üretilen ayran örneklerinin görünür viskozite değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığını tespit etmiştir. Burucu [31] yapmış olduğu çalışmada *L. acidophilus* bakterisi ile yoğurt starter kültürü kullanılarak üretilen ayran örneklerinin viskozite değerlerinin, sadece yoğurt starter kültürü kullanılarak üretilen ayran örneklerine ait viskozite değerlerinden daha yüksek olduğunu belirlemiştir. Hayatoğlu [4] yapmış olduğu çalışmada sadece yoğurt bakterileri kullanılarak üretilen kontrol ayran örneklerinin, probiyotik içeren ayran örneklerine göre daha düşük viskoziteye sahip olduğunu tespit etmiştir. Probiyotik bakterilerin yoğurt bakterilerinin aktivitesini artırıp fermantasyon süresince ürünlerin jel oluşturma özelliklerini artırarak yüksek viskozite oluşmasında etkili olabileceği bildirilmiştir [4]. Ayrıca üretim yöntemlerinin de ayran örneklerinin viskozite değerleri üzerinde önemli bir etkisinin olduğu ( $P<0.05$ ) ve

yoğurttan üretilen ayran örneklerine ait viskozite değerlerinin, standardize süttten üretilen ayran örneklerine ait viskozite değerlerinden daha yüksek olduğu bulunmuştur. Sütün toplam kurumadde içeriğinin artması sonucu içilebilir yoğurt örneklerinin viskozite değerlerinin arttığı bildirilmektedir [32]. Ayrıca viskozite değeri üzerinde, kazein ve peyniraltı suyu proteinleri miktarları arasındaki oran, peyniraltı suyu proteinlerinin denatürasyon oranı, asitlik, starter kültür aktivitesi ile karıştırma ve soğutma gibi inkübasyon sonrası işlemler de etkili olabilmektedir [55, 56]. Yoğurttan ayran üretiminde kullanılan süttlerin, fermantasyon esnasında daha yüksek kurumadde içeriğine sahip olması ve uygulanan ısı ile birlikte içeriği oluşturmuş olduğu kurumadde miktarından dolayı, daha fazla miktarda denatüre peyniraltı suyu proteinleri içermesinin ayran örneklerinin viskozite değerlerini etkileyebileceği değerlendirilmiştir. Depolama süresince ayran örneklerinin viskozite değerleri incelendiğinde 4°C'de ilk 15 günlük depolama süresince viskozite değerlerindeki artışın istatistiksel olarak önemli olduğu ( $P<0.05$ ), 4°C'de 15 gün depolanan ayran örnekleri ile 4°C'de 30 gün depolanan ayran örneklerinin viskozite değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmadığı ( $P>0.05$ ) belirlenmiştir. Depolama süresince viskozite değerinde meydana gelen artışın fermantasyon işleminde süt ürünlerinin üretimlerinde kullanılan yoğurt bakterilerinin ve probiyotik bakterilerin ekzopolisakkarit ve kısa zincirli yağ asitlerini sentezlemesinden kaynaklanabileceği bildirilmiştir [34, 57]. Bununla birlikte soğukta depolama sırasında pH düşüşüne bağlı olarak asit kazein jellerinde protein-protein etkileşimlerinin de örneklerinin viskozite değerlerinde değişime neden olabileceği belirtilmiştir [32].

Ayran örneklerinin serum ayrılması değerlerinin (Tablo 1) depolama süresince, %6.5-39.0 arasında değiştiği saptanmıştır. Probiyotik ayran örneklerinin serum

ayrılması değerlerinin kontrol grubu ayran örneklerinden daha düşük olduğu belirlenmiştir (Tablo 2). Burucu [31] yapmış olduğu çalışmada, çalışmamıza benzer şekilde probiyotik bakteri içeren ayran örneklerinin serum ayrılması değerlerinin kontrol grubu ayran örneklerine ait serum ayrılması değerlerine göre daha düşük olduğunu belirtmiştir. Ayrıca standardize süttten üretilen ayran örneklerine ait serum ayrılması değerlerinin yoğurttan üretilen ayran örneklerine ait serum ayrılması değerlerinden yüksek olduğu saptanmıştır. Serum ayrılması; süttün kazein içeriğinin artırılması, yoğurdun depolanması esnasında artan asitliğe dayanıklı ve ekzopolisakkarit üreten probiyotik bakteri seçimi, inkübasyon sıcaklığı ve asit üretim hızının düşürülmesi ile veya polisakkarit ilavesiyle azaltılabilmektedir [58]. Çalışmamızda kullanılan yöntemlerde fermantasyon sırasında ayran üretimlerinde kullanılan süttlerin kurumadde miktarları arasında farklılık bulunmaktadır. Standardize süttten üretilen ayranların viskozite değerlerinin yoğurttan üretilen ayranlara göre daha düşük olduğu da göz önünde bulundurularak serum ayrılması değerleri arasındaki farklılığın ayran üretimlerinde kullanılan bakterilerin üretim yöntemine bağlı olarak farklı miktarlarda ve yapılarında ekzopolisakkarit üretmesinden kaynaklanabileceği değerlendirilmiştir. Depolama

süresince ayran örneklerinin ortalama serum ayrılması değerlerinin arttığı belirlenmiştir (Tablo 2). Depolamada yoğurt bakterilerinin ve probiyotik bakterilerin faaliyetleri sonucunda proteinler hidrolize uğramakta ve kazein miselleri tarafından tutulan serum, protein-protein etkileşimlerinin yeniden düzenlenmesiyle serbest kalmaktadır. Depolama süresince artan asitlikle birlikte kazein misellerinin biraraya toplanmasını önleyen elektron yüklü gruplar itici kuvvetler oluşturarak serumun ayrılmasını teşvik edilmektedir [59, 60]. Konu ile ilgili yapılan çeşitli çalışmalarda da benzer şekilde depolama süresince ayran serum ayrılmasının arttığı belirtilmiştir [45, 50, 61].

Yapılan mikrobiyolojik analizlerin sonuçları Tablo 3'de verilmiştir. Ayran örneklerinde depolama süresince *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısının 5.5 ile 8.9 log kob/mL, *S. thermophilus* sayısının 4.5-8.8 log kob/mL, üretiminde *L. acidophilus* kullanılan ayranlarda *L. acidophilus* sayısının 7.6 ile 8.8 log kob/mL, üretiminde *B. bifidum* kullanılan ayranlarda ise *B. bifidum* sayısının 6.9 ile 8.7 log kob/mL arasında değiştiği belirlenmiştir. Depolama süresince yoğurt bakterileri, *L. acidophilus* ve *B. bifidum* sayılarında azalma olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4).

Tablo 3. Ayran örneklerindeki *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *S. thermophilus*, *L. acidophilus* ve *B. bifidum*'a ait sayım sonuçları (log kob/mL)\*

Örnek	Bakteri	Depolama		
		1. gün	15. gün	30. gün
A	<i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	8.3±0.3	7.6±0.3	5.8±0.2
	<i>S. thermophilus</i>	8.5±0.1	7.4±0.2	7.0±0.2
	<i>L. acidophilus</i>	8.7±0.0	8.5±0.1	7.6±0.1
B	<i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	8.9±0.1	8.6±0.1	7.8±0.1
	<i>S. thermophilus</i>	8.8±0.1	8.0±0.2	7.0±0.3
	<i>B. bifidum</i>	8.7±0.1	7.8±0.2	6.9±0.1
C	<i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	8.9±0.1	8.4±0.1	7.7±0.2
	<i>S. thermophilus</i>	8.6±0.2	7.7±0.2	6.6±0.2
D	<i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	7.7±0.3	7.3±0.1	5.5±0.3
	<i>S. thermophilus</i>	5.6±0.3	5.0±0.1	4.5±0.0
	<i>L. acidophilus</i>	8.8±0.0	8.7±0.0	7.7±0.3
E	<i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	8.6±0.0	8.1±0.0	6.9±0.3
	<i>S. thermophilus</i>	8.5±0.1	7.8±0.2	7.0±0.3
	<i>B. bifidum</i>	8.7±0.1	8.1±0.2	7.0±0.2
F	<i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	8.8±0.0	8.2±0.1	7.0±0.3
	<i>S. thermophilus</i>	8.7±0.1	8.0±0.2	6.8±0.3

\*: A: Standardize süttten üretilen ve probiyotik bakteri içermeyen ayran, B: Standardize süttten üretilen ve *L. acidophilus* içeren ayran, C: Standardize süttten üretilen ve *B. bifidum* içeren ayran D: Yoğurttan üretilen ve probiyotik bakteri içermeyen ayran, E: Yoğurttan üretilen ve *L. acidophilus* içeren ayran, F: Yoğurttan üretilen ve *B. bifidum* içeren ayran. Sonuçlar, ortalama değer±standart sapma olarak verilmiştir.

Konu ile ilgili literatür incelendiğinde; ayran [31, 62, 63] ve yoğurtla [34, 64] ilgili çeşitli çalışmalarda da benzer şekilde depolama süresince yoğurt bakterileri ve/veya probiyotik bakterileri sayılarının azaldığı görülmüştür. Depolama sırasında üründe meydana gelen biyokimyasal değişimler, bu değişimlere karşı duyarlılıklarına bağlı olarak probiyotik bakterilerin canlılıklarında azalmaya neden olabilmektedir. Yoğurt

bakterileri, laktobasiller ve bifidobakteriler β-galaktosidaz, β-fosfogalaktosidaz veya her iki enzimi birden içerebilmektedir. Bu nedenle, canlı olmayan probiyotik bakterilerin metabolik enzimleri, adapte olmuş probiyotik bakterilerin fermantasyon kabiliyetini artırarak biyokimyasal değişikliklere neden olabilmekte ve bu değişiklikler de canlı probiyotik bakteri sayısında azalmaya sebep olabilmektedir [65].

Tablo 4. Depolama süresince ayran örneklerindeki *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *S. thermophilus*, *L. acidophilus* ve *B. Bifidum*'un sayılarına (log kob/mL) ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Ürün çeşidi	<i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	<i>S. thermophilus</i>	<i>L. acidophilus</i>	<i>B. bifidum</i>
Kontrol örneği	7.0±1.17 b*	6.3±1.55 b		
<i>L. acidophilus</i> içeren ayran	8.1±0.73 a	7.8±0.75 a		
<i>B. bifidum</i> içeren ayran	8.1±0.72 a	7.7±0.88 a		
<b>Üretim Yöntemi</b>				
Standardize süttten ayran üretimi	8.0±1.02 a	7.7±0.79 a	8.3±0.6 a	7.8±0.9 b
Yoğurttan ayran üretimi	7.5±1.02 b	6.8±1.54 b	8.3±0.6 a	7.9±0.9 a
<b>Depolama Zamanı</b>				
1. gün	8.5±0.47 a	8.1±1.24 a	8.7±0.1 a	8.7±0.0 a
15. gün	8.0±0.49 b	7.3±1.16 b	8.6±0.1 a	7.9±0.2 b
30. gün	6.7±1.00 c	6.4±0.98 c	7.6±0.1 b	6.9±0.1 c

\* Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P<0.05).

Üretiminde kullanılan probiyotik bakteri çeşidinin, ayran örneklerindeki *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *S. thermophilus* sayıları üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı ( $P>0.05$ ), ancak probiyotik ayran örneklerinde bulunan *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *S. thermophilus* sayılarının kontrol grubu ayran örneklerinde bulunanlara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4). Ayar ve Burucu [63] yapmış oldukları çalışmada probiyotik ayrandaki tespit ettikleri *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ile *S. thermophilus* sayılarının kontrol grubu örneklerinden daha yüksek olduğunu ve probiyotik bakterinin yoğurt bakterilerinin gelişimini önemli derecede arttırdığını bildirmişlerdir. Burucu [31] yapmış olduğu çalışmada, kontrol grubu ayran örneklerindeki ortalama *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *S. thermophilus* sayılarının, probiyotik ayran örneklerindeki ortalama *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *S. thermophilus* sayılarından düşük olduğunu belirtmiştir. Çalışmamızdaki mikrobiyolojik analiz sonuçları incelendiğinde; standardize süttten üretilen ayran örneklerindeki ortalama *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *S. thermophilus* sayılarının yoğurttan üretilen ayran örneklerine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca yoğurttan üretilen ayran örneğindeki *B. bifidum* sayısının standardize süttten üretilen ayran örneğine göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Standardize süttten üretilen ayranlarda tespit edilen yoğurt bakterilerinin sayısının daha yüksek olması nedeniyle *B. bifidum* gelişimi üzerinde antogonistik etki yaptığı düşünülmektedir. Yoğurt bakterilerinin (özellikle *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*), post asidifikasyon yoluyla probiyotik bakteri gelişimini azalttığı bildirilmektedir [15]. Böylece artan titre edilebilir asitlik ve azalan pH ile birlikte hidrojen peroksit, kısa zincirli yağ asitleri ve bakteriyosinler gibi bazı metabolitlerin oluşumuna bağlı olarak bakteri hücrelerinin zarar gördüğü ve probiyotik bakterilerde canlılık kaybı olabildiği belirtilmektedir [66]. Bununla birlikte asidik ortamlarda Bifidobakterilerin direncinin diğer probiyotik bakterilere göre daha yüksek olduğu belirtilmektedir [60]. Çalışma sonucunda üretilen tüm probiyotik ayran örnekleri değerlendirildiğinde, örneklerin depolama süresince  $>10^6$  kob/mL probiyotik bakteri içerdiği belirlenmiştir.

## SONUÇ

Bu çalışmada, yoğurt starter kültürü ve probiyotik bakteriler kullanılarak farklı üretim yöntemleri ile probiyotik ayran üretilmiştir. Örneklerin fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri karşılaştırmalı olarak ortaya konulmuştur. Farklı üretim yöntemleri kullanılmasının örneklerin fizikokimyasal özellikleri ve mikrobiyolojik özellikleri üzerinde etkili olduğu saptanmıştır. Fizikokimyasal özellikler bakımından değerlendirildiğinde, yoğurt starter kültürü ve probiyotik bakteriler kullanılarak üretilen yoğurdun içilebilir nitelikteki su ile seyreltilerek ayrana işlenmesi olan yoğurttan ayran üretimi yönteminin probiyotik ayran üretimi için daha uygun olduğu belirlenmiştir. Mikrobiyolojik özellikler açısından değerlendirildiğinde ise probiyotik mikroorganizma olarak *L. acidophilus* kullanılması durumunda *L. acidophilus*'un canlılığı üzerinde üretim yöntemin herhangi bir etkisinin olmadığı, probiyotik mikroorganizma olarak *B. bifidum*'un kullanılması durumunda ise yoğurttan üretilen ayran örneklerindeki *B. bifidum* sayısının daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bununla birlikte, her iki üretim yöntemiyle üretilen ayran örneklerinde depolama süresince *L. acidophilus*'un sayısı *B. bifidum*'a göre daha yüksek bulunmuş, ancak iki probiyotik bakterinin sayıları arasındaki farkın 1 log birimden az olduğu belirlenmiştir. Bu nedenlerle probiyotik ayran üretiminde probiyotik mikroorganizma olarak hem *L. acidophilus*'un hem de *B. bifidum*'un kullanılabilirliği, üretim yöntemi olarak ise yoğurttan ayran üretim yönteminin kullanılmasının daha uygun olacağı değerlendirilmiştir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje No: 2009.02.0121.029).

## KAYNAKLAR

- [1] Aleksandra, A., Niveska, P., Vesna, V., Jasna, T., Tamara, P., Marlia, G. (2009). Milk in human nutrition: comparison of fatty acid profiles. *Acta Veterinaria*, 59(5-6), 569-578.

- [2] Yücecan, S., Ekinciler, T. (1974). Sütün beslenmemizdeki yeri ve kullanılması. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 3(2), 112-126.
- [3] Chandan, R.C., Gandhi, A., Shah, N.P. (2017). Yogurt: Historical background, health benefits, and global trade. In: Yogurt in health and disease prevention, Edited by N.P. Shah. Academic Press, 533p.
- [4] Hayatoğlu, F. (2021). Probiyotik Bakteri İlavesi ile Üretilen Ayranların Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon, Türkiye.
- [5] Çetin, B., Atik, A., Karasu, S. (2014). Kırklareli'nde üretilen yoğurt ve ayranların fizikokimyasal ve mikrobiyolojik kalitesi. *Akademik Gıda*, 12(2), 57-60.
- [6] Taşkın, B., Bağdatlıoğlu, N. (2011). Süt ve fermente süt ürünlerinin antioksidan özellikleri. *Akademik Gıda*, 9(5), 67-74.
- [7] Anonim. (2013). TS 6800 Ayran. Türk Standartları Enstitüsü, 5ss, Ankara.
- [8] Anonim. (2009). Türk Gıda Kodeksi-Fermente Süt Ürünleri Tebliği. Tebliğ No: 2009/25. T.C. Resmi Gazete 16.02.2009 tarih ve 27143 sayı. Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü, Ankara.
- [9] Seyrekoğlu, F. (2020). Bazı Kantaron Ekstraktlarının Enkapsülasyon Tekniği ile Ayran Üretiminde Kullanılması. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Samsun, Türkiye.
- [10] Uzay, M., Öztürk, H.İ., Buzrul, S., Maskan, M. (2021). A study on rheological properties, sensory evaluation and shelf life of ayran-shalgam mixtures. *Journal of Food Science and Technology*, 58(7), 2479-2486.
- [11] Bölükbaşı, B. (2007). Trakya Bölgesinde Farklı Köylerden Alınan Yoğurtlardan Laktik Asit Bakterilerinin İzolasyonu, Bunların EPS (Ekzopolisakkarit) Üretim Kabiliyetlerinin Belirlenmesi ve Bu Bakteriler Kullanılarak Ayran Üretimine Uygun Kombinasyonlarının Seçilmesi Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ, Türkiye.
- [12] Ozcan, O., Ozcan, T., Yilmaz-Ersan, L., Akpınar-Bayazit, A., Delikanlı, B. (2016). The use of prebiotics of plant origin in functional milk products. *Food Science and Technology*, 4(2), 15-22.
- [13] Sağdıç, O., Küçüköner, E., Özçelik, S. (2004). Probiyotik ve prebiyotiklerin fonksiyonel özellikleri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 35 (3-4), 221-228.
- [14] Koçak, Ç., Kök Taş, T. (2013). Fonksiyonel süt ürünlerinin bağışıklık sistemi üzerine etkisi ve yakult örneği. *Akademik Gıda*, 11(3-4), 114-118.
- [15] Barat, A., Özcan, T. (2016). Fermente süt içeceğinde probiyotik bakterilerin gelişimi üzerine meyve ilavesinin etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 53(3), 259-267.
- [16] Sezen, A., Koçak, C. (2006). Fonksiyonel süt ürünleri teknolojisindeki gelişmeler. *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, Mayıs, 24-26, 2006, Bolu, Türkiye, 89-92p.
- [17] Seçkin, A.K., Baladura, E. (2011). Süt ve süt ürünlerinin fonksiyonel özellikleri. *Celal Bayar University Journal of Science*, 7(1), 27-38.
- [18] Shortt, C. (1999). The probiotic century: Historical and current perspectives. *Trends in Food Science and Technology*, 10(12), 411-417.
- [19] Tosun, H., Demirel, N.N. (2006). *Lactobacillus acidophilus* ve bifidobakterlerin özellikleri ve süt endüstrisinde kullanımı. *Akademik Gıda*, 4(21), 13-14.
- [20] Kaya, M. (2015). Sinbiyotik Yoğurt Üretimi ve Reolojik, Fonksiyonel ve Duyusal Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- [21] Maden, E.A., Altun, C. (2012). Probiyotikler ve ağız sağlığı. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 22(3), 334-339.
- [22] Uymaz, B. (2010). Probiyotikler ve kullanım alanları. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16(1), 95-104.
- [23] İravani, S., Korbekandi, H., Mirmohammadi, S.V. (2015). Technology and potential applications of probiotic encapsulation in fermented milk products. *Journal of Food Science and Technology*, 52(8), 4679-4696.
- [24] Panesar, P.S., Shinde, C. (2011). Effect of storage on syneresis, pH, *Lactobacillus acidophilus* count, *Bifidobacterium bifidum* count of aloe vera fortified probiotic yoghurt. *Current Research in Dairy Sciences*, 1-7.
- [25] Donkor, O.N., Henriksson, A., Vasilyevic, T., Shah, N.P. (2006). Effect of acidification on the activity of probiotics in yoghurt. *International Dairy Journal*, 16, 1181-1189.
- [26] Uysal-Pala, Ç., Karagül-Yüceer, Y., Pala, A. (2006). Farklı keçi ırkı sütlerinden üretilen probiyotik ayranın karakteristik özellikleri. *Akademik Gıda*, 4(2), 3-5.
- [27] Mortazavian, A.M., Ehsani, M.R., Azizi, A., Razavi, S.H., Mousavi, S.M., Sohrabvandi, S., Reinheimer, J.A. (2008). Viability of calcium-alginate-microencapsulated probiotic bacteria in Iranian yogurt drink (Doogh) during refrigerated storage and under simulated gastrointestinal conditions. *Australian Journal of Dairy Technology*, 63(1), 25.
- [28] Tipigil, E. (2015). İki Farklı Yöntem Kullanılarak Probiyotik Bakteri Mikroenkapsülasyonu ve Ayranda Depolama Periyodu Boyunca Hücre Stabilitesi Üzerine Etkilerinin Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye.
- [29] Kök-Taş, T., Güzel-Seydim, Z. 2010. Çeşitli yağ ikame maddeleri ve probiyotik kullanımının ayran kalite kriterleri üzerine etkilerinin belirlenmesi. *Gıda*, 35(2): 105-111.
- [30] Alajil Alslı, Z. (2019). Influence of Spirulina and Whey Protein Hydrolysate on Growth Rate and Activity of Some Probiotic Bacteria in Ayran. Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep, Türkiye.
- [31] Burucu, H. (2008). Ayran Üretiminde Peyniraltı Suyu Ürünleri ile Kappa Karragenan Kullanımının Duyusal Fiziko-Kimyasal ve Probiyotik Özelliklerin Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, Türkiye.



- [32] Güler-Akın, M.B., Ferliarslan, I., Akın, M.S. (2016). Apricot probiotic drinking yoghurt supplied with inulin and oat fiber. *Advances in Microbiology*, 6, 999-1009.
- [33] Ivanovska, T.P., Zhivikj, Z., Bogdanovska, L., Pavlova, M.J., Gjurovski, I., Ristoski, T., Mladenovska, K., Petrushevska-Tozi, L. (2016). Probiotic/synbiotic enriched ayran as functional food product–quality and therapeutic benefits. 6<sup>th</sup> Congress of Pharmacy in Macedonia with International Participation. *Macedonian Pharmaceutical Bulletin*, 62, 253-254.
- [34] Çomak Göçer, E.M., Ergin, F., Aşçı Arslan, A., Küçükçetin, A. (2016). Farklı inkübasyon sıcaklığı ile inkübasyon sonlandırma pH'sının probiyotik yoğurdun fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine etkisi. *Akademik Gıda*, 14(4), 341-350.
- [35] Anonim. (2002). TS 1018 İnek Sütü-Çiğ Standardı. Türk Standartları Enstitüsü, 14 ss, Ankara.
- [36] Kurt, A., Çakmakçı, S., Çağlar, A. (1993). Süt ve Mamulleri Muayene ve Analiz Metotları Rehberi. Atatürk Üniversitesi Yayınları, Erzurum.
- [37] Anonim. (1995). TS 8189 Sütte Yağ Tayini-Gerber Metodu (Rutin Metod) Standardı. Türk Standartları Enstitüsü, 10 ss, Ankara.
- [38] Anonymous. (1986). Milk Determination of Nitrogen Content (Kjeldahl Method) and Calculation of Crude Protein Content. International IDF Standard, 20A, Belgium.
- [39] Özdemir, U., Kılıç, M. (2004). Influence of fermentation conditions on rheological properties and serum separation of ayran. *Journal of Texture Studies*, 35, 415-428.
- [40] Anonymous. 2001. Milk and Milk Products-General Guidance for the Preparation of Test Samples, Initial Suspensions and Decimal Dilutions for Microbiological Examination. International IDF Standard, 122, Belgium.
- [41] Tabasco, R., Paarup, T., Janer, C., Peláez, C., Requena, T. (2007). Selective enumeration and identification of mixed cultures of *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *L. acidophilus*, *L. paracasei* subsp. *paracasei* and *Bifidobacterium lactis* in fermented milk. *International Dairy Journal*, 17(9), 1107- 1114.
- [42] Phillips, M., Kailasapathy, K., Tran, L. (2006). Viability of commercial probiotic cultures (*L. acidophilus*, *Bifidobacterium* sp., *L. casei*, *L. paracasei* and *L. rhamnosus*) in cheddar cheese. *International Journal of Food Microbiology*, 108(2), 276-280.
- [43] Vinderola, C.G., Reinheimer, J.A. (1999). Culture media for enumeration of *Bifidobacterium bifidum* and *Lactobacillus acidophilus* in the presence of yoghurt bacteria. *International Dairy Journal*, 9, 497-505.
- [44] Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., Gürbüz, F. (1987). Araştırma ve Deneme Metotları (İstatistik II). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara.
- [45] Atamer, M., Gürsel, A., Tamuçay, B., Gençer, N., Yıldırım, G., Odabaşı, S., Karademir, E., Şenel, E., Kırdar, S. (1999). Dayanıklı ayran üretiminde pektin kullanım olanakları üzerine bir araştırma. *Gıda Teknolojisi Dergisi* 24(2), 119-126.
- [46] Gunawardhana, W.A.D.C., Dilrukshi, H.N.N. (2016). Development of yoghurt drink enriched with avocado pulp (*Persea americana*). *International Journal of Advanced Scientific Research and Management*, 1(9), 97-102.
- [47] Ivanovska, T.P., Zhivikj, Z., Bogdanovska, L., Mladenovska, K., Petrushevska-Tozi, L. (2018). Application of *Lactobacillus casei* 01 and oligofructose-enriched inulin in ayran. *Macedonian Journal of Chemistry and Chemical Engineering*, 37(1), 43-52.
- [48] Akbulut Çakır, Ç., Bozkurt, A. (2020). Impact of pH on the salty taste perception of the yogurt drink, ayran. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 24(3), 301-309.
- [49] Küçükakgöl, Ö., Koçak, C., Sezen, F., Yıldız, F. (2009). Yağ ikame maddesi kullanılarak (litesse@ ultra™) kurumadde artırımının yağsız yoğurdun kalitesi üzerine etkisi. *Gıda*, 34(5), 271-278.
- [50] Tamuçay-Özünü, B., Koçak, C. (2010). Farklı inkübasyon sonu asitliğinin ayran kalitesine etkisi. *Gıda*, 35(2), 113-119.
- [51] Tonguç, İ.E. (2006). Probiyotik Ayran Üretimi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye.
- [52] Khedr, O. M. S., El-Sonbaty, S. M., Moawed, F. S. M., Kandil, E. I., Abdel-Maksoud, B. E. (2021). *Lactobacillus acidophilus* ATCC 4356 Exopolysaccharides Suppresses Mediators of Inflammation through the Inhibition of TLR2/STAT-3/P38-MAPK Pathway in DEN-Induced Hepatocarcinogenesis in Rats. *Nutrition and Cancer*, 1-11.
- [53] Ferrari, M., Hameleers, L., Stuart, M. C. A., Oerlemans, M. M. P., de Vos, P., Jurak, E., Walvoort M. T. C. (2021). Efficient isolation of membrane-associated exopolysaccharides of four commercial bifidobacterial strains. *Carbohydrate Polymers*, 1-8.
- [54] Kök Taş, T. (2005). Çeşitli Yağ İkame Maddelerinin Ayran Kalite Kriterleri Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, Türkiye.
- [55] Özdemir, Ü. (2004). Üretim Parametrelerinin Ayranın Yapısal Özelliklerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- [56] Tamuçay-Özünü, B. (2005). Ayranın Kalitesinde Etkili Bazı Parametreler Üzerine Araştırmalar. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- [57] Da Silva, D.C.G., De Abreu, L.R., Assumpção, G.M.P. (2012). Addition of water-soluble soy extract and probiotic culture, viscosity, water retention capacity and syneresis characteristics of goat milk yogurt. *Ciência Rural*, 42(3), 545-550.
- [58] Ghasempour, Z., Alizadeh, M., Bari, M.R. (2012). Optimisation of probiotic yoghurt production containing zedo gum. *International Journal of Dairy Technology*, 65(1), 118-125.
- [59] Köksoy, A., Kılıç, M. (2003). Effects of water salt level on rheological properties of ayran, a Turkish yoghurt drink. *International Dairy Journal*, 13, 835-839.
- [60] Parvarei, M.M., Fazeli, M.R., Mortazavian, A.M., Nezhad, S.S., Mortazavi, S.A., Golabchifar, A.A.,

- Khorshidian, N. (2021). Comparative effects of probiotic and paraprobiotic addition on microbiological, biochemical and physical properties of yogurt. *Food Research International*, 140, 110030, 1-45.
- [61] Ergönüllü, E., Demiryol, İ. (1983). Yoğurda değişik oranlarda su katılarak yapılan ayranların bazı özellikleri üzerinde araştırma. *Gıda*, 8(5), 203-208.
- [62] Kocabaş, H. (2019). Laktoz İçeriği Azaltılmış Ayran Üretimi. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya, Türkiye.
- [63] Ayar, A., Burucu, H. (2013). Effect of whey fractions on microbial and physicochemical properties of probiotic ayran (drinkable yogurt). *International Food Research Journal*, 20(3), 1409-1415.
- [64] Mani-López, E., Palou, E., López-Malo, A. (2014). Probiotic viability and storage stability of yogurts and fermented milks prepared with several mixtures of lactic acid bacteria. *Journal of Dairy Science*, 97(5), 2578-2590.
- [65] Sarlak, Z., Rouhi, M., Mohammadi, R., Khaksar, R., Mortazavian, A.M., Sohrabvandi, S., Garavand, F. (2017). Probiotic biological strategies to decontaminate aflatoxin M1 in a traditional Iranian fermented milk drink (Doogh). *Food Control*, 71, 152-159.
- [66] Ferdousi, R., Rouhi, M., Mohammadi, R., Mortazavian, A.M., Khosravi-Darani, K., Rad, A.H. (2013). Evaluation of probiotic survivability in yogurt exposed to cold chain interruption. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 12, 139-144.
-