

Farklı Starter Kültürler ile Yoğurt ve Kremadan Üretilen Tereyağlarının Oksidasyon Stabilitesi ve Bazı Özellikleri

Engin Gündoğdu¹  , Songül Çakmakçı² 

¹Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Gümüşhane

²Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Erzurum

Geliş Tarihi (Received): 12.05.2020, Kabul Tarihi (Accepted): 02.10.2020

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): engingundogdu@gumushane.edu.tr (E. Gündoğdu)

📞 0 456 233 10 00/18 55 📠 0 456 233 10 75

ÖZ

Bu araştırma, kültür ilave edilmeksizin (A: kontrol) ve farklı kültürlerle [B: *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%2)], [C: *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* (%2)] ve bu iki kültürün kombinasyonu [D: B (%1)+C (%1)] ile üretilen yoğurt ve krema tereyağlarında bazı fizikokimyasal ve oksidasyon stabilitesi özelliklerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Tereyağı örnekleri 4±1°C'de muhafaza edilmiş ve analizler [(kurumadde, yağ, pH, asitlik, serbest yağ asitliği (SYA), peroksit değeri (PD) ve tiyobarbüirik asit değeri (TBA)] depolamanın 1, 15, 30, 45 ve 60. günlerinde yapılmıştır. Kurumadde, yağ ve pH değerleri krema tereyağlarında daha yüksek, asitlik daha düşük bulunmuştur. SYA değerleri ise yoğurt tereyağlarında daha yüksek olup her iki çeşit tereyağında da depolama süresince artmıştır. En düşük PD yoğurt tereyağlarında D kültürü ile üretilen örnekte, krema tereyağlarında ise kontrol (A) ve C kültürü ile üretilen örneklerde belirlenmiştir. TBA değerleri her iki çeşit tereyağında da depolama süresince artmış, en düşük TBA değeri karışık kültürle üretilen yoğurt tereyağında (D) belirlenmiştir. Karışık kültür (D) ile üretilen iki tereyağı çeşidinde de depolama sonunda genel kabul edilebilirlik puanları diğer örneklerden daha yüksek bulunmuştur. Sonuç olarak, tereyağında önemli bir kalite kriteri olan oksidasyonun önlenmesinde starter kültürün önemli olduğu ve bu bağlamda yoğurt tereyağı üretiminde kullanılabileceği ancak uygun suş seçimi için daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Yoğurt tereyağı, Krema tereyağı, Starter kültür, Oksidasyon stabilitesi, Analiz

Oxidation Stability and Some Properties of Butter Produced with Yoghurt and Cream by Different Starter Cultures

ABSTRACT

This research was carried out to determine some physicochemical and oxidative stability properties in yoghurt and cream butters produced without inoculation of starter culture (control sample), [B: *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (2%)], [C: *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* (2%)] and the combination of these cultures [D: B (1%) + C (1%)]. Butter samples were stored at 4±1°C and analyzed [(dry matter, fat, pH, acidity, free fatty acidity (SYA), peroxide value (PV) and thiobarbutyric acid value (TBA)] on the storage days of 1, 15, 30, 45, and 60. Butter samples had higher values in terms of pH, dry matter and fat contents than others while their acidity was found lower. On the other hand, SYA values were higher in yoghurt butters and they increased in both types of butter during storage. The lowest PV value was found in yoghurt butter sample produced with D starter culture, and control (A) and C culture in cream butter samples. TBA values increased during storage in both types of butter, and the lowest TBA value was determined in yoghurt butter produced with mixed culture (D). In the two butter varieties produced with mixed culture (D), general acceptability scores were found higher at the end of storage. In conclusion, it can be said that starter culture is important in preventing oxidation, which is an important quality criterion in butter,

and in this context, it can be used in the production of yoghurt butter, but more studies are needed for the selection of an appropriate strain.

Keywords: Yoghurt butter, Cream butter, Starter culture, Oxidation stability, Analysis

GİRİŞ

Süt ve ürünleri temel gıda maddeleri olarak insan beslenmesinde çok önemli bir yere sahip olup birçoğu hem geleneksel hem de modern yöntemlerle işlenerek üretilmektedir [1]. Bu ürünlerden biri olan tereyağı, çeşitli ülkelerde farklı geleneksel yollarla üretilmektedir. Örneğin Tunus'ta sütün kendiliğinden/kültür ilave edilmeksizin fermentasyonunun ardından yayıklanması ile elde edilen ve yöresel olarak "Zebda beldi" olarak adlandırılan geleneksel Tunus Tereyağı, bir diğeri Cezayir'in pek çok bölgesinde deve sütünün keçi derisinden yapılan kaplarda 24-48 saat süreyle fermentasyonunun ardından kabın yarısının ekşi sütle doldurulup yayıklanması ile elde edilen ve "Shmen" adı verilen tereyağı [2], yine Mısır'da mekanik olarak ayrılan kremanın "Kerba" adı verilen keçi derisinden yapılan kaplarda derinin dış kısmının bolca tuzlanarak oda sıcaklığında 2-3 gün bekletildikten sonra Kerba'nın sallanarak oluşan yağ globüllerinin ayrılması ile elde edilen tereyağı [3] olduğu bilinmektedir. Ülkemizde ise eskiden "yayık" adı verilen tahta fiçilerde yoğurdun belli oranda su ilave edilerek yayıklanması ile elde edilen, aslında literatüre "Yoğurt tereyağı" olarak girmesi gerekirken "Yayık tereyağı" olarak geçen geleneksel tereyağı da üretilmektedir. Günümüzde teknolojinin gelişimine bağlı olarak tereyağı üretiminde elektrikli makineler de kullanıldığı için, hammaddesi dikkate alınarak bu çalışmada yoğurttan yapılan tereyağı yoğurt tereyağı olarak adlandırılmıştır. Hammaddesinin yoğurt olması nedeniyle hem üretim hem de bazı özellikleri nedeniyle krema tereyağından ayrılmaktadır. Her ne kadar kendine özgü tat ve aromaya sahip olması, raf ömrünün daha uzun olması ve yoğurt üretiminde yüksek ısı işlem uygulanması nedeniyle daha güvenilir olsa da, tereyağlarında depolama süresince biyokimyasal reaksiyonlara bağlı olarak tat ve aromada değişimler olabilmektedir. Tüketiciler geleneksel ürünleri tercih ederken temizlik ve hijyen beklentisinin yanı sıra daha sağlıklı ve satış yerlerinde her zaman bulunmasını arzu etmektedirler [4]. Avrupa'da geleneksel ürünler için büyük bir pazar olduğu ancak bu pazarın devamlılığı için geleneksel ürünlerde bir takım yeniliklerin gerekli olduğu, özellikle ürünün herhangi bir olumsuz yönünün düzeltilmesinin tüketiciler tarafından kabul edilebilirliğinde artışa neden olduğu ifade edilmiştir [5].

Kültür ile üretilen tereyağı, diasetil ve uçucu organik asitler gibi aromatik bileşikler ve laktik asit nedeniyle zengin aromaya sahip ürün olarak tanımlanmaktadır. Tereyağında bulunan bu maddeler hem ürünün raf ömrünün uzaması hem de fonksiyonel özellik kazanması açısından gereklidir. Ayrıca kültürlü tereyağında laktik asit bakterileri tarafından oluşturulan diasetil ve laktik asit antibakteriyel etki göstererek bozulma yapan mikroorganizmaların gelişmesini önlemektedir [6]. Kültürlü tereyağı üretiminde çoğunlukla mezofilik laktik asit bakterilerinden *L. lactis*, *L. cremoris*,

L. diacetylactis ve *Leuconostoc* cinsi bakteriler kullanılmakta ve bunların temel görevi önemli miktarda aroma maddesi veya aromatik bileşikler yanında orta derecede asit üretmektir [6]. Kültür ilaveli tereyağının starter kültür aşılınmamış olana kıyasla daha yüksek verim, daha iyi aroma ve ısı işlem sonrası daha az kontaminasyon riski gibi üstünlüklere sahiptir [7]. Ancak, önemli geleneksel bir süt ürünümüz olan Yoğurt tereyağı ile yapılan çalışmalar sınırlı sayıda olup çalışmalar daha çok üretim parametrelerinin araştırılması üzerine yoğunlaşmıştır [8-10]. Bu nedenle, bu çalışmada farklı starter kültür kullanılarak üretilen yoğurt ve krema tereyağlarının kimyasal özellikleri ve oksidasyon stabiliteleri araştırılarak farklılıkları ortaya konulmuştur. Böylece geleneksel tereyağında da çeşitliliği sağlayarak üretimi ve tüketimini teşvik etmek amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Yoğurt tereyağlarının üretimi için kullanılan yoğurtların üretiminde kullanılan çiğ inek sütü Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Pilot Süt Fabrikası'ndan, Krema tereyağlarının üretiminde kullanılan krema ise Leben Süt ve Süt Ürünleri A.Ş.'den (Erzurum) temin edilmiştir. Yoğurt yapımında kullanılan ticari yoğurt kültürü (DVS YC350) Peyma Hansen (İstanbul) ve tereyağı üretiminde kullanılan saf *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* 4366 ve *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* 20200 kültürleri DSMZ'den (Almanya Mikroorganizma ve Hücre Kültür Koleksiyonu) temin edilmiştir.

Metot

Starter Kültürlerin Hazırlanışı

Bu amaçla 121°C'de 15 dk. sterilize edilmiş M17 ve MRS brothlar (Merck) kullanılmıştır. Steril öze ile *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* M17 brotha *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* ise MRS brotha aktarılmış, M17 broth aerobik, MRS broth ise anaerobik şartlarda 30°C'de 24-48 saat süreyle inkübasyona bırakılmıştır. Gelişme görülen brothlardan M17 ve MRS agarlara üçlü çizim yöntemi ile ekim yapılmış ve aynı şartlarda inkübe edilmiştir [11]. Petrilerde oluşan koloniler steril fizyolojik tuzlu su içeren tüplere aktarılarak MacFarland skalası (McFarland Standard, Ref. 70 900, BioMérieux®) ile 10⁷ kob/mL mikroorganizma yoğunluğuna ayarlanmıştır. Tereyağı üretiminde kullanılan kültürün hazırlanması için; %10 kurumaddeli 110°C'de 5 dk. sterilize edilmiş yağsız süttozu içerisine 10⁷ seviyesinde mikroorganizma içeren tüplerden 1 mL alınarak ilave edilmiş ve 30°C'de inkübe edilerek asitlik %0.36-0.39 olduğunda inkübasyon

sonlandırılmıştır. Kültür aktivite testi için Horrall-Elliker testi kullanılmıştır.

Hammaddede Yapılan Analiz Yöntemleri

Süt, yoğurt ve kremada; kurumadde (gravimetrik yöntem), yağ (Gerber yöntemi), laktik asit cinsinden asitlik derecesi ve pH analizleri Kurt ark.'nın belirttiği yöntemlerle belirlenmiştir [12].

Yoğurt ve Yoğurt Tereyağlarının Üretimi

Bu amaçla önce yoğurtlar üretilmiş sonra tereyağı üretilmiştir. Yoğurt üretimi için çiğ inek sütü, randımanı artırmak amacıyla taze krema (%60 yağlı) ile yağ içeriği %5 olarak ayarlandıktan sonra 90°C'de 20 dk. ısıtılmasının ardından 43±1°C'ye soğutulmuş %2 oranında *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ilave edilerek pH 4.7±1'ye düşüncüye kadar inkübe edilmiş ve 21±1°C'ye soğutulmuş dört kısma ayrılmıştır. Birinci kısım Kontrol (YA) olarak ayrılmıştır. İkinci kısım 10⁷ seviyesinde *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (YB), üçüncü kısım *Leu.mesenteroides* subsp. *cremoris* (YC), dördüncü kısım her iki kültürün karışımı *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* + *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (YD) ilave edilmiş ve 1 gece olgunlaştırılmıştır.

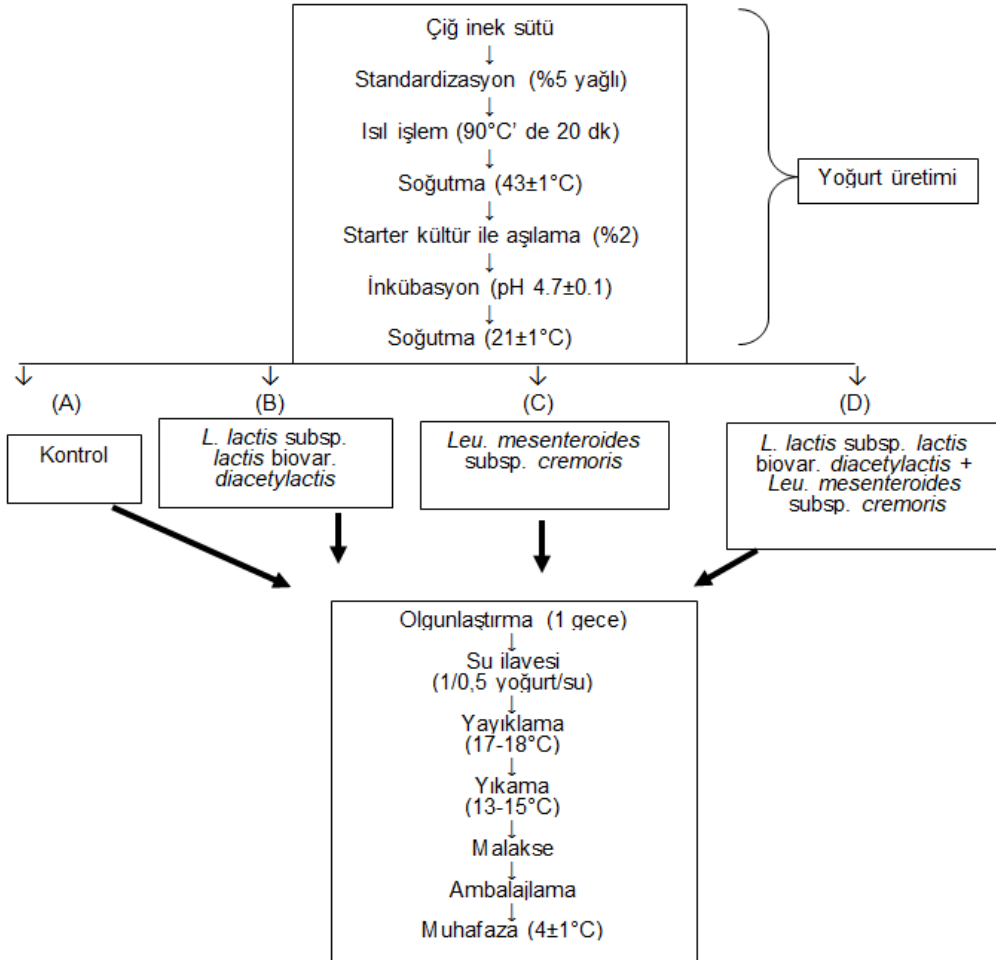
Ardından yoğurtlara 1/0.5 (1 yoğurt/ 0.5 su) oranında su ilave edilerek 17-18°C'de yayıklanmıştır. Elde edilen yağ granülleri 13-15°C içme suyu ile yıkanarak malakse edilmiştir. Ardından alüminyum folyo ile sarılarak 4±1°C'de 2 ay muhafaza edilmiştir. Üretim akış şeması Şekil 1'de verilmiştir.

Krema Tereyağlarının Üretimi

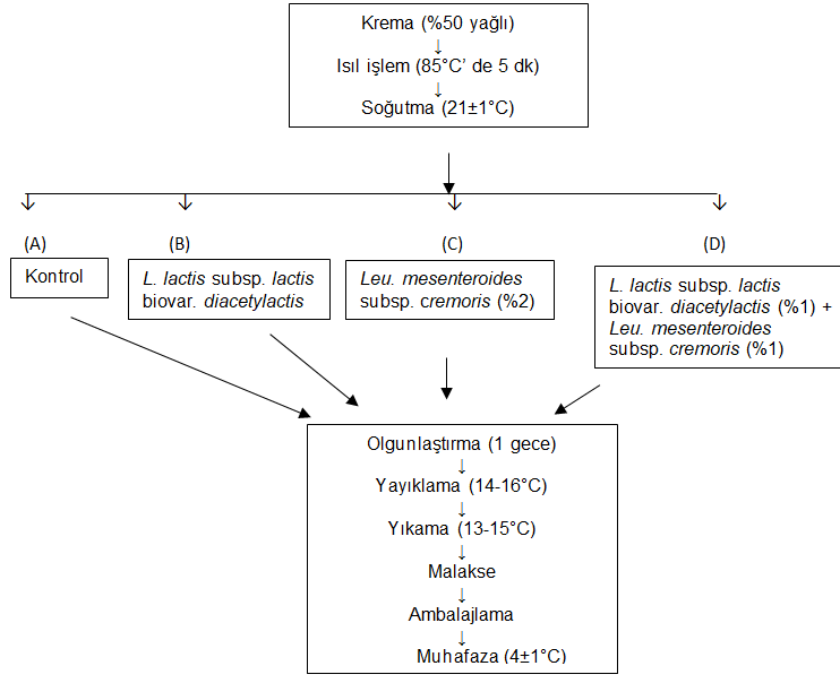
Bu amaçla, yağ içeriği su ile %50'ye ayarlanan krema 85°C'de 5 dk. pastörize edildikten sonra dört kısma ayrılmış ve yoğurt tereyağı üretiminde olduğu gibi aynı starter kültürlerin aynı oranda ilave edilmesiyle aynı şartlarda üretilmiş ve örnekler KA, KB, KC ve KD olarak kodlanmıştır. Üretim akış şeması Şekil 2'de gösterilmiştir.

Tereyağı Örneklerinde Yapılan Analizler

Depolamanın 1., 15., 30., 45. ve 60. günlerinde kurumadde (gravimetrik yöntem), yağ (Gerber yöntemi), asitlik derecesi (titrasyon), pH ve serbest yağ asitleri analizleri Atamer [13]'e göre yapılmıştır. Depolama süresince oksidasyon stabilitesi testlerinden olan peroksit değeri ve tiyobarbutirik asit değerleri Atamer [13] ve Ozturk ve ark. [14] tarafından belirtilen yöntemlerle tespit edilmiştir.



Şekil 1. Yoğurt ve yoğurt tereyağlarının üretim akış şeması



Şekil 2. Krema tereyağları üretim akış şeması

İstatistiksel Analizler

Çalışma 2 hammadde (yoğurt ve krema × 4 starter kültür aşılantısı) [Kontrol (kültür ilave edilmeyen), *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis*, *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris*, *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* + *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris*] × 5 muhafaza süresi (1, 15, 30, 45 ve 60. gün) × 2 tekrür olmak üzere Tam Şansa Bağlı Deneme Planı'na göre yürütülmüştür. Elde edilen veriler SPSS for Windows Release ver 13.0 (1999) paket programında varyans analizi ile değerlendirilmiş, önemli

bulunan ortalamalar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile karşılaştırılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Hammadde Analiz sonuçları

Yoğurt üretiminde kullanılan süt, tereyağlarının üretiminde kullanılan yoğurt ve kremanın kimyasal özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Tereyağı örneklerinin üretiminde kullanılan hammaddelerin özellikleri

İçerik	Isıl işlem görmüş süt	Yoğurt	Isıl işlem görmüş krema
Kurumadde (%)	10.96	13.24	55.25
Yağ (%)	5.00	5.00	50.00
Asitlik (% laktik asit)	0.17	1.07	0.18
pH	6.30	4.70	6.60

Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

Tereyağının kalitesini belirleyen karakteristik kalite özellikleri yağ ve su içeriğidir [15]. Bu çalışmada, tereyağı örneklerinin 60 günlük depolama süresince belirlenen fiziksel ve kimyasal özelliklerindeki değişim Tablo 2'de verilmiştir. Tablodan görüldüğü gibi yoğurttan elde edilen tereyağlarının (yoğurttan elde edilen tereyağları, Y) kurumadde ve yağ açısından kremadan elde edilenlere kıyasla daha düşük olduğu, bu sonuç üzerine, starter kültürlerin hammaddelerdeki (krema ve yoğurt) etkilerinin farklılığının neden olabileceği düşünülmektedir. Yoğurttan elde edilen tereyağlarında kurumadde miktarları %80.43±0.51-% 83.38±0.23 arasında değişim göstermiş bu değerler depolama süresince küçük artış ve azalışlar görülmüştür. Depolama süresince YA örneğinde artış, YB örneğinde azalma görülmüş ve istatistiksel olarak önemli

bulunmuştur ($p<0.05$). Diğer iki örnekte ise değişim önemli değildir ($p>0.05$). Yapılan bir çalışmada, 3 ay depolanan tereyağlarında depolamaya bağlı olarak kurumadde miktarında artış olduğu belirlenmiş ve bu artışın su kaybindan kaynaklandığı ifade edilmiştir [16]. Benzer durumun çalışmamız için de geçerli olduğu, ayrıca tereyağı üretiminde kullanılan starter kültür ve asitlik değerlerinin de bu duruma neden olabileceği düşünülmektedir. Depolama sonunda en fazla YA (yoğurttan Kontrol) örneğinde (%83.38±0.23) tespit edilmiş ve diğer örneklerden istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. Diğer örneklerde kontrol örnekten düşük çıkması, kullanılan starter kültür aktivitesine bağlı olarak ya da yıkama sırasında bünyede su kalması nedeniyle olabilir. Benzer durum krema tereyağlarında da görülmüştür. KA (kremadan Kontrol) örneğinde depolama süresince artış, KB örneğinde azalma görülmüş ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur

($p < 0.05$). Depolama sonunda en düşük kurumadde oranı karışık kültür ile üretilen KD örneğinde (83.98 ± 0.41), en yüksek Kontrol örneğinde (86.08 ± 0.08) belirlenmiş olup KA ve KC ile KB ve KD örnekleri kendi aralarında istatistiksel olarak benzer olmuştur. Erkaya ve ark. [17] kurumadde oranlarını 84.63 ± 0.33 - 86.33 ± 0.23 arasında bulmuşlardır. Birghila ve ark. [18], 5 hafta 4°C 'de depolanan tereyağlarında depolama sonunda nemin arttığını, bu durumun depolama şartlarındaki nispi nemin etkisiyle olabileceğini ifade etmişlerdir.

Yağ miktarları açısından yoğurt tereyağlarında; depolama süresince YA örneğinde artma YD örneğinde azalma belirlenmiş ve başlangıç ile kıyaslandığında depolama sonunda istatistiksel olarak önemli bulunmuş, diğer iki örnekteki değişim anlamlı bulunmamıştır. Depolama sonunda en düşük yağ miktarı YC örneğinde (79.00 ± 0.22) belirlenmiş ancak YD örneği ile aralarında anlamlı fark bulunmazken, en yüksek yağ

oranı (81.63 ± 0.25) YA örneğinde tespit edilmiş olup diğer örneklerden farklı bulunmuştur ($p < 0.05$).

pH değerleri yoğurt tereyağı örneklerinde krema tereyağı örneklerinden daha düşük bulunmuştur. Bu durum yoğurdun pH değerinin (4.70) kremadan (6.60) düşük olmasından kaynaklanmıştır. Yoğurt tereyağlarının pH değeri 4.02 ± 0.0 - 4.15 ± 0.07 arasında değişmiştir. Genel olarak, depolama süresince pH değerlerinde artma ve azalmalar olmuş ancak bu dalgalanmalar YC ve YD örneklerinde depolama sonunda önemli bulunmazken, YA ve YB örneklerinde önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Depolama sonunda en düşük pH değeri (4.04 ± 0.02) YD örneğinde, en yüksek pH değeri (4.27 ± 0.13) YB örneğinde bulunmuş ve diğer örneklerde istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($p < 0.05$). Deve sütünün fermente edilip yayıklaştırılmasıyla elde edilen geleneksel bir tereyağı olan Shmen örneklerinde pH değerlerinin 3.10 ± 0.26 - 4.97 ± 0.32 arasında değiştiği belirlenmiştir [2].

Tablo 2. Tereyağı örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Özellik	Günler	Tereyağı örnekleri							
		YA	YB	YC	YD	KA	KB	KC	KD
Kurumadde (%)	1	81.80±0.33Ba	82.76±0.81Aa	81.04±0.75ABa	81.07±0.74ABa	85.82±0.08Db	83.67±0.12Ca	85.33±0.95Da	83.82±0.33Ca
	15	83.05±0.20Cb	80.55±0.45Ab	81.25±0.97ABa	81.65±0.44Ba	85.57±0.08Ea	83.97±0.18Dab	85.70±0.96Ea	84.31±0.29Cab
	30	82.77±0.08Bb	80.60±0.88Ab	80.80±0.84Aa	81.51±0.66Aa	86.16±0.19Dc	83.86±0.30Cab	85.90±0.87Da	84.05±0.28Cab
	45	82.79±0.15Cb	80.77±0.46Ab	81.16±0.80ABa	81.35±0.55Ba	85.87±0.10Eb	83.89±0.37Dab	86.09±0.82Ea	84.50±0.51Db
Yağ (%)	1	80.63±0.19Ba	79.56±0.43Aab	79.56±0.66Aa	80.19±0.47ABb	82.13±0.25Ca	80.69±0.69Bab	82.25±0.29Ca	80.50±0.41Ba
	15	81.06±0.12BCab	79.19±0.94Aa	80.25±0.51Ba	80.69±0.55Cb	82.50±0.20Db	81.88±0.75DCd	82.75±0.29Db	81.13±0.25BCa
	30	80.81±0.69Ca	79.25±0.29Aa	79.38±0.85Aa	80.25±0.29BCb	83.19±0.24Ed	79.88±0.25ABa	82.75±0.35DEb	82.25±0.65Db
	45	81.63±0.60Cb	79.44±0.23Aab	79.61±0.87ABa	80.00±0.74ABab	82.75±0.35Dbc	80.44±0.43Bab	82.94±0.12Db	82.63±0.88Db
pH	1	4.02±0.00Aa	4.07±0.09ABa	4.10±0.05Ba	4.07±0.03ABa	5.65±0.01Eb	4.67±0.01Ca	5.56±0.05Dc	4.67±0.01Cb
	15	4.04±0.02Aab	4.09±0.04ABa	4.11±0.05Ba	4.08±0.02ABa	5.56±0.09Db	4.65±0.01Ca	5.51±0.04Db	4.64±0.02Ca
	30	4.04±0.04Aab	4.05±0.03Aa	4.05±0.06Aa	4.03±0.02Aa	5.19±0.47Ca	4.71±0.03Bb	5.46±0.01Da	4.68±0.02Bb
	45	4.10±0.03ABc	4.13±0.08ABa	4.08±0.04Aa	4.15±0.07Bb	5.32±0.03Dab	4.80±0.04Cc	5.44±0.01Ea	4.77±0.01Cc
Asitlik (%)	1	0.41±0.03ABCb	0.53±0.03Cb	0.46±0.01BCb	0.42±0.01BCa	0.38±0.50ABCa	0.23±0.01ABa	0.13±0.00Aa	0.23±0.01ABa
	15	0.32±0.01Dab	0.32±0.02Da	0.33±0.03Da	0.32±0.03Dab	0.19±0.01Ba	0.24±0.01Ca	0.14±0.01Aab	0.25±0.01Cab
	30	0.25±0.08ABa	0.28±0.12Ba	0.27±0.08ABa	0.26±0.11ABa	0.24±0.01ABa	0.26±0.02ABa	0.15±0.01Ab	0.24±0.01ABa
	45	0.25±0.07Aa	0.29±0.12Aa	0.27±0.11Aa	0.26±0.10Aa	0.26±0.01Aa	0.28±0.03Aab	0.19±0.02Ac	0.26±0.00Ab
Serbest Yağ Asitliği (mg KOH/g yağ)	1	1.69±0.11Ba	1.82±0.07Ca	1.66±0.08Ba	1.72±0.05Ba	0.87±0.02Aa	0.88±0.03Aa	0.84±0.00Aa	0.88±0.03Aa
	15	1.87±0.02Cb	1.81±0.07Ca	1.79±0.11Cab	1.86±0.07Cb	1.36±0.03Bb	1.02±0.07Aa	0.98±0.03Ab	1.02±0.03Aab
	30	1.79±0.09Cab	1.84±0.07Ca	1.89±0.07Cb	1.88±0.12Cb	1.84±0.14Cc	1.12±0.00Ba	0.96±0.05Ab	1.19±0.12Bbc
	45	1.88±0.05Bb	1.85±0.07Ba	1.88±0.15Bb	1.92±0.09Bc	2.01±0.01Bd	1.99±0.83Bb	1.29±0.14Ac	1.34±0.12Bac
60	1.80±0.11Aab	1.84±0.06Aa	1.83±0.09Ab	1.83±0.05Aab	2.42±0.06Be	4.06±0.13Cc	1.77±0.06Ad	1.91±0.24Ad	

YA: Yoğurt tereyağı, Kontrol; YB: *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%2) ile üretilen yoğurt tereyağı; YC: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%2) ile üretilen yoğurt tereyağı; YD: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%1) + *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%1) ile üretilen yoğurt tereyağı; KA: Krema tereyağı, Kontrol; KB: *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%2) ile üretilen krema tereyağı; KC: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%2) ile üretilen krema tereyağı; KD: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%1) + *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%1) ile üretilen krema tereyağı. a–e Aynı sütündeki farklı harfler istatistiksel olarak farklıdır ($p < 0.05$). A–E Aynı sıradaki farklı harfler istatistiksel olarak farklıdır ($p < 0.05$).

Yayık tereyağı üzerine yapılan bir çalışmada pH değerleri 3.73 ± 0.03 - 3.81 ± 0.09 arasında değişim göstermiştir [19]. Diğer bir çalışmada, yayık tereyağının depolama başında 5.25 ± 0.03 olan pH değeri 60 günlük depolama sonunda 4.62 ± 0.12 değerine ulaşmış, buna karşılık titrasyon asitliği değerleri değişmemiştir [20]. Krema tereyağlarından KB ve KD örneklerinde depolama süresince pH değerleri genel olarak bir artış göstermiş, başlangıç pH değeriyle depolama sonundaki pH değerleri istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($p < 0.05$). KA ve KC örneklerinde ise depolama süresince azalma olmuştur. Bu durum KA örneğinde anlamlı bulunmazken KC örneğinde önemli olmuştur ($p < 0.05$). Depolama sonunda en düşük pH değeri (4.76 ± 0.01) KD örneğinde belirlenmiş. KB örneği ile benzer bulunurken, en yüksek pH değeri ise (5.45 ± 0.02) KC örneğinde belirlenmiş olup KA örneği ile benzer çıkmıştır. Bu sonuç, KC örneğinin üretiminde kullanılan

Leu. mesenteroides subsp. *cremoris* suşunun asit üretim gücünün düşük olmasından kaynaklanmış olabilir. *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* laktozu fermente etme gücü diğer *Leu.* türlerinden daha düşük olup starter kültür olarak kullanıldığında asit üreten *Lactococcus* suşları ile birlikte kullanılmaktadır [21]. Çalışmamızda aroma üretimi için kullanılmıştır. Ayrıca *Leuconostoc* spp. heterofermantatif mezofilik özellikte oluşu ile diğer laktik asit bakterilerinden ayrılmaktadır [22].

Asitlik açısından değerlendirildiğinde yoğurt tereyağlarının krema tereyağlarından daha yüksek asitliğe sahip olduğu görülmüştür. Bu sonuç, tereyağı üretiminde kullanılan yoğurdun kremadan daha yüksek asitliğe sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Benzer bulgular Şenel ve ark. [8] tarafından da saptanmıştır. Yoğurt tereyağları içerisinde en yüksek asitlik *L. lactis*

subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* ile üretilen YB örneğinde tespit edilmesine rağmen tüm örnekler istatistiksel olarak benzer bulunmuştur. Cachon ve ark. [23] *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis*'in tereyağı, krema ve taze fermente peynir gibi pek çok süt ürünüde asit ve aroma üreten ajan olarak kullanıldığını bildirmiştir. Çalışmamızda örnekler arasında fark olmaması yoğurt tereyağı üretiminde kullanılan starter kültürlerin simbiyotik etkileşimi sonucu olduğu düşünülmektedir. Depolama süresince tüm örneklerin asitlikleri belirgin olarak düşerken bu düşüşün 15. günden sonra istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiş ve depolama sonunda asitlik değerleri 0.26 ± 0.09 - 0.29 ± 0.09 arasında değişim göstermiştir. Ancak, Şenel ve ark. [8] tarafından yapılan çalışmada, yayık tereyağlarında depolama süresince asitlikte artış görülmüştür. Başka bir çalışmada da, koyun ve keçi sütlerinden yapılan yayık tereyağlarında depolama süresince artış görülürken inek yoğurdundan yapılan tereyağlarında artış görülmemiştir [9]. pH 4'de yayıklanan yayık tereyağlarının pH 4.6'da yayıklanan yağlara göre daha yüksek titrasyon asitliği gösterdiği 60 günlük depolama süresince sürekli artış gösterdiği, buna karşılık laktik asit miktarlarının azaldığı belirlenmiştir [8]. Yine %7 yağlı yoğurttan elde edilen yayık tereyağının %14 yağlı yoğurttan üretilen tereyağına göre daha yüksek titrasyon asitliğine sahip olduğu, ancak depolama sonunda istatistiksel olarak fark olmadığı belirlenmiştir [8]. Bizim araştırmada, krema tereyağlarında ise Kontrol örneği (KA) hariç, diğer tüm örneklerde depolama süresince asitlikte artış olduğu, başlangıçla karşılaştırınca istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir. Benzer bulgular Şenel ve ark. [8] tarafından da tespit edilmiştir. Dagdemir ve ark. [24] 90 gün depolanan krema tereyağlarında asitlikte artış tespit etmişlerdir. Kesler [25], 60 gün depoladığı tereyağında kontrol tereyağında asitliğin arttığını, ancak istatistiksel olarak anlamlı olmadığını bildirmiştir. Araştırmamızda, en yüksek asitlik KA örneğinde (0.38 ± 0.50) en düşük asitlik 0.13 ± 0.00 ile YC örneğinde belirlenmiştir. Bu durum C örneğinin üretiminde kullanılan *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* kültürünün asitten ziyade aroma üreten bakteri olmasından kaynaklanmaktadır. Nitekim kültürlü tereyağı üretiminde *L. lactis*, *L. cremoris*, *L. diacetylactis*, *Leuconostoc* cinsi mezofilik starter kültürler kullanılmakta, bunlar önemli oranda aroma maddesi oluştururken orta derecede asit üretme kapasitesine sahiptirler [6]. Konuyla ilgili olarak, yayıklama sırasında yağsız kurumadde unsurlarının yayık altına geçmesi yani doğal asitlik unsurlarının azalması nedeniyle asitliğin azaldığı ve kurumadde miktarındaki değişimlerin sütün titrasyon asitliğinde değişime neden olduğu belirtilmektedir [8].

Tereyağı uzun süre depolanabilmesine rağmen depolama sırasında ransidite büyük sorun teşkil etmektedir. Bu probleme lipoliz sonucu oluşan serbest yağ asitleri (SYA) ve SYA'nın oksidasyonu ile birlikte tat ve aromayı bozması dışında tereyağının besin değerini düşürerek süt ve gıda endüstrisinde ekonomik kayıplara neden olduğu belirtilmektedir [16]. Ayrıca, lipaz enzimiyle yağların parçalanması sonucu SYA oluşumu başlamakta ve oluşan SYA ise bütirik, acı, sabunumsu

ya da ekşimsi denilen istenmeyen tatlara neden olmaktadır [26].

Asit değeri, yağların hidrolitik ransidite derecesinin bir ölçüsüdür. Hidrolitik ransidite tereyağının su ve enzim interaksyonu sonucu olmakta ve düşük asit değeri daha az SYA oluştuğunu ve dolayısıyla daha kaliteli ürün olduğunu göstermektedir [27]. Serbest yağ asitliği açısından değerlendirildiğinde; yoğurt tereyağlarının SYA değerlerinin krema tereyağlarından daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Tablo 2). Yoğurt tereyağları içerisinde en yüksek SYA değeri YB (1.82 ± 0.07 mg KOH/g yağ) örneğinde belirlenmiş olup istatistiksel olarak diğer örneklerden farklı bulunmuştur. En düşük SYA değeri YC örneğinde (1.66 ± 0.08 mg KOH/g yağ) tespit edilmiş. YA ve YD örneklerinde benzer değerler bulunmuştur. Depolama süresince tereyağı örneklerinin SYA değerlerinde dalgalanmalar olmuş, bu değişimler YC örneğinde başlangıç SYA değerine göre istatistiksel olarak önemli bulunurken ($p<0.05$) diğer örneklerde benzer çıkmıştır (Tablo 2). Ancak, depolama sonunda örneklerin SYA değerleri arasında farklılık bulunmamıştır. Krema tereyağlarında ise depolama boyunca SYA artmış, en çok artış YA ve YB örneklerinde tespit edilmiş ve istatistiksel olarak diğer örneklerden farklı bulunmuştur. Serbest yağ asitliği değerlerinin PD ve TBA değerlerinden yüksek olduğu görülmüştür (Tablo 2). Bu durum tereyağındaki asil bozulmanın oksidatif bozulmadan ziyade hidrolitik (lipolitik) bozulmadan kaynaklandığı belirtilmiştir [28]. Başka bir araştırmada, krema tereyağlarında 4 aylık depolama süresince SYA değerlerinin arttığı belirlenmiştir [15]. Bakirci ve ark. [29] 120 gün depoladıkları tereyağlarında SYA değerinin depolama süresince artışını istatistiksel olarak anlamlı bulmuşlardır. Bizim araştırmada, Yoğurt tereyağlarının SYA değerlerinin krema tereyağlarından daha yüksek olmasına rağmen duysal açıdan krema tereyağları kadar çok beğenildiği görülmüştür [30]. Bu durumun ransit tada neden olan kısa zincirli (C4-C8) yağ asitlerinin sulu fazda biriktiği ve bu nedenle de SYA ile belirlenemediği belirtilmiştir [31]. Sağdıç ve ark. [10] tarafından yapılan bir araştırmada, Yayık tereyağı örneklerinin asit değerlerinin 0.67 - 0.70 mg KOH/g arasında değiştiği tespit edilmiş olup, bu değerler bu araştırmada taze Kontrol Yoğurt tereyağı örneklerine benzer, ilerleyen periyotlardaki değerlerden ise düşüktür. Ayrıca Birghila ve ark. [18], depolama süresince tereyağında SYA değerlerinin arttığını ancak bu artışın istatistiksel olarak önemli olmadığını belirtmişlerdir. Bu durum da tereyağı örneklerinin bozulmasında hidrolitik parçalanmanın önemli olmadığını ve depolama süresinin SYA üzerinde etkili olmadığını ifade etmişlerdir.

Oksidasyon Stabilitesi

Tereyağı örneklerinin PD ve TBA değerlerine ait sonuçlar Tablo 3'de verilmiştir. Yoğurt tereyağlarında krema tereyağlarına göre daha yüksek PD tespit edilmiştir (Tablo 3). Ancak, ilk günde Yoğurt tereyağlarında peroksit değeri tespit edilebilir sınırın altında bulunmuştur. 15. günde ise Yoğurt tereyağları içerisinde en düşük PD (0.43 ± 0.13 meq O₂/kg yağ) YD

örneğinde, en yüksek PD ise Kontrol örnekte (0.66 ± 0.05 meq O_2/kg yağ) belirlenmiştir. Depolama sonunda ise, en düşük PD yine YD örneğinde (0.58 ± 0.019 meq O_2/kg yağ) belirlenmiş ve diğer örneklerden istatistiksel olarak farklıdır ($p < 0.05$). En yüksek PD (0.78 ± 0.06 meq O_2/kg yağ) ise YB örneğinde depolamanın son gününde belirlenmiş, ancak diğer örneklerde belirlenen değerler ile benzer bulunmuştur (Tablo 3). Depolama süresince yoğurt tereyağlarında PD genel olarak artış olsa da bu durum istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$). Ancak Öztekin-Öztürk [19] tarafından yapılan bir çalışmada, Yayık tereyağlarında PD 60 günlük depolama süresince azalmıştır. Yapılan başka bir çalışmada, inek ve koyun yoğurtlarından üretilen Yayık tereyağlarında PD depolama sırasında azalma göstermiş, keçi tereyağında artış görülmüştür [9]. Diğer bir çalışmada, 9 ay depolanan krema tereyağlarında PD artış göstermiştir [16]. Bizim çalışmada ise, Krema tereyağlarından KB ve KC örneklerinde 45. güne kadar artma 60. günde ise azalma olmuştur. KD örneğinde tüm periyotlarda artış, Kontrol örneği olan KA'da ise 30. günde azalmanın ardından yeniden artış göstererek dalgalı bir seyir göstermiştir. Tüm örneklerde başlangıç ve depolama sonunda PD değişimi önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Depolama sonunda en yüksek peroksit değeri karışık kültür ile üretilen KD örneğinde (0.80 ± 0.04 meq O_2/kg yağ) belirlenmiş ve diğer örneklerden istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($p < 0.05$). En düşük PD ise KC örneğinde (0.30 ± 0.06 meq O_2/kg yağ) belirlenmiş ancak diğer örneklerin değerleriyle istatistiksel olarak farksız bulunmuştur ($p > 0.05$). Çakmakçı ve ark. [32] [90 gün depolanan krema tereyağlarında PD'de artış tespit etmişlerdir. Bir başka çalışmada ise, 18 gün depolanan krema tereyağlarında 15. güne kadar peroksit değerlerinde çok yavaş bir artış olduğu belirlenmiş, bu durum çok az otooksidasyon olduğunun göstergesi olarak yorumlanmış, 18. gündeki hızlı artışın ise otooksidasyonun başladığının göstergesi olduğu ifade edilmiştir [28].

TBA değerleri de yoğurt tereyağlarında daha yüksek bulunmuştur (Tablo 3). Yoğurt tereyağlarında 15. güne kadar azalma görülmüş bugünden sonra dalgalanmalar olmuş, ancak depolama sonunda TBA değerleri başlangıç periyoduyla kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0.05$). Depolama sonunda ise en yüksek TBA değeri YA (0.18 ± 0.00 mg malonaldehit/kg yağ) ile YC (0.18 ± 0.01 mg malonaldehit/kg yağ) örneklerinde, en düşük TBA değerleri ise YB (0.15 ± 0.02 mg malonaldehit/kg yağ) ve YD (0.14 ± 0.01 mg malonaldehit/kg yağ) örneklerinde belirlenmiş ve bu örnekler kendi aralarında istatistiksel olarak benzer bulunmuştur (Tablo 3). Yapılan bir çalışmada, 60 gün depolanan Yayık tereyağlarında TBA değerleri sürekli azalmıştır [19]. Başka bir çalışmada ise 60 günlük depolama süresince Yayık tereyağlarında TBA değerlerinin arttığı belirlenmiştir [20]. Bu çalışmada, krema tereyağlarında depolama süresince YC örneğinde 30. güne kadar artış, sonra azalma ve tekrar artış görülürken, diğer tüm örneklerde depolama süresince artmış ve başlangıç periyodundan istatistiksel olarak farklı bulunmuştur (Tablo 3). Depolama sonunda KA ve KC örnekleri istatistiksel olarak birbirine benzer bulunmuş. KB ve KD örnekleri ise farklı bulunmuştur. Depolama sonunda en düşük TBA değerleri KA (0.15 ± 0.01 mg malonaldehit/kg yağ) ve KC (0.16 ± 0.03 mg malonaldehit/kg yağ) örneklerinde, en yüksek TBA değerleri YB (0.25 ± 0.02 mg malonaldehit/kg yağ) ve YD (0.27 ± 0.02 mg malonaldehit/kg yağ) örneklerinde belirlenmiştir. Tahmas-Kahyaoğlu ve ark. [33] krema tereyağlarında depolama süresince TBA değerinde artış olduğunu saptamışlardır. Başka bir çalışmada ise kremadan üretilen probiyotik tereyağlarının TBA değerlerinin 30. güne kadar arttığı sonra azaldığı belirlenmiştir [17]. Krema tereyağlarında TBA değerlerinde çok az bir değişimin olmasının aldehit ve keton gibi ikincil oksidasyon ürünlerinin oluşmadığının göstergesi olduğu ifade edilmiştir [28].

Tablo 3. Tereyağı örneklerinin oksidasyon stabilite özellikleri

Özellik	Günler	Tereyağı örnekleri								
		YA	YB	YC	YD	KA	KB	KC	KD	
Peroksit değeri (meq O_2/kg yağ)	1	TE*	TE	TE	TE	TE	0.14 ± 0.00Aa	0.14 ± 0.03Aa	0.16 ± 0.03Aa	0.12 ± 0.02Aa
	15	0.66 ± 0.05Da	0.63 ± 0.21CDa	0.50 ± 0.07BCa	0.43 ± 0.13Ba	0.21 ± 0.01Ac	0.22 ± 0.04Aa	0.22 ± 0.02Aab	0.24 ± 0.02Ab	
	30	0.94 ± 0.51Da	0.62 ± 0.15Ca	0.60 ± 0.11Ca	0.50 ± 0.00BCa	0.16 ± 0.00Ab	0.25 ± 0.01ABa	0.25 ± 0.06ABbc	0.26 ± 0.02ABb	
	45	0.65 ± 0.06BCa	0.72 ± 0.09Ca	0.60 ± 0.14BCa	0.55 ± 0.19Ba	0.36 ± 0.02Ad	0.51 ± 0.10ABb	0.39 ± 0.04Ac	0.64 ± 0.03BCc	
	60	0.70 ± 0.06BCa	0.78 ± 0.06Ca	0.65 ± 0.15BCa	0.58 ± 0.19Ba	0.35 ± 0.00Ad	0.41 ± 0.17Ab	0.30 ± 0.06Ad	0.80 ± 0.04Cd	
TBA (mg malonaldehit/kg yağ)	1	0.17 ± 0.08ABb	0.17 ± 0.08ABa	0.27 ± 0.29Ba	0.17 ± 0.18ABa	0.05 ± 0.00Aa	0.09 ± 0.05ABa	0.02 ± 0.01Aa	0.08 ± 0.02ABa	
	15	0.07 ± 0.02Aa	0.13 ± 0.04Ba	0.15 ± 0.06Ba	0.11 ± 0.05ABa	0.06 ± 0.00Ab	0.14 ± 0.04Bb	0.07 ± 0.01Aab	0.14 ± 0.01Bb	
	30	0.13 ± 0.00ABb	0.14 ± 0.01ABa	0.21 ± 0.07BCa	0.25 ± 0.11Ca	0.07 ± 0.00Ac	0.14 ± 0.01ABb	0.12 ± 0.05Abc	0.14 ± 0.02ABb	
	45	0.17 ± 0.01CDb	0.15 ± 0.01BCDa	0.10 ± 0.01ABa	0.12 ± 0.00ABCa	0.07 ± 0.00Ad	0.15 ± 0.03BCDb	0.08 ± 0.05Aab	0.18 ± 0.07Db	
	60	0.18 ± 0.00BCb	0.15 ± 0.02ABa	0.18 ± 0.01Ca	0.14 ± 0.01Aa	0.15 ± 0.01Ae	0.25 ± 0.02Dc	0.16 ± 0.03ABc	0.27 ± 0.02Ec	

YA: Yoğurt tereyağı. Kontrol; YB: *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%2) ile üretilen yoğurt tereyağı; YC: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%2) ile üretilen yoğurt tereyağı; YD: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%1) + *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%1) ile üretilen yoğurt tereyağı; KA: Krema tereyağı. Kontrol; KB: *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%2) ile üretilen krema tereyağı; KC: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%2) ile üretilen krema tereyağı; KD: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%1) + *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%1) ile üretilen krema tereyağı. a–e Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak farklıdır ($p < 0.05$); A–E Aynı sıradaki farklı harfler istatistiksel olarak farklıdır ($p < 0.05$)

*TE: Tespit edilemedi

SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırma sonucunda, geleneksel olarak üretilen Yoğurt tereyağlarının starter kültür aşılınmasıyla üretimi durumunda tereyağının oksidasyon stabilitesi üzerinde olumlu etkisinin olduğu görülmüştür. Nitekim oksidasyon açısından önemli bir kriter olan PD'nin yoğurt tereyağları

içerisinde karışık kültürle üretilen örnekte en düşük bulunması ve depolama süresince çok az değişim göstererek depolama sonunda taze tereyağında belirlenen değere yakın olması, geleneksel olarak starter kültür ilave edilmeden üretilen yoğurt tereyağı üretiminde starter kültür kullanımının daha kaliteli tereyağı üretimine imkân vereceğini ortaya koymuştur.

Ayrıca, krema tereyağlarında yoğurt tereyağının aksine en yüksek PD ve TBA değerlerinin KD örneklerinde belirlenmesi en uygun starter kültür çeşidinin belirlenmesinde farklı suşların birlikte ya da tek olarak etkilerinin denenerek daha fazla araştırılması gerektiği sonucunu düşündürmektedir. Ancak depolama sonunda hem en az oksit tadın YD örneğinde algılanması hem de genel kabul edilebilirlik açısından en fazla beğenilen örnek olması [30], oksidatif bozulmanın duyu analizde hissedilecek düzeyde olmadığını göstermiştir.

TEŞEKKÜR

Bu araştırmayı maddi olarak destekleyen (Proje No: 2009/201) Atatürk Üniversitesi BAP birimine teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- [1] Abid, Y., Azabou, S., Jridi, M., Khemakhem, I., Bouaziz, M., Attia, H. (2017). Storage stability of traditional Tunisian butter enriched with antioxidant extract from tomato processing by-products. *Food Chemistry*, 233, 476-482.
- [2] Mourad, K., Nour-Eddine, K. (2006). Physicochemical and microbiological study of "shmen", a traditional butter made from camel milk in the Sahara (Algeria): isolation and identification of lactic acid bacteria and yeasts. *Grasas y Aceites*, 57(2), 198-204.
- [3] Meshref, A. (2010). Microbiological quality and safety of cooking butter in Beni-Suef governorate-Egypt. *African Health Sciences*, 10(2), 193-198.
- [4] Jordana, J. (2000). Traditional foods: challenges facing the European food industry. *Food Research International*, 33(3), 147-152.
- [5] Vanhonacker, F., Kühne, B., Gellynck, X., Guerrero, L., Hersleth, M., Verbeke, W. (2013). Innovations in traditional foods: Impact on perceived traditional character and consumer acceptance. *Food Research International*, 54(2), 1828-1835.
- [6] Musiy, L., Tsisaryk, O., Slyvka, I., Mykhaylytska, O., Gutyj, B. (2017). Research into probiotic properties of cultured butter during storing. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3(11), 31-36.
- [7] Rodríguez, A., Bunger, A., Castro, E., Sousa, I., Empis, J. (2003). Development and optimization of cultured goat cream butter. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 80(10), 987-992.
- [8] Şenel, E., Atamer, M., Öztekin, Ş. (2010). Yayıklama parametrelerinin yayık ayranı ve yayık tereyağının bazı nitelikleri üzerine etkisi. *Gıda*, 35(4), 267-274.
- [9] Şenel, E., Atamer, M., Öztekin, F.Ş. (2011). The oxidative and lipolytic stability of Yayık butter produced from different species of mammals milk (cow, sheep, goat) yoghurt. *Food Chemistry*, 127(1), 333-339.
- [10] Sağdic, A., Arici, M., Simsek, O. (2002). Selection of starters cultures for a traditional Turkish yayık butter made from yoghurt. *Food Microbiology*, 19, 303-312.
- [11] Speck, M.L. (1984). Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods, American Public Health Association, Washington, USA.
- [12] Kurt, A., Çakmakçı, S., Çağlar A. (2007). Süt ve Mamülleri Muayene ve Analiz Metotları Rehberi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No. 18, 238 s, Erzurum.
- [13] Atamer, M. (1993). Tereyağı Teknolojisi Uygulama Klavuzu, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara.
- [14] Ozturk, S., Cakmakci, S. (2006). The effect of antioxidants on butter in relation to storage temperature and duration. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 108(11), 951-959.
- [15] Dvořák, L., Lužová, T., Šustová, K. (2016). Comparison of butter quality parameters available on the Czech market with the use of FT NIR technology. *Mljekarstvo*, 66(1), 73-80.
- [16] Méndez-Cid, F.J., Centeno, J.A., Martínez, S., Carballo, J. (2017). Changes in the chemical and physical characteristics of cow's milk butter during storage: Effects of temperature and addition of salt. *Journal of Food Composition and Analysis*, 63, 121-132.
- [17] Erkaya, T., Ürkek, B., Doğru, Ü., Çetin, B., Şengül, M. (2015). Probiotic butter: Stability, free fatty acid composition and some quality parameters during refrigerated storage. *International Dairy Journal*, 49, 102-110.
- [18] Birghila, S., Dobrinas, S. (2010). The influence of the storage time on the stability of butter. *Environmental Engineering and Management Journal*, 9(11), 1579-1582.
- [19] Öztekin, F.Ş. (2010). Yoğurdun sulandırma oranı ve granüllerin yıkama sayısının yayık tereyağının nitelikleri üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye.
- [20] Simsek, B. (2011). Studies on the storage stability of yayık butter. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, 6(2), 175-181.
- [21] Thunell, R. (1995). Taxonomy of the Leuconostocs. *Journal of Dairy Science*, 78(11), 2514-2522.
- [22] Hassan, A.N., Frank, J.F. 2001. Starter Cultures and Their Use. In: Applied Dairy Microbiology, Edited by E.H. Marth, J.L. Steele, Marcel Dekker, Inc., USA, 736p.
- [23] Cachon, R., Diviès, C. (1993). Modeling of growth and lactate fermentation by *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* in batch culture. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 40(1), 28-33.
- [24] Dagdemir, E., Cakmakci, S., Gundogdu, E. (2009). Effect of *Thymus haussknechtii* and *Origanum acutidens* essential oils on the stability of cow milk butter. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 111(11), 1118-1123.
- [25] Kesler, Y. (2008). The Production of Functional Butter with Addition of Food Fiber and Probiotic Bacteria. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Kayseri, Türkiye.

- [26] Ray, P., Chatterjee, K., Chakraborty, C., Ghatak, P. (2013). Lipolysis of milk: A review. *International Journal of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine*, 1(1), 58-74.
- [27] Afolabi, S., Okache, T., Eke, M., Alakali, J. (2018). Storage stability of butter produced from peanut, crayfish and ginger. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology* 12(1), 27-37.
- [28] Farag, R.S., Ali, M.N., Taha, S.H. (1990). Use of some essential oils as natural preservatives for butter. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 68(3), 188-191.
- [29] Bakirci, I., Çelik, S., Özdemir, C. (2002). The effects of commercial starter culture and storage temperature on the oxidative stability and diacetyl production in butter. *International Journal of Dairy Technology*, 55(4), 177-181.
- [30] Gundogdu, E., Cakmakci, S., Hayaloglu, A.A. (2020). Effects of starter culture and storage on volatile profiles and sensory characteristics of yogurt or cream butter. *Mljekarstvo*, 70 (3), 184-200.
- [31] Duncan, S., Christen, G., Penfield, M. (1991). Rancid flavor of milk: relationship of acid degree value, free fatty acids, and sensory perception. *Journal of Food Science*, 56(2), 394-397.
- [32] Çakmakçı, S., Gündoğdu, E., Dağdemir, E., Erdoğan, Ü. (2014). Investigation of the possible use of black cumin (*Nigella sativa* L.) essential oil on butter stability. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 20(4), 533-539.
- [33] Tahmas-Kahyaoğlu, D., Çakmakçı, S. (2018). A Comparative study on some properties and oxidation stability during storage of butter produced from different animals'milk. *Gıda*, 43(2), 283-293.
-
-