

FARKLI ORANLARDA YAYIKALTI TOZU KULLANILARAK ÜRETİLEN DONDURMALARIN BAZI ÖZELLİKLERİ

Esin Doğan Özşungur, Nazlı Kanca*, Ayşe Gürsoy

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

Geliş / Received: 23.03.2022; Kabul / Accepted: 27.06.2022; Online baskı / Published online: 04.07.2022

Doğan-Özşungur, E., Kanca, N., Gürsoy, A (2022). Farklı oranlarda yayıkaltı tozu kullanılarak üretilen dondurmaların bazı özellikleri. GIDA (2022) 47 (4) 591-603 doi: 10.15237/gida.GD22037

Doğan-Özşungur, E., Kanca, N., Gürsoy, A (2022). Some properties of ice cream produced with different ratios of buttermilk powder. GIDA (2022) 47 (4) 591-603 doi: 10.15237/gida.GD22037

ÖZ

Bu çalışmada bir süt yan ürünü olan yayıkaltı tozu, dondurma üretiminde farklı oranlarda kullanılmıştır. Yayıkaltı tozu miktarı, miks bileşiminde kullanılan yağsız süttözu miktarının %5, %10, %20, %30 ve % 40'ı kadar olacak şekilde hesaplanmıştır. Olgunlaştırılmış mikslerde gerçekleştirilen analiz sonuçlarına göre, yayıkaltı tozu ilavesi örneklerin titrasyon asitliği, pH değeri ve kurumadde içeriğini etkilememiş ($P > 0.05$), kıvam indeksi ile yağ ve kül içeriklerini ise artırmıştır ($P < 0.05$). Ayrıca, yayıkaltı tozu miktarının artması ile faz ayrılmasının azaldığı belirlenmiştir ($P < 0.05$). Kullanılan yayıkaltı tozu miktarı arttıkça, dondurma örneklerinin hacim artışı ve b^* değerleri artmış, sertlik değerleri azalmış ve ilk damlama süreleri uzamıştır ($P < 0.05$). Duyusal analiz sonuçlarına göre, yayıkaltı tozu miktarının artışı dondurma örneklerinin görünüş ve yapı özelliklerini etkilememiş ($P > 0.05$) ancak lezzet yönünden toz miktarı yüksek olan örnekler panelistlerden daha düşük puan almışlardır ($P < 0.05$).

Anahtar kelimeler: Dondurma, duyusal değerlendirme, miks, yayıkaltı tozu

SOME PROPERTIES OF ICE CREAM PRODUCED WITH DIFFERENT RATIOS OF BUTTERMILK POWDER

ABSTRACT

In this study, buttermilk powder, a dairy by-product, was used in ice cream production at different rates. The amount of buttermilk powder was calculated as 5%, 10%, 20%, 30% and 40% of skimmed milk powder used in mix composition. Addition of buttermilk powder did not affect the titratable acidity, pH value and dry matter content of the aged mixes ($P > 0.05$), but increased consistency index, fat and ash content ($P < 0.05$). Furthermore, phase separation decreased with the increasing amounts of buttermilk powder ($P < 0.05$). As buttermilk powder increase, overrun and b^* values of ice cream samples increased, hardness values decreased and first dripping times were prolonged ($P < 0.05$). Sensory analysis revealed that the increasing buttermilk powder did not affect appearance and texture properties of ice cream samples ($P > 0.05$), however, samples with high powder content had lower flavor scores from panelists ($P < 0.05$).

Keywords: Ice cream, sensory evaluation, mix, buttermilk powder

* Yazışmalardan sorumlu yazar/ Corresponding Author

✉: nazli.turkmen@ankara.edu.tr

☎: (+90) 312 596 1346

☎: (+90) 312 318 2219

Esın Doğan Özşungur; ORCID no: 0000-0002-0036-9022

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

Ayşe Gürsoy; ORCID no: 0000-0001-6077-6087

GİRİŞ

Yayıkaltı, tereyağı üretiminden elde edilen bir süt yan ürünüdür. Üretimde yayıklama sırasında hammaddede bulunan suda çözünebilir özellikteki bileşenlerin tamamına yakını ile süt yağının küçük bir kısmı yayıkaltına geçmektedir (Morin vd., 2007). Dolayısıyla yayıkaltı bileşim yönünden yağsız sütle benzerlik göstermekte, buna karşın daha fazla yağ ile yağ globül membran bileşenlerini içermekte ve biyoyararışlılığı yüksek bir yan ürün olarak kabul edilmektedir (Wong ve Kitts, 2003b; Vanderghem vd., 2010).

Yayıkaltı özellikle protein bakımından zengin bir içeriğe sahip olup, bünyesinde lizin, metionin, izolösin ve triptofan gibi önemli esansiyel aminoasitler barındırmaktadır. Bunun yanı sıra bu yan ürün, vitamin, kalsiyum ve laktoz gibi besin öğelerini de önemli miktarlarda içermektedir. Yayıklama sırasında süt yağ globüllerinin parçalanması ile birlikte yağ globül membran materyalleri de büyük ölçüde yayıkaltına geçmektedir. Bu materyallerin ağırlıkça % 40'ını oluşturan polar lipidlerin bileşiminde; yaklaşık %30 fosfatidiletanolamin, %7 fosfatidilinositol, fosfatidilserin, %31 fosfatidilkolin ve %20 sifingomiyelin bulunmaktadır (Rodríguez-Alcala ve Fontecha, 2010). Yapılan çalışmalar ile membran materyallerinin, özellikle de polar lipidlerin antiviral (rotavirüslere karşı) ve antikanserojenik etkileri olduğu (Morin vd., 2007; Castro-Gomez vd., 2016), peroksit ve hidroksil radikallerinin ortamdan uzaklaştırılmasını sağlayarak antioksidan etki gösterdiği (Wong ve Kitts, 2003b), ayrıca koroner kalp hastalığı, otizm ve MS (multiple skleroz) gibi rahatsızlıklar üzerine olumlu etkilerinin bulunduğu belirtilmektedir (Spitsberg, 2005; Dewettick vd., 2008; Ahn vd., 2011). Yayıkaltına biyo-fonksiyonel özellik kazandıran en önemli bileşen, yağ globül membranının parçalanması ile birlikte yayıkaltına geçen fosfolipidler ve özellikle lesitindir (Corredig vd., 2003; Smith, 2008). Lesitin, özellikle gıda endüstrisi açısından bazı önemli teknolojik özelliklere sahiptir. Lesitinin oksidasyonu engelleyici ve kıvam artırıcı rolü olduğu bilinmektedir (Arslan, 2011). Ayrıca iyi bir emülgatör olmasından dolayı, kullanıldığı ürünlerin fiziksel özelliklerini geliştirdiği

bilinmektedir (Trachoo ve Mistry, 1998; Poduval ve Mistry, 1999; Shibu vd., 2000; Bilgin vd., 2006; Madenci vd., 2013). Emülgatörlerin, özellikle ara yüzey gerilimini azaltarak üründe emülsiyon stabilitesinin sağlanmasında ve ürünün viskozite, tekstür ve erime özelliklerinin iyileştirilmesinde önemli etkileri bulunmaktadır (Atsan ve Çağlar, 2008; Güven vd., 2010; Goff ve Hartel, 2013). Ancak bazı araştırmacılar yayıkaltının emülsifikasyon kapasitesinin veya stabilitesinin yağsız süt ile karşılaştırıldığında çok da yüksek olmadığını belirtmişlerdir. Yayıkaltında yağ globül membran materyalleri, kazein fraksiyonları ve serum proteinleri gibi farklı bileşenler bulunmaktadır. Bu bileşenlerin miktarı ve aralarındaki oranın yanı sıra, sıcaklık, pH gibi bazı faktörler de stabilitenin sağlanmasında etkili olmaktadır (Corredig ve Dalgleish, 1996; Wong ve Kitts, 2003a). Emülsiyon stabilitesini sağlama özelliğinin yanı sıra yayıkaltı tozu; açığa çıkan serbest sülfidril gruplarının miktarına ve yağ oranına bağlı olarak çözünürlük, sınırlı oranda su ve yağ tutma kapasitesi, köpük oluşturma ve stabilitesi göstermektedir (Wong ve Kitts, 2003a; Sharma vd., 2012; Svanborg vd., 2015).

Yayıkaltı, raf ömrünü uzatabilmek ve ürünün taşınabilirliğini kolaylaştırmak için genellikle toz haline getirilerek kullanılmakta, böylece katma değeri yüksek bir ürün elde edilmektedir (Sharma vd., 2012; Atamer, 2016). Yayıkaltı tozu, özellikle salata soslarında, pastacılık ürünlerinde, unlu mamullerde ve hayvan beslenmesinde endüstriyel düzeyde kullanılmaktadır (Caric, 1994; Bachmann, 2001; Jinjara vd., 2006). Buna karşın bilindiği kadarıyla ticari olarak kullanımı bulunmamakla birlikte, yağ içeriği azaltılmış yoğurt (Trachoo ve Mistry, 1998; Romeih vd., 2014; Zhao vd., 2019), pizza (Govindasamay-Lucey vd., 2006) ve Cheddar peyniri (Hickey vd., 2018) gibi süt ürünlerinde sınırlı sayıda çalışma gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada, her yaşta bireyin severek tükettiği, besin değeri yüksek ve bileşimi kolaylıkla değiştirilebilen bir süt ürünü olan dondurmanın, daha düşük maliyetle üretiminin gerçekleştirilmesi ve aynı zamanda besinsel ve teknolojik açıdan daha nitelikli bir ürün elde edilmesi

hedeflenmiştir. Bu amaçla, bahsedilen kriterler bakımından önemli özelliklere sahip yayıkaltı tozu, dondurma üretiminde farklı oranlarda kullanılmış ve ürünün fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özellikleri incelenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Dondurma Üretimi

Dondurma mikşlerinin hazırlanmasında çiğ inek sütü (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Haymana Araştırma ve Uygulama Çiftliği, Ankara, Türkiye), krema (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt İşletmesi, Ankara, Türkiye), yağsız süttozu (Enka Süt A.Ş., Konya, Türkiye), marketten temin edilen toz şeker ve ticari stabilizatör-emülgatör karışımı (CREMODAN®, Danisco, Danimarka) kullanılmıştır. Üretimde kullanılan yayıkaltı tozu ise Enka Süt A.Ş. (Konya, Türkiye)'den temin edilmiştir. Kullanılan krema, yağsız süttozu ve yayıkaltı tozunun yağ içerikleri sırasıyla %65, %0.67 ve %7.34'tür.

Kullanılacak dondurma reçetesi gerçekleştirilen ön denemeler sonucunda belirlenmiş ve örnekler %15 süt yağsız kurumadde, %8 yağ, %15 şeker ve %0.5 stabilizatör/emülgatör içerecek şekilde hesaplamalar yapılmıştır. Yayıkaltı tozu ilaveli örneklerde, mikşte kullanılması gereken toplam yağsız süttozu miktarının (~%8) belirli oranları dikkate alınarak ilave edilecek yayıkaltı tozu miktarı belirlenmiştir. Örneklerin yayıkaltı tozu içerikleri Çizelge 1'de ayrıntılı olarak belirtilmiştir.

Çizelge 1. Örneklerin yayıkaltı tozu içerikleri
Table 1. Buttermilk contents of the samples

Örnekler Samples	Açıklama Description
A (kontrol) A (control)	%100 süttozu 100% milk powder
B	%95 süttozu + % 5 yayıkaltı tozu 95% milk powder + 5% buttermilk powder
C	%90 süttozu + %10 yayıkaltı tozu 90% milk powder + 10% buttermilk powder
D	%80 süttozu + %20 yayıkaltı tozu 80% milk powder + 20% buttermilk powder
E	%70 süttozu + %30 yayıkaltı tozu 70% milk powder + 30% buttermilk powder
F	%60 süttozu + %40 yayıkaltı tozu 60% milk powder + 40% buttermilk powder

Örneklerin üretimi için öncelikle hammaddeler (inek sütü, yağsız süttozu, krema, toz şeker, stabilizatör/emülgatör) karıştırılmış ve karışıma su banyosunda (Heto, SBD 50, Allerød, Danimarka) 80°C/20 dakika ısı işlem, 5 dakika ultraturrax (Heidolph, DIAX 900, Schwabach, Germany) ile homojenizasyon uygulanmış, ardından miskler ~20°C'ye soğutulmuştur. +4°C'de 17 saat olgunlaştırılan mikşler Triomaxx marka Ada model batch tipi dondurma makinesinde (Jiangmen, Çin) dondurulmuştur. Dondurma örnekleri, -25°C'lik odalarda ~36 saat süreyle sertleştirilmiş ve analizler sertleştirme sonunda gerçekleştirilmiştir.

Örneklerin Analizleri

Örneklerin pH değerleri Mettler Toledo marka pH-metre (Zürich, İsviçre), toplam kurumadde içerikleri gravimetrik yöntem (AOAC, 2013), yağ içerikleri Gerber yöntemi (AOAC, 1990) ve kül içerikleri gravimetrik yöntem (Goff ve Hartel, 2013) ile belirlenmiştir. Mikşlerin titrasyon asitliği değerleri ise, fenolfitalein indikatörü varlığında 0.1 N NaOH kullanılarak titrasyon yöntemi ile belirlenmiş ve sonuçlar % laktik asit cinsinden ifade edilmiştir.

Mikşlerin kıvam indeksi değerleri Malvern Kinexus Pro+ reometre (Worcestershire, UK) kullanılarak belirlenmiştir. Dinamik reometrik yöntemle 2 mm boşlukta, 0.1-300 s⁻¹ kayma hızı aralığında 5°C sıcaklıkta örneklerin kıvam indeksi (K) belirlenmiş ve elde edilen veriler Herschel-Bulkley modeli ile yorumlanmıştır.

Faz ayrılması analizi, Goff ve Hartel (2013) tarafından belirtilen yöntemle gerçekleştirilmiştir. 100 ml'lik beherlere aktarılan mikş örnekleri, +4°C'de bekletilmiş ve 24 saat sonunda beherin alt kısmında ayrılan serum hacmi, başlangıçtaki toplam mikş hacmine oranlanarak serum ayrılması değerleri (%) hesaplanmıştır.

Örneklerin hacim artış değerleri, aynı hacimdeki mikş ve dondurmanın ağırlıklarının tartılıp aşağıdaki formüle göre hesaplanmasıyla belirlenmiştir (Goff ve Hartel, 2013):

$$\% \text{ Hacim artışı} = \frac{\text{Miksin ağırlığı} - \text{Dondurmanın ağırlığı}}{\text{Dondurmanın ağırlığı}} \times 100$$

Dondurma örneklerinin erime oranlarını belirleyebilmek için Méndez-Velasco ve Goff (2012)'un belirttiği yöntem uygulanmıştır. Analiz öncesinde ağırlığı kaydedilen dondurma örnekleri, 2.5 mm²'lik deliklere sahip olan paslanmaz çelik tel üzerine yerleştirilmiş ve eriyen kısmın birikebilmesi için altına bir mezür konulmuştur. Oda sıcaklığında (~23°C) gerçekleştirilen analizde, her bir örneğin ilk damlama zamanı dakika cinsinden kaydedilmiştir. Ayrıca, eriyerek mezürde biriken kısım 30, 60 ve 90. dakikalarda tartılmış ve aşağıdaki formüle göre dondurmaların erime oranları (%) hesaplanmıştır:

$$\% \text{ Erime oranı} = \frac{\text{Eriyen kısmın ağırlığı}}{\text{Dondurmanın ağırlığı}} \times 100$$

Örneklerin TCR 200 (Time Group Inc., Çin) renk cihazıyla L*, a*, b* değerleri belirlenmiştir. Her bir örnek için 3 farklı kaptan ölçüm yapılmış ve bu ölçümlerin ortalamaları hesaplanmıştır.

Dondurma örneklerinin tekstür ölçümleri, tekstür analiz cihazı (TA.XT Plus, Stable Micro Systems Ltd., Godalming, UK) ve 5 mm çaplı silindirik paslanmaz çelik prob (Part Code: P/5, Stable

Micro Systems Ltd., Godalming, UK) ile gerçekleştirilmiştir. Örnekler ölçüm öncesi, -15°C'de 24 saat süre boyunca bekletilmişlerdir. Bekleme süresi sonunda her örnek için üç ayrı kaptan 3'er adet ölçüm alınmış ve bu ölçümlerin ortalaması hesaplanmıştır. Tekstürel analiz, Akalın vd. (2008)'nin uyguladığı, aşağıda belirtilen parametreler kullanılarak gerçekleştirilmiştir.
penetration distance = 15 mm
force = 5.0 g
probe speed during penetration = 3.3 mm s⁻¹
probe speed pre- and postpenetration = 3.0 mm s⁻¹

Dondurmaların duyusal analizi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü akademik personelinden oluşan 7 kişilik deneyimli panelist (yaş aralığı 33-60 olan 2 erkek ve 5 kadın) tarafından puanlama testi ile gerçekleştirilmiştir. Duyusal değerlendirme için bir gece önceden -15°C'de bekletilen dondurma örnekleri, her birinden yaklaşık 25 g olacak şekilde panelistlere sunulmuş ve panelistlerden örnekleri görünüş, yapı ve lezzet özellikleri açısından 10 puan üzerinden değerlendirmeleri istenmiştir. Duyusal değerlendirmede Meilgaard vd. (1999) tarafından önerilen skala modifiye edilerek kullanılmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Duyusal değerlendirmede kullanılan skala

Table 2. The scale used in sensory evaluation

Panelist adı soyadı: Size verilen dondurma örneklerini sırasıyla görünüş, kıvam ve lezzet özellikleri açısından değerlendiriniz. Ürünle, bahsedilen özellikler açısından sizde bıraktığı etkiye göre en yüksek puan 10, en düşük puan 1 olacak şekilde puan veriniz. Ayrıca belirtmek istediğiniz kusur vb. durumları lütfen yorumlar kısmına yazınız.						
Özellik	821	925	246	341	549	789
Görünüş						
Kıvam						
Lezzet						
Yorumlar:						

İstatistiksel Analiz

Farklı oranlarda yayıkaltı tozu kullanılarak üretilen dondurmalarda belirlenen özelliklerin normal dağılım gösterip göstermediğine bakılmıştır. Normal dağılım gösteren kül, kıvam indeksi, hacim artışı değerleri ile ilk damlama zamanı, erime oranları ve b* değeri için ANOVA testi uygulanmıştır. Ancak normal dağılım göstermeyen; toplam kurumadde ve yağ içerikleri, pH ve titrasyon asitliği değerleri, görünüş, yapı ve lezzet özellikleri, L* ve a* değerleri ile faz ayrılması ve sertlik değerlerine Kruskal Wallis testi uygulanmıştır. Özellikler arasında farkların istatistik olarak önemi olup olmadığı varyans analizi uygulanarak kontrol edilmiştir. Varyans analizi sonucunda farklı bulunan grup ortalamaları arasındaki farkların belirlenmesinde çoklu karşılaştırma testlerinden Duncan testi kullanılmıştır. İstatistiksel değerlendirmeler için; SPSS 15.0 istatistik programı kullanılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Örneklerin temel bileşim değerleri Çizelge 3'te gösterilmektedir. pH değerleri, % laktik asit içerikleri ve toplam kurumadde değerleri bakımından örnekler arasında farklılık tespit edilmemiştir ($P > 0.05$). Bu durum, bütün dondurma örneklerinin üretiminde aynı reçetenin kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Örneklerin yağ ve kül içerikleri ise istatistik olarak birbirlerinden farklı bulunmuştur ($P < 0.05$). Kontrol örneği ile en az yayıkaltı tozu içeren örnekler olan B ve C örnekleri arasında bu değerler bakımından bir fark görülmezken, yayıkaltı tozu içerikleri yüksek olan D, E ve F örneklerinin diğer örneklerden daha yüksek oranda yağ ve kül içerdiği tespit edilmiştir. Bu durum, yayıkaltı tozunun yağ ve kül oranının, süttozuna kıyasla daha yüksek (Smith, 2008) olmasından kaynaklanmaktadır. Nitekim bu çalışmada miks hazırlanırken kullanılan yağsız süttozu ve yayıkaltı tozunun yağ içerikleri sırasıyla %0.67 ve %7.34, kül içerikleri ise %7.91 ve %8.32'dir.

Çizelge 3. Örneklerin pH, titrasyon asitliği değerleri, toplam kurumadde, yağ ve kül içerikleri (n=3)
Table 3. pH, titratable acidity values, total solid, fat and ash contents of the samples (n=3)

Örnekler Samples	pH	Titrasyon asitliği (%laktik asit) Titratable acidity (lactic acid%)	Toplam kurumadde (g/100 g) Total solid (g/100 g)	Yağ (g/100 g) Fat (g/100 g)	Kül (g/100 g) Ash (g/100 g)
A	6.43±0.02	0.39± 0.01	39.83±0.02	8.17±0.17 ^c	1.26±0.02 ^c
B	6.52±0.01	0.40±0.01	39.42±0.36	8.17±0.17 ^c	1.28±0.03 ^c
C	6.43±0.00	0.38±0.01	39.51±0.26	8.17±0.17 ^c	1.25±0.02 ^c
D	6.46±0.01	0.40±0.01	39.69±0.52	9.17±0.17 ^{ab}	1.35±0.02 ^b
E	6.48±0.04	0.39±0.00	39.02±0.26	9.00±0.00 ^b	1.41±0.00 ^a
F	6.46±0.05	0.40±0.00	39.27±0.11	9.67±0.33 ^a	1.43±0.01 ^a

A (kontrol): %0 yayıkaltı tozu, B: %5 yayıkaltı tozu, C: %10 yayıkaltı tozu, D: %20 yayıkaltı tozu, E: %30 yayıkaltı tozu, F: %40 yayıkaltı tozu

Aynı sütundaki farklı harfler örnekler arasındaki farklılığın önemli olduğunu ifade etmektedir ($P < 0.05$).

A (control): 0% buttermilk powder, B: 5% buttermilk powder, C: 10% buttermilk powder, D: 20% buttermilk powder, E: 30% buttermilk powder, F: 40% buttermilk powder

Values with the different letter within the same column are significantly different ($P < 0.05$).

Dondurma mikşlerinin Herschel-Bulkley davranış modeline göre kıvam indeksi değerleri Çizelge 4'te gösterilmektedir. Kıvam indeksi değerleri arasında farklılık görülmekle birlikte ($P < 0.05$), yayıkaltı tozu miktarına bağlı olarak düzenli bir değişim meydana gelmemiştir. Kontrol örneğiyle karşılaştırıldığında, yayıkaltı tozunun örneklerin kıvam indeksi değerlerini artırdığını söylemek mümkündür. En yüksek değerler 0.41 Pa.s ve 0.42 Pa.s ile sırasıyla % 20 ve % 30 toz kullanılan örneklerde görülmüştür. Yağsız süttözu, peyniraltı suyu tozu ile tatlı krema ve kültürlenmiş kremadan üretilen yayıkaltı tozlarının viskozite değerlerini karşılaştırmalı olarak inceleyen Sodini vd. (2006), yayıkaltı tozunun diğer toz ürünlere kıyasla viskoziteyi daha fazla artırdığını ve viskozite değişiminde pH ile çözünebilir protein miktarının en önemli faktörler olduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde Akalın vd. (2008), yağ içeriği azaltılmış ürünlere yağ ve protein esaslı ikame maddelerinin dondurma mikşinin viskozitesini artırdığını belirtmiştir. El-Kholy vd. (2014) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, yağsız manda sütü ile yayıkaltının belirli oranlarda karışımından üretilen mikşlerde, yayıkaltı miktarının artışıyla reolojik özellikler olumlu yönde etkilenmiş, viskozite ve kıvam indeksi değerlerinde artış gözlenmiştir. Diğer taraftan Thomas ve Combs (1944), yağsız süttözu yerine yayıkaltı kullanımının dondurma mikşlerinin viskozitelerinde belirgin bir farklılık yaratmadığını belirtmiştir.

Olgunlaştırma sırasında mikşte veya erime sırasında dondurmada görülebilen serum ayrılması en önemli kusurlardandır. Hammaddelerin özellikleri, mikş reçetesi, ürün işleme özellikleri gibi faktörler mikşin stabilitesini etkileyebilmektedir. Mikş bileşiminde yer alan polisakkarit yapıdaki stabilizatörler ile süt proteinleri, özellikle de kazein miselleri, hidrofilik karakterde olmalarına rağmen birbirlerinden ayrılma eğilimi göstermekte ve serum stabilitesi bozulmaktadır. Bu kusur, protein oranının artırılması ve birbiriyle uyumlu stabilizatör-emülgatör kullanımı ile azaltılabilmektedir (Vega ve Goff, 2005; Goff ve Hartel, 2013). Dondurma mikşlerinin faz ayrılması değerleri arasında istatistik olarak farklılık tespit edilmiştir ($P <$

0.05). Çizelge 4 incelendiğinde, yayıkaltı tozu miktarının artması ile faz ayrılması değerlerinin azaldığı görülmektedir. Bu çalışmada örneklerin faz ayrılması değerlerinin yayıkaltı tozu ile azaltılabilesinin, yayıkaltında bulunan protein ve fosfolipidlerden kaynaklandığı söylenebilir. Fosfolipidler hem polar hem de apolar özellik göstermekte ve β -kazein ve serum proteinleriyle hidrofobik ve elektrostatik interaksyonlarla oluşturduğu kompleks yapılar sayesinde mikşin su tutma kapasitesi artmakta, diğer bir ifadeyle serum ayrılması azalmaktadır (Gallier vd., 2012; Elkashef vd., 2022). Benzer şekilde Meneses vd. (2020), yağlı süt yerine farklı oranlarda yayıkaltı kullanarak dondurma üretimi gerçekleştirmiş ve örneklerde serum ayrılması görülmeyeceğini bildirmişlerdir. Yazarlar, mikşteki kurumadde, özellikle de protein miktarı ile, kullanılan stabilizatör çeşidinin ve bunların aralarındaki oranın serum ayrılmasının engellenmesinde etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Farklı oranlarda yayıkaltı tozu ilave edilmiş dondurma örneklerinin hacim artış değerleri Çizelge 4'te gösterilmektedir ($P < 0.05$). Örneklerin tamamının hacim artış değerlerinin %50'nin altında olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun, üretimde kesikli tipte dondurma makinesi kullanılmış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu tip dondurma makinaları ile üretilen dondurmalarda nispeten düşük hacim artış değerleri elde edildiği belirtilmektedir (Akın, 1990; Muse ve Hartel, 2004; Kumar vd., 2017). Çizelge 4'te görüldüğü gibi, örnekler içerisinde en düşük hacim artışının, yayıkaltı tozu ilave edilmeyen örnekte (A) olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, yayıkaltı tozu içeren örneklerde, emülsifiye edici rolü olan lesitin bulunmasıyla açıklanabilir. Kontrol örneği ile karşılaştırıldığında, sıvı ya da toz formunda yayıkaltı ilave edilen dondurma örneklerinde hacim artış oranının belirgin bir biçimde yüksek olduğu farklı çalışmalarda da belirtilmiştir (Pradeep, 2005; El-Kholy vd., 2014; Kumar vd., 2017; Szkolnicka vd., 2020).

Dondurmanın sertlik değeri, ürünün tüketiciler tarafından kabul edilebilirliğini yakından etkileyen bir parametredir. Bu çalışmada üretilen dondurma örneklerinin sertlik değerleri arasında istatistik

açından farklılık olduğu belirlenmiştir ($P < 0.05$) (Çizelge 4). Örneğin içerdiği yayıkaltı tozu miktarının artması ile sertlik değerinin düştüğü tespit edilmiş, bir başka ifade ile yayıkaltı tozu miktarının artması ile daha yumuşak tekstür elde edilmiştir. Bu durum, örneklerin hacim artış değerleri ile yakından ilişkilidir. Hacim artışı daha yüksek olan örneklerde büyük hacimli sıkıştırılabilir faz, sertlik değeri ölçümünde uygulanan kuvvete daha az direnç gösterebilmekte (Hartel vd., 2003), dolayısıyla daha düşük sertlik değerleri elde edilmektedir. Benzer sonuçlar Muse

ve Hartel (2004) ile Sofjan ve Hartel (2004) tarafından da bildirilmiştir. Diğer taraftan dondurmanın yağ içeriği de sertlik değerini etkilemektedir. Farklı çalışmalarda (Guinard vd., 1997; Akbari vd., 2016), yağ içeriği ile sertlik değeri arasında negatif bir korelasyon bulunduğu, yağ içeriğindeki artışın buz kristalleri oluşumunu azaltması ile daha yumuşak bir ürün elde edilebileceği belirtilmiştir. Çizelge 3 ve Çizelge 4 incelendiğinde, deneme örneklerinde yağ içeriğinin artışıyla sertlik değerlerinin azaldığı görülmektedir.

Çizelge 4. Örneklerin kıvam indeksi (K), faz ayrılması, hacim artışı ve sertlik değerleri (n=3)
Table 4. Consistency index (K), phase separation, overrun and hardness values of the samples (n=3)

Örnekler Samples	Kıvam indeksi - K			
	(Pa.s) Consistency index - K (Pa.s)	Faz ayrılması (%) Phase separation (%)	Hacim artışı (%) Overrun (%)	Sertlik (g) Hardness (g)
A	0.37±0.00 ^b	39.67±0.33 ^a	39.93±0.31 ^c	1271.91±22.00 ^a
B	0.29±0.00 ^c	38.00±1.00 ^{ab}	42.59±2.02 ^{bc}	936.30±24.50 ^b
C	0.30±0.00 ^c	37.33±0.33 ^b	44.78±1.22 ^{abc}	767.96±27.60 ^c
D	0.41±0.01 ^a	34.33±0.33 ^c	42.68±2.05 ^{bc}	573.15±112.00 ^d
E	0.42±0.01 ^a	34.00±1.00 ^c	44.92±1.46 ^{ab}	391.19±20.20 ^d
F	0.36±0.01 ^b	32.33±0.33 ^c	48.00±1.01 ^a	202.82±18.90 ^e

A (kontrol): %0 yayıkaltı tozu, B: %5 yayıkaltı tozu, C: %10 yayıkaltı tozu, D: %20 yayıkaltı tozu, E: %30 yayıkaltı tozu, F: %40 yayıkaltı tozu

Aynı sütündeki farklı harfler örnekler arasındaki farklılığın önemli olduğunu ifade etmektedir ($P < 0.05$).

A (control): 0% buttermilk powder, B: 5% buttermilk powder, C: 10% buttermilk powder, D: 20% buttermilk powder, E: 30% buttermilk powder, F: 40% buttermilk powder

Values with the different letter within the same column are significantly different ($P < 0.05$).

Dondurma örneklerinin erime özellikleri Çizelge 5'te verilmiştir. Örneklerin ilk damlama süreleri arasında istatistik açıdan farklılık olduğu tespit edilmiş ($P < 0.05$), en fazla oranda yayıkaltı tozu içeren F örneğinin en geç erimeye başlayan örnek olduğu belirlenmiştir. Bu durum örneklerin hacim artış oranlarıyla ilişkilidir. Hacim artışı yüksek olan dondurmaların erimeye karşı daha dirençli olduğu bilinmektedir. Sofjan ve Hartel (2004) bu durumun, havanın iyi bir yalıtkan olmasından dolayı hacim artışı yüksek dondurmalarda ısı transferinin daha yavaş gerçekleşmesinden

kaynaklandığını bildirmiştir. Örneklerin yağ içerikleri, ürünün erime hızını etkileyen bir diğer önemli parametredir. Süt yağı dondurmadaki köpük yapısını stabilize etmekte, dolayısıyla süt yağı içeriği yüksek üründe erime hızı düşmektedir (Goff ve Hartel, 2013). Bu çalışmada da yayıkaltı tozu miktarının artmasıyla son üründeki yağ içeriğinin daha yüksek olduğu tespit edilmiş olup, benzer şekilde bu örneklerde daha yavaş erime görülmüştür. Ayrıca, emülgatör kullanımı ile dondurmanın daha geç erimeye başladığı çeşitli çalışmalarda belirtilmiş olup (Mayadali, 2004;

Muse ve Hartel, 2004; Güven vd., 2010), bu çalışmada da yayıkaltı tozu miktarının yüksek olduğu örneklerde lesitin miktarının artışına bağlı olarak ilk damlama süresinin uzaması beklenen bir sonuçtur. Deneme örneklerinin toplam 90 dakika içerisinde 30'ar dakika aralıklarla belirlenen erime oranları da Çizelge 5'te yer almaktadır. Söz konusu

nitelik bakımından örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmemiştir ($P > 0.05$). Benzer şekilde, Meneses vd. (2020) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, dondurma örneklerinin erime oranlarının yayıkaltı kullanımından etkilenmediği bildirilmiştir.

Çizelge 5. Örneklerin ilk damlama zamanları ve erime oranları (n=3)

Table 5. First dripping times and melting rates of the samples (n=3)

Örnekler Samples	İlk damlama zamanı (dk) First dripping times (min)	Erime oranı (%) Melting rate (%)		
		30. dk 30. min	60. dk 60. min	90. dk 90. min
A	15.33±0.88 ^b	2.70±0.46	38.26±3.88	77.89±6.12
B	17.00±1.00 ^{ab}	2.55±0.31	37.68±4.42	82.87±5.02
C	12.33±0.33 ^c	2.62±0.37	36.51±2.91	83.02±6.27
D	14.33±1.20 ^{bc}	3.15±0.35	40.78±2.24	87.41±4.14
E	14.33±0.33 ^{bc}	2.58±0.50	38.36±7.19	90.45±3.76
F	18.67±1.20 ^a	2.58±0.35	37.75±4.55	88.75±4.56

A (kontrol): %0 yayıkaltı tozu, B: %5 yayıkaltı tozu, C: %10 yayıkaltı tozu, D: %20 yayıkaltı tozu, E: %30 yayıkaltı tozu, F: %40 yayıkaltı tozu

Aynı sütündeki farklı harfler örnekler arasındaki farklılığın önemli olduğunu ifade etmektedir ($P < 0.05$).

A (control): 0% buttermilk powder, B: 5% buttermilk powder, C: 10% buttermilk powder, D: 20% buttermilk powder, E: 30% buttermilk powder, F: 40% buttermilk powder

Values with the different letter within the same column are significantly different ($P < 0.05$).

Dondurma örneklerinin renk değerleri (L^* , a^* , b^*) arasında istatistik açıdan farklılık olduğu tespit edilmiştir ($P < 0.05$) (Şekil 1). Parlaklığı ifade eden L^* değerleri incelendiğinde, en yüksek değeri yayıkaltı tozu ilave edilmeyen A örneğinin almış olduğu, bir başka ifade ile bu örneğin en parlak örnek olduğu görülmektedir. Benzer şekilde, farklı protein, serum proteini konsantratları veya çeşitli lifler kullanılarak üretilen dondurmalarda, kontrol örneğinin parlaklığının daha yüksek olduğu farklı çalışmalarda da belirtilmiştir (Akalin vd., 2008; Crizel vd., 2013; Kahveci, 2016). Kırmızılık (+) ve yeşillik (-) ifade eden a^* değerleri ile, sarılık (+) ve mavilik (-) ifade eden b^* değerleri incelendiğinde, yeşile ve sarıya en yakın örneğin, beklendiği gibi en yüksek oranda yayıkaltı tozu (%40) içeren F örneği olduğu görülmektedir. Bu durumun

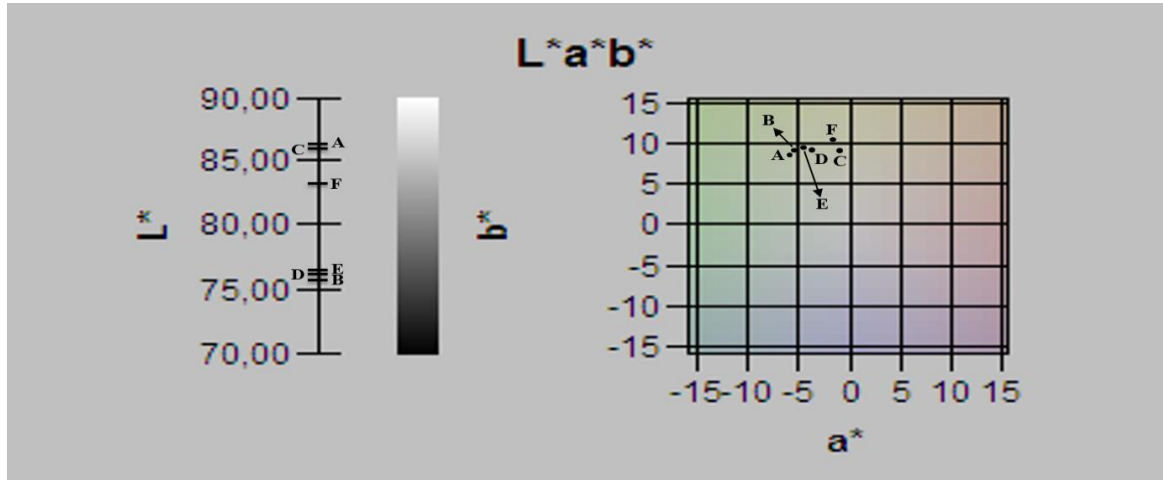
yayıkaltı tozunun yeşilimsi-sarı renkte olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yayıkaltı tozu ilaveli dondurma örneklerinin deneyimli panelistler tarafından gerçekleştirilen duyu analizi sonuçları Çizelge 6'da gösterilmektedir. Örnekler arasında, görünüş ve lezzet özellikleri açısından istatistik olarak farklılık olduğu tespit edilmiş ($P < 0.05$) olup, yapı özelliği bakımından ise herhangi bir farklılık olmadığı belirlenmiştir ($P > 0.05$).

Yayıkaltı tozu içermeyen A örneği, panelistlerden görünüş ve lezzet özellikleri açısından en yüksek puanı almıştır. Çizelgeden lezzet özellikleri incelendiğinde, örneklerdeki yayıkaltı tozu içeriğinin artması ile ürünün panelistlerden bu özellik açısından aldığı puanın giderek düştüğü

görülmektedir. Panelistler, özellikle %30 ve %40 oranında yayıkaltı tozu içeren E ve F örneklerinin, lezzet özelliği açısından “tüketilebilir” nitelikte olmadığını bildirmişlerdir. Yine panelistler, bu örneklerde kullanılan yüksek orandaki yayıkaltı tozunun, üründe “yağlılık” hissini artırdığını,

ayrıca üründe tuzlu ve acı tadın hakim olduğunu belirtmişlerdir. Benzer bir çalışmada (Pradeep, 2005), dondurma üretiminde yayıkaltı tozu kullanımının ürünün lezzet ve toplam kabul edilebilirlik bakımından daha düşük puan almasına sebep olduğu bildirilmiştir.



Şekil 1. Örneklerin renk (L*, a*, b*) değerleri (n=3)

Figure 1. Color (L*, a*, b*) values of the samples (n=3)

A (kontrol): %0 yayıkaltı tozu, B: %5 yayıkaltı tozu, C: %10 yayıkaltı tozu, D: %20 yayıkaltı tozu, E: %30 yayıkaltı tozu, F: %40 yayıkaltı tozu

Aynı sütundaki farklı harfler örnekler arasındaki farklılığın önemli olduğunu ifade etmektedir ($P < 0.05$).

A (control): 0% buttermilk powder, B: 5% buttermilk powder, C: 10% buttermilk powder, D: 20% buttermilk powder, E: 30% buttermilk powder, F: 40% buttermilk powder

Values with the different letter within the same column are significantly different ($P < 0.05$).

Çizelge 6. Örneklerin görünüş, kıvam ve lezzet özellikleri (n=3)

Table 6. Appearance, texture and flavor properties of the samples (n=3)

Örnekler Samples	Görünüş Appearance	Yapı Texture	Lezzet Flavor
A	9.67±0.33 ^a	9.33±0.33	8.33±0.33 ^a
B	9.00±0.00 ^a	8.67±0.33	9.00±0.00 ^{ab}
C	9.00±0.00 ^a	8.00±0.58	8.00±0.00 ^{abc}
D	9.00±0.00 ^a	8.33±0.33	7.00±0.00 ^{bcd}
E	8.33±0.33 ^b	8.67±0.33	6.00±0.00 ^{cd}
F	9.00±0.00 ^a	8.00±0.00	5.00±0.58 ^d

A (kontrol): %0 yayıkaltı tozu, B: %5 yayıkaltı tozu, C: %10 yayıkaltı tozu, D: %20 yayıkaltı tozu, E: %30 yayıkaltı tozu, F: %40 yayıkaltı tozu

Aynı sütundaki farklı harfler örnekler arasındaki farklılığın önemli olduğunu ifade etmektedir ($P < 0.05$).

A (control): 0% buttermilk powder, B: 5% buttermilk powder, C: 10% buttermilk powder, D: 20% buttermilk powder, E: 30% buttermilk powder, F: 40% buttermilk powder

Values with the different letter within the same column are significantly different ($P < 0.05$).

SONUÇ

Bu çalışmada, bir süt yan ürünü olan yayıkaltı tozu, farklı oranlarda (yağsız süttozu miktarının %5, %10, %20, %30 ve % 40'ı) kullanılarak dondurma üretimi gerçekleştirilmiştir. Olgunlaştırılmış miksellerin genel bileşim, faz ayrılması ve kıvam indeksi özellikleri, son ürünün ise sertlik değerleri ile hacim artışı, erime, renk ve duyuşal özellikleri belirlenmiştir. Elde edilen analiz sonuçlarına göre, yayıkaltı tozu ilavesinin miksellerin titrasyon asitliği, pH değeri ve kurumadde içeriklerini etkilemediği, kıvam indeksi ile yağ ve kül içeriklerini artırdığı, faz ayrılmasını ise azalttığı tespit edilmiştir. Mikse ilave edilen yayıkaltı tozu miktarının artması ile örneklerde daha yüksek hacim artışı sağlandığı, sertlik değerlerinin düştüğü ve muhtemelen yayıkaltı tozunun sarımsı-yeşilimsi renginden dolayı b* değerlerinde bir artış olduğu belirlenmiştir. Örneklerin 30., 60. ve 90. dakikalardaki erime oranları arasında farklılık görülmezken, yayıkaltı tozu miktarının artması ile dondurmaların ilk damlama sürelerinin uzadığı tespit edilmiştir. Gerçekleştirilen duyuşal analiz sonuçlarına göre, yayıkaltı tozu miktarı en yüksek iki örnek, lezzet özelliği bakımından panelistlerden daha düşük puanlar almıştır. İncelenen bütün özellikler dikkate alındığında, özellikle de duyuşal analiz sonuçları göz önünde bulundurulduğunda, %5, %10 ve %20 oranında yayıkaltı tozu ilaveli B, C ve D örneklerinin kabul edilebilir niteliklere sahip örnekler olduğunu söylemek mümkündür.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

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

YAZARLARIN KATKISI

Bu çalışma Esin Doğan Özsungur'un yüksek lisans tezinin sonuçlarından hazırlanmıştır. Esin Doğan Özsungur, çalışmada gerçekleştirilen üretim ve analizlerde görev almıştır. Nazlı Kanca, üretim, analizler, sonuçların yorumlanması ile makalenin yazımına katkı sağlamıştır. Ayşe Gürsoy, çalışmanın planlanması ve yürütülmesi süreci ile sonuçların değerlendirilmesi ve makalenin yazımında katkıda bulunmuştur.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 17L0447016 kodlu proje ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

Ahn, Y., Ganesan, P., Kwak, H. (2011). Composition, structure, and bioactive components in milk fat globule membrane. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 31(1): 1-8. doi: 10.5851/kosfa.2011.31.1.001.

Akalın, A.S., Karagözlü, C., Ünal, G. (2008). Rheological properties of reduced-fat and low-fat ice cream containing whey protein isolate and inulin. *European Food Research and Technology*, 227(3): 889-895. doi: 10.1007/s00217-007-0800-z.

Akbari, M., Eskandari, M.H., Niakosari, M. (2016). The effect of inulin on the physicochemical properties and sensory attributes of low-fat ice cream. *International Dairy Journal*, 57: 52-55. doi: 10.1016/j.idairyj.2016.02.040.

Akın, M.S. (1990). İnek, keçi ve koyun sütlerinden üretilen dondurmaların kimyasal, fiziksel ve duyuşal özelliklerinin saptanması üzerine karşılaştırmalı bir araştırma. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Adana, Türkiye, 91 s.

AOAC (1990). Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemists. 15th Edition, Washington DC, the USA.

AOAC (2013). Official Method 941.08 Total Solids in Ice Cream and Frozen Desserts. Washington DC, the USA.

Arslan, G. (2011). Gıda katkı maddeleri ve yeni yapılan dioksimlerin gıda katkı maddesi olarak kullanılabilirliğinin araştırılması. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Konya, Türkiye, 278 s.

Atamer, M. (2016). *Tereyağı teknolojisi*. İnci Basım, Sidas Medya, İzmir, Türkiye, 184 s. ISBN: 978-6055267346.

- Atsan, E., Çağlar, A. (2008). Farklı stabilizör kullanımının dondurmanın bazı fiziksel ve duyuşsal özellikleri üzerine etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 39(2): 195-200.
- Bachmann, H.P. (2001). Cheese analogues: A review. *International Dairy Journal*, 11(4-7): 505-515. doi: 10.1016/S0958-6946(01)00073-5.
- Bilgin, B., Dağlıoğlu, O., Konyalı, M. (2006). Functionality of bread made with pasteurized whey and/or butter. *Italian Journal of Food Science*, 3(18): 277-286.
- Caric, M. (1994). *Concentrated and dried dairy products*. 1st Edition, VCH Publications, New York, the USA, 249 p.
- Castro-Gómez, P., Rodríguez-Alcalá, L.M., Monteiro, K.M., Ruiz, A.L., Carvalho, J.E., Fontecha, J. (2016). Antiproliferative activity of buttermilk lipid fractions isolated using food grade and non-food grade solvents on human cancer cell lines. *Food Chemistry*, 1(212): 695-702. doi: 10.1016/j.foodchem.2016.06.030.
- Corredig, M., Dalgleish, D.G. (1998). Buttermilk properties in emulsions with soybean oil as affected by fat globule membrane-derived proteins. *Journal of Food Science*, 63(3): 476-480.
- Corredig, M., Roesch, R.R., Dalgleish, D.G. (2003). Production of a novel ingredient from buttermilk. *Journal of Dairy Science*, 86(1): 2744-2750. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(03)73870-3.
- Crizel, T.D.M., Jablonski, A., Rios, A.D.O., Rech, R., Flores, S.H. (2013). Dietary fiber from orange by products as a potential fat replacer. *LWT - Food Science and Technology*, 53(1): 9-14, doi: 10.1016/j.lwt.2013.02.002.
- Dewettinck, K., Rombaut, R., Thienpont, N., Le, T.T., Messens, K., Camp, J.V. (2008). Nutritional and technological aspects of milk fat globule membrane material. *International Dairy Journal*, 18(5): 436-457, doi: 10.1016/j.idairyj.2007.10.014.
- Elkashef, H., Mobdy, A.A., Hassan, A. (2022). Texture, microstructure, and antioxidant characteristics of bio-fermented milk fortified with buttermilk nano-powder. *International Dairy Journal*, 126: 105248. doi: 10.1016/j.idairyj.2021.105248.
- El-Kholy, A.M., El-Nour, A.M.A., El-Safty, M.S., Mokbel, S.M. (2014). Utilization of buttermilk in low fat ice cream making. *Ismailia Journal of Dairy Science & Technology*, 1: 11-18.
- Gallier, S., Gragson, D., Jimenez-Flores, R., Everett, D.W. (2012). β -casein-phospholipid monolayers as model systems to understand lipid-protein interactions in the milk fat globule membrane. *International Dairy Journal*, 22: 58-65. doi: 10.1016/j.idairyj.2011.08.007.
- Goff, H.D., Hartel, R.W. (2013). *Ice cream*. 7th Edition, Springer Science+Business Media, New York, the USA, 462 p. ISBN: 978-1461460954.
- Govindasamay-Lucey, S., Lin, T., Jaeggi, J.J., Martinelli, C.J., Johnson, M.E., Lucey, J.A. (2006). Effect of type of concentrated sweet cream buttermilk on the manufacture, yield, and functionality of pizza cheese. *Journal of Dairy Science*, 90: 2675-2688. doi: 10.3168/jds.2006-681.
- Guinard, J.X., Zoumas-Morse, C., Mori, L., Uatoni, B., Panyam, D., Kilara, A. (1997). Sugar and fat effects on sensory properties of ice cream. *Journal of Food Science*, 62(5): 1087-1094.
- Güven, M., Berkay Karaca, O., Yaşar, K. (2010). Düşük yağ oranlı Kahramanmaraş tipi dondurma üretiminde farklı emülgatörlerin kullanımının dondurmaların özellikleri üzerine etkileri. *GIDA*, 35(2): 97-104.
- Hartel, W.R., Muse, M., Sofjan, R. (2003). Effect of structural attributes on hardness and melting rate of ice cream. IDF International Symposium on Ice Cream, 14-16 Mayıs 2003, Selanik, Yunanistan, 417 s.
- Hickey, C.D., O'Sullivan, M.G., Davis, J., Scholz, D., Kilcawley, K.N., Wilkinson, M.G., Sheehan, J.J. (2018). The effect of buttermilk or buttermilk powder addition on functionality, textural, sensory and volatile characteristics of Cheddar-style cheese. *Food Research International*, 103: 468-477. doi: 10.1016/j.foodres.2017.09.081.
- Jinjarak, S., Olabi, A., Jimenez-Flores, R., Sodini, I., Walker, J.H. (2006). Sensory evaluation of whey and sweet cream buttermilk. *Journal of Dairy Science*, 1(89): 2441-2450. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72317-7.

- Kahveci, A. (2016). dondurma üretiminde balkabağından elde edilen lif konsantresinin kullanılması. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Süt Teknolojisi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Ankara, Türkiye, 104 s.
- Kumar, D., Rai, D.C., Alam, T., Sawant, P. (2017). Effect of dried chicory root extract on sensory and physical characteristics of yoghurt-ice cream with addition of buttermilk using response surface methodology. *Research & Reviews: Journal of Food and Dairy Technology*, 5(1): 16-25.
- Madenci, A.B., Aktaş, K., Türker, S. (2013). Yayıktaltının sağlıklı beslenme açısından önemi ve fırıncılık ürünlerinde kullanımı. Uluslararası 2. Helal ve Sağlıklı Gıda Kongresi, 7-10 Kasım 2013, Konya, Türkiye, 709 s.
- Mayadalı, Y. (2004). Farklı oranda emülgatör ve stabilizatör kullanımının enerjisi azaltılmış dondurma niteliklerine etkisi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Adana, Türkiye, 52 s.
- Meilgaard, M, Civille, G.V., Carr, T. (1999). *Sensory evaluation techniques*. 2nd Edition, CRC Press, Boca Raton, the USA, 354 p.
- Méndez-Velasco, C., Goff, H.D. (2012). Fat structures as affected by unsaturated or saturated monoglyceride and their effect on ice cream structure, texture and stability. *International Dairy Journal*, 24(1): 33-39. doi: 10.1016/j.idairyj.2011.11.009.
- Meneses, R.B., Silva, M.S., Monteiro, M.L.G., Rocha-Leao, M.H.M., Conte-Junior, C.A. (2020). Effect of dairy by-products as milk replacers on quality attributes of ice cream. *Journal of Dairy Science*, 103: 10022-10035. doi: 10.3168/jds.2020-18330.
- Morin, P., Britten, M., Jiménez-Flores, R., Pouliot, Y. (2007). Microfiltration of buttermilk and washed cream buttermilk for concentration of milk fat globule membrane components. *Journal of Dairy Science*, 90(5): 2132-2140. doi: 10.3168/jds.2006-832.
- Muse, M.R., Hartel, R.W. (2004). Ice cream structural elements that affect melting rate and hardness. *Journal of Dairy Science*, 87(1): 1-10, doi: 10.3168/jds.S0022-0302(04)73135-5.
- Poduval, V.S., Mistry, V.V. (1999). Manufacture of reduced fat mozzarella cheese using ultrafiltered sweet buttermilk and homogenized cream. *Journal of Dairy Science*, 82(1): 1-9. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(99)75202-1.
- Pradeep, G. (2005). Utilization of buttermilk powder and soybean products for the manufacture of ice cream., Master Thesis, Acharya N.G.Ranga Agricultural University, Hyderabad, India, 79 p.
- Rodriguez-Alcala, L.M., Fontecha, J. (2010). Major lipid classes separation of buttermilk, and cows, goats and ewes milk by high performance liquid chromatography with an evaporative light scattering detector focused on the phospholipid fraction. *Journal of Chromatography A*, 1217: 3063-3066. doi:10.1016/j.chroma.2010.02.073.
- Romeih, E.A., Abdel-Hamid, M., Awad, A.A. (2014). The addition of buttermilk powder and transglutaminase improves textural and organoleptic properties of fat-free buffalo yoğurt. *Dairy Science & Technology*, 94: 297-309. doi: 10.1007/s13594-014-0163-8.
- Sharma, A., Jana, A.H., Chavan, R.S. (2012). Functionality of milk powders and milk-based powders for end use applications-A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 11: 518-528. doi: 10.1111/j.1541-4337.2012.00199.x.
- Shibu, A.V., Kumar, C.N., Narasimhan, R., Pugazhenth, T.R. (2000). Substitution of buttermilk powder in ice cream. *Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 31, 25-27.
- Smith, K. (2008). Dried dairy ingredients. Wisconsin Center for Dairy Research, the USA. <https://www.scribd.com/document/239816346/Dried-Dairy-Ingredients> (Accessed: 19 January 2022).
- Sodini, I., Morin, P., Olabi, A., Jimenez-Flores, R. (2006). Compositional and functional properties of buttermilk: A comparison between sweet, sour, and whey buttermilk. *Journal of Dairy Science*, 89(2):

- 525-536. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72115-4.
- Sofjan, R.P., Hartel, R.W. (2004). Effects of overrun on structural and physical characteristics of ice cream. *International Dairy Journal*, 14(3): 255-262. doi: 10.1016/j.idairyj.2003.08.005.
- Spitsberg, V.L. (2005). Bovine milk fat globule membrane as a potential nutraceutical. *Journal of Dairy Science*, 88: 2289-2294.
- Svanborg, S., Johansen, A.G., Abrahamsen, R.K., Skeie, S.B. (2015). The composition and functional properties of whey protein concentrates produced from buttermilk are comparable with those of whey protein concentrates produced from skimmed milk. *Journal of Dairy Science*, 98(9): 5829-5840. doi: 10.3168/jds.2014-9039.
- Szkolnicka, K., Dmytrow, I., Mituniewicz-Malek, A. (2020). Buttermilk ice cream-New method for buttermilk utilization. *Food Science & Nutrition*, 8: 1461-1470. doi: 10.1002/fsn3.1429.
- Thomas, E.L., Combs, W.B. (1944). Observations on the use of roller process sweet cream buttermilk powder in ice cream. *Journal of Dairy Science*, 27(6): 419-432. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(44)92618-4.
- Trachoo, N., Mistry, V.V. (1998). Application of ultrafiltered sweet buttermilk and sweet buttermilk powder in the manufacture of nonfat and low fat yogurts. *Journal of Dairy Science*, 81(12): 3163-3171. doi: 10.3168/JDS.S0022-0302(98)75882-5.
- Vanderghem, C., Bodson, P., Danthine, S., Paquot, M., Deroane, C., Blecker, C. (2010). Milk fat globule membrane and buttermilks: From composition to valorization. *Biotechnology, Agronomy and Society and Environment*, 14(3): 485-500.
- Vega, C., Goff, H.D. (2005). Phase separation in soft-serve ice cream mixes: rheology and microstructure. *International Dairy Journal*, 15: 249-254. doi: 10.1016/j.idairyj.2004.07.007.
- Wong, P.Y.Y., Kitts, D.D. (2003a). A comparison of the buttermilk solids functional properties to nonfat dried milk, soy protein isolate, dried egg white, and egg yolk powders. *Journal of Dairy Science*, 86: 746-754.
- Wong, P.Y.Y., Kitts, D.D. (2003b). Chemistry of buttermilk solid antioxidant activity. *Journal of Dairy Science*, 86: 1541-1547.
- Zhao, L., Feng, R., Mao, X. (2019). Addition of buttermilk powder improved the rheological and storage properties of low-fat yogurt. *Food Science & Nutrition*, 8: 3061-3069. doi: 10.1002/fsn3.1373.