



Bozanın Dondurmanın Bazı Kalite Özelliklerine Etkisi

Betül Büşra Ayar¹, Tuncay Gümüş², Deniz Damla Altan Kamer^{3*}, Özgür Karadaş Konuk⁴

¹ Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ, Türkiye, (ORCID: 0000-0002-7319-4673), betulbusracetin@gmail.com

² Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ, Türkiye, (ORCID: 0000-0001-7635-5519), tgumus@nku.edu.tr

^{3*} Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ, Türkiye (ORCID: 0000-0002-9119-5979), ddaltan@nku.edu.tr

⁴ Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ, Türkiye (ORCID: 0000-0002-7379-7845), ozgurkaradas1@gmail.com

(İlk Geliş Tarihi 22 Aralık 2022 ve Kabul Tarihi 22 Şubat 2022)

(DOI: 10.31590/ejosat.1222857)

ATIF/REFERENCE: Ayar, B.B., Gümüş, T., Kamer Altan, D.D. & Konuk Karadaş, Ö. (2023). Bozanın Dondurmanın Bazı Kalite Özelliklerine Etkisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (50), 47-59.

Öz

Dünya genelinde en popüler dondurulmuş süt ürünü olan dondurma, insan diyetlerinin geliştirilmesi ve iyileştirilmesi için yüksek potansiyele sahiptir. Bu çalışmada besin değeri yüksek fonksiyonel bir gıda olan boza ilavesiyle besin içeriği zenginleştirilmiş ticari dondurma üretim olanakları araştırılmıştır. Bu kapsamda %5 (BD5), %10 (BD10), %15 (BD15), %20 (BD20) ve %50 (BD50) oranlarda boza ilave edilmiş dondurmaların mikrobiyolojik ve reolojik özellikleri ile birlikte fizikokimyasal, ve duyuşal parametreleri araştırılmıştır. Fizikokimyasal özelliklerin belirlenmesi amacıyla kuru madde, pH, asitlik (%laktik asit), toplam şeker, protein, yağ, overrun ve erime stabilitesi analizleri yapılmıştır. Dondurma bileşiminde artan boza konsantrasyonu dondurma formülasyonundaki şekeri oransal olarak azaltmıştır. En iyi erime stabilitesine sahip dondurma BD10 olarak belirlenmiştir. Dondurma formülasyonlarının reolojik karakterasyonu Power-law modeline göre test edilmiş, dondurma örneklerinin psödüoplastik davranış gösterdiği belirlenmiştir. Dondurmaların kıvam indeksleri 5,47-10,29 Pa.sⁿ arasında tespit edilmiş olup, en düşük viskozite kontrol örneğinde ve en yüksek viskozite BD50 örneğinde bulunmuştur. Akış davranış indeksi n değeri dondurma örneklerinin tümünde 1'in altında bulunmuş ve 0,431-0,505 arasında değişmiştir. Tikotropik davranış yönünden BD10'un en yüksek geri kazanım kabiliyetine sahip olduğu tespit edilmiştir. Depolama süreci dondurmaların reolojik özelliklerini etkilememiştir. Duyuşal yönden en beğenilen örnek BD20 olmuştur. Boza ilaveli dondurmaların LAB içeriği 5 ile 5,65 log kob/g arasında bulunmuş ve depolama süresince de LAB sayısında önemli düzeyde artış görülmüştür. Boza ilaveli dondurmalar önemli seviyede LAB içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak belirli oranda boza ilavesi dondurmanın mikrobiyolojik ve reolojik bazı özelliklerine olumlu yönde etki ettiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: dondurma, boza, reoloji, LAB

Effect of Boza on Some Quality Properties of Ice Cream

Abstract

Ice cream, being the world's most consumed frozen dairy product, provides a great opportunity for dietary innovation and improvement. Boza is a traditional fermented beverage that has high nutritional value as a functional food. In this research, it was investigated to whether it was possible to produce commercial ice creams that were nutritionally enhanced with boza. In this context, the microbiological, rheological, physicochemical, and sensory characteristics of ice creams containing %5 (BD5), %10 (BD10), %15 (BD15), %20 (BD20), and %50 (BD50) boza were studied. Analyses of dry matter, pH, acidity (lactic acid), total sugar, protein, fat, overrun, and melting stability were performed to investigate the physicochemical parameters. The amount of sugar in the ice cream formulation decreased proportionally as boza concentration was increased. BD10 was found to be the ice cream with the best melt stability. The Power-law model was used to examine the rheological characteristics of ice cream formulations, and it was found that the ice cream samples exhibited pseudoplastic behavior. The consistency indexes for the ice creams ranged from 5.47 to 10.29 Pa.sⁿ; the control sample had the lowest viscosity and the BD50 sample had the highest. In all of the ice cream samples, the flow behavior index n value ranged from 0.431 to 0.505, which was below 1. It was the highest recovery ability of BD10 in terms of thixotropic behavior. The rheological characteristics of the ice creams were unaffected by storage. The BD20 was the model that was most liked from a sensory perspective. There was a significant increase in the amount of LAB during storage, and the ice creams with the addition of boza had a LAB content of between 5 and 5.65 log cfu/g. It has been discovered that ice creams with boza added have a high level of LAB. As a consequence, it was found that adding a particular amount of boza to ice cream improved its rheological and microbiological characteristics.

Keywords: ice cream, boza, rheology, LAB

* Sorumlu Yazar: ddal@nku.edu.tr

1. Giriş

Geleneksel fermente gıdalar ve içecekler, tarih boyunca insan diyetinin önemli bir unsuru olmuştur (McGovern vd., 2004). "Fermente edilmiş yiyecek ve içecekler" terimi, major ve minör diyet bileşenlerinin enzimatik aktivite ile dönüştürülmesi de dahil olmak üzere kontrollü mikrobiyal büyüme yoluyla gıda veya içecek üretimini ifade etmektedir (Marco vd., 2021; Tamang vd., 2020). Fermente gıdalar, gıda güvenliğini ve raf ömrünü artırmanın yanı sıra sağlık açısından da avantajlar sağlamaktadır (Diez-Ozaeta ve Astiazaran, 2022). Dünyadaki tüm kültürler, çeşitli fermente gıdaları tüketmektedir (Cuamatzin-García vd., 2022). Bu kategoride yer alan Boza, darı, mısır, buğday veya pirinç irmiği unundan maya ve laktik asit bakterilerinin (LAB) fermentasyonu ile üretilen yüksek viskoziteye sahip tahıllı fermente bir içecektir (Tangüler, 2014).

Boza, içerdiği yağ, protein, karbonhidrat, lif, vitaminler, amino asitler ve laktik asit nedeniyle geniş kitlelere hitap eden, sağlıklı ve besleyici bir üründür (Arici ve Daglioglu, 2002). Geleneksel Boza, Türkiye, Bulgaristan, Balkanlar'da üretilmekte ve tüketilmektedir (Botes vd., 2007). LAB ürünün besin değerini artıran vitaminler ve ürünün raf ömrünü uzatan antimikrobiyal peptitler üretmektedir (Deegan vd., 2006). Bozanın yüksek laktik asit, yağ, kalsiyum, karbonhidrat ve besin seviyesi ile vücudu beslemeye, bağışıklık sistemini güçlendirmeye ve kolesterolü düşürmeye yardımcı olan besleyici bir içecektir. Bozada diyet lifleri, β -glukan, A, B₁, B₂ ve B₆ vitaminleri, kalsiyum, demir, fosfor, çinko, sodyum ve nikotinamid bulunur (Ignat vd., 2020). Geleneksel boza üretiminde alkol fermentasyonunun yanı sıra laktik asit fermentasyonu da gerçekleşir. Türkiye'de ve diğer ülkelerde üretilen boza, ham maddelere, üretim yöntemine ve alkol miktarına göre büyük farklılıklar göstermektedir (Bozdemir vd., 2022).

Süt ürünleri, fermente gıdalardan bu yana olumlu bir imaja sahip olduğundan, probiyotikler için iyi bir taşıyıcı olarak kabul edilmiştir. Süt ürünlerine tüketicilerin aşına olmaları ve birçoğunun süt ürünlerinin sağlıklı, doğal ürünler olduğuna inanması önemli bir avantajdır (Boza-Méndez vd., 2012). Dondurma, kendine özgü tekstürel ve organoleptik özelliklere sahip bir süt ürünüdür ve çok geniş bir tüketici kitlesi tarafından oldukça beğenilmektedir. Dondurmanın koloidal yapısı, düşük sıcaklıkta depolanmasıyla birlikte, biyoaktif kimyasalların ve probiyotik mikroorganizmaların stabilizasyonu ve in vivo uygulanması için oldukça umut verici bir taşıyıcı yapmaktadır (Soukoulis vd., 2014). Son yıllarda, tüketiciye kişiselleştirilmiş faydalar sağlayan, yani fiziksel ve zihinsel sağlığı iyileştiren, temel diyet işlevini yerine getirmenin yanı sıra diyetle ilişkili sağlık komplikasyonlarının önlenmesini sağlayan yenilikçi gıda ürünlerinin geliştirilmesine önemli bir ilgi oluşmuştur (Soukoulis vd., 2014). Fonksiyonel gıdalara ve sağlıklı bileşenlere artan talep küresel pazarda önemli miktarda dondurma çeşidinin bulunmasına yol açmıştır (Zulim Botega vd., 2013). Dondurma, probiyotik ve prebiyotik bileşenlerin ilavesi ile fonksiyonel olarak üretilebilmekle birlikte, üretimde karşılaşılan en büyük sorunlardan birisi depolama süresince probiyotik mikroorganizmaların sayı olarak azalmasıdır (Homayouni vd., 2008).

Bu çalışmanın amacı, fermente bir içecek olan bozanın ilave edilmesi ile besin içeriği zenginleştirilmiş ticari dondurmaların üretim olanağının araştırılmasıdır. Özellikle iyi bir laktik asit bakterisi kaynağı olarak bilinen bozanın dondurmaya farklı oranlarda ve doğrudan ilavesi ile ürünün probiyotik içeriğinin zenginleştirilmesi tercih edilmiştir. Çalışmada boza ilave edilen dondurmanın mikrobiyolojik ve reolojik özellikleri ile birlikte kimyasal, fizikokimyasal, fiziksel ve duyuşsal parametreleri araştırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Boza, bilinirliği olan ticari bir markadan (Balaban Boza Gıda San. Ve Tic. Ltd. Şti, Kırklareli) temin edilmiştir. Dondurma üretiminde kullanılmakta olan süt, (% 3 yağlı) (Pınar Süt A.Ş., İzmir) firmasından temin edilmiştir. Üretimde kullanılan doğal sahle (Servet Şekerleme, Muğla), toz şeker (Balküpe, Kocaeli) ve dondurma emilgatorü (Kerry, E471) piyasadan temin edilmiştir.

2.2. Dondurma üretimi

Dondurma miksi, ısıtılmaya başlanan 10 L süt içerisine öncesinde ayrı bir kaptaki karıştırılarak homojen hale getirilen 80 g sahle, 2 kg şeker ve 35 g emilgator aşamalı olarak ilave edilmiştir. Kaynama başlayıp karışım kıvam aldığı anda ısıtma işlemi sonlandırılarak karışım beş eşit mikse bölünmüş ve her bir mikse oranlarına göre %5, %10, %15, %20 ve %50 boza ilave edilmiştir. Boza ilave edilen dondurma miksleri oda sıcaklığına soğuyuncaya dek karıştırılmıştır. Daha sonra mikslere +4 C° de 18 saat boyunca olgunlaşmaya bırakılmış ve dondurma makinesinde (UDM 16L4Y, Uğur Soğutma Makineleri San. ve Tic. Anonim Şti, Aydın) kristal ve katı bir hal alana kadar 25 dakika karıştırılmıştır. Kısmen katılaştıran dondurma tamamen donması için -18 C° de 24 saat dinlendirilerek tüketime hazır hale getirilmiştir.

2.3. Dondurma Analizleri

%0, %5, %10, %15, %20 ve %50 boza ilaveli dondurma örnekleri sırasıyla Kontrol, BD5, BD10, BD20 ve BD50 olarak kodlanmış ve 1, 15, 30, 60 ve 90.günlerde kuru madde, pH, asitlik (%laktik asit), toplam şeker, protein, yağ ve overrun analizleri yapılmıştır.

2.3.1. Kuru Madde Miktarı

Dondurma örneklerinin kuru madde analizi the Association of Official Analytical Chemists (AOAC) 940.26 No'lu metoda göre yapılmıştır (AOAC, 2006).

2.3.2. pH Analizi

Örneklerin pH değerleri pH metre (ISOLAB Laborgerate GmbH, Almanya) ile ölçülmüştür.

2.3.3. Toplam Asitlik

e-ISSN: 2148-2683

Dondurma örneklerinin titrasyon asitliği % laktik asit cinsinden AOAC (2006) metoduna göre tespit edilmiştir.

2.3.4. Toplam Şeker Analizi

Toplam şeker analizi için dondurma örnekleri carez çözeltileri durultulduktan sonra Luff-Scroll metodu ile şeker analizi yapılmıştır (Cemeroğlu, 2007).

2.3.5. Protein Tayini

Dondurma örneklerinin toplam azot içeriği Kjeldahl yöntemi ile belirlenmiştir. Azot miktarı 6.38 faktörü ile çarpılarak protein miktarı tespit edilmiştir (Metin ve Öztürk, 2008).

2.3.6. Yağ Tayini

Yağ tayini yapılacak dondurma örnekleri distile su ile ½ oranında seyreltilmiştir. Dondurmaların yağ oranı Gerber yöntemi ile belirlenmiştir (Metin ve Öztürk, 2008).

2.3.7. Dondurmada hacim (overrun) artışının belirlenmesi

Dondurma örneklerinin hacim artışı belirli hacimdeki dondurmanın kütlesi (donmuş dondurma) ile aynı hacimdeki eritilmiş dondurma karışımının kütlesi (miks kütlesi) oranlanarak aşağıdaki formüle göre tespit edilmiştir (Cottrell vd., 1979).

$$\text{Overrun } \% = \frac{\text{Dondurma miksini'nin ağırlığı (g)} - \text{dondurmanın ağırlığı (g)}}{\text{dondurmanın ağırlığı (g)}} \times 100 \quad \text{Eşitlik 1.}$$

2.3.8. Erime stabilitesi

Dondurma örneklerinin erime stabilitesini belirlemek amacıyla dikdörtgen olarak kesilmiş 20 g örnek alınmış ve bu örnekler paslanmaz çelik tel bir eleğin (15 × 11.5 cm, delik boyutu 2.5 × 2.5 mm) üzerine konulmuştur. Örneklerin 20 ± 1°C 'de erimesi beklenmiş ve ilk damlama süreleri kaydedildikten sonra 10 dakika aralıklarla tartımlar alınmıştır. Zamana karşılık birikmiş % kütle kaybı aşağıda verilen formüle göre belirlenmiştir.

$$\text{Erime Oranı } \% = \frac{\text{Erimiş Dondurma Ağırlığı}}{\text{Başlangıç Dondurma Ağırlığı}} \times 100 \quad \text{Eşitlik 2.}$$

2.4. Dondurmaların Reolojik Karakterizasyonu

Boza ilavesinin dondurma örneklerinin akış davranışları üzerine etkisini incelemek için reometre (Ta Instrument, New Castle, USA) cihazında yatışkan kesme (steady shear) analizi yapılmıştır. Depolama öncesi ve sonrası akış davranışlarının incelenmesi amacıyla ölçümler 1. ve 90. günde gerçekleştirilmiştir. Analizler 4 °C sıcaklıkta 40 mm paralel-plate prob kullanılarak 0,5 mm gap (mesafe)'te yapılmıştır. Reolojik ölçümler 1-100s⁻¹ kayma hızında gerçekleştirilmiştir. Elde edilen verilere göre örneklerin akış davranışını en iyi tanımlayan Ostwald-de Waele (Power law) modelinin denklemi kullanılarak parametreler hesaplanmıştır:

$$\sigma = K(\dot{\gamma})^n \quad \text{Eşitlik 3.}$$

Burada Power law modeli için; σ kayma gerilimi (shear stress) (Pa) ve $\dot{\gamma}$ kayma hızı (shear rate) (1/s). K kıvam katsayısı (consistency index) (Pa.sⁿ) ve n akış davranış indeksidir.

Kayma hızı (shear rate), 1-100 s⁻¹ 'e yükseltildi, ardından 100'den 1 s⁻¹'e düşen bir kayma hızı uygulanmıştır. Zamanla anlık kayma gerilimi ve viskozite elde edilmiştir. Histerezis döngü alanı, TRIOS (Ta Instrument, New Castle, USA) yazılımında tiksotropi fonksiyonu kullanılarak elde edilmiştir. Örnekler 3 paralelli olarak analiz edilmiştir. Reolojik analizler depolama başı (1.gün) ve depolama sonunda (90.gün) gerçekleştirilmiştir.

2.5. Duyusal Analiz

Dondurma örneklerinin duyusal değerlendirmesi 8 kişilik eğitimli panelist grubu tarafından puanlama testi şeklinde gerçekleştirilmiştir. Dondurmaların doku, görünüş ve lezzet kriterleri EK-1'de verilen puanlama cetveline göre 5 puan üzerinden gerçekleştirilmiştir.

2.6. Mikrobiyolojik analizler

Farklı oranlarda boza içeren dondurma örneklerinin mikrobiyolojik özelliklerinin incelenmesi amacıyla toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı, maya ve küf sayımı ve toplam laktik asit bakteri sayısı analizleri yapılmıştır.

2.7. İstatistiksel Analiz

Dondurma örneklerinde tüm analizler 3 paralelli olarak gerçekleştirilmiş olup veriler tek yönlü varyans analizi ANOVA testi ve ve Duncan çoklu karşılaştırma testine (p<0,05) tabi tutulmuştur. Verilerin analizinde Windows tabanlı SPSS 17.0 (SPSS Inc., Chicago, Illinois, US) istatistik programı kullanılmıştır.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

3.1. Boza İlaveli Dondurmaların Fizikokimyasal Özellikleri

Dondurma üretiminde kullanılan bozanın özelliklerini belirlemek amacıyla kuru madde, pH, asitlik (% laktik asit), protein, kül, laktik asit bakteri sayısı ve maya küf sayısı tespit edilmiş ve sonuçlar Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Dondurma formülasyonunda kullanılan bozanın özellikleri (Table 1. Properties of the boza used in ice cream formulation)

Analiz	Bozanın özellikleri
Kuru Madde %	22.80±0.11
pH	3.14±0.01
Asitlik (% laktik asit)	0.50±0.002
Protein	0.97±0.09
Kül	0,19±0.001
Toplam Laktik asit bakteri sayısı (log kob/g)	6.30±0.12
Maya ve küf sayısı (log kob/g)	4,07±0.09

Boza ilaveli dondurma örneklerinin 1., 15., 30., 60. ve 90. günlerde kuru madde, pH, asitlik (% laktik asit), toplam şeker, protein içerikleri Tablo 2’de gösterilmektedir. Dondurma örneklerinin overrun değerleri ve erime stabilitesi sonuçları Şekil 1 ve Şekil 2’de gösterilmiştir.

Örneklerin kuru madde oranları incelendiğinde % 30,13 ile % 34,83 aralığında değişim gösterdiği ve kontrol örneğinin en yüksek kuru madde içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Boza miktarı arttıkça kuru madde oranında önemli ölçüde azalma olmuştur. Örnekler arasında kuru madde içeriğindeki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Depolama süresince örnekler incelendiğinde ise kontrol örneğinde depolama süresince kuru madde oranında önemli bir fark oluşmazken, boza ilaveli örneklerde kuru madde oranında depolama başlangıcına göre azalma tespit edilmiştir ($p<0,05$). Kuru madde içeriği dondurma kalitesini etkileyen parametrelerden biridir (Gnanaprakasam, 2021). Farklı hammaddeler ile üretilen dondurma formülasyonlarında kuru madde içeriğinin geniş bir yelpazede değişkenlik gösterdiği söylenebilir.

Tüm dondurma örneklerinin depolama süresince titrasyon asitliğinin arttığı ve buna bağlantılı olarak pH değerlerinin giderek azaldığı tespit edilmiştir. Asitliğin artmasının nedeni depolama süresince laktik asit bakterilerinin sayısındaki artış ve bununla birlikte laktik asit birikiminin artması ile ilişkilidir (Murtaza vd., 2004). Kontrol grubuna göre, yüksek boza konsantrasyonunda dondurma örneklerinin düşük pH ve yüksek asitlik değerleri de bu durumla açıklanabilir. Aynı zamanda hammaddenin düşük pH ve yüksek asitlik değerleri (Tablo 2) de bu durumla ilişkilidir. Depolama süresince pH değerlerindeki azalma tüm örneklerde önemli bulunmuştur ($p<0,05$). pH süt ürünlerinde lezzet algısı üzerinde doğrudan etkiye sahip olmakla birlikte depolama süresince pH’ın düşüş gösterdiği farklı araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Gnanaprakasam, 2021; Murtaza vd., 2004).

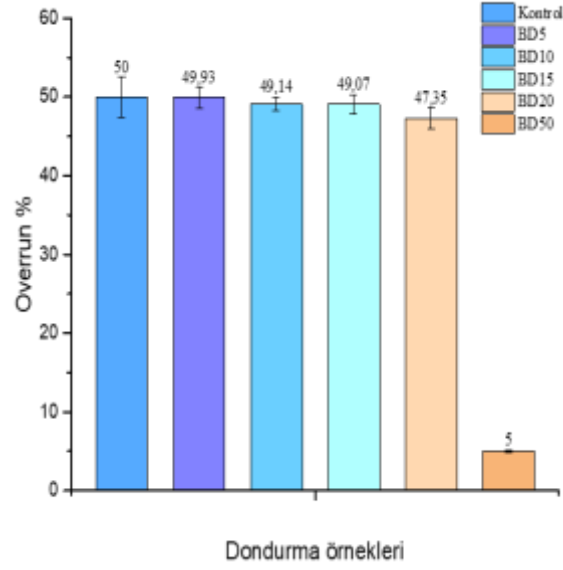
Dondurma örneklerinin şeker içerikleri arasında formülasyona göre istatistiksel olarak fark bulunmuştur ($p<0,05$). Boza ilaveli dondurmaların toplam şeker içerikleri kontrol örneğine göre daha düşüktür. Bu durum formülasyondaki boza oranındaki artışa bağlı olarak süt miksi oranının azalması ile ilişkilidir. Depolama süresinde tüm örneklerde şeker oranında azalma tespit edilmiştir. Bu durumun mikroorganizma faaliyetleri ve özellikle LAB sayısındaki artışa bağlı olduğu söylenebilir. Murtaza vd. (2004), yapmış olduğu çalışmada depolamanın ilerleyen süreçlerinde benzer azalışın laktoz şekerinin belirli bakteriler tarafından laktik aside dönüştürülmesi ile alakalı olduğunu öne sürmüştür.

Dondurma örneklerinin protein içeriği % 3,16 ile 4,33 arasında olup, kontrol örneğindeki protein oranı pek çok benzer araştırma ile örtüşmektedir (Kavaz Yuksel, 2015; Kocacık, 2021; Murtaza vd., 2004). Formülasyonda boza konsantrasyonu arttıkça protein oranı düşmektedir ($p<0,05$). Bu durum süt içeriğinin boza ile ikame edilmesine paralel olarak beklenen bir etkidir. Aynı zamanda hammaddenin düşük protein içeriğine sahip olması (Tablo 2) nedeniyle de boza konsantrasyonu arttıkça paralel şekilde protein oranı düşmüştür. Depolama süresince de tüm örneklerde protein oranında azalma tespit edilmiştir ($p<0,05$).

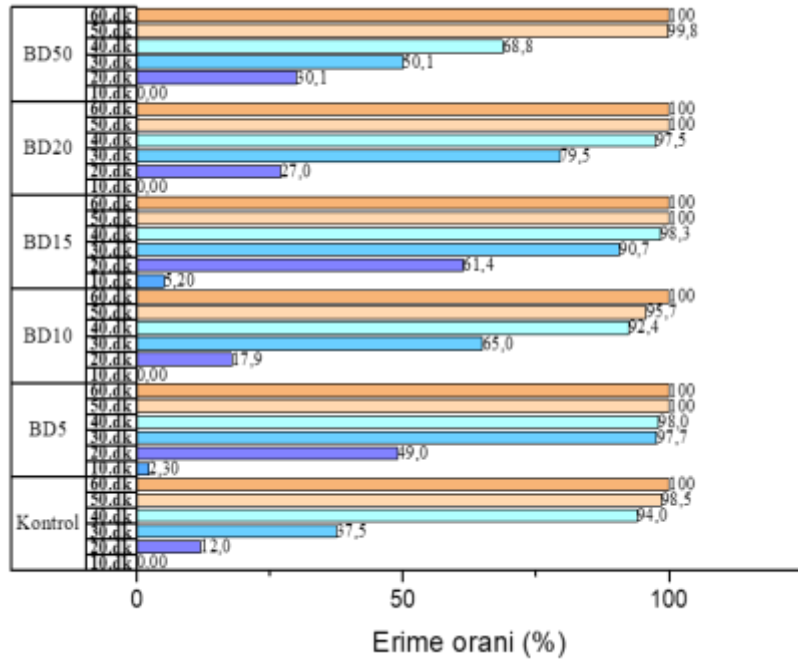
Dondurma üretimi sırasında karıştırma işlemi ile dondurmanın hava ile de karıştırılması ve hacim kazanması sağlanır. Bu durum hacim artışı ‘‘overrun’’ olarak adlandırılır. Yüksek kaliteli dondurma üretiminde overrun değerinin %15’den az %50’den fazla olmaması istenmektedir (Goff, 2002). Dondurma örneklerinin overrun değerleri %5 ile 50 arasında değişmiştir. %50 boza ilaveli dondurma örneğinin kalite limitlerinin dışında düşük overrun değerine sahip olduğu görülmektedir. Bu durum %50 boza ilaveli dondurmanın yüksek viskozite göstermesi ve bununla bağlantılı olarak üretim sırasında yeterli hava depolamaması ile açıklanabilir. Kontrol örneği ile birlikte boza ilaveli diğer örneklerin overrun değerlerinin kalite limitleri içerisinde olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar %20 konsantrasyona kadar boza ilavesinin dondurma yapısına olumsuz bir etkisinin olmadığını göstermektedir.

Dondurma örnekleri boza ikamesine ve oranına bağlı olarak farklı erime davranışı göstermiştir. İlk 10 dk. İçerisinde Kontrol, BD5 ve BD50 dondurmalarında erime başlarken, BD10, BD15 ve BD20 kodlu örneklerin ilk damlama süreleri daha geç gerçekleşmiştir. En erken eriyemeye başlayan örnek kontrol, en geç erimeye başlayan örnek ise BD10 olarak gözlemlenmiştir. 20.dk’da erime oranları incelendiğinde kontrol örneği %12 ile en düşük erime oranına sahip olurken, en yüksek oranda erime %61,4 olarak BD15 örneğinde tespit edilmiştir. Boza ilavesi ilk damlama süresini olumlu olarak etkilemesine karşın, ilerleyen dakikalarda erime oranı üzerinde major bir etki göstererek ve oransal olarak dondurmaların daha hızlı erimesine neden olduğu tespit edilmiştir. Başlangıçta boza

konsantrasyonunun artışına bağlı olarak erime hızı artış göstermiş, 30.dk'dan sonra ise yüksek konsantrasyon boza içeren örnekler düşük konsantrasyonlulara göre daha yavaş erimiştir. Bu durum örneklerin kuru madde oranları incelenerek, %20 ve %50 boza ilaveli dondurma örneklerinin diğer örneklere göre oransal olarak daha fazla su içermesi ve ilk 30 dk. İçerisinde su fazı eridikten sonra erimenin yavaşlamasına yol açması ile açıklanabilir. Dondurma bileşimindeki sütün oranı azaldıkça paralel olarak protein oranı da azalmaktadır. Süt proteinlerinin eksikliği dondurmanın stabilitesini ve dolayısıyla erime noktasını etkilenmektedir (Lomolino vd., 2020).



Şekil 1. Dondurma örneklerinin overrun değerleri (Figure 1. Overrun values of ice cream samples)



Örnekler	İlk Damlama Zamanı (Dk)
Kontrol	7,1. dakika
BD5	8,3. dakika
BD10	21. dakika
BD15	13,03. dakika
BD20	11,05. dakika
BD50	8,3. dakika

Şekil 2. Dondurma örneklerinin ilk damlama zamanları ve erime oranları (Figure 2. First drop times and melting rates of ice cream samples)

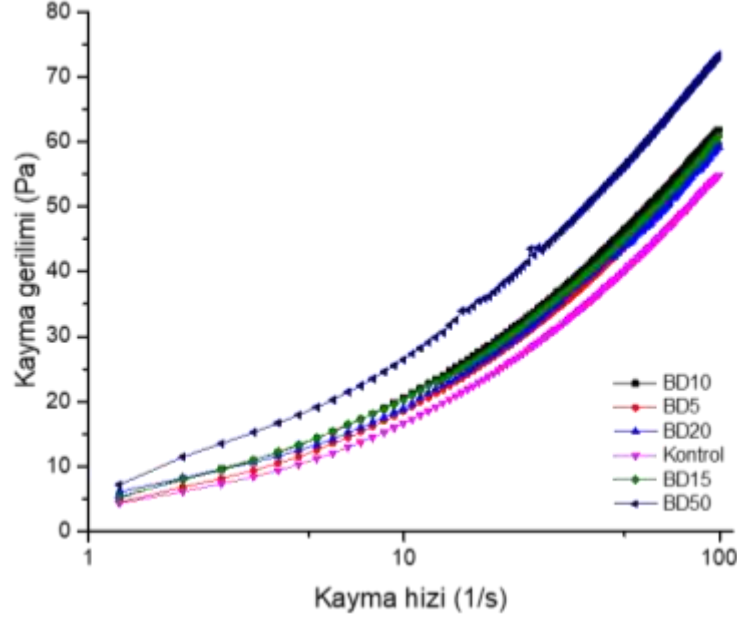
Tablo 2. Boza ilaveli dondurma örneklerinin 1., 15., 30., 60. ve 90. günlerde fizikokimyasal özellikleri (Table 2. Physicochemical properties of boza-added ice cream samples at 1st, 15th, 30th, 60th, and 90th days)

Analizler	Örnekler	Depolama Zamanı (gün)				
		1.gün	15. gün	30. gün	60. gün	90. gün
Kuru Madde %	Kontrol	34,83±0,057Aa	34,86±0,057Aa	34,61±0,052Aa	44,60±0,005Aa	33,55±0,050Aa
	BD5	33,46±0,063Ba	33,40±0,057Ba	33,24±0,036Bb	33,00±0,005Ac	32,94±0,045Bc
	BD10	33,47±0,025Ba	33,40±0,057Bb	33,02±0,020Cc	33,00±0,005Ac	33,05±0,050Bc
	BD15	32,82±0,025Da	32,79±0,057Da	32,39±0,015Eb	32,39±0,005Ab	32,28±0,032Dc
	BD20	33,12±0,025Ca	33,00±0,057Cb	32,87±0,020Dc	32,84±0,005Ac	32,82±0,025Cc
	BD50	30,13±0,125Ea	30,01±0,057Ea	29,82±0,025Fb	29,78±0,005Abc	29,64±0,045Ec
pH	Kontrol	6,16±0,057Aa	6,13±0,066Aa	6,07±0,026Aa	5,90±0,005Ab	5,76±0,023Ac
	BD5	6,13±0,015Aa	6,10±0,03ABab	6,02±0,025Ab	5,90±0,005Ac	5,69±0,015Bd
	BD10	6,16±0,015Aa	5,86±0,257ABCab	5,91±0,010ABab	5,70±0,010Bb	5,61±0,010Cb
	BD15	6,02±0,025Ba	5,80±0,05BCb	5,73±0,015BCb	5,60±0,050BCc	5,51±0,010Dc
	BD20	5,90±0,020Ca	5,82±0,03BCa	5,63±0,030Cb	5,55±0,050Cb	5,40±0,015Ec
	BD50	5,81±0,015Da	5,71±0,015Ca	5,10±0,167Db	4,92±0,060Dbc	4,81±0,010Fc
Asitlik %	Kontrol	0,14±0,010Ba	0,14±0,01Ca	0,14±0,010Ca	0,16±0,010Ca	0,16±0,005Ca
	BD5	0,15±0,005Ba	0,15±0,005BCa	0,16±0,010BCa	0,16±0,005BCa	0,17±0,010BCa
	BD10	0,16±0,005Ba	0,16±0,005Ba	0,17±0,005Ba	0,17±0,005BCa	0,17±0,005BCa
	BD15	0,16±0,005Bab	0,17±0,005Bab	0,16±0,010BCb	0,18±0,005Ba	0,17±0,005BCab
	BD20	0,15±0,020Ba	0,17±0,005Ba	0,16±0,005Ba	0,18±0,010BCa	0,18±0,005Ba
	BD50	0,22±0,005Aa	0,22±0,005Aa	0,22±0,005Aa	0,23±0,005Aa	0,22±0,005Aa
Şeker %	Kontrol	22,40±0,101Aa	22,41±0,050Aa	22,34±0,010Aa	21,88±0,266Ab	21,96±0,015Ab
	BD5	18,23±0,015Fa	18,20±0,150Ea	18,13±0,026Fa	18,11±0,300Ca	18,02±0,020Ea
	BD10	19,24±0,015Ea	19,12±0,300Da	19,08±0,015Ea	19,00±0,410Ba	18,93±0,015Da
	BD15	20,03±0,015Da	20,00±0,300Ca	19,95±0,020Da	19,65±0,400Ba	19,50±0,011Ca
	BD20	20,21±0,010Ca	20,00±0,300Ca	20,02±0,025Ca	19,85±0,050Bab	19,49±0,011Cb
	BD50	21,83±0,015Ba	21,73±0,251Bab	21,51±0,010Bab	21,30±0,300Abc	21,02±0,020Bc
Protein %	Kontrol	4,33±0,010Aa	4,20±0,040Aa	4,17±0,017Aa	4,18±0,400Aa	4,15±0,005Aa
	BD5	4,02±0,015Ba	4,04±0,250Aa	4,03±0,010Ba	3,98±0,385ABa	3,98±0,005Ba
	BD10	3,95±0,010Ca	3,94±0,100Aa	3,90±0,032Ca	3,91±0,200ABa	3,88±0,010Ca
	BD15	3,94±0,005Ca	3,92±0,300Aa	3,84±0,005Da	3,81±0,210ABa	3,77±0,005Da
	BD20	3,80±0,005Da	3,81±0,400ABa	3,81±0,005Da	3,70±0,351ABa	3,71±0,005Ea
	BD50	3,16±0,010Ea	3,17±0,250Ba	3,14±0,005Ea	3,09±0,400Ba	3,06±0,020Fa

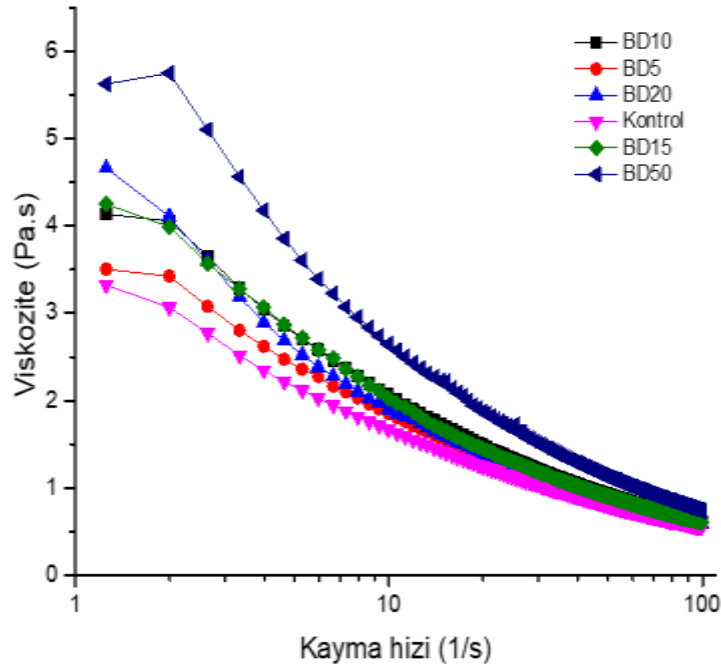
*Büyük harfler örnekler arası farklılığı, küçük harfler depolama süreleri arasındaki farkı temsil etmektedir (p<0,05)

3.2. Dondurmaların reolojik özellikleri

Dondurma tipi ürünlerin akış davranışları partiküllerin boyutsal dağılımı ve kinetik kararlılık gibi özelliklerden büyük oranda etkilenmektedir (Huang vd., 2020). Boza ilaveli dondurmaların reolojik karakterizasyonunu ortaya koymak için yatışkan kayma (steady shear) halindeki viskozite ve kayma gerilimi değerleri incelenmiştir. Kayma gerilimi ve viskozite değişimine ait grafikler Şekil 3 ve Şekil 4'te gösterilmiştir. Dondurmaların depolama sonrasındaki reolojik özelliklerini incelemek ve depolama başlangıcı ile kıyaslamak amacıyla dondurmaların 1.gün ve 90.gün kayma gerilimi ve viskozite değişimleri araştırılmıştır. Depolama bazında karşılaştırma reogramları Şekil 5 ve Şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 3. Dondurmaların 1-100 s⁻¹ aralığındaki kayma gerilimleri (Figure 3. Shear stresses of the ice creams in the range 1-100 s⁻¹)



Şekil 4. Dondurmaların 1-100 s⁻¹ aralığındaki viskoziteleri (Figure 4. Viscosity of ice creams in the range of 1-100 s⁻¹)

Elde edilen kayma gerilimi reolojik verileri Power-law ve Herschel-Bulkley modellerine göre test edilmiş ve en yüksek determinasyon katsayısının elde edildiği model tespit edilmiştir. En uyumlu model R^2 değerine göre Power-law olarak belirlenmiş ve reolojik davranışlar bu modele göre tanımlanmıştır. Dondurma örneklerinin Power-Law (PL) model parametrelerine olan etkisi Tablo 3'de verilmiştir.

Şekil 3'te de görüldüğü gibi kayma hızındaki artışa bağlı olarak örneklerin kayma gerilimleri de artmıştır. Buna paralel olarak kayma hızındaki artış ile örnek viskozitelerinin düştüğü görülmektedir (Şekil 4). Artan kayma hızı ile viskozitenin azalması psödoplastik davranışın göstergesidir. Dondurmaların psödoplastik özellik göstermesi ve reolojik davranışlarının Power law modeline uyması farklı çalışmalar ile de benzerlik göstermektedir (Ghaderi vd., 2021; Pon vd., 2015). Akış davranış indeksi n değerinin <1 olarak bulunması (Tablo 3) psödoplastik davranışı desteklemektedir. Karışımın daha yüksek kesme incelleme davranışı göstermesi, sistem özelliklerinin stabilitesini gösterir, karışımın daha kolay pompalanması ve son ürünün arzu edilen dokusunu ve ağızda bıraktığı hissi sağlar (BahramParvar vd., 2010; Dogan vd., 2013).

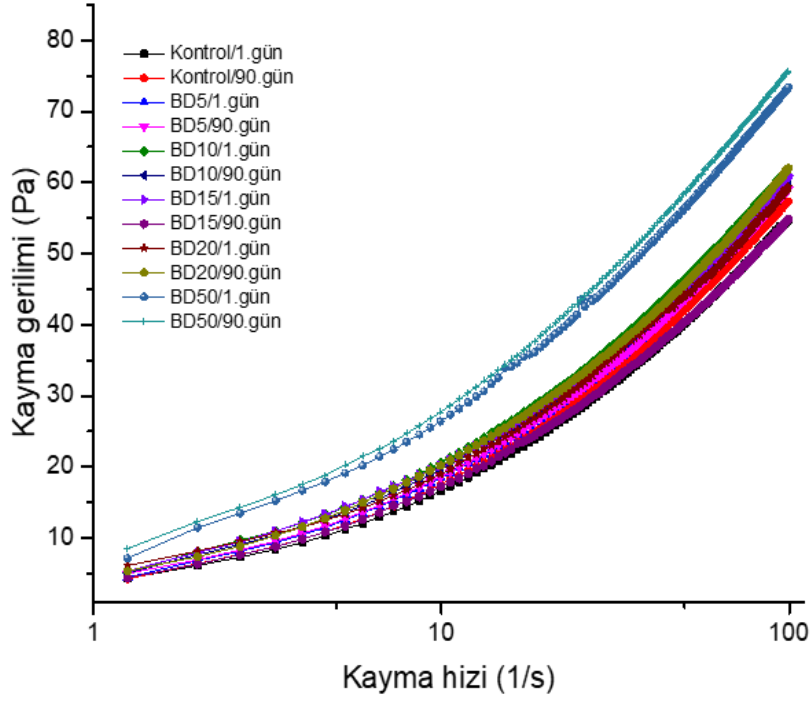
Dondurmaların kıvam indeksi (k , viskozite değerleri) $5,47-10,29 \text{ Pa.s}^n$ arasında tespit edilmiş olup en düşük viskozite değerinin kontrol örneğinde olduğu belirlenmiştir. En yüksek viskozite değerine ise %50 boza ilaveli BD50 örneğinde ulaşılmıştır. Boza ilavesinin dondurmaların viskozite ve kıvam katsayısının büyük ölçüde boza kullanımından etkilendiği ve artan boza konsantrasyonuna bağlı olarak viskozitenin de arttığı tespit edilmiştir. Akış davranış indeksi n değeri tüm örneklerde 1'in altında bulunmuş ve $0,431-0,505$ arasında değişmiştir. Dondurma tipi gıdalarda iyi bir duyuşal özellik elde edilmesinde yüksek viskozite ve düşük n değerleri istenilen reolojik özelliklerdir. Akış davranışının düşük olması, newtonian davranıştaki sapmanın artmasına ve böylece psödoplastik özelliğin de artmasını sağlamaktadır (BahramParvar vd., 2010).

Depolama sonunda reolojik özellikler incelendiğinde ise BD10 ve BD15 örneklerinin 90.günde kıvam indekslerinde düşüş olduğu, Kontrol, BD5, BD20 ve BD50 örneklerinin ise kıvam indekslerinde minör seviyede artış olduğu tespit edilmiştir. Bu artış bozanın lif oranı yüksek olan tahıl ürünleri içermesinden kaynaklanabilir (Şimşekli ve Doğan, 2015). Boza ilavesinin depolama süresince reolojik karakterizasyon üzerinde etkili olmadığı, tüm dondura örneklerinin 90. Gün sonunda mevcut reolojik özelliklerini koruduğu söylenebilir. Viskozite önemli düzeyde değişiminin olmamasının sebebi boza içeren dondurmaların, maksimum oranda etkiye depolama öncesi çoktan ulaşmış olması ve bu durumun kontrol dondurma formülasyonunun su bağlama kapasitesi ile açıklanabilir (Dimitreli vd., 2013).

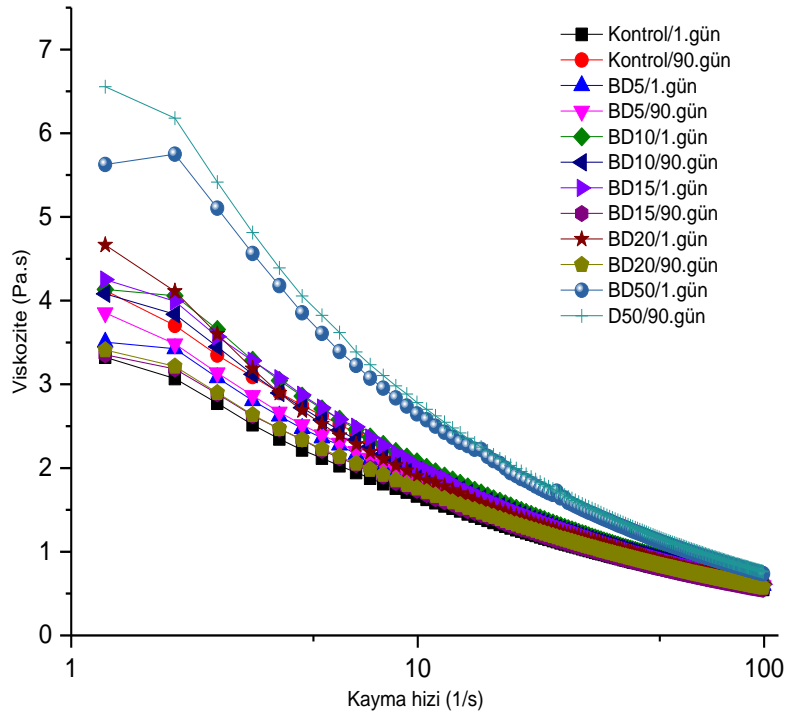
Gıda sistemlerinde yapı ve akışın nasıl etkileşime girdiğini değerlendirmek için tiksotropik (zamana bağlı) reolojik davranışını karakterize etmek çok önemlidir (Kuş vd., 2005). Tiksotropi ayrıca örneklerin kayma hızının azalması sırasında yapılarını geri kazanma yeteneğini de temsil etmektedir (Espírito-Santo vd., 2013). Hesaplanan alanlar (Histerezis döngü alanı) Tablo 2'de özetlenmiştir. Alanlar, tiksotropinin derecesinin ölçüsüdür (Razavi & Karazhiyan, 2009). BD15, BD20 ve BD50 örneklerinin diğer dondurma karışımlardan daha büyük histerezis alanlarına sahip olduğu belirlenmiştir. Daha yüksek viskozitenin bir sonucu olarak tiksotropideki artış, farklı yazarlar tarafından da gözlemlenmiştir (Debon vd., 2010; Kurt vd., 2016). Tablo 3'ye bakılarak BD10 dondurma örneğinin en yüksek geri kazanım kabiliyetini gösterdiğini söylemek mümkündür. BD5 ve kontrol örneklerinin de geri kazanım kabiliyetleri yüksek olmakla birlikte, yüksek boza konsantrasyonunun geri kazanım kabiliyetini olumsuz etkilediği söylenebilir. Erime stabilitesi, overrun değerleri ve akış indeksleri yönünden incelendiğinde de en iyi sonucun %10 boza ilaveli örnekte alındığı görülmektedir.

Tablo 3. Boza ilaveli dondurmaların Power Law reoloji parametreleri ve Tiksotropik alan (Table 3. Power Law rheological parameters and thixotropic area of ice creams)

Örnekler	Depolama süresi	$k \text{ (Pa.s}^n\text{)}$	n	R^2	Tiksotropik alan ^{At}
Kontrol	1.gün	5,479±0,061	0,505±0,002	0,9856	464,73±5,11
	90.gün	5,817±0,067	0,501±0,002	0,9855	723,44±10,30
BD5	1.gün	6,119±0,064	0,499±0,002	0,9854	458,39±2,72
	90.gün	6,276±0,064	0,491±0,002	0,9852	667,02±2,52
BD10	1.gün	7,280±0,076	0,469±0,002	0,9845	443,22±4,55
	90.gün	6,866±0,077	0,477±0,002	0,9847	637,22±3,22
BD15	1.gün	7,061±0,058	0,471±0,002	0,9851	486,12±8,35
	90.gün	5,847±0,062	0,490±0,002	0,9851	724,23±13,81
BD20	1.gün	6,787±0,075	0,474±0,002	0,9846	472,19±6,50
	90.gün	6,969±0,066	0,477±0,002	0,9847	658,08±4,73
BD50	1.gün	10,298±0,111	0,431±0,002	0,9829	854,85±2,59
	90.gün	10,860±0,109	0,426±0,002	0,9829	875,42±4,86



Şekil 5. Depolama başlangıcı ve depolama sonu dondurmaların 1-100 s⁻¹ aralığındaki kayma gerilimleri (Figure 5. Shear stresses of ice creams at the beginning and end of storage in the range of 1-100 s⁻¹)

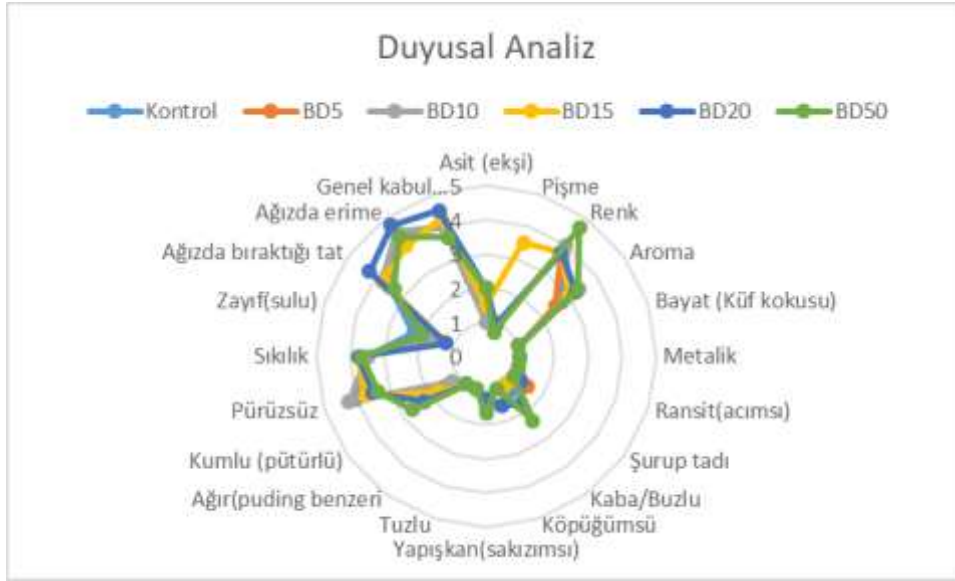


Şekil 6. Depolama başlangıcı ve depolama sonu dondurmaların 1-100 s⁻¹ aralığındaki viskoziteleri (Figure 6. Viscosity of ice creams in the range of 1-100 s⁻¹ at the beginning and end of storage)

3.3. Duyusal analiz

Dondurma örneklerinin duyuşsal değerlendirme sonuçları Şekil 7’de örümcek ağı diyagramı ile gösterilmiştir. Çalışmada kontrol ve boza ilaveli dondurmalar, asit (ekşi), pişme, renk, aroma, bayat (kf kokusu), metalik, ransit(acımsı), şurup tadı, kaba/buzlu, kpğms, yapışkan(sakızımsı), tuzlu, ağır(puding benzeri, kumlu (pütürlü), pürüzsüz, sıklık, zayıf(sulu), ağızda bıraktığı tat, ağızda erime ve genel kabul edilebilirlik olarak 20 farklı parametre açısından değerlendirilmiştir (EK-1, Tablo 4). Boza ilavesinin dondurmanın renk, aroma, ağızda bıraktığı tat ve ağızda erime parametrelerinin olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir. Duyusal değerlendirmeler neticesinde renk özelliklerine bakıldığında en yüksek puanın BD50 rneği alırken, diğer rneklein renk değerleri de 3,75-4 seviyesinde yüksek puan almıştır.

Ağızda bıraktığı tat bakımından panelistler BD20 kodlu rneği tercih etmiş, en düşük puanı ise BD50 kodlu örnek almıştır. Dondurmada önemli kalite parametrelerinden olan ağızda erime hissi değerlendirildiğinde ise yine en yüksek puanın BD20 kodlu örnekte olduğu belirlenmiştir. Dondurma rnekleinde metalik, ransit, tuzlu ve ağır tat gibi olumsuz bir duyuşsal değerlendirme tespit edilmemiştir. Diğer parametrelerle benzer şekilde genel kabul edilebilirlik açısından değerlendirme sonucu da en yüksek puan BD20 kodlu örnekte belirlenmiştir.



Şekil 7. Boza ilaveli dondurma rnekleinin duyuşsal analiz parametreleri (Figure 7. Sensory analysis parameters of ice cream samples)

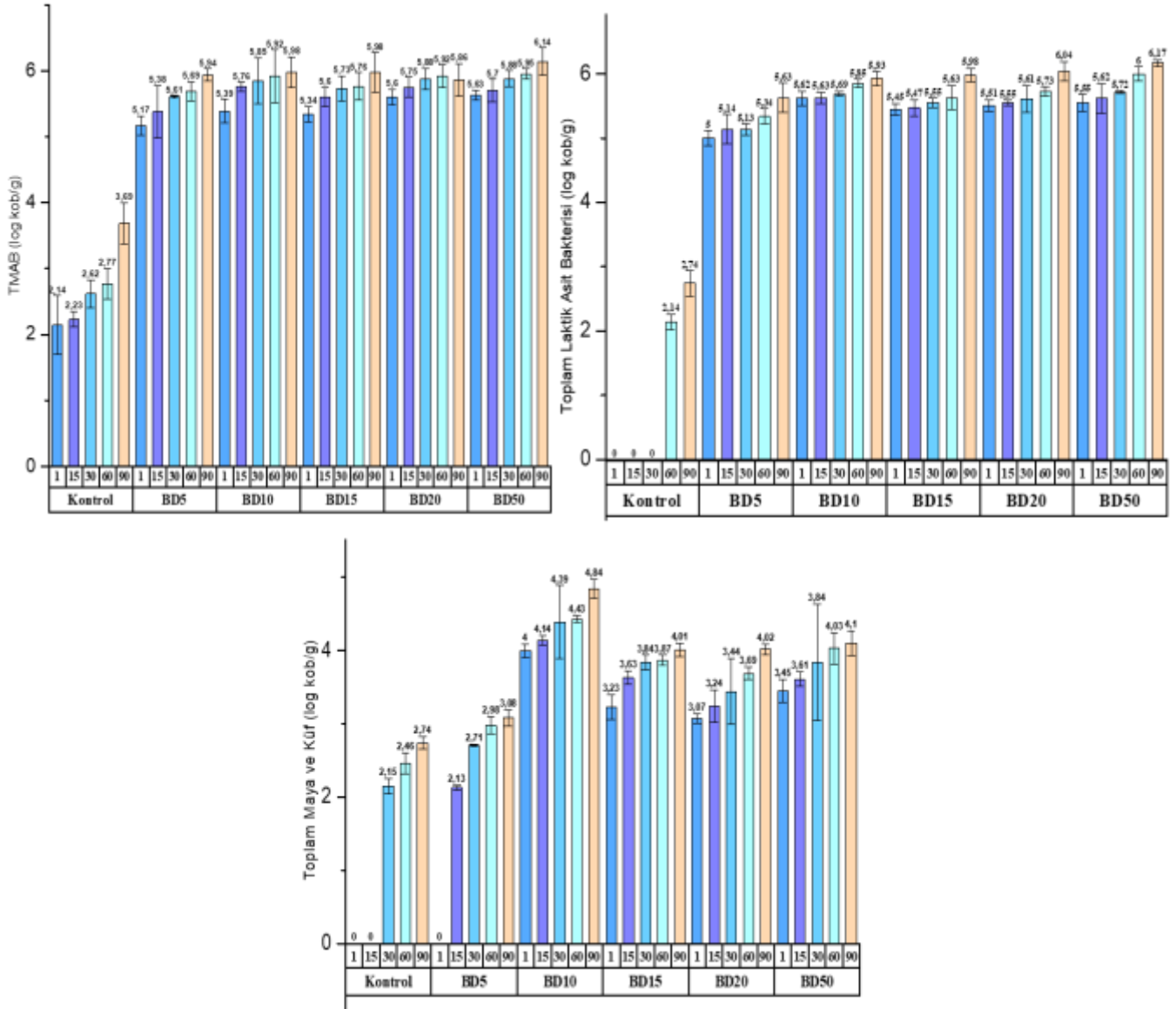
3.4. Dondurmaların mikrobiyolojik zellikleri

Dondurma rnekleinin mikrobiyolojik karakterizasyonu depolama süresince yapılmış olup toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı, toplam laktik asit bakterisi sayısı ve maya küf sayısı sonuçları Şekil 8’de gösterilmektedir.

rneklein TMAB sayıları depolama başlangıcında kontrol örneğinde en düşük 2,14 log kob/g olarak tespit edilirken en yüksek BD50 rneğinde 5,63 log kob/g olarak bulunmuştur. Kontrol grubuna göre boza ilavesi TMAB sayısını önemli düzeyde etkilemiştir ($p < 0,05$). Boza ilaveli örnekle arasında ise konsantrasyona bağlı önemli bir fark oluşmamıştır. Depolama süresince TMAB sayıları incelendiğinde BD10 ve BD20 rnekleinde 90 gün boyunca önemli bir artış oluşmamıştır ($p > 0,05$), diğer rneklede ise ilk 60 günde artış tespit edilmemiş yalnızca 90.gündeki artış miktarı önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Literatürde dondurma formülasyonlarına bağlı olarak TMAB sayısında önemli farklılıklar bulunmakla birlikte, kontrol örneğindeki TMAB sayısı farklı araştırmacılar ile benzerlik göstermektedir (Keller vd., 1987; Vica vd., 2010; Yaman vd., 2006). TMAB sayısında boza ilavesi ile artış olması bozanın tahıl bazlı fermente bir içecek olması dolayısıyla mevcut yüksek TMAB yükü ile ilgilidir. Farklı araştırmacılar bozanın TMAB yükünü 7,65 log kob/g, 8,0 log kob/g olarak bildirmiştir (Coskun ve Cakır, 2014; Meriç, 2010).

Beklendiği gibi, laktik asit bakteri sayısı boza ilaveli dondurma rnekleinde önemli lde yüksektir ($p < 0,05$). Kontrol rneğinde laktik asit bakterisine rastlanmazken boza ilaveli dondurmalarda başlangıç LAB sayısı 5 ile 5,65 log kob/g arasında tespit edilmiştir. BD5, BD10, BD15 VE BD20 kodlu rnekledeki LAB sayısındaki artış depolamanın ilk 30 gününde önemli düzeyde olmazken ($p > 0,05$), 60.gün itibariyle önemli düzeyde artış göstermiştir ($p < 0,05$). En yüksek konsantrasyon olan BD50 dondurmada ise depolamanın başlangıcından itibaren LAB sayısında artış olmuştur. Depolama sonunda, tüm boza ilaveleli dondurma formülasyonlarında LAB sayısı 5,63-6,17 log kob/g seviyesinde tespit edilirken, kontrol örneğinde 2,74 log kob/g seviyesinde kalmıştır. BD20 ve BD50 dondurma örnekle, 90.gün depolama neticesinde fonksiyonel gıda olarak tanımlanabilecek kadar yeterli olarak tanımlanan 10^6 kob/mL’den (Martın-Diana vd., 2003) fazla canlı mikroorganizma içerdiğinden probiyotik etkiye gösterdikleri söylenebilir. Depolama süresince mevcut LAB’lerin düşük sıcaklıklardan etkilenmeyerek artış göstermesi bozalı dondurmanın fonksiyonel etkisini arttırmaktadır.

Boza ilaveli dondurma örneklerinin toplam maya ve küf içeriğine bakıldığında depolama başlangıcında 0-4 log kob/g arasında değiştiği ve örnekler arasında önemli derecede fark olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Boza ilavesi ile maya küf sayısında artış olmuştur. Tüm dondurma örneklerinin maya küf sayısı depolama periyodu süresince önemli ölçüde artış göstermiştir ($p<0,05$). Dondurmada belirlenmiş bir maya-küf sayısı standardı bulunmamaktadır. Boza fermentasyonunda etkili olan başlıca mikroorganizmalar LAB ve mayalardır (Altay vd., 2013). Boza ilaveli dondurmaların toplam LAB sayısı ve maya-küf sonuçları bu durum ile ilişkilendirilebilir.



Şekil 8. Dondurma örneklerinin raf ömrü süresince mikrobiyolojik özellikleri (Figure 8. Microbiological characteristics of ice cream samples during storage period)

4. Sonuç

Çalışmamızda fermente içecek boza ile dondurma formülasyonun zenginleştirilmesi amaçlanmış ve bu doğrultuda boza ilaveli dondurmaların fizikokimyasal, teknolojik, reolojik, duyuşsal ve mikrobiyolojik özellikleri ortaya konmuştur. %5, %10, %15, %20 ve %50 Boza ilavesinin dondurmanın tüm özelliklerini önemli düzeyde etkilediği belirlenmiştir. %5 ile %20 konsantrasyon seviyesinde tutulduğu durumda dondurmanın oransal olarak daha düşük şeker içeriğine sahip, erime stabilitesi yüksek ve duyuşsal olarak yüksek kabul edilebilirlik seviyesine sahip ticarileşme potansiyeli yüksek formülasyonlar olabileceği düşünülmektedir. Boza ilavesi dondurmanın reolojik olarak viskozite ve kıvam parametrelerini olumlu yönde etkilemiştir. Reolojik özellikleri bakımından en iyi formülasyon %10 boza ilavesi ile elde edilmiştir. Duyuşsal değerlendirme sonucunda ise en yüksek puanlama %20 boza ilavesinde belirlenmiştir. Mikrobiyolojik açıdan boza ilavesi LAB sayısını artırarak dondurmaya fonksiyonel ve probiyotik etki kazandırma yönünden olumlu etkilemiş, bununla birlikte toplam canlı ve maya-küf bakımından mikroorganizma yükünü olumsuz yönde arttırmıştır. Sonuç olarak bozanın dondurma formülasyonunda toz forma getirilerek kullanılması durumunda mikrobiyolojik yönden görülen olumsuzluklar giderilerek, ticarileşme potansiyeli yüksek reolojik ve teknolojik özellikleri yönünden etkin formülasyonlar geliştirilebilir.

Kaynakça

- Altay, F., Karbancıoğlu-Güler, F., Daskaya-Dikmen, C. ve Heperkan, D. (2013). A review on traditional Turkish fermented non-alcoholic beverages: microbiota, fermentation process and quality characteristics. *International journal of food microbiology*, 167(1), 44-56.
- AOAC. (2006). *Official Methods of Analysis of the AOAC*. Vol.1.
- Arici, M. ve Daglıoğlu, O. (2002). Boza: a lactic acid fermented cereal beverage as a traditional Turkish food. *Food Reviews International*, 18(1), 39-48.
- BahramParvar, M., Razavi, S. M. ve Khodaparast, M. H. (2010). Rheological characterization and sensory evaluation of a typical soft ice cream made with selected food hydrocolloids. *Food Science and Technology International*, 16(1), 79-88.
- Botes, A., Todorov, S. D., Von Mollendorff, J. W., Botha, A. ve Dicks, L. M. (2007). Identification of lactic acid bacteria and yeast from boza. *Process Biochemistry*, 42(2), 267-270.
- Boza-Méndez, E., López-Calvo, R. ve Cortés-Muñoz, M. (2012). Innovative dairy products development using probiotics: challenges and limitations. In: *Tech, Costa Rica*, 10, 213-236.
- Bozdemir, M., Gümüş, T. ve Altan Kamer, D. D. (2022). Technological and beneficial features of lactic acid bacteria isolated from Boza A cereal-based fermented beverage. *Food Biotechnology*, 36(3), 209-233.
- Cemeroğlu, B. (2007). Gıda analizleri. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları*, 34, 168-171.
- Coskun, F. ve Cakır, E. (2014). Effect of the addition of different spices on some characteristics of boza during storage. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 20(5), 1079-1084.
- Cottrell, J. I., Pass, G. ve Phillips, G. O. (1979). Assessment of polysaccharides as ice cream stabilisers. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 30(11), 1085-1088.
- Cuamatzin-García, L., Rodríguez-Rugarcía, P., El-Kassis, E. G., Galicia, G., Meza-Jiménez, M. d. L., Baños-Lara, M. d. R., . . . Pérez-Armendáriz, B. (2022). Traditional Fermented Foods and Beverages from around the World and Their Health Benefits. *Microorganisms*, 10(6), 1151.
- Debon, J., Prudêncio, E. S. ve Petrus, J. C. C. (2010). Rheological and physico-chemical characterization of prebiotic microfiltered fermented milk. *Journal of Food Engineering*, 99(2), 128-135.
- Deegan, L. H., Cotter, P. D., Hill, C. ve Ross, P. (2006). Bacteriocins: biological tools for bio-preservation and shelf-life extension. *International Dairy Journal*, 16(9), 1058-1071.
- Diez-Ozaeta, I. ve Astiazaran, O. J. (2022). Fermented foods: An update on evidence-based health benefits and future perspectives. *Food Research International*, 111133.
- Dimitreli, G., Gregoriou, E. A., Kalantzidis, G. ve Antoniou, K. (2013). Rheological properties of kefir as affected by heat treatment and whey protein addition. *Journal of Texture Studies*, 44(6), 418-423.
- Dogan, M., Kayacier, A., Toker, Ö. S., Yilmaz, M. T. ve Karaman, S. (2013). Steady, dynamic, creep, and recovery analysis of ice cream mixes added with different concentrations of xanthan gum. *Food and Bioprocess Technology*, 6(6), 1420-1433.
- Espírito-Santo, A., Lagazzo, A., Sousa, A., Perego, P., Converti, A. ve Oliveira, M. N. (2013). Rheology, spontaneous whey separation, microstructure and sensorial characteristics of probiotic yoghurts enriched with passion fruit fiber. *Food Research International*, 50(1), 224-231.
- Ghaderi, S., Mazaheri Tehrani, M. ve Hesarinejad, M. A. (2021). Qualitative analysis of the structural, thermal and rheological properties of a plant ice cream based on soy and sesame milks. *Food Science & Nutrition*, 9(3), 1289-1298.
- Gnanaprakasam, K. (2021). *Physicochemical And Sensory Properties Of Ice Cream Produced Using Raw And Processed Milk*.
- Goff, H. D. (2002). Formation and stabilisation of structure in ice-cream and related products. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, 7(5-6), 432-437.
- Homayouni, A., Azizi, A., Ehsani, M., Yarmand, M. ve Razavi, S. (2008). Effect of microencapsulation and resistant starch on the probiotic survival and sensory properties of synbiotic ice cream. *Food Chemistry*, 111(1), 50-55.
- Huang, T., Tu, Z., Zou, Z., Shanguan, X., Wang, H. ve Bansal, N. (2020). Glycosylated fish gelatin emulsion: Rheological, tribological properties and its application as model coffee creamers. *Food Hydrocolloids*, 102, 105552.
- Ignat, M. V., Salanță, L. C., Pop, O. L., Pop, C. R., Tofană, M., Mudura, E., . . . Pasqualone, A. (2020). Current functionality and potential improvements of non-alcoholic fermented cereal beverages. *Foods*, 9(8), 1031.
- Kavaz Yuksel, A. (2015). The Effects of Blackthorn (*P runus Spinosa L.*) Addition on Certain Quality Characteristics of Ice Cream. *Journal of Food Quality*, 38(6), 413-421.
- Keller, J., Steinmann, M. ve Wentzel, B. (1987). quality of South African ice-cream. *South African journal of dairy science= Suid-Afrikaanse tydskrit vir suiwelkunde*.
- Kocacık, A. (2021). *Çöven Ekstraktının Kurutulması ve Dondurmada Emülgatör Olarak Kullanılmasının Araştırılması Fen Bilimleri Enstitüsü*].
- Kurt, A., Cengiz, A. ve Kahyaoglu, T. (2016). The effect of gum tragacanth on the rheological properties of salep based ice cream mix. *Carbohydrate polymers*, 143, 116-123.
- Kuş, S., Altan, A. ve Kaya, A. (2005). Rheological behavior and time-dependent characterization of ice cream mix with different salep content. *Journal of Texture Studies*, 36(3), 273-288.
- Lomolino, G., Zannoni, S., Zabara, A., Da Lio, M. ve De Iseppi, A. (2020). Ice recrystallisation and melting in ice cream with different proteins levels and subjected to thermal fluctuation. *International Dairy Journal*, 100, 104557.
- Marco, M. L., Sanders, M. E., Gänzle, M., Arrieta, M. C., Cotter, P. D., De Vuyst, L., . . . Merenstein, D. (2021). The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on fermented foods. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 18(3), 196-208.

- Martín-Diana, A. B., Janer, C., Peláez, C. ve Requena, T. (2003). Development of a fermented goat's milk containing probiotic bacteria. *International Dairy Journal*, 13(10), 827-833.
- McGovern, P. E., Zhang, J., Tang, J., Zhang, Z., Hall, G. R., Moreau, R. A., . . . Wang, C.-s. (2004). Fermented beverages of pre-and proto-historic China. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101(51), 17593-17598.
- Meriç, A. (2010). Trakya bölgesinde üretilen bozaların bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri [Namık Kemal Üniversitesi].
- Metin, M. ve Öztürk, G. (2008). Süt ve mamülleri analiz yöntemleri. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Murtaza, M. A., Mueenuddin, G., Huma, N., Shabbir, M. A. ve Mahmood, S. (2004). Quality evaluation of ice cream prepared with different stabilizers/emulsifier blends. *Agriculture and Biology*, 6, 65-67.
- Pon, S., Lee, W. ve Chong, G. (2015). Textural and rheological properties of stevia ice cream. *International Food Research Journal*, 22(4).
- Razavi, S. M. ve Karazhiyan, H. (2009). Flow properties and thixotropy of selected hydrocolloids: Experimental and modeling studies. *Food Hydrocolloids*, 23(3), 908-912.
- Soukoulis, C., Fisk, I. D. ve Bohn, T. (2014). Ice cream as a vehicle for incorporating health-promoting ingredients: Conceptualization and overview of quality and storage stability. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13(4), 627-655.
- Şimşekli, N. ve Doğan, I. (2015). Tahıl esaslı beta-glukan ilavesinin gıdaların teknolojik ve fonksiyonel özelliklerine etkisi. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 3(4), 190-195.
- Tamang, J. P., Cotter, P. D., Endo, A., Han, N. S., Kort, R., Liu, S. Q., . . . Hutkins, R. (2020). Fermented foods in a global age: East meets West. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(1), 184-217.
- Tangüler, H. (2014). Traditional Turkish fermented cereal based products: Tarhana, boza and chickpea bread. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 2(3), 144-149.
- Vica, M., Glevitzky, M., Dumitrel, G., Popa, M. ve Todoran, A. (2010). Microbiological quality of ice cream produced in Alba county, Romania. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 16, 19-23.
- Yaman, H., Elmali, M., Ulukanli, Z., Tuzcu, M. ve Genctav, K. (2006). Microbial quality of ice cream sold openly by retail outlets in Turkey. *Revue de médecine vétérinaire*, 157(10), 457.
- Zulim Botega, D. C., Marangoni, A. G., Smith, A. K. ve Goff, H. D. (2013). The potential application of rice bran wax oleogel to replace solid fat and enhance unsaturated fat content in ice cream. *Journal of food science*, 78(9), C1334-C1339.