


Dondurma Üretiminde Kullanılan Alternatif Stabilizerler



Fatma Zehra Kiper¹ , Tuğba Karabekmez Erdem² , Yekta Gezginç¹  

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş

²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Kahramanmaraş

Geliş Tarihi (Received): 30.05.2021, Kabul Tarihi (Accepted): 30.04.2022

 *Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): yektagezginc@hotmail.com (Y. Gezginç)*

 0 344 300 2089  0 344 300 1602

ÖZ

Stabilizerler, dondurma üretiminde arzu edilen viskozitenin ve hacim artışının sağlanması, dondurma tekstürü ve erime niteliklerinin iyileştirilmesi ve depolama esnasında rekristalizasyonun engellenerek raf ömrünün uzatılması amacıyla kullanılan ticari maddelerdir. Günümüzde farklı kaynaklardan elde edilen stabilizer maddelerin endüstriyel kazandırılmasına yönelik yapılan çalışmalara gün geçtikçe yenisi eklenmektedir. Bu çalışmada dondurma teknolojisinde kullanılmakta olan stabilizerlerin yanı sıra stabilizer olma potansiyeli bulunan; fesleğen tohumu sakızı, ayva çekirdeği ekstraktı tozu, chia tohum jeli, mikrobiyal ekzopolisakkaritler, farklı kaynaklardan elde edilen selüloz türevleri gibi alternatiflerin dondurma üretimindeki kullanım olanakları derlenmiştir. Potansiyel stabilizer madde olarak görülen bu bileşenlerin, dondurma nitelikleri üzerine etkileri ve diğer stabilizerler ile olan sinerjik etkilerinden bahsedilerek endüstriyel kullanım olanakları değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Dondurma, Stabilizer, Tohum, Selüloz

Alternative Stabilizers Used in Ice Cream Production

ABSTRACT

Stabilizers are commercial substances that are used to increase the desired viscosity and volume in ice cream production to improve texture, melting qualities, prolong shelf life by preventing recrystallization during storage. Nowadays, new studies are being gained for bringing stabilizer materials obtained from different sources to the industry day by day. In this study, besides the stabilizers used in ice cream technology, stabilizer sources which have a potential in ice cream production, such as basil seed gum, quince seed extract powder, chia seed gel, microbial exopolysaccharides and cellulose derivatives gained from different sources were reviewed. Industrial potentials were evaluated by mentioning the effects of these components, which are regarded as new stabilizers, on ice cream properties and their synergistic effects with other stabilizers.

Keywords: Ice-cream, Stabilizer, Seed, Cellulose

GİRİŞ

Dondurma; yağ, yağsız süt kurumadesi, şeker, stabilizer, emülgatör ve bazen de tat ve renk veren çeşitli maddelerden oluşan karışımın dondurma makinasında işlenmesiyle elde edilen ve oldukça karışık fizikokimyasal yapıya sahip besleyici bir süt ürünüdür

[1]. Genel bir ifadeyle tanımlandığında ise dondurma; sulu bir matriste dağılmış hava hücrelerinden oluşan donmuş bir köpüktür [2] ve üç ana yapısal bileşenden oluşmaktadır. Bunlar; dondurma ortamında sürekli fazı oluşturan hava hücreleri ile buz kristalleri ve yağ globülleridir. Dondurmanın fizikokimyasal yapısında destabilize halde bulunan yağ globüllerinin kısmen bir

araya gelerek hava hücrelerinin etrafını sarması ile dondurmanın erime oranı ve sertliğinin etkilendiği bilinmektedir [3].

Dondurma matriksinin yapısı ve arzu edilen nitelikte dondurma eldesi; dondurma formülasyonu ve dondurma üretim prosesi ile doğrudan ilişkilidir. Dondurma formülasyonlarında yer alan bileşenlerden stabilizerler düşük oranlarda kullanılmalarına rağmen önemli işlevlere sahiptirler. Stabilizerler, suda dağıldıkları zaman çok sayıdaki su molekülünü hidrojen bağlarıyla bağlayan ve hidratlaşan polimer maddelerdir. Su varlığında kendilerine gerekli olan suyu tutar ve ardından molekül içi ve moleküller arası boşluklarda üç boyutlu bir ağ oluşturarak ortamda kalan serbest suyu stabil hale getirirler. Dondurma üretiminde stabilizer kullanımının temel amacı; pürüzsüz bir yüzey ve tekstür elde etmek ve depolama süresince buz ve laktoz kristallerinin oluşumunu azaltmaktır. Özellikle sıcak şoku olarak bilinen ısı değişim periyotları süresince ürünün stabil bir yapıda kalmasını sağlamak ve erimeye karşı dayanıklılık kazandırmak amacıyla stabilizer kullanımı oldukça önemlidir [4-9]. Dondurma üretiminde kullanılan stabilizerlerin temiz, nötr bir aromaya sahip olmaları, dondurmanın kabul edilebilir erimesine katkıda bulunmaları ve tüketim üzerine arzu edilen bir doku sağlamaları gerekmektedir [10]. Ayrıca toksik olmamalı, karışımda kolayca dağılmalı, köpük üretmemeli, üretimde kullanılan ekipmanları (süzgeçleri ve filtreleri) tıkamamalı, ekonomik olmalıdır [11]. Stabilizerin çeşit ve miktarının belirlenmesinde dondurma karışımının bileşimi, işlem koşulları, kullanılan katkı maddeleri ve depolama sıcaklığı gibi faktörler de dikkate alınmalıdır [12]. Dondurma üretiminde ticari stabilizer olarak agar (E406), aljinatlar (E400-404), arap sakızı (E414), guar sakızı (E412), jelatin (E441), karragenan (E407), keçiyoynuzu sakızı (E410), konjak sakızı (E425), ksantan sakızı (E415), sodyum karboksimetil selüloz (CMC) (E466), taragakant sakızı (E413) kullanılabilir. Bu stabilizerler doğal kaynaklı maddeler olmalarına rağmen, Avrupa yasalarına göre gıda katkı maddesi olarak kabul edilirler ve bu nedenle E numaralarına sahiptirler [13, 14]. Bunlara ilaveten Türkiye'nin birçok yöresinde kendiliğinden yetişmekte olan salep orkideleri (*Orchis*)'nden elde edilen salep de dondurma üretiminde kullanılmaktadır. Salep, elde edildiği orkidenin cinsine göre değişmekle birlikte ortalama %7-61 oranında glukomannan içermektedir. Glukomannan hidrokolloid yapısındadır ve bu sayede dondurmada stabilizer işlevi görmektedir. Bununla birlikte Maraş dondurmasına ait lezzet, geç erime ve bıçakla kesilebilme gibi karakteristik niteliklerden de sorumlu başlıca bileşendir [15-20].

Süt ve süt ürünleri endüstrisinin en hızlı yol alan ve günden güne önemi artan dallarından biri olan dondurma sektörü, tüm dünyada hızla gelişen kazançlı bir endüstri alanı konumundadır [1]. Dondurma sektöründe ürün devamlılığını sağlamak, tüketici taleplerini karşılamak, yeni ürün formülasyonları geliştirmek ve tüketilen ürünlerin kalitesini artırmak büyük önem taşımaktadır. Son yıllarda dondurma formülasyonlarında çeşitli bitkisel, hayvansal ve mikrobiyolojik kaynaklı hidrokolloidlerin tespitine ve gıda

endüstrisinde değerlendirilmelerine yönelik çalışmalar artış göstermektedir. Bu derlemede dondurma üretiminde ticari stabilizerlere alternatif olma potansiyeli bulunan bazı hidrokolloid yapıdaki bileşenlerin dondurma formülasyonlarında yer alarak sağladıkları teknolojik ve endüstriyel faydalar tartışılmıştır.

BİTKİ TOHURLARININ STABİLİZER OLARAK KULLANILMASI

Fesleğen Tohumu

Fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) Labiatae familyasına ait tek yıllık bir bitkidir. Tohumlarının diyet lifi içeriği yüksektir, dolayısıyla fonksiyonel bir bileşen olarak büyük potansiyele sahiptir. Aynı zamanda antidiyabetik, antimikrobiyal, antioksidan ve antikanser aktiviteyi gibi önemli sağlık yararları bulunmaktadır [21]. Fesleğen tohumları suya batırıldığında dış perikarları şişerek jelatinimsi yapı alırlar. Suda şişmiş tohumların müsilağlı tabakası yüksek hidrasyon kapasitesine sahip, önemli miktarlarda esterleşmemiş galakturonik asit içeren pektinli bir matristen oluşmaktadır. Fesleğen tohumu sakızı esas olarak glukomannan, ksilan ve az miktarda protein (13.2 g kg⁻¹) ile küçük glukan fraksiyonları içeren yeni bir hetero-polisakkarittir. Bu özelliği ile fesleğen tohumları yeni doğal bir hidrokolloid kaynağı olarak görülmektedirler [22]. Fesleğen tohumlarından elde edilen müsilağın emülsifiye edici, köpürtücü, koyulaştırıcı, stabilize edici, viskozite ve jelleştirici özelliklere sahip olduğu literatürde yer almaktadır [23-26].

Bahram Parvar ve ark. [27] fesleğen tohumu sakızını dondurmanın buz kristali boyutu üzerindeki etkisini araştırmak üzere dondurma üretiminde kullanmışlardır. Ticari stabilizatörlere kıyasla fesleğen tohumu sakızı ilaveli dondurmalarda buz kristali büyüme oranının % 30-40 düzeylerinde azaldığını, ayrıca erime hızının yavaşladığını belirlemişlerdir.

Bir başka çalışmada [28] fesleğen tohumu sakızının farklı oranlarda (%0.15 ve % 0.35) , karboksi metil selüloz ve guar sakızı ile olan karışımının dondurmanın bazı özelliklerine etkisi incelenmiş; karışımlardaki artan fesleğen tohumu sakızı oranı ile dondurmanın görünür viskozitesinin geliştiği ve erime oranının düştüğü bildirilmiştir.

Fesleğen tohumu sakızının dondurmada yağ ikame maddesi olarak kullanımına yönelik çalışmalar da bulunmaktadır. Javidi ve ark. [29] fesleğen tohumu sakızı ve guar sakızı ile her ikisinin karışımından oluşan stabilizerlerin düşük yağlı dondurmanın (%2.5 yağlı) duyu özellikleri üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada her iki sakızın karışımının düşük yağlı dondurma için çok uygun yağ ikame maddeleri/stabilizerleri olduğunu bildirmişlerdir.

Ayva Çekirdeği

Ayva (*Cydonia oblonga*), Rosaceae familyasına ait bir meyvedir. Çekirdekleri iyi ve ucuz bir fenolik asit, antioksidan, flavonoid ve diyet lifi kaynağı olarak

bilinmektedir. Ayva çekirdekleri suya bırakıldığında Ayva çekirdeği ekstraktı da denilen yüksek molekül ağırlıklı ve suda çözünür polisakaritleri konsantre halde müsülaj açığa çıkmaktadır. Bu nedenle, ayva çekirdeği ekstresi, suda çözünür polisakarit veya müsülaj içerikleri nedeniyle iyi depolama stabilitesine sahip yeni bir potansiyel viskozlaştırıcı, jelleştirici, tekstür düzenleyici stabilizatör ajan olarak kabul edilmiştir [30, 31]. Bununla birlikte %2.78 protein içeriğine sahip ayva çekirdeği ekstraktının protein içerikleri sırasıyla %2.13, %5.2-7.4, %8.19 olan ksantan sakızı, keçiyoynuzu sakızı ve guar sakızı gibi ticari stabilizelere alternatif kabul edildiği ve gıda endüstrisinde katma değerli bir yan ürün olma potansiyeline sahip olduğu bilinmektedir [30]. Ayva çekirdeği ekstraktı tozu, salep ve guar gam ilavesi ile depolama süresinin dondurma örnekleri özellikleri üzerindeki etkilerinin değerlendirildiği bir çalışmada, ayva çekirdeği ekstraktı tozu ilaveli dondurma örneklerinin depolama süresi arttıkça sertlik, iç yapışkanlık ve sakızimsılık gibi tekstürel özelliklerinde artış olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca ayva çekirdeği ekstraktı tozunun salep ile kombinasyon şeklinde dondurma üretiminde kullanılabilir alternatif bir doğal stabilizatör çeşidi olduğu da rapor edilmiştir [32]. Ayva çekirdeği ekstraktı tozunun dondurmanın reolojik, erime, dokusal ve duysal özelliklerine etkisinin araştırıldığı bir başka çalışmada %0.75 salep ile birlikte farklı oranlarda (%0, %0.25, %0.50 ve %0.75) ayva çekirdeği ekstraktı tozu kullanılarak dondurma üretimleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmada %0.50 ve %0.75 ayva çekirdeği ekstraktı tozu eklenmiş dondurma örneklerinin kontrol ve %0.25 ayva çekirdeği tozu ilaveli diğer deneme örneklerine kıyasla erime direncinin daha yüksek, daha az buzlu yapısı nedeniyle pürüzsüz, kremli nitelikte olduğu ve genel kabul edilebilirliğinin yüksek olduğu bildirilmiştir. Bu özelliklerin ayva çekirdeğinin yapısındaki protein, polisakaritler ve özellikle de lifin su tutma kapasitesinden ileri geldiği rapor edilmiştir [31].

Nar Çekirdeği

Nar (*Punica granatum* L.) Punicaceae familyasına ait antik ve mistik bir meyvedir. Nar çekirdeği, tüm meyvenin %20' sini oluşturan ve nar işleme prosesi esnasında açığa çıkan bir yan üründür. Bileşiminde bulunan polifenoller, çoklu doymamış yağ asitleri, gibi biyoaktif bileşenlerce zengin bir kaynaktır [33].

Ali ve ark. [34] dondurma üretiminde farklı oranlarda (%0, %1, %2, %3 ve %4) nar çekirdeği tozu kullanmışlar ve fonksiyonel, antioksidan ve duysal özelliklerini incelemişlerdir. %2 nar çekirdeği tozu ilaveli dondurmalarda duysal nitelikler, antioksidan aktivite gibi özelliklerin iyileştiğini bunun yanı sıra yapı, tekstür ve kıvamda gelişme olduğunu ve dondurma üretiminde kullanılabilirliğini rapor etmişlerdir.

Chia Tohumu

Chia (*Salvia hispanica* L.) binlerce yıldır tıbbi amaçlı kullanılan tek yıllık otsu bir bitkidir ve yüksek besin değeri; özellikle yüksek lif (30-34 g) ve α -linolenik asit ile karakterize yüksek oranda çoklu doymamış yağ asidi, protein, vitamin ve antioksidan içeriğine sahiptir [35, 36].

Gıda uygulamalarında stabilize edici, kıvam artırıcı ve emülsifiye edici ajan olarak da kullanım potansiyeli bulunan chia tohumu; chia yağı olarak, suda bekletilerek elde edilen müsülaj haliyle, kuru ve bütün tohum olarak ya da öğütülerek chia unu şeklinde kullanılabilir. Chia tohumunun süt ve süt ürünlerinde de kullanımı giderek artmaktadır [36, 37]. Suda bekletilmesiyle gerçekleşen müsülaj ekstraksiyonu ile elde edilen sıvının dondurma üretiminde kıvam artırıcı olarak başarılı bir şekilde kullanıldığı bildirilmektedir. Campos ve ark. [38], stabilizer madde olarak kullanım potansiyelinin belirlenmesi amacıyla chia tohum jelini %0.1, %0.2, %0.3 ve %0.4 oranlarında dondurma üretiminde kullanmışlardır. Chia tohum jelinin dondurmada artan besin değeri ile fonksiyonel özellik kazandırdığını, teknolojik olarak ise tek başına stabilize edici ajan olarak etkili bir şekilde kullanıldığını rapor etmişlerdir. Bunun yanında Chia tohum müsülajlarının optimum ekstraksiyon koşullarında elde edilmesiyle (80°C sıcaklık, 4 saat ekstraksiyon süresi ve su: tohum oranı 30:1) dondurma formülasyonunda emülgatörlerin ve stabilizerlerin yerine başarılı bir şekilde kullanılabilirliği bildirilmiştir.

Achi ve Ofor Tohumları

Fabaceae familyasına ait *Brachystegia eurycoma* (Achi) Nijerya'nın batısında oldukça popüler olan ancak doğal hidrokoloid kaynağı olarak az bilinen bir bitkidir. Aynı familyadan olan *Detarium microcarpum* (Ofor) ise Afrika ve Asya'nın bazı bölgelerinde yaygın baklagil ağacı olup yüksek tıbbi değere sahiptir. Archi ve Ofor tohumlarının un haline getirilmesi ile çorbalarda kalınlaştırıcı olarak kullanıldığı bilinmektedir [39]. Tohumların ekstraksiyonu ile elde edilen hidrokoloidlerin dondurma üretiminde stabilizer olarak kullanım olanakları Aremu ve ark. [39] tarafından araştırılmıştır. Archi ve Ofor tohumlarından elde edilen hidrokoloidlerin kullanımı ile dondurmalarda fizikokimyasal, duysal ve mikrobiyal kalitenin iyileştiği bildirilmiştir. Ofor tohumlarından elde edilen hidrokoloid ekstraktlarının yüksek erime direnci, pseudo-plastik davranış ve etkili hacim artışı sağladığı dolayısıyla bu hidrokoloidlerin dondurma üretiminde CMC yerine kullanılabilirliği belirtilmiştir.

Jak Meyvesi Tohumu

Jak meyvesi ağacı olarak bilinen *Artocarpus heterophyllus* Lam, Moraceae familyasına ait egzotik bir ağaç türüdür. Toplam meyve ağırlığının %10-15' ini tohum kısmı oluşturmaktadır. Tohumları protein, nişasta ve lif açısından zengindir. Tohumunda bulunan lektin glikoproteini antibakteriyel, antifungal ve antikanserojenik özelliklere sahiptir. Shinde ve ark. [40] jak meyvesine ait tohumları un haline getirmiş ve %1, %2, %3, %4 ve %5 oranında olmak üzere dondurma formülasyonuna dahil etmişlerdir. %5 jak meyvesi tohumunu ilaveli dondurma örneğinin kontrol ve diğer deneme örneklerine göre beş haftalık depolama sırasında kimyasal, tekstürel, duysal ve mikrobiyal açıdan en iyi sonuçları gösterdiği rapor edilmiştir.

SELÜLOZ TÜREVLERİNİN STABİLİZER OLARAK KULLANILMASI

Günümüzde küresel obezite salgını, tüketicilerin düşük kalori alım isteği, artan kardiyovasküler hastalık riski ve artan beslenme bilgisi gibi nedenlerle yağı azaltılmış dondurma formülasyonlarının oluşturulması artan popüleriteye sahiptir [41]. Dondurma üretiminde yağ oranı azaltılırken organoleptik ve fiziksel özelliklerin de korunması gereklidir. Bu amaçla, oligosakkaritler ve ligninden oluşan diyetetik lifler, gıdalarda yağ ikame edici olarak potansiyel uygulamalara sahiptirler. Bir başka yağ ikame edici madde olarak modifiye edilmiş nişastaların dondurma üretiminde kullanılmaları da mümkün olmaktadır. Kale ve ark. [42] enzimle modifiye edilmiş tatlı patates nişastasının düşük yağlı dondurma üretiminde kullanım olanağını araştırmışlardır. Çalışmada yağ oranı azaltılarak, %20 enzimle modifiye edilmiş nişasta ve %20 tatlı patates içeren dondurma numunesinin organoleptik olarak kabul edilebilir olduğu ve dondurma formülasyonunda kullanılabilirliği ortaya konmuştur. Sitrik asit ile hidrolize edilmiş tatlı patates nişastasının ise yağı azaltılmış (%6) ve düşük yağlı (%1) dondurmalarda yağ ikame edici olarak kullanım olanakları Babu ve ark. [41] tarafından araştırılmış ve dondurma üretiminde bir yağ ikame maddesi olarak iyi bir alternatif olduğu ifade edilmiştir.

Gıda endüstrisinde bir diğer kıvam artırıcı ve stabilize edici madde olarak kullanılan Sagu (*Meteroxylyon sagu*) çoğunlukla Malezya ve Endonezya adalarında yetişmektedir. Sagu üretiminin neredeyse %70' ine katkıda bulunan Sagu hurması, karbonhidrat bakımından zengin, yağ oranı düşük, diyet lifi, demir ve kalsiyum gibi mineralleri yüksek bir yağ ikame maddesidir [43]. Sameen ve ark. [44] dondurma üretiminde stabilizer olarak yerel *Ipomoea Batatas* nişastası ve *Meteroxylyon Sagu* kullanmışlardır. %0.75 oranında tatlı patates nişastasının viskozite, erime süresi, hacim artışı ve duyuşal nitelikler bakımından en iyi sonucu verdiği ve ticari stabilizer ile karşılaştırılabilir nitelikte olduğu belirtilmiştir. *Ipomoea Batatas* nişastasının mevcut stabilizer karışımlarında kullanılarak üretim maliyetini azaltabileceği, helal ve doğal stabilizer kaynağı olarak iyi bir alternatif olabileceği sonucuna varılmıştır.

Dondurma üretiminde farklı bitkilerin öğütülmüş yumru tozlarının kullanımına da rastlanılmaktadır. Lozano ve ark. [45] dondurmada stabilizer olarak yam (*Dioscorea rotundata*) dan ekstrakte edilen mülilajı, CMC ile farklı oranlarda kombinasyonlar halinde kullanmışlar ve mülilaj oranı arttıkça dondurma örneklerinin % protein miktarında artış ve hacim artışı oranında yükselme, erime süresinde ise uzama olduğunu bildirmişlerdir. Susilavati [46] dondurma yapımında stabilizer olarak farklı oranlarda Suweg (*Amorphophallus campanalatus* B.) yumru unu kullandığı çalışmasında %2 Suweg yumru unu ile üretilen dondurmaların genel kabul edilebilirlik bakımından en yüksek puanı aldığını bildirmiştir.

Sebayang ve Sembring [47] çalışmalarında palm bitkisinin midrib olarak adlandırılan orta kısmından,

CMC izole etmiş ve dondurma üretiminde stabilizer olarak kullanmışlardır. İzole edilen CMC ilaveli dondurmaların kontrol örneklerine göre erime süresi, hacim artışı, tatlımsı lezzet, koku ve aroma bakımından en iyi sonuç aldığı rapor edilmiştir.

Tarımsal Atıklardan Elde Edilen Selüloz Türevleri

Çeşitli tarımsal atıklardan elde edilen selüloz türevleri yağ oranı azaltılmış dondurmalarda kaloriyi düşürmek ve dondurmanın teknolojik ve duyuşal kalitesini artırmak amacıyla kullanılmaktadır. Bu yağ ikame edici bileşenler dondurma stabilizasyonunda yeni sürdürülebilir perspektifler sunmaktadır [48]. Pulp işleme atığı olan Pitaya kabuğu dragon meyvesi olarak da bilinen *Cactaceae* familyasına ait bir meyvedir. *Hylocereus polyrhizus* gibi bazı türlerinden Amerika' da tarımı yapılmaktadır. Polifenoller, antioksidanlar bakımından zengin olan Pitaya kabuğu yüksek oranda diyetetik lif içermektedir. Utpott ve ark. [49] pitaya kabuğu artıklarını kurutarak un haline getirmiş ve çilekli dondurma üretiminde kullanmışlardır. Çalışmada fiber ilavesinin %73.5 oranında yağı azaltılmış çilekli dondurmada hacim artışı sağladığı, reolojik davranışı geliştirdiği ve genel kabul edilebilirliğinin yüksek olduğu, gıda endüstrisinde yağı azaltılmış ürünlerde alternatif olarak kullanılabilirliği bildirilmiştir [41]. Benzer şekilde Yu ve ark. [48] greylift kabuklarından nano fibrille selüloz (GNFC) elde etmiş ve dondurma üretiminde yağ ikame edici olarak kullanım potansiyelini araştırmışlardır. İçerdikleri selüloz ve hemiselüloz ile mükemmel su/yağ tutma kapasitesine sahip greylift kabuklarının kullanımı ile, dondurma örneklerinde yüksek sertlik ve çignenebilirlik ve gelişmiş tekstürel özellikler sağlandığı tespit edilmiştir.

Mikrobiyel Selülozlar

Selülozun nano yapıları türevi olan nano selüloz, mikrofibril selüloz (MFC) olarak da adlandırılır ve selüloz nano fiber (CNF), selüloz nano kristal (CNC) ve bakteriyel nano selüloz (BNC) gibi farklı nano selüloz türleri bulunmaktadır. Bu nano ölçekli selülozların, düşük kalorili stabilizer ikameleri olarak kullanılabilirliği bildirilmektedir [39]. Yaklaşık 30 nm çapında dolayısıyla nano selüloz olarak da tanımlanabilen bakteriyel selüloz (BC) patojen olmayan bakteriler tarafından fermentasyon esnasında üretilen doğal bir nanomateryaldir. BC üretebilme yeteneğine sahip bazı aerobik ve non-patojen bakteri cinsleri; *Agrobacterium*, *Sarcina*, *Rhizobium* ve *Acetobacter*'dir. Bunlardan *Gluconacetobacter xylinus* araştırmalarda ve gıda uygulamalarında sıklıkla kullanılan bakteri türüdür [50, 51]. BC'lar, bitkisel selülozlarla aynı moleküler formüle (C₆H₁₀O₅)_n sahiptirler. Farklı olarak bitkisel selülozların aksine lignin, hemiselüloz ve pektin içermemektedir. Ayrıca saflaştırması kolay, düşük enerji gerektiren BC, bitkisel selüloza göre daha yüksek özgül alana, daha yüksek su tutma kapasitesine (suda ağırlığının yüzlerce katına kadar tutma) ve daha uzun kuruma süresine sahip olma gibi üstünlüklere sahiptir [52]. Aynı zamanda bir diyetetik lif olan BC çokça sağlığa yararlı etkilere de sahiptir. Diyabet, obezite, kardiyovasküler hastalık ve divertikülit gibi kronik hastalık riskini azaltmaya yardımcı

olabilmektedir [53,49]. Düşük kalorili dondurmalarda yağ ikame maddesi olarak BC kullanımının tekstürün iyileştirilmesine, erime direnci ve viskozitenin artırılmasına, sıcaklık değişimleri esnasında şeklin korunmasına katkı sağladığı bildirilmektedir. *Gluconacetobacter xylinus*' dan elde edilen selüloz ile inulinin dondurmada erime oranı, hacim artışı ve duyu nitelikler üzerine etkisi araştırılmış ve pozitif etkiye sahip olduğu belirlenmiştir [54]. Guo ve ark. [50] yaptıkları çalışmada BNC ve soya protein izolatu ve farklı oranlardaki karışımını dondurma üretiminde kullanmışlardır. BNC ve soya protein izolatu birlikte kullanıldığı örneklerde tek başına soya protein izolatu kullanıldığı örneklerle göre termal stabilite, tekstürel, reolojik ve emülsifiye edici özelliklerinin geliştiği belirtilmiştir.

EKZOPOLİSAKKARİTLERİN OLARAK KULLANILMASI

Dondurmanın, süt proteinleri, yağ, laktoz ve suşlar için koruma sağlayabilecek diğer besin maddelerini içeren bileşimi açısından, depolama sırasında Laktik asit bakteri (LAB) suşlarının hayatta kalması için iyi bir taşıyıcı olduğu öne sürülmüştür. Ekzopolisakkarit (EPS)' ler, mikrobiyal hücreleri olumsuz çevresel koşullara karşı korumak için bir kalkan görevi görmektedir [55, 56].

LAB' lar tarafından üretilen EPS'ler, fermente gıda ürünlerinin reolojisini ve dokusunu geliştirmek için doğal biyo-kalınlaştırıcılar olarak da işlev görmektedir [57]. Son yıllarda mikrobiyal kaynaklı EPS'lerin de dondurma üretiminde stabilize edici madde olarak kullanılabilmesine dair araştırmalara rastlanmaktadır. Nitekim Altun ve Tunçtürk [58], peyniraltı suyu varlığında üretimini gerçekleştirdikleri EPS'lerin tek başlarına dondurma üretiminde kullanılmalarıyla kabul edilen viskozite artışının sağlandığı, EPS ile birlikte ksantan sakızı ve CMC kombinasyonlarının kullanıldığı mikselde viskozite değerlerinin daha da yükseldiğini saptamışlardır [58]. Goh ve ark. [59] yaptıkları çalışmada EPS üreten *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* suşlarını kullanarak ürettikleri dondurmaların, ticari stabilizatörler kullanılarak üretilen dondurmalar ile karşılaştırılabilir olduğunu tespit etmişlerdir. Zang ve ark. [60] ekzopolisakkarit üreten *Lactobacillus plantarum* YW11 suşu ile ürettikleri dondurmaların fizikokimyasal özelliklerini araştırmışlardır. Dondurma karışımında EPS'nin varlığının viskoziteyi artırdığı, dondurmanın mikro yapısını iyileştirdiği sonucuna varılmıştır.

Belirtilen stabilizer kaynaklarının yanında böcekler de, son derece sürdürülebilir, uygun fiyatlı ve besleyici gıda kaynağı ve diğer hayvansal proteinlere uygulanabilir alternatifler olarak çok dikkat çekmektedir. İpekböceği pupalarının çeşitli vitamin ve minerallerin yanı sıra %48'den fazla yüksek kaliteli protein, %30-35 yağ (%30'dan fazlası çoklu doymamış yağ asitleri) içerdiği belirlenmiştir [61].

David-Birman ve ark. [61] kurutulmuş ve toz haline getirilmiş ipek böceği kozası kullanılan dondurmalarının reolojik, tekstürel ve duyu niteliklerini araştırdıkları çalışmalarında; deneme örneklerinde viskozitede artış, köpük ayrılmasında azalma, raf ömründe iyileşme olduğu belirlenmiş ve, dondurmanın tekno fonksiyonel özelliklerini iyileştirdiği sonucuna varmışlardır. İpek böceği kozalarının böcek görünümünü nedeniyle düşük tüketici kabulüne neden olduğunu bu nedenle un benzeri ürünlere ögütüldüğünde böcek görünümünün ortadan kaldırılması ile bir gıda bileşeni olarak kabul edilebileceğini ve ticari ürünlere kullanılabileceğini rapor etmişlerdir.

özelliklerini araştırdıkları çalışmalarında; deneme örneklerinde viskozitede artış, köpük ayrılmasında azalma, raf ömründe iyileşme olduğu belirlenmiş ve, dondurmanın tekno fonksiyonel özelliklerini iyileştirdiği sonucuna varmışlardır. İpek böceği kozalarının böcek görünümünü nedeniyle düşük tüketici kabulüne neden olduğunu bu nedenle un benzeri ürünlere ögütüldüğünde böcek görünümünün ortadan kaldırılması ile bir gıda bileşeni olarak kabul edilebileceğini ve ticari ürünlere kullanılabileceğini rapor etmişlerdir.

SONUÇ

Stabilizer maddeler, dondurma formülasyonlarında iri buz kristallerinin oluşumlarını kontrol altına almada ve diğer bileşenler ile interaksyonu sayesinde yapı, tekstür ve lezzet üzerinde önemli etkiye sahiptirler. Stabilizer pazarının giderek daha rekabetçi hale gelmesi ve tüketicilerin daha talepkar olması, dondurma üretimlerinde daha verimli alternatif stabilizer kaynaklarının araştırılarak ortaya konmasını önemli kılmaktadır. Doğada çeşitli kaynaklardan elde edilen stabilizer maddelere gün geçtikçe yenisi eklenmekte, gerek bitkisel ve gerekse mikrobiyal kaynaklı hidrokolloidler gibi birçok jelleştiricinin dondurma üretiminde kullanım potansiyelleri araştırılmakta ve optimizasyon çalışmaları yapılmaktadır. Yapılan araştırmalar doğrultusunda farklı yörelerde yetişen bitkilerin dondurmalarda stabilizer madde olarak kullanım olanaklarının belirlenmesi ile daha ulaşılabilir nitelikte ve ülke ekonomisine katkı sağlayabilecek stabilizerlerin tespit edilmesi ve endüstriye kazandırılmasının gerekli olduğu görülmektedir. Bununla birlikte stabilizer olarak kullanılacak alternatif doğal kaynakların üründe reolojik özellikler, jelleşme, emülsiyon ve köpük stabilizasyonu, buz kristallerinin kontrolünde iyileşmelerin yanı sıra yağ ikamesi olarak dondurma üretimlerinde yer alabileceği, sahip oldukları sağlığa yararlı bileşenler ile de fonksiyonel ürün eldesinde kullanılabilecekleri görülmektedir.

Dolayısıyla farklı kaynaklardan elde edilen ve potansiyel stabilizer madde olarak değerlendirilebilecek bileşenlerin dondurma üretiminde sinerjik etkilerinin, fiyat-performans çıktılarının ve kalitelerinin bu alanda yapılacak daha fazla Ar-Ge çalışması ile belirlenerek dondurma endüstrisine olumlu katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Akalın, A.S., Gönç, S. (1995). Dondurma teknolojisinde kullanılan katkı maddelerinin özellikleri, işlevleri ve yasal durumları (II), asitler, tuzlar, tatlılaştırıcı maddeler, emülsifiye ve stabilize ediciler. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(32), 201-207.
- [2] Marshall, R.T., Goff, H.D., Hartel, R.W. (2003). *Ice Cream*. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York.
- [3] Muse, M.R., Hartel, R.W. (2004). Ice cream structural elements that affect melting rate and hardness. *Journal of Dairy Science*, 87, 1-10.

- [4] Cottrell, J.I.L., Pass, G., Phillips, G.O. (1980). The effect of stabilizers on the viscosity of an ice cream mix. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 31, 1066-1070.
- [5] Muhr, A.H., Blanshard, L.M.V. (1983). The effect of polysaccharide stabilizers on ice crystal formation. In gums and stabilizers for the food industry. In G.O. Phillips, D.J. Wedlock, and P.A. Williams (Eds.). 2.Applications of hydrocolloids. Pergamon press, Newyork, pp. 231-331.
- [6] Muhr, A.H., Blanshard, L.M.V. (1986). Effect of polysaccharide stabilizers on the rate of growth of ice. *International Journal of Food Science & Technology*, 21, 683-710.
- [7] BahramParvar, M., Tehrani, M.M. (2011). Application and functions of stabilizers in ice cream. *Food Reviews International*, 27(4), 389–407.
- [8] Deosarkar, S.S., Khedkar, C.D., Kalyankar, S.D., Sarode, A.R. (2016). Ice Cream: Uses and Method of Manufacture. In B. Caballero (Ed.). Encyclopedia of Food and Health. Elsevier: Oxford/UK, pp. 391-397.
- [9] Kaya, E., Erdem, K.T., Tekin, F.B. (2017). Maraş Dondurması üretimi ve üretilen dondurmanın fizikokimyasal niteliklerinin belirlenmesi. *Caucasian Journal of Science*, 4(1), 45-56.
- [10] Goff, H.D., Sahagian, M.E. (1996). Freezing of dairy products. In L. E. Jeremiah. (Ed.). Freezing Effects on Food Quality. Marcel Dekker Inc. New York, pp. 299-335.
- [11] Kilara, A., Chandan, R.C. (2008). Ice Cream And Frozen Desserts. In R.C. Chandan. (Ed.). *Dairy Processing & Quality Assurance*, pp. 364-365.
- [12] Yetişemiyen, A. (2018). Süt Teknolojisi. 4. Baskı. Ankara Üniversitesi Yayınları. No:249.
- [13] Clarke, C. (2012). The Science of Ice Cream. Royal Society of Chemistry Publishing.
- [14] Syed, Q.A., Shah, M.S.U. (2016). Impact of stabilizers on ice cream quality characteristics. *MOJ Food Processing & Technology*, 3(1), 246-252.
- [15] Tekinşen, O.C., Tekinşen, K.K. (2008). Dondurma: Temel Bilgiler, Teknoloji, Kalite Kontrolü. Selçuk Üniversitesi Basımevi. Konya.
- [16] Turgay, Ö., Çınar, İ. (2017). Salep: the common name of the plant, powder, hot beverage, food ingredient. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 20(3), 68-71.
- [17] Ayar, A., Sert, D., Akbulut, M. (2009). Effect of salep as a hydrocolloid on storage stability of “İncir Uyutması” dessert. *Food Hydrocolloids*, 23, 62-71.
- [18] Or, F. (2009). Kahramanmaraş'ta Üretilen Maraş Usulü Dondurmaların Mikrobiyolojik Kalitelerinin Değerlendirilmesi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- [19] Dayısoylu, K.S., Yörükoğlu, T., Ançel, T. (2016). Kahramanmaraş'ın coğrafi işaretli ürünleri ve ilin potansiyel durumu. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*, 20(1), 80-88.
- [20] Çalışkan, Ö., Kurt, D. (2019). Tarihi kayıtlar ile geçmişten günümüze salep orkideleri. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 6(3), 349-355.
- [21] Calderón Bravo, H., Vera Céspedes, N., Zura-Bravo, L., Muñoz, L. A. (2021). Basil seeds as a novel food, source of nutrients and functional ingredients with beneficial properties: A Review. *Foods*, 10(7), 1467.
- [22] Naji-Tabasi, S., Razavi, S.M.A. (2017). Functional properties and applications of basil seed gum: An overview. *Food Hydrocolloids*, 73, 313-325.
- [23] Biglarian, N., Rafe, A., Shahidi, S.A. (2021). Effect of basil seed gum and κ-carrageenan on the rheological, textural, and structural properties of whipped cream. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101(14), 5851-5860.
- [24] Osano, J.P., Hosseini-Parvar, S.H., Matia-Merino, L., Golding, M. (2014). Emulsifying properties of a novel polysaccharide extracted from basil seed (*Ocimum basilicum* L.): Effect of polysaccharide and protein content. *Food Hydrocolloids*, 37, 40-48.
- [25] Naji-Tabasi, S., Razavi, S.M.A. (2016). New studies on basil (*Ocimum basilicum* L.) seed gum: Part II-Emulsifying and foaming characterization. *Carbohydrate Polymer*, 149, 140-150.
- [26] James, J. (2020). Characterization of basil (*Ocimum basilicum* L.) seed flour and its functionality in ice cream. PhD Thesis in Food Technology. Massey University, Palmerston North, New Zealand.
- [27] Bahram Parvar, M., Goff, H.D. (2013). Basil seed gum as a novel stabilizer for structure formation and reduction of ice recrystallization in ice cream. *Dairy Science and Technology*, 93, 273-285.
- [28] BahramParvar, M., Tehrani, M.M., Razavi, S.M.A., Koocheki, A. (2015). Application of simplex-centroid mixture design to optimize stabilizer combinations for ice cream manufacture. *Journal of Food Science and Technology*, 52(3), 1480-1488.
- [29] Javidi, F., Razavi, S.M.A., Behrouzian, F., Alghooneh, A. (2016). The influence of basil seed gum, guar gum and their blend on the rheological, physical and sensory properties of low fat ice cream. *Food Hydrocolloids*, 52, 625-633.
- [30] Rezaghali, F., Hashemi, S.M.B., Gholamhosseinpour, A., Sherahi, M.H., Hesarinejad, M.A., Ale, M.T. (2019). Characterizations and rheological study of the purified polysaccharide extracted from quince seeds. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 99(1), 143-151.
- [31] Kurt, A., Atalar, I. (2018). Effects of quince seed on the rheological, structural and sensory characteristics of ice cream. *Food Hydrocolloids*, 82, 186-195.
- [32] Demir, Ş. (2019). Ayva Çekirdeği Ekstraktının Dondurma Üretiminde Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- [33] Jing, P.U., Ye, T., Shi, H., Sheng, Y., Slavin, M., Gao, B., Yu, L.L. (2012). Antioxidant properties and phytochemical composition of China-grown

- pomegranate seeds. *Food Chemistry*, 132(3), 1457-1464.
- [34] Ali, M.N., Prasad, S.G., Singh, M. (2016). Functional, antioxidant and sensory qualities of ice-cream from pomegranate seed powder. *Asian Journal of Chemistry*, 28(9), 2013.
- [35] Chavan, V.R., Gadhe, K.S., Dipak, S., Hingade, S. (2017). Studies on extraction and utilization of chia seed gel in ice cream as a stabilizer. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(5), 1367-1370.
- [36] Kulczyński, B., Kobus-Cisowska, J., Taczanowski, M., Kmiecik, D., Gramza-Michałowska, A. (2019). The chemical composition and nutritional value of chia seeds-Current state of knowledge. *Nutrients*, 11(6), 1242.
- [37] Zettel, V., Hitzmann, B. (2018). Applications of chia (*Salvia hispanica* L.) in food products. *Trends in Food Science and Technology*, 80, 43-50.
- [38] Campos, B.E., Ruivo, T.D., da Silva Scapim, M.R., Madrona, G.S., Bergamasco, R.D.C. (2016). Optimization of the mucilage extraction process from chia seeds and application in ice cream as a stabilizer and emulsifier. *LWT-Food Science and Technology*, 65, 874-883.
- [39] Aremu, K.O., Okonkwo, T.M., Eze, C.M., Agwu, C.H., Agbaka, J.I., Ibrahim, A.N. (2020). Physicochemical, sensory and microbial qualities of ice cream stabilized with hydrocolloids from Achi (*Brachystegia eurycoma*) and Ofor (*Detarium microcarpum*). *Asian Food Science Journal*, 14-27.
- [40] Shinde, V.L., Pawar, C.D., Warang, O.S., Dandekar, V.S., Kulkarni, M.M., Joshiya, J., Joshi, M.S. (2021). Studies on preparation of ice-cream from jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) seed powder. *International Journal of Chemical Studies*, 9(1), 2710-2712.
- [41] Babu, A.S., Parimalavalli, R., Mohan, R.J. (2018). Effect of modified starch from sweet potato as a fat replacer on the quality of reduced fat ice creams. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12(4), 2426-2434.
- [42] Kale, R.V., Sontakke, M.D., Raut G.S., Chavan, V.R. (2020). Use of enzyme modified sweet potato starch in formulation of ice cream. *International Journal of Chemical Studies*, 8(4), 3002-3008.
- [43] Walter, A.E., Sam, C. (2002). Fruits of Oceania. ACIAR Monograph 85; Paris, Canberra/IRD
- [44] Sameen A., Manzoor, M.F., Huma, N., Sahar, A., Sattar, U. (2017). Quality evaluation of ice cream prepared with Sagudana (*Meteroxylyon Sagu*) and Sweet Potato (*Ipomoea Batatas*) starch as stabilizing agent. *Pakistan Journal of Food Sciences*, 27(1), 1-6.
- [45] Lozano, E.J., Padilla, K.P., Salcedo, J.G., Arrieta, A.A., Andrade, R.D. (2020). Effects of yam (*Dioscorea rotundata*) mucilage on the physical, rheological and stability characteristics of ice cream. *Journal of Xi'an University of Architecture & Technology*, 7(5), 3436.
- [46] Susilavati, D.S. (2018). Optimization of the use of suweg (*Amorphophallus campanalatus* B) flour as stabilizer on organoleptic properties, overrun and melting time of goat milk ice cream. *The 2nd International Conference on Green Agro-Industry and Bioeconomy*, September 18-20, Universitas Brawijaya, Malang.
- [47] Sebayang, F., Sembiring, H. (2017). Synthesis of CMC from palm midrib cellulose as stabilizer and thickening agent in food. *Oriental Journal of Chemistry*, 33(1), 519-530.
- [48] Yu, B., Zeng, X., Wang, L., Regenstien, J.M. (2021). Preparation of nanofibrillated cellulose from grapefruit peel and its application as fat substitute in ice cream. *Carbohydrate Polymers*, 254, 117415.
- [49] Utpott, M., Ramos de Araujo, R., Galarza Vargas, C., Nunes Paiva, A.R., Tischer, B., de Oliveira Rios, A., Hickmann Flôres, S. (2020). Characterization and application of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) peel powder as a fat replacer in ice cream. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(5), 14420.
- [50] Guo, Y., Zhang, X., Hao, W., Xie, Y., Chen, L., Li, Z., Zhu, B., Feng, X. (2018). Nano-bacterial cellulose/soy protein isolate complex gel as fat substitutes in ice cream model. *Carbohydrate Polymers*, 198, 620-630.
- [51] Ullah, H., Santos, H.A., Khan, T. (2016). Applications of bacterial cellulose in food, cosmetics and drug delivery. *Cellulose*, 23(4), 2291-2314.
- [52] Azeredo, H., Barud, H., Farinas, C.S., Vasconcelos, V.M., Claro, A.M. (2019). Bacterial cellulose as a raw material for food and food packaging applications. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 3,7.
- [53] Fontana, J.D., Koop, H.S., Tiboni, M., Grzybowski, A., Pereira, A., Kruger, C.D., Wielewski, L.P. (2017). New Insights on Bacterial Cellulose. Food Biosynthesis. In Handbook of Food Bioengineering, edited by, A.M. Grumezescu, A.M. Holban. *Food Biosynthesis*, Academic Press, pp. 213-249.
- [54] Xavier, J.R., Ramana, K.V. (2021). Development of slow melting dietary fiber-enriched ice cream formulation using bacterial cellulose and inulin. *Journal of Food Processing and Preservation*, e-15394.
- [55] Di Criscio, T., Fratianni, A., Mignogna, R., Cinquanta, L., Coppola, R., Sorrentino, E., Panfili, G. (2010). Production of functional probiotic, prebiotic, and synbiotic ice creams. *Journal of Dairy Science*, 93, 4555-4564.
- [56] Hong, S.H., Marshall, R.T. (2001). Natural exopolysaccharides enhance survival of lactic acid bacteria in frozen dairy desserts. *Journal of Dairy Science*, 84, 1367-1374.
- [57] Zannini, E., Waters, D.M., Coffey, A., Arendt, E.K. (2016). Production, properties, and industrial food application of lactic acid bacteriaderived exopolysaccharides. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 100, 1121-1135.
- [58] Altun, İ., Tunçtürk, Y. (2012). Peynir altı suyunda üretilen ekzopolisakaritlerin stabilizatör olarak kullanımının dondurmanın bazı kimyasal ve fiziksel özelliklerine etkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 30(1), 166-179.

- [59] Goh, K.K., Nair, R.S., Matia-Merino, L. (2008). Exploiting the functionality of lactic acid bacteria in ice cream. *Food Biophysics*, 3(3), 295-304.
- [60] Zhang, J., Zhao, W., Guo, X., Guo, T., Zheng, Y., Wang, Y., Yang, Z. (2017). Survival and effect of exopolysaccharide-producing *Lactobacillus plantarum* YW11 on the physicochemical properties of ice cream. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 67(3), 191-200.
- [61] David-Birman, T., Romano, A., Aga, A., Pascoviche, D., Davidovich-Pinhas, M., Lesmes, U. (2022). Impact of silkworm pupae (*Bombyx mori*) powder on cream foaming, ice cream properties and palatability. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 75, 102874.
-