

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

DONDURMA ÜRETİMİNDE ÇÖVEN EKSTRAKTI KULLANIMI

Halis KABLAN

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2023

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Doktora Tezi

DONDURMA ÜRETİMİNDE ÇÖVEN EKSTRAKTI KULLANIMI

Halis KABLAN

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nevzat ARTIK
Eşdanışman: Doç. Dr. Hasan CANKURT

Çöven (*Gypsophila*) köklerinin su içerisinde kaynatılmasıyla elde edilen çöven ekstraktı yüksek hızda (11.000 rpm) karıştırılması ile beyaz renkli kalıcı köpük haline getirilerek tahin helvası, sultan (paşa) lokumu ve koz helvası üretiminde yararlanılmakta olup böylece ürünün rengini ağartmakta, emülgatör görevi yapmakta, ürün yapısının arzu edilen düzeyde olmasını ve hacim artışı sağlamaktadır.

Bu çalışmadaki amaç; sağlık açısından çeşitli faydaları da olan çöven ekstraktını toksik dozu (yetişkin bireyde 50-100 mg/kg vücut ağırlığı) aşmamak koşuluyla dondurma üretimine dâhil ederek kimyasal, fizikokimyasal, reolojik, tekstürel, duyuşal özelliklerindeki değişimlerin belirlenmeye çalışılmasıdır.

Bu amaçla ilk olarak, normal dondurma örneği ve farklı oranlarda çöven ekstraktı içeren miks ve dondurma örnekleri hazırlanmış ve erime özellikleri, hacim artışları, mikro yapıları incelenmiş olup reolojik analizleri, DSC analizleri, duyuşal analizleri ve istatistiksel analizleri yapılmıştır.

Dondurma örneklerinde hacmen %0.40 çöven ekstraktı içeren örnek %36'lık bir artış oranıyla önemli bir hacim artışı sağlamıştır ($p<0.05$). İlk damlama analizlerinin ortalamasına göre normal dondurma örneği 37 dk ile en geç damlamayı gösterirken, tamamen erime süreleri de ölçülmüş olup %0.40 çöven ekstraktı içeren örnek daha kısa sürede erimştir. Duyuşal testlerin sonuçlarına göre renk ve görünüş açısından % 0.50 çöven ekstraktı ilave edilen örneğin, yapı ve kıvam açısından %0.25 ve % 0.50 çöven ekstraktı ilave edilen örneklerin, tat ve koku açısından % 0.50 çöven ekstraktı ilave edilen örneğin, genel beğeni açısından %0.25 çöven ekstraktı ilave edilen örneğin en yüksek puan aldığı görülmüştür. Mikroyapı açısından çöven ekstraktı içeren örneklerin yağ partikül boyutlarının daha düşük ve homojen bir dağılım gösterdiği açıkça görülmüştür. Sonuç olarak, çöven ekstraktının tek başına olmasa da Admul Mg 44-04 K emülgatör (gliseril stearat) ile birlikte belirli oranlarda kullanılmasıyla dondurmanın hacim artışı, mikroyapı gibi özelliklerini geliştirdiği belirlenmiştir.

Haziran 2023, 98 sayfa

Anahtar Kelimeler: dondurma, çöven (*Gypsophila*), saponin, tekstür

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

USE OF SOAPWORT EXTRACT IN ICE CREAM PRODUCTION

Halis KABLAN

Ankara University
Graduate school of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Nevzat ARTIK
Co-Supervisor: Doç. Dr. Hasan CANKURT

It is used in the production of tahini halva, sultan (pasa) delight and nougat, by turning the gypsophila roots into a permanent white foam by mixing at high speed (11.000 rpm). Thus, it bleaches the color of the product, acts as an emulsifier, ensures that the product structure is at the desired level and increases the volume.

The purpose of this study; The aim of this study is to try to determine the changes in chemical, physicochemical, rheological, textural and sensory properties by incorporating gypsophila extract, which has various health benefits, into ice cream production, provided that it does not exceed the toxic dose (50-100 mg/kg body weight in an adult) .

For this purpose, firstly, mix and ice cream samples containing normal ice cream sample and gypsophila extract in different ratios were prepared and their melting properties, volume increases, microstructures were examined and rheological analysis, DSC analysis, sensory analysis and statistical analysis were performed.

In the ice cream samples, the sample containing 0.40% gypsophila extract by volume provided a significant increase in volume with an increase rate of 36% ($p<0.05$). According to the average of the first drip analysis, the normal ice cream sample showed the latest dripping with 37 minutes, while the complete melting times were also measured and the sample containing 0.40% soluble extract melted in a shorter time. According to the results of the sensory tests, it was seen that sample 0.50% gypsophila extract was added in terms of color and appearance, samples 0.25% and 0.50% gypsophila extract was added in terms of structure and consistency, sample 0.50% gypsophila extract was added in terms of taste and smell, the sample with 0.25% gypsophila extract was added in terms of general taste got the highest score. In terms of microstructure, it was clearly seen that the oil particle sizes of the samples containing the gypsophila extract showed a lower and homogeneous distribution. As a result, it was determined that the properties such as volume increase and microstructure of ice cream were improved by using the gypsophila extract alone, but not alone, together with the Admul Mg 44-04 K emulsifier (gliseril stearat) in certain proportions.

June 2023, 98 pages

Key Words: ice cream, çöven (*Gypsophila*), saponin, texture

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim boyunca her aşamasında yanımda olan ve bundan sonra da yanımda olacağını hissettiğim, danışman-öğrenci ilişkisinden ziyade baba-oğul bağı kurduğumuz, kendisine her zaman ulaşabilme imkanını esirgemeyen sevgili danışman hocam Prof. Dr. Nevzat ARTIK'a ve çalışmalarımda bütün imkanlarını seferber eden hocam Doç. Dr. Hasan CANKURT'a sonsuz minnetlerimi sunarım.

Yine bu zorlu süreçte emeklerini esirgemeyen hocalarım Prof. Dr. Nevzat KONAR'a ve Doç. Dr. Pınar ŞANLIBABA'ya gönülden teşekkür ederim.

Tezimin uygulama üretimlerinde Çöven Ekstraktı teminini sağlayan Gülsan Gıda Müdürü Sayın Mehmet GÜLDÜOĞLU Bey'e çok teşekkür ederim.

Doktora eğitimi için bana sonsuz sabır gösteren, çalışmamın her aşamasında benden desteğini esirgemeyen eşim Ayşe KABLAN'a varlıklarına şükrettiğim canım çocuklarım Mustafa Berkay ve Zeynep Betül'e teşekkürlerimi, sevgi ve hürmetlerimi sunarım.

Halis KABLAN
Ankara, Haziran 2023

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI

ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
1.GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMALARI	3
2.1 Çöven Bitkisi (<i>Gypsophila</i>) Genel Bilgileri.....	3
2.2 Saponinler	4
2.3 Saponin Kaynakları	6
2.4 Saponinlerin Organizmalar Üzerine Etkileri ve Sağlık Etkileri	7
2.4.1 Saponinlerin kan kolesterol seviyesini düşürmedeki etkisi.....	7
2.4.2 Soğuk algınlığını giderici etkisi.....	7
2.4.3 Hemolotik etkisi.....	8
2.4.4 Antitümör etkisi	9
2.4.5 Kemik gelişimi üzerine etkisi	9
2.4.6 Toksik etkisi.....	10
2.4.7 Antimikrobiyal etkisi	11
2.5 Çöven Ekstraktı ve Saponinlerin Kullanım Alanları	12
2.6 Miks ve Dondurma	14
2.7 Dondurma Reolojisi	24
2.8 Dondurma Üretimi.....	27
3. MATERYAL ve METOT.....	30
3.1 Materyal	30
3.1.1 Süt.....	31
3.1.2 Şeker.....	31
3.1.3 Emülgatör	31
3.1.4 Stabilizör	32
3.1.5 Krema.....	32

3.1.6 Çöven ekstraktı	32
3.2 Metot.....	32
3.2.1 Dondurma miksi örneklerinin üretilmesi	32
3.2.2 Dondurma örneklerinin üretilmesi.....	33
3.2.3 Dondurma miksi ve dondurma örneklerinde yapılan analizler ve hesaplamalar	39
3.2.3.1 Suda çözünür kuru madde oranı	39
3.2.3.2 Yağ tayini	40
3.2.3.3 Protein tayini	42
3.2.3.4 Laktoz tayini.....	42
3.2.3.5 pH değeri tayini.....	42
3.2.3.6 Hacim artışı (over-run) tayini.....	42
3.2.3.7 Erime miktarı tayini	43
3.2.3.8 Kısmi (ilk damlama) ve tamamen erime süresinin belirlenmesi	44
3.2.3.9 Reolojik özelliklerin belirlenmesi	44
3.2.3.10 Renk analizi	45
3.2.3.11 Işık mikroskobu analizi	45
3.2.3.12 Diferansiyel taramalı kalorimetre (DSC) analizi	45
3.2.3.13 Duyusal analizler	46
3.2.3.14 İstatistiksel analiz	46
4. BULGULAR.....	48
4.1 Laboratuvar Ortamında Hazırlanan Dondurma Miksi Örneklerinde Yapılan Analizler	48
4.1.1 Reolojik analizler	48
4.1.1.1 Akış davranış özellikleri	48
4.1.1.2 Dinamik reolojik özellikler.....	51
4.1.2 pH değeri tayini.....	53
4.1.3 Mikroyapı	54
4.2 Endüstriyel Miktarlarda Üretilen Dondurma Örneklerinde Yapılan Analizler	58
4.2.1 Nem tayini	58
4.2.2 pH tayini.....	59
4.2.3 Hacim artışı (over-run) tayini.....	60
4.2.4 Erime miktarı tayini	63
4.2.5 Kısmi (ilk damlama) ve tamamen erime süresinin belirlenmesi	68

4.2.6 Mikroyapı	70
4.2.7 Renk analizi	73
4.2.8 Diferansiyel taramalı kalorimetre (DSC) analizi	75
4.2.9 Duyusal analizler	78
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	84
KAYNAKLAR	88
ÖZGEÇMİŞ.....	98



SİMGELER DİZİNİ

%	Yüzde
ω	Açısal Hız
$^{\circ}\text{C}$	Santigrat
Cm	Santimetre
CuSO_4	Bakır Sülfat
G'	Elastik Modül
g	Gram
G	Kayma Hızı Oranı
G''	Viskoz Modül
H_2SO_4	Sülfirik Asit
HCL	Hidroklorik Asit
HgSO_4	Civa Sülfat
K	Potasyum
K_2SO_4	Potasyum Sülfat
Kg	Kilogram
Mg	Miligram
mL	Mililitre
N	Newton
Na	Sodyum
NaOH	Sodyum Hidroksit
Ph	Hidrojen Potansiyeli
Ppm	Milyonda Bir Kısım
R^2	Regrasyon Katsayısı
Rpm	Dakikada Devir
Tg	Camsı Geçiş
um	Mikrometre
ΔH	Erime Entalpisi
η	Dinamik Viskozite
τ	Kayma Gerilimi
K	Kıvam Katsayısı

n	Akış Davranış İndeksi
γ	Kayma Hızı

Kısaltmalar

CCD	Tam Faktöriyel Merkezi Kompozit Tasarımı
CH	Geleneksel Homojenizasyon
CSOB	Soğuk Preslenmiş Chia Tohumu Yağı
DSC	Diferansiyel Taramalı Kalorimetre
HLB	Lipofilik Denge
HMF	Hidroksimetil Furfural
HPH	Yüksek Basıncılı Homojenizasyon
HPLC	Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
Hz	Hertz
J/g	Joule/Gram
LBG	Locus Bean Gum
MPa	Megapaskal
Pa.sn	Paskal.Saniye
PVdC	Poli Viniliden Klorür
RSM	Yanıt Yüzeyi Metodolojisi
XG	Ksantan Zamkı
yy	Yüzyıl

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Dondurma üretimi akış şeması	28
Şekil 3.1 Dondurma üretim basamakları ve ilgili fotoğraflar	33
Şekil 3.2 Dondurma örneklerinin hacim artış oranlarının belirlenmesini içeren fotoğraflar	43
Şekil 4.1 Dondurma mikslerinin akış davranışı reolojik özellikleri	49
Şekil 4.2 Dondurma miksi numunelerinin dinamik reolojik davranışı	52
Şekil 4.3 Dondurma miksi örneklerinin ışık mikroskobu görüntüleri	55
Şekil 4.4 Dondurma örneklerinin belirle sürelerde damlama miktarları ölçümlelerini içeren fotoğraflar.....	67
Şekil 4.5 Dondurma örneklerinin mikroyapıları	71
Şekil 4.6 Dondurma örneklerinin DSC grafikleri	76

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Küçük ölçekli makine ile üretilen miksin küttelece içerik oranları (%).....	30
Çizelge 3.2 Endüstriyel dondurma makinesi ile dondurma yapmak için üretilen mikste her 1 kg süte eklenen küttelece şeker, stabilizör ve emülgatör oranları.....	30
Çizelge 3.3 Endüstriyel dondurma makinesi ile dondurma yapmak için üretilen mik örneklerinin her 1 kg'ı için katılan hacmen çöven karışımı içerikleri.....	31
Çizelge 3.4 Dondurma miksi örneklerinin küttelece yüzde (%) kuru madde oranları	39
Çizelge 3.5 Dondurma miksi örneklerinin çöven ekstraktı ilavesi sonucu küttelece yüzde (%) kuru madde oranları	40
Çizelge 3.6 Dondurma miksi örneklerinin küttelece yüzde (%) yağ oranları.....	41
Çizelge 3.7 Dondurma miksi örneklerinin çöven ekstraktı ilavesi ile oluşan küttelece yüzde (%) yağ oranları	41
Çizelge 4.1 Power-law modeli parametreleri.....	50
Çizelge 4.2 Dondurma miksi örneklerinin pH'larının karşılaştırmaları	54
Çizelge 4.3 Dondurma örneklerinin suda çözünür toplam küttelece yüzde (%) nem oranlarının karşılaştırmaları.....	58
Çizelge 4.4 Dondurma örneklerinin pH değerlerinin karşılaştırılmaları	59
Çizelge 4.5 Dondurma örneklerinin yüzde (%) olarak hacim artış oranları	60
Çizelge 4.6 Dondurma örneklerinin sabit hacimdeki ağırlıklarının(g) karşılaştırmaları	61
Çizelge 4.7 Eritilmiş dondurma örneklerinin sabit hacimdeki ağırlıklarının(g) karşılaştırmaları.....	61
Çizelge 4.8 Erimiş dondurmanın sabit hacme kadar doldurulması için eklenen dondurma örneklerinin (g) karşılaştırmaları	62
Çizelge 4.9 Dondurma örneklerinin yüzde (%) olarak hacim artış oranların karşılaştırmaları.....	63
Çizelge 4.10 Dondurma örneklerinin belirli sürelerde damlama(erime) miktarları (g) ..	64
Çizelge 4.11 Dondurma örneklerinin 30. dk erime miktarlarının (g) karşılaştırmaları ..	64
Çizelge 4.12 Dondurma örneklerinin 40. dk erime miktarlarının (g) karşılaştırmaları...	65
Çizelge 4.13 Dondurma örneklerinin 50. dk erime miktarlarının (g) karşılaştırmaları...	65
Çizelge 4.14 Dondurma örneklerinin 90. dk erime miktarlarının (g) karşılaştırmaları...	66

Çizelge 4.15 Dondurma örneklerinin ilk damlama süreleri (dk) karşılaştırmaları	69
Çizelge 4.16 Dondurma örneklerinin tamamen erime süreleri (dk) karşılaştırmaları	70
Çizelge 4.17 Örneklerin L* değerlerinin karşılaştırmaları	74
Çizelge 4.18 Örneklerin a* değerlerinin karşılaştırmaları	74
Çizelge 4.19 Örneklerin b* değerlerinin karşılaştırmaları	75
Çizelge 4.20 Dondurma örneklerinin duyuşal niteliklerinin saptanmasında kullanılan puanlama ölçütleri ve test sonuçları	79
Çizelge 4.21 Örneklerin renk ve görünüş karşılaştırılması	81
Çizelge 4.22 Örneklerin yapı ve kıvam karşılaştırılması	82
Çizelge 4.23 Örneklerin tat ve koku karşılaştırılması	82
Çizelge 4.24 Örneklerin genel beğeni karşılaştırılması	83

1. GİRİŞ

Çöven (*Gypsophila*) ekstraktı, çöven köklerinin su içerisinde kaynatılmasıyla elde edilmektedir. Çağlayanlar (2006) tarafından bildirildiğine göre; elde edilen bu ekstraktın yüksek hızda karıştırılması ile beyaz renkli kalıcı köpük oluşmaktadır. Gıda sanayinde oluşan köpükten tahin helvası, sultan (paşa) lokumu ve koz helvası üretiminde yararlanılmaktadır. Köpük haline getirilmiş olan bu ekstrakt ürünün rengini ağartmakta, emülgatör olarak susam yağının tahin helvasından ayrılmasını önlemekte, ürün yapısının arzu edilen yapıda olmasını, hacim artışını sağlamaktadır. Böylece ürüne has karakteristik özellikler oluşmaktadır (Çam 2010).

Dondurma; başta süt ürünleri olmak üzere, tatlandırıcı, emülgatör, stabilizatör ve duruma göre lezzet veren maddelerinde ilave edildiği karışımın farklı düzeneklerde işlenmesiyle elde edilen bir üründür. Dondurma zevkle tüketilen, sindirimi kolay olan, enerji veren, vitamin ve mineral maddeler yönünden zengin kaynak olması hasebiyle önemli bir gıdadır (Yaşar ve Güzeler 2009, Gülen 2010).

Dondurma üretiminde dondurma karışımı (miksi) hazırlanıp pastörize edildikten sonra hızla soğutulup belirli sıcaklık ve sürede olgunlaşması için bekletilmektedir. Kır (2007) tarafından bildirildiğine göre; olgunlaşma süresi minimum 3-4 saat optimum 24 saat, olgunlaşma sıcaklığı ise 0-4°C'dir. Olgunlaştırma işlemi dondurma üretiminde sütteki suyun proteinler ve kullanılan stabilizör tarafından absorbe edilmesini, mevcut yağın sertleşmesini, miksin köpürme özelliğinin artmasını ve neticede dondurmanın daha yüksek kalitede olmasını sağlamaktadır. Olgunlaşma işleminden sonra dondurma karışımı sürekli donduruculardan hızlıca geçirilmektedir. Burada dondurma karışımının aynı zamanda havayı içerisine alması neticesinde hacmi artmaktadır ki bu olaya "overrun" denilmektedir. Dondurma karışımı içerisine giren havanın karışım içerisinde iyice dağılmasının ve stabil kalmasının karışımda köpük oluşumu ile sağlandığını bildirmiştir (Hatipoğlu 2007, Özel 2018).

Çöven ekstraktının insan sağlığı açısından kandaki kolesterolün düşmesini sağlayan (Sidhu ve Oakenfull 1986, Yıldız 1994), soğuk algınlığını giderici etkileri bulunan

(Tatlı ve Akdemir 2004), hemolitik (oksijen taşınımını kolaylaştırıcı) (Scott ve Glaister 1929), antitümör (Morzycki ve Gryszkiewicz 2001) ve kemik gelişimini tetikleyici (Yamaguchi vd. 2001) gibi olumlu etkileri olduğu bildirilmekte olup aynı zamanda teknik olarak da kararlı köpük oluşturan, ürünlerde rengi ağartan, emülgatör olarak etki gösterebilen ve yüzey gerilimini azaltan saponin adlı glikoziti içermektedir (Çam 2010).

Bu çalışmadaki amaç; yukarıda yararlarına değinilen çöven ekstraktında bulunan Battal (2002) tarafından bildirildiğine göre toksik etki (zehirlilik) düzeyi genellikle 50-100 mg/kg vücut ağırlığının üzerinde gerçekleşen saponinlerin (Çağlayanlar 2006) bu dozu aşmamak koşuluyla dondurma üretimine dâhil ederek dondurmanın kimyasal, fizikokimyasal, reolojik, tekstürel, duyuşsal özelliklerindeki değışimleri belirlemek ve dondurma üretiminde çöven ekstraktı kullanmanın faydalı olup olamayacağı konusunun belirlenmeye çalışılmasıdır.

Bu amaçla çövenin köpürtme özelliğinin dondurmanın hacim artışına, emülgatör özelliğinin buzlanmaya, mikroyapısına, tekstürel özelliklerine (özellikle sakızımsılığa) ve ağartma özelliğinin renge nasıl etki ettiği, aynı zamanda dondurmada çöven ekstraktı kullanımının dondurmanın ilk damlama süresi ve toplam erime süresi üzerindeki etkileri ortaya konmaya çalışılmıştır.

2. KAYNAK TARAMALARI

2.1 Çöven Bitkisi (*Gypsophila*) Genel Bilgileri

Çöven; Yıldırım (2002) tarafından bildirildiğine göre; karanfilgiller (*Caryophyllaceae*) familyasının *Gypsophila* cinsine ait olup, 40-100 cm kadar boylanabilen, yaprakları sapsız, çok dallı, Haziran ve Temmuz aylarında beyaz çiçek açan, kazık köklü, çok yıllık, otsu bir bitkidir (Çam 2010). Türkiye’de bu cinsine ait bulunan 53 tür, 1 alttür, 3 varyeteden 33 tanesi (%62.2) endemik tür ve 1 tanesi endemik varyete olma özelliği taşımaktadır (Yıldırım 2002). İçlerinden birkaç tanesinin ticari önemi olması kaydıyla bu türlerin 46 tanesi çöven türü olarak kabul edilmektedir ve Anadolu’da doğal olarak yetişmektedir. *Gypsophila* cinsinin bitkileri esas olarak Akdeniz bölgesinde yetişir (Acebes vd.1998).

Çöven bitkisinin ticari olarak kullanılan kök ve rizomları kurutularak satılır. Bu kök ve rizomlar kaynatılması ile çöven ekstraktı elde edilir. Çöven ekstraktının ana bileşeni saponinler olup tahin helvası, sultan lokumu ve koz helvası gibi geleneksel ürünlerimize kararlı köpük oluşturması, ürünlerde rengi ağartması, emülgatör olarak etki gösterebilmesi, yüzey gerilimini azaltması, kıvamı istenilen seviyeye getirebilmesi, hacmi artırması ve istenilen karakteristik özellikleri oluşturması gibi etkilerinden faydalanmak amacıyla katılır (Baylan vd. 1993).

Çöven bitkisinin çöğür, çoğan, çevgen, tarla çöveni, şekerçi çöveni, çoğcu, dişi çöven gibi yöresel isimleri de vardır (İpek ve Gürbüz 2012). Sezik vd. (1986) tarafından bildirildiğine göre; Türk çöveni *Gypsophila* (*G. bicolor*, *G. perfoliata* var. *Anatolica*, *G. arrostii* var. *nebulosa*, *G. Eriocalyx* ve *G. venusta*) 5 ayrı türünden elde edilmektedir. Bu türlerin köklerinden elde edilen ekstraktlarda bulunan saponozitler; yüzyıllardan beri antifungal, antibiyotik etkileri ve farklı farmakolojik etkileri nedeniyle bazı tedavilerde kullanılan bileşiklerdir. Bunlardan *G. paniculata* ve *G. arrostii* türleri balgam söktürücü olarak kullanılmakta ve *G. struthium* türü ise bazı ülkelerde uzun zamanlardan beri gıdalarda kullanılmaktadır (Acebes vd. 1998, İnan 2006).

Van gölü çevresinde yetişen Van çöveni olarak da bilinen *Gypsophilabicolor* (Frey et Sint.) Grossh. türü Koyuncu vd. (2008) tarafından bildirildiğine göre; Türkiye’de ekonomik değeri en yüksek olan çövendir. Ticari amaçlı 30 yılı aşkın bir süredir yetiştirilen bu tür aynı zamanda Artvin civarında da yetiştirilmektedir (Çam 2010).

Doğu Anadolu yöresinde çöven elde edilen bitkiler ve bu bitkilerin doğada mevcut potansiyelleri ile ilgili yapılan bir araştırmada yıllardır ülkemizde yetişen ve gerek ülkemizde kullanılan gerekse farklı ülkelere ticareti yapılan, tıbbi ve ekonomik öneme sahip “çöven kökü” (*Radix Gypsophylae*) ile ilgili çalışılmıştır. Bu amaçla arazi çalışmaları ile kökleri sökülen bitkiler ve bu bitkilerin söküldükleri doğal alanlar incelenmiş, ayrıca ticareti, ihracatı, karşılaşılan sorunlar üzerinde durulmuştur. Çalışma sonucunda çöven köklerinin özellikle Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinden söküldüğü görülmüştür. Çövenin ülkemizde 2 cinse ait 7 türden elde edilmekte olduğu, (6 tür *Gypsophila* L., 1 tür *Ankyropetalum* Fenzl), elde edilen bu altı *Gypsophila* türlerinin üçü endemik, diğer üç türün ise ülkemizde dar yayılışlı bitkiler olduğu, *G. graminifolia* Bark’nın çöven olarak kullanılmak için Van, Başkale çevresinden söküldüğü ifade edilmiştir (Koyuncu vd. 2008).

Türkiye Florası’ndaki *Gypsophila* türleri A, B, C ve D şeklinde 4 gruba ayrılmıştır. A grubunda olan tek yıllıkların teşhisinde kullanılan teşhis anahtarları ile ilgili çalışmalar yapılmış ve bununla birlikte Türkiye’nin *Gypsophila* takson listesi de güncellenmiştir (Özçelik ve Özgökçe 2021).

2.2 Saponinler

Saponin kelimesi Latince sabun manasına gelen sapo kelimesinden türetilmiştir (Çam 2010). Saponinlerin çözeltideki fiziksel özellikleri Hostettmann ve Marston (1995) tarafından bildirildiğine göre amfifilik doğasından kaynaklanmaktadır. Emülgatör gibi davranırlar, yüzey aktifliği çok güçlüdür, kararlı köpükler oluştururlar ve deterjanlarla aynı şekilde miseller oluştururlar. Tüm saponinler ortak olarak bir veya daha fazla şeker zincirinin aglikona tutturulmasına sahiptir (Ceyhun Sezgin ve Artık 2010).

Chevallier (1996) tarafından bildirildiğine göre; saponinler yüzey aktiftir ve birçok saponin suda kararlı köpükler vererek deterjan özelliği gösterirler. Hemolitik aktivite gösterirler ve aynı zamanda acı bir tada sahiptirler, balıklar için de zehirlidir. Bu zehirlilik özelliklerine rağmen, saponinler vücut tarafından çok zayıf bir şekilde emilme özelliğine sahip oldukları için zarar vermeden geçme eğilimi gösterirler. Saponinler çöven bitkisinden başka birçok bitkilerde de bulunurlar. Saponin içeren gıdaları aşırı büyük miktarlarda yememeniz önerilir. Saponinlerin toksik etkisi balık gibi bazı canlılar için çok daha fazla olduğu için balık avcılığında, geleneksel olarak balıkları sersemletmek veya öldürmek için saponinleri büyük miktarlarda akarsulara, göllere vb. dökerler (Ceyhun Sezgin ve Artık 2010).

Çövenin kök ve rizomlarında bulunan etken madde olan saponinlerin miktarı bitkiye göre değişiklik göstermekte olup Battal vd. (2003); ham saponin oranının Anadolu kökenli çövenlerde ortalama %10-25 arasında değiştiğini (Baytop 1984, İpek ve Gürbüz 2012), yapılan başka bir araştırmada "Niğde", "Van 1. kalite kalın" ve "Van 1. Kalite ince" çövenlerden elde edilen ekstraktaki saponin miktarının sırasıyla %0.35, %0.67 ve %1.02 olarak ölçüldüğünü (Yurdagel vd. 1994), Van ve Uşak yörelerine ait çöven köklerinin toz haline getirilerek ekstrakte edildiği ve ekstraktaki saponin miktarının analiz sonuçlarının sırasıyla %1.18-1.24 ve %0.76-0.83 arasında olduğunu tespit edildiğini (Yurdagel ve Baysal 1996) bildirmişlerdir. Yapılan başka bir araştırmada çöven kökü ekstraktlarındaki toplam saponin miktarının yöre belirtilmemiş ise de %2.81-4.17 arasında değiştiğini ve aynı araştırmacıların helva üreticilerinden temin ettikleri ekstraktlardaki saponin miktarının % 0.56-1.62 oranında bulunduğunu ifade etmişlerdir (Baylan vd.1993).

Battal (2002), çövendeki toplam saponinin %11.58-19.58 olduğunu bildirmiştir. Farklı çövenlerde toplam saponin içeriği HPLC ile belirlenmiştir. Battal (2002) ayrıca saponin verimi ile ilgili optimal ekstraksiyon süresinin 8 saat olduğunu rapor etmiştir. Yapılan başka bir araştırmada toplam saponin oranının 32-172 mg / kg arasında olduğu bildirilmiştir (Ceyhun Sezgin ve Artık 2010). Baylan (1990) ise yirmi altı (26) helva örneğini analiz etmiş ve helvalarda saponin miktarlarının 119 ile 266 ppm arasında değiştiği bildirmiştir.

Yaygın olarak Çankırı çevresinde yetişen *Gypsophila simonii* yerli bir türdür ve Türkiye geneline dağılır. Yapılan bir çalışmada ekstraksiyon ile endemik bir bitki olan *Gypsophila simonii* köklerinden elde edilen ham saponinlerin fiziksel ve kimyasal özellikleri araştırılmıştır. Bunun için Froth testi, Salkowski testi ve Liebermann-Burchard testi kullanılmıştır. Elde edilen ekstraktlardaki toplam saponin içeriği % 12.30 $\pm$ 0.50 arasında değiştiği bildirilmiştir (Yücekutlu vd. 2012).

Çöven ile ilgili yapılan bir çalışmada 5 yöreden toplanan çöven köklerinin toplam saponin içerikleri ölçülmüş ve Van yöresi örneğinde en yüksek değer, Denizli yöresi örneğinde ise en düşük değer kaydedilmiştir. Toplam saponin miktarı olarak diğer üç yöre örneği (Kayseri, Konya, Dinar) arasında fazla bir fark olmadığı belirlenmiştir. Çöven örneklerinde öğütme iriliği büyüdükçe ve ekstraksiyon süresi uzadıkça ekstrakta geçen toplam saponin değerinde artma belirlenmiştir. Bu sonuçlar toplam olarak değerlendirildiğinde Van çöveninin ekstrakt üretimi için en uygun çeşit olduğu ve bu çeşitte ekstraksiyon verimi bakımından öğütme iriliğinin 710-1180 μ m ve ekstraksiyon süresinin 8 saat olmasının yeterli olduğu anlaşılmış ve ekstraksiyon sırasında oluşan HMF miktarının önemli düzeyde olmadığı belirlenmiştir (Battal vd. 2003).

2.3 Saponin Kaynakları

Saponinler Birk ve Peri (1980), Oakenfull (1981), Price vd. (1987) tarafından bildirildiğine göre tüm dünyada bitki aleminde son derece yaygındır. 90'dan fazla bitki türü ailesinin saponin içerdiği bilinmektedir. Çok sayıda ve çok çeşitli bitkilerde bulunurlar, ancak bunlardan sadece 28'i insanlar tarafından düzenli bir şekilde gıda olarak kullanılır (Oakenfull 1981). 1730 Orta Asya bitki türü ailelerin % 76'sının saponin içerdiğine dair sistematik bir araştırma vardır. Saponinler insan gıdası olarak kullanılan soya fasulyesi, nohut, yer fıstığı, mercimek, ıspanak, yulaf, sarımsak, şeker pancarı, patates, yeşilbiber, domates, soğan ve çay gibi bitkilerde görülür (Ceyhun Sezgin ve Artık 2010). Baylan (1990) ve Battal (2002) tarafından yapılan çalışmalarda ise mercimek, bezelye, bakla, nohut, soya, soya sütü, diğer fasulye türleri, yer fıstığı, şeker pancarı, guar bitkisi ve ıspanakta saponin varlığına rastlanmıştır (Çam 2010).

2.4 Saponinlerin Organizmalar Üzerine Etkileri ve Sağlık Etkileri

2.4.1 Saponinlerin kan kolesterol seviyesini düşürmedeki etkisi

Diyette, Kawai vd. (1988) tarafından bildirildiğine göre fitokimyasal saponinler, antifungal ve antibakteriyel ajanlar, kan kolesterolünün düşürülmesi ve kanser hücresi büyümesinin inhibisyonu gibi etkilere sahiptir. Son çalışmalar, Doğu Afrika'da, hayvansal ürünler, kolesterol ve doymuş yağca çok yüksek bir diyet tüketen Masai kabilelerinin düşük serum kolesterol düzeylerinin muhtemelen saponin bakımından zengin bitkilerin tüketiminden kaynaklandığını öne sürmüştür. Saponin safra asitleri ve kolesterol ile bağlanarak hareket eder, bu yüzden bu kimyasalların bu yağ bileşiklerini vücuttan temizlediği veya kan kolesterol seviyelerini düşürdüğü düşünülmektedir. Saponin içeriği, çeşit, yaş, fizyolojik durum ve bitkinin coğrafi konumu gibi faktörlere bağlıdır. Farklı yerlerden sebze materyallerindeki saponinlerin bileşimi ve miktarında önemli farklılıklar olabilir (Ceyhun Sezgin ve Artık 2010).

Sidhu ve Oakenfull (1986) tarafından yapılan, farelerde saponinin etkisi çalışma sonuçlarına göre izole edilen ve gıdalarda mevcut bulunan saponinlerin birçok hayvan türlerinin plazma kolesterol konsantrasyonunda düşüşe neden olduğu görülmüştür. Saponinler kolesterolü bertaraf etme etkilerinden bir tanesi ince bağırsakta kolesterol absorpsiyonunu önleyen, çözilemeyen bir bileşik oluşturmamasından ve diğeri ise safra asitlerinin dışkıya salgılanmasında artışa neden olmasından kaynaklanmaktadır. Saponin içeren gıdalar insanlar için hipokolesterolemik (kandaki kolesterol miktarını azaltıcı) diyetlerde önemli olduğu vurgulanmıştır (Çağlayanlar 2006).

2.4.2 Soğuk algınlığını giderici etkisi

Çöven bazı ilaçların bileşiminde yer alır (Anonim 2013). Çövenin, balgam söktürücü, terletici ve idrar söktürücü özellikleri bulunmaktadır (Anonim 2014). Kraus ve Franz (1987) tarafından bildirildiğine göre Anadolu'da "*Verbascum pterocalycinum* var. *Mutense*"den izole edilen saponinlerin soğuk algınlığı, öksürük gibi sağlık

problemlerinin tedavisindeki etkilerinin bu saponinlerin balgam sökücü etkisi olduğu bilinmektedir (Tatlı ve Akdemir 2004).

2.4.3 Hemolotik etkisi

Scott ve Glaister (1929) tarafından bildirildiğine göre; saponinlerin deterjan aktivitesi özelliği bulunduğu için antitoksinlerde bulunan proteinlerin ayrılmasına yönelik çalışmalar yapılmış, fakat başarılı sağlanamamıştır. Saponinlerin pH 4'te proteinlerin büyük çoğunluğunun çökmesine sebep olduğu gözlenmiştir. Battal (2002) tarafından bildirildiğine göre; saponozitlerin çoğu hemoliz yeteneğine sahiptir. Kolesterol veya lesitin ile birleşmesi ile alyuvarların çeperinin hemoglobin yönünden geçirgen hale gelmesini sağlamakta, yani kanı hemolize etmektedirler. Bu hemoliz etkisi ağızdan alındığı zaman görülmemektedir. Bunun nedeni saponozitlerin bağırsakta emilimin olmamasıdır (Baylan 1990, Baylan vd.1993, Çağlayanlar 2006).

Hostettmann ve Marston (1995) tarafından bildirildiğine göre; düşük konsantrasyonlarda saponinler, hemoglobin salınımına neden olarak eritrosit zarlarını tahrip edebilir. Bu olgu, eritrosit zarının sulu ve lipid fazları arasındaki yüzey geriliminin azaltılmasını içerir, bu da lipidlerin emülsiyonuna ve daha sonra zardan ayrılmasına neden olur. Bu deliklerden Na^+ ve suyun hücreye girmesine izin verilirken K^+ ayrılır. Bu akış, zarın yırtılarak hemoglobinin plazmaya dökülmesine kadar devam eder (Ceyhun Sezgin ve Artık 2010).

Romussi vd. (1980) tarafından ise hemolitik aktivitenin, glikozidin yapısına bağlı olarak önemli ölçüde değiştiği bildirilmiştir. Monodesmosidik saponinler, bisdesmosidikten daha hemolitikdir. Monodesmositlerin hemolitik aktivitesi, glukozidik zincirin uzunluğu ve dallanmasıyla birlikte azalmıştır.

Mevcut çalışmalar, farklı yerlerden toplanan malzemelerin saponin bileşimlerinin birbirinden önemli ölçüde farklı olduğunu ortaya koymuştur. Bu saponinler arasında monodesmozidler güçlü hemolitik aktivite gösterirken, bisdesmositler zayıf hemolitik aktivite göstermiştir (Kawai vd. 1988).

2.4.4 Antitümör etkisi

Morzycki ve Gryszkiewicz (2001) yaptığı çalışmalar sonucunda kötü huylu tümör hücrelerine karşı OSW-1 saponinin (p-metoksibenzoil) etkisi diğer tümör önleyici ajanlara kıyasla daha etkili olduğunu bildirmiştir. Meme kanseri araştırmalarında son yıllarda araştırmaların yoğunlaştığı saponin içeren tıbbi bitkilerden *Panax ginseng*'in özellikle Rg3 ve Rh2 türlerinde majör aktif antikarsinogen saponinler olduğu ve olası etkilerinin mekanizmaları arasında antienflamatuvar (ödemi azaltan), kanser hücresinin apoptozunu (ölüm) indükleyici etkileri olduğu, *Pfaffia paniculata*'da yüzey aktif bileşen olan nortriterpenoit yapısında saponin glikozitlerin, antikanser aktiviteden sorumlu olabileceği, *Vernonia amygdalina* bitkisinin de meme kanseri hücre hatlarının büyümesini inhibe ettiği bildirilmiştir (Özgüç vd. 2018). İzgür ve İlhan (2002) tarafından bildirildiğine göre; hayvanlarda kanın koyu bir renk alması ve pıhtılaşmaması, vücut ısısının yükselmesi, dalağın şişmesi ve bazı semptomların görülmesi şeklinde belirtileri olan Şarbon (Antraks) hastalığına karşı, ülkemizde üretilen antraks aşısında saponin oranı %0.1-0.5'dir. Şarbon hastalığı etkeni sporlu bir bakteri olan *Bacillus anthracis*'tir. Hastalık hayvanlar arasında salgınlara sebep olarak ölümlere ve önemli ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Hasta hayvanlardan insanlara da geçmektedir.

Primer safra asitlerinin mikrobiyel metabolizması sonucu sekonder safra asitleri oluşur. Örneğin primer safra asiti olan kolik asit, kalın bağırsakta mikrobiyel fermentasyon sonucu deoksikolik asite çevrilmektedir. Saponinler, primer safra asitlerini bağlayarak sekonder safra asitlerinin oluşumunu engellediklerinden dolayı kolon kanserinin önlenmesinde önemli rol alabilirler (Küçükkurt ve Fidan 2008).

2.4.5 Kemik gelişimi üzerine etkisi

Saponinlerin yüksek metabolik devir hızına sahip organellerin içinde lokalize olması, bunların sadece balast malzemesi değil, aynı zamanda bir organizmanın metabolizmasında ve gelişiminde önemli düzenleyici maddeler olabileceği anlamına

gelir, yani fizyolojik olarak önemli bileşenler olabilir (Anisimov ve Chirva 1980, Ceyhun Sezgin ve Artık 2010).

Yamaguchi vd (2001), fermente olmuş soya fasulyesinin bir yan ürünü olan ve büyük miktarda saponin içeren nijurinin insan kemik yapısı üzerine olan etkilerini incelemiştir. İnceleme sonucunda nijurinin, kemik yapısı ve mineralizasyonda önemli bir rol üstlenen osteokalsinin g-karboksilasyonunu uyarabileceğini öne sürmüş ve nijuri alımının bu sebeple kemiklerde yaştan kaynaklanan kayıplarının önüne geçtiğini bildirmiştir (Çağlayanlar 2006).

2.4.6 Toksik etkisi

Saponinler toksik etkiye sahiptirler fakat vücut tarafından oldukça az absorbe edilirler bu sebeple bünyeye alındıkları zaman vücuda zarar vermeden dışarı atılırlar. Diğer taraftan ısıtmayla hemen tahrip olurlar. Yine de vücuda alınmaları zarar verebileceğinden, 50-100 mg/kg vücut ağırlığı (yetişkin birey) üzerinde alınmamalıdır. Bu düzeyden fazla miktarda alınması sonucu insan vücudunda oluşan toksik etkilerin göz ardı edilmemesi gerektiğini bildirmiştir (Battal 2002, İnan 2006, Çam 2010). Birçok saponin hemolitik aktivite gösterir, acı bir tada sahiptir ve balıklar için toksiktir (Ceyhun Sezgin ve Artık 2010).

Saponinler ağız yoluyla alındığı zaman Yurdagel ve Baysal (1996) tarafından bildirildiğine göre normal koşullar altında insanlar üzerinde toksik bir etkiye sahip olmamasına rağmen, hayvanlarda olumsuz bazı fizyolojik etkilere sahiptirler. Beslenme açısından saponin-protein etkileşimi olarak soya saponininin, tıpkı proteaz enziminde olduğu gibi etki yaparak sığır serum albümininin sindirimini azaltmaktadır (Battal vd. 2003).

Yıldız (1994) damar içine verilen saponinlerin ağız yoluyla alınan saponinlere kıyasla 10-100 kez daha toksik olduğunu, Akşehirli vd. (1971) ise *Agrostemma* (karamul) saponini ağızdan verildiği takdirde bağırsaklar tarafından absorbe olduklarından tehlike gösterdiğini de belirtmiştir. Battal (2002) tarafından bildirildiğine göre saponinlerin

zehirlilik düzeyi genellikle 50-100 mg/kg vücut ağırlığının üzerinde gerçekleşmektedir ve zehirlilik düzeyi saponinlerin bağırsaktan emilme oranına bağlı olmaktadır (Baylan vd. 1993, Çağlayanlar 2006).

2.4.7 Antimikrobiyal etkisi

Bitkilerde doğal antimikrobiyal aktiviteye sahip olmaları nedeniyle birçok saponinin bitkilerdeki doğal rollerinin patojenik mikroorganizmaların saldırılarına karşı koruma olduğu muhtemeldir (Osbourn 2002). Birçok saponin güçlü antifungal özelliklere sahip olduğundan ve sağlıklı bitkilerde yüksek konsantrasyonlarda bulunduğundan, bu moleküller mantar saldırısına karşı önceden oluşturulmuş kimyasal bariyerler olarak hareket edebilir. Saponinler bitkilerde yaygın olduğu için, bu ikincil metabolitler grubu, antimikrobiyal bitki koruyucular olarak genel öneme sahip olabilir (Papadopoulou vd. 1999). Saponinlerin sahip olduğu acı tat ve toksisite otçul hayvanları caydırıcı niteliktedir. Toprak kökenli fungusların gelişimini engellediği de bilinmektedir (Çağlayanlar 2006).

Yapılan bir çalışmada saponinlerin rizosfer bakterileri üzerindeki etkisini *in vitro* ve toprak koşullarında araştırılmış ve *Gypsophila* saponinlerin rizosfer bakterilerinin büyüme kinetiği üzerindeki etkileri, kültürlerin mikrotitre plakalarındaki absorbansı izlenerek incelenmiştir. *Gypsophila* saponinleri (%1) bakteri üremesinin gecikme fazını arttırmıştır. *Gypsophila* saponinlerin yonca kök bölgesi üzerindeki etkisi de araştırılmış, *Gypsophila* saponinlerin eklenmesi yonca biyokütlesini değiştirmedeği ama yapışan toprağın ağırlığını önemli ölçüde arttırdığı (%1 saponinlerle iki kat) belirtilmiştir. Yonca kök bölgesindeki kültürlenebilir heterotrofik bakteri sayısı, *Gypsophila* saponinlerin eklenmesinden etkilenmemiş bununla birlikte, yonca kök bölgesinin baskın Gram-negatif suşlarının fenotipik karakterizasyonu, %1 saponinler tarafından indüklenen niteliksel ve niceliksel farklılıklar göstermiştir. Bu sonuçlar, saponinlerin, rizodepozisyon mekanizmaları yoluyla topraktaki kök bölgesi bakterilerini kontrol edebileceğini göstermektedir (Fons vd 2003).

2.5 Çöven Ekstraktı ve Saponinlerin Kullanım Alanları

Çöven ekstraktı çöven köklerinin su içerisinde kaynatılmasıyla elde edilir. Çağlayanlar (2006) tarafından bildirildiğine göre; elde edilen bu ekstraktın yüksek hızda karıştırılması ile beyaz renkli kalıcı köpük oluşur. Gıda sanayinde oluşan köpükten tahin helvası, sultan (paşa) lokumu, koz helvası, çöven ekmeği (Özçelik 2011) ve dövme dondurma üretiminde yararlanılır (İnan 2006). Köpük haline getirilmiş olan bu ekstrakt ürünün rengini ağartmakta, emülgatör olarak susam yağının helvadan ayrılmasını önlemekte, ürün yapısının arzu edilen yapıda olmasını sağlamakta, hacim artışı sağlamak ve böylece ürüne has karakteristik özelliklerin oluşumunu sağlamaktadır (Velioglu 2001, Battal 2002). Bu etkilerin görünmesindeki etken maddenin biyolojik aktif glukozitlerin bir grubu olan ve kollaidal eriyik oluşturma özelliğine sahip saponinler olduğu bilinmektedir (İnan 2006). Diğer taraftan çöven ekstraktı üretiminde göz önünde bulundurulanan hiçbir kalite parametresi yoktur (Velioglu 2001). Poslu (2006) tarafından bildirildiğine göre ise saponinler ticari olarak genel anlamda gıda sanayinde kullanılmakla birlikte kozmetikte, temizlik maddelerinde, yangın söndürücülerde, tıpta idrar söktürücü, balgam söktürücü, sivilce giderici olarak, mikroorganizmalara karşı biyolojik aktivite gösterdiği için eczacılıkta ve aynı zamanda temizleyici ve altın parlatma amacıyla kuyumculuk sektöründe kullanılmaktadır (Özçelik 2011, Korkmaz ve Özçelik 2011). Türk Gıda Kodeksi Lokum Tebliği (2004/24) ve Türk Gıda Kodeksi Tahin Helvası Tebliği'nde (2004/23) yer alan hükümde saponin oranının ürünlerde kütlege %0.1'den fazla olmaması gerektiği bildirilmiştir (Çam 2010).

Çöven tahin helva üretiminde kullanılmasının amaçları; çövenin içinde bulunan saponinin şeker ağdasını beyazlatması, yumuşatması ve sünger gibi yapmasıdır. Aynı zamanda şekerle susam yağının karışmasını sağlayarak emülgatör görevini üstlenir ve yağın sızmasını önler (Uluöz 1972, Anonim 2014).

Pazır vd. (2013) ifade ettiğine göre geleneksel gıdalarımız arasında yer alan tahin helvasının üretimi için, kabukları çıkarılan susamlar kavrukları olarak öğütülür ve tahin elde edilir. Bu tahine belli oranlarda şeker şurubu, sitrik asit, çöven ekstraktı eklenerek

oluşturulan şeker ağdasının özel bir işlemle yoğrularak karıştırılması sonucu elde edilir (Güven vd. 2007). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından bildirildiğine göre; 2010 yılında Türkiye’de büyük ve küçük işletmeler tarafından ortalama 31.522 ton tahin helvası üretilmiştir (Anonim 2013c). Taleplerin artması sonucu geleneksel üretim ile birlikte modern üretim teknolojilerinin kullanımı da artmıştır (Batu ve Elyıldırım 2009). Tahin helvasında kalite, üretim için kullanılan şeker, tahin, çöven ekstraktı gibi hammadeler, üretim yöntemi ve uygulanan depolama koşullarına bağlı olarak değişebilmektedir. Helva bileşiminde yer alan yağın emülsifiye edilmesi konusunun çok önemli olmasına rağmen bazı durumlarda bu durumun tam olarak başaramadığı görülmektedir. Böylece yağ sızması olabilmektedir. Depolama sıcaklık faktörü de bu sızmayı artıran bir etkidir (Meydani 2008). Dolayısıyla helvada şeker ve yağın içinde bulunduğu fiziksel şartlar kontrol altında tutulmalıdır.

Tahin helvası, dünyada Türklere özgü olarak bilinen bir lezzettir. Sadece Türkiye’de değil, Almanya, İngiltere, Amerika Birleşik Devletleri ve Rusya Federasyonu gibi birçok ülkede de tüketilmektedir. Susam tohumu ezmesinin (tahin) invert şeker şurubu ile karışımından bilindik içerikle hazırlanan helva, emülsifiye edici olarak kullanılan çöven kökü sıvı ekstraktından kaynaklanan saponinlerden dolayı hemolitik aktiviteye sahiptir. Sonrasında ekstrakt yerine ticari olarak temin edilebilen bir çöven tozu ikame ederek, hemolitik aktivite göstermeyen, daha stabil tek tip kalitede, daha az yağı ayrılan ve hemolitik aktivite göstermeyen ürün oluşturulmuştur (Artık 1997). Susam ve şeker, tahin helvasının toplam saponin seviyesini etkileyebilir. Çünkü her ikisi de saponin içerir. Ayrıca helva üreticisi tahin helvası için farklı konsantrasyonlarda çöven ekstraktı kullandığından dolayı da toplam saponin seviyesi farklılık gösterebilir. Bu seviyelerin tespitinde HPLC tekniği hızlı, doğru ve kesindir (Ceyhun Sezgin ve Artık 2010).

Tahin helvaların mikrobiyal florası, helva üretiminde kullanılan ham maddeler ve helva üretim koşulları ile yakından ilgilidir. Helvalar ile ilgili Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyoloji Kriterler Tebliği’nde mikrobiyolojik kriterler arasında koliform grubu bakteri, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, toplam aerob mezofil bakteri ve küf sayısı belirtilmiştir. Ayrıca helvalarda *Salmonella* spp.’nin bulunma durumu olabildiği de rapor edilmiştir (Var vd. 2004).

Çöven ekstraktı helva yapımında kullanılmadan önce depolama aşamasında mikrobiyolojik bozulmanın gerçekleşmesini engellemek için kimyasal koruyuculara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu problemi bertaraf etmek için çöven ekstraktı püskürtmeli kurutma ile kurutulmuş ve toz şeklinde saklanmıştır. Böylece helva üretimi yapılacağı zaman bu toz suda çözülerek üretime eklenmesi hedeflenmiştir. Bu yöntem ile hem taşıma kolaylaşacak hem de mikrobiyolojik bozulma gerçekleşmeden depolama süresi artacaktır (Pazır 2013).

Yapılan bir araştırmada duyuşal panel testi sonucunda çöven ekstraktı ilave edilerek üretilen ekmeğın iç yapısı beğenilmiş ve bu doğrultusunda, ekmek yapımında çöven ekstraktı kullanımının ekmeğın fiziksel, duyuşal, mikrobiyolojik ve hamurun reolojik özelliklerini geliştirdiğı görülmüştür (Çağlayanlar 2006).

2.6 Miks ve Dondurma

Sağlıklı ve dengeli beslenme üzerinde süt ürünleri tüketiminin çok büyük bir etkisi olduğı, dolayısıyla doğru bir şekilde beslenmenin insanların bedensel ve zihinsel faaliyetlerini daha iyi sürdürebilmesi açısından çok büyük bir etkisinin olduğı bilinmektedir (Baysal 2019).

Besleyici değeri ve çok farklı ürünlere işlenebilirliğı, farklı şekillerde tüketilebilirliğı yönünden süt ve süt ürünleri önde gelen hayvansal gıdalar arasında yer almaktadır. Çabuk bozulan çiğ süt, muhafazası zor olması nedeniyle farklı işlemlerden geçirilerek yoğurt, ayran, peynir, kefir, kımız, tereyağı, krema, dondurma, içme sütü çeşitleri ve süt tozu gibi farklı gıda ürünleri elde edilir. Dondurma yapımında kullanılan salebin kendine has farklı özellikleriyle önemli bir yere sahip olması, fakat ekonomik değeri yüksek olması dondurma üretim maliyetlerini azaltarak da aynı kaliteli ürünler elde edebilmek için çalışmalar yapmaya yönlendirmiştir. Sonuç olarak daha ekonomik stabilizör karışımları elde edilmiştir. Tüketici talebini kalite ve ekonomik yönden en iyi şekilde karşılayabilmek için alternatif ürünler oluşturmak adına her geçen gün farklı çalışmalar yapılmaktadır (Aslantürk 2018).

Sütün içme sütü olarak tüketilmesi, sütü gıda olarak değerlendirmenin en iyi yolu sayılabileceğine rağmen sütün muhafazasının, naklinin çok zor olması ve tüketicilerin farklı gıdaları da tüketmeyi istemeleri gibi nedenlerden dolayı sütün daha dayanaklı ürünlere işlenmesi elzem olmuştur (Küçükçetin vd. 2009). Dağlı (2006) tarafından bildirildiğine göre 1900'lü yılların başında soğutma teknikleri ve dondurucuların keşfi ile dondurma teknolojisinde önemli gelişmeler başlamıştır. Beslenme açısından oldukça öneme sahip olan süt ve süt ürünlerinin tüketiminin düşük olduğu ülkemizde ürün çeşitliliği artırılmak suretiyle tüketimin de artırılmasını sağlanabilir.

Demirci (1997) tarafından bildirildiğine göre; dondurmanın dünyada ilk olarak üretildiği tarih hakkında tam bir bilgi olmamasının yanında 16. yy 'ın başlarında İtalya'da keşfedildiği ve buzun keşfedilmesinden sonra İngiltere'de üretildiği gibi bilgilerde yer almaktadır. Dondurmada asıl gelişmeler 20. yy'ın başlarında olmuştur. Diğer ülkelere yayılma Avrupa'dan olmuştur. Bunun yanı sıra Yöney (1968), Saldamlı ve Temiz (1988) tarafından bildirildiğine göre ise bundan 3000 yıl önce Çin'de üretildiği de ileri sürülmektedir. 1777'de Amerika Birleşik Devletleri' ne de geçiş yapan dondurma 19.yy.'ın ortalarına kadar fabrikasyon üretimi kimliğine geçememiştir (Gülen 2010). Dondurma aynı yıllarda İstanbul ve Kahramanmaraş illerimiz olmak üzere ülkemizde de ilk defa üretilmiştir (Özel 2018).

Dondurma ülkemizde de özellikle çocuklar olmak üzere farklı yaşlardaki insanların tükettiği, genellikle sütün çok bol olduğu ilkbahar ve yaz aylarıyla birlikte sonbahar ve kış aylarında da üretilip satılan ve üretim için büyük yatırım maliyetleri gerektirmeyen, kısa sürede üretimi yapılabilen en karlı süt ürünüdür (Atsan 2004). Son zamanlara kadar tüketici, sıradan veya sınırlı dondurma çeşitleri arasında tercihi kullanmak durumunda kalırken, endüstriyel dondurmanın gelişmesi ile farklı tatlarda, farklı çeşitte, farklı renklerde ve yapıda ürünler piyasada yerini almıştır (Şimşek vd. 2006).

Türkiye'de dondurma tüketimi 2000 yılı öncesi çok düşükken 2000'de kişi başı 1.0 litreye yükselmiştir (Gülen 2010). 2005 yılında kişi başı 1.5 litre olan dondurma tüketimi, 2010 yılında 2.5 litreye, 2015 yılında ise 4.2 litreye yükselmiştir (Anonim 2016). Günümüzde ise yıllık yaklaşık 8 litrelik tüketim gerçekleşmektedir (Anonim

2021c). Dondurma A, D, E, K, C, B2, B6 ve B12 vitaminlerini de zengin bir şekilde içermektedir. Bol miktarda içerdiği kalsiyum ve fosfor ise kemik ve diş gelişimine büyük katkı sağlamaktadır. İki aşamada gerçekleştirilen dondurma üretiminin ilk aşamasında bir karışım hazırlanır, ikinci aşamasında ise bu karışımın içerisine hava girmesi sağlanarak dondurulur (Şen 2018).

Dondurma; başta süt ürünleri olmak üzere, tatlandırıcı, emülgatör, stabilizör ve duruma göre lezzet veren maddelerinde ilave edildiği karışımın değişik düzeneklerde işlenmesiyle elde edilen bir üründür. Yeşilsu (2006), Yaşar ve Güzeler (2009) tarafından bildirildiğine göre sütün işlenerek daha dayanıklı hale getirilmesiyle elde edilen dondurma; her yaş grubuna hitap eden, zevkle tüketilmesinin yanı sıra sindiriminin kolay olması, sağlıklı ve besleyici değeri yüksek olması, enerji vermesi, vitaminler ve mineral maddeler yönünden zengin olması hasebiyle önem arzeden bir gıda maddesidir. Bütün bu sayılan avantajlar açısından kalitenin daha da artırılması için pek çok çalışmalar yürütülmektedir (Atsan ve Çağlar 2008, Gülen 2010, Özel 2018).

Yapılan bir araştırmada dondurma üretimi yapılırken farklı oranda stabilizör ilavesinin dondurmadaki bazı kalite kriterleriyle alakalı etkisini ortaya konulmuş ve ileriye yönelik çalışmalarda dondurma yapımında kullanılacak olan stabilizör ve emülgatörlerin birlikte kullanılırken miksteki birbiriyle oranlarının son ürün kalitesine etkilerin araştırılması gerektiğini bildirilmiştir (Atsan ve Çağlar 2008). Stabilizatörlerin yanı sıra dondurma üretiminde yer alan işleme aşamaları da yüksek kaliteli dondurma üretiminde önemli rol oynamaktadır (Tasneem vd. 2014).

Yapılan bir çalışmada keçiboynuzu pekmezi katılmak suretiyle elde edilen dondurmalar farklı oranlarda stabilizörler katılarak dondurmanın fiziksel ve kimyasal özelliklerine ne gibi etkileri olduğu araştırılmıştır. Üretilen dondurmalar farklı oranlarda keçiboynuzu gamları, ksantan gam ve κ -karagenan kullanılmıştır. Oluşturulan miksler dondurmaya işlenmiş ve üretilen dondurmalar fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikler ölçülmüştür. Ayrıca dondurmanın depolama ile meydana gelen tekstür değişimleri belirlenmiştir. Uygulanan duyuşal analiz sonuçları en fazla beğenilen

dondurmanın %0.1 ksantan, %0.1 karragenan ve %0.4 keçiyoynuzu gamı kullanılmak suretiyle elde edilen dondurma olduğunu göstermiştir (Badem 2006).

Koyun (2009) tarafından yapılan bir çalışmada dondurma üretiminde kullanımı olan yağsız süt tozu kullanılmayıp peynir altı suyu protein konsantresinin farklı kombinasyonlarıyla 5 çeşit dondurma örneği üretilmiştir. Üretilen bu çeşitler ile referans dondurma karşılaştırılmıştır. Dondurma örneklerindeki 10 puan üzerinden yapılan duyusal değerlendirmeye göre dondurmadaki görünüm puan değeri 8.5 ile 9.8 arasında puanlanırken, tat değerleri 2.8 ile 9.8 puan arasında, yapı kıvam değeri ise 8.1 ile 9.8 puan değerleri arasında sonuçlanmıştır. Bu araştırmada ekonomik açıdan yüksek değere sahip olan yağsız süt tozu yerine, belirli oranlarda peynir altı suyu protein konsantresi kullanımında da aynı kalitede dondurma üretimine olanak sağladığı görüldüğü için maddi açıdan peynir altı suyu protein konsantresine yönelim olabileceği düşünülmüştür.

Tuncay (2001) tarafından yapılan endüstriyel dondurmalarda farklı stabilizator kullanımının dondurmadaki bazı özelliklere etkileri üzerine yaptığı bir araştırma sonuçları dondurma üretiminde kullanılan stabilizatörlerin çeşidindeki değişiklik ile üretilmiş ürünlerin duyusal, fiziksel ve kimyasal özellikleri açısından çok farklı sonuçlar ortaya çıkacağını göstermektedir.

Keçiyoynuzu sakızı, guar gamı, ksantan sakızı, karboksimetil selüloz gibi polisakkarit yapısında olup dondurma yapımında kullanılan stabilizörler arzu edilen kalite ve yapının oluşmasını sağlamaktadır. Stabilizörler özellikle sıcaklık değişiminde ürünün yapısını korumakta ve erimeyi geciktirmektedir (Mühr ve Blanshard 1983, Atsan 2004).

Yapılan bir araştırmada keçiyoynuzu zıncı, guar gamı, sodyum karboksimetilselüloz ve karagenanın bir dondurma karışımının viskozitesi üzerindeki etkisi, bir dizi kayma hızı üzerinde araştırılmış, sıcaklığın karışım viskozitesi üzerindeki etkisi de belirlenmiş, eklenen polisakkaritlerin davranışı, diğer sistemlerdeki davranışlarıyla karşılaştırılmış ve viskozitedeki en önemli yükselişi karagenanın gösterdiği bulunmuştur (Cotrell vd. 1980). Bu araştırmacılar tarafından ifade edildiğine göre stabilizörler suda dağıldığı

zaman yavaş yavaş hidratlaşan polimerleridir. Stabilizörler başlangıçta kendine gereken suyu tutar, sonrasında molekül içi ve moleküller arası bir ağ oluşturarak karışımın viskozitesini artırır, istenmeyen büyüklükte buz kristallerinin oluşumunu ve gelişimini azaltır, havanın karışıma girmesini sağlar, pıhtılaşmayı engeller, erimeyi geciktirir, yapı ve tekstürü geliştirir, depolamada ısı değişimlerine karşı dayanıklılığı artırır. Dondurma yapımında stabilizör kullanılarak artan viskozite ile buz kristallerinin fazla büyümesinin kontrolü arasındaki ilişki üzerine pek çok araştırma yapılmış olup Wang vd. (1998) bu konuda viskozite arttıkça belli bir stabilizörün işlevselliği artabildiğini fakat bu viskozite seviyesinde farklı stabilizörlerin buz kristalleri büyümesini geciktirmedeki etkisinin farklı olduğunu bundan dolayı viskozitenin tek başına buz kristallerinin büyümesi kontrolünde belirleyici faktör olmadığını belirtmiştir. Gönç ve Enfiyeci (1987), Akalın ve Gönç (1995) ise dondurmada stabilizör olarak agar, jelatin, sodyum karboksi metilselüloz ve metil selüloz de kullanıldığını bildirmişlerdir (Atsan 2004).

Dondurmanın istenilen özellik ve kalitede olması için emülgatör ve stabilizör kullanımı gereklidir. Bu emülgatör ve stabilizörlerin çeşit ve oranları da kalite üzerine etken faktörlerdir ve ülkemizde dondurma üretimi genellikle geleneksel tekniklerle yapılmakta olup stabilizör olarak başlıca salep kullanılmaktadır (Atsan 2004).

Emülgatörler; Fennama (1996) tarafından ifade edildiğine göre; dondurma üretim aşamasından çeşitli işlemler sonucu küçük parçalara ayrılarak yüzey alanı artan yağ globüllerinin su içerisinde stabil halde kalmasını sağlamak amacıyla katılır. Emülgatörler yağ globülleri ile serum arasındaki yüzey gerilimin azalmasını sağlarlar. Aynı zamanda yağ globülleri ve hava kabarcıklarının homojen dağılımını koruyarak köpürme niteliğini düzenler. Emülgatörlerin yüzey gerilimini azaltması sonucu dondurmada arzu edilen ipliksi yapının oluşması sağlanır. Goff (1997) tarafından ifade edildiğine göre; dondurma, hava kabarcıkları, yağ kürecikleri, buz kristalleri ve donmamış bir serum fazından oluşan karmaşık bir gıda kolloididir. Dondurma yapımında kullanılan emülgatörlerin yağın dağılmasını sağlayarak homojen yapıyı oluşturmak, yağ-protein etkileşimini kolaylaştırmak, donma süresini azaltmak, fazla suyun bağlanmasını sağlamak, fireyi azaltmak, erime süresinin artırmak, erime özelliklerinin iyileştirmek, ürünün pürüzsüz bir yapıda olmasını sağlayarak kaliteyi

artırmak şeklinde etkileri vardır. Emülgatör ilave edildiğinde Tekinşen (2000) tarafından ifade edildiğine göre ise hava-su arasındaki ara yüzey enerjisi su-yağ ara yüzey enerjisinden daha azdır. Böylece dondurmada iyi bir havalanma ve yağ dağılımı gerçekleşerek arzu edilen yapı ve tekstür oluşur. Dondurma teknolojisinde en çok kullanılan esterler mono-digliseritler, mono-di gliseritlerin asetik, sitrik, laktik asit esterleri, poligliserol esterleri, sorbitol esterleri, lesitin vb.dir. Dondurmacılıkta ilk kullanılan emülgatör yumurta sarısıdır (Atsan 2004).

Yapılan bir çalışmada göreceli emülsiyon destabilizasyon güçlerini belirlemek için dondurma işlemede birkaç emülgatör incelenmiştir. Emülgatörün hidrofilik lipofilik denge değeri, destabilizasyondaki tüm farklılıkları hesaba katmamıştır; bununla birlikte, dengesizleştirici güç, karışımın serum ve lipid fazları arasında ortaya çıkan arayüzey gerilimine karşılık gelmiştir. En güçlü destabilize edici ajan olan polioksietilen sorbitan monooleatın yağ globül yüzeyine adsorbe edilen protein miktarını azalttığı da gösterilmiştir. Bu nedenle, emülgatörlerin, arayüzey gerilimini düşürme yeteneklerine bağlı olarak, proteinin yağ küresi yüzeyine adsorpsiyonunu kontrol ettiği ileri sürülmektedir. Yağ küreciklerin böylece dondurma üretimi sırasında çalkalama ve buz kristalizasyonunun kesme kuvvetlerinin neden olduğu birleşmeye daha duyarlı hale geldiği bildirilmiştir (Goff and Jordan 1989).

Dondurma miksi dondurulduğunda ve çırpıldığında yağın kıvam artışı da başlamaktadır. Etki, suyun aynı anda buza dönüştürülmesiyle engellenmiş olur. Dondurma eridiğinde, buz kristalleri kaybolur, böylece pıhtılaşma devam edebilir (Sherman 1966). Marshall ve Arbuckle (1996) dondurmanın besinsel zenginleşmesini iyileştirmek için yaptığı çalışmada süt yağının mekanik olarak buz kristali büyümesini engellemesi ile dondurmanın tekstürünü olumlu yönde etkilediğini, Berger (1997) miksin dondurmaya işlenmesi esnasında yağın homojenizasyonun stabil bir emülsiyon oluşturmada etkili olduğunu bildirmiştir (Kır 2007).

Kalealtı Çöven şirketi çöven suyunun dondurmaya katılması üzerine bazı çalışmalarda bulunmuştur. Mevcut bir dondurma üreticisi ile dondurma reçetesi çıkartarak bu reçeteye ekstra olarak dondurma miksinin oluşturulup 70 °C’de kaynatılması anında

öven suyu ilave etmiştir. Bu çalışmalarında bir grup örneğe farklı oranlarda öven suyu katmıştır. Ayrıca bir grup örneği de emülgatör katmadan üretip yine farklı oranlarda öven suyu katmıştır. alışmalarının sonucunda ise öven suyunun dondurmada emülgatör olarak kullanılabileceğini ve öven suyunun dondurmaya hacim artışı, daha beyaz bir görünüm ve daha yumuşak bir yapı kazandırdığını ve bu sonuçları 1 litre süte 6 mL %12'lik öven suyu ilave edilmesi ile elde edileceğini belirtmiştir (Anonim 2021a).

akmakçı ve elik (2004) dondurmacılıkta lesitinin yumuşatıcı ve antioksidan etkilerinin, guar gamın ise stabilizör olarak önemli bir kullanım alanının olduğunu, su bağlama özelliklerinin çok iyi olduğunu belirtmişlerdir.

Karaman'a (2009) göre miks formülasyonlarında farklılaşmaya gidilerek hazırlanan dondurmalar konusunda fazlaca bilimsel çalışmalarda bulunulmuş ve yine araştırmalar devam etmektedir (Al 2018). Yapılan bir çalışmada çeşitli bitki çayları kullanmak suretiyle aromatize edilmiş dondurmalar üretilmiş, özellikleri incelemeye tabi tutulmuştur. Bu üretimlerde siyah çay, adaçayı, papatya ve ıhlamurdan elde edilen aromatize miksten dondurma üretilmiştir. Elde edilen dondurma örneklerinde erime oranları değerleri ve hacim artış indeksi değerleri yönünden çay tipi, çay miktarı ve demleme sıcaklığı parametreleri etkisi ile örnekler arasında istatistiki açıdan önemli farklılıklar oluşmuştur. Duyusal değerlendirme sonuçları göre ise genel beğeni bakımından diğerlerinden daha fazla beğenilen dondurmanın papatya ayı aromalı dondurma olarak ortaya çıktığı, en az beğenilen örneğin ise adaaylı dondurma örneğinin olduğu görölmüştür (Karaman 2009). Dervişoğlu ve Yazıcı'ya (2001) göre gelişmiş ölkeler bilimsel araştırmaların yapılmasını daha çok teşvik etmiş ve böylece bu ölkelerdeki dondurma çeşitliliği artmıştır.

Caldwell vd. (1992) yaptığı bir çalışmada dondurmada donma hızı azaldıkça buz kristalleri ve hava kabarcıklarının boyutunun arttığını bildirmiştir. Protein kaynaklarının veya karışımlarının dondurmanın mikro yapısı ve erime oranları üzerindeki etkileri araştırılmış ve erime hızı, tüm protein konsantrasyonlarında hızlı erime sonuçları veren procream ile yapılan dondurmalar dışında, protein içeriğiyle birlikte artma eğiliminde

olduğu belirtilmiştir (Daw ve Hartel 2015). Dondurma buz kristalleri ve hava kabarcıklarının boyutu 20-50 µm arasında değişir (Tekinşen ve Tekinşen 2008). Buz kristalleri miksin donması sırasında şekillenir. Dondurmadaki emülsiyon hava kabarcıklarının yayılmasıyla birlikte sonradan köpürerek hacmi artar, küçük buz kristallerinin yayılması ile de donmuş olur. Şekil muhafazası, erime oranı, erime süresi, renk, hacim artışı gibi kalite faktörleri dondurmada tüketici beğenisini ilgilendiren unsurların başında gelmektedir. Bu kalite faktörlerini artırmak standart bir ürün elde etmek açısından da önem arz eder. Söz konusu kalite faktörleri Biasutti vd. (2013) tarafından ifade edildiğine göre dondurma üretiminde kullanılan maddeler, uygulanan homojenizasyon işlemi, üretim süreci ve ısıtılma derecesi ve süresi gibi faktörlerden etkilenmektedir (Özel 2018). Dondurmanın kaliteli olması için Gönç ve Enfiyeci (1987), Tekinşen (1997) tarafından bildirildiğine göre miks karışımının kütlece dengede olmasına ilaveten iyi şekilde üretiminin yapılması ve belirli miktarlarda emülgatör ve stabilizatör de bulundurulması elzemdir. Bunlar dondurmanın kıvamlı yapıda olması gibi fiziksel kalitesinde ve muhafazasında önemli bir etmendir (Kaya vd. 2017).

Son zamanlarda mikroenkapsülasyon tekniği yeni bir teknoloji olarak araştırmacıların ilgilendiği bir konu olduğunu belirten Kılınç (2021) dünyada süt ve süt ürünlerine fonksiyonel bir özellik kazandırılması için çokça çalışma olduğunu belirtmiştir. Bu ürünlerden dondurmanın oldukça yüksek besin değerine sahip olması ve aynı zamanda bileşiminde değişikliklerin kolay yapılabilmesi yönünden önemli bir yere sahiptir. Bu amaçla liyofilizasyon tekniğiyle *L. acidophilus* yağlı süt tozu, yağsız süt tozu, sorbitol ve peynir altı suyu tozu olmak üzere farklı kaplama malzemeleriyle kaplanarak dondurma üretimi yapılmıştır. Üretilen dondurmaların Cryo-SEM görüntülerinde buz kristalleri ve hava kabarcıklarının dağılımı açısından sorbitol ile kaplanmış örneklerde dengeli olduğu, peynir altı suyu tozu ile kaplanmış örneklerde ise iplikli yapının oluşmadığı, yağlı süt tozu ile kaplanmış örneklerde hava kabarcıklarının dağılımının dengeli olduğu ve yağsız süt tozu ile kaplanmış olarak üretilen örneklerde ise daha sıkı bir yapı olduğu gözlemlenmiştir. Duyusal yönden değerlendirildiğinde ise, sorbitol ile kaplanmış örnekler diğerlerinden daha çok beğeni elde etmiştir.

Yüksek basınçlı homojenizasyonun (HPH) dondurmanın fiziksel ve yapısal özellikleri üzerindeki etkisini ile ilgili bir araştırmada örnekler, yağ içeriği farklı olan karışımlardan (%5 ve %8) üretilmiş ve farklı homojenizasyon basınçlarına (15/3 MPa ve 97/3 MPa) tabi tutulmuştur. Dondurmalar yağ küresi boyutu dağılımı, hacim artışı, erime davranışı ve sertlik açısından karşılaştırılmıştır. Geleneksel homojenizasyona göre yağ yapısının destabilizasyonu üzerinde HPH'nin hiçbir etkisi gözlenmemiştir. Yüksek yağ içeriğine sahip HPH dondurma örnekleri, en düşük hacim artışı, en yüksek sertlik ve erimeye karşı geliştirilmiş direnç ile karakterize edilmiş; düşük yağ içerikli HPH dondurmaları erimeye karşı daha yüksek direnç göstermiş, ancak geleneksel homojenizasyon numunelerine göre sertlik açısından net bir şekilde farklılaşmamıştır (Biasutti vd. 2013).

Dondurmanın iyi kalitede olduğunu söylendiğinde homojen renkte, kadifemsi bir yapıda, sıkı, pürüzsüz, ağza alındığında rahatsız edecek kadar aşırı soğukluk hissi yaratmayan, küçük buz kristalleri ve küçük hava hücreleri içermeyen, ağızda dondurma bileşenlerinden herhangi birisi tarafından baskın bir tat hissedilmeyen dondurma anlaşılır (Özel 2018). Dondurmanın içerisindeki duyu kalitesini azaltan buz kristallerinin oluşmaması ve tüketici tarafından beğenilmesi için iyi oluşturulmuş dengeli bir formülasyon, iyi bir üretim tekniği ve sıkı iş takibi arzu edilen lezzet, yapı, kıvam, tekstür ve aynı zamanda uygun maliyetle üretim yapılmasını sağlar.

Türk Gıda Kodeksi Dondurma Tebliği'nde (Anonim 2022c) dondurmanın piyasaya sunulmuş ve bileşimlerine göre:

- **Dondurma karışımı:** İçerisinde süt ve/veya süt ürünlerini, su ve şekeri bulunduran, tat ve çeşidine göre istenildiğinde salep, yumurta ve/veya yumurta ürünleri ve çeşni maddeleri gibi bileşenleri içeren, henüz dondurulmamış haldeki karışım ürünü,
- **Dondurma:** Dondurma karışımının pastörizasyon veya pastörizasyona eş değer bir ısı işlem sonrası, tekniğine uygun olarak işlenmesi ve dondurulması ile elde edilen, yumuşak halde ya da sertleştirildikten sonra tüketime sunulan ürün,

- **Sade dondurma:** Kullanılması durumunda vanilya aromaları hariç olmak üzere, aroma verici ve aroma verme özelliği taşıyan gıda bileşenleri ile çeşni maddesi içermeyen dondurma karışımından elde edilen dondurmayı,
- **Çeşnili dondurma:** Dondurma karışımına çeşni maddeleri ilave edilerek elde edilen dondurmayı ifade eder şeklindeki tanımlar yer almaktadır (Anonim 2022c).

Dondurma ile alakalı yapılan bir çalışmada ekşimsi tadı nedeniyle çok fazla ilgi çekmeyen, ancak sağlık üzerine faydaları olan kefirin tüketilmesini artırmak adına yapılan dondurma çeşidi panelistler tarafından beğeni almıştır (Köroğlu'na 2015). Köroğlu'na (2015) göre içerisindeki yağ moleküllerinin dağılımı ve emülsiyon durumunu, sıvı fazın mevcut viskozitesi, kristal halinde oluşan buzun boyutu ve durumu, hava içeriği gibi kriterler belirler. Kaya ve Tekin (2001) tarafından bildirildiğine göre; viskozite değişimi üzerinde salep konsantrasyonu sıcaklıktan daha etkilidir ve dondurma miksi bileşimi dondurmanın viskozitesi ve tekstürel yapısına oldukça etki gösterir. Al (2018) tarafından bildirildiğine göre besleyici bir etkisi olan dondurmanın sağlık açısından da özellik kazandırılması için yararlı etkileri olan probiyotik özellikteki mikroorganizmaların kullanılmasında iyi bir taşıyıcıdır (Al 2018).

Yapılan başka bir çalışmada probiyotik dondurmalar diyet lifi açısından zengin yan ürünler eklemenin etkilerini araştırılmıştır. Bu amaçla dondurmaya meyve (üzüm, kayısı, elma) ve tahıl (ayçiçeği, arpa, pirinç, mısır) bazlı yan ürünler (şıra tortusu, meyve posası, pirinç kabuğu, ayçiçeği ve mısır posası) eklenmiştir. Sonuç olarak, diyet lifi açısından zengin yan ürünlerin, dondurmaya herhangi bir olumsuz etki olmaksızın probiyotik suşların daha iyi hayatta kalmasıyla dondurmada kullanılabileceği gösterilmiştir (Ayar vd.2018).

Kır (2007) tarafından bildirildiğine göre farklı yağ kaynakları kullanılarak hazırlanmış dondurmalar üzerinde yaptıkları bir çalışmada yapılan lezzet, renk, yapı-tekstür duyuşal değerlerine ait varyans analizi sonuçları göre toplam duyuşal özellikler bakımından en yüksek puanı kremalı dondurma sonra bitkisel yağlı dondurma sonra tereyağlı dondurma örnekleri almıştır. İyi bir emülsiyon sağlamak, dondurmada daha stabil bir yapı elde etmek, arzu edilen bir hacim artışı sağlamak, erime hızını ve miktarını

yavaşlatmak, tekstürel özelliklerini geliştirmek ve duysal olarak da istenilen seviyeye çıkarmak için bileşiminde yeniliklere gitmek, yeni bir işlem tekniği uygulamak gibi gereksinimler olabilir (Özel 2018).

Fidan (1997) piyasada satılan süt esaslı dondurmelerde araştırma sonucuna göre hacim artışlarının %8.34 ile %98 arasında değiştiğini, Yılmaz (2001) mikse uygulanan farklı olgunlaştırma süreleri sonucunda dondurmaya etkisi ile ilgili bir araştırmada dondurmadaki hacim artışlarının %28.16 ile %28.86 arasında değiştiğini, farklı olgunlaştırma sürelerine tabi tutarak oluşturduğu dondurmada kısmi erime süresinin 24-27.5 dk arasında değiştiğini, tam erime sürelerinin ise 71.15-83.25 dk arasında değiştiğini, dondurmadaki kullanılan stabilizörlerin erime oranlarına etkisi bulunmakla birlikte kullanılan miktarın artmasıyla dondurmada erime oranlarının düştüğünü bildirmiştir (Kır 2007).

Yapılan bir çalışmada %100 inek sütü, %100 keçi sütü ve bu iki sütün yarı yarıya karıştırılmış karışımları ile üretilen dondurmalar probiyotik özelliğe sahip olmaları amacıyla *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium bifidum* ve *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* starter kültürleri eklenmiş ve üretilen dondurmalarındaki reolojik, kimyasal ve duysal özelliklerinde meydana gelen etkileri belirlenmiştir. 90 günlük depolama boyunca özellikle keçi sütü içeren örneklerde *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei*, *Bifidobacterium* ssp. kıyasla daha çok canlılığını koruduğu, sütlerin karışımlarından elde edilen dondurmanın daha çok beğenilen dondurma olduğu ve bu dondurmaların 2 ay boyunca probiyotik özelliklerini koruduğu görülmüştür (Ayhan ve Karagözlü 2019).

2.7 Dondurma Reolojisi

Dondurma örneklerin Non-Newtonian ya da Newtonian olduğu ve viskoelastik katı özellik sergileyip sergilemediği tespit edilmesi oldukça önemlidir. Dondurmalarındaki algılanan tat ürünün kıvam, viskozite ve ürünün diğer özellikleri ile ilgilidir (Akçiçek 2017). Keten tohumu yağ atığı kullanmak suretiyle az yağlı dondurma üretiminin gerçekleştirilmesi ve bu amaçla örneklerin reolojik özellikleri baz alınmak suretiyle

formülasyon optimizasyonun gerçekleştirilmeye çalışılması ile alakalı bir araştırmada oluşturulan emülsiyon karışımlarının akış davranış reolojik özellikleri baz alınarak hazırlanan formülasyonlara göre emülsiyon karışımlarının akış davranış reolojik özellikleri için kayma hızı aralığı 0.1-100 (1/s) olarak belirlenmiştir. Emülsiyon örneklerinin hepsi de, non- newtonian akış davranış özelliği göstermiştir. Akış davranış reolojik özellik parametreleri örneklerde Power- Law model kullanılarak belirlenmiştir. Emülsiyon örneklerindeki kıvam katsayısı değerleri 1.77-19.91 Pa.sn olarak hesaplanmış ve emülsiyonların K değerleri arasında sonuç olarak önemli düzeyde farklılık tespit edilmiştir ($p<0.05$). Hazırlanan emülsiyonların reolojik özellikleri optimizasyondaki parametrelerden önemli düzeyde etkilendiği için belirlenen 5 farklı formülasyon kullanılmak suretiyle dondurma üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen dondurma örneklerinin erime profilleri ve reolojik özellikleri incelenmeye tabi tutulmuştur. Dondurma örneklerinin G' değeri, G'' değerinden tüm frekans seviyelerinde daha yüksek çıkmıştır. Dondurma örnekleri formülasyon bileşenlerinin birbirleri arasındaki etkileşimini belirtmesi açısından erime karakteristikleri önemli bir kalite parametresidir. Sonuç olarak soğuk pres keten tohumu yağ atığının formülasyonda kullanılması ile elde edilen dondurmaların erime profilleri diğer tam yağlı dondurmanın erime profili ile karşılaştırıldığında benzer çıkmıştır. Bu sonuçlar ışığında keten tohumu yağı atığının az yağlı dondurmada kullanılmasının başarılı bir şekilde uygulanabileceğini göstermiştir (Şen 2021).

Yapılan başka bir çalışmada soğuk preslenmiş chia tohumu yağı yan ürünlerinin (CSOB) düşük yağlı bir dondurma formülasyonunda yağ ikame maddesi ve stabilizatör olarak kullanımını amaçlamıştır. Çalışmada, dondurma emülsiyon karışımları %0.2–0.4 ksantan zmkı (XG), %2.5–12.5 yağ ve %1–3 CSOB kullanılarak formüle edilmiştir. Optimizasyon, 17 farklı deney noktasından elde edilen emülsiyonların akış davranış reolojik özelliklerine dayalı olarak yanıt yüzeyi metodolojisi (RSM) ve tam faktöriyel merkezi kompozit tasarımı (CCD) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Emülsiyon numunelerinin tümü, Newton tipi olmayan kayma incelmesi akış davranış göstermiştir. Bu çalışmanın sonuçları, CSOB'nin az yağlı dondurma üretiminde başarıyla kullanılabileceğini göstermiştir. Bu çalışma aynı zamanda CSOB'nin düşük yağlı bir

dondurmada yağ ikamesi olarak değerlendirilmesi için yeni bakış açıları kazanma potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir (Atik vd 2021).

Farklı konsantrasyonlarda (%0-0.8) ksantan zmkı eklenmiş dondurma miksleri üzerine yapılan reolojik bir çalışmada farklı ksantan zmkı düzeylerinin dondurma karışımlarının kararlı ve dinamik kayma özellikleri üzerindeki etkisinin analiz edilmesi amaçlanmıştır. Dondurma mikslerinin sabit ve dinamik reolojisi, artan ksantan zmkı konsantrasyonu ile değiştiği bildirilmiştir (Doğan vd. 2013).

Pirinç sütü ile düşük kalorili bir dondurma üretimi çalışmasında, sade, kakao ve limon aromalı dondurmaların üretiminde pirinç sütü kullanılarak değişik konsantrasyonlarda hazırlanan dondurmalarda duysal analiz yapılarak en iyi formülasyonun hangisi olduğu belirlenmiştir. Dondurmada yapılan analizlere ilave olarak dondurma mikslerinin bazı reolojik özellikleri analiz yapılmıştır. Sıcaklığa bağlı yatışkan fazdaki sade dondurmanın reolojik özelliklerine bakıldığında beklendiği üzere sıcaklıkta meydana gelen artışlar ile karışımın viskozite ve kıvam katsayısının azaldığı gözlenmektedir. Reolojik yönden ise karışımın ilave edilen kakao miktarı artırmalar yapıldıkça ve limon suyu miktarı azaldıkça karışımın yapı değişikliği direncinde artmalar olmuştur. Ayrıca kakaolu dondurmaların içerdiği kakao derişiminde artışlar oldukça sertlik değeriinde de artışlar olurken yapışkanlık değeri ise tam tersi olarak azalmaktadır. Limonlu dondurmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Ersöz 2012).

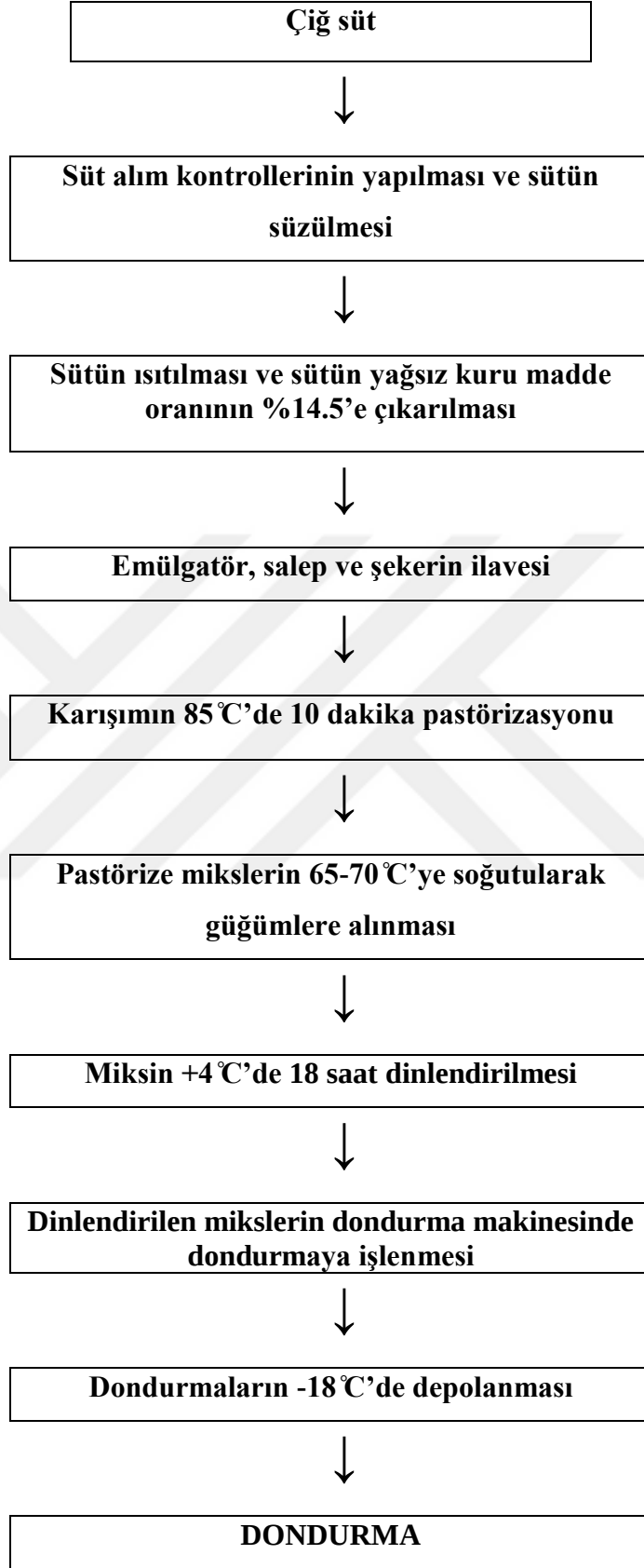
Farklı stabilizatörler ve bunların karışımlarının kullanılması suretiyle bitkisel yağlı sütlü buzun reolojik özelliklerini optimum hale getirmek ve böylece istenilen kıvama sahip, erimeye karşı direnç gösteren, ağızda daha homojen bir şekilde eriyebilen ve raf ömrü daha uzun yenilebilir sütlü buz üretilme olanaklarını ile ilgili bir çalışmada ksantan gum, sodyum aljinat, Locus Bean gum (LBG) ve bunların karışımları kullanılmıştır. Kontrol örneği olarak ayçiçeği yağı ve ksantan gam kullanılmış ve bununla birlikte soya yağı ve zeytinyağı da kullanılarak farklı örnekler hazırlanmıştır. Elde edilen reolojik sonuçlara göre örneklerin hepsinde artan kayma hızına bağlı olarak viskozitelerinde azalma olduğu görülmüştür. Soya yağı kullanılarak hazırlanan örnekler diğer örneklerle karşılaştırıldığında viskozite ve kıvam katsayısı değerleri genelde daha yüksek

bulunmuştur. Duyusal yönden ayçiçeği yağı ile hazırlanan kontrol örneğinin en beğenilen örnek sonrasında soya yağı ile hazırlanan örnekler olduğu bulunmuştur. Bu sonuçlara göre soya ve zeytinyağının da bitkisel yağlı sütlü buz üretiminde kullanılabileceği ve bu formülasyonda LBG ve ksantan gamin kullanılabilecek en uygun stabilizatör karışımı olduğu görülmüştür (Karasu 2009).

Yapılan bir çalışmada soğuk pres olarak elde edilmiş üzüm çekirdeği yağı atığının, yağı azaltılmış emülsiyonların üretiminde kullanılabilecek olanakları araştırılmıştır. Bu amaçla bazı reolojik özellikler incelenmiştir. Hazırlanan kontrol örneklerinin yağ oranı %10 ve %30 olarak alınmış ve %2 ve %4 üzüm çekirdeği yağı atığı içeren emülsiyonlar hazırlanmıştır. Bütün örnekler için G' değeri G'' değerlerinden yüksek çıkmıştır, bu durum göstermektedir ki tüm örnekler viskoelastik katı karakter sergilemiştir. Bu çalışma sonuçları yağı azaltılmış emülsiyonlarda üzüm çekirdeği yağı atıklarının yapıyı güçlendirici olarak kullanılabileceği önerilmektedir (Karasu vd. 2018). Yağ ve kolesterol içeriğini azaltmak, günümüzde gıda ürünleri inovasyonunda ana trendlerden biridir (Ma and Boye 2013).

2.8 Dondurma Üretimi

Dondurma üretiminde dondurma miksi hazırlanıp pastörize edildikten sonra miks hızla soğutulup belirli sıcaklık ve sürede olgunlaşması için bekletilmektedir. Çelik vd. (2010) yaptıkları bir çalışmada dondurma miksinin hazırlanması için, %20 şeker, %0.25 emülgatör, %0.75 stabilizatör, %2.5 süttozu kullanmış ve dondurma miksine oranı %4 olacak şekilde krema ilave edilmiştir. Akabinde ısıtılan karışımın sıcaklığı 40 °C olunca krema eklenmiştir. Sonrasında şeker, süt tozu, emülgatör ve stabilizatör karışımı yavaş yavaş süte ilave edilmek suretiyle çözünmesi sağlanmıştır. Bu karışım, pastörizasyon için 85 °C'de 10 dakika süreyle bekletilerek akabinde oda sıcaklığında soğutulmuş ve olgunlaşması için 4-10 °C'de 18 saat süre bekletilmiştir. Olgunlaştırılmış miks kesikli çalışan dondurma makinesinde dondurmaya işlenmiştir. Bu işlem yaklaşık 6 dk sürmüştür. Dondurma makinesinden çıkan dondurmalar -18 °C'de 100 mL'lik PVdC kaplarda muhafaza edilmiştir. Dondurma üretimi şekil 2.1'de gösterilmiştir.



Şekil 2.1 Dondurma üretimi akış şeması (Çelik vd. 2010)

Kır (2007) tarafından bildirildiğine göre; olgunlaşma süresi en az 3-4 saat optimum 24 saat, olgunlaşma derecesi ise 0-4°C'dir. Olgunlaştırma işlemi süttteki suyun proteinler ve kullanılan stabilizör tarafından absorbe edilmesini, sıcaklık düşüşü ile mevcut yağın sertleşmesini, miksin köpürme özelliğinin artmasını ve neticede dondurmanın daha kaliteli hale gelmesini sağlamaktadır. Olgunlaşma işleminden geçen dondurma miksi sürekli donduruculardan hızlıca geçirilir. Burada karışımın bünyesine hava alması ile hacmi artmaktadır ki buna “overrun” denilmektedir. Dondurma miksine giren havanın karışım içerisinde iyice dağılması ve stabil kalması karışımda köpük oluşumu ile sağlanmaktadır (Hatipoğlu 2007, Özel 2018).



3. MATERYAL ve METOT

3.1 Materyal

Dondurma miksi laboratuvar ortamında 1 litre kapasiteli Delonghi II Gelataio ICK5000 dondurma makinesi ile küçük ölçekli olarak üretilmiş olup, dondurma ise büyük endüstriyel boyutlarda üretildiği için farklı içeriklerle dondurma üretilmiştir. Üretilen dondurma örneklerinin içerikleri çizelge 3.1, 3.2 ve 3.3’de verilmiştir. Bu üretimde kullandığımız materyaller ve temin edildiği yerler aşağıda belirtilmiştir.

Çizelge 3.1 Küçük ölçekli makine ile üretilen miksin kütlece içerik oranları (%)

Örnek	Süt	Şeker	Krema	Stabilizör	Emülgatör	Çöven Ekstraktı
1	67	15	17.2	0.4	0.4	0
2	67	15	17.2	0.4	0.3	0.1
3	67	15	17.2	0.4	0.2	0.2
4	67	15	17.2	0.4	0.1	0.3
5	67	15	17.2	0.4	0	0.4

Çizelge 3.2 Endüstriyel dondurma makinesi ile dondurma yapmak için üretilen mikste her 1 kg süte eklenen kütlece şeker, stabilizör ve emülgatör oranları

Dondurma	Şeker(%)	Stabilizör(%)	Emülgatör(%)
Örnek 1	16	0.90	0.40
Örnek 2	16	0.90	0.40
Örnek 3	16	0.90	0.40
Örnek 4	16	0.90	0.40
Örnek 5	16	0.90	0.00

Çizelge 3.3 Endüstriyel dondurma makinesi ile dondurma yapmak için üretilen miks örneklerinin her 1 kg'ı için katılan hacmen çöven karışımı içerikleri

Dondurma	Şeker (g)	Sıcak su(mL)(95 °C)	Çöven ekstraktı(mL)
Örnek 1	0	0	0
Örnek 2	50	50	1
Örnek 3	50	50	2.5
Örnek 3	50	50	5
Örnek 5	50	50	4

3.1.1 Süt

Dondurma miksi çeşitleri üretiminde kullandığımız süt %3 yağlı pastörize inek sütü olup ulusal marketlerden temin edilmiştir. Dondurma çeşitleri üretiminde kullandığımız inek sütü Yozgat yöresinden temin edilmiştir. Süt dondurmaya işlenmeden önce 85 °C sıcaklıkta vakum altında 30 dakika kaynatılarak yağsız kuru madde oranı %14.5'e yükseltilmiştir.

3.1.2 Şeker

Dondurma miksi çeşitleri üretiminde hızlı çözünmesi için 150 g paketler halinde satışa sunulan Petek marka pudra şekeri kullanılmış olup ulusal marketlerden alınmıştır. Dondurma çeşitleri üretiminde kullandığımız şeker ise Kayseri Şeker Fabrikasına ait şeker pancarından üretilmiştir.

3.1.3 Emülgatör

Dondurma miksi ve dondurma çeşitleri üretiminde kullandığımız emülgatör 25 kg paketler halinde “**Admul Mg 44-04 K** (gliseril stearat) “olup Kerry markadır.

3.1.4 Stabilizör

Dondurma miksi çeşitleri üretiminde kullandığımız stabilizör Ksantan gum olup Düzey markadır. Dondurma çeşitleri üretiminde kullandığımız stabilizör ise eşit oranlarda Guar gum, Osmaniye salebi ve Avrupa salep (karegenan, keçiboynuzu gamı ve guar gam karışımı) karışımlarıdır.

3.1.5 Krema

Dondurma miksi çeşitleri üretiminde kullandığımız krema 200 mL paketler halinde Birşah marka inek sütü kreması olup ulusal marketlerden temin edilmiştir.

3.1.6 Çöven ekstraktı

Dondurma miksi ve dondurma çeşitleri üretiminde kullandığımız Çöven ekstraktı %13 kuru madde içerikli, 30 kg ambalajlar halinde Kalealtı Çögen marka olup Kalealtı Çögen firmasından temin edilmiştir.

3.2 Metot

3.2.1 Dondurma miksi örneklerinin üretilmesi

Dondurma miksi laboratuvar ortamında Türk Gıda Kodeksi Dondurma Tebliği'ne göre üretilmiş olup (Anonim 2022c) % olarak içeriği çizelge 3.1'de verilmiştir. Toz halinde olan pudra şekeri, gum, emülgatör kendi aralarında karıştırılıp sonrasında süte ilave edilip manyetik karıştırıcı ile karıştırılmıştır. Karışma esnasında belirtilen oranda çöven ekstraktı ilave edilmiştir ve sonrasında sabit süre ile ultra-TURRAX'a (3.000-25.000 rpm) tabi tutularak homojen bir hale getirilmiştir.

3.2.2 Dondurma örneklerinin üretilmesi

Dondurma deneme üretimi büyük çaplı üretim yapan bir süt işleme tesisinde yapılmış olup üretimde 10 kg inek sütü kullanıldı. İlk olarak Funke Gerber marka süt analiz cihazı ile kullanılacak sütün kuru madde (%9.86) ve yağ miktarı (%4.35) belirlendi. Öncelikle süt 70 °C’de vakum altında 30 dk kaynatıldı ve sütün yağsız kuru madde oranı %14.5’e çıkarıldı. Süt pastörize edilip kuru madde ve yağ oranları ölçüldükten sonra dondurma üretimine başlandı. Dondurma üretim basamakları ve fotoğrafları şekil 3.1’de verilmiştir.



Boş bir kaba 40 g Emülgatör, 30 g Guar gum, 30 g Avrupa salebi ve 30 g Osmaniye salebi alındı.



Şekil 3.1 Dondurma üretim basamakları ve ilgili fotoğraflar

Sonrasında aynı kaba 1.8 kg şeker ilavesi yapılarak azar azar süte ilave edildi.



Karışımın sıcaklığı 85 °C'ye gelince 30 dakika pastörizasyon yapıldı.

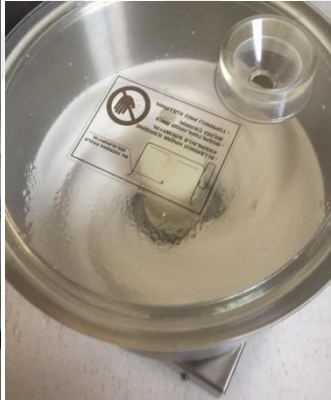


Pastörize olan dondurma miksleri 65-70 °C'ye soğutularak güğümlere alındı. Güğümlerde 35 °C'ye soğutup +4 °C'de 1 gece dinlendirildi.

Şekil 3.1 Dondurma üretim basamakları ve ilgili fotoğraflar (devam)



Dondurmada çöven ekstraktı deneme üretimi için her 1 kg dondurma miksi için 1 mL, 2.5 mL, 4mL ve 5 mL çöven ekstraktları ayrı ayrı 50 g şeker ile 50 mL 95 °C'deki sıcak su içerisinde 11.000 rpm hız ile 10 dk çırpıldı.



Çırpılarak hacmi artan çöven karışımı dondurma miksi ile birlikte dondurma makinesine döküldü.

Şekil 3.1 Dondurma üretim basamakları ve ilgili fotoğraflar (devam)



Dondurma miksi ve çöven karışımı 10 dakika süreyle dondurma makinesinde karıştırıldı.

Şekil 3.1 Dondurma üretim basamakları ve ilgili fotoğraflar (devam)



Karıştırma işleminin sonuna doğru dondurmada ipliksi yapı oluşması gözlemlendi.



Oluşan dondurma ambalajlandı.

Şekil 3.1 Dondurma üretim basamakları ve ilgili fotoğraflar (devam)



Ambalaja alınan dondurmalar -18°C 'de 1 gün dinlendirilmeye alındı.

Şekil 3.1 Dondurma üretim basamakları ve ilgili fotoğraflar (devam)

Kuru madde oranı %13 olan çöven ekstraktı ile hazırlanmış olan çöven ekstraktlı örneklerde, miks şeker katılmadan hazırlanmış ve olgunlaştırılmış daha sonra çöven ekstraktı şeker ile çırpılarak köpürtüldükten sonra olgunlaştırılmış miks ile kesikli çalışan dondurma makinesinde dondurmaya işlenmiştir. Öncelikle çöven ekstraktı içermeyen miks, daha sonra farklı oranda çöven ekstraktı içeren miksler dondurmaya işlenmiştir. Çöven ekstraktının dondurmanın duyuşal özelliklerine etkisini net görebilmek için dondurmalar sade üretilecek herhangi bir çeşnilendirme yapılmamıştır.

Çöven ekstraktı içermeyen bir kontrol dondurma örneği ve çeşitli oranlarda çöven içeren dört dondurma örneği üretimi gerçekleştirilmiştir. Çöven ekstraktı içeren örneklerin üretimde 100 g şeker ve sıcak su karışımlarına sırasıyla 1 g, 2.5 g, 4 g ve 5 g çöven ekstraktı ilave edilmiştir. 4 g çöven ekstraktı içerikli dondurma örneğinde hiç emülgatör kullanılmadan emülgatör oranı kadar çöven ekstraktı katılarak gerçekleştirilmiştir. 1000 gram mikse 50 gram şeker ve 50 gram sıcak su ile köpürtülmüş çöven ekstraktlarının tamamen katılması suretiyle elde edilen miksler %0.10, %0.25 ve %0.50 şeklinde isimlendirilmiştir.

Yapılan dondurma mikslerinin içerikleri 100 litre süte çizelge 3.2’de verilen oranlarda şeker, stabilizör ve emülgatör katılarak dizayn edilmiş olup sonrasında bu dondurma mikslerine çizelge 3.3’de verilen oranlarda çöven karışımları ilave edilerek dondurmaya işlenmiştir.

3.2.3 Dondurma miksi ve dondurma örneklerinde yapılan analizler ve hesaplamalar

Dondurma miksi ve dondurma örneklerinde aşağıda belirtilen analizler yapılmıştır.

3.2.3.1 Suda çözünür kuru madde oranı

Funke Gerber marka süt analiz cihazı ile kullanılacak 30 °C’deki sütün kuru madde miktarı belirlendi. Üretilen dondurma örneklerinin kuru madde oranları ise Shimadzu MOC63U Nem Tayin Cihazında analiz edildi. Ayrıca Türk Gıda Kodeksi Dondurma Tebliğine uygun üretim yapmak için dondurma örneklerinde kullanılacak bileşenlerin kuru madde miktarları toplanarak oranlanıp yüzde olarak ifade edilmiştir. Bu hesaplamada dondurma hazırlanırken yağsız kuru madde oranı % 14.5’e çıkarıldığı için kullanılan sütün kuru madde oranı yağ içeriği ile birlikte % 20.52 olarak alınmıştır. İlk olarak çöven ekstraktı katılmadan önceki dondurma miksini kuru madde oranı hesaplandı (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.4 Dondurma miksi örneklerinin kütlece yüzde (%) kuru madde oranları

Örnek	Örneği oluşturan bileşenlerin yüzde (%) kuru madde oranları				Başlangıç toplam kuru madde
	Süt	Şeker	Stabilizör	Emülgatör	
	20.52%	99.40%	90%	90%	
	Örneğin bileşimi %				
1	100	16	0.9	0.4	32.05
2	100	16	0.9	0.4	32.05
3	100	16	0.9	0.4	32.05
4	100	16	0.9	0.4	32.05
5	100	16	0.9	0	31.85

Bu örneklerden oluşan her 1000 gram mikse 50 gram sıcak su, 50 gram şeker ve çöven ilave edildiği için kuru madde oranları tekrardan hesaplandı (Çizelge 3.5).

Çizelge 3.5 Dondurma miksi örneklerinin çöven ekstraktı ilavesi sonucu kütlece yüzde (%) kuru madde oranları

Örnek	Örneği oluşturan bileşenlerin yüzde (%) kuru madde oranları				Çöven ekstraktı ilavesi sonucu toplam kuru madde
	Miks	Şeker	Su	Çöven ekstraktı	
	32%	99.40%	0%	13%	
	Örneğin bileşimi %				
1	1.000	50	50	0	33.65
2	1.000	50	50	1	33.64
3	1.000	50	50	2.5	33.61
4	1.000	50	50	5	33.56
5	1.000	50	50	4	33.40

Dondurma örnekleri üretildikten sonra uygulanan pastörize işleminde buharlaşma sonucu kuru madde miktarları artacağı için Shimadzu MOC63U Nem Tayin Cihazı ile tekrardan kuru madde miktarları iki paralelli olarak analiz edildi.

3.2.3.2 Yağ tayini

Funke Gerber marka süt analiz cihazı ile kullanılacak 30 °C'deki sütün yağ miktarı belirlendi. Ayrıca Türk Gıda Kodeksi Dondurma Tebliğine uygun üretim yapmak için dondurma örneklerinde kullanılacak bileşenlerin yağ miktarları toplanarak oranlanıp yüzde olarak ifade edilmiştir. İlk olarak çöven ekstraktı katılmadan önceki dondurma miksinin yağ oranı hesaplandı (Çizelge 3.6).

Çizelge 3.6 Dondurma miksi örneklerinin kütlece yüzde (%) yağ oranları

Örnek	Örneği oluşturan bileşenlerin yüzde (%) yağ oranları				Toplam İçerik (g)	Başlangıç % Yağ	Üretilen	
	Süt	Şeker	Stabilizör	Emülgatör			miks	%
	5.11	0	0	0			Yağ	
	Örneklerin bileşimi %							
1	100	16	0.9	0.4	117.3	5.11	5.99	
2	100	16	0.9	0.4	117.3	5.11	5.99	
3	100	16	0.9	0.4	117.3	5.11	5.99	
4	100	16	0.9	0.4	117.3	5.11	5.99	
5	100	16	0.9	0	116.9	5.12	5.99	

Bu örneklerden oluşan her 1000 gram mikse 50 gram sıcak su, 50 gram şeker ve çöven ilave edildiği için yağ oranları tekrardan hesaplandı (Çizelge 3.7).

Çizelge 3.7 Dondurma miksi örneklerinin çöven ekstraktı ilavesi ile oluşan kütlece yüzde (%) yağ oranları

Örnek	Dondurma içeriğinin yüzde (%) yağ oranları				Toplam İçerik (g)	Üretilen dondurmada % Yağ
	Miks	Şeker	Su	Çöven ekstraktı		
	5.99	0	0	0		
	Örneklerin bileşimi %					
1	1.000	50	50	0	1.100	5.45
2	1.000	50	50	1	1.101	5.44
3	1.000	50	50	2.5	1.103	5.43
4	1.000	50	50	5	1.105	5.42
5	1.000	50	50	4	1.104	5.43

3.2.3.3 Protein tayini

Funke Gerber marka süt analiz cihazı ile kullanılacak 30 °C'deki sütün protein miktarı belirlendi.

3.2.3.4 Laktoz tayini

Funke Gerber marka süt analiz cihazı ile kullanılacak 30 °C'deki sütün laktoz miktarı belirlendi.

3.2.3.5 pH değeri tayini

Dondurma örneklerinin pH değeri için Hanna HI 221 markalı pH metre kullanılarak analiz yapılmıştır.

3.2.3.6 Hacim artışı (over-run) tayini

Overrun miksın dondurulması sırasında bünyesine belirli bir miktarda hava almasından kaynaklanan hacim artışıdır. Optimum kalite için hacim artışı sade dondurmalarda % olarak 90-100 arasında, ice-milkte 50-80, yumuşak dondurmalarda 30-50, milk-shake de 10-15'tir (Anonim 2020).

Dondurma örneklerinde hacim artışı tayini Al (2018) tarafından tarif edilen yöntemle göre hesaplandı. Overrunı belirlemek için, 250 mL'lik cam kapların darası tespit edildikten sonra içine boşluk kalmayacak şekilde dondurma örneği doldurulup tartıldı. Üç paralel olarak hazırlanan bu dondurma örnekleri su banyosunda eritilmesi yerine kendilerinin oda sıcaklığında erimesi için dört gün bekletildi ve eriyen dondurmaların üzeri yine aynı örnekle aynı hacme kadar doldurularak tartıldı. Sonuçlar aşağıdaki formülle (3.1) hesaplandı.

$$\text{Hacim artışı (\%)} = (\text{KA} - \text{DA}) / \text{DA} \times 100$$

DA: Dondurmanın kütlesi, g

KA: Eritilmiş halinin kütlesi, g (3.1)

Şekil 3.2’de hacim artışı analizinde kullanılan dondurma örneklerinin ilk ve son görünüşleri verilmiştir.



Şekil 3.2 Dondurma örneklerinin hacim artış oranlarının belirlenmesini içeren fotoğraflar

3.2.3.7 Erime miktarı tayini

Erime miktarı tayini Özel (2018) tarafından ifade edilen yöntem ile yapıldı. Paslanmaz çelikten yapılmış aralıkları yaklaşık 2.5 mm olan bir elek, darası alınarak ve bir beher (500 mL’lik) üzerine yerleştirildi. Önceden analiz için hazırlanan -18°C ’deki donduruculardaki dondurmalarından eleğin üzerine yaklaşık 85 g tartıldı. Tayinde standardı koruyabilmek için her örnekten üçer adet hazırlandı. Özel (2018)’den farklı olarak daha standart örnek elde edebilmek için tartılan örnekler tartımdan sonra tekrar -18°C ’deki dondurucuya kaldırılarak bir gece bekletildi. Sonrasında örnekler $25.5\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ ’deki inkübatöre yerleştirilerek akabinde kronometre çalıştırıldı.

Her 10 dakikada beher inkübatörden çıkarılarak, üzerindeki elek ve dondurma kaldırılarak tartıldı ve bu şekilde beherin darası + eriyen dondurma miktarı belirlendi. Böylece 10., 20., 30., 40., 50. ve 90. dakikalarda ölçülmüş olan ağırlık değerlerinden beherin darası çıkarılmak suretiyle erime miktarları hesaplandı.

3.2.3.8 Kısmi (ilk damlama) ve tamamen erime süresinin belirlenmesi

Kısmi (ilk damlama) ve tamamen erime süresinin belirlenmesi Koyun (2009) tarafından ifade edilen yöntemde kullanılan elek gözenekleri 2.5 mm boyutunda modifiye edilerek dondurma örneklerinin inkübasyon dolabına yerleştirildikten sonra ilk damlamayı kaçınıcı dakikada yaptığı ve dondurma örneklerinin tamamen kaç dakikada eridiği ölçüldü. İlk damladan sonra ne kadar dayanıklı olduğunu ve erimeye karşında ne kadar direnç gösterdiğini ve bununla birlikte ilk damladan sonra dondurmanın bir anda mı kendini bırakıp eridiği yoksa yavaş yavaş mı eridiği de tespit edildi.

3.2.3.9 Reolojik özelliklerin belirlenmesi

Dondurma mikslarının akış davranışı (Steady shear) ve dinamik reolojik davranışı (Frequency sweep), stres ve sıcaklık kontrollü bir reometre (MCR 302, Anton Paar, Avustralya) ile test edilmiştir. Akış davranış ve dinamik reolojik analiz için 50 mm çaplı bir paralel plaka probu (PP50, Anton Paar, Avustralya) kullanılmış olup tüm analizler 4°C ve 25 °C'de üç paralel olarak gerçekleştirilmiştir (Şen 2021). Dondurma mikslarının akış davranış reolojik özellikleri, 0.1-100 (1/s) kayma hızı aralığında bir kayma hızı ile paralel bir plaka probu (plaka çapı 50 mm, boşluk boyutu 0.5 mm) kullanılarak belirlendi. Analiz 4 ve 25 °C sıcaklıkta gerçekleştirildi ve her numune için üç paralel analiz yapıldı. Akış davranış reolojik analizinden elde edilen veriler, üssü yasa (Power Law) modeli ile modellendi ve K (kıvam katsayısı) ve n (akış davranış indeksi) değerlerini tahmin etmek için doğrusal olmayan regresyon kullanıldı;

$$\tau = K\dot{\gamma}^n$$

burada, τ değeri kayma gerilimini (Pa), K kıvam katsayısını (Pa s^n), $\dot{\gamma}$ kayma hızını (s^{-1}) ve n akış davranış indeksini gösterir.

Dondurma miksi örneklerinin dinamik reolojik analizi için paralel plaka konfigürasyonu uygulanmıştır. Frekans tarama testinden önce, lineer viskoelastik bölgeyi gözlemlmek için %0.1 ile %100 gerinim aralığında genlik tarama testi gerçekleştirildi. Frekans tarama testi 0.1-10 Hz frekans aralığında ve 0.1-64 (ω) açısal hızda gerçekleştirilmiştir.

Açısal hız ve frekans değerlerine karşılık gelen elastik modül (G') ve viskoz modülü (G'') test edilmiştir.

3.2.3.10 Renk analizi

Renk tayini için Laboratuvar ortamında ürettiğimiz mikslar dondurma haline getirilerek Konica Minolta CR-400 Renk Analiz Cihazı ile analizler yapılmıştır (Anonim 2021b).

Okuma sonucu örnekler için L^* , a^* ve b^* değerleri kaydedildi. Buna göre; L^* değeri gün ışığındaki parlaklığı (0: siyah, 100: beyaz) ifade ederken $-a^*$ değeri yeşil rengi, $+a^*$ değeri kırmızı rengi, $-b^*$ değeri mavi rengi, $+b^*$ değeri ise sarı ifade eder (Anonim 2023).

3.2.3.11 Işık mikroskobu analizi

Üretilen dondurma örnekleri, bu dondurma örneklerinin yapısını, kristallenme düzeyini, hava boşluklarının dağılımını ve çöven ekstraktının etki düzeyi durumunu gözlemlemek için oda sıcaklığında dondurma örneğinden ince bir tabaka kesit alınarak lam ve lamel arasına yerleştirilerek ve ışık mikroskobunda 20X objektif ile büyütülerek incelendi (Anonim 2022b).

3.2.3.12 Diferansiyel taramalı kalorimetre (DSC) analizi

Diferansiyel Taramalı Kalorimetre Cihazı (DSC); analizi yapılmak istenen numune ısıtılması, soğutulması veya sabit bir sıcaklıkta bekletilirken soğurulan veya salıverilen enerji miktarını ölçer. DSC analizi, referans ile numuneden gelen veya ayrılan ısı farkının sıcaklık ve zaman karşısında değişiminin gösterilmesi tekniğine dayanır (Anonim 2022a).

DSC analizlerinde dondurma örneklerinin termal özellikleri, Hitit Üniversitesi Bilimsel Teknik Uygulama ve Araştırma Merkezinden hizmet alımı ile yapılmıştır. Soğutma ünitesi ile donatılmış Diferansiyel Taramalı Kalorimetre (Mettler – Toledo marka DSC

1 / 700 model) DSC cihazıyla -20 °C ile 50 °C arası 1°C/dk sıcaklık artışı ile ölçüm yapılmıştır. Deney ortamı olarak N₂ (50ml/dk) ortamı kullanılmıştır.

3.2.3.13 Duyusal analizler

Panelistlerin test ile alakalı bazı konularda bilgi sahibi olmaları gereklidir. Bunlardan bazılarını sıralayacak olursak; Panelist olacak kişiler tadımı karın doyurmak veya susuzluğunu gidermek için yapmamalıdır. Fiziksel ve psikolojik yönden test için hazır olmalı, sigara içmemeli, testi etkileyecek derecede ağır kokulu parfüm vb. kullanmamış olmalı, değerlendirme öncesinde ve aralarında ağzını su ile iyice çalkalamalıdır. Panelistler sağlıklı, tadım özellikleri iyi, zaman kısıtlaması olmayan, istekli kişiler arasından seçilmelidir. Panelistlere test konusu ve değerlendirmeyi nasıl yapacağı hakkında gerekli bilgiler verilmelidir. Panelistler baskı altında kalmadan değerlendirmeyi rahatça yapabilecek yapıda olmalıdır (Anonim 2012).

Dondurma örneklerinin duyusal analizlerine 9 erkek, 12 kız toplam 21 kişilik panelist grubu katılmıştır ve TS 4265 (Dondurma-Süt Esası)'de belirtilen kriterler (Çizelge 4.20) kullanılmıştır (Anonim 1992, Özel 2018). Bu kriterlere Genel Beğeni kriteri de eklenmiştir. Panelistlere gerekli test bilgilerini vermemizin ardından ilk örnek dolaptan çıkarılıp hızlı bir şekilde yaklaşık 30 g kesilerek panelistlere sunulmuştur. Bütün panelistlerin ilk örneği değerlendirmelerinin ardından sırasıyla diğer örneklerle geçilmiştir.

3.2.3.14 İstatistiksel analiz

Nicel değişkenler ortalama ve standart sapma istatistikleri ile özetlendi. Bağımsız iki grup arası karşılaştırmalar student t testi, ikiden çok gruplar arası karşılaştırmalar varyans homojenliği sağlandığı durumlarda tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile test edildi ve tümel test sonucu anlamlı bulunduğunda farklılığın kaynağını belirlemek için Tukey HSD Post Hoc testi kullanıldı. Gruplar arası varyans homojenliğinin sağlanmadığı durumlarda ise gruplar arası karşılaştırmalar Welch t ve Welch ANOVA testi ile test edildi ve tümel test sonucu anlamlı bulunduğunda farklılığın kaynağını

belirlemek için Games-Howell Post Hoc testi kullanıldı. Bağımlı gruplar arası karşılaştırmalar ise tekrarlı ölçümler için varyans analizi (ANOVA) ile test edildi ve tümel test sonucu anlamlı bulunduğunda farklılığın kaynağını belirlemek için en küçük anlamlı fark (LSD) testi kullanıldı. İstatistiksel olarak anlamlılık düzeyi 0.05 (%5) olarak kabul edildi. Çözümlmeler SPSS (Versiyon 26) istatistik yazılımı kullanılarak yapıldı.



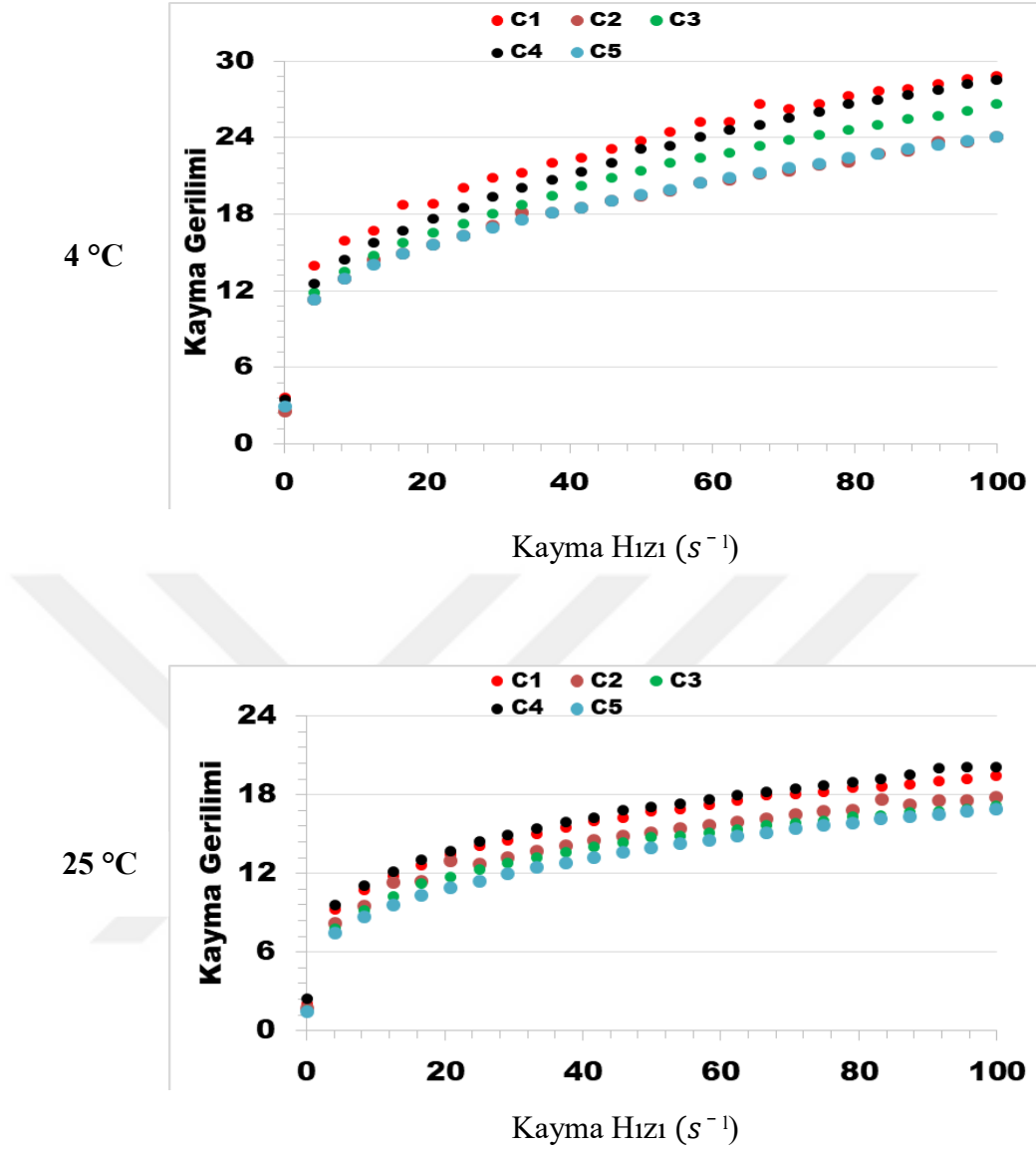
4. BULGULAR

4.1 Laboratuvar Ortamında Hazırlanan Dondurma Miksi Örneklerinde Yapılan Analizler

4.1.1 Reolojik analizler

4.1.1.1 Akış davranış özellikleri

4°C ve 25°C'de dondurma mikslerinin akış davranışı reolojik özellikleri şekil 4.1'de gösterilmiştir. Dondurma mikslerinin reolojik özellikleri, nihai ürünün kalitesini etkileyen en önemli parametrelerden biridir. Dondurma mikslerinin kıvamı erime özelliklerini etkileyecektir. Şekilden de anlaşılacağı gibi, artan kayma hızına bağlı olarak kayma gerilmesi değerinde azalan bir artış gözlemlenmiştir. Yani kayma hızındaki artıştan dolayı dondurma mikslerinin viskozitesinde bir azalma gözlemlenmiştir. Dondurma mikslerinin tümü, tipik akış davranışı olan Newton tipi olmayan bir kayma incelmesi (shear thinning) akış özelliği göstermiştir. Literatürde de benzer sonuçlar bildirilmiştir (Martin vd. 2008, Karaman ve Kayacier 2012). Dondurma mikslerinin bu tip akış davranışı, kayma hızı artması sonucu protein ve stabilizatörler arasındaki etkileşimin zayıflaması ile birlikte yapıda gözlenen zayıflama deformasyon ile açıklanabilmektedir (Sharma vd. 2017).



Şekil 4.1 Dondurma mikslerinin akış davranışı reolojik özellikleri

Dondurma mikslerinin akış davranış reolojik özellikleri, sayısal bir karşılaştırma yapmakiçin Power-law modeli kullanılarak modellenmiştir. Power-law modeli parametreleri çizelge 4.1 'te gösterilmiştir. R^2 (regresyon katsayısı: 0.9990-0.9999) değerinin 0.99'dan büyük olması, Power-law modelinin dondurma mikslerinin akış davranış reolojik özelliklerinin modellenmesinde başarılı bir şekilde kullanılabileceğini göstermektedir. Numunelerin tüm n değerleri 1'den küçük bulunmuştur. Bu sonuç numunelerin kayma incelmesinin (shear thinning) bir akış davranış özelliği gösterdiğinin farklı bir göstergesidir (Kablan vd. 2022).

Çizelge 4.1 Power-law modeli parametreleri

Sıcaklık	Örnekler	Power Law model parametreleri		
		K	n	R ²
4 °C	1	8.7273 ^b	0.2588	0.9999
	2	7.1016 ^c	0.2611	0.9998
	3	6.9773 ^d	0.2875	0.9999
	4	9.3812 ^a	0.2909	0.9998
	5	7.0181 ^{cd}	0.2643	0.9997
25 °C	1	6.1842 ^b	0.2509	0.9992
	2	5.5897 ^c	0.2539	0.9998
	3	5.2452 ^d	0.2595	0.9990
	4	6.3103 ^a	0.2531	0.9991
	5	4.5948 ^e	0.2832	0.9990

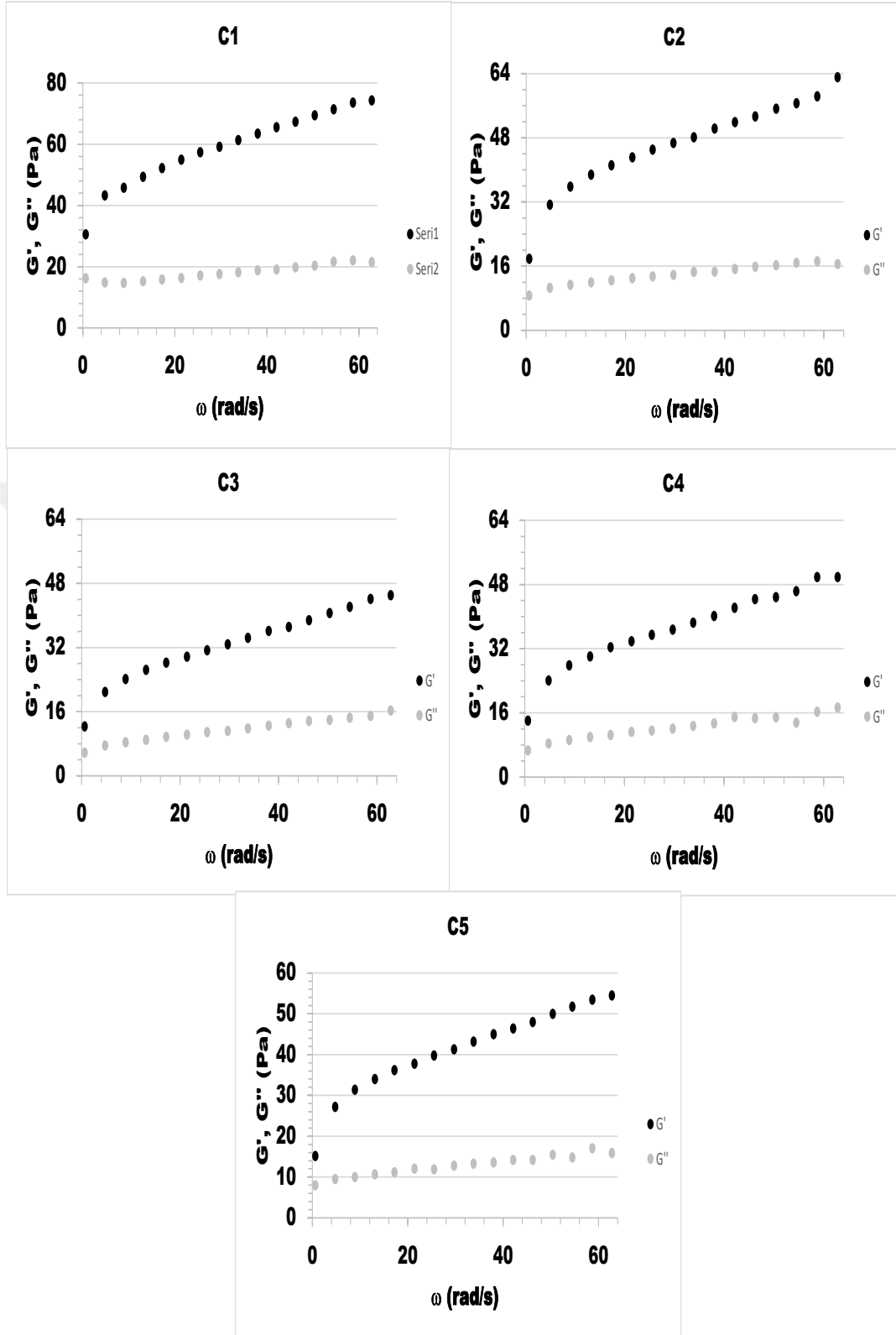
* p < 0.05

Örnek 1, 2, 3, 4, ve 5 sırasıyla 0.4, 0.3, 0.2, 0.1 ve 0.0 emülgatör ile formüle edilen örnekleri göstermektedir. K sütunundaki farklı küçük harf, istatistik olarak farklılıkları gösterir. Numunelerin K değerleri arasında önemli bir fark gözlenmiştir (p<0.05). Numunelerin K (kıvam katsayısı) değerleri 4°C ve 25°C için sırasıyla 6.97-9.38 Pa.sn ve 4.59-6.31 Pa.sn değerleri arasında belirlenmiştir. Her iki derecede de 4 numaralı örnek istatistiksel olarak anlamlı yüksek bulunmuştur. Emülgatör düzeyi azaldıkça ve çöven ekstraktı % 0.3 seviyesine kadar arttıkça K değeri azalırken, % 0.3 çöven ekstraktı değerinde ise en yüksek K değeri elde edilmiştir. En düşük K değeri ise emülgatör içermeyen, sadece çöven ekstraktı içeren örnekten elde edilmiştir. Bu

sonuçlar öven ekstraktının tek başına kullanıldığında emülgatör kadar etkili olmadığını ancak birlikte kullanıldığında bazı oranlarda sinerjik etki gösterebileceğini göstermektedir. Bu sinerji, öven ekstraktında bulunan hidrofilik gruplar ve saponin grupları arasında gözlemlenen etkileşim ile açıklanabilir. Numunelerin 4°C'deki K değerleri, 25°C'deki K değerlerinden önemli ölçüde yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). Bu sonuç beklenen bir sonuçtur. Sıcaklık artışı ile makromoleküllerin su ile etkileşimi zayıflamış, viskozite ve kıvam değeri düşmüştür. Örneklerin n (akış davranış indeksi) değerleri 0.258 ile 0.290 arasında değişmiştir. Bu değeri aralıkları, dondurma miksi numunelerinden beklenen değerlerdir (Kablan vd. 2022). 0.2'nin altındaki bir n değeri, numunelerin aşırı kıvam veya zayıf jel sergiledikleri anlamına gelir, bu da nihai ürünlerdeki buz kristalleri ve erime profili açısından istenmeyen bir durumdur (Kablan vd. 2022).

4.1.1.2 Dinamik reolojik özellikler

Dinamik reolojik özelliklerin yanı sıra akış davranış özellikleri, dondurma miksi için önemli bir reolojik özelliktir. Dondurma miksi yapısında stabilizatör içerdiğinden viskoelastik katı davranış sergilemesi beklenir. Stabilizatörlerin su ve diğer makromoleküllerle etkileşimi sonucunda sürekli fazın hareketliliği kısıtlanır ve katı yapıda reolojik karakter ortaya çıkar. Şekil 4.2'de dondurma miksi numunelerinin dinamik reolojik davranışı gösterilmiştir. Şekilden de anlaşılacağı gibi, tüm frekans aralığında G' değeri G'' değerinden yüksektir. Bu sonuç, dondurma miksi örneklerinin tamamının viskoelastik katı karakter sergilediğini göstermektedir. Benzer sonuçlar daha önce yayınlanmış çalışmalarda da bildirilmiştir (Toker vd. 2013, Atik vd. 2021).



Şekil 4.2 Dondurma miksi numunelerinin dinamik reolojik davranışı

Grafikleri incelediğimizde örneklerin tamamının G' değerinin G'' değerinden yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum dondurma örneklerinin katı karakterinin sıvı karakterine göre daha baskın olduğunu ifade etmektedir. Miksteki çöven oranı arttıkça G' ve G'' değerlerinde azalma gözlenmiştir. Açısal hızdaki artış örneklerin G' değerlerinde azalan bir artışa neden olmaktadır. Frekans değeri arttıkça G' ve G'' değerleri arasındaki fark artar. Frekans değerindeki artışa bağlı olarak ortaya çıkan G' değerindeki bu artış, yapıdaki deformasyonu göstermektedir. Bu durum örneklerin viskoelastik katı karakter yapısının daha ağır bastığını göstermektedir. Bu sonuçlar, örneklerin tamamının dondurma mikslerinden beklenen reolojik özellikleri karşılayabildiğini göstermiştir (Kablan vd. 2022).

4.1.2 pH değeri tayini

Dondurma miksi örneklerinin pH değerleri için İnolab markalı pHmetre kullanılarak analiz yapılmıştır. pH analiz sonuçları ve istatistiksel karşılaştırmaları ise çizelge 4.2'de verilmiştir. Dondurma örneklerinin ölçülen pH değerleri 6.57 ile 6.64 arasında değişmekte olup literatürde yer alan diğer çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Çelik vd. (2010) safranlı ve safransız dondurmalarda sırası pH'yı 6.61 ve 6.58 olarak bulmuştur. Dondurma örneklerinin pH ortalamaları arası fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p = 0.007$). Farklılığın kaynağını tespit için grup ortalamaları arası fark Tukey HSD Post Hoc testi ile karşılaştırılmıştır. Örnek 1 ortalaması Örnek 3 ve Örnek 5 ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı yüksek (sırasıyla ortalamalar arası fark 0.07 ve 0.07) bulunmuştur.

Çizelge 4.2 Dondurma miksi örneklerinin pH 'larının karşılaştırmaları

Örnek	N	Ort	Std Sapma	F	P
Örnek 1	3	6.64a	0.03		
Örnek 2	3	6.62a,b	0.02		
Örnek 3	3	6.57b	0.02	6.61	0.007
Örnek 4	3	6.59a,b	0.01		
Örnek 5	3	6.57b	0.02		

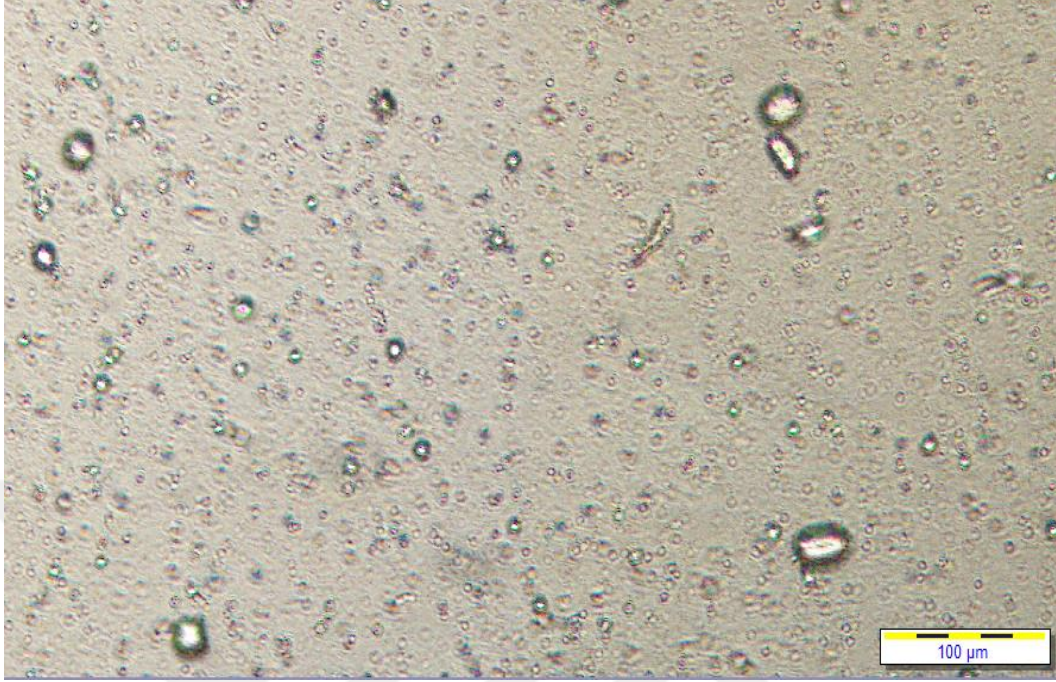
Tek-yönlü Anova analizi ve Tukey Post Hoc Testi uygulanmış olup, %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmayan grup ortalamaları aynı harf ile indislenmiştir.

4.1.3 Mikroyapı

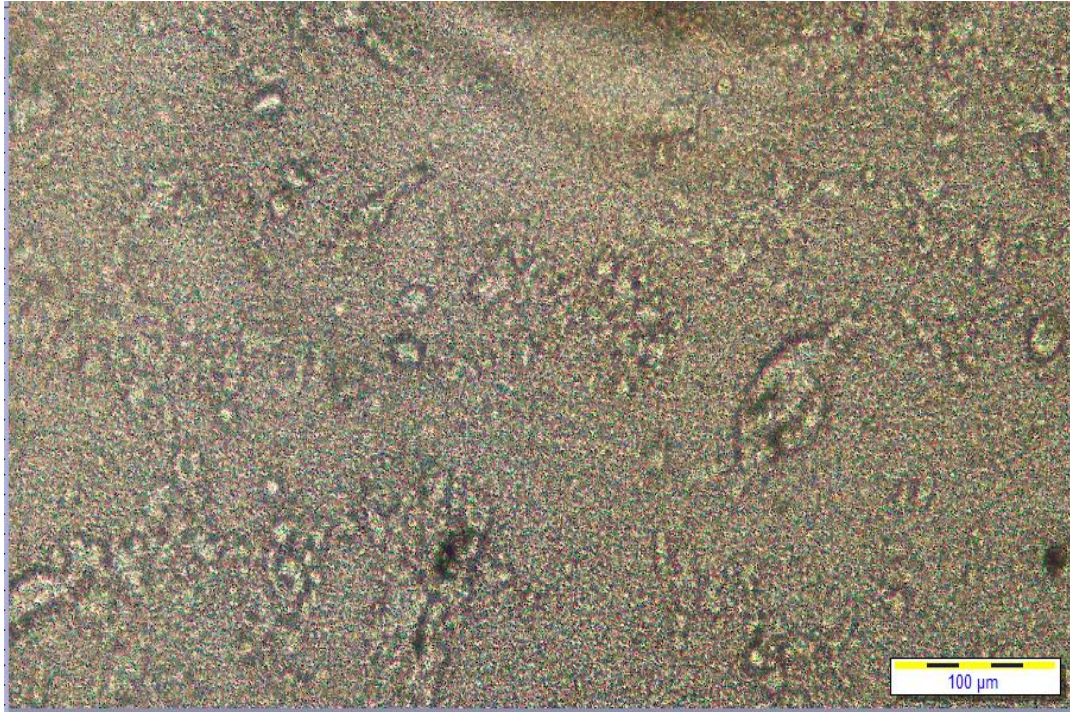
Dondurma miksi, suyun sürekli fazında yağ damlacıklarının dağıldığı bir emülsiyondur. Bu emülsiyon tipinde, yağ damlacığının boyutu ve damlacık boyutunun dağılımı, emülsiyonun stabilitesini belirleyen önemli bir faktördür. Dondurma miksleri için yağ damlacıklarının suda küçük parçacıklar halinde homojen olarak dağılması istenir. Böylece yüksek emülsiyon stabilitesine sahip bir yağ/su emülsiyonu elde edilir.

Emülgatörler, yağ damlacıklarının boyutunu ve dağılımını etkileyen önemli faktörlerden biridir. Üretilen dondurma miksi örnekleri, bu dondurma örneklerinin yapısını, emülsiyon düzeyini, hava boşluklarının dağılımını ve çöven ekstraktının etki düzeyi durumunu gözlemlemek için Olympus BX41 ışık mikroskopunda 100X objektif ile incelemeler yapılmıştır. Şekil 4.3'de dondurma miksindeki yağ damlacık dağılımı gösterilmektedir. Yuvarlak büyük görünümeler hava kabarcığı olup bu kabarcığın etrafında çevrili yağ damlacıkları bulunmaktadır. Yağ damlacıklarının haricindeki şekiller ise laktoz, protein gibi bileşenlerdir.

Örnek 1 (kütlece %0.40 emülgatör, %0 çöven ekstraktı)

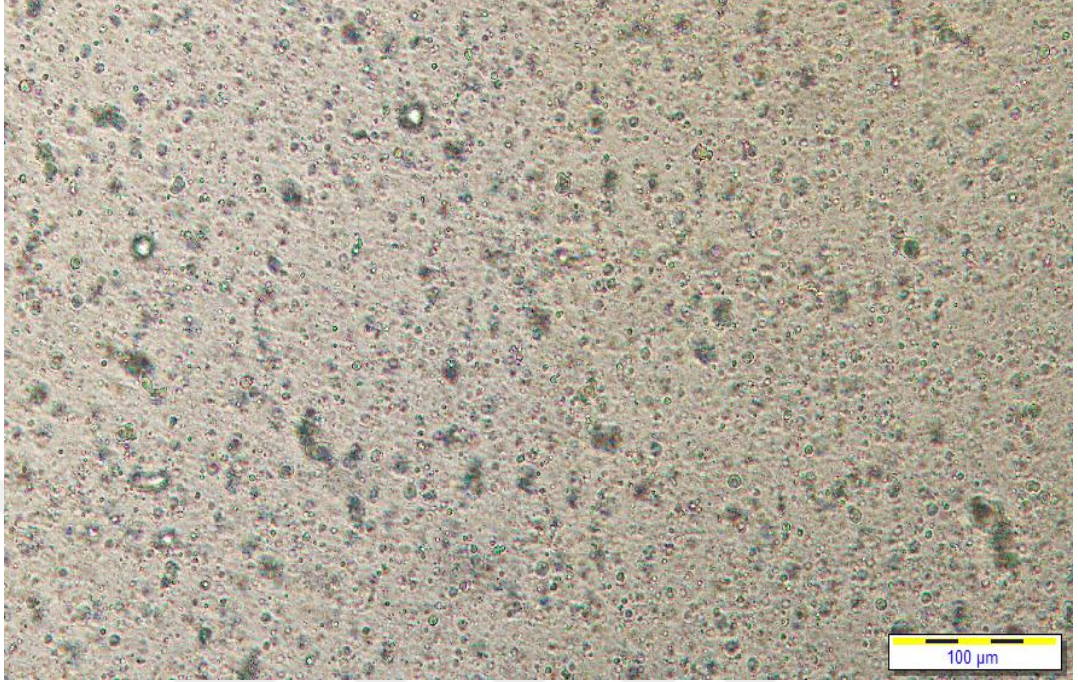


Örnek 2 (kütlece %0.30 emülgatör, %0.10 çöven ekstraktı)

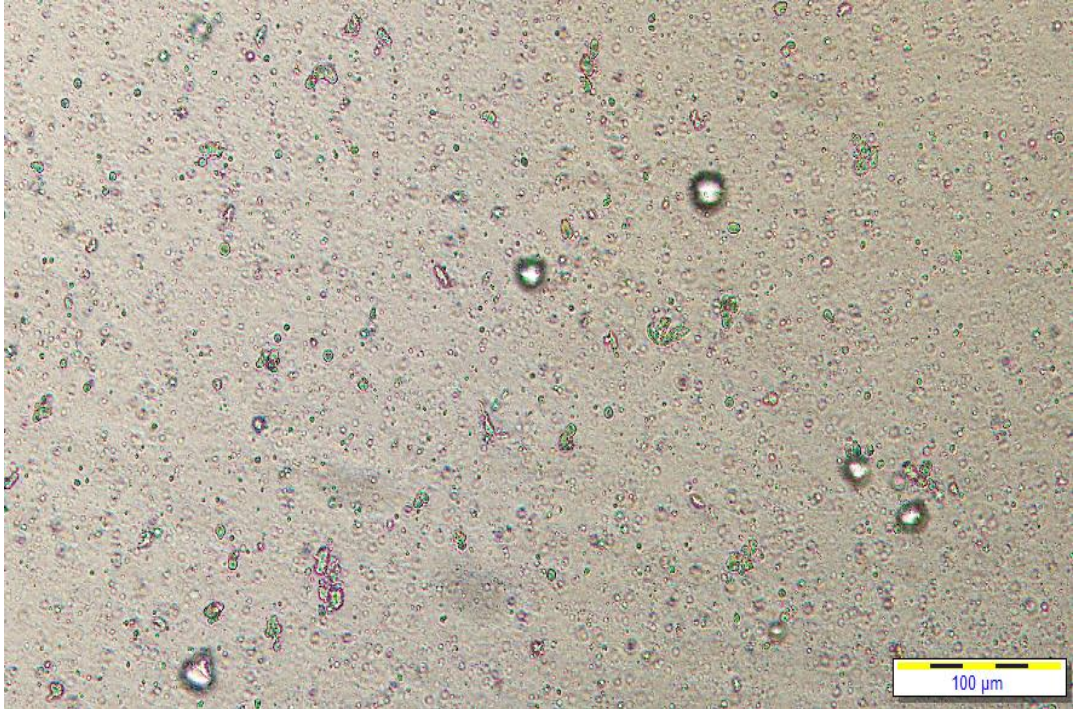


Şekil 4.3 Dondurma miksi örneklerinin ışık mikroskobu görüntüleri

Örnek 3 (kütlegece %0.20 emülgatör, %0.20 çöven ekstraktı)

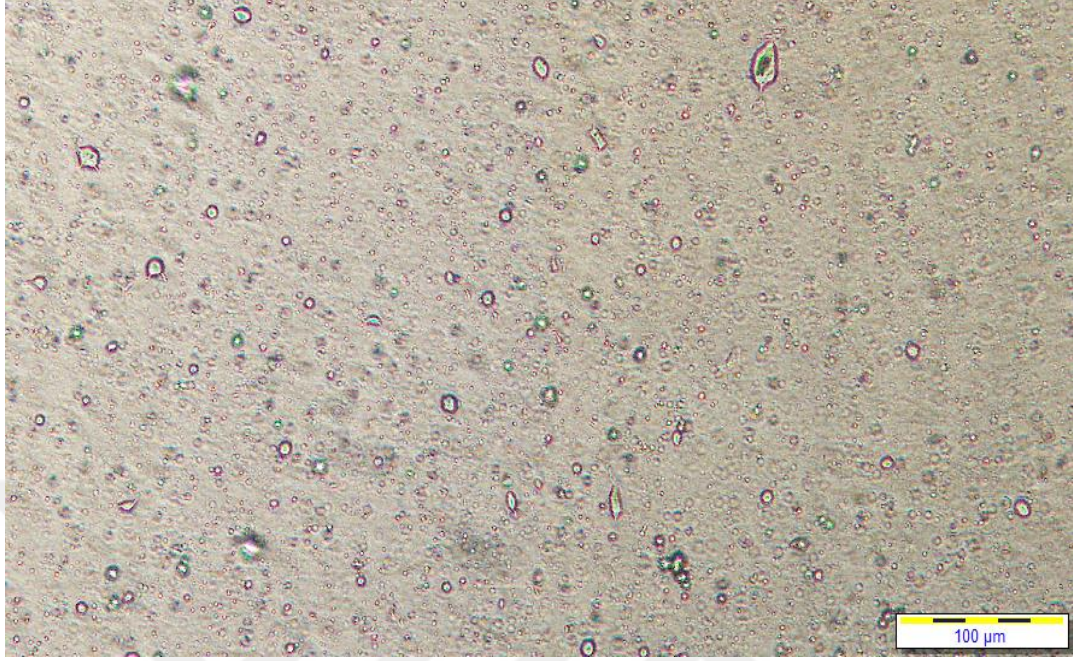


Örnek 4 (kütlegece %0.10 emülgatör, %0.30 çöven ekstraktı)



Şekil 4.3 Dondurma miksi örneklerinin ışık mikroskobu görüntüleri (devam)

Örnek 5 (kütlege %0 emülgatör, %0.40 çöven ekstraktı)



Şekil 4.3 Dondurma miksi örneklerinin ışık mikroskobu görüntüleri (devam)

Kullanılan emülgatör ve çöven ekstraktı miktarına göre yağ damlacık boyutunun farklı dağılım gösterdiği gözlemlenmiştir. Çöven ekstraktı içeriği arttıkça dondurma örneklerinin yağ partikül boyutlarının daha düşük ve homojen bir dağılım gösterdiği şekil 4.3’de açıkça görülmüştür. 1 numaralı dondurma örneğinden 5 numaralı dondurma örneğine doğru yani örneklerin çöven ekstraktı oranı arttıkça örneklerdeki hava kabarcıklarının ve yağ damlacıklarının boyutu azalmakta ve daha homojen bir yapı oluşmaktadır. Bu, çöven ekstraktının dondurma mikslerinin emülsiyon özelliklerini geliştirmek için kullanılabileceğini gösterir. Yağ damlacığının daha düşük damlacık boyutu ve homojen dağılımı, çöven ekstraktının saponin zenginliği ile açıklanabilir. Saponin ve emülgatörün hidrofilik ve lipofilik denge değerleri (HLB) arasındaki fark bu sonuca neden olmuş olabilir. Saponin, yağ-su arayüzünde daha yüksek adsorpsiyon kinetiği ve sonuçta yağ damlacık boyutunda bir azalma ile sonuçlanan yüksek bir HLB değeri göstermiştir (Salminen vd. 2020). Saponin’in hidrofilik grupları aracılığıyla suda kolay çözünmesi ve diğer bileşenlerle etkileşimi, dondurma miksindeki yağ damlacığı dağılımı üzerinde olumlu bir etki yapmış olabilir. Literatürde de benzer sonuçlar bildirilmiştir (Jarzebski vd. 2020, Salminen vd. 2020).

4.2 Endüstriyel Miktarlarda Üretilen Dondurma Örneklerinde Yapılan Analizler

Üretilen dondurma örnekleri aşağıda belirtilen metotlarla belirtilen analizlere tabi tutulmuştur.

4.2.1 Nem tayini

Dondurma örnekleri üretildikten sonra uygulanan pastörize işleminde buharlaşma sonucu kuru madde miktarları artacağı için Shimadzu MOC63U Nem Tayin Cihazı ile tekrardan kuru madde miktarları iki paralelli olarak analiz edildi ve %38-40 arasında değerler elde edildi (Çizelge 4.3). Çizelge 4.3'te verilen değerler Türk Gıda Kodeksi Dondurma Tebliği, Dondurma Standartlarına uygundur (Anonim 2022c). Çizelge 4.3'te belirtildiği üzere nem miktarı bakımından örnek ortalamaları arası farklar istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0.310$).

Çizelge 4.3 Dondurma örneklerinin suda çözünür toplam kütlece yüzde (%) nem oranlarının karşılaştırmaları

Örnek	N	Ort	Std Sapma	F*	P
Örnek 1	2	39.75	1.24		
Örnek 2	2	38.75	1.36		
Örnek 3	2	38.48	0.47	2.44	0.310
Örnek 4	2	39.17	0.56		
Örnek 5	2	37.87	0.04		

*Welch ANOVA

Türk Gıda Kodeksi Dondurma Tebliği, Dondurma Standardında dondurmaların yağsız, az yağlı, yarım yağlı, yağlı, tam yağlı gibi isimlendirilmesi için bulundurması gereken minimum kütlece yüzde (%) Toplam Kuru Madde, Süt Yağı ve Yağsız Süt Kuru Maddesi oranları verilmektedir. Bu standarda göre üretimini gerçekleştirdiğimiz bütün dondurma örnekleri Yarım Yağlı Dondurma kriterlerini (toplam kuru madde kütlece en

az %31, $3 \leq$ süt yağı kütlege % < 8, yağsız süt kuru maddesi kütlege en az %10) karşılamaktadır (Anonim 2022c).

4.2.2 pH tayini

Dondurma örneklerinin pH değeri için Hanna HI 221 markalı pH metre kullanılarak analiz yapılmıştır. Analiz sonuçları ve örneklerin istatistiksel karşılaştırmaları ise çizelge 4.4'te verilmiştir. Dondurma örneklerinin pH ortalamaları arası fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p = 0.011$). Farklılığın kaynağını tespit için grup ortalamaları arası fark Tukey HSD Post Hoc testi ile karşılaştırılmıştır. Örnek 1 ortalaması Örnek 2 ve 5 ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı yüksek (sırasıyla ortalamalar arası fark 0.07 ve 0.07) bulunmuştur. Dondurma örneklerinin bulunan pH değerleri 6.23 ile 6.30 arasında değişmekte olup literatürde yer alan diğer çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Kocacık (2021) çöven tozunu farklı oranlarda katarak ürettiği dondurma örneklerinin pH değerlerini 6.40-6.44 arasında bulmuştur.

Çizelge 4.4 Dondurma örneklerinin pH değerlerinin karşılaştırılmaları

Örnek	N	Ort	Std Sapma	F	P
Örnek 1	3	6.30a	0.02		
Örnek 2	3	6.23b	0.02		
Örnek 3	3	6.28a,b	0.03	5.82	0.011
Örnek 4	3	6.27a,b	0.02		
Örnek 5	3	6.23b	0.02		

Tek-yönlü Anova analizi ve Tukey Post Hoc Testi uygulanmış olup, %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmayan grup ortalamaları aynı harf ile indislenmiştir.

4.2.3 Hacim artışı (over-run) tayini

Üç paralel olarak hazırlanan dondurma örneklerinin ilk kütleleri, eridikten sonra aynı hacme kadar erimiş dondurma ile doldurulduktan sonraki kütleleri ve yüzde (%) hacim artışları çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.5 Dondurma örneklerinin yüzde (%) olarak hacim artış oranları

Örnekler	Sabit Hacimdeki Ağırlık(g)		Fark	Hacim Artışı%
	Dondurma	Eritilmiş Dondurma		
1	203.48	219.01	15.53	7.60
2	195.45	216.50	21.05	10.79
3	192.99	203.16	10.17	5.30
4	191.93	207.09	15.16	7.93
5	188.08	255.84	67.76	36.05

Dondurma örneklerinin sabit hacimdeki ağırlık (g) ortalamaları arası fark (Çizelge 4.6) istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p = 0.007$). Farklılığın kaynağını tespit için grup ortalamaları arası fark Tukey HSD Post Hoc testi ile karşılaştırılmıştır. Örnek 1 ortalaması Örnek 3, Örnek 4 ve Örnek 5 ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı yüksek (sırasıyla ortalamalar arası fark 10.49, 11.55 ve 15.4 g) bulunmuştur (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6 Dondurma örneklerinin sabit hacimdeki ağırlıklarının(g) karşılaştırmaları

Örnek	N	Ort	Std Sapma	F	P
Örnek 1	3	203.48a	3.54		
Örnek 2	3	195.45a,b	2.30		
Örnek 3	3	192.99b	5.29	6.680	0.007
Örnek 4	3	191.93b	4.58		
Örnek 5	3	188.08b	2.66		

Tek-yönlü Anova analizi ve Tukey Post Hoc Testi uygulanmış olup, %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmayan grup ortalamaları aynı harf ile indislenmiştir.

Eritilmiş dondurma örneklerinin sabit hacimdeki ağırlık (g) ortalamaları arası fark (Çizelge 4.7) istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.001$). Farklılığın kaynağını tespit için grup ortalamaları arası fark Tukey HSD Post Hoc testi ile karşılaştırılmıştır. Örnek 5 ortalaması Örnek 1, Örnek 2, Örnek 3 ve Örnek 4 ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı yüksek (sırasıyla ortalamalar arası fark 36.8, 39.3, 52.7 ve 48.7 g) bulunmuştur (Çizelge 4.7). Ayrıca Örnek 1 ortalaması Örnek 3 ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı yüksek (15.8 g) bulunmuştur.

Çizelge 4.7 Eritilmiş dondurma örneklerinin sabit hacimdeki ağırlıklarının(g) karşılaştırmaları

Örnek	N	Ort	Std Sapma	F	P
Örnek 1	3	219.01a	9.81		
Örnek 2	3	216.50a,b	1.79		
Örnek 3	3	203.16b	4.01	50.840	< 0.001
Örnek 4	3	207.09a,b	3.57		
Örnek 5	3	255.84c	0.76		

Tek-yönlü Anova analizi ve Tukey Post Hoc Testi uygulanmış olup, %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmayan grup ortalamaları aynı harf ile indislenmiştir.

Eritilmiş dondurma örneklerinin sabit hacimdeki ağırlık (g) ortalamaları arası fark bakımından örnek ortalamaları arası fark (Çizelge 4.8) istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.001$). Farklılığın kaynağını tespit için grup ortalamaları arası fark Tukey HSD Post Hoc testi ile karşılaştırılmıştır. Örnek 5 ortalaması Örnek 1, Örnek 2, Örnek 3 ve Örnek 4 ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı yüksek (sırasıyla ortalamalar arası fark 52.2, 46.7, 57.6 ve 52.6 g) bulunmuştur (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8 Erimiş dondurmanın sabit hacme kadar doldurulması için eklenen dondurma örneklerinin (g) karşılaştırmaları

Örnek	N	Ort	Std Sapma	F	P
Örnek 1	3	15.53a	6.73		
Örnek 2	3	21.05a	4.06		
Örnek 3	3	10.17a	4.82	70.780	< 0.001
Örnek 4	3	15.16a	4.94		
Örnek 5	3	67.76b	3.11		

Tek-yönlü Anova analizi ve Tukey Post Hoc Testi uygulanmış olup, %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmayan grup ortalamaları aynı harf ile indislenmiştir.

Dondurma örnekleri hacim artışı (%) ortalamaları arası fark (Çizelge 4.9) istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.001$). Farklılığın kaynağını tespit için grup ortalamaları arası fark Tukey HSD Post Hoc testi ile karşılaştırılmıştır. Örnek 5 ortalaması Örnek 1, Örnek 2, Örnek 3 ve Örnek 4 ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı yüksek (sırasıyla ortalamalar arası fark %28.4, %25.3, %30.7 ve %28.1) bulunmuştur (Çizelge 4.9). 5. örnekteki hacim artışı yaklaşık %36 olarak gerçekleşmiş olup diğer bütün örneklerden daha fazla bir hacim artışı meydana gelmiştir.

Çizelge 4.9 Dondurma örneklerinin yüzde (%) olarak hacim artış oranlarının karşılaştırmaları

Örnek	N	Ort	Std Sapma	F	P
Örnek 1	3	7.60a	3.20		
Örnek 2	3	10.79a	2.19		
Örnek 3	3	5.30a	2.56	72.100	< .001
Örnek 4	3	7.93a	2.73		
Örnek 5	3	36.05b	2.17		

Tek-yönlü Anova analizi ve Tukey Post Hoc Testi uygulanmış olup, %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmayan grup ortalamaları aynı harf ile indislenmiştir.

Kocacık (2021) tarafından farklı oranlarda emülgatör ve çöven ekstraktı tozu ilave edilerek üretilen dondurmaların hacim artışları hesaplanmış ve en fazla hacim artışını hiç emülgatör kullanmadan aynı zamanda en fazla çöven tozu kullanarak ürettiği örnekte tespit etmiştir. Bizim çalışmamızda da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

4.2.4 Erime miktarı tayini

Üçer paralel olarak dondurmaların farklı dakikalarda erime miktarları ölçülmüştür. İlk 20 dakika hiçbir dondurma örneğinde erime gözlemlenmedi. 30 dakika sonra erimeye başlayan örnekler inkübasyon dolabından çıkarılarak, üzerindeki elek ve dondurma kaldırılarak tartıldı. Elek ile dondurma tekrardan beherin üzerine konularak aynı sıcaklıkta inkübasyona kaldırıldı. Bu işlem her 10 dakikada bir tekrarlanarak 30., 40., 50. ve 90.dakikalarda ölçülmüş olan ağırlık değerlerinden beherin darası çıkarılmak suretiyle erime miktarları hesaplandı. Erime 50. dakika ve üzeri sürelerde hızlandığı için ve inkübatördeki örnekleri tartmak 3-4 dk sürdüğü için değerlerin güvenilirliği açısından 50. dakika üzeri hesaba dahil edilmemiştir (Özel 2018). Çizelge 4.10'da üçer paralelli olarak dondurma örneklerinin 20., 30., 40., 50. ve 90. dakikalarda erime miktarları verilmiştir.

Çizelge 4.10 Dondurma örneklerinin belirli sürelerde damlama(erime) miktarları (g)

Örnekler	Örneklerin Belirtilen Sürelerde Damlama Miktarları (g)			
	30. dk	40. dk	50. dk	90. dk
1	0	0.88	2.85	61.42
2	0	1.07	6.57	64.94
3	0.28	1.92	9.06	77.07
4	2.85	7.07	21.98	80.98
5	0	1.95	8.82	65.37

Otuzuncu dakika erime miktarları ortalamaları olarak Örnek 4 ortalaması (2.850 g) Örnek 3 ortalamasından (0.277 g) istatistiksel olarak (Çizelge 4.11) anlamlı yüksek bulunmuştur ($p=0.042$).

Çizelge 4.11 Dondurma örneklerinin 30. dk erime miktarlarının (g) karşılaştırmaları

Örnek	N	Ort	Std Sapma	T	P
Örnek 3	3	0.277	0.280	-2.952	0.042
Örnek 4	3	2.850	1.484		

Kırkıncı dakika erime miktarı örnek ortalamaları arası fark (Çizelge 4.12) istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0.069$).

Çizelge 4.12 Dondurma örneklerinin 40. dk erime miktarlarının (g) karşılaştırmaları

Örnek	n	Ort	Std Sapma	F*	P
Örnek 1	3	0.88	0.34		
Örnek 2	3	1.07	0.39		
Örnek 3	3	1.92	0.76	4.570	0.069
Örnek 4	3	7.07	2.28		
Örnek 5	3	1.95	1.62		

*Welch ANOVA

Ellinci dakika erime miktarları örnek ortalamaları arası fark (Çizelge 4.13) istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.001$). Farklılığın kaynağını tespit için grup ortalamaları arası fark Tukey HSD Post Hoc testi ile karşılaştırılmıştır. Örnek 4 ortalaması Örnek 1, Örnek 2, Örnek 3 ve Örnek 5 ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı yüksek (sırasıyla ortalamalar arası fark 19.1, 15.4, 12.9 ve 13.16 g) bulunmuştur. Ayrıca Örnek 1 ortalaması Örnek 3 ve Örnek 5 ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı düşük (sırasıyla ortalamalar arası fark 6.21 ve 5.97 g) bulunmuştur (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13 Dondurma örneklerinin 50. dk erime miktarlarının (g) karşılaştırmaları

Örnek	n	Ort	Std Sapma	F	P
Örnek 1	3	2.85a	2.00		
Örnek 2	3	6.57a,b	2.71		
Örnek 3	3	9.06b	2.22	34.210	< 0.001
Örnek 4	3	21.98c	0.76		
Örnek 5	3	8.82b	2.46		

Tek-yönlü Anova analizi ve Tukey Post Hoc Testi uygulanmış olup, %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmayan grup ortalamaları aynı harf ile indislenmiştir.

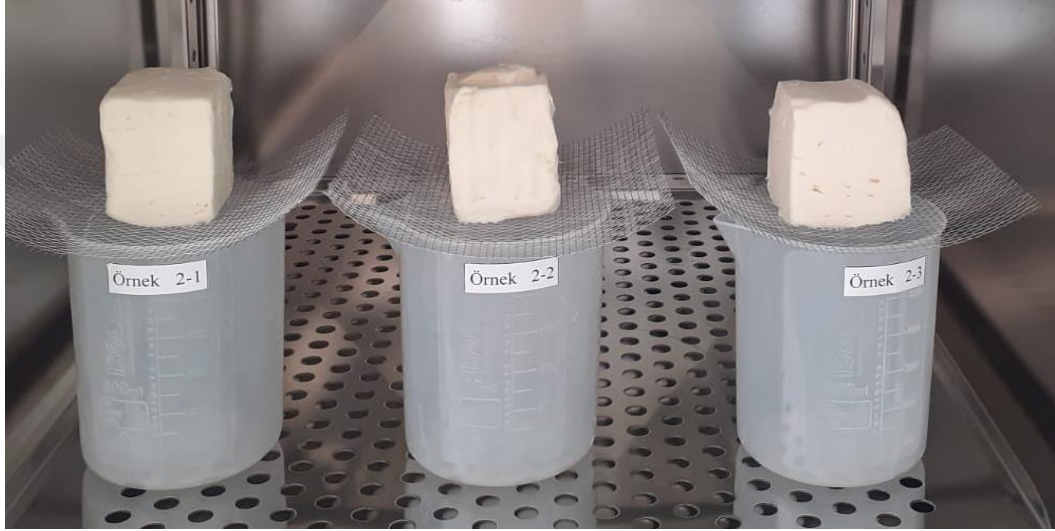
Doksanıncı dakika erime miktarları örnek ortalamaları arası fark (Çizelge 4.14) istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p = 0.002$). Farklılığın kaynağını tespit için grup ortalamaları arası fark Tukey HSD Post Hoc testi ile karşılaştırılmıştır. Örnek 4 ortalaması Örnek 1, Örnek 2 ve Örnek 5 ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı yüksek (sırasıyla ortalamalar arası fark 19.56, 16.03 ve 15.61 g) bulunmuştur. Ayrıca Örnek 1 ortalaması Örnek 3 ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı düşük (15.6 g) bulunmuştur (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14 Dondurma örneklerinin 90. dk erime miktarlarının (g) karşılaştırmaları

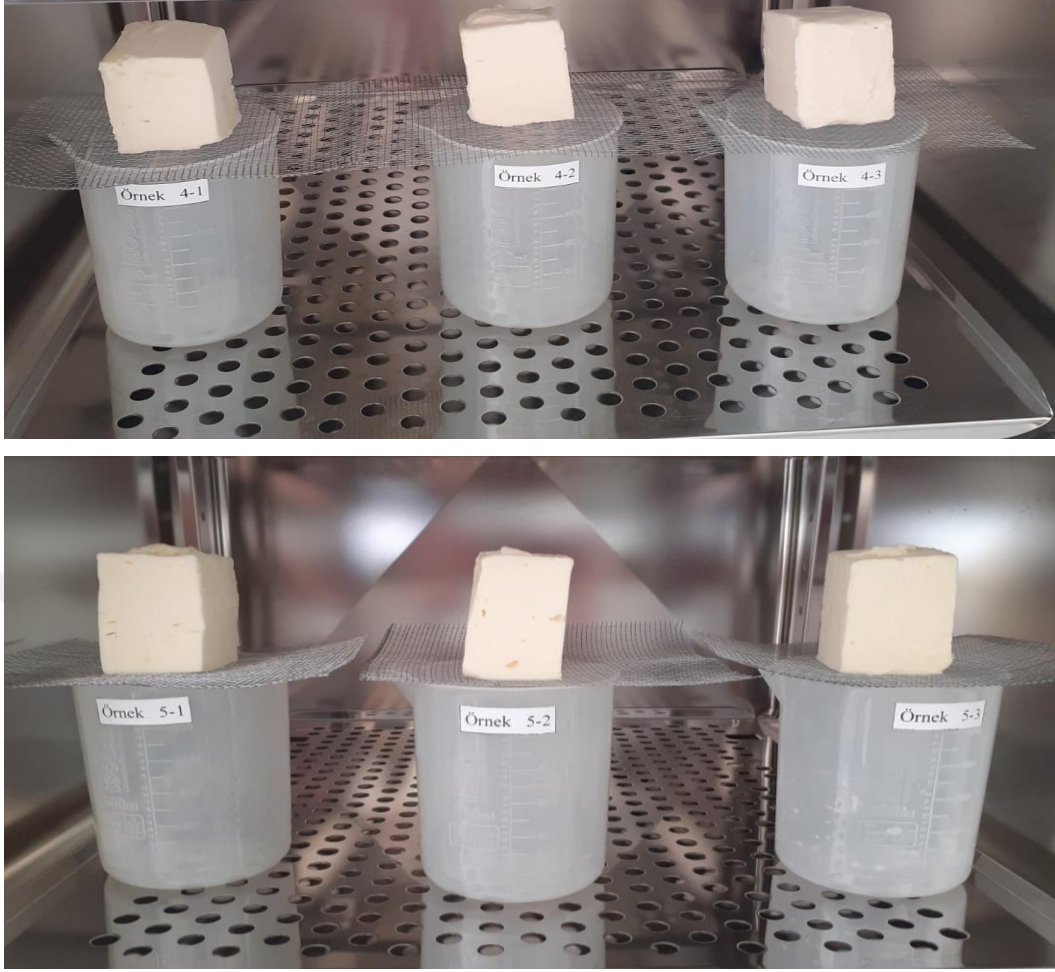
Örnek	N	Ort	Std Sapma	F	P
Örnek 1	3	61.42a	9.01		
Örnek 2	3	64.94a,b	2.71		
Örnek 3	3	77.07b,c	3.68	10.050	0.002
Örnek 4	3	80.98c	0.04		
Örnek 5	3	65.37a	2.57		

Tek-yönlü Anova analizi ve Tukey Post Hoc Testi uygulanmış olup, %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmayan grup ortalamaları aynı harf ile indislenmiştir.

Bu sonuçlara göre sadece erime miktarları yönünden değerlendirildiğinde dondurma yapımında çöven ekstraktı kullanmanın olumlu bir etkisi bulunmamaktadır. Özel (2018) tarafından farklı basınç ve sıcaklık derecelerinde homojenize edilen dondurma karışımlarından üretilen dondurmalar ile ilgili bir çalışmada dondurma örneklerinin 60. dakikada ölçülen erime miktarlarına bakıldığında kontrol dondurma örneğinin en fazla eridiğini bildirmiştir. Al (2018) tarafından yapılan değişik pH değerlerinde elde edilen mikslerin ve farklı üretim tekniklerinin kefir dondurmasına etkisi ile ilgili bir çalışmada kefir dondurması örneklerine ait 60. dakikada belirlenen erime değerlerinin incelendiğinde, örneklerde düşük pH değeri ve yüksek depolama süreleri ile erime değerlerinin azaldığı bildirmiştir. Şekil 4.4’da dondurma örneklerinin belirli sürelerde damlama miktarları ölçümlerini içeren fotoğraflar verilmiştir.



Şekil 4.4 Dondurma örneklerinin belirli sürelerde damlama miktarları ölçümünü içeren fotoğraflar



Şekil 4.4 Dondurma örneklerinin belirli sürelerde damlama miktarları ölçümlerini içeren fotoğraflar (devam)

4.2.5 Kısmi (ilk damlama) ve tamamen erime süresinin belirlenmesi

Kısmi (ilk damlama) ve tamamen erime süresinin belirlenmesi Koyun (2009) tarafından ifade edilen yöntem modifiye edilerek dondurma örneklerinin inkübasyon dolabına yerleştirildikten sonra ilk damlamayı kaçınıcı dakikada yaptığı ve dondurma örneklerinin tamamen kaç dakikada eridiği ölçüldü. İlk damladan sonra ne kadar dayanıklı olduğunu ve erime karşında ne kadar direnç gösterdiğini ve bununla birlikte ilk damladan sonra dondurmanın bir anda mı kendini bırakıp eridiği yoksa yavaş yavaş mı eridiği de tespit edildi. Çizelge 4.15’de üç paralelli olarak hazırladığımız dondurma örneklerinin ilk damlama yaptığı ve çizelge 4.16’te tamamen erime gösterdiği süreler verilmiştir. İlk damlama süreleri bakımından örnek ortalamaları arası fark istatistiksel olarak anlamlı

bulunmuştur ($p=0.006$). Farklılığın kaynağını tespit için grup ortalamaları arası fark Post Hoc testi ile karşılaştırılmıştır. Örnek 4 ortalaması Örnek 1, Örnek 2 ve Örnek 5 ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı düşük (sırasıyla ortalamalar arası fark 13.33, 11.67 ve 12.67 dk) bulunmuştur (Çizelge 4.15). İlk damlama analizlerinin ortalamasına göre normal dondurma örneği en geç damlamayı gösterirken %0.5 çöven ekstraktı ilave edilen dondurma örneklerinin ilk damlama süreleri kısa olmuştur.

Çizelge 4.15 Dondurma örneklerinin ilk damlama süreleri (dk) karşılaştırmaları

Örnek	N	Ort	Std Sapma	F	p
Örnek 1	3	37.33a	4.62		
Örnek 2	3	35.67a	2.52		
Örnek 3	3	28.67a,b	5.03	6.850	0.006
Örnek 4	3	24.00b	3.61		
Örnek 5	3	36.67a	3.06		

Tek-yönlü Anova analizi ve Tukey Post Hoc Testi uygulanmış olup, %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmayan grup ortalamaları aynı harf ile indislenmiştir.

Tamamen erime süreleri bakımından örnek ortalamaları arası fark (Çizelge 4.16) istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0.005$). Farklılığın kaynağını tespit için grup ortalamaları arası fark Tukey HSD Post Hoc testi ile karşılaştırılmıştır. Örnek 4 ortalaması Örnek 1, Örnek 2 ve Örnek 5 ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı düşük (sırasıyla ortalamalar arası fark 9.0, 12.00 ve 9.17 dk) bulunmuştur (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16 Dondurma örneklerinin tamamen erime süreleri (dk) karşılaştırmaları

Örnek	N	Ort	Std Sapma	F	P
Örnek 1	3	97.00a	4.36		
Örnek 2	3	100.00a	1.73		
Örnek 3	3	92.67a,b	3.79	7.280	0.005
Örnek 4	3	88.00b	3.00		
Örnek 5	3	97.17a	0.29		

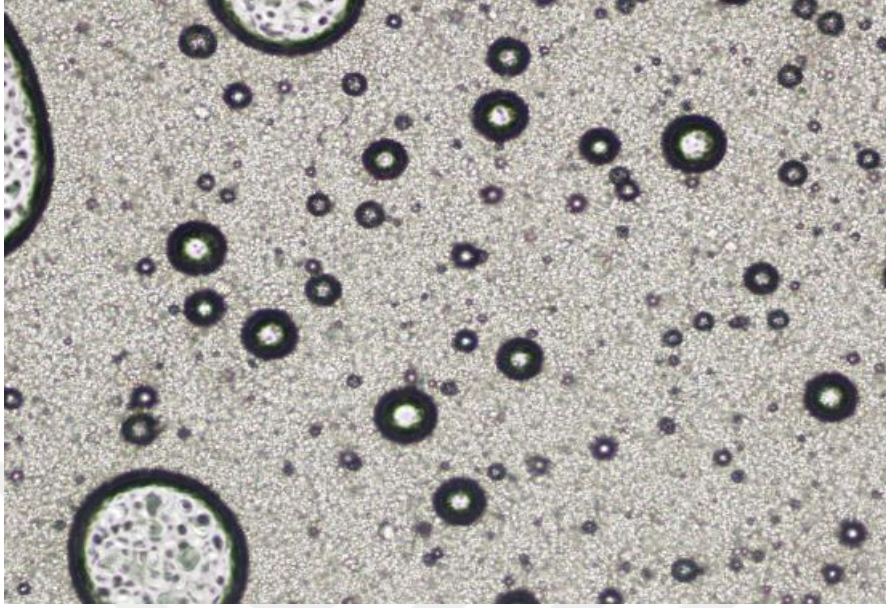
Tek-yönlü Anova analizi ve Tukey Post Hoc Testi uygulanmış olup, %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmayan grup ortalamaları aynı harf ile indislenmiştir.

Kocacık (2021) çöven oranı ve depolama sürecine bağlı olarak farklı çöven oranlarında hazırladığı dondurma örneklerinin ilk damlama süreleri ve tamamen erime sürelerini analiz etmiş ve istatistiksel bir farklılık olmadığını belirtmiştir.

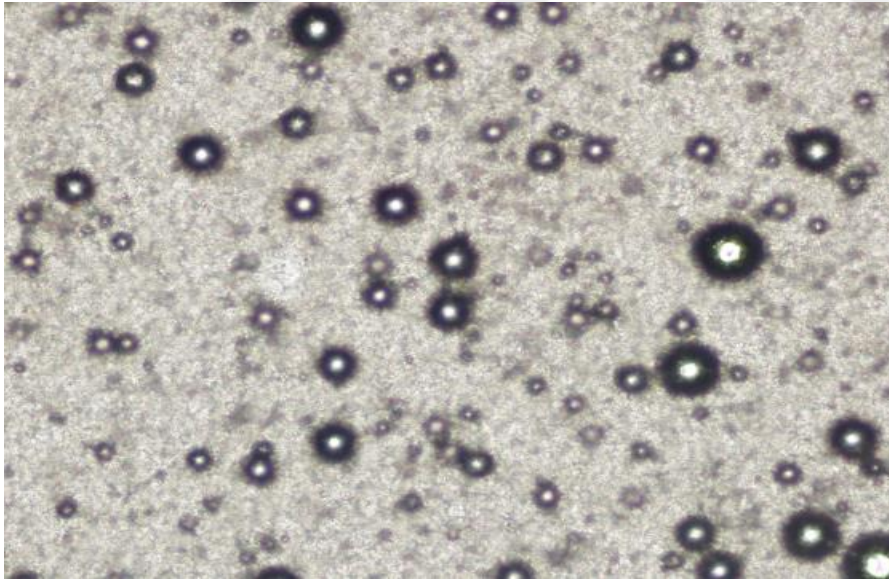
4.2.6 Mikroyapı

Üretilen dondurma örnekleri, bu dondurma örneklerinin yapısını, kristallenme düzeyini, hava boşluklarının dağılımını ve çöven ekstraktının etki düzeyi durumunu gözlemlemek için dondurma örneğinden ince bir tabaka kesit alınarak lam ve lamel arasına yerleştirilmiş ve Olympus BX53 ışık mikroskopunda 20X objektif ile incelemeler yapılmıştır. Bu mikroskopta görüntüler daha net bir şekilde alınabilmektedir. Şekil 4.5’de dondurma örneklerinin Olympus BX53 ışık mikroskobu, 20X objektif ile elde edilmiş fotoğrafları verilmiştir.

Örnek 1 (kütlegece %0.40 emülgatör, %0 çöven ekstraktı)

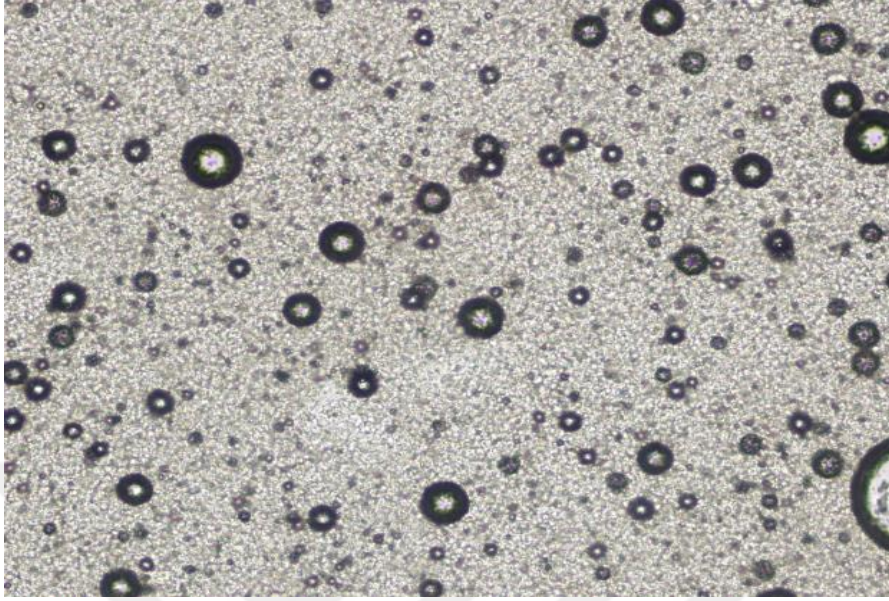


Örnek 2 (kütlegece %0.40 emülgatör, %0.10 çöven ekstraktı)

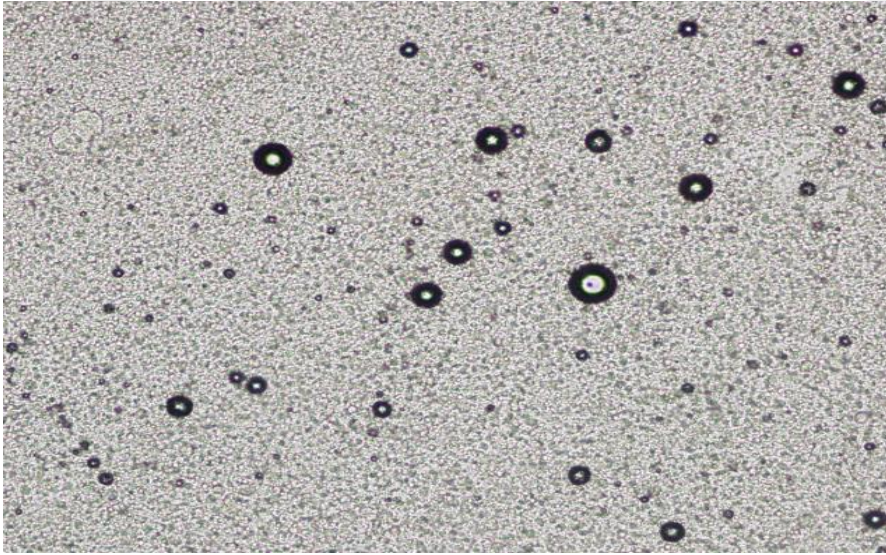


Şekil 4.5 Dondurma örneklerinin mikroyapıları

Örnek 3 (kütlegece %0.40 emülgatör, %0.25 çöven ekstraktı)

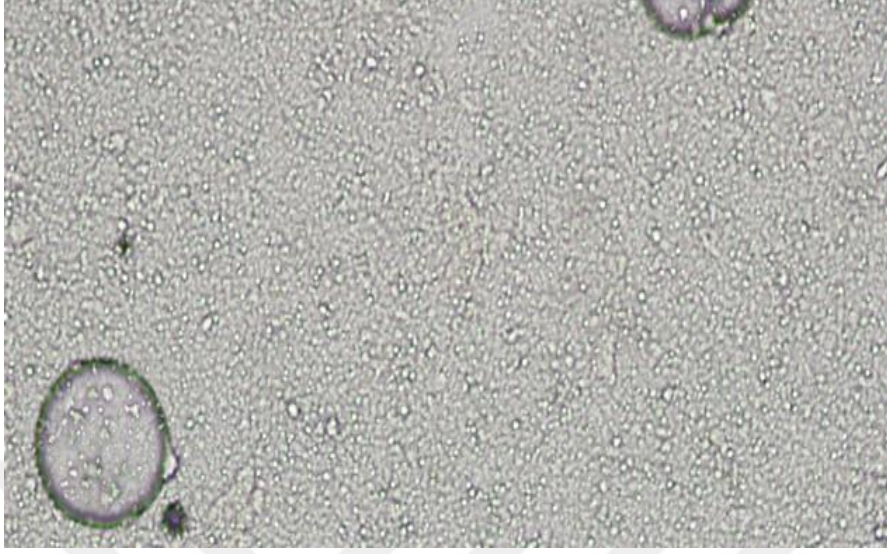


Örnek 4 (kütlegece %0.40 emülgatör, %0.50 çöven ekstraktı)



Şekil 4.5 Dondurma örneklerinin mikroyapıları (devam)

Örnek5 (kütlece %0.0 emülgatör, %0.40 çöven ekstraktı)



Şekil 4.5 Dondurma örneklerinin mikroyapıları (devam)

Şekil 4.5’de dondurma örneklerinin içerdiği çöven ekstraktı oranı arttıkça dondurma örneklerinin yağ partikül boyutlarının daha düşük ve homojen bir dağılım gösterdiği açıkça görülmüştür. Bu, çöven ekstraktının dondurmada emülsiyon özelliklerini geliştirmek için kullanılabileceğini gösterir. Benzer şekilde Kocacık (2021) farklı oranlarda emülgatör ve çöven tozu kullanarak hazırladığı dondurma örnekleri ile yaptığı çalışmada emülgatör kombinasyonu içerisinde çöven oranının arttığı dondurma örneklerinde daha az buz kristali oluşumu gözlemlendiğini bildirmiştir.

4.2.7 Renk analizi

Örneklerin L* değerleri ölçümleri bakımından örnek ortalamaları arası fark (Çizelge 4.17) istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p = 0.004$). Farklılığın kaynağını tespit için grup ortalamaları arası fark Games Howell Post Hoc testi ile karşılaştırılmıştır. Örnek 3 ortalaması Örnek 5 ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı yüksek (0.86) bulunmuştur (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17 Örneklerin L* değerlerinin karşılaştırmaları

Örnek	N	Ort	Std Sapma	F*	P
Örnek 1	4	86.65a,b	0.69		
Örnek 2	4	87.88 a,b	0.44		
Örnek 3	4	87.92a	0.27	9.890	0.004
Örnek 4	4	85.62 a,b	1.23		
Örnek 5	4	87.06b	0.15		

Tek-yönlü Welch Anova analizi ve Games Howell Post Hoc Testi uygulanmış olup, %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmayan grup ortalamaları aynı harf ile indislenmiştir.

Örneklerin a* değerlerinin ölçümleri bakımından örnek ortalamaları arası fark (Çizelge 4.18) istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p = 0.001$). Farklılığın kaynağını tespit için grup ortalamaları arası fark Tukey HSD Post Hoc testi ile karşılaştırılmıştır. Örnek 4 ortalaması Örnek 1 ve Örnek 2 ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı düşük (sırasıyla ortalamalar arası fark 0.31 ve 0.27) bulunmuştur (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.18 Örneklerin a* değerlerinin karşılaştırmaları

Örnek	N	Ort	Std Sapma	F	P
Örnek 1	4	-1.48a	0.10		
Örnek 2	4	-1.52a	0.02		
Örnek 3	4	-1.63a,b	0.10	7.660	0.001
Örnek 4	4	-1.80b	0.13		
Örnek 5	4	-1.63a,b	0.03		

Tek-yönlü Anova analizi ve Tukey Post Hoc Testi uygulanmış olup, %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmayan grup ortalamaları aynı harf ile indislenmiştir.

Örneklerin b* değerlerini ortalamaları arası fark (Çizelge 4.19) istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p = 0.084$).

Çizelge 4.19 Örneklerin b* değerlerinin karşılaştırmaları

Örnek	N	Ort	Std Sapma	F	P
Örnek 1	4	7.72	0.56		
Örnek 2	4	7.38	0.14		
Örnek 3	4	7.52	0.66	2.500	0.084
Örnek 4	4	8.26	0.39		
Örnek 5	4	7.47	0.17		

Tek-yönlü Anova analizi

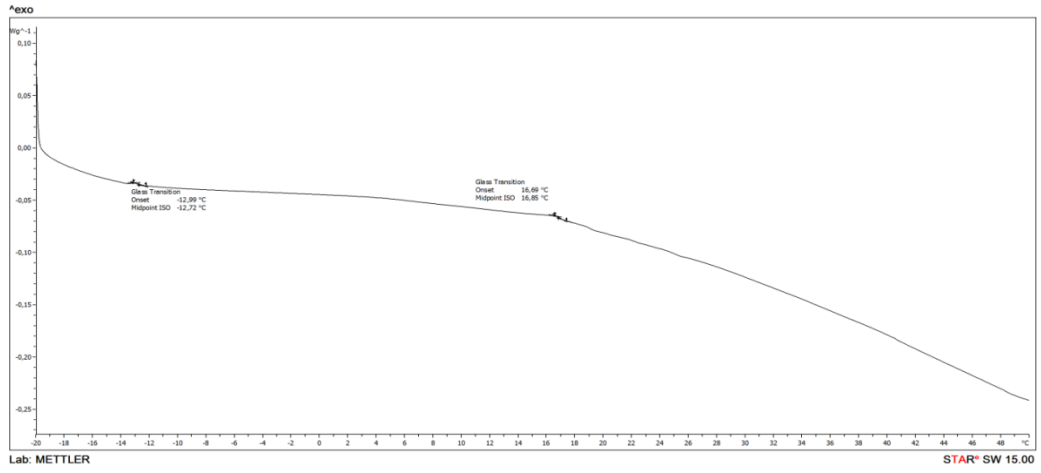
Dondurma örneklerinde gün ışığındaki parlaklığı ifade eden L* değeri beklendiği üzere yüksek çıkmıştır. a* değeri içerisindeki suya bağlı olarak sıfıra yakın yani yeşil renk limitlerinde çıkmıştır. b* değeri ise dondurmanın bünyesinde bulundurduğu yağdan dolayı sarı renk limitlerinde çıkmıştır.

Kocacık (2021) farklı oranlarda emülgatör ve çöven tozu kullanarak hazırladığı dondurma örnekleri ile yaptığı çalışmada dondurma örneklerinin L* renk değerini ortalama 91 olarak bulduğunu, Kavaz'ın (2015) 84.89 olarak bulduğunu, a* renk değerini 2.83-3.33 arasında bulduğunu, Kavaz'ın (2015) -3.01 bulduğunu, b* değerini ise ortalama 12 olarak bulduğunu, Kavaz'ın (2015) 10.70 olarak bulduklarını ve literatürdeki çalışmalar arasında ölçülen renk farkının kullanılan hammaddelerin elde edildiği kaynaklardan ve kullanılan konsantrasyonlarındaki farklılıklardan olabileceğini bildirmiştir.

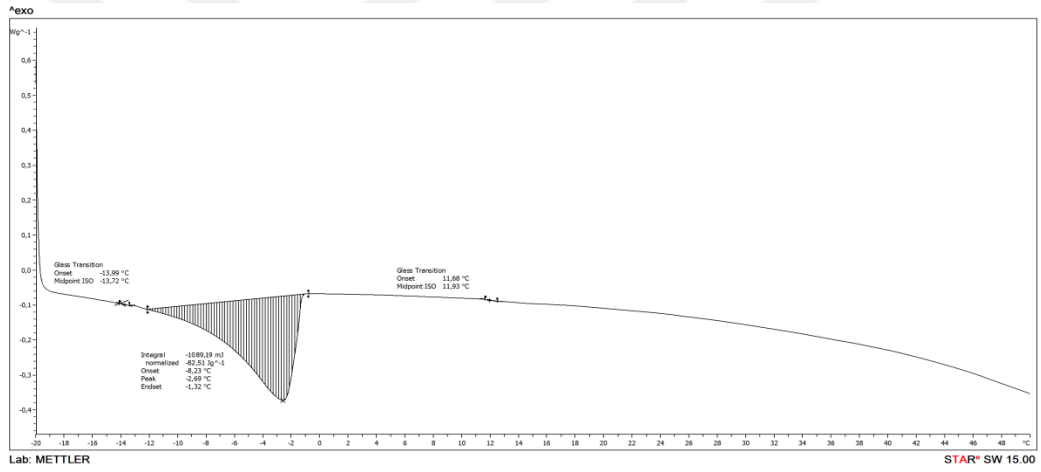
4.2.8 Diferansiyel taramalı kalorimetre (DSC) analizi

DSC analizlerinde dondurma örneklerinin termal özellikleri, soğutma ünitesi ile donatılmış Diferansiyel Taramalı Kalorimetre (Mettler – Toledo marka DSC 1 / 700 model) cihazıyla yapılmış olup, Şekil 4.6'da dondurma örneklerinin DSC grafikleri verilmiştir.

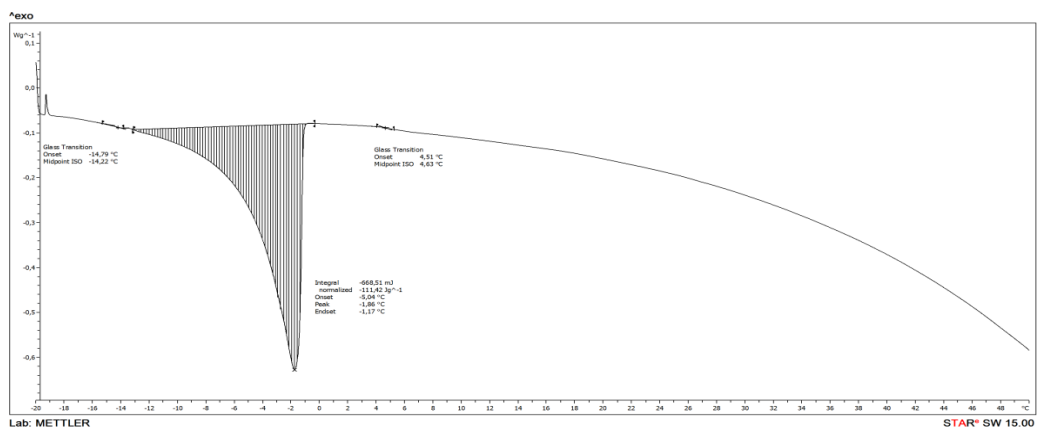
Örnek 1



Örnek 2

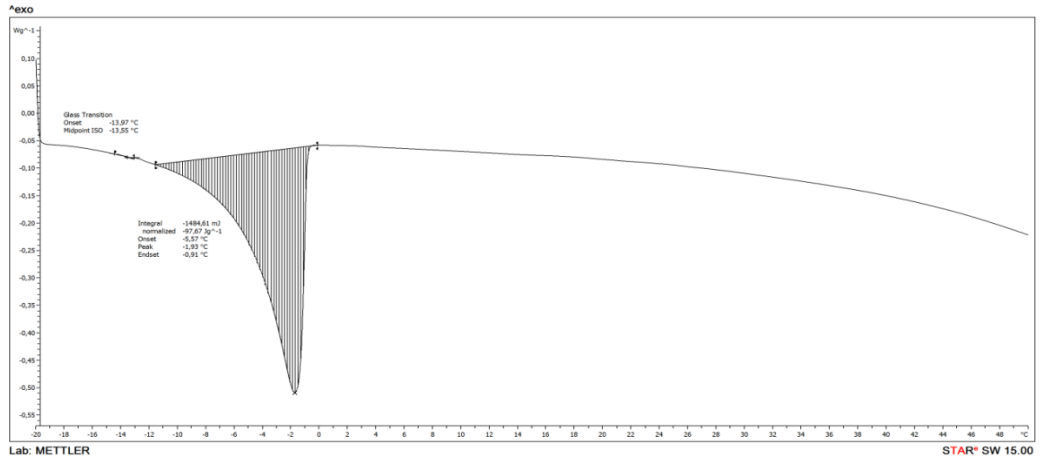


Örnek 3

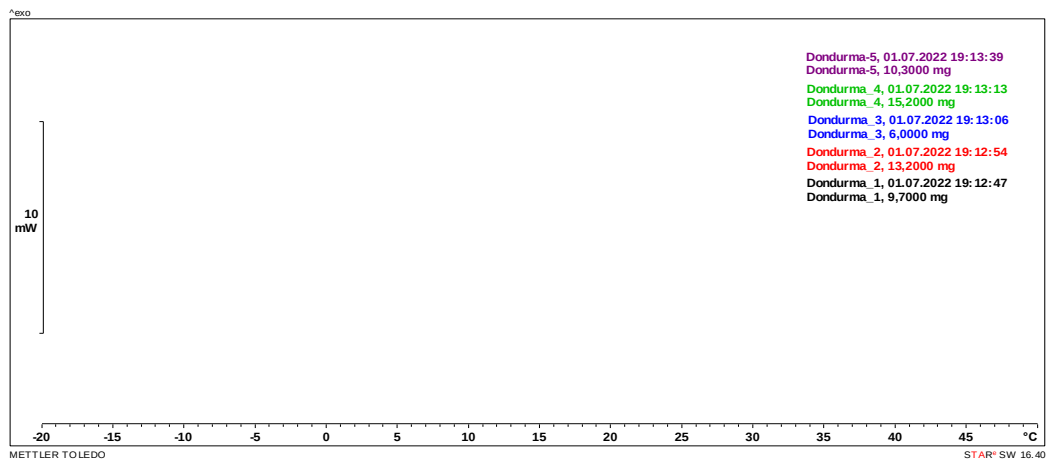
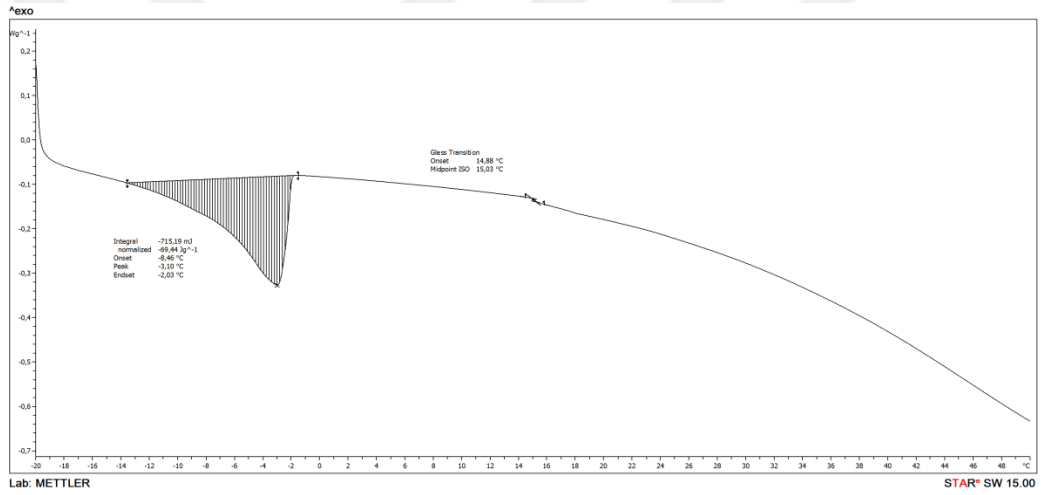


Şekil 4.6 Dondurma örneklerinin DSC grafikleri

Örnek 4



Örnek 5



Şekil 4.6 Dondurma örneklerinin DSC grafikleri (devam)

Dondurma örneklerinin camsı geçiş (T_g) sıcaklıkları $-13.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ile $-14.57\text{ }^{\circ}\text{C}$ arasında değişmektedir. Örneklerde çıkan T_g değerleri emülgatör varlığı ile ilişkilidir. En düşük erime sıcaklığı 5 numaralı dondurma örneğinde bulunmuşken en yüksek erime sıcaklıkları -1.85 ve $-1.88\text{ }^{\circ}\text{C}$ ile 3 ve 4 numaralı örneklerde saptanmıştır. Dondurma örneklerinin erime entalpileri (ΔH) 2, 3, 4 ve 5 numaralı örnekler için sırasıyla -55.37 , -75.60 , -75.03 ve -43.78 J/g olarak tespit edilmiştir.

Genel olarak sabit emülgatör konsantrasyonunda çöven ekstraktı miktarının artırılmasıyla erime entalpisi ve sıcaklığının arttığı gözlemlenmiş olup 3 ve 4 numaralı örneklerde ise çok benzer değerler elde edilmiştir. Buna karşın en düşük erime entalpisi ve sıcaklığına sahip örnek sadece çöven ekstraktı içeren 5 numaralı dondurma örneği olmuştur. Bu durum çövenin dondurmanın erime özelliklerini tek başına yeterli şekilde geliştiremediği fakat emülgatör ile birlikte belirli konsantrasyona kadar sinerjetik etki göstererek dondurmanın özelliklerini olumlu yönde etkilediği söylenebilir.

Kocacık (2021) farklı oranlarda emülgatör ve çöven tozu kullanarak hazırladığı dondurma örnekleri ile yaptığı çalışmada dondurma örneklerinin camsı geçiş orta noktasını -32.00 ile $-32.94\text{ }^{\circ}\text{C}$ olarak ölçmüş, dondurmaların erime özelliklerinden Tilk değerini -7.48 ile $-6.37\text{ }^{\circ}\text{C}$, T_{pik} değerini 0.68 ile $-0.94\text{ }^{\circ}\text{C}$, T_{son} değerini 5.49 ile $3.11\text{ }^{\circ}\text{C}$, ΔT değerini 12.25 ile $11.04\text{ }^{\circ}\text{C}$, ve ΔH değerini 95.99 ile 85.68 J/g arasında, % kuru madde oranlarını ise $\%31.91$ - 32.96 arasında bulmuştur. Literatürlerdeki farklılıklar yapılan dondurma örneklerinin kuru madde oranları ile ilgili olduğu düşünülmektedir.

4.2.9 Duyusal analizler

Dondurma örneklerinin duyusal analizlerini gerçekleştiren panalist grubu 21 kişiden oluşmuştur ve bu değerlendirilmesinde TS 4265 (Dondurma-Süt Esası)'de belirtilen kriterler kullanıldı (Anonim 1992, Özel 2018). Bu kriterlere Genel Beğeni kriteri de eklenerek çizelge 4.20 oluşturulmuştur. Dondurma örneklerinin duyusal niteliklerinin saptanmasında kullanılan puanlama ölçütleri ve test sonuçları verilmiştir (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.20 Dondurma örneklerinin duyuşal niteliklerinin saptanmasında kullanılan puanlama ölçütleri ve test sonuçları

Özellik	Nitelik	Puan	Örnek 1	Örnek 2	Örnek 3	Örnek 4	Örnek 5
RENK ve GÖRÜNÜŞ	ÇOK İYİ	5	6	8	9	11	12
	İYİ a) Rengin net olmaması b) Görünümde biraz bozukluk	4	7	5	9	8	5
	AZ KUSURLU a) Rengin tabii olmaması	3	7	6	2	2	3
	KUSURLU a) Görünüm çok bozuk	2	1	2	1	0	1
	Teste katılan panelist sayısı		21	21	21	21	21
Örneklerin aldığı toplam puan			81	82	89	93	91
Özellik	Nitelik	Puan	Örnek 1	Örnek 2	Örnek 3	Örnek 4	Örnek 5
YAPI ve KIVAM	ÇOK İYİ	5	2	5	8	7	9
	İYİ a) Sıkı ve sert	4	13	9	7	9	6
	AZ KUSURLU a) Hava kabarcıklı ve delikli b) Yapışkan c) Dağılan, gevşek d) Islak, çamurumsu	3	5	6	5	4	2
	KUSURLU a) Kristalleşme olmuş	2	1	1	1	1	4
	Teste katılan panelist sayısı		21	21	21	21	21
Örneklerin aldığı toplam puan			79	81	85	85	83

Çizelge 4.20 Dondurma örneklerinin duysal niteliklerinin saptanmasında kullanılan puanlama ölçütleri ve test sonuçları (devam)

Özellik	Nitelik	Puan	Örnek 1	Örnek 2	Örnek 3	Örnek 4	Örnek 5
TAT ve KOKU	ÇOK İYİ	5	1	5	6	7	6
	İYİ a) Çok düşük asitlik b) Şekerde azlık c) Şekerde fazlalık	4	9	6	9	9	6
	AZ KUSURLU a) Yanığimsı,acı, maltımsı b) Sütten gelmiş olabilecek yem kokusu c) Aromada eksiklik d) Aromada fazlalık e) Pişmiş tat f) Çok yüksek asitlik	3	7	9	6	4	5
	KUSURLU a) Küf benzeri tat b) Aşırı ekşi tat c) Mayamsı d) Sabunumsu ve acı	2	4	1	0	1	4
	Teste katılan panelist sayısı		21	21	21	21	21
Örneklerin aldığı toplam puan			70	78	84	85	77
Özellik	Nitelik	Puan	Örnek 1	Örnek 2	Örnek 3	Örnek 4	Örnek 5
GENEL BEĞENİ	ÇOK İYİ	5	2	4	6	4	6
	İYİ	4	9	9	9	12	6
	ORTA	3	10	8	5	3	6
	AZ KUSURLU	2	0	0	1	2	3
Teste katılan panelist sayısı			21	21	21	21	21
Örneklerin aldığı toplam puan			76	80	83	81	78

Örneklerin renk ve görünüş değerlendirme ortalamaları arası fark (Çizelge 4.21) istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p = 0.018$). Farklılığın kaynağını tespit için grup ortalamaları karşılaştırıldığında Örnek 1 ortalaması Örnek 3, Örnek 4 ve Örnek 5 ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı düşük (sırasıyla ortalamalar arası fark 0.381, 0.571 ve 0.476) bulunmuştur. Ayrıca Örnek 3 ortalaması Örnek 2 ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı yüksek (0.333) bulunmuştur (Çizelge 4.21). Dondurma örnekleri ile yapılan duyusal testlerin sonuçları renk ve görünüş açısından değerlendirildiğinde örnekteki çöven ekstraktı oranı arttıkça beğenilme oranının da arttığı ve 4 numaralı örneğin yani % 0.5 çöven ekstraktı ilave edilen örneğin en yüksek puan aldığı görülmüştür.

Çizelge 4.21 Örneklerin renk ve görünüş karşılaştırılması

Örnek	N	Ort	Std Sapma	F	P
Örnek 1	21	3.86a	0.91		
Örnek 2	21	3.90a,b	1.04		
Örnek 3	21	4.24c	0.83	3.157	0.018
Örnek 4	21	4.43b,c	0.68		
Örnek 5	21	4.33b,c	0.91		

Tek-yönlü Anova analizi ve Tukey Post Hoc Testi uygulanmış olup, %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmayan grup ortalamaları aynı harf ile indislenmiştir.

Dondurma örnekleri ile yapılan duyusal testlerin sonuçları yapı ve kıvam açısından değerlendirildiğinde örnekteki çöven ekstraktı oranı arttıkça beğenilme oranının da arttığı ve 3 ve 4 numaralı örneğin yani %0.25 ve % 0.5 çöven ekstraktı ilave edilen örneklerin en yüksek puan aldıkları görülmüştür. Örneklerin yapı ve kıvam değerlendirmeleri ortalamaları arası fark (Çizelge 4.22) istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p = 0.810$).

Çizelge 4.22 Örneklerin yapı ve kıvam karşılaştırılması

Örnek	N	Ort	Std Sapma	F	P
Örnek 1	21	3.76	0.70		
Örnek 2	21	3.86	0.85		
Örnek 3	21	4.05	0.92	0.398	0.810
Örnek 4	21	4.05	0.86		
Örnek 5	21	3.95	1.16		

Tek-yönlü Anova analizi

Dondurma örnekleri ile yapılan duyuşal testlerin sonuçları tat ve koku açısından değeriendirildiğinde örnekteki çöven ekstraktı oranı arttıkça beğenilme oranının da arttığı ve 3 ve 4 numaralı örneğin yani %0.25 ve % 0.5 çöven ekstraktı ilave edilen örneğin en yüksek puan aldığı görülmüştür. Örneklerin tat ve koku değeriendirmeleri ortalamaları arası fark (Çizelge 4.23) istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p = 0.079$).

Çizelge 4.23 Örneklerin tat ve koku karşılaştırılması

Örnek	N	Ort	Std Sapma	F	P
Örnek 1	21	3.33	0.86		
Örnek 2	21	3.71	0.90		
Örnek 3	21	4.00	0.77	2.177	0.079
Örnek 4	21	4.05	0.86		
Örnek 5	21	3.67	1.11		

Tek-yönlü Anova analizi

Dondurma örnekleri ile yapılan duyuşal testlerin sonuçları genel beğeni açısından değeriendirildiğinde 3 numaralı örneğin yani % 0.25 çöven ekstraktı ilave edilen örneğin en yüksek puan aldığı görülmüştür. Örneklerin genel beğeni değeriendirmeleri ortalamaları arası fark (Çizelge 4.24) istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p = 0.687$).

Çizelge 4.24 Örneklerin genel beğeni karşılaştırılması

Örnek	n	Ort	Std Sapma	F	P
Örnek 1	21	3.62	0.67		
Örnek 2	21	3.81	0.75		
Örnek 3	21	3.95	0.86	0.567	0.687
Örnek 4	21	3.86	0.85		
Örnek 5	21	3.71	1.06		

Tek-yönlü Anova analizi

Bu test sonuçlarına göre duyuusal testteki Renk-Görünüş hariç, Yapı-Kıvam, Tat-Koku ve Genel Beğeniden oluşan analiz kriterlerinin hepsinde de örnekler istatistiki açıdan anlamlı bir farka sahip değildir. Ama genel olarak sıraladığımızda Renk-Görünüş açısından 4 numaralı örnek, Yapı-Kıvam açısından 3 ve 4 numaralı örnekler, Tat-Koku açısından 3 ve 4 numaralı örnekler ve Genel Beğeni açısından ise 3 numaralı örnek en yüksek duyuusal puanları almıştır.

Murtaza vd. (2004) tarafından üretilen farklı emülgatör oranları olan dondurmaların duyuusal değerlendirmesinde depolamaya bağlılık açısından herhangi bir farklılık meydana getirmediğini bildirmişlerdir.

Acan vd. (2020) tarafından dondurma üretiminde hacim artırıcı olarak şeker yerine %100'e kadar şeker pancarı melası tozu ilave edilmesinin dondurmaların duyuusal özelliklerine etkisi araştırılmış ve %50'nin üzerindeki ikamelerin aroma ve genel kabul edilebilirlik düzeyinde azalma gösterdiğini ve ikame oranının %25'in üzerinde olmaması gerektiğini bildirmişlerdir.

Chavan vd. (2017) chia tohumunu stabilizör olarak %0.1-%0.4 arasında dondurmaya ilave ettiklerinde %0.3 chia konsantrasyonundaki dondurmanın diğer numunelere göre duyuusal olarak daha yüksek puan aldığını ve kalite özelliklerinde önemli bir değişiklik olmaksızın dondurmada teknolojik olarak uygulanabilir olduğu bildirmişlerdir.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Dondurma miksi örneklerinin reolojik analizlerinde artan kayma hızına bağlı olarak kayma gerilmesi değerinde azalan bir artış gözlemlenmiştir. Yani kayma hızındaki artıştan dolayı dondurma mikslerinin viskozitesinde bir azalma gözlemlenmiştir. Dondurma mikslerinin tümü, tipik akış davranışı olan Newton tipi olmayan bir kayma incelmeye akış özelliği göstermiştir. Literatürde de benzer sonuçlar bildirilmiştir (Martin vd. 2008, Karaman ve Kayacier 2012). Dondurma miksinin bu tip akış davranışı, kayma hızı artması sonucu protein ve stabilizatörler arasındaki etkileşimin zayıflaması ile birlikte yapıda gözlenen zayıflama deformasyon ile açıklanabilmektedir (Sharma vd. 2017).

Dondurma miksi numunelerinin dinamik reolojik davranışı tüm frekans aralığında G' değeri G'' değerinden yüksektir. Bu sonuç, dondurma miksi örneklerinin tamamının viskoelastik katı karakter sergilediğini göstermektedir. Benzer sonuçlar daha önce yayınlanmış çalışmalarda da bildirilmiştir (Toker vd. 2013, Atik vd. 2021).

Dondurma miksi ve dondurma örneklerinde kullanılan emülgatör ve çöven ekstraktı miktarına göre yağ damlacık boyutunun farklı davranış gösterdiği gözlemlenmiştir. Çöven ekstraktı içeren numunelerin yağ partikül boyutlarının daha düşük ve homojen bir dağılım gösterdiği açıkça görülmüştür. Dondurma miksi ve dondurma örneklerinde Çöven ekstraktı oranı arttıkça homojen dağılım artmıştır ve en homojen dağılım 5 numaralı örnekte tespit edilmiştir. Bu, çöven ekstraktının dondurma mikslerinin emülsiyon özelliklerini geliştirmek için kullanılabileceğini gösterir. Yağ damlacığının daha düşük damlacık boyutu ve homojen dağılımı, çöven ekstraktının saponin zenginliği ile açıklanabilir. Saponin ve emülgatörün hidrofilik ve lipofilik denge değerleri (HLB) arasındaki fark bu sonuca neden olmuş olabilir. Saponin, yağ-su arayüzünde daha yüksek adsorpsiyon kinetiği ve sonuçta yağ damlacık boyutunda bir azalma ile sonuçlanan yüksek bir HLB değeri göstermiştir (Salminen vd. 2020). Saponin'in hidrofilik grupları aracılığıyla suda kolay çözünmesi ve diğer bileşenlerle etkileşimi, dondurma miksindeki yağ damlacığı dağılımı üzerinde olumlu bir etki yapmış olabilir. Literatürde de benzer sonuçlar bildirilmiştir (Jarzebski vd. 2020,

Salminen vd. 2020). Kocacık (2021) farklı oranlarda emülgatör ve çöven tozu kullanarak hazırladığı dondurma örnekleri ile yaptığı çalışmada emülgatör kombinasyonu içerisinde çöven oranının arttığı dondurma örneklerinde daha az buz kristali oluşumu gözlemlendiğini bildirmiştir.

Dondurma örneklerinin bulunan pH değerleri 6.23 ile 6.30 arasında değişmekte olup literatürdeki çalışmalarla oldukça benzerlik göstermektedir. Kocacık (2021) ise çöven tozunu farklı oranlarda katarak ürettiği dondurma örneklerinin pH değerlerini 6.40-6.44 arasında bulmuştur.

Dondurma örneklerinde yapılan hacim artışı analizlerindeki ortalama sonuçlara göre %36'lık bir artış oranıyla 5 numaralı örnekte yani %0.40 çöven ekstraktı ilave ettiğimiz dondurma örneğinde en yüksek hacim artışı tespit edilmiştir. Diğer örnekler kendi aralarında kıyaslandığında istatistiki açıdan herhangi bir farklılık göstermemektedir. Bütün sonuçlar birlikte kıyaslandığında ise normal dondurma formülasyonuna emülgatör yerine çöven ilave edilerek üretilen 5 numaralı örneğin istatistiki açıdan diğer dondurma örneklerine göre daha yüksek hacim artışı sağladığı görülmektedir. Kocacık (2021) tarafından farklı oranlarda emülgatör ve çöven ekstraktı tozu ilave edilerek üretilen dondurmaların hacim artışları hesaplanmış ve en fazla hacim artışını hiç emülgatör kullanmadan aynı zamanda en fazla çöven tozu kullanarak ürettiği örnekte tespit etmiştir. Bizim çalışmamızda da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Dondurma örneklerinde üç paralelli yapılan ilk damlama analizlerinin ortalamasına göre değerler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş ve normal dondurma örneği en geç damlamayı gösterirken %0.5 çöven ekstraktı ilave edilen dondurma örneklerinin ilk damlama süreleri kısa olmuştur. Tamamen erime analizlerine göre de %0.5 çöven ekstraktı ilave edilen dondurma örneklerinin tamamen erime süreleri kısa olmuştur. Kocacık (2021) çöven oranı ve depolama sürecine bağlı olarak farklı çöven oranlarında hazırladığı dondurma örneklerinin ilk damlama süreleri ve tamamen erime süreleri analiz etmiş ve istatistiksel bir farklılık olmadığını belirtmiştir.

Dondurma örneklerinde üç paralelli yapılan 30., 40., 50. ve 90. dakika erime miktarları analizine göre 30. dakikada sadece 3 ve 4 numaralı örneğin damlama yaptığı, 40. dakika erime miktarlarında örnekler arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı 50. ve 90. dakika erime miktarları analizinde en geç erimeyi 1 numaralı yani normal dondurma örneğinin gösterdiği en fazla erimeyi ise 4 numaralı yani %0.5 çöven ekstraktı ilave ettiğimiz örneğin gösterdiği tespit edilmiştir.

Dondurma örneklerinin DSC analizi sonuç değerlerine göre genel olarak sabit emülgatör konsantrasyonunda çöven ekstraktı miktarının artırılmasıyla erime entalpisi ve sıcaklığının arttığı gözlemlenmiş olup 3 ve 4 nolu örneklerde ise çok benzer değerler elde edilmiştir. Buna karşın en düşük erime entalpisi ve sıcaklığına sahip örnek sadece çöven ekstraktı içeren 5 nolu dondurma örneği olmuştur. Bu durum çövenin dondurmanın erime özelliklerini tek başına yeterli şekilde geliştiremediği fakat emülgatör ile birlikte belirli konsantrasyona kadar sinerjetik etki göstererek dondurmanın özelliklerini olumlu yönde etkilediği söylenebilir.

Dondurma örnekleri ile yapılan duyuşal testlerin sonuçları renk ve görünüş açısından değerlendirildiğinde örnekteki çöven ekstraktı oranı yüksek olan 4 ve 5 numaralı örneklerin, yapı ve kıvam açısından değerlendirildiğinde çöven ekstraktı oranı yüksek olan 3 ve 4 numaralı örneklerin, tat ve koku açısından değerlendirildiğinde örnekteki çöven ekstraktı oranı yüksek 3 ve 4 numaralı örneklerin ve genel beğeni açısından değerlendirildiğinde de yine çöven oranı yüksek 3 numaralı örneğin en yüksek puan aldığı görülmüştür. Fakat duyuşal testteki Tat-Koku, Yapı-Kıvam ve Genel Beğeniden oluşan analiz kriterlerinin hepsinde de örnekler istatistiki açıdan anlamlı bir farka sahip değildir.

Kocacık (2021) farklı oranlarda emülgatör ve çöven tozu kullanarak hazırladığı dondurma örnekleri ile yaptığı çalışmada dondurma örneklerinde duyuşal olarak analiz edilen renk, görünüş, yapı, kıvam, tat, koku puanları üzerinde, çöven oranı açısından istatistiksel bir farklılık olmadığını bildirmiştir. Çelik vd. (2007) tarafından yapılan sünger keklerin duyuşal değerlendirmelerinde çiğneyebilme açısından en yüksek puanları çöven ekstraktı ilave edilmiş kekler almıştır. Shahi vd. (2021) *Acanthophyllum*

squarrosun köklerinden elde ettikleri saponin içerikli ekstraktları emülgatör ve stabilizatör olarak dondurmaya ilave ettikleri çalışmada, dondurmada ekstraktın konsantrasyonu arttıkça daha fazla acılık algılanmasına rağmen genel kabul edilebilirlik puanlarında olumsuz bir etkisi olmadığını bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda genel kabul edilebilirlik puanları bakımından dondurmalar arasında istatistiksel olarak bir farklılık olmaması avantaj oluşturmaktadır. Uslu vd. (2010) çöven ekstraktının sultan lokumuna ayrı bir lezzet kazandırdığı ve duyuusal analizde %8, %12, %20 nişasta içerikli sultan lokumlarından sadece %12 nişasta içeren lokumlara çöven suyu katmış ve bu örneklerin duyuusal özelliklerinin diğer örneklerden daha üstün olduğunu belirtmişlerdir.

Keçeli ve Konar (2003), stabilizatör kaynağı olarak çöven, salep, arap sakızı, jelatin, keçiyoynuzu ve karboksimetilselülozü dondurma üretiminde kullanılmasını kıyaslama yaptıkları çalışmada, tüm dondurmaların duyuusal açıdan birbirine yakın puan almış olması, bizim çalışmamızdaki duyuusal analiz sonuçları ile uyusmaktadır.

Sonuç olarak, çöven ekstraktının günlük alınabilecek maksimum doz sınırları içerisinde tek başına olmasa da emülgatör ile birlikte belirli oranlarda kullanılmasıyla dondurma mikslерinin emülsiyon özelliklerini geliştirdiğı belirlenmiştir. Ayrıca daha düşük yağ damlacıkları oluşmasını sağladığı, daha homojen bir dağılım sağladığı ve miksin karıştırılarak dondurulması aşamasında bünyesine daha fazla hava alarak elde edilen dondurmalarda daha yüksek hacim artışı sağladığı görülmüştür. Tat, koku, yapı, kıvam ve genel beğeni açısından da olumlu etkilerinin olduğu belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Acan, B.G. Toker, O.S., Aktar, T., Tamturk, F., Palabiyik, I. ve Konar, N. 2020. Using spray-dried sugar beet molasses in ice cream as a novel bulking agent. *International Journal of Food Science and Technology*, 55, 1298-1310.
- Acebes, B., Diaz-Lanza, A.M. ve Bernabe, M. 1998. A saponin from the roots of *Gypsophila bermejoi*. *Phytochemistry Vol.49(7)*, 2077-2079.
- Akçiçek, A. 2017. Soğuk pres tekniği ile elde edilen chia tohumu atıklarının salata sosu üretiminde kullanılması. Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İstanbul.
- Al, M. 2018. Farklı pH değerlerindeki dondurma mikslерinin ve dondurma üretim yöntemlerinin kefir dondurmasının fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Antalya
- Anisimov, M. ve Chirva, V.J. 1980. Die biologische bewertung von triterpenglycoside. *Pharmazie*, 35, 731-738.
- Anonim 1992. TS 4265 Dondurma-Süt Esaslı Standardı, Türk Standartları Enstitüsü, 17 ss, Ankara.
- Anonim. 2012. Duyuşal Test Teknikleri- Gıda Teknolojisi. MEGEP, 13s., Ankara.
- Anonim. 2013. Web Sitesi: <https://tr.wikipedia.org/wiki/Çöven>, Erişim Tarihi: 11.06.2020.
- Anonim. 2014. Web Sitesi: <http://www.botanli.com/>, Erişim Tarihi: 11.06.2020.
- Anonim. 2016. Web Sitesi: https://www.tarimorman.gov.tr/ABDGM/Belgeler/%C4%B0DAR%C4%B0%20%C4%B0%C5%9ELER/D%C4%B1%C5%9F%20Pazar%20Stratejileri/Dondurma%20Sekt%C3%B6r%20Raporu_07102016.pdf, Erişim Tarihi: 18.03.2022.
- Anonim. 2020. Web Sitesi: <https://www.foodelphi.com/dondurma-analizleri/>, Erişim Tarihi: 15.06.2020.
- Anonim. 2021a. Web Sitesi: <https://www.kalealti.com/>, Erişim Tarihi: 21.09.2021.
- Anonim. 2021b. Web Sitesi: <https://www.labcihazlari.com/urun/konica-minolta-cr-400-cr-410-renk-olcum-cihazi-kromametre/>, Erişim Tarihi: 22.11.2021.
- Anonim. 2021c. Web Sitesi: <http://www.turktarim.gov.tr/Haber/642/yazin-vazgecilmezi-dondurma-moral-artiriyor-mutluluk-veriyor>, Erişim Tarihi:

09.07.2022.

- Anonim. 2022a. Web Sitesi: <https://hubtuam.hitit.edu.tr/tr/detay/diferansiyel-taramali-kalorimetre-dsc>, Erişim Tarihi: 26.04.2022.
- Anonim. 2022b. Web Sitesi: <https://www.incekara-yasambilim.com.tr/tr/mikroskoplar-ve-goruntuleme-cozumleri/upright-mikroskoplar>, Erişim Tarihi: 05.09.2022.
- Anonim. 2022c. Web Sitesi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2022/10/20221026-3.htm>, Erişim Tarihi: 01.02.2023.
- Anonim. 2023. Web sitesi: <https://www.odakkimya.com.tr/lab-renk-degerleri-nedir>, Erişim Tarihi: 02.02.2023.
- Aslantürk, M. 2018. Farklı oranlarda inek ve keçi sütü kullanılarak üretilen maraş dondurmasında doğal salep ve stabilizan karışımının etkisinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Kahramanmaraş.
- Atik, İ., Tekin Cakmak, Z.H., Avcı, E., Karasu, S. The Effect of Cold Press Chia Seed Oil By-Products on the Rheological, Microstructural, Thermal, and Sensory Properties of Low-Fat Ice Cream. *Foods*. 2021; 10(10):2302.
- Atsan, E. 2004. Değişik oranlarda kullanılan emülgatör ve stabilizörlerin dondurmanın bazı kalite kriterleri üzerine etkisi. Doktora Tezi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Erzurum.
- Atsan, E. ve Çağlar, A. 2008. Farklı stabilizör kullanımının dondurmanın bazı fiziksel ve duyu özellikleri üzerine etkisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 39(2),195-200.
- Ayar, A., Sıçramaz, H., Öztürk, S. ve Öztürk Yılmaz, S. 2018. Probiotic properties of ice creams produced with dietary fibres from by-products of the food industry. *International Journal of Dairy Technology*, 71(1), 174-182.
- Ayhan, E.,E., Karagözlü, C. 2019. The Quality Attributes of Probiotic Ice Creams Produced by Different Rates of Goat Milk, *Ege Univ. Ziraat Fak. Derg.*, 56 (1):121-128,
- Badem, A. 2006. Keçiyoynuzu pekmezli dondurma üretiminde kullanılan Karragenan, ksantan ve keçiyoynuzu zamlarının dondurmaların kaliteleri üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Antalya
- Battal, H. 2002. Çöven ekstraktı üretimi üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı 44ss, Ankara.

- Battal, H., Sarı, F. ve Velioğlu, S. 2003. çöven ekstraktı üretimi üzerine bir Araştırma. Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 4,75-84.
- Batu,A., Elyıldırım, F. 2009, Geleneksel helvaüretim teknolojisi. Gıda Teknolojileri ElektronikDergisi, 4(3), 32-43.
- Baylan, N. 1990. Tahin helvalarında saponin miktarı üzerinde araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu Tarım ve Ormancılık Araştırma Grubu, Proje No: TOVAG-706.
- Baysal, S. 2019. Beyaz peynirde enstrümental tekstür ve duyusal analizler arasındaki korelasyonun değerlendirilmesi üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı 63ss, Bursa.
- Baylan, N., Artık, N. ve Cemeroğlu, B. 1993. Tahin helvalarında saponin miktarı üzerine araştırma. Doğa, 17,785-800.
- Biasutti, M., Venir, E., Marino, M., Maifreni, M., Innocente, N. 2013. Effects of high pressure homogenisation of ice cream mix on the physical and structuralproperties of ice cream. International Dairy Journal, 32(1), 40-45.
- Caldwell, K. B., Goff, H. D.ve Stanley, D. W.1992. "A low-temperature scanning electron microscopy study of ice cream. II Influence of selected ingredients and processes." Food Structure Vol. 11,11-23
- Ceyhun Sezgin, A.E. ve Artık, N. 2010. Determination of Saponin content in Turkish tahini halvah by using HPLC. Advance Journal of Food Scienc eand Technology, 2(2), 109-115.
- Chavan, V.R., Gadhe, K.S., Dipak, S. ve Hingade, ST. 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.
- Cottrell, J.I.L., Pass, G. ve Phillips, G.O. 1980. The effect of stabilizers on the viscosity of an ice cream mix. J. Food Sci. Agric., 31, 1066-1070
- Çağlayanlar, E. 2006. Çöven ekstraktının maya performansı, hamur reolojik özellikleri ve ekmek kalitesi üzerine etkisi. Doktora Tezi. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 48s., Denizli.
- Çam, İ.B. 2010. Helva ve lokum üretimi amaçlı çöven konsantresi ve çöven tozu üretimi. Yüksek Lisans Tezi. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 2-14s., Antalya.
- Çelik, İ., Yılmaz, Y., Işık, F. ve Üstün, Ö. 2007. Effect of soapwort extract on physical

and sensory properties of sponge cakes and reological properties of sponge cake batters. Food Chemistry, 101, 907-911.

- Çelik, Ş., Cankurt, H., Doğan, C. 2010. Safran ilavesinin sade dondurmanın bazı özelliklerine etkisi. Advance Journal of Food Science and Technology, 3s.
- Dağlı, A. 2006. Yoğurt dondurması üretiminde peyniraltı suyu tozu kullanımı. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süt Teknolojisi Ana Bilim Dalı, 29 s. Ankara.
- Daw, E., Hartel, R.W. 2015. Fat destabilization and melt- down of ice creams with increased protein content. International Dairy Journal, 43, 33- 41.
- Dogan, M., Kayacier, A., Toker O.S., Yılmaz, M.T., Karaman, S. 2013. Steady, dynamic, creep, and recovery analysis of ice cream mixes added with different concentrations of xanthan gum. Food Bioprocess Tech 6: 1420–1433
- Ersöz, N.B. 2012. Pirinç sütü ile düşük kalorili dondurma üretimi. Yüksek Lisans Tezi. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Kayseri.
- Fidan, Ö. 1997. Çorlu piyasasında satılan süt esaslı dondurmaların duyuşal, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Tekirdağ.
- Fons, F., Amella, N., Leyval, C., Saint-Martin, N. ve Henry, M. 2003. Effects of *Gypsophila* saponins on bacterial growth of kinetics and on selection of subterranean clover rhizosphere bacteria. Canadian Journal of Microbiology, 49, 367-373.
- Gülen, A. 2010. Yoğurtlu dondurma üretimi ve reolojik özellikleri. Yüksek Lisans Tezi. Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 11-23s., Bolu.
- Goff, H.D., Jordan, W.K. 1989. Action of Emulsifiers in Promoting Fat Destabilization During the Manufacture of Ice Cream Citation Data Journal of Dairy Science, ISSN: 0022-0302, Vol: 72, Issue: 1, Page: 18-29
- Goff, H.D. 1997. Colloidal aspects of ice-cream- a review. Int. Dairy J., 7, 363-373.
- Hatipoğlu, A. 2007. Bazı yağ ikame maddeleri kullanılarak yapılan yağ oranı düşürülmüş dondurmaların kalite özelliklerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 102s., Şanlıurfa.
- İnan, M. 2006. Çukurova koşullarında farklı kökenli çöven (*Gypsophila sp.*) türlerinde

- kök verimleri ve saponin içeriklerinin araştırılması. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı 103ss, Adana.
- İpek, G. ve Gürbüz, B. 2012. Türkiye’deki Çöven (*Gypsophila L.*) Türleri, Tehlike Durumları ve Kullanım Alanları. Ziraat Mühendisliği , (359) , 26-31
- İzgür, M., ve İlhan, Z. 2002. Antraksila ilgili gelişmeler. YYÜ. Veteriner Fak. Der. 2002, 13 (1- 2), 88- 94
- Jarzebski, M., Siejak, P., Smulek, W., Fathordoobady, F., Guo, Y., Pawlicz, J., Trzeciak, T., Kowalczewski, P.L., Kitts, D.D., Singh, A. ve Pratap Singh, A. 2020. Plant extracts containing saponins affects the stability and biological activity of hempseed oil emulsion system. *Molecules*, 25, 2696. doi:10.3390/molecules25112696
- Kablan, H. , Artık, N. , Karasu, S. , Tekin, Z. H. , Sağdıç, O. ve Cankurt, H. 2022. The effect of gypsophila extract as natural emulsifier on the steady, dynamic rheological behavior and microstructural properties of the ice cream mix. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi* , (38) , 1-7 . DOI: 10.31590/ejosat.1086551
- Kahraman, E. 2021. Endüstri Eczacılığı Kurulu III ders notları-Reoloji, İstanbul Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi.
- Karaman, S. 2009. Çay veya bazı bitki çayları ile aromatize edilmiş dondurma üretim olanaklarının araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 54 s., Kayseri.
- Karaman, S. ve Kayacier, A. 2012. Rheology of ice cream mix flavored with black tea or herbal teas and effect of flavoring on the sensory properties of ice cream. *Food and Bioprocess Technology*, 5(8), 3159-3169. doi:10.1007/s11947-011-0713-5
- Karasu, S. 2009. Yenilebilir bitkisel yağlı sütlü buzun reolojik özelliklerinin optimize edilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Kayseri.
- Karasu, S. , Çetin, B. ve Toker, Ö. S. 2018. Soğuk Pres Üzüm Çekirdeği Yağı Atığının Düşük Yağlı Yağ/ Su Emülsiyonların Reolojik Özelliklerine Etkisi. *Akademik Gıda*. 16(1): 27-32.
- Kavaz, A. 2015. The effects of blackthorn (*Prunus spinosa L.*) addition on certain quality characteristics of ice cream. *Journal of Food Quality*, 38, 413-421.
- Kawai, H., Kuroyanagi, M., Umehara, K., Ueno, A. ve Satake, M. 1988. Studies on the saponins of *Lonicera japonica* THUNB. *Chem. Pharm. Bull.*, 36, 4769-4775.
- Kaya, S. ve Tekin, A.R. 2001. The effect of *salep* content on the rheological characteristics of a typical ice-cream mix. *J. Food Engineering* 47, 59-62.

- Kaya,E., Tuğba Karabekmez Erdem, T.ve Tekin, F.B. 2017.Maraş dondurması üretimi ve üretilen dondurmanın fizikokimyasal niteliklerinin belirlenmesi. Caucasian Journal of Science, 45-56
- Keçeli, T. ve Konar, A. 2003. Salep ve alternatif bazı stabilizatör maddelerin inek sütünden yapılan dondurmaların özelliklerine olan etkileri. Gıda, 28, 4, 415-419.
- Kılınç, M. 2021. Mikroenkapsüle *l. Acidophilus* ilave edilerek üretilen dondurmaların depolanması sırasında bazı fizikokimyasal tekstürel termal ve mikroyapısal özelliklerindeki değişimlerin belirlenmesi. Doktora Tezi. Afyon Kocatepe Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Afyon.
- Kır, R. 2007. Farklı tip yağ kullanımının dondurmanın fiziksel, kimyasal ve duyuşal kalite özellikleri üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 16,17,19,66 ss, Konya.
- Kocacık, A. 2021. Çöven ekstraktının kurutulması ve dondurmada emülgatör olarak kullanılmasının araştırılması. Doktora Tezi. Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 46,51 ss, Ordu.
- Korkmaz, M. And Özçelik, H. 2011. Economic importance of *Gypsophila L.*, *Ankyropetalum Fenzl* and *Saponaria L.* (Caryophyllaceae) taxa of Turkey. African Journal of Biotechnology Vol. 10(47), p. 9533-9541.
- Koyun, A. 2009. Endüstriyel dondurma üretiminde yağsız süt tozu yerine, peyniraltı suyu protein konsantresi kullanımının dondurmaya uygunluğunun araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Tekirdağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 40 s., Tekirdağ.
- Koyuncu, M., Kılıç, C.S. ve Güvenç, A. 2008. Soaprootyieldingplants of east anatolia andtheirpotential in nature. TurkishJournal of Botany, 32(6), 489-494.
- Köroğlu, Ö. 2015. Kefir dondurması üretimi üzerine bir çalışma. Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 55 s., Kahramanmaraş.
- Küçükçeltik, İ. ve Fidan, A. 2008. Saponinler ve bazı biyolojik etkileri . Kocatepe Veterinary Journal , 1 (1) , 89-96.
- Marshall, T., and W.S. Arbuckle. 1996. Ice Cream. 5th ed. Chapman and Hall, 115 Fifth Aveue New York, NY. 10003. p 349.
- Martin, P. J., Odic, K. N., Russell, A. B., Burns, I. W. ve Wilson, D. I. 2008. Rheology of commercial and model ice creams. Applied Rheology, 18(1). Retrieved from <Go to ISI>://WOS:000254452800009

- Ma, Z., Boye J. I. 2013. Advances in the Design and Production of Reduced Fat and Reduced-Cholesterol Salad Dressing and Mayonnaise: A Review, Food and Bioprocess Technology, 6(3): 648-670.
- Meydani, E. 2008. Samsun'da üretilen sade tahin helvalarının özellikleri. Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 74 s, Samsun.
- Morzycki, J. W. ve Gryszkiewicz, A. 2001. Synthesis of the potent antitumor saponin OSW-1 aglycone. Polish Journal of Chemistry, 75, 983-989.
- Murtaza, M.A., Mueenuddin, G., Huma, N., Shabbir, MA., ve Mahmood, S. 2004. Quality evaluation of ice cream prepared with different stabilizers/emulsifier blends. International Journal of Agriculture and Biology, 6, 65-67.
- Oakenfull, D. 1981. Saponin in Food-A Review. FoodChem., 6,19-40.
- Osborn, A. E. 2002. Saponins in Cereals. Phytochemistry, 62,1-4.
- Özçelik, H. Ve Özgökçe, F. 2021. Taxonomic contributions to genus *Gypsophila* in Turkey and a new taxon from Erzurum: *G. Venusta* subsp. *staminea*. Anatolian Journal of Botany, 5(1): 6-18 (2021)
- Özçelik, H. ve Yıldırım, B. 2011. Türkiye çövenlerinin (*Gypsophila* L. ve *Ankyropetalum* Fenzl spp.) ekonomik önemi, kullanım olanakları ve korunması üzerine düşünceler. Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 12, 57-61.
- Özel, E. 2018. Farklı basınç ve sıcaklık derecelerinde homojenize edilen dondurma karışımlarından üretilen dondurmaların fizikokimyasal ve duyu özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 1-27s., Antalya.
- Özgüç, S., Kayalar H. ve Zeybek U. 2018. Meme kanserinde etkili tıbbi bitkiler ve sekonder metabolitleri. Ankara Ecz. Fak. Derg. / J. Fac. Pharm. Ankara, 42(2), 42-62.
- Papadopoulou, K., Melton, R. E., Leggett, M., Daniels, M. J. ve Osborn, A. E. 1999. Compromised disease resistance in saponin-deficient plants. Proceedings of The National Academy of Sciences, 96(22), 12923-12928.
- Pazır, F., Özdikicierler, O. ve Dirim, N. 2013. Tahin helvası üretiminde çöven ekstraktı tozunun kullanılması. Ege Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 38 (2), 95-101, İzmir.
- Poslu, H. 2006. *Gypsophila Eriocalyx Boiss*'den saponin ekstraksiyonu ve kimyasal yapısının tayini. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya, 73s., Ankara.

- Price, K.R., Johnson, I.T. ve Fenwick, G.R. 1987. The chemistry and biological significance of saponins in foods and feeding stuffs. CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr., 26(1), 27-135.
- Romussi, G., Caffaggi, S. ve Bignardi, G. 1980. Hemolytic action and surface activity of triterpenesaponins from *Anchusa officinalis* L. Part 2: on the constituents of Boraginaceae. Pharmazie, 35, 498-499.
- Salminen, H., Bischoff, S. ve Weiss, J. 2020. Formation and stability of emulsions stabilized by quillaja saponin-egg lecithin mixtures. Journal of Food Science, 85(4), 1213-1222. doi:<https://doi.org/10.1111/1750-3841.15104>
- Scott, D. A., Glaister, D. 1929. The Action of saponin on antitoxin. The Journal of Biological Chemistry, LXXXIV, No: 1, s. 475-485
- Sezik, E. 1982. Türk Çöveni'nin menşei ve kalitesi. Ankara Eczacılık Fakültesi Mecmuası 12, 41-64.
- Shahi, SK., Didar, Z., Hesarinejad, MA. ve Vazifedoost, M. 2021. Optimized pulsed electric field-assisted extraction of biosurfactants from Chubak (*Acanthophyllum squarrosum*) root and application in ice cream. Journal of the Science of Food and Agriculture, 101, 3693-3706.
- Sharma, M., Singh, A. K. ve Yadav, D. N. 2017. Rheological properties of reduced fat ice cream mix containing octenyl succinylated pearl millet starch. Journal of Food Science and Technology, 54(6), 1638-1645.
- Sherman, P. The Texture of Ice Cream 3. Rheological Properties of Mix and Melted Ice Cream. Food Science and Technology, 31(5), 707-716.
- Sidhu, G. S. ve Oakenfull, D. G. 1986. A mechanism for the hypocholesterolaemic activity of saponins. British Journal of Nutrition, 55(3), 643-649.
- Şen, E., 2021. Soğuk pres *linum usitatissimum* L. tohum yağı atığının yağı azaltılmış dondurmanın reolojik, termal ve duyu özelliklerine etkisinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İstanbul.
- Şen, M.A. 2018. Soğuk Keyif Dondurma. Gıda Mühendisliği Dergisi, (43), 35-40.
- Şimşek, O., Tuncay, İ., Bilgin, B. 2006. Endüstriyel Dondurma Üretiminde Farklı Stabilizatör Kullanımının Dondurma Kalitesine Etkisi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 3 (1)
- Tasneem, M., Siddique, F., Ahmad, A. ve Farooq, U. 2014. Stabilizers: indispensable substances in dairy products of high rheology. Critical reviews in food science and nutrition, 54(7), 869-879.

- Tatlı, İ.İ. ve Akdemir, Z.S. 2004. Saponin, iridoid, phenylethanoid and monoterpene glycosides from *verbascum pterocalycinum* var. *mutense*. Turkish Journal of Chemistry, 28, 111-122.
- Toker, O. S., Karaman, S., Yuksel, F., Dogan, M., Kayacier, A. ve Yilmaz, M. T. 2013. Temperature dependency of steady, dynamic, and creep-recovery rheological properties of ice cream mix. Food and Bioprocess Technology, 6(11), 2974-2985. doi:10.1007/s11947-012-1005-4
- Tuncay, İ. 2001. Endüstriyel dondurma üretiminde farklı stabilizatör kullanımının dondurmanın bazı özellikleri üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı. Tekirdağ
- Uluöz, M., Yiğit, V. ve Gözlü, S. 1972. Tahin helvasında yağın stabilitesinin artırılması üzerinde araştırmalar ön raporu. TÜBİTAK Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Enstitüsü, Gıda Teknolojisi ve Beslenme Ünitesi Yay. No:2, 66-159. İzmir.
- Uluöz, M., Yiğit, V. ve Gözlü, S. 1975. Tahin helvasında yağın stabilitesinin artırılması üzerinde araştırmalar. TÜBİTAK Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Enstitüsü, Beslenme ve Gıda Teknolojisi Bölümü Yay. No:9, Gebze- Kocaeli.
- Uslu, MK., Erbaş, M., Turhan, İ. ve Teti, N. 2010. Nişasta miktarının ve çöven suyu ilavesinin lokumların bazı özellikleri üzerine etkileri. Gıda, 35(5), 331-337.
- Var, I., Gök, F., Kabak, B. 2004. Tahin Helvalarının Mikrobiyolojik Kalitesi. Geleneksel gıdalar sempozyumu, 215-219. Van
- Velioğlu, S. 2001. Çöven ekstraktı üretim koşullarının belirlenmesi ve standardize edilmesi üzerine araştırma. TÜBİTAK TOGTAĞ, Proje No: 2467.
- Wang, S.T., Barringer, S.A. ve Hansen, P.M.T. 1998. Effects of carboxymethylcellulose and guar gum on ice crystal propagation in a sucrose-lactose solution. Food Hydrocolloids, 12, 211-215.
- Yamaguchi, M., Ono, R. ve Ma, Z. J. 2001. Prolonged intake of isoflavone- and saponin- containing soybean extract (*nijuri*) supplement enhances circulating γ -carboxylated osteocalcin concentrations in healthy individuals. Journal of Health Science, 47 (6), 579-582.
- Yaşar, K. ve Güzeler, N. 2009. Mineral madde kaynağı olarak bal ve pekmezin karamanmaraş tipi dondurma üretiminde kullanımı. Akademik Gıda, 7(4), 24-27.
- Yeşilsu, A.F. 2006. Dondurmanın fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri üzerine bazı pekmez çeşitlerinin etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 88 s., Samsun.

Yıldırım, S. 2002. TheChrology of the Turkish Species of Caryophyllaceae, Casuarinaceae, Celastraceae, Ceratophyllaceae and Cercidiphyllaceae Families. Ot Sistemantik Botanik Dergisi, 9(2), 175-199.

Yılmaz,İ. 2001, Dondurma yapımında miksin farklı olgunlaştırma (Aging) sürelerinin dondurmanın ürün kalitesine etkisinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Tekirdag.

Yücekutlu, A.N., Özbey, S. veBildacı, I. 2012. *Gypsophila simonii*: Identification, Extraction, Isolation of Sapogenin and X-Ray Crystallographic Structure of Sucrose. J. Biol. & Chem., 2012, 40 (1), 53–59

