

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BALKABAKLI DONDURMADA FARKLI
STABİLİZÖRLERİN ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Zeliha UYSAL İLTER

Enstitü Anabilim Dalı : GIDA MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ahmet AYAR

Mayıs 2019

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BALKABAKLI DONDURMADA FARKLI
STABİLİZÖRLERİN ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Zeliha UYSAL İLTER

Enstitü Anabilim Dalı

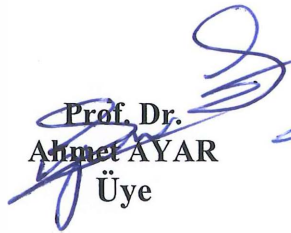
:

GIDA MÜHENDİSLİĞİ

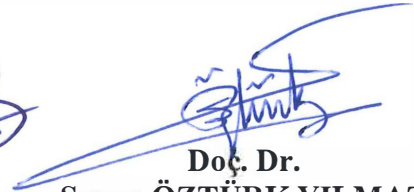
Bu tez 23.05.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir.



**Prof. Dr.
Hayri COŞKUN
Jüri Başkanı**



**Prof. Dr.
Ahmet AYAR
Üye**



**Doç. Dr.
Suzan ÖZTÜRK YILMAZ
Üye**

BEYAN

Tez içinde yer alan tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu beyan ederim.

Zeliha UYSAL İLTER

23.05.2019

TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın planlanması ve yürütülmesine kadar her türlü süreçte bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım danışmanım Prof. Dr. Ahmet AYAR'a teşekkür ederim.

Tüm hayatım boyunca desteğini hep arkamda hissettiğim canım aileme ve sevgili eşime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca bu çalışmanın maddi açıdan desteklenmesine olanak sağlayan Sakarya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Komisyon Başkanlığına (Proje No: 2018-2-7-180) teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
TABLolar LİSTESİ	vii
ÖZET	viii
SUMMARY	ix
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2.	
KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
2.1. Stabilizörler	3
2.1.1. Pektin	5
2.1.2. Karragenan	9
2.1.3. Keçiboynuzu gamı	11
2.1.4. Gıda üretim teknolojisinde stabilizörlerin yeri	12
2.2. Dondurma Üretim Teknolojisi ve Stabilizörlerin Önemi	15
2.3. Balkabaklı Dondurma	23
BÖLÜM 3.	
MATERYAL VE YÖNTEM	27
3.1. Materyal	27
3.1.1. Kullanılan araç-gereçler	28

3.1.2. Kullanılan kimyasal çözeltiler	28
3.1.3. Denemenin kurulması	28
3.1.4. Dondurma üretimi	30
3.2. Analizler	32
3.2.1. pH tayini	32
3.2.2. Titrasyon asitliği	32
3.2.3. Kuru madde miktarı	33
3.2.4. Renk değerleri (L, a ve b)	33
3.2.5. Viskozite	34
3.2.6. Hacim artışı (overrun)	34
3.2.7. Erime süresi analizi	34
3.2.8. Tekstür analizi	35
3.2.9. Duyusal değerlendirme	35
3.2.10. İstatistiksel analizler	38
 BÖLÜM 4.	
ARAŞTIRMA BULGULARI	39
4.1. Dondurmaların Kimyasal Özellikleri	39
4.1.1. pH	40
4.1.2. Titrasyon asitliği	42
4.1.3. Kuru madde	44
4.2. Dondurmaların Fiziksel Özellikleri	46
4.2.1. Viskozite	48
4.2.2. Hacim artışı	49
4.2.3. Tekstür	52
4.2.4. Erime süreleri	54
4.2.4.1. İlk damlama süresi	54
4.2.4.2. Tamamen erime süresi	55
4.2.5. Renk değerleri (L, a ve b)	57
4.3. Dondurmaların Duyusal Özellikleri	58
4.3.1. Soğukluk şiddeti	60
4.3.2. Duyusal sıkılık	61

4.3.3. Duyusal viskozite	62
4.3.4. Pürüzsüzlük	63
4.3.5. Renk ve görünüş	65
4.3.6. Ağız dolgunluğu	66
4.3.7. Tat ve koku	67
4.3.8. Genel kabul edilebilirlik	68

BÖLÜM 5.

TARTIŞMA VE SONUÇ	70
-------------------------	----

KAYNAKLAR	73
-----------------	----

ÖZGEÇMİŞ	86
----------------	----

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

ADI	: Günlük alınması gereken doz miktarı (mg/kg)
CAC	: Uluslararası Gıda Kodeks Komisyonu
CMC	: Karboksimetil selüloz
cP	: Centipoise (viskozite ölçüm birimi)
dak	: Dakika
EC	: Avrupa Topluluğu
FAO	: Gıda ve Tarım Organizasyonu
g	: Gram
GalA	: Galaktronik asit
GMP	: Üretimde en iyi özelliği sağlayabilen miktar
GRAS	: Genel olarak güvenilir olduğu kabul edilen
HEC	: Hidroksi etil selüloz
HM	: Yüksek metoksil
HPC	: Hidroksi propil selüloz
HPMC	: Hidroksipropil metil selüloz
LM	: Düşük metoksil
mbar	: Milibar
MC	: Metil selüloz
MEC	: Metil etil selüloz
NaOH	: Sodyum hidroksit
rpm	: Rounds per minute (devir/dakika)
TGKY	: Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü
°C	: Santigrat Derece
%	: Yüzde

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1. Dondurma üretim akış şeması	31
Şekil 3.2. Duyusal analiz formu (1)	36
Şekil 3.3. Duyusal analiz formu (2)	37
Şekil 4.1. Dondurmaların pH değerleri	40
Şekil 4.2. Dondurmaların titrasyon asitliği (%) değerleri	43
Şekil 4.3. Dondurmaların kuru madde (%) değerleri	45
Şekil 4.4. Dondurmaların viskozite değerleri (cP)	48
Şekil 4.5. Dondurmaların hacim artışı oranları (%)	50
Şekil 4.6. Dondurmaların sertlik değerleri (g)	53
Şekil 4.7. Dondurmaların ilk damlama süreleri (dak)	54
Şekil 4.8. Dondurmaların tamamen erime süreleri (dak)	56
Şekil 4.9. Dondurmaların renk değerleri (L, a ve b)	57
Şekil 4.10. Dondurmaların soğukluk şiddeti puanları	60
Şekil 4.11. Dondurmaların duyusal sıkılık puanları	62
Şekil 4.12. Dondurmaların duyusal viskozite puanları	63
Şekil 4.13. Dondurmaların pürüzsüzlük puanları	64
Şekil 4.14. Dondurmaların renk ve görünüş puanları	65
Şekil 4.15. Dondurmaların ağız dolgunluğu puanlar	67
Şekil 4.16. Dondurmaların tat ve koku puanları	68
Şekil 4.17. Dondurmaların genel kabul edilebilirlik puanları	69

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Hidrokolloidlerin sınıflandırılması	4
Tablo 2.2. Pektin üretimi için kullanılan ticari ve diğer uygulanabilir hammaddelerin pektin içeriği %	6
Tablo 3.1. Araştırmada kullanılan deneme planı	29
Tablo 3.2. Dondurma miksi formülasyonu	32
Tablo 4.1. Dondurmaların bazı kimyasal özellikleri	39
Tablo 4.2. Dondurmaların bazı fiziksel özellikleri	47
Tablo 4.3. Dondurmaların duyuşal özellikleri	59

ÖZET

Anahtar kelimeler: Dondurma, karragenan, keçiyoynuzu gamı, pektin, tekstür

Bu çalışmada, yüksek lif ve karotenoid içeriği bakımından zengin ve sağlığa olan faydaları yapılan çalışmalarla da ispatlanan balkabağının dondurmaya işlenebilirliğinin araştırılmasına katkı sağlamak ve aynı zamanda dondurma formülasyonuna eklenen farklı çeşit ve oranlardaki stabilizörlerin balkabaklı dondurma yapısına katkılarını ortaya koymak amaçlanmıştır.

Bu amaçla balkabakları soyulup küp şeklinde doğrandıktan sonra 1 saat boyunca suda haşlanmış (balkabağı: su 1: 1/2 w/v) ve karışım mikserden geçirilerek püre haline getirilmiştir. Püre haline dönüştürülen balkabağı liyofilizasyon (dondurarak kurutma) tekniği ile (-45 °C'de 0,045 mbar'da) kurutulmuştur. Kurutulan ürünler daha sonra toz haline getirilerek balkabağı tozu elde edilmiştir. Stabilizör olarak karragenan, keçiyoynuzu, pektin ve bu üç stabilizörün farklı oranlardaki (%0,0-0,1-0,2) kombinasyonları kullanılmıştır. Balkabaklı dondurma üretiminde farklı çeşit ve oranlarda kullanılan stabilizörlerin dondurmaların fiziksel, kimyasal ve duyusal özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır.

Araştırmada stabilizör çeşit ve katım oranının dondurmaların pH, titrasyon asitliği, kuru madde, viskozite, hacim artışı, sertlik, ilk damlama ve tamamen erime süreleri, renk değerleri (L, a ve b) ve duyusal özellikleri üzerine etkisi önemli ($P<0,05$) bulunmuştur. Yapılan duyusal analizlere göre %0,1 karragenan, %0,2 keçiyoynuzu ve %0,2 pektin içeren dondurma örneği en çok beğenilen dondurma olmuştur. Ayrıca besleyici değeri yüksek bir gıda maddesi olan balkabağının dondurmada kullanılabileceği ve duyusal olarak herhangi bir olumsuz etkisinin bulunmadığı belirlenmiştir.

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF DIFFERENT STABILIZERS IN PUMPKIN ICE CREAM

SUMMARY

Keywords: Ice cream, carrageenan, locust bean gum, pectin, texture

The aim of this study is to contribute to the investigation of the machinability of pumpkin to ice cream, which is rich in high fiber and carotenoids content, and with health benefits. It is also to reveal the contribution of the stabilizers of different varieties and proportions added to the ice cream formulation to the pumpkin ice cream structure.

For this purpose, the pumpkins were cut into cubes and boiled in water for 1 hour (pumpkin: water 1: 1/2 w/v) and the mixture was made into a mash by mixing. The mashed pumpkin was dried with lyophilization (freeze-drying) (at 0,045 mbar at -45 °C). The dried products were then pulverized to obtain pumpkin powder. As stabilizers, combinations of carrageenan, locust bean gum, pectin and these three stabilizers in different ratios (0,0-0,1-0,2%) were used. The effect of stabilizers used in different varieties and proportions on the physical, chemical and sensory properties of ice-cream was investigated.

In the research, the effect of the stabilizer type and the contribution ratio on pH, titration acidity, dry matter, viscosity, volume increase, hardness, first drip and total melting times, color values (L, a and b) and sensory properties of ice cream were significant ($P < 0,05$). According to the sensory analysis, the most popular ice cream sample was 0,1% carrageenan, 0,2% locust bean gum and 0,2% pectin. In addition, it was determined that pumpkin, which is a high nutritional value, can be used in ice cream and has no sensory negative effects.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Dondurma, yüksek viskoziteli sulu bir fazda kısmen birleşmiş yağ globülleri ve buz kristalleri açısından oluşan, içinde çözünmüş (laktoz ve mineral tuzları) ve süspansiyon halde bulunan (polisakkarit ve proteinler) maddelerin dağıldığı karmaşık çok fazlı sistemdir (Marshall ve ark., 2003).

Tüketici talep ve beklentilerini karşılayabilen kaliteli bir dondurma üretimi için bu karmaşık çok fazlı sistemin dengede olması gerekmektedir. Bu nedenle öncelikle dondurmada karşılaşılan kalite kusurlarını ve bu kusurların oluşum nedenlerini iyi bilmek gerekir. Yapı ve tekstür, erime, tat, renk ve paketlenme kusurları dondurmada karşılaşılan kusurlar olup bu kusurların önlenmesinde stabilizörler özel bir öneme sahiptir. Stabilizörler dondurma formülasyonlarında düşük düzeylerde bulunmalarına karşın son ürüne çok özel ve önemli fonksiyonlar kazandırmaktadırlar (Bahramparvar ve Tehrani, 2011). Özellikle sıcak şoku olarak da bilinen ısı değişim periyotları süresince ürünün üniform yapısının korunmasını sağlarlar (Muhr ve Blanshard, 1983). Dondurmada yağ-su-hava emülsiyonunun stabilitesini artırır, kıvamı artırarak ürün yapısını düzeltirler, dondurmanın dilde homojen bir şekilde erimesini sağlarlar, erimeyi geciktirirler ve erime sırasında serum fazın ayrılmasını engellerler. Bunların yanı sıra dondurmada hacim artışını (overrun) sağlarlar (Blanshard, 1970; Moore ve Shoemaker, 1981; Wallingford ve Labuza, 1983; Acı ve Özcan, 2007).

Birçok araştırmacı tarafından yeni stabilizör kaynakları araştırılmaya devam edilmekte ve bunların dondurmanın yapı ve niteliklerine etkisi incelenmektedir (Koocheki ve ark., 2009; Göncü, 2012; Bahramparvar ve ark., 2013; Javidi ve ark., 2016; Çetin Abay, 2017). Stabilizörlerin farklı formülasyonlarda ve farklı kimyasal ortamlarda sergiledikleri fonksiyonlar değişkenlik göstermektedir. Dondurma formülasyonuna eklenecek olan stabilizör miktarı ve çeşidi miks karışımına,

kullanılan hammaddeye, işleme zamanına, sıcaklığına ve süresine ve birçok faktöre bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Marshall ve Arbuckle, 1996; Bahramparvar ve Mazaheri Tehrani, 2011). Ayrıca yapılan çalışmalar stabilizörlerin birlikte kullanıldıklarında birbirlerini tamamlamak, etkilerini maskeleyerek yada değiştirmek gibi özellikleri olduğunu göstermektedir (Badem, 2006; Atsan ve Çağlar, 2008; Bahramparvar ve ark., 2013; Javidi ve ark., 2016; Güven ve ark., 2017).

Bu çalışmada, balkabağı ilavesi ile zenginleştirilmiş ve fonksiyonel özellik kazandırılmış dondurmaların kimyasal, fiziksel ve duyuşal özellikleri üzerinde farklı stabilizörlerin etkileri araştırılmıştır. Böylece tüketici beklentilerini karşılayabilen, üretim ve soğuk zincir aşamalarında daha iyi performans gösteren dondurma üretimi ve en uygun formülasyon yapılan çok sayıda deneme ile ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Bu amaçla liyofilizasyon tekniğı ile kurutulan balkabakları yapılan ön denemeler ile belirlenen oranda (%3) formülasyonlara eklenerek dondurma örnekleri hazırlanmıştır. Farklı oranlarda pektin, karragenan, keçiboynuzu gamı ve bunların kombinasyonları dondurma formülasyonuna eklenmiş ve üretilen balkabaklı dondurmaların pH, titrasyon asitliğı, kuru madde miktarı, viskozite, hacim artışı (overrun), ilk damlama ve tamamen erime süreleri, renk değerleri (L, a ve b), duyuşal ve tekstürel analizleri ile istatistik analizleri yapılmıştır.

Çalışma kapsamında, farklı stabilizör türleri ile balkabaklı dondurmadaki fiziksel, kimyasal ve duyuşal değişimler ortaya konmuştur. Bu bağlamda elde edilecek bilgiler ışığında kaliteli ve tüketici talep ve beklentilerini karşılayabilen üstün nitelikli balkabaklı dondurma üretimi mümkün olacaktır.

BÖLÜM 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Stabilizörler

Stabilizörler, “hidrokolloid” veya “zamk” (sakız, gam) olarak da bilinirler. İlk defa stabilizör kelimesi 1915 yılında Frandsen tarafından tutucu, bağlayıcı, doldurucu ve kolloid anlamına gelen maddeler için kullanılmıştır (Marshall ve Arbuckle, 1996). Yaklaşık 4000 yıl önce Mısır’da çeşitli yiyeceklerin hazırlanmasında kullanılan stabilizörler son yıllarda gelişen gıda teknolojisine paralel olarak endüstriyel alanda önem kazanmışlardır. Uluslararası Gıda Kodeks Komisyonu tarafından “kalınlaştırıcılar” ve “jelleştirme ajanları” olarak iki sınıfa ayrılmışlardır. Kimya dilinde suda eriyen stabilizörlere sakız (gam), erimeyenlerine reçine denilmektedir (Gönç ve Gahun, 1980).

Stabilizörler veya zamklar suda dağılarak viskoz dispersiyonlar ve/veya jel oluşturma özelliği ile karakterize edilen yüksek molekül ağırlıklı polisakkaritlerden oluşan uzun zincirli polimerler grubudur. Bitki, alg ve mikrobiyal kaynaklardan ekstraksiyon yoluyla elde edilmektedirler (Dickinson, 2003). Doğal kaynaklı stabilizörler, jelatin (hayvansal kaynaklı) ve kazeinat (protein yapısında) hariç kompleks karbonhidratlardır. Yapılarında kalsiyum, magnezyum ve potasyum gibi elementler, şeker asitleri ve şeker alkollerini bulunur. Farklı stabilizör oluşumları şekerlerin birbirleriyle bağlanma biçimlerinden kaynaklanmaktadır (Sandıkçı, 2004).

Stabilizörler hidrofilik özellik gösterirler. Gıdalar dahil olmak üzere geniş bir alanda fonksiyonel özelliklere sahiptir: kalınlaşma, jelleşme, emülsifiye, stabilizasyon, kaplama vb. (Dziezak, 1991; Glickman, 1991). Çok düşük oranlarda (genellikle %2 den az) kullanımları gıdalarda istenen ürün özelliklerini elde etmek için yeterli olmakta bu da onların ticari önemini artırmaktadır (Şahin, 2003). Stabilizörlerin

karakteristik özellikler üzerine etkileri arasında önemli düzeyde farklılıklar vardır (Atamer ve Yetişemeyen, 1987). Bu farklılıklar stabilizörün elde edildiği kaynağa, kimyasal yapılarıyla ve kullanıldığı ortamla açıklanmaktadır (Gönç ve Gahun, 1980).

Gıda üretim teknolojisinde yaygın olarak kullanılan hidrokolloidlerin elde edildikleri kaynaklarına ve kimyasal yapılarına göre sınıflandırılması Tablo 2.1.'de gösterilmektedir (Lie ve Nie, 2016).

Tablo 2.1. Hidrokolloidlerin sınıflandırılması (Lie ve Nie, 2016)

Kaynak	Sınıf	Örnek
Köken	Bitki	Pektin, ünilin, keçiyoynuzu gamı, guar gamı, akasya gamı, yulaf gamı, fesleğen tohumu gamı, arabik gamı, karaya gamı, tragakant gamı, konjak gamı, nişasta, sinameki tohum gamı, mesquite ağacı tohum gamı, gatti gamı, çemen otu gamı
	Hayvan	Kitin, kitosan, jelâtin
	Deniz yosunu	Agar, karragenan, aljinik asit, aljinat, kırmızı su yosunu ksılanı, ulvan, furkelleran
	Mikrobiyel	Ksantan, tara gamı, dekstran, pullulan, kurdlan, gellan gamı, levan
	Sentetik	Metil selüloz (MC), Metil etil selüloz (MEC), karboksimetil selüloz (CMC), Hidroksietil selüloz (HEC), Hidroksi propil selüloz (HPC), hidroksipropil metil selüloz (HPMC), mikrokristalin selüloz (MC)
Yapı	Glukan	Dekstran, pullulan, nişasta, yulaf gamı, arpa gamı, kurdlan, welan gamı
	Fruktan	İnülin, levan
	Ksılan	Kırmızı su yosunu ksılanı

Tablo 2.1. (Devamı)

Kaynak	Sınıf	Örnek
	Ramnan	Ulvan
	Galaktomannan	Keçiboynuzu gamı, guar gam, fesleğen tohum gamı, akasya tohum gamı, çemenotu gamı, mesquite ağacı tohum gamı, tara gam
	Glukomannan	Aljinat, konjak
	Arabinoksilan	Keten tohumu gamı, buğday gamı, fsillium gam, çavdar gamı,
	Galaktan	Karragenan, agar, furkelleran, fukoidan
	Arabinogalaktan	Arabik gam
	Galakturonan	Pektin
	Glikano-ramnogalakturonan	Karaya gamı, tragakant gam
	Glikano-glukuronomannoglikan	Gatti gam
	Glukozamin polimer	Kitin, kitosan
	Protein	Jelatin

2.1.1. Pektin

Pektin ilk olarak elma suyunda Vauquelin (1970) tarafından keşfedilmiş ve Braconnot (1825) tarafından isimlendirilmiştir. O zamandan beri pektin, bilimin farklı dallarından bilim adamları tarafından kapsamlı olarak araştırılmıştır. Kimyasal olarak pektin, büyük ölçüde kovalent olarak α -1,4- bağlı D-galaktronik asit (ayrıca galaktosyluronik asit olarak da bilinir) (GalA) birimleri tarafından oluşturulan bir anyonik polisakkarid olarak tanımlanır.

Pektinler yapılarında $-OH$ ve $-COOH$ hidrofilik grubu taşıdıklarından suda çözünebilirler. Organik çözücülerde çözünmezler (Glicsman, 1983).

Günümüzde ticari pektinler, çoğunlukla narenciye kabuğundan (%85,5) ekstrakte edilmekte, bunu elma posası (%14,0) ve daha küçük bir oranda şeker pancarı posası (%0,5) takip etmektedir (Staunstrup, 2009; Ciriminna ve ark., 2015). Farklı kaynaklardan elde edilen bu ticari pektinlerin karşılaştırılması yapıldığında, elma pektini daha elastik-viskoz bir jel üretirken, narenciye pektini daha elastik-gevrek bir jel üretir. Bunların aksine şeker pancarı pektini bir jelleştirme maddesi olarak daha az etkilidir. Bununla birlikte emülsifiye edici özelliklere sahiptir ve bu sayede ticari değere sahiptir (Chen ve ark., 2016).

Pektinin çeşitli gıda ürünlerine reolojik ve dokusal özellikler kazandıran ve gıda endüstrisinin ötesinde geniş uygulama alanı bulan bir bileşen olması, üretimdeki artışını getirmiş ve alternatif kaynaklara yönelik araştırmaları etkilemiştir. Sonuç olarak pektik polisakkaritlerin genel izolasyon sürecini geliştirmiştir (Dranca ve Oroian, 2018).

Farklı bitki türleri farklı pektin içeriğine sahiptir ve her bitki türünden elde edilen pektinler farklı fizikokimyasal özellikler gösterir. Pektin üretimi için uygulanabilir kaynaklar ve pektin içerikleri Tablo 2.2.'de gösterilmiştir.

Tablo 2.2. Pektin üretimi için kullanılan ticari ve diğer uygulanabilir hammaddelerin pektin içeriği (%) (Chan ve ark., 2017)

Hammadde	Pektin içeriği (%)	Referanslar
Ticari kaynaklar		
Elma presi	4,60-20,92	Canteri-Schemin ve ark. (2005), Min ve ark. (2011)
Narenciye kabuğu		
Portakal	10,90-24,80	Kaya ve ark. (2014), Kaubala ve ark.(2008), Venzon ve ark. (2015)
Greyfurt	21,60-28,00	
Limon	20,90-30,60	
Şeker pancarı posası	4,10-24,96	Lv. ve ark. (2013), Yapo ve ark. (2007)

Tablo 2.2. (Devamı)

Hammadde	Pektin içeriği (%)	Referanslar
Diğer uygun kaynaklar		
Muz kabukları	2,40-21,70	Happi Emaga ve ark. (2008), Oliveira ve ark (2015)
Dragon meyve kabuğu	5,60-26,38	Muhammed ve ark (2014)
Durian rind	2,10-10,30	Wai ve ark. (2010)
Faba Fasulyesi	9,57-15,75	Koriş (2015)
Yeşil fasulye kesme atıkları	8,10-8,30	Christiaens ve ark. (2015)
Pırasa kesim atığı	10,60-11,00	Christiaens ve ark. (2015)
Mango kabuğu	9,20-31,80	Koubala ve ark. (2008)
Tutku meyvesi kabuğu	2,25-30,30	Liew ve ark. (2014) , Seixas ve ark. (2014)
Papaya kabuğu	11,11-49,83	Koubala ve ark. (2014)
Pomelo kabuğu	8,32-27,63	Methacanon ve ark. (2014)
Erik presi	3,80-21,30	Kosmala ve ark. (2013)
Kolza tohumu	1,80-6,20	Jeong ve ark. (2013)
Ayçiçeği başı	7,40-11,60	Iglesias ve Lozano (2004)
Domates kabuğu	14,90-83,50	Grassino ve ark. (2015)
Karpuz kabuğu	13,01-25,79	Prakash Maran ve ark. (2014)

Geleneksel olarak pektinler esterleşme derecelerine göre yüksek metoksil (HM; DE>%50) ve düşük metoksil (LM; DE<%50) pektin olarak ikiye ayrılır (Voragen ve ark. 1995; Rinaldo, 1996).

Esterleşme derecesi yüzey gerilimi, emülsifikasyon özellikleri (Lutz ve ark., 2009) ve jel oluşumu (Yoo ve ark., 2006) gibi fiziksel özellikler üzerinde etkilidir. Jelasyona ilişkin olarak, %50'nin üzerinde bir metilasyon derecesine sahip HM pektin, düşük pH (pH=3,5) ve yüksek şeker konsantrasyonlarında (>%55) jeller oluşturabilirken, %50'nin altında bir metilasyon derecesine sahip LM pektin Ca^{+2} iyonları varlığına ihtiyaç duymaktadır (Kastner ve ark., 2014; Han ve ark., 2017).

Pektin uygulamalarında metilasyon derecesi en uygun olanı seçmede önemli bir parametredir (Lekawska-Andrinopoulou ve ark., 2013).

Pektin, fonksiyonel bir gıda bileşeni olarak çok değerlidir. Meyve ve sebzelerde doğal olarak bulunan pektin, besinlerin bir bileşenini oluşturur ve çözünebilir diyet lifi olarak görev yapar (Zhang ve ark., 2015).

Tüketicinin sağlıklı yaşam tarzı konusundaki farkındalığının artması ve fonksiyonel gıda üretme yönündeki yükseliş eğilimi, pektini popüler hale getirmiştir. Pektinin kolon sağlığını iyileştirmek (Min ve ark., 2015), kolesterol ve serum glikoz seviyesinin düşürülmesi (Jones ve ark., 2015; Zhu ve ark., 2015), kanser riskini azaltma (Wang ve ark., 2014), bağışıklık sisteminin uyarılması (Bernard ve ark., 2015) dahil olmak üzere sağlık üzerinde çok sayıda olumlu etkisinin olduğu (Endress, 1991) bildirilmiştir.

Gıda sektöründe, jelleştirme maddesi, kıvam artırıcı madde ve stabilizör olarak geleneksel kullanım, pektinin bir yağ ikame maddesi ve sağlığa yararlı fonksiyonel bileşen olarak ortaya çıkmasıyla tamamlanmaktadır (Min ve ark., 2010; Peng ve ark., 2014; Ciriminna ve ark., 2016).

Bugün pektinin gıda uygulamaları meşrubattan (Nakamura ve ark., 2006; Zulueta ve ark., 2007), şekerlemeye (Basu ve Shivhare, 2010), süt ürünlerinden (Joudaki ve ark., 2013) et işlemeye (Pereira ve ark., 2010) kadar çeşitlilik göstermektedir.

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Gıda ve Tarım Organizasyonu (FAO) uzmanları tarafından ortak oluşturulan Joint FAO / WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) kabul edilebilir günlük alımlar üzerinde bir sınırlama olmaksızın güvenli katkı maddesi olarak pektini (Codex Alimentarius No 440) önermiştir (Chan ve ark., 2017).

2.1.2. Karragenan

Kırmızı makroalglerden elde edilen karragenan, temel olarak D-galaktoz ve 3,6 anhidro-D-galaktozdan oluşan, sülfatlanmış lineer kompleks bir polisakkarittir (Stanley, 1987; Sagunya ve ark., 2016).

İlk olarak *Chondrus crispus* isimli İrlanda yosunu olarak da bilinen kırmızı deniz yosunundan ekstrakte edilmiştir. Günümüzde endüstriyel ölçekli ekstraksiyonlarda *C. crispus* cinsi önemli bir kaynak oluşturmakla beraber *Chondrus*, *Gigantina* ve *Eucheuma* cinslerinin bazı türlerinin de kullanıldıkları belirtilmektedir. Karragenanların ilk endüstriyel ölçekli ekstraksiyonu ve saflaştırılması 1937 yılında gerçekleştirilmiştir (Gökçebağ, 2004).

Karragenanlar, kuvvetli düzeyde anyonik yüklü polielektrolitler olarak bilinirler ve değişen sülfatlanma derecelerine göre; κ -(kappa) (jel oluşturur), λ -(lambda) (jel oluşturmaz), ι -(iota) (jel oluşturur) olmak üzere 3 farklı fraksiyonu bulunmaktadır (Pomeranz, 1985; Wong, 1989; Linden ve Lorient, 1999; Doğan ve Şimşek, 2000; Karbancıoğlu ve Heperkan, 2002). Yapılan farklı çalışmalar κ -kappa, λ -lambda, ι -iota'ya ek 4 önemsiz fraksiyon daha olduğunu göstermiştir: μ -mu (kapanın öncüsü), ν -nu (iotanın öncüsü), θ -teta (lambdanın derivatı) ve ϵ -ksi (xi) (Glicsman, 1983; Annison ve ark., 1993; Zorba, 2001).

Karragenanların kimyasal kompozisyonu ve bağlı olarak jel karakteristiğinde makroalglerden izole edilmesi sırasındaki işlem değişkenleri (sıcaklık, pH ve süre) çok önemli rol oynamaktadır (Hilliou ve ark., 2006). Jelleşme özelliği gösteren ve jelleşme özelliği göstermeyen karragenanlarda en önemli yapısal farklılık ester sülfat gruplarının yeridir. Jelleşen karragenanlarda sülfat grupları 1,3 bağlı birimlerdeki dördüncü karbona (C4) bağlanırken, jelleşmeyen karragenanlarda 1,4 ve 1,3 bağlı birimlerdeki ikinci karbona (C2) bağlanmaktadır (Gökçebağ, 2004).

Karragenanların süt proteinleri ile etkileşime girerek kalıcı kompleks oluşturma yetenekleri bulunmaktadır. Bu kazein misellerinin yüzeyinde bulunan birçok pozitif

yük ile karragenandaki sülfat iyonları arasındaki elektrostatik etkileşimden kaynaklanmaktadır (Wong, 1989).

Karragenanın oda ısısındaki suda çözündüğü, tamamının çözünmesi için ise 50-85 °C'lik bir sıcaklığa ihtiyaç duyduğu bildirilmektedir (Gönç ve Gahun, 1980; Glicsman, 1983; Doğan ve Şimşek, 2000). Sadece λ -lambda, κ -kappa ve ι -iota karragenanın sodyum tuzlarının soğuk suda çözündüğü, bununla birlikte bütün karragenan tiplerinin sıcak sütte çözündüğü ancak bazı durumlarda kalsiyum iyonlarından güçlü bir şekilde etkilendikleri ve kalsiyum iyonlarının jelin sertliğini artırdığı ifade edilmiştir (Glicsman, 1983; Doğan ve Şimşek, 2000).

Çözeltinin viskozitesi; başta karragenan molekül ağırlığı ve konsantrasyonuna olmak üzere, sıcaklık, pH ve çözeltideki katyonlar gibi birçok faktöre bağlıdır. Karragenan çözelti veya jellerinin oda sıcaklığında veya daha düşük sıcaklıklarda geniş bir pH aralığında oldukça stabil olabilmelerine rağmen, düşük pH (asit pH değerinde) yüksek sıcaklıklarda hızlı degradasyona uğradıkları belirtilmektedir (Karbancıoğlu ve Heperkan, 2002). İota karragenan kalsiyum varlığında zayıf jel yapısı oluşturma eğilimi gösterirken kappa karragenan potasyum iyonları varlığında çok güçlü bir jel yapısı oluşturmaktadır (Marrs, 1998). İota karragenanın oluşturduğu jel yumuşak, şeffaf ve elastik özellik gösterirken, kappa karragenanın oluşturduğu jel yapısı katı ve ufalanan özelliktedir (Rosenthal, 1999).

Karragenanlar 200 yılı aşkın süredir gıda endüstrisinde jelleşme, emülsifiye etme, koyulaştırma ve stabilize edici özellikleri ile birçok alanda sıklıkla gıda katkısı olarak kullanılmaktadır (Marrs, 1998). Dondurma, yoğurt, peynir, salata sosları, kutulanmış et ve balık ürünleri, pudingler, sütli içecekler ve fırıncılık ürünleri bu gıda gruplarından bazılarıdır (Glicsman, 1983; Annison ve ark., 1993).

Karragenan için FDA'nın yapmış olduğu bilimsel inceleme ve değerlendirme raporuna göre herhangi bir olumsuzluk belirtilmemiş olup katkı maddesi olarak GMP (Üretimde en iyi özelliği sağlayabilen miktar) dozlarında kullanıldığı takdirde GRAS (Genel olarak güvenilir olduğu kabul edilen) olarak sınıflandırılmış ve kullanımına

izin verilmiştir (Glicsman, 1983). Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'nde E 407 kodu ile gösterilmektedir.

Karragenanın kullanımı sırasında kuru maddelerle önceden iyi bir şekilde karıştırılması, soğuk su veya sütte kuvvetli bir karıştırma ile homojen bir şekilde dağıtılması gerektiği belirtilmektedir (Doğan ve Şimşek, 2000).

Karragenanın keçiboynuzu zamkı varlığında daha fazla su tutarak jelleşme oranını artırdığı ve topaklanmanın azaldığı bildirilmektedir (Chrstensen, 1991). Pektin ile kombine edilerek kullanılmasında özellikle aromalandırılmış ürünlerde aromanın ön plana çıkmasını sağlamakta, ksantan gam ile kombinasyonunda ise yumuşak, daha yapışkan ve elastik jeller oluşturduğu belirtilmiştir (Atamer ve Yetişemeyen, 1987).

2.1.3. Keçiboynuzu gamı

Keçiboynuzu gamı/zamkı (locust bean gum), her zaman yeşil olan ve Akdeniz bölgesinde yetişen keçiboynuzu ağacı çekirdeğinin endosperminden elde edilmektedir (Gönç ve Gahun, 1980; Günay, 2000; Güven ve Hayaloğlu, 2001; Zorba, 2001; İlter ve ark., 2016). Ticari olarak keçiboynuzu gamının endüstriyel düzeyde üretimi çekirdeklerin tavlama, metal silindirler yardımıyla kabukların soyulması ve endospermin çekirdekten ayrılarak öğütülmesi şeklindedir (Dziezak, 1991; Lundin ve Hermansson, 1997; Kök ve ark., 1999). Yaklaşık olarak 100 kg çekirdekten 20 kg gam maddesi elde edilebildiği bildirilmiştir (Jones, 1953).

Yapısında yaklaşık %80-85 oranında galaktomannan içeren ve bir heteropolisakkarit olan tragasol içermektedir (Jones, 1953). Gam zincirinin ana yapısını, lineer β -(1-4) bağlı D-mannopiranozil birimleri oluşturmakta, yan zincirlerde ise α -(1-6) bağ yapan D-galaktopiranozil birimleri yer almaktadır. Her 3-5 mannoz birimi için yapıda bir galaktoz birimi bulunmaktadır.

Keçiboynuzu gamı soğuk suda kısmen çözünürken, 80 °C sıcaklıkta tamamen çözünmektedir. Çözelti viskozitesi maksimum seviyeye çözeltinin 95 °C'ye

ısıtılıp soğumasından sonra ulaşmaktadır (Alexander, 1999; Aydınli ve Tutaş, 2000; Chen ve ark., 2001). Keçiboynuzu gamı iyonik olmayan bir yapıya sahiptir ve bu nedenle geniş bir pH (3,5-11,0) aralığında stabilitesini koruyabilme özelliği gösterir. Ayrıca bu özelliği sayesinde diğer birçok stabilizör maddesiyle kombine edilerek kullanılmakta ve onların üzerinde sinerjistik etki yaratmaktadır. Tek başına jel oluşturma özelliği olmayan keçiboynuzu gamı, ksantan gam ile birlikte kullanıldığında, yumuşak, bükülebilir jel yapısı oluşturabilmektedir. Bu özelliğinden yararlanılarak düşük yağlı pudinglerde, kremalarda ve pasta dolgularında bunun yanı sıra jelimsi yapıdaki diğer gıdalarda kullanılabilmektedir (Turhan, 2004).

Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'nde E 410 kodu ile gösterilmekte olup gıda endüstrisinde kalınlaştırıcı, serbest su bağlayıcı, viskozite değiştirici ve stabilizör özelliklerinden yararlanılarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Gönç ve Gahun, 1980; Günay, 2000). Dondurma ve sos üretim teknolojilerinde stabilizör, yumuşak peynir ve ekmek, makarna, kek, pasta gibi ürünlerde tekstür düzenleyici, sosis üretiminde bağlayıcı olarak kullanılmakta ayrıca eczacılık, kozmetik, kağıt ve tekstil alanlarında da yararlanılmaktadır (Yurdagel ve Teke, 1985; Günay, 2000; Avallone ve ark., 2002).

2.1.4. Gıda üretim teknolojilerinde stabilizörlerin yeri

Gelişen teknolojiyle beraber, gıda endüstrisinde yeni ve farklı üretim tekniklerinin uygulanması ile daha dayanıklı ve yüksek kaliteye sahip yeni ürün çeşitlerinin geliştirilmesi ve üretilmesi mümkün hale gelmiştir. Bu yeni ürünlerin geliştirilmesinde, hazırlanmasında, üretim proseslerinin uygulanmasında ve raf ömrünün artırılmasında ise gıda katkı maddeleri oldukça önemli bir işleve sahiptir. Özellikle son yıllarda işlenmiş gıdaların üretiminde ürünün yapı, kıvam ve raf ömrü gibi kalite özelliklerini olumlu yönde geliştiren stabilizör grubu gıda katkı maddeleri dikkatleri üzerine çekmektedir. Stabilizörlerin işlenmiş gıdaların üretiminde anahtar rol oynadığı hatta bazı ürünlerde kalite için vazgeçilmez bir bileşen olduğunu söylemek mümkündür (Demir, 2001). Nitekim Gao ve ark. (2007), modern toplum

tüketicisi tarafından talep edilen gıda yapısı ve işlevselliği tasarımında hidrokolloidlerin vazgeçilmez olduğunu belirtmişlerdir.

Hangi gıdalarda ve kullanım miktarlarına ilişkin sınırlamalar; Avrupa Topluluğu (EC) ve Uluslararası Gıda Kodeks Komisyonu (CAC) gibi örgütlerin gıda katkı maddeleri listelerinde belirtilmektedir. Ülkemizde kullanımına izin verilen çeşitlerin ve bu çeşitlerin son üründe bulunması gereken maksimum miktarları ile ilgili sınırlamalar Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nde (TGKY) açıklanmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Gıda Katkı Maddelerinin Sağlığa Etkilerini Değerlendiren Bilimsel Komite (JECFA) raporlarına göre ise ADI değerleri (günlük alınması gereken doz miktarı mg/kg) üzerine herhangi bir sınırlama yapılmamış ve insan sağlığı üzerine herhangi bir toksikolojik etkilerinin olmadığı belirtilmiştir (Wüstenberg, 2015; WHO, 2016).

Stabilizörlerin gıdalarda yaygın bir şekilde kullanılmasının arkasındaki temel neden, gıda sistemlerinin reolojisini değiştirme yetenekleridir (Valdez, 2012). Gıda sistemlerinde başlıca viskoziteyi ve dokuyu etkileyerek ürünün duyu özelliklerini de değiştirmeye yardımcı olurlar. Bu nedenle birleştirme, bağlama, kıvam artırma, kristalleşmeyi, faz ayrılmasını ve sineresisi engelleme, kaplama, film oluşturma ve yapıyı geliştirme gibi belirli özel amaçları gerçekleştirmek için önemli gıda katkı maddeleri olarak kullanılmaktadırlar (Dziezak, 1991; Glickman, 1991). Peynirlerde serum ayrılmasını önleyici, soslarda kalınlaştırıcı, pudinglerde jelleştirici, birada yardımcı durultma maddesi ve köpük stabilizörü olarak kullanılmaktadır. Ayrıca soslerde bağlayıcı, dondurmalarda emülsifiye edici, kristalizasyonu önleyici ve yağ ikame maddesi olarak ve bu gibi birçok gıda ürünüde tercih edilen viskoziteyi, ağız hissini elde etmek ve istenen tekstürü oluşturmak için kullanılmaktadırlar (Lie ve Nie, 2016).

Yağ, çoğu gıdada arzu edilen lezzet, doku ve görünüm için kritik bir öneme sahiptir. Dondurma, dondurulmuş tatlılar, salata sosları, pudingler ve diğer emülsiyon esaslı gıda ürünleri nispeten yüksek yağ içeriğine ve kaloriye sahiptir. Bu nedenle bu ürünlerin yağ içeriğini azaltmak için etkili yöntemler geliştirilmeye çalışılmaktadır.

Ancak yağ içeriğinin azaltılması çoğu zaman arzu edilen duyuşal niteliklerin karşılanamamasına neden olmaktadır (Chung ve ark., 2013). Tam yağlı ürünlere benzer duyuşal niteliklere sahip yağ azaltılmış ürünlerin tasarlanmasında yağ ikame maddesi olarak hidrokolloidler kullanılabilir. Yağ ikame maddesi olarak kullanılabilir hidrokolloidler arasında pektin, κ -karragenan, keçiyoynuzu gamı, inülin, guar gam, ksantan gam, sodyum aljinat örnek verilebilir (Hsu ve Chung, 1999; Brennan ve Tudorica, 2008; Aziznia ve ark., 2008).

Probiyotikler, yeterli miktarda alındığında konakçıya sağlık yararları sağlayan mikroorganizmalardır. *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium*'a ait türler yaygın olarak probiyotik olarak kullanılmaktadır. Ne yazık ki sıcaklık, oksijen, asitlik gibi faktörlere karşı çok duyarlıdırlar. Bu nedenle serbest probiyotiklerin işleme ve depolama sırasında canlılıklarını koruyabilmeleri oldukça güçtür (Ding ve ark., 2008). Mikrokapsülleme, probiyotiklerin korunmasına, kapsüllenmiş mikroorganizma için özel bir mikro ortamı sağlamaktadır. Shi ve ark. (2013), probiyotik *Lactobacillus bulgaricus*'u kapsüllemek için karragenan-keçiyoynuzu sakızı kaplı süt mikroküreleri geliştirmiş ve bu kapsülleme ile *Lactobacillus bulgaricus*'un stabilitesini artırabileceğini göstermiştir. Probiyotik mikroorganizmaların hem ürünlerin işlenmesi hem de depolanması sırasında canlılıklarını koruyabilmesi, gıda ürünlerinin probiyotik özellik kazanması ve sağlığa daha faydalı hale gelmesi açısından oldukça önemlidir.

Ekmek üretiminde buğday ununa hidrokolloid ilave edilmesinin (genellikle $< \%1$ un ağırlığı üzerinden) ekmek hacmini artırdığı ve bayatlamayı geciktirdiği bildirilmiştir (Selomulyo ve Zhou, 2007; Ferrero, 2017).

Lazaridou ve ark. (2007) tarafından gluten içermeyen ekmeklerde yapılan bir çalışmada; pektin, CMC, β -glukan, agaroz ve ksantan gam gibi katkı maddeleri hamur ve ekmek güçlendirici olarak kullanılmıştır.

Maleki ve Milani (2013), Barbari (İran ekmeği), ekmeğine farklı oranlarda (%0,1, 0,5 ve 1,0 w/w un ağırlığı üzerinden) guar gam, ksantan gam, CMC ve HPMC ilave

etmişler ve hamurun farinograf özellikleri ile ekmeğin fiziksel özellikleri ve nem miktarını incelemişlerdir. Yapılan araştırma sonucunda formülasyona eklenen tüm hidrokolloidlerin ekmeğin özelliklerini olumlu yönde etkilediğini ve hamurun reolojik özellikleri üzerinde ise özellikle CMC ve HPMC etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Sütlaç, keşkül ve kazandibi üretiminde farklı hidrokolloid kombinasyonları (ksantan gam-guar gam, karragenan-guar gam ve karragenan-ksantan gam) kullanılarak ürünlerin bazı kimyasal, fizikokimyasal, tekstürel ve duyuşal özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Yapılan çalışmaya göre guar gam-karragenan ve ksantan gam-karragenan kombinasyonlarını içeren örneklerin serum ayrılması değerlerinin daha düşük ve sertlik değerlerinin ise diğer örneklerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Sütlu tatlılara hidrokolloid ilave edilmesinin duyuşal özellikleri olumlu yönde geliştirdiği belirtilmiştir (Kadağan, 2015).

Ayar ve ark. (2009) tarafından incir uyutması tatlısında yapılan çalışmada, bir hidrokolloid olan salebin ürünün depolama stabilitesi üzerine etkisi incelenmiştir. Ürünün pH, viskozite, su tutma kapasitesi, kuru madde, renk özellikleri (L^* , a^* , b^* değerleri), mineraller, duyuşal özellikleri ile mikrobiyal kalitesinin salepten etkilendiği tespit edilmiştir. Salebin ürünün viskozitesini ve su tutma kapasitesini artırdığı ayrıca depolama stabilitesini geliştirdiği belirlenmiştir.

Yapılan araştırmalara göre bazı hidrokolloidlerin fonksiyonel özelliklerinin yanı sıra diyet lif yapısı gösterdikleri ve bu sayede ilave edildikleri gıdaların tüketilmesiyle osteoporoz riskinin azaltılması, koroner kalp hastalıkları, tip 2 diyabet ve kolon kanserinin önlenmesinde etkili oldukları tespit edilmiştir (Lie ve Nie, 2016).

2.2. Dondurma Üretim Teknolojisi ve Stabilizörlerin Önemi

Dondurmanın ilk olarak ne zaman ve nerede yapıldığı bilinmemekle birlikte dondurma teknolojisiyle ilgili tarihsel sürece bakıldığında, kutsal kitaplarda buzun kullanıldığının ve buz ile meyve sularının karıştırılarak buzlu meyve sularının

geliştirildiği belirtilmektedir. Marco Polo'nun 13. yy'da Uzak Doğu'dan Avrupa'ya buzlu içecek tarifi getirdiği, buz ile meyve sularının karıştırılması tekniğinden faydalanılarak 16. yy'ın başlarında İtalya'da keşfedilen Water Ice olarak adlandırılan ürünün üretildiği görülmüştür. Bunun yanı sıra Büyük İskender'in (M.Ö. 334-333) Asya seferinde meyve suyu, süt ve bal karışımını dondurarak tükettiği, ilk dondurma reçetesinin İngiltere'de 1769'da Elizabeth Raffield tarafından yayınlandığı bilgilerine ulaşılmaktadır. Marco Polo'nun (M.S. 1254-1324) Asya seyahatinden Venedik'e dönüşü sırasında donmuş süt ile yapılan tatlıları önce İtalya'nın kuzey kesimine, sonra Fransa, Almanya ve İngiltere'ye giderek bu ürünü tanıtmaya bu ürünün Avrupa'da yayılmasına ve sevilerek tüketilmesine imkân tanımıştır. Mekanik olarak çalışan el dondurma makinesinin patenti ABD tarafından 1848 yılında alınmış ve ilk ticari model 1905 yılında kullanılmıştır. Otomasyona dayalı, üretim kapasitesi yüksek donanımlar 1965 ve 1982 yılları arasında kullanılmaya başlanmış ve böylece dondurma endüstrisi hızlı bir şekilde gelişmiştir (Gökçebağ, 2004; Tekinşen ve Tekinşen, 2008).

Türkiye'ye dondurma üretim bilgisinin Makedonya Üsküp'ten Türkiye'ye göç eden Türkler aracılığıyla olduğu ileri sürülmektedir (Gökçebağ, 2004).

İnsan sağlığı için son derece besleyici bileşenler içeren ve değerli bir besin olan dondurma, genellikle süt ve süt ürünlerinden (süt, süt tozu, koyulaştırılmış süt, krema, tereyağı), stabilizör, emülgatör, tatlandırıcı (glikoz, sakaroz vb.), aroma, renk ve çeşni maddelerinden oluşan karışıma hava verilerek dondurucularda (freezer) işlenmesiyle elde edilen bir üründür (Soukoulis ve ark., 2014).

Miksinde amaca uygun olarak yaş ve kuru meyveler, probiyotik mikroorganizmalar, prebiyotik bileşenler, fonksiyonel diyet lifleri ve tatlandırıcılar bulundurabilen, endüstriyel ve geleneksel metotlarla elde edilmiş formları bulunan karmaşık fizikokimyasal yapıya sahip bir süt ürünüdür.

Türk Gıda Kodeksi Dondurma Tebliği'ne göre dondurma karışımı; “içerisinde tat ve çeşidine göre, süt ve/veya süt ürünlerini, içme suyu, şeker ve izin verilen katkı

maddelerini bulunduran, istenildiğinde salep, yumurta ve/veya yumurta ürünleri, aroma maddeleri ve çeşni maddeleri gibi bileşenleri içeren, henüz dondurulmamış haldeki karışım ürünü” olarak tanımlanmaktadır. Dondurma ise; “dondurma karışımının pastörizasyon sonrası, tekniğine uygun olarak işlenmesi ve dondurulması ile elde edilen, yumuşak halde ya da sertleştirildikten sonra tüketime sunulan ürün” şeklinde ifade edilmektedir.

Marshall ve ark., (2003) göre dondurma; dağılmış hava hücreleri, kısmen birleşmiş yağ globülleri, buz kristalleri ve içinde çözünmüş (laktöz ve mineral tuzları) ve süspansiyon haline getirilmiş (polisakkaritler ve proteinler) maddelerin dağıldığı sürekli bir sulu fazdan oluşan karmaşık çok fazlı bir sistemdir. Bunun yanında istenen yapı, tekstür ve duyu özelliklerinin kazandırılabilmesi için üretiminde dondurma ve dövme işlemlerinin etkili olduğu dondurulmuş süt ürünüdür (Akın, 2009).

Dondurmaların bileşimi bölgelere ve tüketici talep ve beklentilerine göre değişmekle birlikte genellikle %12 yağ, %11 yağsız süt kuru maddesi, %15 şeker ve %0,3 stabilizör-emülsifiyer madde içermektedir (Şimşek, 1997).

Dondurma oldukça karmaşık fiziksel yapıya sahip bir üründür. Kaliteli bir dondurma üretimi için bu karmaşık sistemin stabilitesinin sağlanması gerekir. Bu amaçla stabilizörler dondurma teknolojisinde zorunlu olarak kullanılmaktadırlar (Güven ve ark., 2010).

Dondurma üretiminde stabilizör olarak 1910 başlarında ilk jelatin kullanılmıştır. Gelişmiş ülkelerde kısıtlı miktarlarda hala kullanılmakta olan jelatin, 1930’un sonlarında yerini bitki kökenli sakızlara (keçi boynuzu sakızı, karragenan, guar sakızı vb.) bırakmıştır (Tekinşen ve Karacabey, 1984).

Tüketici taleplerini karşılayan, üstün kalite niteliklerine sahip dondurma üretimi için dondurmada buz kristalleri, yağ globülleri, hava kabarcıkları ile donmamış kısımdaki protein, şeker ve diğer maddelerin birlikte iyi karıştırılmış olması gerekir. Bununla

birlikte buz kristalleri ile yağ globüllerinin de mümkün olduğu kadar ufak olması istenir (Şimşek ve ark., 2006). Özellikle sıcak şoku olarak da bilinen ısı değişim periyotları süresince ürünün üniform bir yapıda kalabilmesi önemlidir (Muhr ve Blanshard, 1983; Wielinga, 2000). Stabilizörler dondurma formülasyonlarında çok düşük oranlarda bulunmalarına karşın ürüne istenen spesifik ve önemli fonksiyonlar kazandırmaktadırlar (Bahramparvar ve Tehrani, 2011). Dondurma üretim teknolojisinde stabilizör kullanmanın temel amaçları; dondurma miksinde serbest suyu bağlamak, miks viskozitesini artırmak, buz kristal oluşumunu ve gelişimini geciktirmek, pürüzsüz bir yapı ve tekstür oluşturmak, havanın mikse nüfuz etmesini kolaylaştırmak, erime sırasında ürünün şeklini korumasını sağlamak ve pıhtılaşmayı engellemektir (Wielinga, 2000; Huang ve ark., 2001; Goff, 2002; Regand ve Goff, 2003; Lal ve ark., 2006; Soukoulis ve ark., 2008; Soukoulis ve ark., 2010; Helgerud ve ark., 2010; Bahramparvar ve Tehrani, 2011).

Tüketici beklenti ve taleplerini karşılayabilen özellikte kaliteli bir dondurma üretimi için, öncelikle kalite kusurlarının nedenlerini ve çözüm yollarını iyi bilmek gerekir. Kusurlar tat, yapı, tekstür, erime özellikleri, renk, ambalaj, mikrobiyal yük ve/veya bileşimlerdeki hatalardan kaynaklanabilir (Marshall ve ark., 2003).

Depolama süresi boyunca, dondurmanın bazı yapısal elemanlarında önemli değişiklikler meydana gelebilir ve bu değişimler dondurma kalitesini olumsuz yönde etkiler. Karşılaşılan yaygın dokusal kusurlar arasında buz rekristalizasyonu, laktoz kristalizasyonu ve büzülme (küçülme) yer alır (Bahramparvar ve ark., 2013). Özellikle rekristalizasyon, dondurmada hızlı bir şekilde kalite kaybına yol açtığı için, kontrolüne çok daha fazla önem verilmeye çalışılmıştır (Goff, 2002). Rekristalizasyon; depolama sırasında ortaya çıkan ve buz kristallerinin ortalama büyüklüğünde kademeli bir artış ile sonuçlanan olguyu ifade eder (Soukoulis ve ark., 2009). Yeniden kristalleşmeyi (rekristalizasyon) etkileyen formülasyon faktörleri arasında stabilizörler oldukça önemli bir yere sahiptir (Goff ve Hartel, 2004). Damodaran (2007) tarafından dondurma miksinde buz kristal oluşumunun inhibisyonu ile ilgili yapılan bir çalışmada papain kaynaklı jelatin hidrolizatının buz kristali oluşumunu engellediği belirlenmiştir. Stabilizörlerin donma özelliklerini

etkilediği ya da rekristalizasyonu sınırladığı mekanizmalar kapsamlı olarak incelenmiş fakat hala tam olarak anlaşılamamıştır (Bahramparvar ve Mazaheri Tehrani, 2011).

Tüketiciler tarafından dondurma kabul edilebilirliği esas olarak lezzet ve doku ile algılanmaktadır (Soukoulis ve ark., 2008). Dondurmanın ağız hissi için buz kristali büyümesi ve buz kristallerinin stabilitesi kritik öneme sahiptir (Lewis, 2007). Tüketicilerin dondurma yemeklerinde algıladıkları pürüzsüz doku ve soğukluk hissi, ürün içinde bulunan kristallerin boyutuna, sayısına ve şekline bağlı olmakla birlikte en iyi reolojik özelliklere sahip dondurma ile sağlanabilir (Hartel, 1996; Doğan ve Kayacier, 2007). Stabilizörler kıvamlaştırma (kalınlaşma) ve kriyo-koruma (dondurucu soğuk koruması) dahil olmak üzere iki ana fonksiyonel özelliği sayesinde ürün stabilitesinin artması ve dondurma yapısının gelişimine önemli ölçüde katkı sağlarlar (Soukoulis ve ark., 2008).

Viskozite veya akmaya karşı gösterilen direnç dondurma miksinin en önemli reolojik özelliklerinden biridir. Miksin belirli bir viskozite değerine sahip olması dövülebilme niteliği ile dondurmaya verilen havanın tutulabilmesi açısından önemlidir (Güven ve ark., 2010). Dondurmanın viskozitesi üzerinde stabilizör kullanımı, dondurma formülasyonunda yer alan diğer bileşenlerin çeşidi ve kalitesi, miksin işlenmesi, toplam kuru madde ve sıcaklık faktörleri etkilidir (Marshall ve ark., 2003; Bahramparvar ve ark., 2010). Stabilizör miktarı ve çeşidinin dondurma miksinin viskozitesini önemli derecede etkilediği yapılan çalışmalarla da belirlenmiştir (Kus ve ark., 2005). Ayrıca viskozite arttıkça erimeye karşı gösterilen direncin ve pürüzsüzlük özelliğinin geliştiği, dövme süresinin ise kısaldığı bildirilmiştir (Marshall ve ark., 2003). Pürüzsüz olmayan dondurma ağızda kaba ve kumlu bir his oluşturur ki bu da tüketici tarafından tercih edilmez.

Dondurma içinde tutulan hava miktarı hem ürün kalitesini etkilediğinden hem de yasal standartları karşılamada etkili olduğundan oldukça önemlidir (Marshall ve ark., 2003). Nitekim Türk Gıda Kodeksi Dondurma Tebliği'nde hacim genişlemesi dondurmada en fazla %100, Maraş dondurmasında en fazla %35 ve Maraş usulü

dondurmada en fazla %50 oranında olabileceği belirtilmektedir (TGK, 2004). Hacim artışı oranı, dondurma içinde tutulan hava hakkında bilgi vermektedir. Dondurma içinde hapsedilen, tutulan hava dondurmanın erime oranını, erime sırasında ürün şeklinin korunmasını, yumuşak, homojen, kremi bir yapının oluşumunu ve erimiş haldeki ürünün reolojik özelliklerini etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Daha küçük hava hücrelerinin dondurma kalitesini olumlu yönde etkilediği yapılan çalışmalarla da bildirilmektedir (Eisner ve ark., 2005). Stabilizörler dondurma kalitesini bu denli etkileyen hacim artışı üzerinde viskoziteyi artırarak ve hava kabarcıklarının oluşumunu sağlayarak olumlu yönde katkı sağlamaktadır.

Dondurmanın erime oranı tüketici kabul edilebilirliği açısından oldukça önemli bir faktördür. İlk damlama süresi, dondurmaların yapısı hakkında bilgi veren ve tüketimi sırasında dayanıklılığının bir ölçütü olarak değerlendirilir. Sıcaklık dalgalanmalarından en fazla etkilenen özellik olarak da bilinen tamamen erime süresi ise dondurmaların nakliyesi ve depolanması sırasında dondurmanın dayanıklılığının bir ölçüsü olarak değerlendirilmektedir. Ürünün hızlı erimesi istenmeyen bir özellik iken erime oranının çok düşük olması ise ürünün kusurlu olarak değerlendirilebilmesine neden olabilmektedir (Marshall ve ark., 2003). Eriyememe, geç erime, köpüklü erime, pıhtılı erime, serum ayrılması, sulu erime dondurmada karşılaşılan erime kusurları olup stabilizör miktarı ve çeşidi dondurmanın erime kalitesi üzerinde etkili olan önemli bir faktördür. Stabilizörler su bağlama ve mikroviskoziteyi artırma yeteneklerine bağlı olarak dondurmanın erime kalitesi üzerinde etkilidirler (Marshall ve ark., 2003).

Stabilizörlerin bahsedilen fonksiyonların dışında diğer bir özelliği de dondurmanın duyuşsal özelliklerini etkilemesidir. Stabilizör çeşidi ve miktarı dondurma tekstürü ve yapısı için önemlidir. Kötü stabilizör seçimi veya yanlış miktarda kullanımı dondurmada istenmeyen buzlu tekstür, yumuşak, yapışkan, karlı ve ufalanır yapı gibi kusurlara neden olabilmekte ve tüketici kabul edilebilirliğini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Bazı stabilizörlerin eklenmesiyle süt ürünlerinde yabancı tat oluşumu bildirilmiştir (Dertli ve ark., 2016).

Çoğu dondurma üreticisi tarafından ticari stabilizör/emülgatör karışımları yaygın olarak kullanılmaktadır (Marshall ve ark., 2003). Her bir stabilizörün spesifik özellikleri ve birbirleriyle etkileşimleri farklı olabilmektedir. Stabilizörlerin sinerjistik etkileşimlerinin maliyeti düşürmede yararlı olabileceği değerlendirilmektedir (Bahramparvar ve Tehrani, 2011). Gıda bilimcilerinin farklı uygulamalar için yeni stabilizör kaynakları bulma çabaları ve stabilizörlerin yeni kombinasyonlarına yönelik çalışmaları yoğun bir şekilde devam etmektedir (Marshall ve ark., 2003; Koochehi ve ark., 2009; Bahramparvar ve ark., 2013; Javidi ve ark., 2016; Kurt ve ark., 2016; Kaminska-Dworznicka ve ark., 2016; Kurt ve Atalar, 2018).

Dondurma üretim teknolojisinde yaygın olarak kullanılan başlıca stabilizörler; guar sakızı, keçiyoynuzu sakızı, karragenan, alginatlar, ksantan, jelatin, mikrokristalin selüloz ve salep sayılabilir (Akın, 2009; Bahramparvar ve Mazaheri Tehrani, 2011).

Atsan ve Çağlar (2008) tarafından farklı çeşitte ve oranda stabilizör ilavesinin depolama süresi boyunca (1, 15, 30, 45, 60. gün) dondurmanın fiziksel ve duyusal özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla guar sakızı (kontrol, %0,45, %0,60, %0,75) ve salep (kontrol, %0,45, %0,60, %0,75) stabilizör olarak kullanılmıştır. Hacim artışı değerinin kontrol örneklerinde en düşük (%17,91), %0,75 oranında guar sakızı ilave edilen örnekte (%47,11) ise en yüksek olduğu tespit edilmiştir. Dondurmalara stabilizör ilavesinin duyusal özellikleri olumlu yönde geliştirdiği değerlendirilmiştir. %0,75 Guar sakızı ilave edilen dondurmanın hem tekstürdeki üstünlük hem de fiziksel değerlendirmelerden hacim artışı oranı ve erime özelliklerine göre en iyi tip olduğu tespit edilmiştir.

Şimşek ve ark. (2006) tarafından endüstriyel dondurma üretiminde farklı stabilizör kullanmanın dondurma kalitesi ve özellikleri üzerine yaptıkları çalışmada, çok düşük oranlarda (genellikle $< \%1$) bile olsa, dondurma formülasyonlarına stabilizör ilavesinin dondurmaların özellikle viskozite ve erime özellikleri gibi önemli kalite kriterlerini olumlu yönde etkilediğini bildirmişlerdir.

Gökçebağ (2004) tarafından endüstriyel dondurma üretiminde farklı kuru madde, stabilizör ve hava (overrun) kullanımının miks ve son ürün (dondurma) kalitesi üzerine etkisi araştırılmıştır. Tüketicilerin dondurmaları satın aldıktan tüketinceye kadar geçen sürede ürünün çabuk erimesini engellemek ve yapısal özelliklerini geliştirebilmek için farklı kuru madde oranları, stabilizör (keçiyoynuzu gamı (LBG), guar gamı, CMC (karboksimetilselüloz)) ve hava (overrun) kullanılarak üretim gerçekleştirilmiştir. Elde edilen dondurma miksi numunelerinde kuru madde, yağ, pH ve viskozite değerleri ile bitmiş ürün numunelerinde erime zamanı ve yumuşaklık değerleri ölçülmüştür. Yapılan ölçümler ile farklı stabilizör, kuru madde ve hava (overrun) oranının miks viskozitesini, dondurmanın erime direnci ve yumuşaklık değerlerini doğrudan etkilediği tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra erime direnci ile kullanılan stabilizör çeşidi arasında anlamlı bir korelasyon olduğu, farklı stabilizör çeşitlerinin dondurmanın erime hızını farklı oranlarda etkilediği tespit edilmiştir. Yapılan çalışmada keçiyoynuzu gamı (LBG) kullanılarak üretilen dondurmaların erimeye karşı daha dirençli oldukları değerlendirilmiştir.

Varela ve ark. (2014), stabilizörlerin dondurmaların buzlanma ve soğukluk gibi duyumların ilk etkisini azalttıklarını ve dondurma kalitesini olumlu yönde geliştirdiklerini bildirmişlerdir.

Soukoulis ve ark. (2008) tarafından hidrokolloidlerin dondurmaların fiziksel, duyuşsal ve reolojik özellikleri üzerine işlevselliği incelenmiştir. Bu amaçla karboksimetilselüloz (CMC), guar gamı, sodyum aljinat ve ksantan gam birincil stabilize edici maddeler olarak kullanılırken, ikincil stabilize edici madde olarak κ -karragenan kullanılmıştır. Örnekler 4, 8 ve 16 haftalık depolamadan sonra stabilizasyon sistemlerinin işlevselliği açısından incelenmiştir. κ -karragenanın varlığı, reolojik parametrelerin güçlendirilmesine ve depolama koşullarında stabilize edici etkinin geliştirilmesine katkıda bulunduğu ve birincil hidrokolloidlerin işlevselliğini desteklediği bulunmuştur. Stabilizörlerin dondurma örneklerinde gelişmiş ağız hissi, lezzet algısı ve stabilizeye katkıda bulunduğu belirlenmiştir. κ -karragenanın yanı sıra sodyum aljinat ve ksantan gamının kriyokoruma etki gösterdiği tespit edilmiştir.

Javidi ve ark. (2016) tarafından fesleğen tohumu sakızı (yeni bir hidrokolloid olarak), guar sakızı (ticari bir hidrokolloid olarak) ve bunların karışımının düşük yağlı dondurmaların reolojik, fiziksel ve duyuşal özellikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Fesleğen tohumu sakızı ve guar sakızı karışımının düşük yağlı dondurma için çok uygun yağ replasmanları/stabilizörleri olduğu değerlendirilmiştir. Eklenen fesleğen tohumu sakızı, guar sakızı ve bunların karışımlarının düşük yağlı dondurmaların soğukluk algısını azalttığı, kremlilik, sertlik ve toplam kabul özelliklerini genel olarak artırdığı tespit edilmiştir.

2.3. Balkabaklı Dondurma

Dondurma şüphesiz dünyanın en sevilen tatlarından biri olmakla birlikte kolay sindirilebilmesi, özellikle bazı vitamin (A, D ve B₂) ve mineral maddelerince (kalsiyum, fosfor vb.) zengin olması ve iyi bir enerji kaynağı olması sebebiyle tüketim alışkanlıklarımızda oldukça önemli bir yere sahiptir (Yaşar ve Güzeler, 2009). Sütün içinde bulunan süt yağı, süt şekeri, protein ve mineral maddeler dondurmada daha yoğunlaştırılmış bir şekilde bulunmaktadır. Ayrıca yapımı sırasında katılan süt esaslı maddeler, meyveler, kuru yemişler, yumurta ve şeker gibi maddeler de dondurmanın besleyici özelliğini artırmakta ve süte göre çok daha besleyici bir ürün ortaya çıkmaktadır (Konar, 1991).

Yakın bir geçmişe kadar tüketiciler sınırlı ve sıradan dondurma çeşitleri arasında tercih yapmak zorunda iken, dondurma endüstrisinin gelişmesiyle birlikte farklı tat, yapı ve çeşitte ürünler raflarda yerini almıştır. Tüm dünyada gelişen toplum bilincine paralel olarak, tüketicilerin daha sağlıklı ve besleyici gıdalara olan eğilimi giderek artmaktadır. Bu nedenle araştırmacılar besin içeriği zengin ve insan sağlığına olumlu etkileri bulunan gıdaların üretimine karşı ilgi göstermektedirler (Çetin Abay, 2017).

Ülkelerde tüketilen fonksiyonel gıda grupları incelendiğinde, süt ve süt ürünlerinin en üst sırada yer aldığı görülmektedir. Bu ürünler içerisinde, besin değerinin oldukça yüksek olması ve bileşimi en kolay değiştirilebilen süt ürünlerinden biri olması

sebebiyle dondurmaya fonksiyonel özellik kazandırılması yönünde yapılmış çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Balkabalı dondurma da bunlardan bir tanesidir.

Ülkemizin sahip olduğu zengin iklimsel çeşitlilik sayesinde kabakgil türlerinden birçoğu ülkemizde sorunsuz olarak yetiştirilebilmektedir. Anadolu çok geniş varyasyona sahip olmakla birlikte sekonder gen merkezi durumundadır (Şensoy ve ark., 2007). Balkabağı *Cucurbitacea* familyasına dahil olup Latince adı *Cucurbita moschata*'dır (Vural ve ark., 2000). Balkabağının ilk olarak Amerika'da yetiştirildiğı ardından Asya'da özellikle Çin'de üretiminin yaygın bir şekilde yapılmaya başlandığı bildirilmektedir (Kaya, 2006). Dünya kabak üretiminde ilk sırada Çin yer almakta, onu Hindistan, Rusya, ABD, Mısır ve Ukrayna takip etmektedir. Türkiye ise 12. sırada yer almaktadır. Gıda Tarım ve Orman Bakanlığı'nın verilerine göre Sakarya ilinin 2016 ve 2017 yılları balkabağı üretim miktarları sırasıyla 96.268 ton ve 89.737 ton dur. Bu da ülkemiz balkabağı üretiminin yaklaşık %10'luk kısmına karşılık gelmektedir.

Balkabağı üzerine yapılan bilimsel araştırmalar, balkabağının özellikle diyet lifi ve β-karoten açısından zengin olduğunu ayrıca lutein, A, B₆, K, C vitaminleri, potasyum, fosfor, magnezyum, selenyum ve demir gibi mineraller, fenolik bileşikler ve pektin bakımından önemli bir kaynak olduğunu göstermiştir. Balkabağının karotene zengin içeriğe sahip olması onun A vitamini eksikliklerinin önlenmesinde oldukça yararlı olabileceğini ortaya koymuştur (Seo ve ark., 2005). Karotenoidler vitamin A'nın öncüsü olup özellikle görme duyusu, büyüme ve embriyo gelişimi için gereklidir. Balkabağında bulunan polisakkaritlerin serum insülin seviyesini artırdığı, kan şekeri seviyesini düşürdüğü ve glikoz toleransını geliştirerek antidiyabetik ajan olarak kullanılabileceğı bildirilmiştir (Chen ve ark., 1994; Xiong ve Cao, 2001; Zhang ve ark., 2002; Cai ve ark., 2003; Qanhong ve ark., 2005). Balkabağı içerdiği alkaloidler, fenolik bileşenler ve flavanoidler sayesinde iltihaplanmayı önleyici, antikanserojen, antioksidan, ağrı kesici, parazit önleyici, antibakteriyel özellik göstermektedir (Caili ve ark., 2006; Adams ve ark., 2011). Sağlığa olan faydaları yapılan çalışmalar sonucunda ispatlanan balkabağı gıda endüstrisinde kullanım potansiyeli bulunan önemli bir meyvedir (Wang ve ark., 2007).

Balkabağı unu/lifi ilavesi ile fonksiyonel özelliğe sahip çeşitli yeni ürünler geliştirilmeye çalışılmıştır. Yapılan bilimsel araştırmalar incelendiğinde balkabağı ununun ekmeğin hacminde artışa sebep olduğu ve ekmekte daha düzgün bir gözenek dağılımı elde edildiğini (Ptitchkina ve ark.,1998), ayrıca ekmeğin besin değerini artırdığı ve ekmek üretiminde buğday ununa katkı olarak kullanılabileceği belirtilmiş (See ve ark., 2007; Lee ve ark., 2008) ve buğday ununa balkabağı tozu ikamesinin ekmek yapımına etkisi araştırılmıştır (Polat, 2007).

Asya’da yaygın olarak tüketilen “noodle” ürününde artan konsantrasyonlardaki balkabağı tozunun üründe β -karoten miktarını artırdığı ve ürünün pişirme, renk ve duyuşal özelliklerini geliştirdiği (Lee ve ark., 2002), glutensiz makarna üzerine yapılan başka bir çalışmada ise makarnanın renk, tekstür ve duyuşal özelliklerini geliştirdiği bilgisi verilmiştir (Mirhosseini ve ark., 2015).

Balkabağı tozunun kek üretiminde kullanılması da araştırılmıştır. Bu amaçla balkabağı farklı kurutma yöntemleriyle kurutulmuş ve sorpsiyon eğrileri elde edilmiştir. Liyofilizasyon (dondurarak kurutma) tekniğinin, diğer tekniklere göre daha kaliteli ürün sağladığı sonucuna varılmıştır. Ürüne ilave edilen balkabağı tozu ürünün tekstür, nem içeriği, renk gibi özelliklerini geliştirmiş ve bayatlamayı geciktirmiştir (İlgöy Gözükar, 2013).

Yarım yağlı yoğurtta balkabağı lifi kullanmanın yoğurdun kalite ve tekstürel özelliklerini artırabileceği ve yağ ikame maddesi olarak kullanılabileceği değerlendirilmiştir (Bakırcı, 2014).

Balkabağı unu katkısının bisküvinin antioksidan aktivite ve besinsel kalitesine etkileri araştırılmış ve iki farklı yöntemle (ön işlemlili: 0,2 Na-metabisülfid (MS) içeren suda 30 dak bekletilerek ve ön işlemsiz) ve iki farklı kurutma (hava akımında kurutma ve dondurarak kurutma) uygulamasıyla balkabağı unu elde edilmiştir. Dondurarak kurutmanın, balkabağı unlarında kırmızılığı koruduğu ve daha parlak kırmızı renk sağladığı ayrıca su ve yağ tutma kapasitelerinin hava akımında kurutulanlardan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bisküvi üretiminde balkabağı

unu kullanmanın üründe diyet lifi miktarını, antioksidan aktiviteyi, fenolik madde içeriği ayrıca biyoalınabilirliği artırıcı fonksiyonel bir katkı olarak kullanılabileceği sonucu çıkarılmıştır (Aydın, 2014).

Balkabağının dondurmaya işlenerek dondurmaya fonksiyonel özellik kazandırılması araştırılmıştır. Bu amaçla farklı oranlarda (%0, 0,5, 1,0, 1,5) balkabağı lifi dondurma formülasyonlarına eklenmiş ve depolama süresi boyunca (1., 30., 60., 90. gün) dondurmaların fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Formülasyonda artan balkabağı lifi oranına paralel olarak dondurmaların erime oranı azalmış, ilk damlama süreleri ve sertlik değerleri artmış ve bu değerler depolama süresinden fazla etkilenmediği tespit edilmiştir. Ayrıca lif ilavesinin dondurmaların toplam diyet lif miktarları, toplam fenolik madde miktarları ve antioksidan aktivite değerlerini artırdığı ve en beğenilen dondurma örneğinin ise kontrol örneğinden sonra %1,0 balkabağı lifi içeren dondurma örneği olduğu bildirilmiştir (Kahveci, 2016).

BÖLÜM 3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırmada stabilizör olarak kullanılan karragenan (pH: 7,0-10,0), keçiyoynuzu gamı (pH: 5,5-7,0) ve pektin (pH: 3,1-3,8; HM pektin; esterleşme derecesi %58-64; elma posasından ekstrakte) Smart Kimya Tic. ve Danışmanlık LTD.ŞTİ (İzmir)'den temin edilmiştir. Dondurmaların üretiminde kullanılan yağlı süt tozu (%26,95 yağ, %3,30 rutubet) Milkon Süt ve Gıda Mamulleri San. ve Tic. A.Ş. (Sakarya)'den, UHT sterilize süt (Torku marka; %3,3 yağlı), yumurta, kaymak (Eker marka; %60 yağ içeren), şeker (kristal şekerin blenderda inceltilmesiyle elde edilmiş saf kristal şeker, sakaroz), salep piyasadan temin edilmiştir.

Balkabağı olarak Sakarya ilinin Geyve ilçesinde üretim yapan çiftçilerden tedarik edilen balkabakları kullanılmıştır. Bu amaçla balkabakları soyulup küp şeklinde doğrandıktan sonra 1 saat boyunca suda haşlanmış (balkabağı: su 1: 1/2 w/v) ve karışım mikserden geçirilerek püre haline getirilmiştir. Balkabağı püreleri kullanıma kadar dondurucuda saklanmıştır.

Püre haline dönüştürülen balkabağı liyofilizasyon (dondurarak kurutma) tekniği ile (-45 °C'de 0,045 mbar'da) (Labconco Freezone 6, USA) kurutulmuştur. Kurutulan ürünler daha sonra toz haline getirilerek balkabağı tozu elde edilmiştir. Balkabağı tozu elekten (450 mikron) geçirilmiş ve kullanıma kadar oda sıcaklığında saklanmıştır. Balkabağı tozunun kuru madde miktarı $95,3235 \pm 0,1622$ olarak belirlenmiştir.

3.1.1. Kullanılan araç-gereçler

Araştırmada kullanılan başlıca ekipmanlar; Delonghi ICK5000 dondurma makinesi, Labconco Freezone 6 liyofilizatör, Remta marka pastörizatör, Waring marka blender, Radwag AS 220/C/2 hassas terazi, AND GF-6100 terazi, Testo marka derece, Braun marka mikser, Fungilab ALPHA H viskozimetre cihazı, Brookfield CT3 tekstür analiz cihazı, pH metre, Lovibond RT 300 tintometre renk analiz cihazı, Biosan MSH 300 manyetik karıştırıcı.

3.1.2. Kullanılan kimyasal çözeltiler

Çalışmada dondurmaların titrasyon asitliği değerlerinin belirlenmesinde %1'lik fenolfitaleyn ve 0,1 N NaOH çözeltisi kullanılmıştır.

3.1.3. Denemenin kurulması

Deneme, faktöriyel deneme planına göre kurulmuş olup 2 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir (Düzgüneş ve ark., 1987). Deneme planı Tablo 3.1.'de verilmiştir.

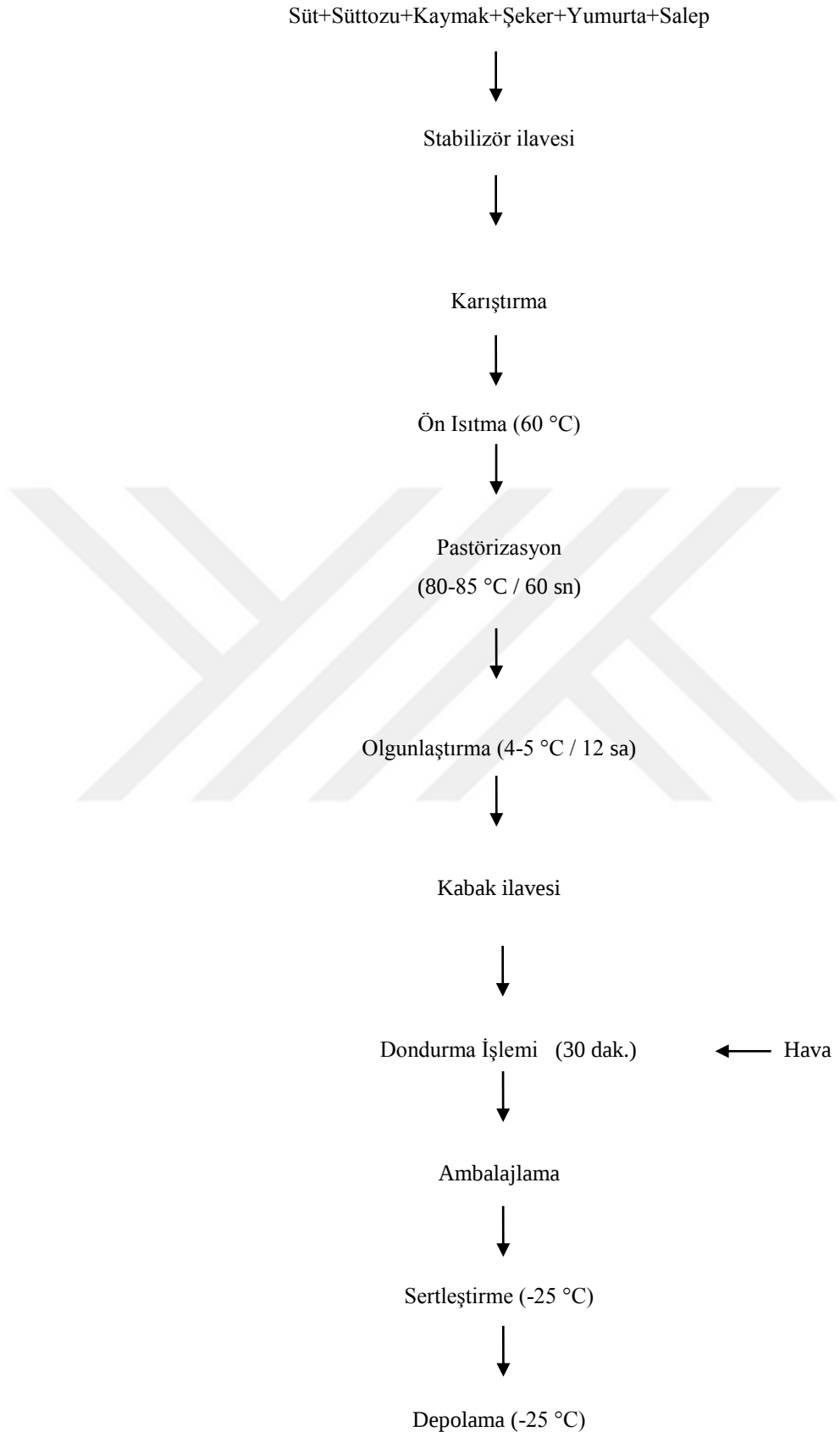
Tablo 3.1. Araştırmada kullanılan deneme planı

Örnek no	Kullanılan gamların oranları (%)			Balkabağı ilavesi (%)
	Karragenan	Keçiboynuzu	Pektin	
1	0,0	0,0	0,0	3
2			0,1	
3			0,2	
4		0,1	0,0	
5			0,1	
6			0,2	
7		0,2	0,0	
8			0,1	
9			0,2	
10	0,1	0,0	0,0	
11			0,1	
12			0,2	
13		0,1	0,0	
14			0,1	
15			0,2	
16		0,2	0,0	
17			0,1	
18			0,2	
19	0,2	0,0	0,0	
20			0,1	
21			0,2	
22		0,1	0,0	
23			0,1	
24			0,2	
25		0,2	0,0	
26			0,1	
27			0,2	

3.1.4. Dondurma üretimi

Öncelikle dondurma miksi hazırlanmıştır. Dondurma miksi bileşiminde yer alan malzemelerin oranları Tablo 3.2.'te verilmiştir. Ardından sabit oranda (%3) balkabağı tozu mikse ilave edilmiştir. Stabilizör olarak karragenan, keçiyoynuzu, pektin ve bunların kombinasyonları Tablo 3.1. deneme planında belirtildiği oranlarda kullanılarak toplam 27 adet dondurma üretilmiştir. Üretilen 27 adet dondurma örneği konu hakkında bilgili 7 panelist tarafından duyuşal değerdendirmeye tabi tutulmuş ve en beğenilen 13 dondurma örneği ile araştırmaya devam edilmiştir.

Dondurma üretimi Şekil 3.1.'deki üretim akış şemasında gösterildiği gibi Tekinşen (1997) ve Metin (1996)'in belirttiği yöntemeye göre laboratuvar şartlarına uyarlanarak yapılmıştır.



Şekil 3.1. Dondurma üretim akış şeması

Tablo 3.2. Dondurma miksi formülasyonu

Bileşen adı	Miktarı (%)
Süttozu	3,09
Süt	67,56
Yumurta	4,24
Kaymak	9,49
Şeker	12,33
Salep	0,29
Balkabağı	3,00

3.2. Analizler

3.2.1. pH tayini

Dondurmaların pH değerleri elektronik pH metre kullanılarak 20 °C’de eritildikten sonra ölçülmüştür. Bu amaçla dondurma örneklerine pH metre probu daldırılmış ve cihaz üzerindeki değer değişmeden sabit kaldığında okuma yapılmıştır. Ölçüm yapılmadan önce pH metre pH’sı 7 ve 4 olan standart tampon çözeltilerle kalibre edilmiştir (Kurt ve ark., 1993).

3.2.2. Titrasyon asitliği

Dondurmaların titrasyon asitliği % laktik asit cinsinden hesaplanmıştır. Dondurma örneklerinden 9 g tartılmış 9 mL saf su ile iyice karıştırılmıştır. Üzerine %1’lik 0,25 ml fenolfitaleyn ilave edilmiş ve 0,1 N NaOH çözeltisi ile titre edilmiştir. Titrasyona sabit pembemsi renk oluşuncaya kadar devam edilmiştir. Harcanan 0,1 N NaOH miktarı belirlenmiş ve dondurma örneklerinin titrasyon asitliği değerleri verilen eşitlik yardımıyla (Denklemler 3.1) hesaplanmıştır (Bradley ve ark., 1992).

$$\text{Titrasyon asitliği}(\%) = \frac{V \times 0,009}{m} \times 100 \quad (3.1)$$

V: Harcanan 0.1 N NaOH çözeltisinin hacmi (mL)

m: Örneğin ağırlığı (g)

3.2.3. Kuru madde miktarı

Dondurmaların kuru madde değerleri gravimetrik yöntemle dayalı olarak belirlenmiştir. Bu amaçla sabit tartıma getirilen ve daraları alınmış tartım kaplarına 1-2 g örnek tartılmış ve 105 ± 2 °C'deki etüvde örnekler 3 saat kurutulmuşlardır. Kurutma işleminden sonra örnekler desikatöre alınarak oda sıcaklığına kadar soğuması beklenmiş ve örneklerin ağırlıkları belirlenerek verilen formül yardımıyla (Denklem 3.2) kuru madde miktarları (%) hesaplanmıştır (Hasler, 2000).

$$\%KM = \frac{G_2 - G}{G_1 - G} \times 100 \quad (3.2)$$

KM: Örneklerin kurumadde yüzdelerini

G: Tartım kabının darasını

G₁: Örnek + tartım kabının ağırlığını

G₂: Kurutma işlemi sonrasındaki kuru örnek + tartım kabının ağırlığını ifade etmektedir.

Dondurma formülasyonuna eklenen balkabağı tozunun kuru madde miktarı da yine benzer şekilde hesaplanmıştır. Bu amaçla sabit tartıma getirilen ve daraları alınmış tartım kaplarına 1-2 g örnek tartılmış ve 105 ± 2 °C'deki etüvde örnekler 3 saat kurutulmuşlardır. Kurutma işleminden sonra örnekler desikatöre alınarak oda sıcaklığına kadar soğuması beklenmiş ve örneklerin ağırlıkları belirlenerek verilen formül yardımıyla (Denklem 3.2) kuru madde miktarları (%) hesaplanmıştır.

3.2.4. Renk değerleri (L, a ve b)

Dondurma örneklerinin renk değerleri otomatik renk tayin cihazı ile (Lovibond RT 300 tintometre renk analiz cihazı) ölçülmüştür. Öncelikle cihaz, standart kalibrasyon skalası ile kalibre edilmiştir. Sonra dondurma örnekleri cihaza ait küvete doldurularak okuma yapılmış ve L, a ve b değerleri belirlenmiştir.

3.2.5. Viskozite

Dondurmaların akışkanlık özelliği Aime ve ark. (2001)'nin kullandığı yöntem modifiye edilerek belirlenmiştir. Bu amaçla dondurmalar dondurucudan çıkarıldıktan sonra 4 saat 4 °C'lik depolama koşulunda bekletilmiş ve sonrasında bu sıcaklıkta ölçüm yapılmıştır. Her biri 100 ml'lik kaplarda bulunan dondurma örneklerinin içine cihazın 6 nolu spindl'in yiv kısmı tamamen girecek şekilde daldırılmış ve 60 rpm değerinde okuma yapılmıştır. Bütün okuma değerleri her bir örnek için 10 saniye geçtikten sonra yapılmış olup sonuçlar centipoise (cP) olarak kaydedilmiştir. Viskozite ölçümlerinde Fungilab ALPHA H (İspanya) viskozimetre cihazı kullanılmıştır.

3.2.6. Hacim artışı (overrun)

Dondurmada hacim artışı (overrun) analizi, miksin belli hacimdeki kapta tartıldıktan sonra dondurmaya dönüştürülmesi sonrası tekrar aynı kapta tartım alınması prensibine dayanarak hesaplanmıştır (Denklem 3.3) (Tekinşen, 1997).

$$\% \text{ Hacim artışı} = \frac{\text{Miksin ağırlığı} - \text{Dondurmanın ağırlığı}}{\text{Dondurmanın ağırlığı}} \times 100 \quad (3.3)$$

3.2.7. Erime süresi analizi

Dondurmaların ilk damlama süreleri ve tamamen erime süreleri -25 °C'de depolanan dondurma örneklerinde, depolamanın 1. gününde gerçekleştirilmiştir. Erime süresi analizlerinde Abd El-Rahman ve ark. (1997); Prindivelle ve ark. (1999)'dan modifiye edilen yöntem uygulanmıştır. 20 gram dondurma örneği 20 °C'lik ortam sıcaklığında tel ızgarada bekletilmiş ve ilk damlama, son damlama sürelerinin kaydedilmesi ile ölçülmüştür.

3.2.8. Tekstür analizi

Dondurmaların tekstür analizi Aime ve ark. (2001)'nın kullandığı yöntem modifiye edilerek yapılmıştır. Dondurmaların tekstürel analizinde Brookfield CT3 tekstür analiz cihazı kullanılmıştır. Her biri 100 ml'lik kaplarda bulunan dondurma örnekleri dondurucudan çıkartıldıktan sonra 4 saat 4 °C'lik depolama koşulunda bekletilmiş ve bu sıcaklıkta ölçüm yapılmıştır. Analizde TA 5/1000 silindirik prob kullanılarak 10 mm mesafe, 0,3 trigger kuvveti, 2 mm/s test hızı uygulanarak yapılmış ve sonuçlar sertlik (g) cinsinden ifade edilmiştir.

3.2.9. Duyusal değerlendirme

Dondurma numunelerinin duyusal yönden değerlendirilmesi depolamanın 1. günü sonunda 7 kişilik bir panelist grubu tarafından yapılmıştır. Duyusal değerlendirmede Şekil 3.2. ve Şekil 3.3.'teki formlar kullanılmıştır (Aime ve ark., 2001).

Panelistin Adı Soyadı:

...../...../20...

DUYUSAL ANALİZ FORMU**1. Soğukluk Şiddeti**

10 _____ 9 _____ 8 _____ 7 _____ 6 _____ 5 _____ 4 _____ 3 _____ 2 _____ 1 _____ 0
 Düşük Soğukluk Yüksek Soğukluk

3.Sıklık

0 _____ 1 _____ 2 _____ 3 _____ 4 _____ 5 _____ 6 _____ 7 _____ 8 _____ 9 _____ 10
 Yumuşak Sert

3.Viskozite

0 _____ 1 _____ 2 _____ 3 _____ 4 _____ 5 _____ 6 _____ 7 _____ 8 _____ 9 _____ 10
 Düşük Viskozite Yüksek Viskozite

4.Pürüzsüzlük

0 _____ 1 _____ 2 _____ 3 _____ 4 _____ 5 _____ 6 _____ 7 _____ 8 _____ 9 _____ 10
 Pürüzlü Pürüzsüz

5.Renk ve Görünüş

0 _____ 1 _____ 2 _____ 3 _____ 4 _____ 5 _____ 6 _____ 7 _____ 8 _____ 9 _____ 10
 Çok kötü Çok iyi

6.Ağız Dolgunluğu

0 _____ 1 _____ 2 _____ 3 _____ 4 _____ 5 _____ 6 _____ 7 _____ 8 _____ 9 _____ 10
 Düşük Ağız Dolgunluğu Yüksek Ağız Dolgunluğu

7.Tat-Koku

0 _____ 1 _____ 2 _____ 3 _____ 4 _____ 5 _____ 6 _____ 7 _____ 8 _____ 9 _____ 10
 Çok kötü Çok iyi

8.Genel Kabul Edilebilirlik

0 _____ 1 _____ 2 _____ 3 _____ 4 _____ 5 _____ 6 _____ 7 _____ 8 _____ 9 _____ 10
 Düşük Yüksek

Şekil 3.2. Duyusal analiz formu (1)

DUYUSAL ANALİZ FORMU

Numune kabının ortasından bir çay kaşığı örnek alınız. Zorunluluk var ise kenarlardan da alınabilir. Formun en altında bulunan tabloya her bir örneğin özelliğini belirtiniz. Her bir parametreyi değerlendirmeden önce ağzınızı su ile çalkalayınız.

1. Soğukluk Şiddeti

Örneği ağzınıza alınız, dil ile ağzınızda döndürünüz. Örnek ağızda erirken ağızda yarattığı soğuk etki soğukluk olarak tanımlanır. Örnek ağızda çevrilirken keskin bir soğukluk hissediliyorsa aşırı soğuk olarak, düşük derecede soğukluk hissi veriyorsa hafif soğukluk olarak ifade edilir.

2. Sıklık

Örneği ağzınıza alınız ve damağınızda bastırınız. Dondurmanın düzleşmesi için gerekli olan kuvvet sıklığı ifade eder. Dondurmanın düzleşmesi için az kuvvet gerekiyorsa yumuşak, daha çok kuvvet uygulanarak düzleşiyorsa sıkı (sert) olarak ifade edilir.

3. Viskozite

Ağza örnek alınır. Dil ile damak arasında nazikçe döndürülerek hareket ettirilir. Örneğin tam erimeden önce ağız içinde hareketin rahatlığı değerlendirilir. Örneğin harekete karşı direnç, ağızda erimemesi ve yapışması yüksek viskozite olarak tanımlanırken, örneğin çok hızlı bir şekilde erimesi, harekete karşı çok az direnç göstermesi ve yapışmaması düşük viskozite olarak tanımlanır.

4. Pürüzsüzlük

Örnek dil ile üst damağa yayılır ve pürüzsüzlüğün derecesi değerlendirilir. Pürüzsüz olmayan dondurma ağızda kaba ve kumlu bir his bırakırken, pürüzsüz bir dondurma yumuşak ve homojen bir şekilde ağızda yayılarak kumlu ve kaba bir his oluşturmaz.

5. Renk ve Görünüş

Örneğin rengiyle ve görünüşüyle ilgili değerlendirme yaparken açık renkten koyu renge doğru ve mattan parlağa doğru puan azalarak çok kötüye doğru değerlendirilir.

6. Ağız Dolgunluğu

Örneği ağzınıza aldıktan sonra dil ile damak arasında dairesel bir şekilde hareket ettirerek yiyiniz. Örneği yuttuktan sonra ağızda kalan film tabakanın yoğunluğu ağız dolgunluğu olarak ifade edilir.

Ürün no	Ürün no	Ürün no	Ürün no	Ürün no	Ürün no
1. Soğukluk şiddeti					
2. Sıklık					
3. Viskozite					
4. Pürüzsüzlük					
5. Renk ve görünüş					
6. Ağız dolgunluğu					
7. Tat- koku					
8. Genel kabul edilebilirlik					

Şekil 3.3. Duyusal analiz formu (2)

3.2.10. İstatistiksel analizler

Araştırma sonuçlarının değerlendirilmesinde üretilen dondurma örnekleri arasındaki farkı belirlemek amacıyla tek yönlü varyans analizi (One-way Anova) kullanılmıştır. Varyans analizi sonucunda önemli olan veriler Duncan çoklu karşılaştırma testine göre $P<0,05$ düzeyinde test edilmiştir. Bu amaçla SPSS versiyon 22.0 (SPSS Inc. Chicago, Illinois) istatistik analiz paket programı uygulanmıştır (Düzgüneş ve ark., 1983).



BÖLÜM 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Dondurmaların Kimyasal Özellikleri

Dondurmaların bazı kimyasal özelliklerine ait analiz sonuçları ile istatistik analiz sonuçları Tablo 4.1.'de verilmiştir.

Tablo 4.1. Dondurmaların bazı kimyasal özellikleri (*)

Örnek no	pH	Titrasyon asitliği (% laktik asit)	Kuru madde (%)
1	6,595±0,007 ^a	0,317±0,002 ^c	36,074±0,050 ^h
10	6,585±0,007 ^{ba}	0,319±0,002 ^{cb}	36,064±0,063 ^h
19	6,580±0,014 ^{ba}	0,320±0,002 ^{cb}	36,640±0,065 ^f
7	6,575±0,007 ^{cba}	0,321±0,001 ^{ba}	37,069±0,050 ^e
3	6,570±0,014 ^{cb}	0,321±0,001 ^{ba}	36,091±0,086 ^h
11	6,580±0,000 ^{ba}	0,321±0,000 ^{ba}	36,163±0,069 ^h
20	6,585±0,007 ^{ba}	0,319±0,002 ^{cb}	36,420±0,010 ^g
22	6,590±0,000 ^{ba}	0,317±0,002 ^c	37,498±0,008 ^{dc}
9	6,5350±0,007 ^{ed}	0,324±0,000 ^a	38,128±0,042 ^a
26	6,585±0,007 ^{ba}	0,319±0,002 ^{cb}	37,425±0,010 ^d
27	6,555±0,007 ^{dc}	0,323±0,001 ^{ba}	37,552±0,056 ^c
24	6,570±0,014 ^{cb}	0,321±0,001 ^{ba}	37,042±0,048 ^e
18	6,530±0,014 ^e	0,324±0,000 ^a	37,816±0,084 ^b

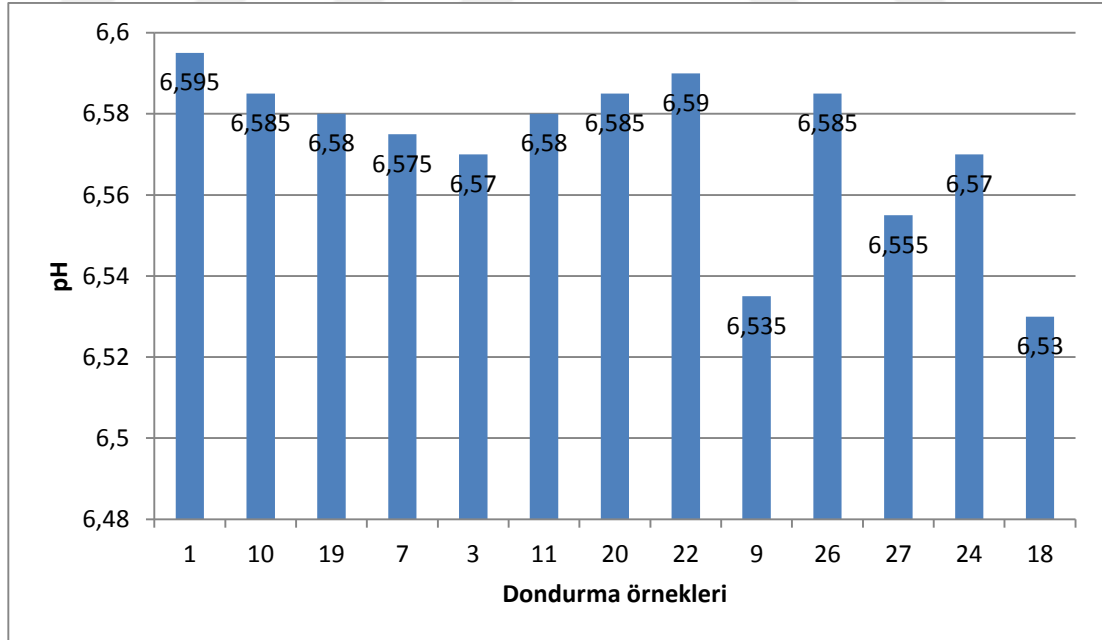
a- h: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($P<0,05$). Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar birbirinden farklı değildir.

(*): Tablodaki her bir değer iki tekerrürün ortalamasını ve standart sapmasını göstermektedir.

4.1.1. pH

Dondurma örneklerine ait ortalama pH değerleri Tablo 4.1.'de verilmiştir. Tablo 4.1.'den görülebileceği gibi dondurma örneklerinin pH değerleri 6,595-6,530 arasında değişim göstermiştir. En yüksek pH değeri 1 nolu (stabilizör içermeyen) dondurma örneğinde tespit edilirken; en düşük pH değeri 18 nolu (%0,1 karragenan + %0,2 keçiyoynuzu + %0,2 pektin) dondurma örneğinde tespit edilmiştir.

Dondurmaların pH değerleri üzerine stabilizör çeşit ve katım oranının etkisi istatistiksel olarak önemlidir ($P<0,05$). Dondurma örneklerine ait pH değerleri Şekil 4.1.'deki grafikte gösterilmiştir. Bu noktada pektin içeren dondurma örneklerine ait pH değerlerinin diğerlerine göre daha düşük olduğu gözlemlense, gerçekte örneklere ait pH değerlerinin birbirine çok yakın olduğu söylenebilir. Ayrıca pH değerlerine ait bu farklılığın ürünün üretimini ve tadını değiştirecek büyüklükte olmadığını söyleyebiliriz.



Şekil 4.1. Dondurmaların pH değerleri

Şimşek ve ark. (2006), endüstriyel dondurma üretiminde farklı stabilizör kullanımının dondurma kalitesine etkisi üzerine yaptıkları çalışmalarında ortalama

pH değerlerini 6,40-6,57 aralığında olduğunu belirlemişler ve bu değişimin de istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) olduğunu belirtmişlerdir.

Göncü (2012), dondurma üretiminde stabilizör olarak mikrobiyal transglutaminazdan yararlanma olanaklarını araştırdığı çalışmasında dondurmaların pH değerlerini 6,57 ile 6,62 arasında değiştiğini belirtmektedir.

Badem (2006), keçiyoynuzu pekmezli dondurma üretiminde kullanılan karragenan, ksantan ve keçiyoynuzu zamklarının dondurmaların kaliteleri üzerine etkisini incelediği çalışmasında dondurmaların pH değerlerini 6,30 ile 6,37 aralığında değişim gösterdiğini belirlemiştir. Dondurmaların pH değerleri üzerine ‘karragenan x LBG’ interaksiyonunun etkisinin $P<0,01$ düzeyinde önemli olduğunu bildirmiştir.

Temiz ve Yeşilsu (2010), değişik oranlarda pekmez ilavesi yaparak ürettikleri dondurma örneklerinde pH değerlerini 6,55 ile 6,69 aralığında tespit etmişlerdir.

Çelik ve ark. (2009), safranlı dondurma konulu araştırmalarında pH değerlerini 6,58-6,65 aralığında belirlemişlerdir.

Güven ve ark. (2002), stabilizör olarak salep-keçiyoynuzu gamı kullanarak ürettikleri Kahramanmaraş tipi dondurma örneklerinde ortama pH değerini 6,58 olarak belirlemişlerdir.

Güven ve ark. (2017), farklı stabilizörler (pektin, guar gam, gam karaya, maltodekstrin ve kombinasyonları) kullanarak ürettikleri yoğurt dondurmalarında kalite özelliklerini araştırmışlardır. Yaptıkları araştırmada örneklerin pH değerleri arasındaki farklılığın önemli olduğunu ($P<0,05$) tespit etmişlerdir. En düşük pH değerinin 4,06 ile gam karaya, ikinci en düşük pH değerinin ise 4,08 ile pektin içeren örneğe ait olduğunu belirlemişlerdir.

Gökçebağ (2004), endüstriyel dondurma üretiminde farklı kuru madde, stabilizatör ve hava (overrun) kullanımının miks ve son ürün kalitesi üzerine etkilerini incelediği

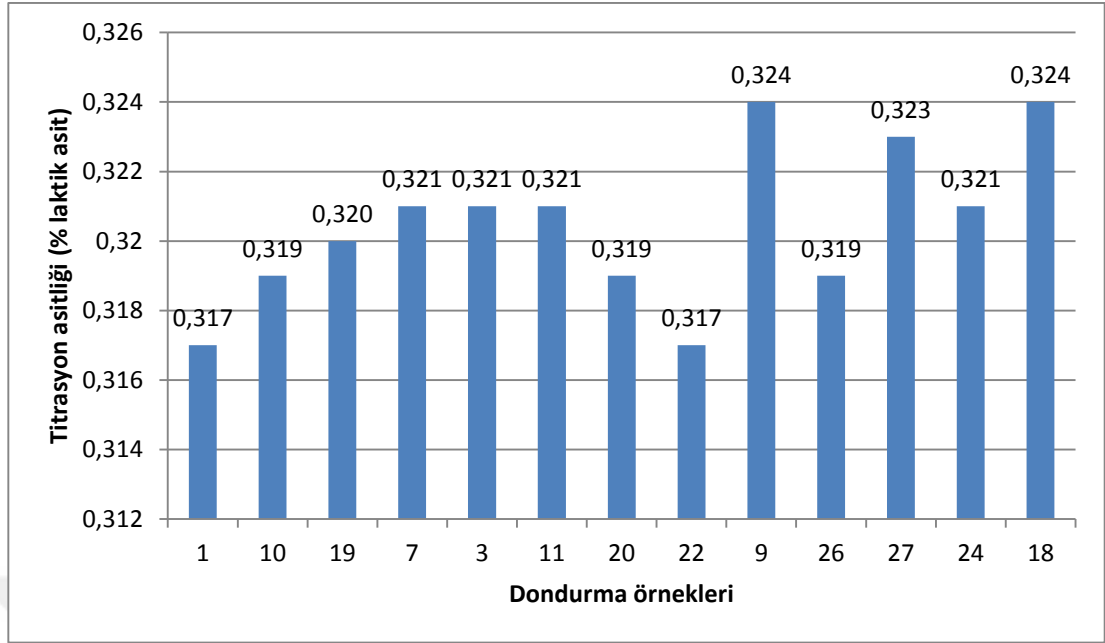
çalışmasında farklı stabilizör tipinin pH değerleri üzerinde etkili olduğunu ($P<0,01$) ve mikslerin pH değerlerinin 6,34 ile 6,62 arasında değişim gösterdiğini tespit etmiştir. Ancak bu farklılığın fiziksel ya da duyuşsal anlamda dondurma üretimini ve ürün tadını değiştirecek büyüklükte olmadığını da ayrıca belirtmiştir.

Yavaş Sarioğlu (2015), düşük kalorili dondurma üretiminde doğal tatlandırıcı olarak stevya ekstraktı kullanımının ürünün kalite kriterleri üzerine etkisini incelediği çalışmasında örneklerin pH değerlerinin 6,50 ile 6,69 arasında değiştidiğini belirlemiştir.

Literatürde yer alan pH değerleri ile tez çalışmamızda tespit ettiğimiz pH değerleri arasında benzerlikler ve farklılıklar söz konusudur. Bu farklılıklar üretimde kullanılan çeşitli katkı maddeleri ve üretim teknolojisindeki farklılıklardan ileri gelmektedir.

4.1.2. Titrasyon asitliği

Dondurma örneklerine ait titrasyon asitliği (% laktik asit) değerleri Tablo 4.1.'de verilmiştir. Tablo 4.1.'den de görülebileceği gibi dondurma örneklerinin titrasyon asitliği değerleri %0,317 ile %0,324 arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek değerler %0,324 ile 9 nolu (%0,2 keçiyoynuzu + %0,2 pektin) ve 18 nolu (%0,1 karragenan + %0,2 keçiyoynuzu + %0,2 pektin) dondurma örneklerinde tespit edilmiştir. En düşük değerler ise; %0,317 ile 1 nolu (stabilizör içermeyen) ve 22 nolu (%0,2 karragenan + %0,1 keçiyoynuzu) dondurma örneklerinde tespit edilmiştir. Dondurmaların titrasyon asitliği değerleri üzerine stabilizör çeşit ve katım oranının etkisi istatistiksel olarak önemlidir ($P<0,05$). Dondurma örneklerine ait titrasyon asitliği değerleri Şekil 4.1.'deki grafikte gösterilmiştir.



Şekil 4.2. Dondurmaların titrasyon asitliği (%) değerleri

Özellikle sade dondurma dışındaki dondurma örneklerinde titrasyon asitliği (%) değerleri mikse giren çeşni maddelerinin asitliğine bağlı olarak değişiklikler gösterebilmektedir.

Çam ve ark. (2013), nar yan ürünlerini kullanarak dondurmanın fonksiyonel özelliklerini geliştirilmesi üzerine yaptıkları çalışmalarında ürettikleri dondurmaların titrasyon asitliği değerlerini %0,15-0,33 arasında tespit etmişlerdir.

Temiz ve Yeşilsu (2010), değişik oranlarda pekmez ilave ederek yaptıkları çalışmalarında dondurma örneklerinin titrasyon asitliği (%) değerlerini %0,24-0,38 aralığında tespit etmişlerdir.

Göncü (2012), dondurma üretiminde stabilizör olarak mikrobiyal transglutaminazdan yararlanma olanaklarını araştırdığı çalışmasında dondurmaların titrasyon asitliği (%) değerlerini %0,19 ile %0,21 arasında tespit etmiştir.

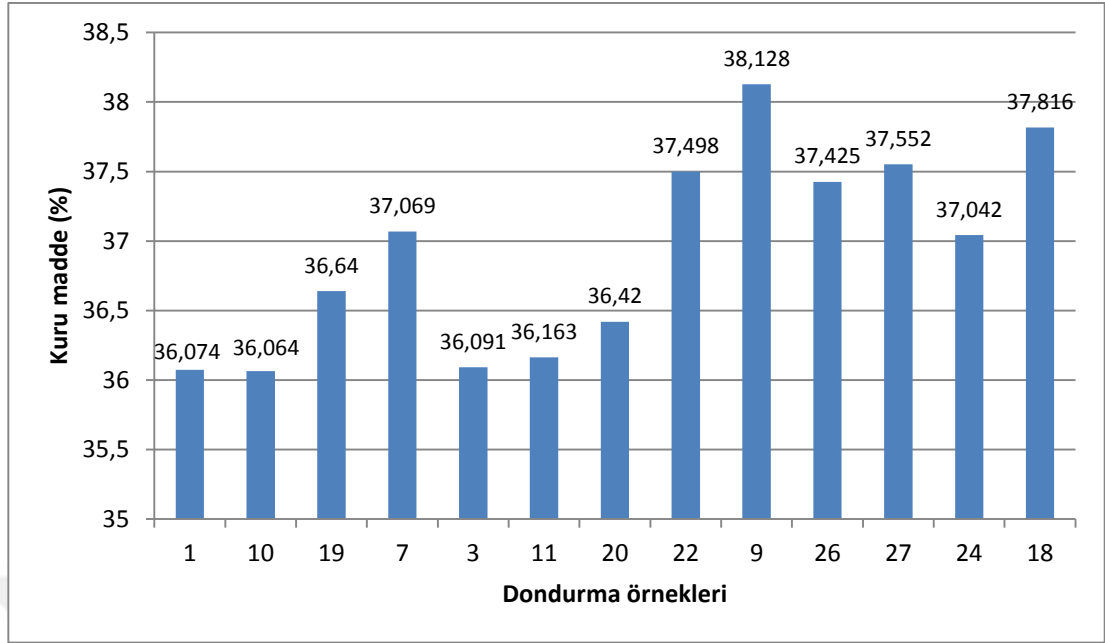
Yavaş Sarıoğlu (2015), düşük kalorili dondurma üretiminde doğal tatlandırıcı olarak stevya ekstarktı kullanımının ürün kalite kriterleri üzerine etkilerini incelediği

alışmasında örneklerin titrasyon asitliği değerlerinin %0,20 ile %0,25 arasında değiştiğini bildirmiştir.

Çalışmamızda dondurma örneklerine ait ölçülen titrasyon asitliği değerleri Temiz ve Yeşilsu (2010) ve am ve ark.(2013)'nın bulgularıyla benzerlik göstermektedir.

4.1.3. Kuru madde

Dondurma örneklerine ait ortalama kuru madde değerleri Tablo 4.1.'de verilmiştir. Görüldüğü üzere dondurma örneklerinin kuru madde değerleri %36,064 ile %38,128 değerleri arasında değişim göstermiştir. Dondurmaların kuru madde değerleri üzerine stabilizör çeşit ve katım oranının etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0,05$) bulunmuştur. En yüksek kuru madde miktarı 9 nolu (%0,2 keçiboynuzu + %0,2 pektin) dondurma örneğinde tespit edilirken, en düşük kuru madde miktarı 10 nolu (%0,1 karragenan) dondurma örneğinde tespit edilmiştir. Kuru madde değerleri arasında çıkan bu farklılık ısıtma sırasında mikslerden farklı düzeylerde suyun buharlaşmasından kaynaklanabilir. Nitekim mikse katılan stabilizör çeşit ve katım oranları mikslerin viskozitesini değiştirmiş ve mikslerin 80 C'ye kadar ısıtılması farklı srelerde olmuştur. Bu nedenle de buharlaşma farklı seviyelerde gerçekleşmiştir. Dondurma örneklerine ait ortalama kuru madde (%) değerleri şekil 4.3.'te gösterilmiştir.



Şekil 4.3. Dondurmaların kuru madde (%) değerleri

Kır (2007), farklı tip yağ kullanmanın dondurmaların fiziksel, kimyasal ve duyu kalitesine etkilerini incelediği çalışmada örneklerin kuru madde değerlerinin %32,32 ile %38,39 arasında değiştiğini belirlemiştir.

Sezgin ve ark. (1996), Ankara piyasasından topladıkları 42 adet dondurma örneği üzerinde yaptıkları çalışmada sade dondurmada toplam kuru maddenin %28,65 ile %37,91 aralığında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Uraz (1979), 50 adet sade dondurma örneği üzerinde yaptığı araştırmada dondurmaların toplam kuru madde değerlerinin %24,95 ile %39,37 arasında değiştiğini bildirmiştir.

Badem (2006), keçiyoynuzu pekmezli dondurma üretiminde kullanılan karragenan, ksantan ve keçiyoynuzu zamklarının dondurmaların kaliteleri üzerine etkisini incelediği çalışmada dondurmaların kuru madde değerlerini %29,10 ile %25,70 aralığında değiştiğini bildirmiştir. Kullanılan stabilizörlerden ‘karragenan x ksantan’ ve ‘karragenan x ksantan x LBG’ interaksiyonlarının dondurma örneklerinin kuru madde değerleri üzerinde çok önemli derecede ($P<0,01$) etkili olduğunu belirlemiştir.

Göncü (2012), dondurma üretiminde stabilizör olarak mikrobiyal transglutaminazdan yararlanma olanaklarını araştırdığı çalışmasında dondurmaların kuru madde değerlerini %32,52 ile %33,21 arasında değiştiğini tespit etmiştir.

Aime ve ark. (2001) yağ oranı azaltılmış vanilyalı dondurmaların kuru madde değerlerini %32,83 ile %38,98 aralığında bulmuşlardır.

Literatürde yer alan kuru madde değerleri ile araştırmamızda tespit ettiğimiz kuru madde değerleri arasında benzerlikler ve farklılıklar söz konusudur. Bu farklılıklar üretimde kullanılan çeşitli katkı maddeleri (stabilizör çeşit ve katım oranları, balkabağı ilavesi) ve üretim teknolojisindeki farklılıklardan (pastörizasyon sıcaklığı ve süresi vb.) ileri gelmektedir.

4.2. Dondurmaların Fiziksel Özellikleri

Dondurmaların bazı fiziksel özelliklerine ait analiz sonuçları ile istatistik analiz sonuçları Tablo 4.2.'de verilmiştir.

Tablo 4.2. Dondurmaların bazı fiziksel özellikleri (*)

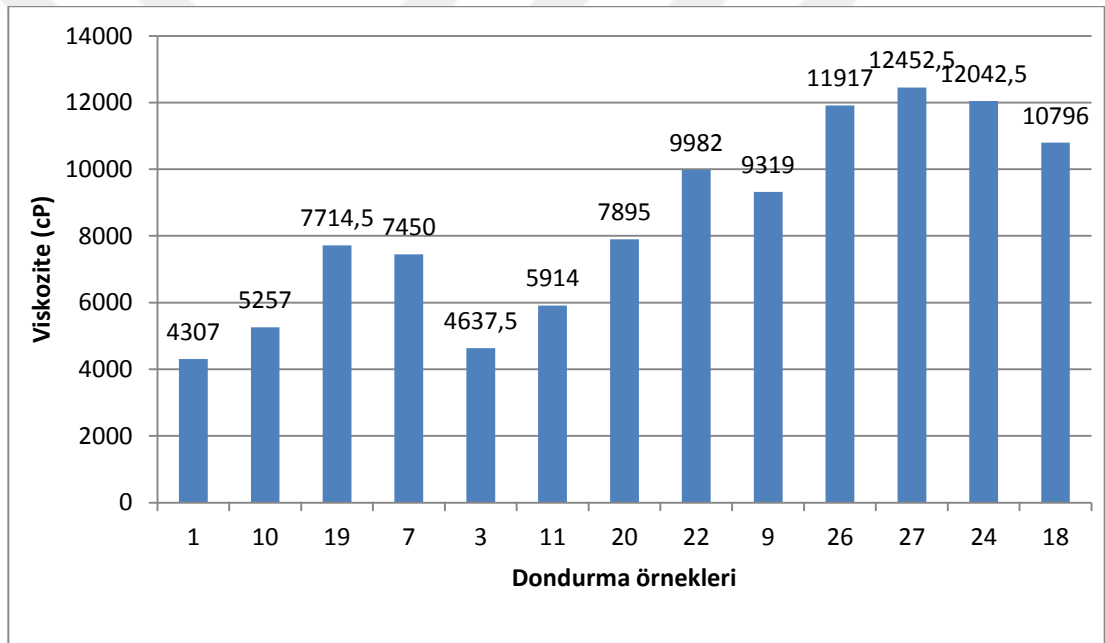
Örnek no	Viskozite (cP)	Hacim artışı (%)	Sertlik (g)	Erime süresi		L	Renk	
				İlk damlama süresi (dak)	Tamamen erime süresi (dak)		a	b
1	4307±4,243 ^l	20,50±0,447 ^c	34,75±1,061 ⁱ	19,55±0,636 ⁱ	52,59±0,834 ^k	66,64±0,014 ^b	4,62±0,007 ^c	32,71±0,021 ⁱ
10	5257±4,243 ^j	24,70±0,185 ^a	71,25±1,768 ^h	32,50±0,707 ^h	75,50±0,707 ⁱ	66,47±0,035 ^c	4,45±0,021 ^e	37,85±0,014 ^a
19	7714,5±6,364 ^h	20,22±0,470 ^c	80,50±0,707 ^f	36,55±0,778 ^g	85,55±0,636 ^h	66,72±0,021 ^a	4,21±0,007 ^h	35,12±0,177 ^d
7	7450±5,657 ⁱ	12,40±0,142 ^h	77,75±0,354 ^g	39,50±0,707 ^f	89,00±1,414 ^g	64,95±0,021 ⁱ	5,19±0,000 ^a	37,96±0,007 ^a
3	4637,5±3,536 ^k	20,13±0,105 ^c	44,25±1,768 ⁱ	26,00±1,414 ⁱ	68,50±0,071 ^j	66,03±0,035 ^e	4,34±0,000 ^f	35,78±0,021 ^c
11	5914±5,657 ⁱ	19,07±0,111 ^d	76,25±0,354 ^g	32,55±0,778 ^h	76,55±0,778 ⁱ	66,63±0,007 ^b	4,06±0,007 ⁱ	34,37±0,021 ^e
20	7895±7,071 ^g	22,19±0,234 ^b	83,75±1,768 ^e	35,55±0,636 ^g	81,09±1,287 ⁱ	65,82±0,028 ^f	4,32±0,014 ^f	35,17±0,000 ^d
22	9982±2,828 ^e	18,04±0,120 ^e	87,25±0,354 ^d	43,15±0,212 ^{dc}	94,20±0,131 ^e	66,00±0,042 ^e	3,89±0,007 ^j	33,81±0,035 ^g
9	9319±1,414 ^f	9,63±0,390 ⁱ	83,25±1,768 ^e	41,20±0,283 ^e	91,23±0,106 ^f	65,48±0,035 ^h	4,92±0,007 ^b	35,22±0,028 ^d
26	11917±4,243 ^c	15,63±0,123 ^f	96,25±1,768 ^c	44,58±0,601 ^{cb}	114,20±1,131 ^c	65,68±0,028 ^g	4,28±0,007 ^g	36,08±0,021 ^b
27	12452,5±3,536 ^a	15,36±0,190 ^f	105,50±0,707 ^b	45,55±0,636 ^{b a}	117,12±0,170 ^b	65,88±0,035 ^f	4,52±0,007 ^d	34,11±0,014 ^f
24	12042,5±3,536 ^b	13,83±0,216 ^g	94,25±0,354 ^c	42,50±0,707 ^{ed}	110,23±0,106 ^d	66,48±0,028 ^c	3,80±0,014 ^k	33,88±0,014 ^g
18	10796±5,657 ^d	10,70±0,205 ⁱ	113,25±0,354 ^a	46,58±0,594 ^a	120,58±0,601 ^a	66,24±0,049 ^d	4,00±0,007 ⁱ	33,06±0,014 ^h

a- l: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($P<0,05$). Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar birbirinden farklı değildir.

(*): Tablodaki her bir değer iki tekerrürün ortalamasını ve standart sapmasını göstermektedir.

4.2.1. Viskozite

Dondurma örneklerine ait ortalama viskozite değerleri Tablo 4.2.'de verilmiştir. Görüldüğü üzere dondurma örneklerinin viskozite değerleri 4307 cP ile 12452,5 cP değerleri arasında değişim göstermiştir. En yüksek viskozite değeri 27 nolu (%0,2 karragenan + %0,2 keçiyoynuzu + %0,2 pektin) dondurma örneğinde tespit edilirken, en düşük viskozite değeri 1 nolu (stabilizör içermeyen) dondurma örneğinde tespit edilmiştir. Dondurmaların viskozite değerleri üzerine stabilizör çeşit ve katım oranının etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0,05$) bulunmuştur. Dondurma örneklerine ait ortalama viskozite değerleri Şekil 4.4.'te gösterilmiştir.



Şekil 4.4. Dondurmaların viskozite değerleri (cP)

Göncü (2012), dondurma üretiminde stabilizör olarak mikrobiyal transglutaminazdan yararlanma olanaklarının araştırıldığı çalışmada dondurmaların viskozite değerlerinin 573,5 ve 5840 cP arasında değiştiğini belirlemiştir.

Şimşek ve ark. (2006), endüstriyel dondurma üretiminde farklı stabilizör (keçiyoynuzu zımkı, karragenan, guar gam, ksantan gam, pektin ve sodyum karboksimetilselüloz) kullanımının dondurma kalitesine etkisi üzerine yaptıkları

alışmalarında ortalama viskozite değerlerini 104,56 cP ile 883,31 cP aralığında değiştiğini belirlemişlerdir. Ayrıca araştırmada pektin ile hazırlanan örneğin en düşük ve dikkat çekici şekilde diğer örneklerin viskozite değerlerinden farklı olduğu tespit edilmiştir.

Temiz ve Yeşilsu (2010), değişik oranlarda pekmez ilavesi yaparak ürettikleri dondurma örneklerinde viskozite değerlerini 2923,33-4388,67 cP aralığında değiştiğini tespit etmişlerdir.

etin Abay (2017), dondurma üretiminde stabilizör olarak konjak bitkisi (Amorphophallus konjac) sakızının salep (Orchidaceae) yerine kullanılabilme olanaklarını araştırdığı çalışmasında dondurma mikslerinin viskozite değerlerini 3730 ile 9648 cP arasında değiştiğini gözlemlemiştir. Bunun yanı sıra dondurma üretiminde stabilizörlerin tek ve/veya kombinasyonlar halinde kullanılmaları ve kullanım oranlarının artması veya azalması viskoziteyi etkilediği sonucuna varmıştır. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda dondurmaların viskozite değerleri üzerine stabilizör katım oranının etkisi önemli ($P<0,01$) bulunmuştur.

Kesenaş ve ark. (2012) tarafından, miksın viskozitesi üzerinde özellikle yağ ve stabilizör gibi gıda katkı maddelerinin kalitesi ve kullanım oranları ile miksın üretimi ve toplam kuru madde içeriğinin etkili olduğu belirtilmektedir.

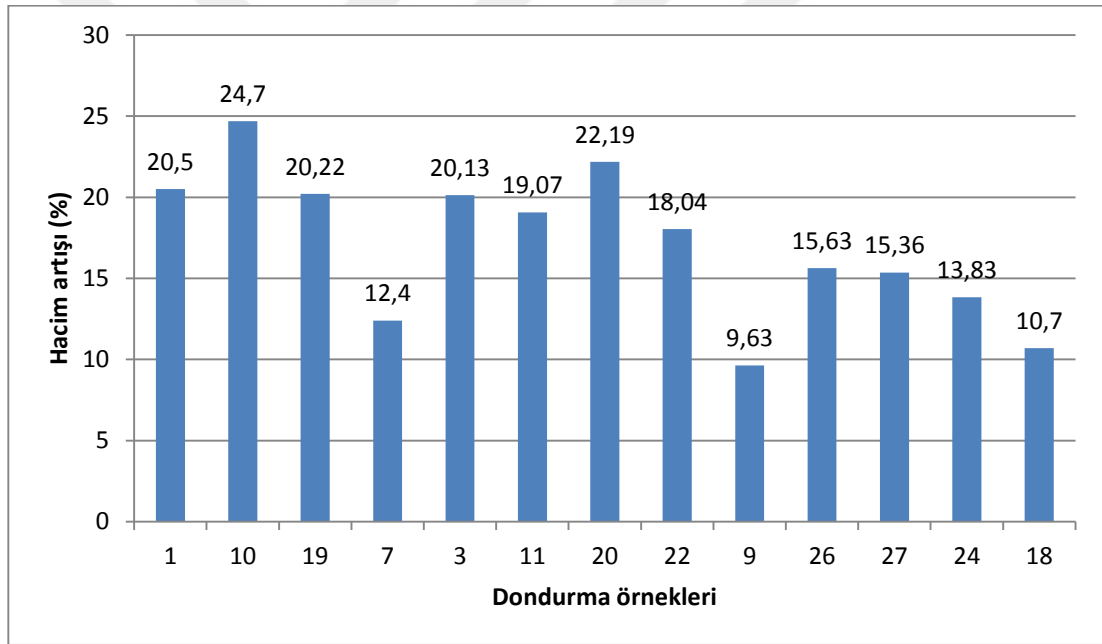
Literatürde yer alan araştırma sonuçları ile çalışmamızda tespit ettiğimiz viskozite değerleri arasında benzerlikler olmakla beraber elde ettiğimiz değerler bir miktar yüksek çıkmıştır. Viskozite değerleri arasında çıkan bu farklılık mikse ilave edilen balkabağı tozu, kuru madde değerlerinin yüksek olması ve mikse ilave edilen stabilizör çeşit ve katım oranlarından kaynaklanabileceği şeklinde yorumlanabilir.

4.2.2. Hacim artışı

Dondurmalar miks bileşenlerine ve dondurucunun özelliğine bağlı olarak bünyelerinde bir miktar hava tutabilmekte ve bu sayede belirli bir oranda hacim artışı

meydana gelebilmektedir. Böylece daha yumuşak, homojen, ağızda kolay eriyebilir özellik kazanmaktadırlar (Kesenkaş ve ark., 2013).

Dondurma örneklerine ait ortalama hacim artışı oranları Tablo 4.2.'de verilmiştir. Tabloya göre dondurma örneklerinin hacim artışı oranları %9,63 ile %24,70 arasında değişim göstermiştir. En yüksek hacim artışı oranı 10 nolu (%0,1 karragenan) dondurma örneğinde tespit edilirken, en düşük hacim artışı 9 nolu (%0,2 keçiyoynuzu + %0,2 pektin) dondurma örneğinde tespit edilmiştir. Dondurmaların hacim artışı oranları üzerine stabilizör çeşit ve katım oranının etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0,05$) bulunmuştur. Dondurma örneklerine ait ortalama hacim artışı oranları (%) Şekil 4.5.'teki grafikte gösterilmiştir.



Şekil 4.5. Dondurmaların hacim artışı oranları (%)

Dondurma tebliğine göre dondurmalarındaki hacim artışı en çok %100, Maraş usulü dondurmada en fazla %50 ve Maraş dondurmada en fazla %35 olmalıdır şeklindedir.

Temiz ve Yeşilsu (2010), değişik oranlarda pekmez ilave ederek yaptıkları çalışmalarında dondurma örneklerinin hacim artışı oranlarının %19,00-30,67 aralığında değiştiğini belirlemişlerdir.

Uraz (1979), Ankara piyasasından temin ettiği 50 adet sade dondurma örneği üzerinde yaptığı incelemede dondurmaların hacim artışı oranlarının %9 ile %53 arasında değiştiğini tespit etmiştir.

Badem (2006), keçiyoynuzu pekmezli dondurma üretiminde kullanılan karragenan, ksantan ve keçiyoynuzu zamklarının dondurmaların kaliteleri üzerine etkisini incelediği çalışmasında dondurmaların hacim artışı oranlarını %8,687 ile %40,725 aralığında bulmuştur. Stabilizörlerin tipi ve katım oranlarının dondurmaların hacim artışı üzerine etkisi $P<0,01$ seviyesinde önemli bulunmuştur.

Göncü (2012), dondurma üretiminde stabilizör olarak mikrobiyal transglutaminazdan yararlanma olanaklarını araştırdığı çalışmasında dondurmaların hacim artışı oranlarını %21,95 ile %32,88 arasında tespit etmiştir.

Atsan ve Çağlar (2008), farklı stabilizör kullanımının dondurmaların bazı fiziksel ve duyuşsal özellikleri üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında, dondurmaların hacim artışı değerlerin %17,91 ile %47,11 aralığında belirlemişlerdir. Dondurmaların hacim artışı oranları üzerine stabilizörlerin etkisinin istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) olduğunu belirtmişlerdir.

Çetin Abay (2017), dondurma üretiminde stabilizör olarak konjak bitkisi (*Amorphophallus konjak*) sakızının salep (*Orchidaceae*) yerine kullanılabilme olanaklarını araştırdığı çalışmasında dondurmaların hacim artışı değerlerini %34,75 ile %18,89 aralığında değiştiğini ve stabilizör katım oranının dondurmaların hacim artışı oranlarına etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğunu belirtmektedir.

Şen (2016), dondurmaların çok sert olmaması için bünyelerinde bir miktar hava bulundurmaları gerektiğini ancak fazla hava bulunmasının da dondurma kalitesini düşürdüğünü, tüketimi sırasında ağızda granüllü yapının hissedilmesine ve dondurmanın çabuk erimesine neden olduğunu bildirmektedir. Yüksek kaliteye sahip

dondurma üretimi için genelde hacim artışının %15 ile %50 arasında olmasının arzu edildiğini belirtmektedir.

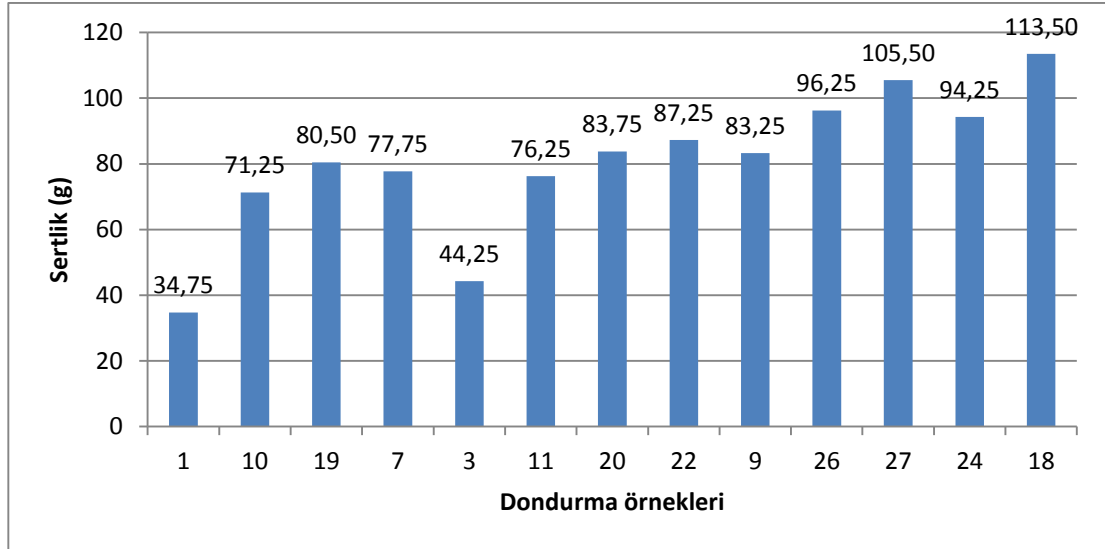
Literatürde yer alan hacim artışı oranları ile çalışmamızdan elde edilen veriler karşılaştırıldığında benzerlikler ve farklılıklar olduğu görülmüştür. Bu farklılıklar miks bileşenleri (stabilizör çeşit ve katım oranları, çeşni maddesi vb.) ve üretim teknolojisindeki farklılıklardan (dondurucunun özelliği, dondurma süresi vb.) ileri gelmektedir.

4.2.3. Tekstür

Sertlik, uygulanan herhangi bir etkiye karşı gıdanın karşı koyma gücüdür. Başka bir deyişle katı gıdaların öğütücü dişler arasındaki basınca, yarı katı gıdaların ise dil ve damak arasındaki basınca karşı koyma gücüdür (Ertaş ve Doğruer, 2010; Kesenkaş ve ark., 2012).

Dondurma örneklerinin tekstür analiz sonuçları sertlik (g) cinsinden ölçülmüş olup örneklerin ortama sertlik değerleri Tablo 4.2.'de verilmiştir. Tablo 4.2.'den de görülebileceği gibi dondurma örneklerinin sertlik değerleri 34,75 g ile 113,25 g aralığında değişim göstermiştir. En düşük sertlik değeri 1 nolu (stabilizör içermeyen) dondurma örneğinde tespit edilirken en yüksek sertlik değeri 18 nolu (%0,1 karragenan + %0,2 keçiyoynuzu + %0,2 pektin) dondurma örneğinde tespit edilmiştir.

Dondurmaların sertlik değerleri üzerine stabilizör çeşit ve katım oranının etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0,05$) bulunmuştur. Dondurma örneklerine ait ortalama sertlik değerleri (g) Şekil 4.6.'daki grafikte gösterilmiştir.



Şekil 4.6. Dondurmaların sertlik değerleri (g)

Çetin Abay (2017), dondurma üretiminde stabilizör olarak konjak bitkisi sakızını salep yerine kullanılabilme olanakları üzerine yaptığı çalışmada sertlik değeri üzerine istatistiksel olarak stabilizör katım oranının etkisini önemli ($P<0,01$) bulmuştur. Ayrıca sertlik değerleri ile viskozite değerleri arasında doğrusal bir ilişki olduğunu ve dondurmaların viskozite değerleri arttıkça sertlik değerlerinin de arttığını belirlemiştir. Benzer ilişkiyi bazı araştırmacılar da çalışmalarında bildirmektedirler (Akesowan, 2008; Tekinşen ve ark., 2011; El-zeini ve ark., 2016).

Badem (2006), keçiyoynuzu pekmezli dondurma üretiminde kullanılan karragenan, ksantan ve keçiyoynuzu zamklarının dondurmaların kaliteleri üzerine etkisini incelediği çalışmada dondurmaların sertlik değerleri üzerine stabilizör çeşit ve katım oranının etkisini çok önemli ($P<0,01$) olduğunu bildirmiştir.

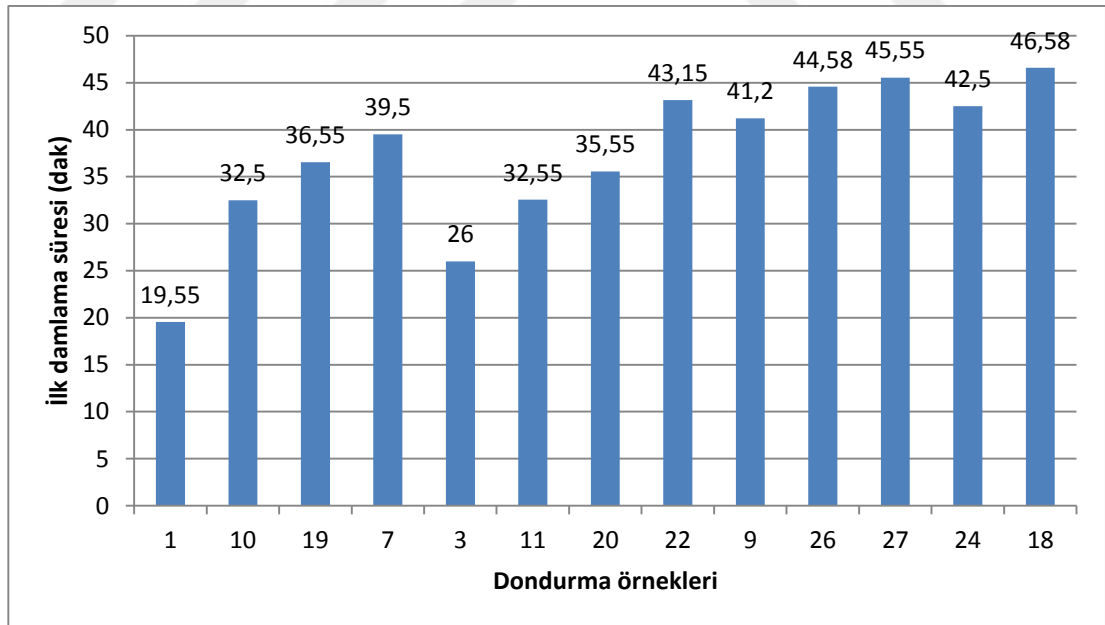
Literatürde, dondurmaların sertlik değerleri üzerine hacim artışının etkisi araştırılmış ve yüksek hacim artışına sahip olan dondurmaların daha yumuşak özellikte olduğu belirlenmiştir (Wilbey ve ark., 1998; Hartel ve ark., 2003; Muse ve Hartel, 2004). Bu durumun hacim artışı fazla olan dondurmalarda sıkıştırılabilir fazın uygulanan kuvvete daha az direnç göstermesinden kaynaklandığı bildirilmektedir (Hartel ve ark., 2003; Kırımhan, 2011).

4.2.4. Erime süreleri

4.2.4.1. İlk damlama süresi

Dondurmaların tüketimi sırasındaki dayanıklılığı hakkında bilgi veren ilk damlama süreleri farklı çeşit ve oranda stabilizör ilavesi yapılarak hazırlanan balkabaklı dondurma örneklerimizde tespit edilmiştir. İlk damlama sürelerine ait sonuçların ortalamaları Tablo 4.2.'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre ilk damlama süreleri 19,55 dak ile 46,58 dak aralığında değişim göstermiştir. En düşük ilk damlama süresi 1 nolu (stabilizör içermeyen) dondurma örneğinde tespit edilirken, en yüksek ilk damlama süresi 18 nolu (%0,1 karragenan + %0,2 keçiyoynuzu + %0,2 pektin) dondurma örneğinde tespit edilmiştir.

Dondurmaların ilk damlama süreleri üzerine stabilizör çeşit ve katım oranının etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0,05$) bulunmuştur. Dondurma örneklerine ait ortalama ilk damlama süreleri (dak) Şekil 4.7.'deki grafikte gösterilmiştir.



Şekil 4.7. Dondurmaların ilk damlama süreleri (dak)

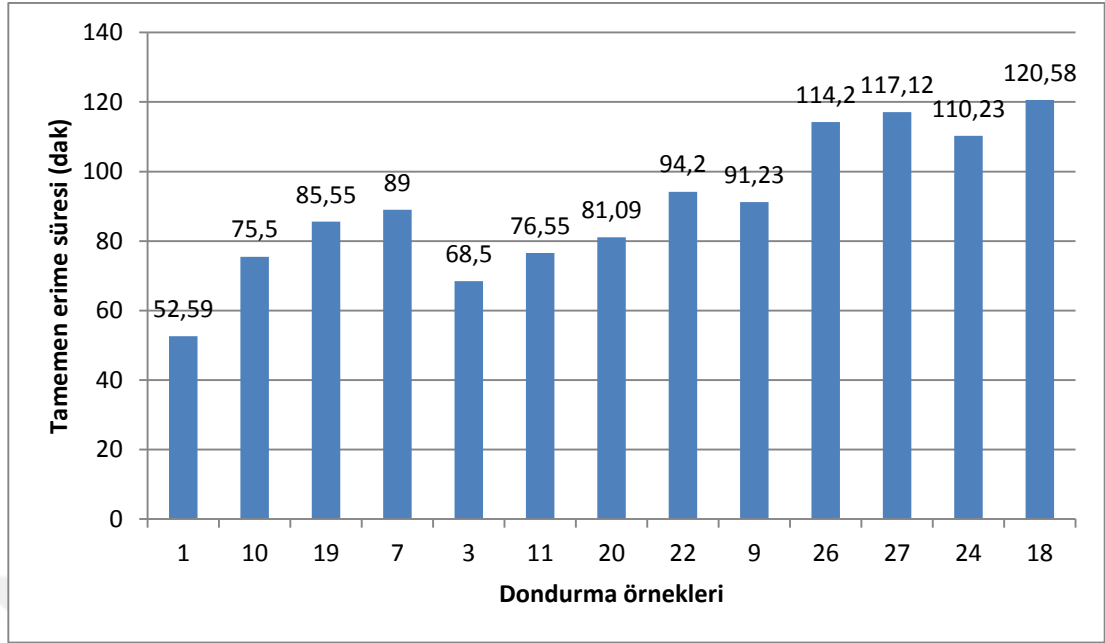
Kır (2007), farklı tip yağ kullanmanın dondurmaların fiziksel, kimyasal ve duyusal kalite özelliklerine etkisini incelediği çalışmasında örneklerin ilk damlama sürelerine ait ortalama değerleri 17 dak ile 31,5 dak aralığında değiştiğini belirlemiştir.

Literatürde farklı stabilizör ve oranları kullanılarak hazırlanan dondurma örnekleri üzerinde yapılan çalışmalarda, araştırmacılar birbirlerinden oldukça farklı ilk damlama süreleri tespit etmişlerdir. Ayrıca mikse ilave edilen stabilizör çeşit ve katım oranının etkisinin istatistiksel anlamda önemli ($P<0,01$) olduğunu belirlemişlerdir (Şimşek ve ark., 2006; Atsan ve Çağlar, 2008; Tekinşen ve ark., 2011; Yavaş Sarioğlu, 2015).

4.2.4.2. Tamamen erime süresi

Dondurmaların nakliye ve depolama süreçlerinde dayanıklılığının bir ölçüsü olarak değerlendirilen ve özellikle sıcaklık dalgalanmalarından en fazla etkilenen özellik olarak bilinen tamamen erime süreleri dondurma örneklerimizde belirlenmiş olup sonuçların ortalamaları Tablo 4.2.'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre tamamen erime süreleri 52,59 dak ile 120,58 dak aralığında değişim göstermiştir. En düşük tamamen erime süresi 1 nolu (stabilizör içermeyen) dondurma örneğinde tespit edilirken, en yüksek tamamen erime süresi 18 nolu (%0,1 karragenan + %0,2 keçiyoynuzu + %0,2 pektin) dondurma örneğinde tespit edilmiştir.

Dondurmaların tamamen erime süreleri üzerine stabilizör çeşit ve katım oranının etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0,05$) bulunmuştur. Dondurma örneklerine ait ortalama tamamen erime süreleri (dak) Şekil 4.8.'deki grafikte gösterilmiştir.



Şekil 4.8. Dondurmaların tamamen erime süreleri (dak)

Yılmaz (2001), farklı olgunlaştırma süreleri uygulayarak ürettiği dondurma örneklerinde ortalama tam erime süresini en az 71 dak en çok 83,25 dak olarak bulmuştur.

Tuncay (2001), farklı stabilizör tipleri kullanarak ürettiği dondurma örneklerinde ortalama tam erime süresini en az 53,47 dak en çok 129,93 dak olarak bulmuştur.

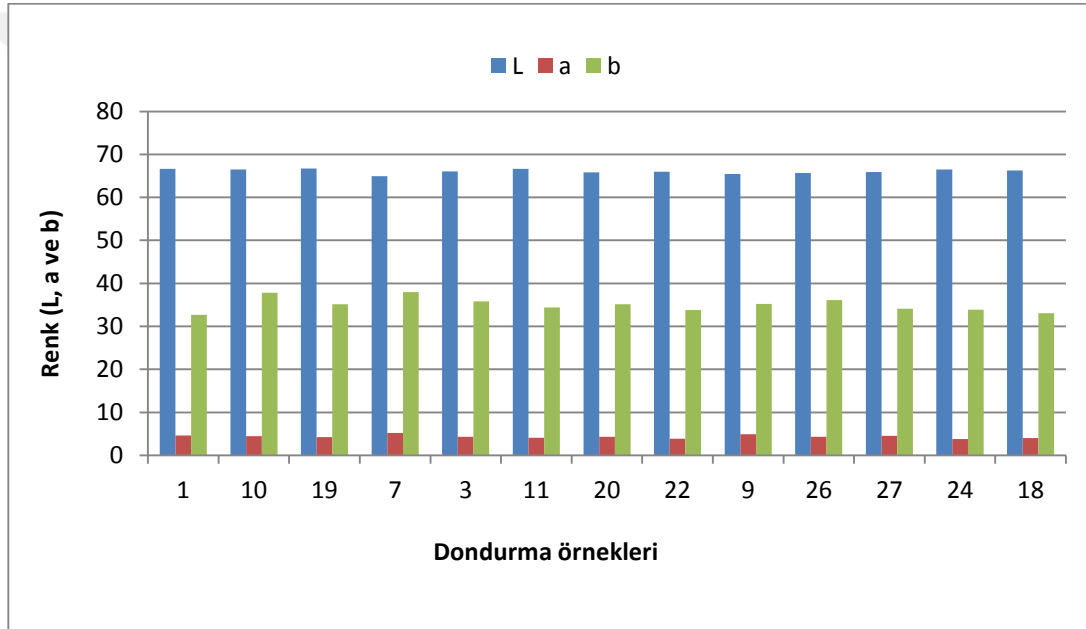
Çetin Abay (2017), dondurma üretiminde stabilizör olarak konjak bitkisi sakızını salep yerine kullanılabilme olanaklarını araştırdığı çalışmada, en hızlı eriyen dondurmaların diğer dondurma örneklerine göre daha az oranda stabilizör içeren dondurmalar olduğunu tespit etmiştir. Ve stabilizör katım oranının dondurmaların tamamen erime süreleri üzerine etkisinin istatistiksel olarak $P<0,01$ düzeyinde önemli olduğunu bildirmiştir.

Kesenaş ve ark. (2013), kuru madde oranı yüksek olan dondurmaların erimeye karşı daha dirençli olduklarını bildirmişlerdir.

4.2.5. Renk değerleri (L, a ve b)

Dondurma örneklerine ait L, a ve b renk değerlerinin ortalamaları Tablo 4.2.'de verilmiştir. L değeri gün ışığındaki parlaklığı (siyah beyaz) ifade ederken; a değeri yeşil-kırmızı rengi, b değeri ise mavi-sarı rengi ifade etmektedir.

Dondurmaların renk değerleri üzerine stabilizör çeşit ve katım oranının etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0,05$) bulunmuştur. Dondurma örneklerine ait ortalama renk değerleri Şekil 4.9.'da gösterilmiştir.



Şekil 4.9. Dondurmaların renk değerleri (L, a ve b)

Tablo 4.2. incelendiğinde L değeri bakımından, en yüksek değer 19 nolu (%0,2 karragenan) dondurma örneğinde; en düşük değer 7 nolu (%0,2 keçiyoynuzu) dondurma örneğinde ölçülmüştür. Genel olarak keçiyoynuzu içeren dondurma örneklerinin L değerlerinde bir azalma meydana geldiği, yani örneklerin koyulaştığı gözlemlenmiştir.

Yeşil-kırmızı rengi ifade eden a değerlerinin 3,8 ile 5,19 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Kırmızılık özelliğinin en fazla olduğu örnek 7 nolu (%0,2 keçiyoynuzu) dondurma örneği olduğu gözlenmiştir.

Mavi-sarı rengi ifade eden b değerinin en yüksek 7 nolu (%0,2 keçiyoynuzu) dondurma örneğinde (37,96) olduğu gözlenirken en düşük 1 nolu (stabilizör içermeyen) dondurma örneğinde (32,71) olduğu tespit edilmiştir.

4.3. Dondurmaların Duyusal Özellikleri

Duyusal özellikler, insan duyuları tarafından belirlenen, tüketicinin bir gıdayı kabul veya reddetmesine yol açan özelliklerdir. Günlük hayatta son tüketici için gıda kalitesini genellikle duyusal kalitedir. Bu bağlamda besinlerin tüketiciler tarafından beğenilmesi önemlidir. Tüketiciler tarafından fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesi mükemmel olan bir gıda maddesi duyusal yönden kabul görmeyebilir. Bu nedenle duyusal özellikler, tüketiciler için olduğu kadar gıda üreticileri için de oldukça önemlidir.

Araştırmamızda dondurmaların duyusal özellikleri; soğukluk şiddeti, sıklık, viskozite, pürüzsüzlük, renk ve görünüş, ağız dolgunluğu, tat ve koku ve genel kabul edilebilirlik parametreleri ile değerlendirilmiştir. Dondurmaların duyusal değerlendirme puanlarının aritmetik ortalamaları Tablo 4.3.'te verilmiştir.

Tablo 4.3. Dondurmaların duyuusal özellikleri (*)

Örnek no	Soğukluk şiddeti	Duyusal sıklık	Duyusal viskozite	Pürüzsüzlük	Renk ve görünüş	Ağız dolgunluğu	Tat ve koku	Genel kabul edilebilirlik	Toplam
1	4,90±0,283 ^e	2,85±0,071 ^e	3,40±0,141 ^h	6,00±0,141 ^d	5,95±0,071 ^d	4,95±0,071 ^e	5,10±0,141 ^e	5,30±0,283 ^e	38,5±0,636 ^h
10	6,35±0,212 ^{cb}	3,80±0,141 ^d	4,35±0,071 ^f	6,75±0,071 ^{cb}	6,50±0,000 ^{cb}	6,10±0,141 ^c	5,35±0,071 ^{edc}	5,85±0,071 ^{dcb}	45,1±0,495 ^f
19	6,40±0,141 ^{cb a}	4,80±0,141 ^c	5,75±0,071 ^d	7,05±0,354 ^{b a}	6,65±0,071 ^{cb}	6,35±0,212 ^{cb}	6,20±0,283 ^{b a}	6,35±0,212 ^a	49,6±1,202 ^{dc}
7	6,40±0,283 ^{cb a}	4,45±0,071 ^c	4,60±0,141 ^f	6,25±0,212 ^d	6,60±0,141 ^{cb}	6,45±0,354 ^{cb}	6,25±0,212 ^{b a}	6,10±0,141 ^{cba}	44,4±0,566 ^{fe}
3	5,45±0,071 ^d	3,55±0,212 ^d	3,95±0,212 ^g	6,20±0,141 ^d	6,50±0,283 ^{cb}	5,45±0,212 ^d	5,35±0,212 ^{edc}	5,55±0,071 ^{ed}	42,0±0,000 ^g
11	6,25±0,0212 ^c	3,70±0,000 ^d	5,30±0,141 ^e	6,75±0,212 ^{cb}	7,25±0,212 ^a	5,55±0,212 ^d	5,70±0,141 ^{dc}	5,75±0,071 ^{dc}	46,3±0,071 ^{fe}
20	6,30±0,283 ^{cb}	3,80±0,141 ^d	5,25±0,071 ^e	6,80±0,141 ^{cb a}	6,85±0,071 ^{b a}	5,50±0,283 ^d	5,25±0,071 ^{ed}	5,65±0,212 ^{ed}	45,4±0,990 ^f
22	6,50±0,141 ^{cb a}	4,55±0,071 ^c	5,80±0,141 ^{dc}	7,15±0,071 ^{b a}	6,85±0,212 ^{b a}	6,25±0,212 ^c	5,90±0,0141 ^{cb}	6,35±0,212 ^a	49,4±1,061 ^{dc}
9	6,65±0,071 ^{cb a}	4,60±0,283 ^c	5,80±0,283 ^{dc}	6,35±0,212 ^{dc}	6,65±0,212 ^{cb}	6,60±0,141 ^{cb a}	5,25±0,071 ^{ed}	5,70±0,141 ^{edc}	47,6±0,141 ^{ed}
26	6,80±0,141 ^{b a}	5,25±0,212 ^b	6,40±0,141 ^b	7,15±0,071 ^{b a}	6,85±0,071 ^{b a}	6,40±0,141 ^{cb}	5,60±0,141 ^{edc}	6,50±0,283 ^a	51,0±0,919 ^{cb}
27	6,90±0,283 ^a	5,40±0,141 ^b	6,45±0,212 ^b	7,05±0,354 ^{b a}	7,25±0,212 ^a	6,85±0,212 ^{b a}	6,40±0,283 ^a	6,45±0,212 ^a	52,8±1,909 ^{b a}
24	6,70±0,283 ^{cb a}	5,55±0,071 ^b	6,15±0,071 ^{cb}	7,30±0,141 ^a	6,25±0,071 ^{dc}	6,20±0,141 ^c	5,60±0,141 ^{edc}	6,25±0,212 ^{b a}	50,0±0,141 ^c
18	6,90±0,141 ^a	6,15±0,212 ^a	6,95±0,212 ^a	7,30±0,283 ^a	6,30±0,283 ^{dc}	7,00±0,283 ^a	6,60±0,283 ^a	6,50±0,141 ^a	53,7±1,273 ^a

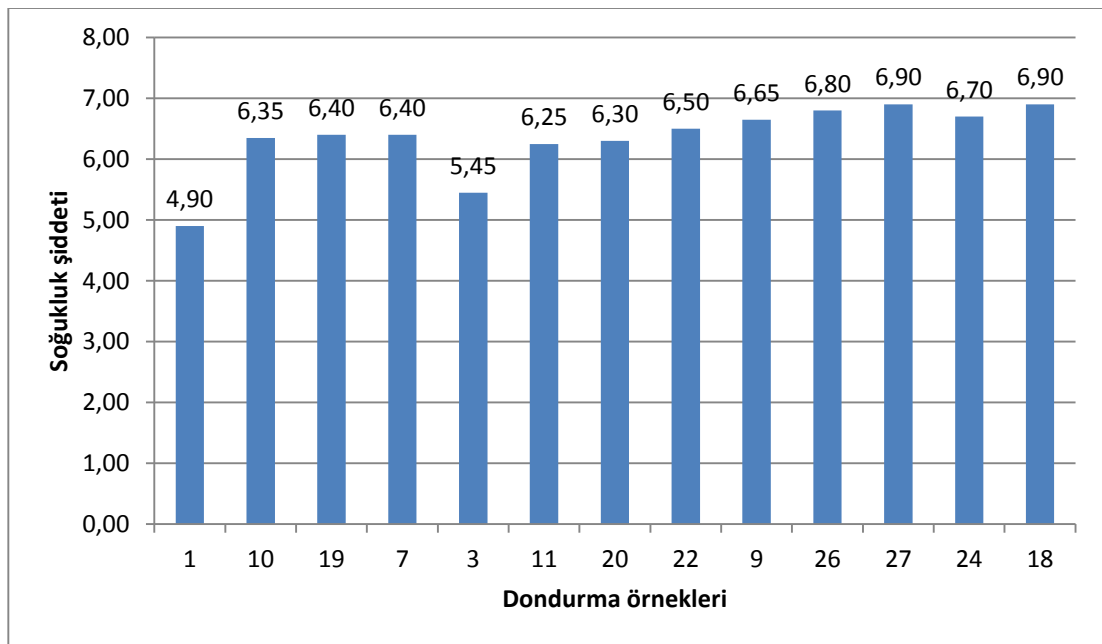
a- f: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($P<0,05$). Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar birbirinden farklı değildir.

(*): Tablodaki her bir değer iki tekrerrün ortalamasını ve standart sapmasını göstermektedir.

4.3.1. Soğukluk şiddeti

Soğukluk şiddeti, dondurmanın ağızda erirken hissettirdiği soğuk etki şeklinde tanımlanmaktadır. Erime sırasında ağızda keskin bir soğukluk hissediliyorsa aşırı soğuk, düşük bir soğukluk hissediliyorsa hafif soğukluk olarak ifade edilir (Alibekiroğlu, 2014). Dondurmanın tüketimi sırasında keskin bir soğukluk hissedilmesi olumsuz olarak değerlendirilir.

Dondurma örneklerine ait panelistlerin vermiş oldukları soğukluk şiddeti puanlarının aritmetik ortalamaları Tablo 4.3.'te verilmiştir. Tablo 4.3.'ten de görülebileceği gibi soğukluk şiddeti puanları 4,90 ile 6,90 değerleri arasında değişim göstermiştir. En keskin soğuk etki 4,90 ile 1 nolu (stabilizör içermeyen) dondurma örneğinde belirlenirken, en düşük soğuk etki 6,90 ile 27 nolu (%0,2 karragenan + %0,2 keçiyoynuzu + %0,2 pektin) ve 18 nolu (%0,1 karragenan + %0,2 keçiyoynuzu + %0,2 pektin) dondurma örneklerinde belirlenmiştir. Dondurmaların soğukluk şiddeti değerleri üzerine stabilizör çeşit ve katım oranının etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0,05$) bulunmuştur. Dondurma örneklerine ait soğukluk şiddeti puanları Şekil 4.10.'da gösterilmiştir.



Şekil 4.10. Dondurmaların soğukluk şiddeti puanları

Dondurma örnekleri arasında 1 nolu (stabilizör içermeyen) dondurma örneğinde diğerlerine göre daha yüksek şiddette soğukluk hissedilmesi ilave stabilizör içermediğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

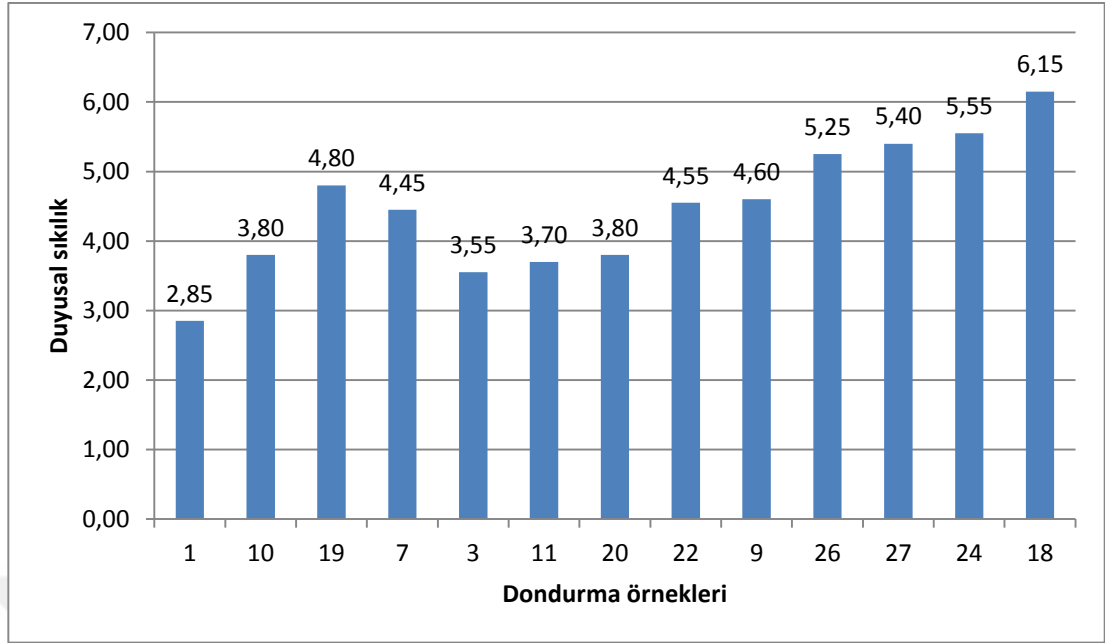
Daşnik (2014), dondurmada soğukluk şiddetinin yüksek hissedilmesi, dondurmanın kuru madde içeriğinin düşük ve/veya ilave edilen stabilizör miktarının yetersiz olması ile açıklamıştır.

Dondurma formülasyonda stabilizör miktarının yetersiz olması, dondurmanın içerisinde büyük buz kristallerinin oluşmasına ve dondurma ağızda erirken oluşan buz kristallerinin soğukluk hissi vermesi ile ilişkilendirilmiştir. (Bodyfelt ve ark., 1988; Göncü, 2012).

4.3.2. Duyusal sıklık

Sıklık, dondurma dil üzerine alındıktan sonra dil ile damak arasında bastırılıp düzleşmesi için gerekli olan kuvvete göre değerlendirilir. Dondurmayı düzleştirmek için daha az kuvvet gerekiyorsa yumuşak, daha çok kuvvet gerektiriyorsa sert (sıkı) olarak tanımlanır (Daşnik, 2014).

Dondurma örneklerine ait panelistlerin vermiş oldukları sıklık puanlarının aritmetik ortalamaları Tablo 4.3.'te verilmiştir. Tablo 4.3.'ten de görülebileceği gibi sıklık puanları 2,85 ile 6,15 değerleri arasında değişim göstermiştir. En yüksek sıklık puanını 18 nolu (%0,1 karragenan + %0,2 keçiyoynuzu + %0,2 pektin) dondurma örneği alırken, en düşük sıklık puanını 1 nolu (stabilizör içermeyen) dondurma örneği almıştır. Dondurmaların sıklık puanları üzerine stabilizör çeşit ve katım oranının etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0,05$) bulunmuştur. Dondurma örneklerine ait sıklık puanları Şekil 4.11.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.11. Dondurmaların duyusal sıklık puanları

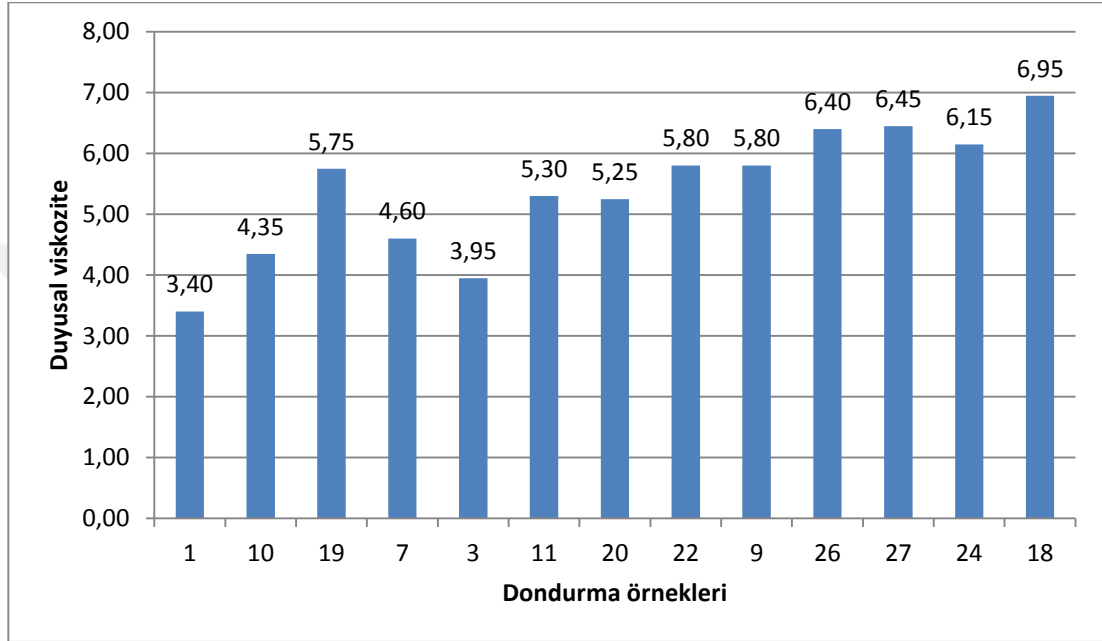
Panelistler tarafından dondurmalarla verilen sıklık puanları ile dondurmaların nicel olarak ölçümü yapılan (Tablo 4.2.) viskozite değerlerinin paralellik gösterdiği tespit edilmiştir. Yüksek viskozite değerine sahip dondurmaların yüksek sıklık puanları aldığı, düşük viskoziteye sahip dondurmaların düşük sıklık puanı aldıkları belirlenmiştir. Benzer ilişkiyi bazı araştırmacılar da çalışmalarında bildirmektedirler (Göncü, 2012; Daşnik 2014).

4.3.3. Duyusal viskozite

Viskozite, dondurma örneklerinin ağıza alındıktan sonra dil ile damak arasında hareketi ile erimeye karşı gösterdiği direnç olarak açıklanmaktadır. Yüksek viskozite, dondurma örneklerinin ağızda erimemesi, yapışması; düşük viskozite ise örneğin çok hızlı erimesi yani erimeye karşı az direnç göstermesi ve az yapışmasıdır (Göncü, 2012).

Dondurma örneklerine ait panelistlerin vermiş oldukları viskozite puanlarının aritmetik ortalamaları Tablo 4.3.'te verilmiştir. Tablo 4.3.'ten de görülebileceği gibi viskozite puanları 3,40 ile 6,95 değerleri arasında değişim göstermiştir. En yüksek

viskozite puanını 18 nolu (%0,1 karragenan + %0,2 keçiyoynuzu + %0,2 pektin) dondurma örneği alırken, en düşük viskozite puanını 1 nolu (stabilizör içermeyen) dondurma örneği almıştır. Dondurmaların viskozite puanları üzerine stabilizör çeşit ve katım oranının etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0,05$) bulunmuştur. Dondurma örneklerine ait viskozite puanları Şekil 4.12.'de gösterilmiştir.



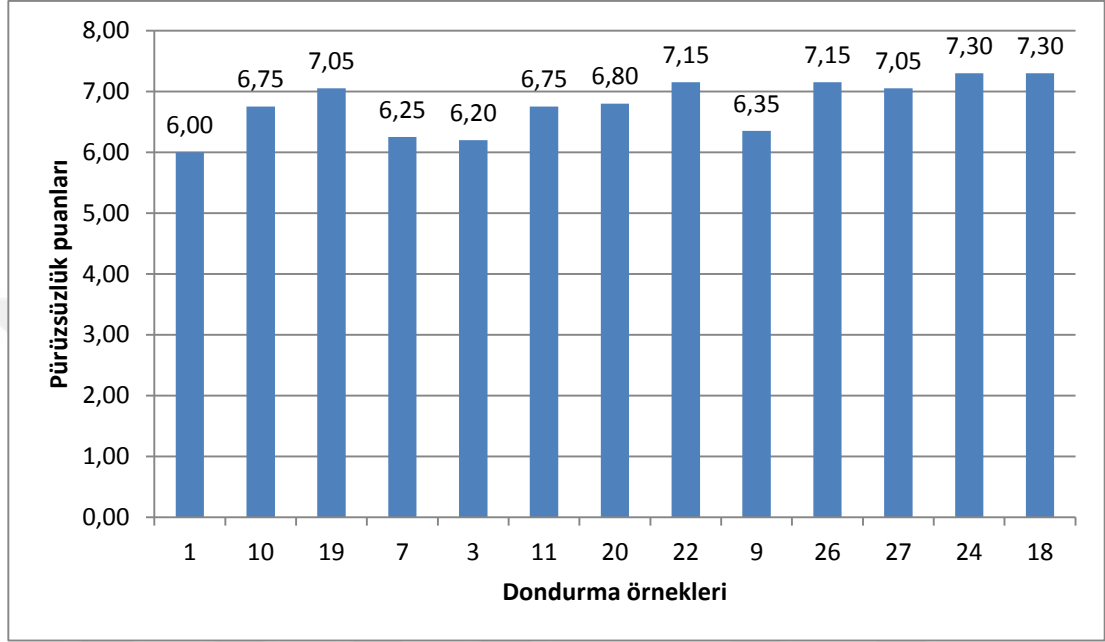
Şekil 4.12. Dondurmaların duyusal viskozite puanları

4.3.4. Pürüzsüzlük

Dondurmaların pürüzsüzlük dereceleri örneklerin dil ile üst damağa yayılması suretiyle değerlendirilir. Pürüzsüz özelliğe sahip dondurma ağızda homojen bir şekilde erirken, pürüzsüz olmayan dondurma kaba ve kumlu bir his bırakır (Göncü, 2012).

Dondurma örneklerine ait panelistlerin vermiş oldukları pürüzsüzlük puanlarının aritmetik ortalamaları Tablo 4.3.'te verilmiştir. Tablo 4.3.'ten de görülebileceği gibi pürüzsüzlük puanları 6,00 ile 7,30 arasındadır. En yüksek pürüzsüzlük puanını 24 nolu (%0,2 karragenan + %0,1 keçiyoynuzu + %0,2 pektin) ve 18 nolu (%0,1 karragenan + %0,2 keçiyoynuzu + %0,2 pektin) dondurma örnekleri alırken, en

düşük pürüzsüzlük puanını 1 nolu (stabilizör içermeyen) dondurma örneği almıştır. Dondurmaların pürüzsüzlük puanları üzerine stabilizör çeşit ve katım oranının etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0,05$) bulunmuştur. Dondurma örneklerine ait pürüzsüzlük puanları Şekil 4.13.'te gösterilmiştir.



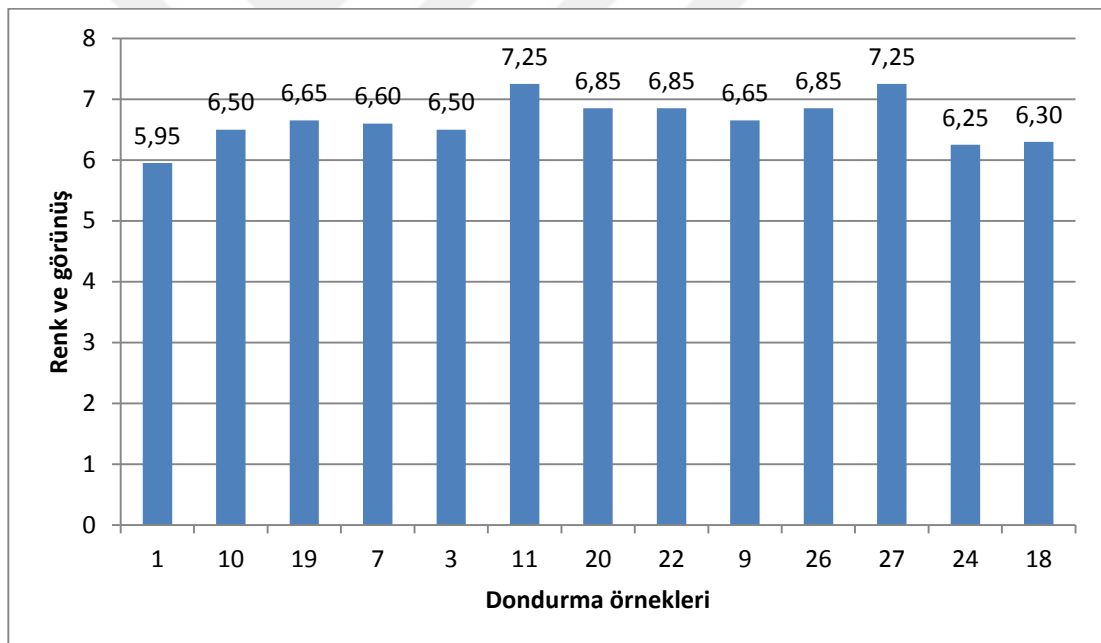
Şekil 4.13. Dondurmaların pürüzsüzlük puanları

Atsan ve Çağlar (2008), endüstriyel dondurma üretiminde farklı stabilizörlerin dondurmanın bazı fiziksel ve duyusal özelliklerine etkisi üzerine yaptıkları çalışmalarında, dondurmaların pürüzsüzlük özelliklerinin istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) değişime uğradığını belirtmişlerdir.

Çetin Abay (2017), dondurma üretiminde stabilizör olarak konjak bitkisi sakızını salep yerine kullanılabilmek için yapılan çalışmada dondurmaların pürüzsüzlük puanları üzerine stabilizör katım oranının etkisi önemli ($P<0,01$) olarak belirlenmiştir.

4.3.5. Renk ve görünüş

Dondurma örneklerine panelistler tarafından verilen renk ve görünüş puanlarının aritmetik ortalamaları Tablo 4.3.'te verilmiştir. Tablo 4.3.'ten de görülebileceği gibi renk ve görünüş puanları 5,95 ile 7,25 değerleri arasında değişim göstermiştir. Panelistler tarafından en yüksek renk ve görünüş puanları 27 nolu (%0,2 karragenan + %0,2 keçiboynuzu + %0,2 pektin) ve 11 nolu (%0,1 karragenan+ %0,1 pektin) dondurma örneklerine verilirken, en düşük renk ve görünüş puanını 1 nolu (stabilizör içermeyen) dondurma örneği almıştır. Dondurmaların renk ve görünüş puanları üzerine stabilizör çeşit ve katım oranının etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0,05$) bulunmuştur. Dondurma örneklerine ait renk ve görünüş puanları Şekil 4.14.'te gösterilmiştir.



Şekil 4.14. Dondurmaların renk ve görünüş puanları

Çetin Abay (2017), dondurma üretiminde stabilizör olarak konjak bitkisi sakızını salep yerine kullanılabilmek olanakları üzerine yaptığı çalışmada dondurmaların renk ve görünüş puanları üzerine stabilizör katım oranının etkisi önemli ($P<0,01$) olarak belirlenmiştir. Ayrıca konjak sakızının salep ile birlikte kullanılmasının dondurmaların renk ve görünüş puanları üzerine olumlu etki yaptığını ve bu

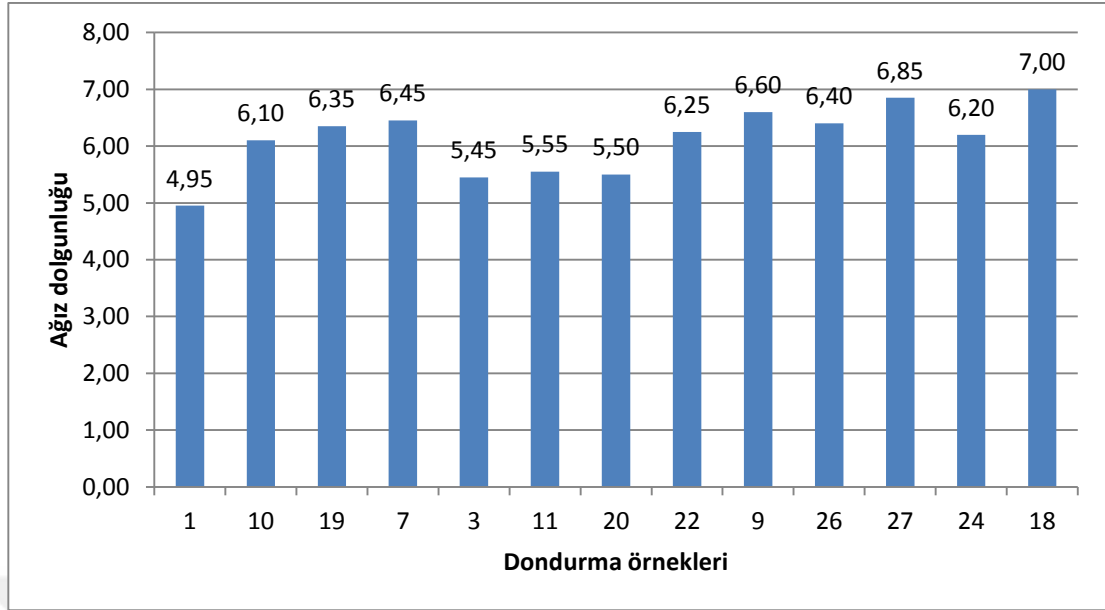
dondurmaların tek başına salep ve konjak sakızı ile üretilen dondurmalarından daha yüksek renk ve görünüş puanları aldığını bildirmiştir.

Atsan ve Çağlar (2008), endüstriyel dondurma üretiminde farklı stabilizörlerin dondurmanın bazı fiziksel ve duyu özelliklerine etkisi üzerine yaptıkları çalışmalarında, dondurmaların renk ve görünüş puanlarını 6,94 ile 7,69 arasında tespit etmişler ve bu değişimin istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) olduğunu belirtmişlerdir.

Göncü (2012), dondurma üretiminde stabilizör olarak mikrobiyal transglutaminazdan yararlanma olanaklarını araştırdığı çalışmasında, en yüksek renk ve görünüş puanlarını MTG+stabilizör ilave edilerek üretilen dondurmaların aldığını, en düşük renk ve görünüş puanlarını ise stabilizör olarak yalnızca MTG enzimi ilave edilen dondurmaların aldığını bildirmiştir.

4.3.6. Ağız dolgunluğu

Ağız dolgunluğu, dondurmanın ağıza alındıktan sonra dil ile damak arasında dairesel hareketi sonrasında yutulması sonrası dondurmanın ağızda bıraktığı film tabakasının yoğunluğu olarak açıklanmaktadır. Dondurmaların panelistlerce verilen ağız dolgunluğu puanlarının aritmetik ortalamaları Tablo 4.3.'te verilmiştir. Tablo 4.3.'ten de görülebileceği gibi en yüksek ağız dolgunluğu puanını 7,00 ile 26 nolu (%0,2 karragenan + %0,2 keçiyoynuzu + %0,1 pektin) dondurma örneği alırken, en düşük ağız dolgunluğu puanını 4,95 ile 1 nolu (stabilizör içermeyen) dondurma örneği almıştır. Dondurmaların ağız dolgunluğu puanları üzerine stabilizör çeşit ve katım oranının etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0,05$) bulunmuştur. Dondurma örneklerine ait ağız dolgunluğu puanları Şekil 4.15.'te gösterilmiştir.

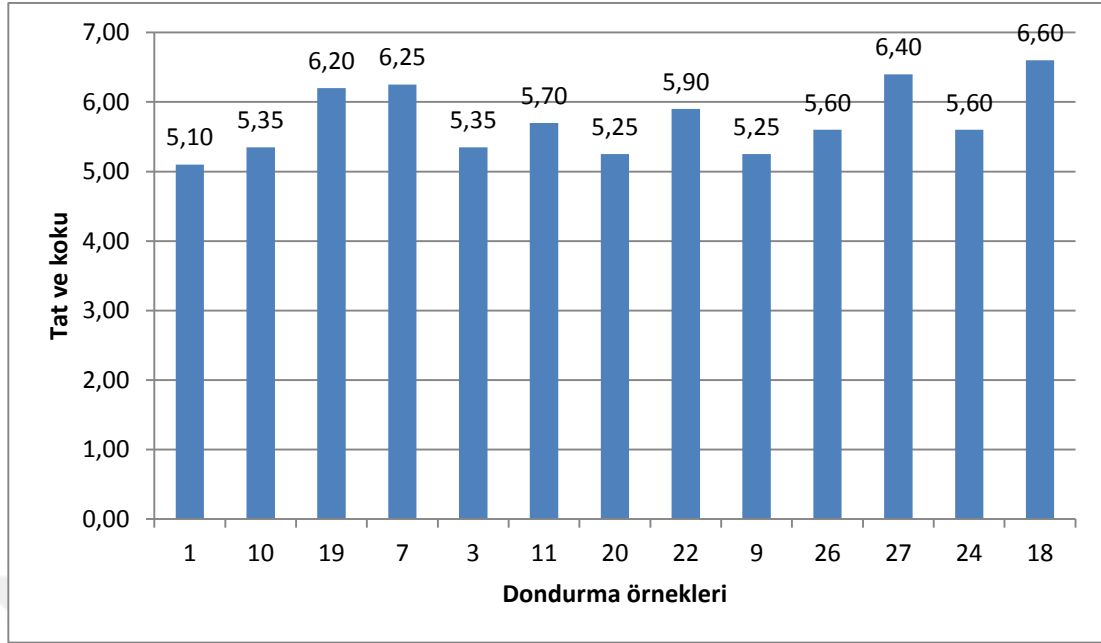


Şekil 4.15. Dondurmaların ağız dolgunluğu puanları

Çetin Abay (2017), dondurma üretiminde stabilizör olarak konjak bitkisi sakızını salep yerine kullanılabılme olanakları üzerine yaptığı çalışmasında dondurmaların ağız dolgunluğu puanları üzerine stabilizör katım oranının etkisi önemli ($P<0,01$) olarak belirlenmiştir.

4.3.7. Tat ve koku

Dondurma örneklerine panelistler tarafından verilen tat ve koku puanlarının aritmetik ortalamaları Tablo 4.3.'te verilmiştir. En yüksek tat ve koku puanını 6,60 ile 18 nolu (%0,1 karragenan + %0,2 keçiyoynuzu + %0,2 pektin) dondurma örneği alırken, en düşük tat ve koku puanını 5,10 ile 1 nolu (stabilizör içermeyen) dondurma örneği almıştır. Dondurmaların tat ve koku puanları üzerine stabilizör çeşit ve katım oranının etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0,05$) bulunmuştur. Dondurma örneklerine ait tat ve koku puanları Şekil 4.16.'da gösterilmiştir.

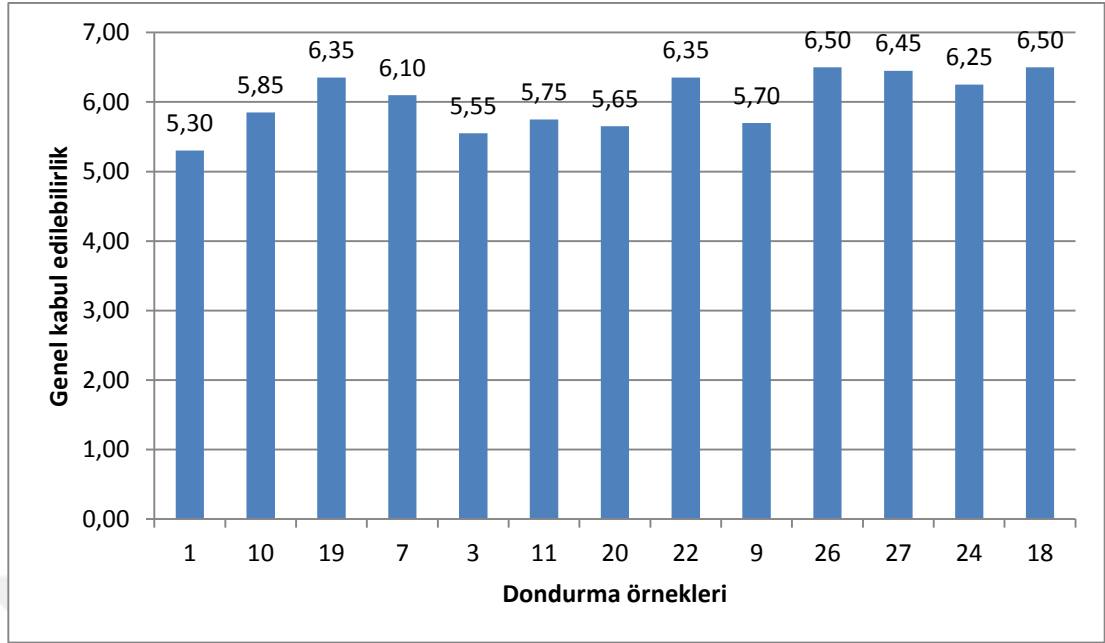


Şekil 4.16. Dondurmaların tat ve koku puanları

Çetin Abay (2017), dondurma üretiminde stabilizör olarak konjak bitkisi sakızını salep yerine kullanılabilme olanakları üzerine yaptığı çalışmasında dondurmaların tat ve koku puanları üzerine stabilizör katım oranının etkisi önemli ($P<0,01$) olarak belirlenmiştir.

4.3.8. Genel kabul edilebilirlik

Dondurma örneklerine panelistler tarafından verilen genel kabul edilebilirlik puanlarının aritmetik ortalamaları Tablo 4.3.'te verilmiştir. En yüksek genel kabul edilebilirlik puanını 6,50 ile 26 nolu (%0,2 karragenan + %0,2 keçiyoynuzu + %0,1 pektin) ve 18 nolu (%0,1 karragenan + %0,2 keçiyoynuzu + %0,2 pektin) dondurma örnekleri almıştır. En düşük genel kabul edilebilirlik puanını ise 5,30 ile 1 nolu (stabilizör içermeyen) dondurma örneği almıştır. Dondurmaların genel kabul edilebilirlik puanları üzerine stabilizör çeşit ve katım oranının etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0,05$) bulunmuştur. Dondurma örneklerine genel kabul edilebilirlik puanları Şekil 4.17.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.17. Dondurmaların genel kabul edilebilirlik puanları

Şimşek ve ark. (2006), endüstriyel dondurma üretiminde farklı stabilizör (keçiboynuzu zamkı, karragenan, guar gam, ksantan gam, pektin ve sodyum karboksimetilselüloz) kullanımının dondurma kalitesine etkisi üzerine yaptıkları çalışmalarında, genel kabul edilebilirlik puanlarındaki değişimin istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) olduğunu tespit etmişlerdir.

Atsan ve Çağlar (2008), endüstriyel dondurma üretiminde farklı stabilizörlerin dondurmanın bazı fiziksel ve duyuşal özelliklerine etkisi üzerine yaptıkları çalışmalarında, dondurmaların genel kabul edilebilirlik puanlarındaki değişimin istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) olduğunu belirlemişlerdir.

BÖLÜM 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Tüm dünyada gelişen toplum bilincine paralel olarak tüketicilerin daha sağlıklı ve besleyici gıdalara olan eğilimi giderek artmaktadır. Bu nedenle son yıllarda besin içeriği zengin ve insan sağlığına olumlu etkileri bulunan gıdaların üretimi daha da önem kazanmıştır. Dondurma gerek fiziksel yapısı gerekse içeriği nedeniyle son derece hassas bir üründür. Bu nedenle kaliteli bir dondurma üretimi için birçok faktörün göz önüne alınması gerekmektedir. Stabilizörler dondurma üretiminde çok düşük oranlarda kullanılmalarına rağmen dondurmaların özellikle yapı, kıvam, erime süresi ve duysal özellikleri üzerinde etkili olmaktadır. Dondurma üretiminde istenen sonucun alınabilmesi için kullanılacak stabilizörün çeşit ve oranının çok iyi tespit edilmesi gerekmektedir.

Bu çalışma ile hem yüksek lif ve karotenoid içeriği ile sağlığa olan faydaları yapılan çalışmalarla da ispatlanan balkabağının dondurmaya işlenebilirliğinin araştırılmasına katkı sağlamak hem de dondurma formülasyonuna eklenen farklı çeşit ve oranlardaki stabilizörlerin balkabaklı dondurma yapısına katkıları ortaya koyulmaya çalışılmıştır.

Çalışmada sentetik stabilizörler yerine doğal olan pektin, karragenan, keçiyoynuzu gamı ve bu üç stabilizörün farklı oranlardaki kombinasyonları kullanılarak balkabaklı dondurmalar hazırlanmıştır. Kullanılan stabilizör çeşit ve katım oranı farklılığının dondurmaların fiziksel, kimyasal ve duysal özelliklerini nasıl etkilendiğini belirlemeye yönelik çeşitli analiz ve değerlendirmeler yapılmıştır. Yapılan analiz ve değerlendirmeler ışığında dondurma örneklerinin pH, titrasyon asitliği, kuru madde miktarı, viskozite, hacim artışı, tekstür, erime süreleri (ilk damlama süresi ve tamamen erime süresi), renk değerleri (L, a ve b) ve duysal özellikleri üzerinde stabilizör çeşit ve katım oranının etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$).

Örneklerin viskozite değerleri incelendiğinde genel olarak stabilizör miktarının artması ile viskozitenin arttığı, en yüksek viskozite değerlerinin üçlü kombinasyonlarda olduğu belirlenmiştir. Karragenan, keçiyoynuzu ve pektinin viskozite üzerine etkisine bakıldığında karragenan ve keçiyoynuzunun birbirine yakın ve yüksek viskozite değerleri verdiği, pektinin ise onlardan daha az oranda viskoziteyi artırdığı tespit edilmiştir.

Dondurma örneklerinin tekstür değerleri incelendiğinde ise; genel olarak viskozitesi yüksek olan örneklerin sertlik değerleri yüksek çıkarken, düşük viskozite değerlerine sahip örneklerin düşük sertlik değerleri verdiği görülmüştür. Bunun yanı sıra hacim artışının az olduğu örneklerin daha sert ve sıkı olduğu, yüksek olanların ise daha yumuşak olduğu belirlenmiştir. Stabilizörlerden karragenan içeren örneklerin en sert, keçiyoynuzu içeren örneklerin nispeten daha düşük sertlik değeri verdiği tespit edilmiştir. En düşük sertlik değerini ise pektinin verdiği görülmüştür.

Dondurmaların tüketimi sırasındaki dayanıklılığı hakkında bilgi veren ilk damlama süresi ve nakliye ve depolama periyotlarındaki dayanıklılığının bir ölçüsü ve özellikle sıcaklık dalgalanmalarından en fazla etkilenen özellik olarak bilinen tamamen erime süreleri belirlenmiştir. Stabilizör ilavesinin dondurmaların erime süresi özelliklerini olumlu yönde geliştirdiği tespit edilmiştir. Tamamen erime süreleri ile ilk damlama sürelerinin orantılı sonuçlar verdiği görülmüştür.

Dondurma örneklerine ait L, a ve b renk değerleri ölçülmüştür. Sonuçlar incelendiğinde L değeri bakımından, en yüksek değer 19 nolu (%0,2 karragenan) dondurma örneğinde; en düşük değer 7 nolu (%0,2 keçiyoynuzu) dondurma örneğinde ölçülmüştür. Genel olarak keçiyoynuzu içeren dondurma örneklerinin L değerlerinde bir azalma meydana geldiği, yani örneklerin koyulaştığı gözlemlenmiştir.

Balkabaklı dondurma örnekleri panelistler tarafından soğukluk şiddeti, sıklık, viskozite, pürüzsüzlük, renk ve görünüş, ağız dolgunluğu, tat ve koku ve genel kabul edilebilirlik gibi 8 farklı parametrede değerlendirilmiştir. Duyusal değerlendirmede

bütün parametrelerde en düşük puanı 1 nolu (stabilizör içermeyen) dondurma örneği alırken; panelistlerden en yüksek puanı ise 18 nolu (%0,1 karragenan + %0,2 keçiyoynuzu + %0,2 pektin) dondurma örneği almıştır. Stabilizör ilavesinin dondurmaların duysal özelliklerini olumlu yönde geliştirdiği tespit edilmiştir. Ayrıca besleyici değeri yüksek bir gıda maddesi olan balkabağının dondurmada kullanılabileceği ve duysal olarak herhangi bir olumsuz etkisinin bulunmadığı belirlenmiştir. Çalışmamız toplum sağlığına, ülke ekonomisine ve bilime katkı sağlamayı hedeflemektedir.



KAYNAKLAR

- Abd El-Rahman, A. M., Madkor, S. A., Ibrahim, F. S., Kilara, A. 1997. Physical characteristics of frozen desserts made with cream, anhydrous milk fat, or milk fat fractions. *Journal Dairy Science*, 80: 1926-1935.
- Aime, D. B., Arntfield, S. D., Malcolmson, L. J., Ryland, D. 2001. Textural analysis of fat reduced vanilla ice cream products. *Food Research International*, 34: 237-246.
- Akın, N. 2009. Dondurma Bilimi ve Teknolojisi. Damla Ofset, Konya, 74-80.
- Alexander, R. J. 1999. Hydrocolloid Gums-Part I: Natural Products. *Cereal Foods World*, 44(9): 684-687.
- Alibekiroğlu, R. 2014. Farklı oranlarda taurin ve inülin ilavesinin probiyotik yoğurt dondurmalarının fizikokimyasal, duyuşsal ve mikrobiyolojik özelliklerine etkisi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Annison, G., Bertocchi, C., Khan, R. 1993. Low-Calorie Bulking Ingredients: Nutrition and Metabolism. In *Low-Calorie Foods and Food Ingredients*. Edited by Khan, R.
- Atamer, M., Yetişemeyen, A. 1987. Potasyum kazeinatın yoğurt üretiminde kullanımı. A.Ü. Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, Gıda Sanayii, 10-13.
- Atsan, A., Çağlar, A. 2008. Farklı stabilizör kullanmanın dondurmanın bazı fiziksel ve duyuşsal özellikleri üzerine etkisi. *Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi* 39(2): 195-200.
- Avallone, R., Cosenza, F., Farina, F., Baraldi, C., Baraldi, M. 2002. Extraction and purification from *ceratonia siliqua* of compounds acting on central and peripheral benzodiazepine receptors. *Filoterapia*, 73: 390-396.
- Ayar, A., Durmuş, S. and Akbulut, M. 2009. Effect of salep as a hydrocolloid on storage stability of “incir uyutması” dessert. *Food Hydrocolloids*, 23: 62-71.
- Aydınlı, M., Tutaş, M. 2000. Water sorption and water vapour permeability properties of polysaccharide (locust bean gum) based edible films. *Lebensmittel Wissenschaft and Technologie*, 33: 63-67.
- Aziznia, S., Khosrowshahi, A., Madadlou, A., Rahimi, J. 2008. Whey protein concentrate and gum tragacanth as fat replacers in nonfat yogurt: chemical, physical, and microstructural properties. *Journal of Dairy Science*, 91(7): 2545-2552.

- Badem, A. 2006. Keçiyoynuzu pekmezli dondurma üretiminde kullanılan karragenan, ksantan ve keçiyoynuzu zamlarının dondurmaların kaliteleri üzerine etkisi. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Bahramparvar, M., Razavi, S. M. A., Khodaparast, M. H. H. 2010. Rheological characterization and sensory evaluation of a typical soft ice cream made with selected food hydrocolloids. *Food Science and Technology International*, 16(1): 79-88.
- Bahramparvar, M., Tehrani, M. M., Razavi, S. M. A. 2013. Effects of a novel stabilizer blend and presence of a κ -carrageenan on some properties of vanilla ice cream during storage. *Food Bioscience*, 3: 10-18.
- Bahramparvar, M., Tehrani, M. M. 2011. Application and functions of stabilizers in ice cream. *Food Reviews International*, 27(4): 389–407.
- Balthazar, C. F., Silva, H. L. A., Cavalcanti, R. N., Esmerino, E. A., Cappato, L. P., Abud, Y. K. D., Moraes, J., Andrade, M. M., Freitas, M. Q., Sant'Anna, C., Raices, R. S. L., Silva, M. C., Cruz, A. Z. 2017. Prebiotics addition in sheep milk ice cream: A rheological, microstructural and sensory study. *Journal of Functional Foods*, 35: 564-573.
- Basu, S., Shivhare, U. S. 2010. Rheological, textural, micro-structural and sensory properties of mango jam. *Journal of Food Engineering*, 100(2): 357–365.
- Bernard, H., Desseyn, J. L., Gottrand, F., Stahl, B., Bartke, N., Husson, M. O. 2015. Pectin derived acidic oligosaccharides improve the outcome of pseudomonasa aeruginosa lung infection in C57BL/6 mice. *Public Library of Science*, 10(11).
- Blanshard, J. M. V. 1970. Stabilisers-their structure and properties. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 21: 393–399.
- Bodyfelt, M. S., Tobias, J., Trout, G. M. 1988. *The Sensory Evaluation of Dairy Products*. Van Nostrand Reinhold, New York, 598.
- Braconnot, H. 1825a. Nouvelles observations sur l'acide pectique. *Annales De Chimie Et De Physique*, 30: 96–102.
- Braconnot, H. 1825b. Recherches sur un nouvel acide universellement répandus dans tous les végétaux. *Annales De Chimie Et De Physique*, 28(2): 173–178.
- Bradley, R. L., Arnold, E., Barbano, D. M., Semerad, R. G., Smith, D. E. and Vines, B. K. 1992. Chemical and Physical Methods. In: Marshall, R.T. (Ed) *Standard Methods for The Examination of Dairy Products*, American Public Health Association, Washington, 433–529.
- Brennan, C. S., Tudorica, C. M. 2008. Carbohydrate-based fat replacers in the modification of the rheological, textural and sensory quality of yoghurt: comparative study of the utilisation of barley beta-glucan, guar gum and inulin. *International Journal of Food Science and Technology*, 43(5): 824-833.
- Cai, T., Quanhong, L., Hong, Y., Nan, L. 2003. Study on the hypoglycemic action of pumpkin seed protein. *Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology*, 3(1): 7-11.

- Caili, F., Huan, S., Quanhong, L. 2006. A review on pharmacological activities and utilization technologies of pumpkin. *Plant Foods for Human Nutrition*, 61: 73-80.
- Canteri-Schemin, M. H., Fertonani, H. C. R., Waszczynskyj, N., Wosiacki, G. 2005. Extraction of pectin from apple pomace. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 48: 259–266.
- Chan, S. Y., Choo, W. S., Young, D. J., Loh, X. J. 2017. Pectin as a rheology modifier: Origin, structure, commercial production and rheology. *Carbohydrate Polymers* 161: 118–139.
- Chen, H. M., Fu, X., Luo, Z. G. 2016. Effect of molecular structure on emulsifying properties of sugar beet pulp pectin. *Food Hydrocolloids*, 54(Part A): 99–106.
- Chen, Y., Liao, M. L., Boger, D. V., Dunstan, D. E. 2001. Rheological characterization of κ -carrageenan/locust bean gum mixtures. *Carbohydrate Polymers*, 46: 117-124.
- Chen, Z., Wang, X., Jie, Y., Huang, C., Zhang, G. 1994. Study on the hypoglycemic and hypotension function of pumpkin powder on human. *Jiangxi Chinese Medicine*, 25:50.
- Christiaens, S., Uwibambe, D., Uyttendaele, M., Van Droogenbroeck, B., Van Loey, A.M., Hendrickx, M. E. 2015. Pectin characterisation in vegetable wastestreams: A starting point for waste valorisation in the food industry. *LWT –Food Science and Technology*, 61(2): 275–282.
- Chrstensen, S. 1991. Carragenan. *The Third International Congress on Food Industry. "Food Additives"* Kuşadası, 171-183.
- Ciriminna, R., Chavarría-Hernández, N., Inés Rodríguez Hernández, A., Pagliaro, M. 2015. Pectin: A new perspective from the biorefinery stand point. *Biofuels Bioproducts and Biorefining*, 9(4): 368–377.
- Ciriminna, R., Fidalgo, A., Delisi, R. 2016. Pectin production and global market. *Food Industry Hi Tech*, 27(5): 17–20.
- Çam, M., Erdoğan, F., Aslan, D., Dinç, M. 2013. Enrichment of functional properties of ice cream with pomegranate by-products. *Journal of Food Science*.
- Çelik, Ş., Cankurt, H., Doğan, C. 2009. Safran ilavesinin sade dondurmanın bazı özelliklerine etkisi, *Gıda Dergisi*.
- Çetin Abay, S. 2017. Dondurma üretiminde stabilizör olarak konjak bitkisi (*amorphophallus konjac*) sakızının salep (*orchidaceae*) yerine kullanılabilme olanaklarının araştırılması. *Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*.
- Damodaran, S. 2007. Inhibition of ice crystal growth in ice cream mix by gelatin hydrolysate. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55: 10918-10923.
- Daşnik, F. 2014. Glukoz oksidaz ve askorbik asit ilavesinin, simbiyotik dondurmalarındaki probiyotik bakterilerin canlılığı üzerine etkileri. *Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*.

- Demir, M. 2001. Kefir dondurması üretimi ve üretilen dondurmaların duyuşal, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Dertli, E., Toker, O. S., Durak, M. Z., Yilmaz, M. T., Tatlısu, N. B., Sagdic, O., Cankurt, H. 2016. Development of a fermented ice-cream as influenced by in situ exopolysaccharide production: Rheological, molecular, microstructural and sensory characterization. *Carbohydrate Polymers*, 136: 427-440.
- Dickinson, E. 2003. Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties of dispersed systems. *Food Hydrocolloids* 17(1): 25-39.
- Ding, W. K., Shah, N. P. 2008. An improved method of microencapsulation of probiotic bacteria for their stability in acidic and bile conditions during storage. *Journal of Food Science*, 74.
- Doğan, M., Kayacier, A. 2007. The effect of ageing at low temperature on the rheological properties of Kahramanmaraş-type ice cream mix. *International Journal of Food Properties*, 10(1): 19-24.
- Doğan, M., Şimşek, B. 2000. Süt Ürünlerinde Karragenan. Süt Mikrobiyolojisi ve Katkı Maddeleri. 6. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu Tebliğler Kitabı. Tekirdağ, 465-478.
- Doğan, M., Şimşek, O., Kurultay, Ş. 1996. Süt Endüstrisinde Katkı Maddeleri Olarak Stabilizatörler. *Gıda Dergisi*. 21(4): 251-259.
- Dranca F., Oroian M. 2018. Extraction, purification and characterization of pectin from alternative sources with potential technological applications. *Food Research International*, 113: 327-350.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Gürbüz, F., Kavuncu, O. 1983. Araştırma ve deneme metotları. İstatistik Metotları 2. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Dziezak, J. D. 1991. A Focus on Guitis. *Food Technology*, 45(3): 116-132.
- Eisner, M.D., Wildmoser, H., Windhab, E. J. 2005. Air cell microstructure in high viscous ice cream matrix. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 263: 390-399.
- Endress, H. U. 1991. Nonfood uses of pectin. In R. H. Walter, S. Taylor (Eds.), *The chemistry and technology of pectin* (pp. 251-268). San Diego: Academic Press.
- Ferrero C. 2017. Hydrocolloids in wheat breadmaking: A concise review. *Food Hydrocolloids*. 68: 15-22.
- Gao, Z., Fang, Y., Cao, Y., Liao H., Nishinari, K. and Phillips, G. O. 2017. Hydrocolloid-food component interactions. *Food Hydrocolloids*, 68: 149-156.
- Glicsman, M. 1983. *Food Hydrocolloids Volume III*, CRS press.
- Goff, H. D. 2002. Formation and stabilization of structure in ice cream and related products. *Current Opinion in Colloids and Interface Science*, 7: 432-437.
- Goff, H. D., Hartel, R. W. 2004. Ice cream and frozen desserts. In Y. A. Hui (Ed.), *Handbook of frozen foods* (pp. 494-565). New York: Marcel Dekker Inc.

- Gökçebağ, Ö. 2004. Endüstriyel dondurma üretiminde farklı kuru madde, stabilizatör ve hava (overrun) kullanımının miks ve son ürün kalitesi üzerine etkileri. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Göncü, B. 2012. Dondurma üretiminde stabilizör olarak mikrobiyal transglutaminazdan yararlanma olanakları. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Gönç, S., Gahun, Y. 1980. Hidrokolloidler ve bunların sütçülükte kullanılmaları. E. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi. 17(2): 49-67.
- Grassino, A. N., Halambek, J., Djaković, S., Rimac Brnčić, S., Dent, M., Grabarić, Z. 2015. Utilization of tomato peel waste from canning factory as a potential source for pectin production and application as tin corrosion inhibitor. Food Hydrocolloids, 52: 265–274.
- Günay, H. 2000. Düşük yağlı türk tipi salam ve hamburger köftelerinin üretim teknolojilerinin geliştirilmesi ve bazı kimyasal, fiziksel ve duyuşal özelliklerini karşılaştırılması üzerine araştırmalar. İ.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Doktora tezi.
- Güven, M., Hayaloğlu, A. 2001. Hidrokolloidler ve Süt Teknolojisinde Kullanımları. Gıda Dergisi.
- Güven, M., Kalender, M., Taşpınar, T. 2017. Farklı stabilizör kullanmanın yoğurt dondurmalarının kalite özellikleri üzerine etkisi. Çukurova Tarım Gıda Bil. Der., 32(2): 37-46.
- Güven, M., Karaca, O. B. 2002. The effects of the varying sugar content and fruit concentration on the physical properties of vanilla and fruit ice cream type frozen yogurts. International Journal of Dairy Technology, 55(1): 27-31.
- Güven, M., Karaca, O.B., Yaşar, K. 2010. Düşük yağ oranlı Kahramanmaraş tipi dondurma üretiminde farklı emülgatörlerin kullanımının dondurmaların özellikleri üzerine etkileri. Gıda, 35(2): 97-104.
- Han, W., Meng, Y., Hu, C., Dong, G., Qu, Y., Deng, H., Guo, Y. 2017. Mathematical model of Ca^{2+} concentration, pH, pectin concentration and soluble solids (sucrose) on the gelation of low methoxyl pectin. Food Hydrocolloids, 66: 37–48.
- Happi Emaga, T., Ronkart, S. N., Robert, C., Wathelet, B., Paquot, M. 2008. Characterisation of pectins extracted from banana peels under different conditions using an experimental design. Food Chemistry, 108(2): 463–471.
- Hartel, R. W. 1996. Ice crystallization during the manufacture of ice cream. Trends in Food Science and Technology, 7: 315–321.
- Hasler, C. M. 2000. Plants as medicine: The role of phytochemicals in optimal health. In Phytochemicals and Phytopharmaceuticals, edited by F.Shahidi and C.T. Ho, 1- 12.
- Helgerud, T., Gåserød, O., Fjæreide, T., Andersen, P. O., Larsen, C. K. 2010. Alginates. In A. Imeson (Ed.), Food stabilisers, thickeners and gelling agents. Oxford: John Wiley and Sons, Ltd.

- Hilliou, L., Larotonda, F. D. S., Sereno, A. M., Gonçalves, M. P. 2006. Thermal and viscoelastic properties of kappa/iota-hybrid carrageenan gels obtained from the Portuguese seaweed *Mastocarpus stellatus*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54: 7870-7878.
- Huang, X., Kakuda, Y., Cui, W. 2001. Hydrocolloids in emulsions: particle size distribution and interfacial activity. *Food Hydrocolloids*, 15: 533-542.
- Iglesias, M. T., Lozano, J. E. 2004. Extraction and characterization of sunflower pectin. *Journal of Food Engineering*, 62(3): 215–223.
- İlgöy Gözükar, G. 2013. Balkabağı tozunun fizikokimyasal ve sorpsiyon özellikleri üzerine kurutma metotlarının etkisi ve balkabağı tozunun kek üretiminde kullanımı. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- İlter, I., Akyıl, S., Koç, M., Kaymak Ertekin, F. 2016. Alglerden elde edilen stabilize edici maddeler. *Akademik Gıda*, 14(3): 315-321.
- Javidi, F., Razavi, S. M. A., Behrouzian, F., Alghooneh, A. 2016. The influence of basil seed gum, guar gum and their blend on the rheological, physical and sensory properties of low fat ice cream. *Food Hydrocolloids*, 52: 625-633.
- Jeong, H. S., Kim, H. Y., Ahn, S. H., Oh, S. C., Yang, I., Choi, I. G. 2013. Effects of combination processes on the extraction of pectins from rapeseed cake (*Brassica napus* L.). *Food Chemistry*, 139(1–4): 9–15.
- Jones, D.K. 1953. Carob Culture in Cyprus. FAO 53/2/1225. FAO, Rome.
- Jones, M., Gu, X., Stebbins, N., Crandall, P., Ricke, S., Lee, S. O. 2015. Effects of soybean pectin on blood glucose and insulin responses in healthy men. *The FASEB Journal*, 29 (1 Supplement).
- Joudaki, H., Mousavi, M., Safari, M., Razavi, S. H., Emam-Djomeh, Z., Gharibzahedi, S. M. T. 2013. A practical optimization on salt/high methoxylpectin interaction to design a stable formulation for Doogh. *Carbohydrate Polymers*, 97(2): 376–383.
- Kadağan, S. 2015. Sütlaç, keşkül ve kazandibi üretiminde hidrokolloid kullanımı. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Kaminska-Dworznicka, A., Skrzypczak, P., Gondek, E. 2016. Modification of kappa carrageenan by b-galactosidase as a new method to inhibit recrystallization of ice. *Food Hydrocolloids*, 61: 31-35.
- Karbancıoğlu, F., Heperkan, D. 2002. Çok Amaçlı Bir Alg Ekstraktı: Karragenan. *Gıda Dergisi*, 97.
- Kastner, H., Kern, K., Wilde, R., Berthold, A., Einhorn-Stoll, U., Drusch, S. 2014. Structure formation in sugar containing pectin gels – Influence of tartaric acid content (pH) and cooling rate on the gelation of high-methoxylated pectin. *Food Chemistry*, 144: 44–49.

- Koubala, B. B., Christiaens, S., Kansci, G., Van Loey, A. M., Hendrickx, M. E. 2014. Isolation and structural characterisation of papaya peel pectin. *Food Research International*, 55: 215–221.
- Koubala, B. B., Kansci, G., Mbome, L. I., Crépeau, M. J., Thibault, J. F., Ralet, M. C. 2008. Effect of extraction conditions on some physicochemical characteristics of pectins from Améliorée and Mango mango peels. *Food Hydrocolloids*, 22(7): 1345–1351.
- Kaya, D. 2006. Balkabağı suyu üretim teknolojisinin geliştirilmesi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Kaya, M., Sousa, A. G., Crépeau, M. J., Sørensen, S. O., Ralet, M. C. 2014. Characterization of citrus pectin samples extracted under different conditions: Influence of acid type and pH of extraction. *Annals of Botany*, 114(6):1319–1326.
- Kesenkaş, H., Akbulut, N., Yerlikaya, O., Akpınar, A., Açu, M. 2012. Kefir dondurması üretiminde soya sütünün kullanım olanakları üzerine bir araştırma. *Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 50(1): 1-12.
- Kır, R. 2007. Farklı tip yağ kullanmanın dondurmanın fiziksel, kimyasal ve duyu kalite özellikleri üzerine etkisi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Konar, A., 1991. Süt Teknolojisi. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fak. Ders Kitabı No:63 Çukurova Üniversitesi Basımevi.
- Koocheki, A., Mortazavi, S. A., Shahidi, F., Razavi, S. M. A., Taherian, A. R. 2009. Rheological properties of mucilage extracted from *Alyssum homolocarpum* seed as a new source of thickening agent. *Journal of Food Engineering*, 91(3): 490-496.
- Korish, M. 2015. Faba bean hulls as a potential source of pectin. *Journal of Food Science and Technology-Mysore*, 52(9): 6061–6066.
- Kosmala, M., Milala, J., Kołodziejczyk, K., Markowski, J., Zbrzeźniak, M., Renard, C. M. G. C. 2013. Dietary fiber and cell wall polysaccharides from plum (*Prunus domestica* L.) fruit, juice and pomace: Comparison of composition and functional properties for three plum varieties. *Food Research International*, 54(2): 1787–1794.
- Kök, M. Ş., Hill, S. E., Mitchell, J. R. 1999. A comparison of the rheological behaviour of crude and refined locust bean gum preparations during thermal processing. *Carbohydrate Polymers*, 38: 261-265.
- Kurt, A., Atalar, İ. 2018. Effects of quince seeds on the rheological, structural and sensory characteristics of ice cream. *Food Hydrocolloids*, 82: 186-195.
- Kurt, A., Cengiz, A., Kahyaoglu, T. 2016. The effect of gum tragacanth on the rheological properties of salep based ice cream mix. *Carbohydrate Polymers* 143: 116–123
- Kurt, A., Çakmakçı, S., Çağlar, A. 1993. Süt ve Mamülleri Muayene ve Analiz Metodları Rehberi. A.Ü. Yayınları No: 252/d, Ziraat Fakültesi yayınları No:18, Ders kitapları serisi no: 252/d, Genişletilmiş 5. Baskı, Erzurum, 238.

- Kus, S., Altan, A., Kaya, A. 2005. Rheological behaviour and time-dependent characterization of ice cream mix with different salep content. *Journal of Texture Studies*, 36: 273-288.
- Lal, S. N. D., O'Connor, C. J., Eyres, L. 2006. Application of emulsifiers/stabilizers in dairy products of high rheology. *Advances in Colloid and Interface Science*, 123-126, 433-437.
- Lazaridou, A., Duta, D., Papageorgiou, M., Belc, N., Biliaderis, C. G. 2007. Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten- free formulations. *Journal of Food Engineering*, 79: 1033-1047.
- Lee, C. H., Cho, J. K., Lee, S. J., Koh, W., Park, W., Kim, C. H. 2002. Enhancing β -Carotene content in asian noodles by adding pumpkin powder. *Cereal Chem.*, 79(4): 593–595.
- Lee, C. H., Chun, S. S., Kim, M. Y. 2008. Quality characteristics of hard roll bread with concentrated sweet pumpkin powder. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 37(7): 914-920.
- Łękańska-Andrinopoulou, L., Vasiliou, E. G., Georgakopoulos, D. G., Yialouris, C. P., Georgiou, C. A. 2013. Rapid enzymatic method for pectin methyl esters determination. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*.
- Lewis, D. F. 2007. Microstructure of frozen and dairy-based confectionery products. In A. Tamim (Ed.), *Structure of dairy products* (236–258). Oxford: Blackwell Publishing Ltd.
- Lie, J. M., Nie, S. P. 2016. The functional and nutritional aspects of hydrocolloids in foods. *Food Hydrocolloids.*, 53: 46-61.
- Liew, S. Q., Chin, N. L., Yusof, Y. A. 2014. Extraction and characterization of pectin from passion fruit peels. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 2: 231–236.
- Linden, G., Lorient, D. 1999. *New Ingredients in Food Processing*. Woodhead Publishing Limited. Cambridge England.
- Lundin, L., Hermansson, A. M. 1997. Rheology and microstructure of Ca- and Na- κ -carrageenan and locust bean gum gels. *Carbohydrate Polymers*, 34: 365-375.
- Lv, C., Wang, Y., Wang, D., Li, L. J., Adhikari, B. 2013. Optimization of production yield and functional properties of pectin extracted from sugar beet pulp. *Carbohydrate Polymers*, 95(1): 233–240.
- Maleki, G. ve Milani, J. M. 2013. Effect of guar gum, xanthan gum, CMC and HPMC on dough rheology and physical properties of Barbari bread. *Food Science and Technology Research*, 19: 353-358.
- Marshall, R.T., Arbuckle, W.S. 1996. *Ice Cream*, Chapman Hall, USA.
- Marshall, R. T., Goff, H. D., Hartel, R. W. 2003. Chapters 2,5,6, and 13 in *Ice Cream*. 6th ed. Kluwer Academic/Plenum publishers, New York, NY.
- Marrs, W. M. 1998. The Stability of Carrageenans to Processing. In *Gums and Stabilisers for the Food Industry 9*, Edited by Williams, A. P. and, Glyn P.O. 345-357.

- Methacanon, P., Krongsin, J., Gamonpilas, C. 2014. Pomelo (*Citrus maxima*) pectin: Effects of extraction parameters and its properties. *Food Hydrocolloids*, 35: 383–391.
- Metin, M. 1996. Süt Teknolojisi 1.Bölüm: Sütün Bileşimi ve İşlenmesi. E. Ü. Müh. Fak. Yay. No:33, E. Ü. Rektörlüğü Basımevi, Bornova, 633 s.
- Min, B., Bae, I. Y., Lee, H. G., Yoo, S. H., Lee, S. 2010. Utilization of pectin-enriched materials from apple pomace as a fat replacer in a model food system. *Bioresource Technology*, 101(14): 5414–5418.
- Min, B., Koo, O. K., Park, S. H., Jarvis, N., Ricke, S. C., Crandall, P. G., Lee, S.-O. 2015. Fermentation patterns of various pectin sources by human fecalmicrobiota. *Food and Nutrition Sciences*, 6(12): 1103.
- Min, B., Lim, J., Ko, S., Lee, K.-G., Lee, S. H., Lee, S. 2011. Environmentally friendly preparation of pectins from agricultural by products and their structural/rheological characterization. *Bioresource Technology*, 102(4): 3855–3860.
- Muhammad, K., Mohd Zahari, N. I., Gannasin, S. P., Mohd Adzahan, N., Bakar, J. 2014. High methoxyl pectin from dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) peel. *Food Hydrocolloids*, 42(Part 2): 289–297.
- Muhr, A., Blanshard, J. M. V. 1983. The effect of polysaccharide stabilizers on ice crystal formation in gums and stabilizers for the food industry. *International Dairy Journal*, 7(1997): 363-373.
- Nakamura, A., Yoshida, R., Maeda, H., Corredig, M. 2006. The stabilizing behaviour of soybean soluble polysaccharide and pectin in acidified milkbeverages. *International Dairy Journal*, 16(4): 361–369.
- Oliveira, T. Í. S., Rosa, M. F., Cavalcante, F. L., Pereira, P. H. F., Moates, G. K., Wellner, N., Azeredo, H. M. C. 2015. Optimization of pectin extraction from banana peels with citric acid by using response surface methodology. *Food Chemistry*, 198: 113–118.
- Peng, Q., Xu, Q., Yin, H., Huang, L., Du, Y. 2014. Characterization of an immunologically active pectin from the fruits of *Lycium ruthenicum*. *International Journal of Biological Macromolecules*, 64: 69–75.
- Pereira, C. M., Marques, M. F., Hatano, M. K., Castro, I. A. 2010. Effect of the partial substitution of soy proteins by highly methyl-esterified pectin on chemical and sensory characteristics of sausages. *Food Science and Technology International*, 16(5): 401–407.
- Prakash Maran, J., Sivakumar, V., Thirugnanasambandham, K., Sridhar, R. 2014. Microwave assisted extraction of pectin from waste *Citrullus lanatus* fruitrinds. *Carbohydrate Polymers*, 101: 786–791.
- Prindiville, E. A., Marshall, R. T., Heymann, H. 1999. Effect of milk fat on the sensory properties of chocolate ice cream. *Journal Dairy Science*, 82: 1425–1432.

- Ptitchkina, N. M., Novokreschonova, L. V., Piskunova, G. V., Morris, E. R. 1998. Large enhancements in loaf volume and organoleptic acceptability of wheat bread by small additions of pumpkin powder: Possible role of acetylated pectin in stabilising gas-cell structure. *Food Hydrocolloids*, 12: 333-337.
- Pomeranz, Y. 1985. *Functional Properties of Food Components*.
- Regand, A., Goff, H. D. 2003. Structure and ice recrystallization in frozen stabilized ice cream model systems. *Food Hydrocolloids*, 17: 95-102.
- Rinaldo, M. 1996. Physicochemical properties of pectins in solution and gel states. In J. Visser, A. G. J. Voragen (Eds.), *Pectins and pectinases* (pp. 21–33). London: Elsevier.
- Rosenthal, A. J. 1999. *Food Texture. Measurement and Perception* Oxford Brookes University U. K.
- Sandıkçı, S. 2004. Yoğurt üretiminde stabilizatör maddelerin kullanılması ve bu maddelerin yoğurdun organoleptik ve bazı fiziksel, mikrobiyolojik özellikleri üzerine etkileri. İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- See, E. F., Wan Nadiah, W. A., Noor Aziah, A. A. 2007. Physico-chemical and sensory evaluation of breads supplemented with pumpkin flour. *Asean Food Journal*, 14(2): 123-130.
- Seixas, F. L., Fukuda, D. L., Turbiani, F. R. B., Garcia, P. S., Petkowicz, C. L. D. O., Jagadevan, S., Gimenes, M. L. 2014. Extraction of pectin from passion fruit peel (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) by microwave-induced heating. *Food Hydrocolloids*, 38: 186–192.
- Selomulyo, V. C., Zhou, W. 2007. Frozen bread dough: Effects of freezing storage and dough improvers. *Journal of Cereal Science*, 45: 1-17.
- Seo, J. S., Burri, B. J., Quan Z., Neidlinger T. R. 2005. Extraction and chromatography of carotenoids from pumpkin. *Journal of Chromatography*, 1073: 371-375.
- Sezgin. E., Atamer, M., Yamaner, N., Odabası, S., Bozkurt, S. 1996. Ankara’da satılan pastane dondurmalarının bazı nitelikleri üzerine araştırmalar. Ankara Üniversitesi Ziraat Fak. Süt Teknolojisi Bölümü. Ankara.
- Shi, L. E., Li, Z. H., Zhang, Z. L., Zhang, T. T., Yu, W. M., Zhou, M. L., Tang, Z. X. 2013. Encapsulation of *Lactobacillus bulgaricus* in carrageenan locust bean gum coated milk microspheres with double layer structure. *LWT- Food Science and Technology*, 54(1): 147-151.
- Soukoulis, C., Chandrinos, I., Tzia, C. 2008. Study of the functionality of selected hydrocolloids and their blends with κ -carrageenan on storage quality of vanilla ice cream. *LWT – Food Science and Technology*, 41: 1816-1827
- Soukoulis, C., Fisk, I. D., Bohn, T. 2014. Ice cream as a vehicle for incorporating health-promoting ingredients: Conceptualization and overview of quality and storage stability. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13(4): 627-655.

- Soukoulis, C., Lebesi, D., Tzia, C. 2009. Enrichment of ice cream with dietary fibre: Effects on rheological properties, ice crystallisation and glass transition phenomena. *Food Chemistry*, 115(2): 665-671.
- Soukoulis, C., Lyroni, E., Tzia, C. 2010. Sensory profiling and hedonic judgement of probiotic ice cream as a function of hydrocolloids, yogurt and milk fat content. *LWT – Food Science and Technology*, 43: 1351-1358
- Stanley, N. 1987. Production, properties and uses of carrageenan. In: McHugh DJ, editor. *Production and utilization of products from commercial seaweeds*. FAO fisheries technical paper nr 288. Food and Drug Administration of the United Nations, 116–46.
- Staunstrup, J. 2009. Citrus pectin production and world market. The international citrus beverage conference.
- Suganya, T., Varman, M., Masjuki, H. H., Renganathan, S. 2016. Macroalgae and microalgae as a potential source for commercial applications along with biofuels production: A bio refinery approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 55: 909–941.
- Şahin, H. 2003. Bazı hidrokolloidlerin farklı formülasyonlara sahip ketçapların konsistensi ve serum ayrılması üzerine etkisi. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Şen, M. A. 2016. Türkiye'nin değişik yörelerinden toplanan orkidelerden elde edilen saleplerin özelliklerinin belirlenmesi ve geleneksel yöntemle maraş usulü dondurma yapımında ürün kalitesine etkilerinin araştırılması. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Şensoy, S., Büyükalaca, S., Abak, K. 2007. Evaluation of genetic diversity in Turkish melons (*Cucumis melo* L.) based on phenotypic characters and RAPD markers. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 54: 1351-1365
- Şimşek, O., Tuncay, İ., Bilgin, B. 2006. Endüstriyel dondurma üretiminde farklı stabilizatör kullanımının dondurma kalitesine etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3(1): 55-63.
- Tekinşen, C. 1997. Süt Ürünleri Teknolojisi, Selçuk Üni. Vet. Fak. Yayın Ünitesi, Konya, 326.
- Tekinşen, O. C., Karacabey, A. 1984. Bazı stabilizör karışımlarının Kahramanmaraş tipi dondurmanın fiziksel ve organoleptik nitelikleri üzerine etkisi. Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, Ankara.
- Tekinşen, O. C., Tekinşen K. K., 2008. Dondurma. Selçuk Üniversitesi Basımevi, Konya.
- Temiz, H., Yeşilsu, A. F. 2010. Effect of pekmez addition on the physical, chemical, and sensory properties of ice cream. *Czech Journal of Food Science*, 28: 538–546.
- Tuncay, İ. 2001. Endüstriyel dondurma üretiminde farklı stabilizer kullanımının dondurmanın bazı özellikleri üzerine etkisi. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

- Turhan, İ. 2004. Sürekli sistemde keçiyoynuzu ekstraksiyonu üzerine araştırma. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Uraz, T. 1979. Ankara’da tüketime sunulan sade dondurmaların bazı nitelikleri üzerine araştırma. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Ankara Üniv. Basımevi, Ankara, 993–1006.
- Valdez, B. 2012. Food industrial processes-methods and equipment. Croatia: In Tech.
- Varela, P., Pintor, A., Fiszman, S. 2014. How hydrocolloids affect the temporal oral perception of ice cream. *Food Hydrocolloids*, 36: 220-228.
- Vauquelin, M. 1790. Analyse du tamarin. *Annales de Chimie*, 5: 92–106.
- Venzon, S. S., Canteri, M. H. G., Granato, D., Junior, B. D., Maciel, G. M., Stafussa, A.P., Haminiuk, C. W. I. 2015. Physicochemical properties of modified citruspectins extracted from orange pomace. *Journal of Food Science and Technology*, 52(7): 4102–4112.
- Voragen, A. G. J., Pilnik, W., Thibault, J. F., Axelos, M. A. V., Renard, C. M. G. C. 1995. Pectins. In A. M. Stephen (Ed.), *Food polysaccharides*, New York: Marcel Dekker, 287–339.
- Vural, H., Esiyok, D., Duman. 2000. *Kültür Sebzeleri:Sebze Yetistirme*, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Wai, W. W., Alkarkhi, A. F. M., Easa, A. M. 2010. Effect of extraction conditions on yield and degree of esterification of durian rind pectin: An experimental design. *Food and Bioproducts Processing*, 88(2–3): 209–214.
- Wang, J., Wang, J. S., Yu, Y. 2007. Microwave drying characteristics and dried quality of pumpkin. *Int J Food Sci Technol*, 42: 148-156.
- Wang, X., Chen, Q., Lü, X. 2014. Pectin extracted from apple pomace and citrus peel by subcritical water. *Food Hydrocolloids*, 38: 129–137.
- Wielinga, A. M. 2000. Galactomannans. *Handbook of hydrocolloids*. P. W. GO Phillips. Boca Raton: CRC Press, 137-154.
- Wong, W. S. D. 1989. *Mecanism And Theory in Food Chemistry*.
- World Health Organization Technical Report Series No: 1000. 2016. Evaluation of certain food additives. WHO Library Cataloguing-in-Publication Data.
- Wüstenberg, T. 2015. General overview of food hydrocolloids. Wiley-WCH., 1-68.
- Xiong, X., Cao, J. 2001. Study of extraction and isolation of effective pumpkin polysaccharide component and its reducing glycemia function. *Chinese Modern Application Pharmacy*, 18: 662-664.
- Yapo, B. M., Robert, C., Etienne, I., Wathelet, B., Paquot, M. 2007. Effect of extraction conditions on the yield, purity and surface properties of sugar beet pulp pectin extracts. *Food Chemistry*, 100(4): 1356–1364.
- Yavaş Sarioğlu, A. 2015. Düşük kalorili dondurma üretiminde doğal tatlandırıcı olarak stevia ekstraktı kullanımının ürünün kalite kriterleri üzerine etkisi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

- Yılmaz, İ. 2001. Dondurma yapımında miksin farklı olgunlaştırma (aging) sürelerinin dondurmanın ürün kalitesine etkisinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Yoo, S. H., Fishman, M. L., Hotchkiss, A. T., Hyeon, G. L. 2006. Viscometric behavior of high-methoxy and low-methoxy pectin solutions. *Food Hydrocolloids*, 20(1): 62–67.
- Yurdagel, Ü., Teke, İ. 1985. Keçiboynuzu meyvesinin kavrulması ile oluşan renk değişimlerinin araştırılması. *Gıda*, 1:39-42.
- Zhang, Y., Wang, L., Yao, H. 2002. Study on the biological effects and extraction of blood glucose lowering active component from pumpkin. *Food and Fermentation Industries*, 28(6): 32-35.
- Zhang, W., Xu, P., Zhang, H. 2015. Pectin in cancer therapy: A review. *Trends in Food Science and Technology*, 44: 258–271.
- Zhu, R.G., Sun, Y.D., Li, T.P., Chen, G., Peng, X., Duan, W.B., Jin, X.Y. 2015. Comparative effects of hawthorn (*Crataegus pinnatifida* Bunge) pectin and pectin hydrolyzates on the cholesterol homeostasis of hamsters fed high-cholesterol diets. *Chemico-Biological Interactions*, 238 :42–47.
- Zorba, M. 2001. Gamlar. *Gıda Katkı Maddeleri*. E. Ü. Mühendislik Fakültesi Gıda Müh. Fak. İzmir.

ÖZGEÇMİŞ

Zeliha UYSAL İLTER, 1989 yılında Sakarya'nın Geyve ilçesinde doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Geyve'de tamamladı. 2007 yılında Geyve Anadolu Lisesi'nden mezun oldu. 2007 yılında başladığı Sakarya Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nden 2011 yılında mezun oldu. Ocak 2014'te Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'nda Gıda Mühendisi olarak çalışmaya başladı. Mayıs 2014'te Deniz Kuvvetleri Komutanlığı bünyesine atandı ve halen Deniz Kuvvetleri Komutanlığı bünyesinde Gıda Mühendisi olarak görev yapmaktadır.