

**T.C.**  
**İSTANBUL SABAHATTİN ZAİM ÜNİVERSİTESİ**  
**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**  
**GIDA MÜHENDİSLİĞİ BİLİM DALI**

**PROTEİN JELİYLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ YABAN  
MERSİNİ İLAVELİ FONKSİYONEL DONDURMANIN  
BİYOERİŞEBİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Zeynep SUNAL**

**İstanbul**  
**Haziran, 2019**

**T.C.**  
**İSTANBUL SABAHATTİN ZAİM ÜNİVERSİTESİ**  
**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**  
**GIDA MÜHENDİSLİĞİ BİLİM DALI**

**PROTEİN JELİYLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ YABAN MERSİNİ  
İLAVELİ FONKSİYONEL DONDURMANIN  
BİYOERİŞEBİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Zeynep SUNAL**

**Tez Danışmanı**

**Dr. Öğr. Üyesi Halime PEHLİVANOĞLU**

**İstanbul**  
**Haziran, 2019**

## ONAY SAYFASI

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne,

Bu çalışma, jürimiz tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Gıda Mühendisliği Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman Dr. Öğr. Üyesi Halime PEHLİVANOĞLU



Üye Prof. Bülent NAZLI



Üye Dr. Öğr. Üyesi Mustafa YAMAN



Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylıyorum.

.....  
Prof. Dr. Ahmet Korhan BİNARK  
Enstitü Müdürü

## BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ

Yüksek lisans tezi olarak hazırladığım “Protein Jeliyle Zenginleştirilmiş Yaban Mersini İlaveli Fonksiyonel Dondurmanın Biyoerişebilirliğinin İncelenmesi” adlı çalışmanın önceri aşamasından sonuçlandığı aşamaya kadar geçen süreçte bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle uyduğumu, tez içindeki tüm bilgileri bilimsel ahlak ve gelenek çerçevesinde elde ettiğimi, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığımı, bu çalışmamda doğrudan veya dolaylı olarak yaptığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu beyan ederim.



**ZEYNEP SUNAL**

## ÖNSÖZ

Araştırmamdaki her aşamada bana yardımcı olan değerli tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Halime PEHLİVANOĞLU'na, yapılan analizlerde yardımcı olan Dr. Öğr. Üyesi Mustafa YAMAN, Bilal ÇAKIR'a ve eğitim alanında dersleriyle bize vizyon katan çok değerli hocamız Prof. Dr BÜLENT NAZLI'ya, lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca benden desteklerini esirgemeyen aileme en içten teşekkürlerimi sunarım.

**ZEYNEP SUNAL**

**İSTANBUL-2019**

## ÖZET

### PROTEİN JELİYLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ YABAN MERSİNİ İLAVELİ FONKSİYONEL DONDURMANIN BİYOERİŞEBİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ

Zeynep SUNAL

Yüksek Lisans, Gıda Mühendisliği

Tez danışmanı: Dr. Öğretim Üyesi Halime PEHLİVANOĞLU

Haziran-2019, 111 Sayfa

Dondurma, süt ve ürünlerinin (süt, koyulaştırılmış süt, krema, tereyağı, süt tozu), içerisine stabilizatör, emülgatör, tatlandırıcı (sakkaroz, glikoz vb.), renk, aroma ve çeşni maddeleri ilave edilerek oluşan karışımın, özel ekipmanlar kullanılarak dondurulması ile elde edilen bir üründür. Günümüzde dondurma sektörü, gıda endüstrisi ve süt teknolojisi alanında en hızlı gelişen ve gün geçtikçe önemi artan dallardan biridir. Bu nedenle çalışmamızda her geçen gün tüketimi ve çeşidi artan besleyici değeri yüksek, insanlar tarafından severek tercih edilen, keyif veren lezzetli ve sağlıklı bir süt ürünü olan dondurmanın fonksiyonel özelliğinin artırılması amaçlanmıştır. Bu nedenle fenolik maddelerce zengin yaban mersini meyvesi 6 farklı konsantrasyondaki whey protein jeli içerisine hapsedilerek dondurma üretimi gerçekleştirilmiş ve in vitro sindirim sonrası fenolik madde miktarına ve duyuusal kabul edilebilirliğine bakılmıştır.

Yapmış olduğumuz çalışma sonucunda, protein jeli ile üretilen dondurma örneklerinin, ağız ortamından ince bağırsağa gidildikçe gallik asit cinsinden fenolik madde miktarının arttığı tespit edilmiştir. Kontrol numunesinde (protein jeli içermeyen yaban mersinli dondurma) ise fenolik madde miktarının en fazla ağız ortamında olduğu, ince bağırsak ortamına gidildikçe azaldığı görülmüştür. İn vitro sindirim sonrası fenolik madde miktarı ile ilgili yapılan istatistiki testler sonucunda protein jelli dondurma hem kendi arasında hemde kontrol(standart) numune ile anlamlı ( $p<0,05$ ) bir fark oluşturduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar sözcükler:** Fonksiyonel dondurma, yaban mersini, protein jeli, biyoerişebilirlik

## ABSTRACT

### INVESTIGATION OF BIO ACCESSIBILITY OF FUNCTIONAL, ENRICHED WITH PROTEIN GEL BLUBERRY ICE CREAM

Zeynep SUNAL

MSc, Food Engineering

Supervisor: Asst. Prof. Halime PEHLİVANOĞLU

June 2019, 111 pages.

Ice cream is a product which is obtained from substances such as milk and milk products (milk, condensed milk, cream, butter, milk powder), stabilizer, emulsifier, sweetener (sucrose, glucose, etc.), color, aroma and flavoring substances by adding together as a mixture and then by freezing using special equipments. Today, the ice cream sector is one of the fastest growing branches of food industry and dairy milk technology. Therefore, in this study, it is aimed to increase the functional properties of ice cream which is a delicious and healthy dairy product which is consumed often and has an increased nutritive value. For this reason, blueberry fruit which is rich in phenolic substances was confined into 6 different concentrations of whey protein gel and ice cream production was performed and the amount and sensory acceptability of the phenolic substance was examined after in vitro digestion.

As a result of our study, it was found that the ice cream samples which were produced with protein gel increased the amount of phenolic material in terms of gallic acid by going from the mouth to the small intestine. In the control sample (blueberry ice cream without protein gel), it was observed that the amount of phenolic substance was mostly in the oral environment and decreased when reached the small intestine. As a result of statistical tests on the amount of phenolic substances after in vitro digestion, it was found that ice cream with protein gel demonstrated a significant ( $p < 0,05$ ) difference either between itself and the control (standard) sample.

**Key Words:** Functional freezing, blueberries, protein gel, bio accessibility

## İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI.....	i
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
ÖZET.....	iv
İÇİNDEKİLER .....	vi
TABLOLAR LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	ix
KISALTMALAR .....	x
SEMBOLLER LİSTESİ.....	xiii
GİRİŞ .....	1
<b>BİRİNCİ BÖLÜM</b>	
<b>LİTERATÜR TARAMASI .....</b>	<b>5</b>
1.1. Fonksiyonel Gıda .....	5
1.2. Fonksiyonel Dondurma .....	8
1.3. Dondurma Üretimi .....	13
1.3.1. Standart Dondurma Üretimi.....	14
1.3.2. Fonksiyonel Dondurma Üretimi .....	18
1.4. Fonksiyonel Dondurma Yapımında Kullanılan Bileşikler .....	21
1.4.1. Yaban Mersini.....	22
1.4.2. Peynir altı suyu proteini (Whey protein) .....	28
1.4.3. Yağ.....	29
1.4.4. Yağsız süt kuru maddesi .....	31
1.4.5. Tatlandırıcı maddeler .....	33
1.4.6. Stabilizörler.....	34
1.4.7. Emülgatörler .....	36
1.4.8. Aroma ve Renk Maddeleri.....	37
1.5. Biyoerişebilirlik.....	38
1.6. İn Vitro Sindirim .....	41
1.7. Fonksiyonel Dondurma ve Biyoerişebilirlik ile İlgili Yapılan Çalışmalar .....	44
<b>İKİNCİ BÖLÜM</b>	
<b>MATERYAL VE METOD.....</b>	<b>52</b>



2.1. Materyal.....	52
2.2. Metod.....	52
2.2.1. Protein Jelinin Hazırlanması.....	52
2.2.2. Dondurmanın Yapılışı.....	54
2.2.2. Sindirim Analizleri .....	56
2.2.3. Toplam Fenolik Bileşen Analizinde Kullanılan HPLC Analizi .....	60
2.2.4 Duyusal Analiz .....	60
2.2.5 İstatiksel Analizler .....	61
<b>ÜÇÜNCÜ BÖLÜM</b>	
<b>BULGULAR VE TARTIŞMA.....</b>	<b>62</b>
3.1. İn-Vitro Ortamda Protein Jelinin Dondurmadaki Fenolik Madde Miktarı Üzerine Etkisi .....	62
3.2 Protein Jelinin Biyoerişebilirlik Üzerine Etkisi.....	68
3.3. Protein Konsantrasyonunun Jelleşmeye Etkisi.....	70
3.4. Protein Jelinin Sıcaklık İle İlişkisi.....	71
3.5. Duyusal Analiz Değerlendirmesi .....	72
<b>DÖRDÜNCÜ BÖLÜM</b>	
<b>SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>75</b>
<b>KAYNAKÇA .....</b>	<b>77</b>
<b>EK-1.....</b>	<b>95</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>98</b>

## TABLÖLAR LİSTESİ

<b>Tablo 1.1:</b> Türk Gıda Kodeksi dondurma bileşimi .....	9
<b>Tablo 1.2:</b> 100 gram vanilyalı dondurmadaki besin ve enerji değerleri.....	10
<b>Tablo 1.3:</b> 100 gram Yaban Mersini Meyvesinin Bileşimi.....	26
<b>Tablo 1.4:</b> Peynir Altı Suyu Proteinlerinin Bileşimi (De Witt, 1998) .....	29
<b>Tablo 3.1:</b> Farklı Konsantrasyondaki Protein Jelli Dondurmaların İn Vitro Ortamdaki Fenolik Madde Miktarları ( $\mu\text{g}/100\text{gr}$ ).....	63
<b>Tablo 3.2:</b> Farklı Konsantrasyondaki Protein Jelli Dondurmaların İn Vitro İnce Bağırsak Ortamında Biyoerişebilirlik Değerleri (%) .....	70
<b>Tablo 3.3:</b> Protein Konsantrasyonu-Jelasyon Süresi Arasındaki İlişki .....	70

## ŞEKİLLER LİSTESİ

<b>Şekil 1.1:</b> Dondurma Üretim Aşamaları .....	15
<b>Şekil 1.2:</b> Fonksiyonel Dondurmanın Üretim Aşamaları (Üçüncü, 2005). .....	19
<b>Şekil 1.3:</b> <i>Vaccinium Myrtillus</i> Bitkisi .....	23
<b>Şekil 1.4:</b> 2012 Yılında Yaban Mersini Üretim Alanlarının Ülkelere Göre Dağılımı (FAO, 2013) .....	24
<b>Şekil 1.5:</b> 2012 Yılında Yaban Mersini Üretim Miktarlarının Ülkelere Göre Dağılımı (FAO, 2013) .....	24
<b>Şekil 1.6:</b> Yıllara (1961-2012) Göre ABD Ve Kanada Yaban Mersini Üretimi .....	25
<b>Şekil 2.1:</b> Protein jelinin hazırlanması .....	53
<b>Şekil 2.2:</b> Yaban Mersinli Fonksiyonel Dondurma .....	54
<b>Şekil 2.3:</b> Fonksiyonel Dondurmanın Üretim Aşamaları .....	55
<b>Şekil 2.4:</b> İn Vitro Ortamdaki Ağız Solüsyonu .....	56
<b>Şekil 2.5:</b> İn Vitro Ortamdaki Mide Solüsyonu .....	57
<b>Şekil 2.6:</b> İn Vitro Ortamdaki İnce Bağırsak Solüsyonu .....	58
<b>Şekil 2.7:</b> İn Vitro Ortamda Ağızda Sindirim Sonrası Dondurma Numuneleri .....	59
<b>Şekil 2.8:</b> İn Vitro Ortamda Midede Sindirim Sonrası Dondurma Numuneleri .....	59
<b>Şekil 2.9:</b> İn Vitro Ortamda İ. Bağırsakta Sindirim Sonrası Dondurma Numuneleri .....	60
<b>Şekil 3.1:</b> İn Vitro İnce Bağırsak Ortamındaki Fenolik Madde Miktarı .....	65
<b>Şekil 3.2:</b> İn Vitro Mide Ortamında Fenolik Madde Miktarı .....	66
<b>Şekil 3.3:</b> Protein Konsantrasyonu- Fenolik Madde İlişkisi .....	67
<b>Şekil 3.4:</b> Dondurma örneklerinin lezzet açısından duyu analizi .....	73
<b>Şekil 3.5:</b> Dondurma örneklerinin görünüm açısından duyu analizi .....	73
<b>Şekil 3.6:</b> Dondurma örneklerinin genel beğeni açısından duyu analizi .....	74
<b>Şekil 3.7:</b> Dondurma örneklerinin tekstür açısından duyu analizi .....	74

## KISALTMALAR

a: Kırmızı-Yeşil

ABD: Amerika Birleşik Devletleri

b: Sarı-Mavi

Bar: Basınç Birimi

Ca<sup>2+</sup> : Kalsiyum

CaCl<sub>2</sub> : Kalsiyum Klorür

Cfu: Koloni Oluşturan Birim

Cl<sup>-</sup> : Klor

CMC: Karboksi Metil Selüloz

COST: Avrupa'da Bilim ve Teknoloji Komitesi

Da: Dalton

dk: Dakika

DPPH: 2,2-Difenil-1-Pikrilhidrazil

FAO: Birleşmiş milletler gıda ve tarım teşkilatı

FIL-IDF: Uluslar arası standart

GA: Gallik Asit

GDL: Gluko-d-Lakton

GI: Gastrointestinal

GIT: Gastrointestinal Sistem

H: % Harç Miktarı

HCl: Hidroklorik Asit

HPLC: Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi

HPLC-DAD

IFIC: Uluslararası Gıda Enformasyon Konseyi

ILSI: Uluslararası Yaşam Bilimleri Enstitüsü

IN: Bağırsakta Sindirim Prosedürü Sonrası Diyaliz Tüpüne Geçen

INFOGEST: Improving Health Properties Of Food By Sharing Our Knowledge On The Digestive Process

IU: İnternasyonal Ünite

Kcal: Kilokalori

KCl: Potasyum Klorür

Kg: Kilogram

L: Aydınlık Değeri

LC-MS/MS: Sıvı Kromatografisi - Kütle - Kütle Spektrometresi

LDL: Kötü Kolesterol

Mg: Miligram

ml: Mililitre

Na<sup>+</sup> : Sodyum

NaCl: Sodyum Klorür

NaHCO<sub>3</sub> : Sodyumbikarbonat

NKT: Nar Kabuğu Tozu

ng: Nano Gram

O / W: Yağ/Su

OUT: Bağırsaktaki Sindirim Prosedürü Sonrası Diyaliz Tüpüne Geçmeyen

PASP: Peynir Altı Suyu Proteini

PAST: Peynir Altı Suyu Tozu

PG: Postgastrik, Midedeki Sindirim Prosedürü Sonrası Diyaliz Tüpünde Kalan

pH: Hidrojen İyonu Konsantrasyonu

Rpm: Dakikadaki Devir Sayısı

S: Saat

Spss: Sosyal Bilimler İçin İstatistik Programı

Ş: % Şeker Miktarı

TGK: Türk Gıda Kodeksi

TS: Türk Standartları

TÜİK: Türkiye İstatistik Kurumu

U: % Yumurta Sarısı ve Kuru Maddesi

WPI: Peynir Altı Suyu Protein İzolatı

Y: % Yağ Miktarı

## SEMBOLLER LİSTESİ

°C: Santigrat Derece

µg: Mikrogram

β-Lg: Beta-Laktoglobulin



## GİRİŞ

Süt; insanların hayat boyunca tükettikleri önemli bir besin maddesi olup protein, vitamin, yağ, karbonhidrat ve mineral maddeler açısından zengin bir besindir. Canlıların gelişebilmeleri ve hayatlarını devam ettirebilmeleri için gerekli tüm maddeleri içermektedir. Sütün bileşiminin, % 12.6'sı kuru madde, % 87.4'ü sudur (Tuncel, 2008). Canlılar için ilk besin maddesi olarak bilinen süt, özellikle hamile bayanlar, emziren anneler ve gelişme çağındaki çocukların beslenmesi için önem arz etmektedir. Sütün vücutta en ideal değerlendirme şekli içme sütü olarak tüketilmesidir. Fakat sütün bileşimindeki su oranının yüksek olması sebebiyle çabuk bozulması, naklinin ve muhafazasının zor olması sütün daha dayanıklı ürün haline getirilmesini zorunlu hale getirmiştir. Bu bağlamda dayanıklılığı ve lezzeti ile alternatif olarak dondurma dikkat çekmektedir (Çeliker, 2008).

TÜİK 2017 verileri incelendiğinde, Türkiye'deki süt üretiminin geçen yıla kıyasla %12 oranında artış göstererek 20 milyon 700 bin tona ulaştığı görülmüştür. Toplam süt üretiminin büyük çoğunluğunu %90,6 oranında olan inek sütü oluşturmaktadır. Kalan kısmının ise %6,5'i koyun sütü, %2,5'i keçi sütü ve %0,3'ü ise manda sütüdür (TÜİK, 2017).

Dondurma ilk defa Çinliler tarafından buzun kırılıp, meyve suyu ile karıştırılması yöntemiyle elde edilmiştir. Sonraki zamanlarda öncelikle Araplara ve Perslere yayılan dondurma daha sonra Marco Polo aracılığıyla Avrupa'ya yayılmıştır. Dondurma endüstrisinin kurucusu olan Jacop Fussel tarafından ticari amaçla gerçekleştirilen ilk dondurma üretimi 1851'de Baltimor'da başlamıştır. 1900'lü yıllarda dondurma endüstrisindeki teknolojik gelişmeler sonucunda Türkiye'de ilk dondurma üretimi İstanbul ve Kahramanmaraş'ta gerçekleştirilmiştir (Uraz 1979, Koçak 1982, Tekinsen 1987, Doxanakis 1997).

Dondurma; Yağ ve yağsız sütün içerisine, stabilizatör, emülgatör (harç maddeleri), şeker, aroma ve renk maddeleri (Riber-Nielsen, 1990), taze veya kurutulmuş yumurta sarısı da katılıp pastörize edilerek hazırlanan miksin dondurulması ile elde edilen



kompleks fizikokimyasal sisteme sahip besleyici değeri yüksek bir süt ürünüdür (Yöney, 1968; Arbuckle, 1986; Tekinşen, 1997; Kesenkaş vd., 2013).

Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'ne göre ise dondurma; 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 karışımın pastörizasyon sonrası, tekniğine uygun olarak işlenmesi ve dondurulması ile elde edilen, yumuşak halde ya da sertleştirildikten sonra tüketime sunulan üründür (Türk Gıda Kodeksi, 2017).

TS 4265 Dondurma-Süt Esaslı Türk Standardı'na göre ise; süt esaslı dondurma; süt ve/veya süt ürünleri, içme suyu, şeker mevzuatında katılmasına izin verilen katkı maddeleri, istenildiğinde salep, yumurta ve/veya yumurta ürünleri ve çeşni maddeleri gibi bileşenleri içerebilen karışımın pastörizasyon sonrası, tekniğine uygun olarak işlenmesi ve dondurulmasıyla elde edilen, yumuşak halde ya da sertleştirildikten sonra tüketime sunulan mamuldür. TS 4265'te de dondurma; ihtiva ettiği süt yağı miktarına göre tam yağlı, yağlı ve yarım yağlı olmak üzere üç tip; çeşni maddesi ihtiva edip etmemesine göre de sade ve çeşnili olmak üzere iki çeşit olarak belirtilmiştir (Anonim, 2013).

Dondurma; iyi bir enerji kaynağı olması, kolay sindirilebilmesi, A, D, E, K, B1. B2, B6, B12, C gibi bazı vitaminleri bileşiminde bulundurması, kalsiyum, fosfor gibi bazı minerallerce zengin olması ve severek tüketilmesinden dolayı beslenmemizde oldukça önemli bir yere sahiptir (Anonim, 2011).

Dünyada en çok tüketilen tatlardan biri olan dondurma, geçmiş yıllarda buza bal, şerbet ve meyve gibi katkı maddeleri ilave edilip mevsimlik bir gıda olarak tüketilirken, günümüzde çeşitli aroma ve lezzet maddelerinin ilave edilip çubuk ve külah gibi çeşitli şekillerle tüketilen endüstriyel bir gıda haline gelmiştir (Açu, 2014).

Dondurma karmaşık bir fizikokimyasal sisteme sahiptir. Bu sistem katı, sıvı, gaz olmak üzere 3 fazdan oluşmaktadır. Dondurmada sıvı faz içerisinde yayılım gösteren hava hücreleri ve buz kristalleri bulunmaktadır. Ayrıca sıvı faz içerisinde katılaşmış yağ, çözünmeyen süt tuzları, laktoz kristalleri, kolloid süt proteinleri, kolloid stabilizatörler ve çözünebilen tuzlar içerir (Arbuckle, 1981).

Diğer sektörlerde olduğu gibi dondurmanın kompozisyonu da genellikle içinde bulunulan pazarın taleplerine göre değişiklik göstermektedir. Klasik bir vanilyalı dondurmanın içeriği %11 süt yağı, %11 yağsız süt kuru maddesi, %12 şeker, %5 glikoz şurubu ve % 0,3 stabilizatör ve emülgatörden oluşmaktadır. Yani dondurmadaki kuru madde miktarı yaklaşık olarak % 39'dur (Arbuckle, W.S., 1987).

Hayat tarzındaki değişimler ve insanların eğitim seviyesinin gelişmesi tüketicilerin gıdalardan beklentilerini sağlık ve beslenme açısından değişikliğe uğratmıştır. İnsanlar son yıllarda sağlık konusunda daha bilinçli davranmaya başlamışlardır. Kimyasal olan ilaçlar yerine doğal, doğala yakın, besleyici değeri yüksek ve sağlık açısından önem arz eden fonksiyonel gıdalara yönelmeye başlamışlardır. Bu da fonksiyonel gıdalara olan talebin artmasına sebep olmuştur (Anonim, 2004).

Fonksiyonel gıdalar 5996 sayılı Türk Gıda Kanununa göre, besleyici etkilerinin yanı sıra bir ya da daha fazla etkili bileşene bağlı olarak sağlığı koruyucu, düzeltici ve/veya hastalık riskini azaltıcı etkiye sahip olup, bu etkileri bilimsel ve klinik olarak ispatlanmış gıdalar olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2004a). Bir ürünün fonksiyonel özelliğe sahip olabilmesi için, biyoaktif bileşenler, probiyotik mikroorganizmalar içermesi ve bununla birlikte prebiyotik etkiye sahip olması gerekmektedir (Erbaş, 2006). Son yıllarda tüketicilerin bilinçlenmesi ile birlikte kalorisi düşük diyet gıdalara ve sağlık açısından yararlı fonksiyonel gıdalara artan talebin karşılanması için gıda sanayisinde yeni ürünler geliştirmek için birçok farklı araştırma yapılmıştır. Yapılan bu araştırmalar da yağ miktarı azaltılıp, yağ yerine yağ ikame edici maddeler kullanılmaktadır. Ya da gıdalardaki yüksek şeker oranı azaltmaya yönelik çalışmalar yapılmaktadır (Küçüköner ve Dogan, 1999).

Örneğin dondurma yüksek oranda (%18-25) sakkaroz ve yağ içermesi sebebiyle kalorisi oldukça yüksek bir süt ürünüdür. Bunu sağlığa yararlı, alternatif bir ürün hale getirmek için ise çeşitli çalışmalar yapılmaktadır (Alkan ve Gültekin,1996).

Fonksiyonellik adına yapılan çalışmalar da ise, fenolik bileşenler açısından zengin çeşitli bitki ve meyve ekstraktlarından yararlanılarak sağlık açısından yararlı fonksiyonel dondurma ürünleri geliştirilmektedir.

Yapmış olduğumuz bu çalışmada, fenolik maddelerce zengin yaban mersini meyvesi 6 farklı (%10, %12, %14, %16, %18, %20) konsantrasyondaki whey protein jeli içerisine hapsedilerek dondurma üretimi gerçekleştirilmesi ve in vitro sindirim sonrası biyoerişebilirliğinin ve duyuusal kabul edilebilirliğinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Bunun için de çalışma kapsamında fenolik madde açısından oldukça zengin olan yaban mersini kullanılmış olup, besleyici değeri yüksek, sağlıklı ve protein açısından zengin bir dondurma üretimi gerçekleştirilmiştir.



# BİRİNCİ BÖLÜM

## LİTERATÜR TARAMASI

### 1.1. Fonksiyonel Gıda

Günümüzde; hastalıkların artması ve tedavi masraflarının yükselmesi nedeniyle, insanlar bir hastalığı iyileştirmek yerine onu ortadan kaldırmayı istemektedirler. Bu nedenle tükettikleri gıdadan talepleri daha farklı hale gelmiştir. Sağlıklı yaşam konusunda bilinçlenen insanlar, gıda ve sağlık arasındaki ilişkinin daha çok farkına varmışlardır. Sağlıklı gıdalara karşı olan talebin artmasıyla “fonksiyonel gıda” kavramı oldukça önemli bir hale gelmiştir (Sevilmiş, 2013).

Tıp biliminin kurucusu kabul edilen Hipokrat’ın yaklaşık 2.500 yıl önce “Besinler ilacımız, ilacımız besininiz olsun” cümlesi de bu kavramı desteklemektedir (Sevilmiş, 2013).

Geçmişte ilk kez fonksiyonel gıda kavramı 1980’li yıllarda Japonya’da ortaya çıkmıştır. Japon Hükümeti tarafından gıdaların geliştirilmesi ve sistematik analizi, gıdaların fizyolojik düzenleme fonksiyonunun analizi ile fonksiyonel gıda maddelerinin analizi ve moleküler tasarımı isimlerinde çeşitli çalışmaları desteklemiştir (Sevilmiş, 2013).

Fonksiyonel ürün sektörü, gıda çeşitlerinin zenginleşmesi ve pazar talebinin artması ile her geçen gün ilerleme katetmektedir. Sektörün büyüklüğü 2015 senesinde 123,39 milyar dolar iken, 2017’de bu oran 299,32 milyar dolar seviyesine yükselmiştir. 2022 yılında sektör büyüklüğünün 441,56 milyar dolara ulaşması tahmin edilmektedir (Özkan, Karataş ve Yücel, 2018).

Fonksiyonel gıdalar;

- Fonksiyonel bileşik içeren doğal bir gıda (likopence zengin domates, beta-karoten deposu havuç vb.) olabileceği gibi
- Fonksiyonel özelliği ilave edilen (iyotlu tuz, omega-3 yağ asitli yumurta, kalsiyumca zenginleştirilmiş portakal suyu vb.) veya
- Zararlı etkiye sebep olan bileşikleri çıkartılan gıdalar da (sodyumu azaltılmış tuz vb.) olabilir (Sevilmiş, 2013).

Ayrıca;

- Gıda içerisindeki bazı maddeler değişikliğe uğratarak (yoğurt-proteinbiyoaktif peptit vb.),
- Gıdanın biyoyararlığı artırılarak (işlenmiş domates ürünlerinde likopen vb.) ve
- Ya da bunların farklı kombinasyonları kullanılarak da fonksiyonel gıdalar üretilmektedir (Sevilmiş, 2013).

Düşük sodyumlu, düşük kalorili, diyet lif oranı arttırılmış, çölyak hastaları için glutensiz, fenilketonuri hastaları için özel geliştirilmiş gıdalar, diyabetik, zenginleştirilmiş, probiyotik/prebiyotik içeren gıdalar ve sporcu gıdaları fonksiyonel gıdalara örnek olarak gösterilebilir (Açu, 2014).

Vücudun temel besin maddelerine olan gereksinimi karşılayan, insan metabolizması üzerine önemli yararlar sağlayan, hastalıklardan koruyan ve böylece sağlıklı yaşam standartlarını arttıran gıda ve gıda bileşenlerine fonksiyonel gıda denilmektedir (Hacıoğlu, 2012; Messina, 2008; Bigliardi, 2013).

Fonksiyonel gıda kavramı için birçok araştırmacı tarafından farklı tanımlar yapılmıştır. Bu araştırmacılardan biri olan Marriott (2000), fonksiyonel gıdaların geleneksel gıda olarak değerlendirilmesinin yanı sıra sağlığı iyi yönde etkileyen gıda ve gıda bileşeni olarak tanımlamıştır. Diğer bir araştırma konseyi olan IFIC (Uluslararası Gıda Enformasyon Konseyi-The International Food Information Council) günlük beslenmenin yanı sıra sağlığa olumlu faydalar sağlayan gıdaları fonksiyonel gıda olarak tanımlamıştır (Açıkgöz ve Önenç, 2006). ILSI'ye (Uluslararası Yaşam Bilimleri Enstitüsü- International Life 3 Science Institute) göre ise fonksiyonel gıdalar vücut işlevlerini daha sağlıklı bir duruma getirmek veya oluşabilecek hastalık riskini ortadan kaldıran gıdalar olarak tanımlamıştır (Özdemir vd., 2009).

Literatür kapsamında fonksiyonel gıdalar ile ilgili 2 temel yaklaşım ele alınmaktadır. Bunlardan biri, spesifik bir bileşenin az veya çok miktar da bulunması ile fonksiyonellik kazanan gıdalar, diğeri ise içeriğine birtakım bileşenlerin ilave edilmesi veya çıkarılmasıyla fonksiyonelleştirilmiş gıdaları içerir.

Birinci gruptaki gıdalar hiçbir işlem görmemiş daha çok doğal ürünler grubuna giren gıdalar iken ikinci gruptaki ürünler belli bir proses sonucu oluşturulan tasarım gıdalardır (Özdemir vd., 2009).

İkinci gruba giren tasarım gıdalara antioksidan maddeler, fenolik maddeler, oligosakkaritler, probiyotikler, prebiyotikler, besinsel lifler, vitaminler, çoklu doymamış yağ asitleri, sülfür içeren bileşenler, fitoöstrojenler ve bitki sterollerini eklenerek gıdalar fonksiyonel hale getirilmektedir (Meral vd., 2012; Liu vd., 2010).

Kullanım amaçlarına göre fonksiyonel gıdalar 3 başlık altında toplanabilir:

1. Yaşamı iyileştirenler: Sindirim sistemi sorunları ile ilgili çözümler üreten probiyotikler ve prebiyotikler.
2. Çocuk sağlığını geliştirenler: Çocuklarda öğrenme kapasitesini ve davranışlarını olumlu yönde etkileyen gıdalar.
3. Yaşamı kolaylaştıranlar: Şeker hastalığı, fenilketonuri, çölyak ve alerji gibi sağlık sorunları olanlar için geliştirilmiş gıdalar (Uzuner, 2012).

Günümüzde en fazla kullanılan fonksiyonel gıda bileşenlerinden biri olan madde antioksidanlardır. Antioksidan madde sınıfına giren fenolik bileşikler, doğal bileşenlerin çeşitli ürün formülasyonuna girerek gıdayı fonksiyonel hale getirmektedirler (Tekeli vd., 2008; Nizamlıoğlu vd., 2010). Osteoporotik ve antikanserojen etkiye sahip fenolik bileşiklerin kandaki kolesterol seviyesini azalttığı birçok çalışma sonucunda saptanmıştır (Bravo, 1998; Stanson vd., 2005).

Gıdaları fonksiyonel hale getirme ile ilgili yapılan literatür çalışmaları incelendiğinde, meyve atıklarının lif kaynağı olarak gıda endüstrisinde kullanılabilmesi ve kullanıldıkları gıdanın yapısal ve duyuşal özelliklerinde iyileşmeye neden oldukları tespit edilmiştir. Örneğin bazı sebze ve meyvelerin kimyasal kompozisyonlarının incelendiği bir çalışmada, domates çekirdeğinin yüksek miktarda aminoasit içeriğine sahip olduğu aynı zamanda vişne çekirdeğinin %29 oranında protein ve %30 oranında lif içerdiği saptanmıştır. Bu kapsamda yapılan çalışmada ise ekmeğe ilave edilen %10 oranında domates posasının ekmeğin duyuşal özelliklerini geliştirdiği ve protein kalitesini arttırdığı görülmektedir (Yılmaz, 2013).

Fonksiyonel ürün formülasyonu oluşturmak ve gıda endüstrisindeki yan ürünleri değerlendirmek için yapılan bir çalışmada gluten, buğday kepeği, ruşeym ve peyniraltı suyu tozu kullanılarak piyasadaki cipslere alternatif olarak daha sağlıklı ve fonksiyonel bir cips üretimi gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda piyasadaki endüstriyel cipslerin elde edilen fonksiyonel cipslere göre üç kat fazla yağ içerdiği fonksiyonel cipslerin ise %2,5 oranında yağ içerdiği tespit edilmiştir (Ertop vd, 2016).

Bir çalışmada farklı oranlarda (%20, %50) mango çekirdeği ve kabuğu eklenerek fonksiyonel hale getirilen bisküvi duyusal özellik ve toplam fenolik madde miktarı açısından incelenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda kontrol numunesindeki toplam fenolik madde miktarının 1,59 mg GAE/g olduğu, %20 mango kabuğu tozu ilaveli bisküvinin toplam fenolik madde miktarının 9,45 mg GAE/g ve %50 oranındaki mango çekirdeği tozu ilaveli bisküvide bu oranın 24,37 mg GAE/g'a yükseldiği tespit edilmiştir. Mango çekirdeği ve kabuğu fenolik bileşenler açısından zengin olduğu için analiz sonucunda bisküvide toplam fenolik madde miktarında artışa sebep olmaktadır. Fonksiyonel hale getirilen bisküviye %10 oranında mango kabuğu tozu veya %40 oranında mango çekirdeği tozunun duyusal açıdan kabul edilebilir olduğu belirtilmiştir (Aksoylu, Çağındı ve Köse, 2012).

Yapılan bir diğer çalışmada keke %5, %10 ve %15 oranında nar kabuğu tozu (NKT) ilave edilerek fonksiyonel kek üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretimi gerçekleştirilen kekler, fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik, biyoerişebilirlik ve duyusal açıdan incelenmiştir. Yapılan analizlerde; nar kabuğunun raf ömrüne katkı sağlamadığı, keklerdeki NKT miktarı arttıkça kekin sertlik değerinin arttığı, kontrol numunesinin antioksidan aktivite değeri 7,59 µmol TE/ 100g iken %5, %10 ve %15 oranında nar kabuğu tozu (NKT) ilaveli keklerin antioksidan aktivite değerinin sırasıyla 78,5, 168,7, 216,11 µmol TE/ 100g olduğu saptanmıştır. %5, %10 ve %15 NKT ilavesinin antioksidan madde miktarını kontrol numunesine kıyasla 10,3, 22,2 ve 28,5 katı arttırdığı görülmektedir. Kekler toplam fenolik madde açısından incelendiğinde ise; kontrol grubunun toplam fenolik madde miktarının 11,19 mg GAE / 100g , %5, %10 ve %15 oranında nar kabuğu tozu (NKT) ilaveli keklerin toplam fenolik madde miktarının 342,1, 542,88 ve 777,06 mg GAE / 100g olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda keklerdeki antioksidan aktivite ve fenolik madde miktarındaki artışın nar kabuğunun fenolik madde açısından zengin olmasından kaynaklandığı belirtilmiştir (Topkaya, 2017).

## **1.2. Fonksiyonel Dondurma**

Dondurma; süt, süt tozu, krema, yağ, yağsız kuru madde, stabilizatör, emülgatör (harç maddeleri), şeker, aroma ve renk maddeleri gibi maddelerden meydana gelen, besin

içeriği yükseltilmiş karışımın ilk olarak pastörize edilmesi daha sonra soğutulup dondurulması ile elde edilen lezzetli bir üründür (Dığrak vd., 2000).

Türk Gıda Kodeksi (TGK) TS 4265 Dondurma-Süt Esaslı Türk Standardı'na göre ise de süt esaslı dondurma; süt ve/veya süt ürünleri, içme suyu, şeker mevzuatında katılmasına izin verilen katkı maddeleri, istenildiğinde salep, yumurta ve/veya yumurta ürünleri ve çeşni maddeleri gibi bileşenleri içerebilen karışımın pastörizasyon sonrası, tekniğine uygun olarak işlenmesi ve dondurulmasıyla elde edilen, yumuşak halde ya da sertleştirildikten sonra tüketime sunulan mamuldür. TS 4265'te de dondurma; ihtiva ettiği süt yağı miktarına göre tam yağlı, yağlı ve yarım yağlı olmak üzere üç tip; çeşni maddesi ihtiva edip etmemesine göre de sade ve çeşnili olmak üzere iki çeşit olarak belirtilmiştir (Anonim, 2013). Türk Gıda Kodeksi Dondurma Tebliği'ndeki (Tebliğ No: 2004/45) dondurma bileşimine ait değerler Tablo 1.1'de gösterilmektedir.

**Tablo 1.1:** Türk Gıda Kodeksi dondurma bileşimi

Ürün Grupları	Özellikler			
	Toplam Kuru Madde (Ağırlıkça %)	Süt Yağı (Ağırlıkça %)	Yağsız Kuru Madde (Ağırlıkça %)	Yağsız Süt Kuru Maddesi (Ağırlıkça %)
Yarım Yağlı Dondurma (En az)	31	3	28	10
Yağlı Dondurma (En az)	36	8	28	10
Tam Yağlı Dondurma (En az)	40	12	28	10
Yağlı Maraş Dondurması (En az)	32	4	28	8
Yarım Yağlı Maraş Dondurması (En az)	30	2	28	8
Yağlı Maraş Usulü Dondurma (En az)	32	4	28	8
Yarım Yağlı Maraş Usulü Dondurma (En az)	30	2	28	8



Türk Gıda Kodeksi Dondurma Tebliği baz alındığında dondurmaların piyasaya sürülüş şekilleri; sade, meyveli ve maraş usulü dondurma olarak sınıflandırılır. Yenilebilir buzlu ürünler ise; sorbe, su buzu, meyveli buz, sütlü ya da bitkisel buz olarak ayrılır (Anonim, 2004; Anonim, 2005).

Dondurma, lezzet ve aroma açısından çocuklar ve gençler başta olmak üzere her yaştaki insanın severek tükettiği, protein, süt yağı, kalsiyum, fosfor ve diğer mineral maddeler açısından zengin besleyici değeri yüksek ve keyif veren bir süt ürünüdür (Goff vd., 1999).

Sütte bulunan faydalı bütün besin elementlerini daha yoğun bir şekilde içermesi sebebiyle, süte kıyasla besleyici değeri daha yüksek olan, sağlıklı, sindirimi kolay, enerji veren bir gıda maddesidir (Ellialtı ve Tokuc, 1998). Tablo 1.2’de vanilyalı dondurmanın besin ve enerji değerleri verilmiştir (Anonim 2006 a, Anonim 2007).

**Tablo 1.2:** 100 gram vanilyalı dondurmadaki besin ve enerji değerleri

Besin	Enerji Değerleri
Karbonhidrat	25 gram
Yağ	6,6 gram
Protein	3,6 gram
Vitamin A	0,10 mg
Vitamin D	0,3 mikrogram
Vitamin E	0,21 mg
Vitamin B2	0,25 mg
Kalsiyum	135 gram
Fosfor	115 mg
Potasyum	160 mg
Enerji	174 kcal

Dondurma karışımının bileşimine bağlı olarak süte kıyasla 3-4 kat fazla süt yağı ve yaklaşık %12-16 oranında daha fazla protein içerir (Kır, 2007). Protein, karbonhidratın, yağın yanı sıra dondurmada A, D, E, K, B1, B2, B6, B12 ve C vitaminleri, sodyum, potasyum, demir, çinko, kalsiyum, fosfor, magnezyum gibi mineral maddeler de bulunur. Dondurma içerisindeki süt proteinleri bütün esansiyel

aminoasitleri içerdiği için üstün biyolojik değere sahiptir. Dondurmada bulunan bu süt proteinleri triptofan ve lizin'in önemli bir kaynağıdır (Lim vd., 2008; Akın, 2009).

Fonksiyonel gıda ile ilgili yapılan araştırmalar içerisinde, fonksiyonel süt ürünleri üzerine yapılan araştırmalar oldukça önemli bir yere sahiptir. Fonksiyonel süt ürünleri sağlık üzerine etkileri açısından 3 gruba ayrılmaktadır. Bunlar:

- 1) Gastrointestinal bölge üzerine etkisi olan süt ürünleri
- 2) Kardiyovasküler sağlığına etkisi olan süt ürünleri
- 3) Osteoporoz ve diğer durumlara etkisi olan süt ürünleri (Açu, 2014).

Fonksiyonel gıdaların en güzel örnekleri probiyotik, prebiyotik ve sinbiyotik etkileri olan süt ürünleridir (Açu, 2014).

Çeşitli maddeler kullanarak dondurmaya fonksiyonel özellik kazandırmak mümkündür. Dondurmayı fonksiyonel hale getirmek için kullanılan yöntemler ele alındığında birden fazla fonksiyonel dondurma çeşidi olduğu görülmektedir. Bu fonksiyonel dondurma çeşitleri aşağıda maddeler halinde verilmektedir (Türkmen vd., 2017).

- ✓ Peyniraltı suyu ile zenginleştirilmiş dondurma
- ✓ Antioksidan kapasitesi arttırılmış dondurma
- ✓ Probiyotik, prebiyotik ve sinbiyotik dondurma
- ✓ Diyet liflerce zenginleştirilmiş dondurma
- ✓ Yağ veya şeker miktarı azaltılmış dondurma
- ✓ Mineral maddeler yönünden zenginleştirilmiş
- ✓ Omega-3 yağ asitlerince zenginleştirilmiş dondurma
- ✓ Diğer farklı yöntemler kullanılarak fonksiyonel hale getirilmiş dondurma

Dondurmaya fonksiyonel özellik kazandırılması özellikle son yıllarda üzerinde sıkça araştırma yapılan bir konudur. Dondurmanın fonksiyonel gıda haline getirilmesi ile ilgili araştırmaların artması sağlık açısından faydalarının yanı sıra, diğer süt ürünlerine kıyasla dondurma içeriğinin kolaylıkla değiştirilebilmesi ve her yaşta insanın keyif alarak tükettiği bir ürün olmasından kaynaklanmaktadır (Türkmen vd., 2017).

Dondurmayı fonksiyonel hale getirmek amacıyla az yağlı dondurma miksine %10, %14 ve %18 oranında inülin eklenerek, inülinin dondurma üzerindeki etkisi fiziksel ve duyuşal açıdan incelenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda inülin oranı arttıkça, dondurmanın viskozite ve sertlik değeri arttığı aynı zamanda erime ve duyuşal niteliklerinin iyileştiği görülmüştür. Dondurmada en çok kabul gören inülin oranının ise %5 olduğu belirtilmiştir (Nagar vd., 2002).

Yapılan bir diğeri çalışmada dondurma numunelerine kefir ilave edilerek dondurmaların fonksiyonel hale getirilmesi sağlanmış ve dondurmada kefir kullanımının duyuşal açıdan kabulü araştırılmıştır. Kefirin dondurmalar üzerindeki duyuşal etkilerinin incelenmesi için panelistler tarafından dondurmalar koku, tat, lezzet ve görünüş kriterleri açısından değerlendirilmiştir. Kefir ilaveli dondurmalarda kremi ve homojen bir yapı gözlemlenmiştir. Tüm sonuçlar değerlendirildiğinde geleneksel yöntemle üretilen kontrol numunesi %74,6 beğeni oranına sahipken, kefir içeren dondurma numuneleri %89,3 beğeni oranına sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç fonksiyonel dondurma elde etmek için kefir kullanımının uygun olduğunu göstermektedir. (Onurlar ve Özkaya, 2018).

Fonksiyonel dondurma ile ilgili yapılan farklı bir çalışmada ise şeker yerine farklı oranlarda prebiyotik lif içeren stevia (Stevia Yaprığı Ekstresi, Hindiba Kökü Ekstresi) kullanılarak insan sağlığı açısından faydalı probiyotik bir dondurma üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda hazırlanan numuneler %0 stevia-%100 şeker (kontrol örneği), %25, %50, %75 ve %100 stevia içermektedir. Stevianın dondurma üzerindeki etkisini incelemek için numunelere fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal analizler yapılmıştır. Analizler sonucunda stevianın dondurmaların fiziksel niteliklerini iyileştirdiği, duyuşal özelliklerini olumsuz yönde etkilemediği ve max. %50 oranına kadar stevia kullanımının dondurmadaki probiyotik mikroorganizma sayısına negatif etki yapmadığı tespit edilmiştir. Fakat stevia oranının artması, kuru madde ve viskozite değeri azalmaya neden olmaktadır. Bu nedenle dondurma prosesinde %50 oranında stevia kullanımının ideal olduğu belirtilmiştir (Kırmacı, Kuşçu ve Atasoy, 2014).

Üzüm şarabı üretimi sırasında dibe çöken tortuların dondurma yapımında kullanılması ile ilgili yapılan bir çalışmada, üzüm tortusu miktarı arttıkça dondurmanın toplam fenolik madde miktarı arttığı, antioksidan aktivite ve antosiyanin miktarının anlamlı

derecede etkilendiği tespit edilmiştir (1,52-3,58 mg/ml). 150 g/kg üzüm tortusu içeren dondurmalarda toplam antosiyanin miktarının 120,2 mg/ml olduğu, dondurmadaki fenolik ve antosiyanin madde artışının üzüm meyvesinin fenolik ve antosiyanin maddeler açısından zengin olmasından kaynaklandığı belirtilmiştir (Hwang, Shyu ve Hsu, 2009).

Standart dondurma yapımında kullanılan bileşenlerin aksine yapılan bu çalışmada ürüne yüksek oranda antioksidan madde içeren yaban mersini (fenolik madde) ilave edilerek ürüne fonksiyonellik özellik kazandırılmıştır. Ayrıca yaban mersini whey protein jeli içerisine hapsedilmiştir. Böylece dondurma hem protein açısından zenginleştirilmiş, hem kıvam, yapı ve tekstürel özellikleri olumlu yönde geliştirilmiş, hemde biyoerişebilirliği artırılmıştır. Bu bağlamda tez kapsamında yapılmış olan bu çalışma ile fenolik bileşenlerce zengin, sağlığa olumlu yönde etki eden yeni bir fonksiyonel bir dondurma elde edilmiştir. Fonksiyonel özellik kazandırılmış dondurma; sindirim ve gastrointestinal sistemi düzenleyici, bağışıklık sistemini güçlendirici, vücudu koruyucu, diyabet riskini azaltıcı, serum kolesterol değerini düşürücü ve antikanserojenik etkiye sahiptir (Türkmen vd., 2017). Tüm bu özelliklerinden dolayı fonksiyonel dondurma, insanlar için oldukça önemli ve sağlıklı bir besin kaynağıdır (Konar ve Akın, 1992).

### **1.3. Dondurma Üretimi**

Dondurmanın bilinen ilk serüveni hakkında çeşitli rivayetler vardır. Bu zamana kadar dondurma ile ilgili yayınlanmış çeşitli eserlerde asırlar önce ilk olarak Çin’de meyve ve meyve sularının karla karıştırılarak meyveli dondurma şeklinde yapıldığı daha sonra ise Çin’den Avrupa’ya 13. Yüzyılın sonlarına doğru yayıldığı söylenmektedir (Akın, 2009). 1851 yılının sonlarına doğru ise buzdolabının ve dondurma makinesinin yapımıyla beraber dondurma endüstrisi gelişmeye başlamıştır. Fakat önceleri dondurma zengin insanlar tarafından tüketilen lüks bir gıda maddesi olarak görülmekteydi. Bu nedenle dondurmaya yeteri kadar talep gösterilmemekteydi. 19. yy. başlarında ise Baltimor’da Jacob Fussel tarafından kurulan dondurma tesisi gerçek anlamda dondurma endüstrisinin temellerini atmıştır. Böylece gelişen hayat standartları sayesinde çubuk ve kutu dondurmalar 1920’li yıllarda hayatımıza girmeyi başarmıştır. Günümüzde ise dondurma sanayisi fazlaca gelişmiş olup her çeşit dondurma üretimi olağan hale gelmiştir. Hayat standartlarının değişmesi ve maliyetin

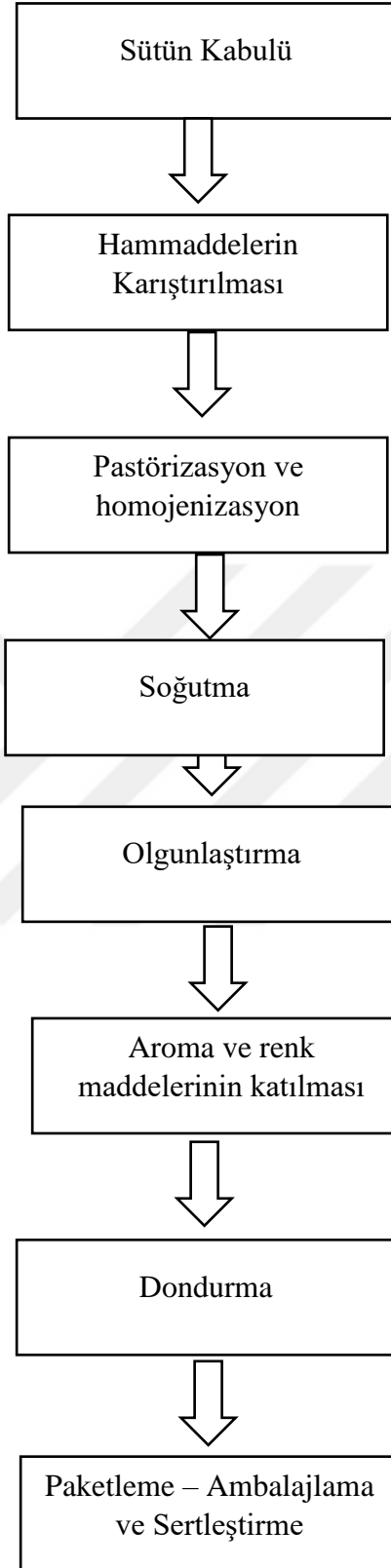
azalmasıyla beraber artık dondurma lüks tüketim maddesi olarak görülmekten çıkmış, her mevsim severek tüketilen bir ürün haline dönüşmüştür (Açu, 2014).

Ülkemizde ve dünyada dondurma üretim ve tüketimi her geçen gün artmaktadır. Aşağıdaki veriler incelendiğinde dondurma pazarının gün geçtikçe geliştiği ve daha da gelişeceği açıkça görülmektedir. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı 2016 verilerine göre Türkiye’de dondurma tüketimi incelendiğinde; 2000 yılında tüketim 1 litre olarak gerçekleşirken, 2005 yılında bu rakam 1,5 litreye çıkmış, 2010 yılında ise bu rakam 2,5 litreye ve 2015 yılında ise kişi başına tüketim 4,2 litreye çıkmıştır. Dondurma üretimi incelendiğinde ise; 2010 yılında 243.286 ton olan dondurma üretimimiz, 2013 yılında 314.338 ton olmuş olup 2014 yılında %4 artarak 326.500 tona ulaşmıştır (TÜİK, 2015). 2016 ve 2017 yıllarındaki dondurma üretiminin ise sırasıyla; 353 bin ton ve 367 bin ton olduğu görülmektedir (TÜİK, 2017).

### **1.3.1. Standart Dondurma Üretimi**

Standart dondurma üretiminde öncelikle karışıma girecek madde miktarı hesaplanır. Karışıma girecek madde miktarlarının doğru bir şekilde ayarlanması dondurmanın tat, aroma, yapı ve kalitesi açısından önem arz etmektedir. Mikse girecek olan maddelerin hesaplamaları doğru bir şekilde yapıldıktan sonra bu maddeler karıştırılarak miks haline getirilir (Koçak, 1982).

Miks içerisindeki ingrediyanların doğru oranlarda ilave edilmesi için dijital göstergeler, hassas ölçekler kullanılmaktadır (Arslan, 2001). Bu maddelerin karıştırılmasında maddenin niteliği, erime profili ve ısı etkilidir. Miksin hazırlanması sırasında öncelikle süt, koyulaştırılmış süt, su, krema vb. sıvı maddeler proses tankına ilave edilir (Koçak, 1982). Dondurma üretim aşamaları Şekil 1.1’de gösterilmiştir (Anonim, 2012).



**Şekil 1.1:** Dondurma Üretim Aşamaları

**1. Sütün kabulü:** İşletmeye gelen sütün fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizleri yapıldıktan veya tedarik edilen şirketten gelen analiz sonuçları incelendikten sonra standart açısından herhangi bir sorun teşkil etmiyorsa işletmeye kabul edilir.

**2. Hammaddelerin karıştırılması:** Yapılacak dondurmanın çeşidine göre dondurma karışımını oluşturacak madde miktarları dikkatlice hesaplandıktan sonra tüm maddeler ölçülüp tartılarak birbiriyle karıştırılır. Hammaddelerin karıştırılmasında öncelikle süt, krema, su gibi sıvı maddeler ilave edilerek karıştırılır ve ısıtılmaya başlanır. Sıcaklık ortalama 45-50°C iken süt tozu, stabilizatörler, emülgatör, şeker ve kakao gibi katkı maddeleri ilave edilir.

**3. Pastörizasyon ve homojenizasyon:** Standart kaliteyi sağlamak, patojen mikroorganizmaların yok etmek, bakteriyofaj enzimini inaktif hale getirmek amacı ile pastörizasyon işlemi yapılır. Pastörizasyon işlemi 65°C / 30 dakika, 72°C / 15 dakika ya da 80-85°C / 20-30 saniye olarak, homojenizasyondan önce veya sonra yapılmaktadır.

Homojenizasyon işlemi ise emülgatör, stabilizatör ve yağ gibi maddelerin homojen bir şekilde birbiriyle karışmasını sağlamak, miksin hava tutma özelliğini olumlu yönde etkilemek, yağın topaklanmasını engellemek ve tat, aroma özelliklerini olumlu yönde arttırmak amacı ile 70-72°C'de, 140-175 bar basınç altında yapılmaktadır.

**4. Soğutma:** Dondurma karışımı borulu ya da plakalı ısı değiştiricilerde 4-5°C'ye kadar soğutulur.

**5. Olgunlaştırma:** Miks çift cidarlı, karıştırıcılı tanklarda genellikle 4-5°C'de 4-12 saat boyunca, süt proteini ve stabilizatörlerin su tutmasının sağlanması, viskozitenin artması, erime direnci ve hacim artışı, yağın kristalizasyonun sağlanması ve standart bir aroma eldesi için bekletilerek olgunlaştırılır.

**6. Aroma ve renk maddelerinin katılması:** Olgunlaştırma işleminden önce, olgunlaştırma işlemi sırasında veya sonrasında dondurma miksine çeşitli tat, renk ve aroma, maddeleri ilave edilir.

**7. Dondurma:** Olgunlaştırma aşamasından sonra miks, donduruculardan geçirilerek dondurma haline getirilir.

**8. Paketleme ve ambalajlama:** Dondurma işleminden sonra meydana gelen son ürün çeşitli şekil ve hacimli kaplara doldurularak paketleme işlemi gerçekleştirilir.

**9. Sertleştirme:** Dondurucudan alınan dondurma kıvam ve yapı olarak taşınabilir özellikte olmadığı için derin dondurucularda bekletilerek sertleştirilme işlemi gerçekleştirilir. Sertleştirme işleminde kullanılan en yaygın yöntem sertleştirme tünelleridir. Ortalama hızı 10 m/s olan -35 °C ile -40 °C'deki soğuk hava dolaştırılarak dondurmanın sertleştirme işlemi kısa bir süre içerisinde gerçekleştirilir. Dondurma içerisinde bulunan suyun % 80-90'ı dondurulur (www.diatek.com.tr, 2012).

Dondurma üretimi ile ilgili olan literatür araştırmaları incelendiğinde; Pandya ve Ghodke (2007) tarafından yapılan bir çalışmada dondurmanın ana maddesi olan inek, koyun ve keçi sütleri karşılaştırılmıştır. Bu kıyas sonucunda en çok tercih edilen sütün inek sütü, ardından kabul gören sütün ise keçi sütü olduğu gözlemlenmiştir. Yapılan farklı bir çalışma sonucunda ise keçi sütünden elde edilen dondurmaların yumuşak kıvamlı ve iyi bir tekstürel özelliğe sahip olduğu belirtilmiştir (Riberio ve Riberio, 2010).

Dondurmalarda fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu özellikleri üzerine yapılan bir çalışmada Çorlu İl'inden temin edilen 12 adet dondurmanın kısmi erime süreleri incelenmiştir. Dondurmaların kısmi erime süresi en az 20 dk, en uzun 49 dk ortalama erime sürelerinin ise 21,5 dk olduğu gözlemlenmiştir. Varyans analizi sonucuna göre bu değerler incelendiğinde dondurmaların erime sürelerinde anlamlı farklılıklar bulunmuştur ( $p < 0.01$ ). Ayrıca bazı dondurma örneklerinin pH değerinin 6,6'nın üstünde olduğu gözlemlenmiştir. Bu da dondurma üretiminde çok düşük kalite de süt kullanıldığının ve su oranının standart değerlerden fazla olduğunun bir göstergesidir (Fidan ve Demirci, 1997).

Aliyev (2006) tarafından yapılan bir çalışma sonucunda, dondurmaya ilave edilen kefir ve yaban mersini konsantrasyon miktarının artması ile dondurmanın titrasyon asitliğinin arttığı ve buna paralel olarak pH değerinin düştüğü tespit edilmiştir. Kefir içeren dondurmalarda, yaban mersininden kaynaklı kuru madde, azot, kül, yağ, hacim artışı ve viskozite değerlerinde azalma gözlemlenmiştir. Aynı zamanda kefir ve yaban mersini miktarı arttıkça dondurmanın erime direncinde de artış olduğu tespit edilmiştir.

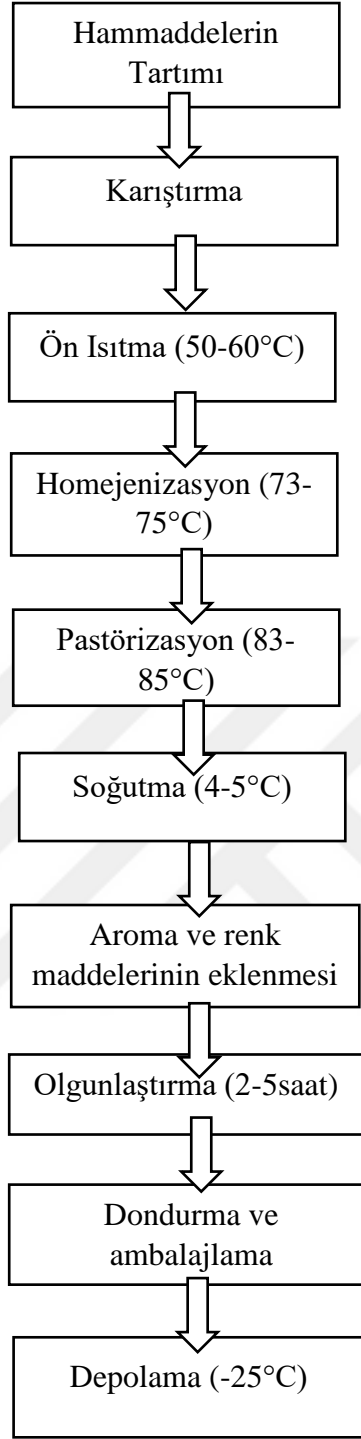
Manisa İl'inde satışa sunulan sade, kakaolu ve meyveli dondurmaların kuru madde miktarı incelendiğinde sade ve kakaolu dondurmalarındaki kuru madde değeri % 60,58-71,00 iken meyveli dondurmalarda ise bu değer % 62,48 ile % 71,00 arasında olduğu



saptanmıştır. Yapılan bu çalışma sonucunda dondurmaya ilave edilen meyvelerin kuru madde miktarına yüksek oranda etki etmediği, meyveli dondurma ile standart dondurmanın kuru madde miktarının uyum içerisinde olduğu görülmektedir (Korel vd, 2005).

### **1.3.2. Fonksiyonel Dondurma Üretimi**

Standart dondurma üretim prosesiyle benzerlik gösteren fonksiyonel dondurma üretiminde ilk olarak dondurma miksine girecek olan tüm hammaddelerin miktarı hesaplanır ve ardından tartım işlemi gerçekleştirilir. Gerçekleştirilen bu tartımın doğruluğu son ürünün kalitesi açısından önem arz etmektedir. Tartım işlemi gerçekleştirildikten sonra tüm maddeler karıştırılarak dondurma miksi hazırlanır ve miks 50-60°C'de ön ısıtma işlemine tabi tutulur. Uygulanan ısıl işlem homojenizasyon öncesi bileşenlerin homojen bir şekilde karışmasına katkı sağlar. Homojenizasyon işlemi ise 73-75°C'de gerçekleştirilerek tüm maddelerin homojenize olmasını sağlar. Daha sonra dondurma miksi 83-85°C 'de pastörize edilir ve 4-5°C'de soğutmaya bırakılır. Soğutma işlemi gerçekleştirildikten sonra dondurma karışımına aroma ve renk maddeleri eklenir. Aroma ve renk maddelerinin soğutma aşamasından sonra eklenmesi oldukça önemlidir. Aksi takdirde uçucu bileşenler olan aroma ve renk maddeleri sıcaklık etkisiyle zarar görürler. Dondurmanın kalitesini etkileyen en önemli aşamalardan biri olan dinlendirme işlemi ise aroma ve renk maddeleri eklendikten sonra 2-5°C'de min. 4-24 saat arasında gerçekleştirilir. En son aşamada ise dondurma miksi kalıplara doldurularak şoklanır, dondurulur ve ambalajlanarak -25°C'de depolanır (Üçüncü, 2005).



**Şekil 1.2:** Fonksiyonel Dondurmanın Üretim Aşamaları (Üçüncü, 2005).

Yapılan bir çalışmada kocayemiş meyvesinin dondurma üzerindeki fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik etkileri incelenmiştir. %15 ve %20 oranında kocayemiş meyvesi ilaveli dondurma ve kontrol numunesi olmak üzere 3 farklı dondurma üretimi gerçekleştirilmiştir. Numularda overrun, ilk damlama, erime süresi, kuru madde, kül, pH, titrasyon asitliği, yağ, protein, C vitamini, antioksidan aktivite ve duyu analizleri yapılmıştır. Kocayemiş meyvesi ile fonksiyonel hale getirilen dondurmada meyve

ilavesine bağı olarak, kül, yağ, kuru madde, pH ve protein miktarında azalma gözlenirken, antioksidan aktivite, C vitamini, hacim ve titrasyon asitliğinde artış olduğu tespit edilmiştir. Kuru madde ve kül miktarındaki düşüş kocayemiş meyvesinin dondurmadaki su oranını arttırmasından, yağ miktarındaki azalış ise kuru madde miktarındaki % yağ değişiminden kaynaklanmaktadır. Aynı zamanda kocayemiş meyvesinin asit içeriği dondurmanın asitliğini arttırarak, pH'ta azalmaya sebep olmuştur. Diğer parametrelerdeki değişimlere de kocayemiş meyvesinin fiziko-kimyasal yapısının sebep olduğu belirtilmiştir. Duyusal analiz sonuçları incelendiğinde ise %15 oranındaki kocayemiş içeren dondurmaların kabul edilebilir düzeyde olduğu saptanmıştır (Aloğlu, Gökgöz ve Bayraktar, 2018).

Benzer bir çalışmada farklı oranlarda yeşil çay tozu eklenerek fonksiyonel hale getirilen dondurma örneklerinde, yeşil çay tozu oranı arttıkça dondurmanın overrun (hacim artışı) seviyesinin arttığı tespit edilmiştir (Kavaz vd., 2017).

%4, %8, %12, %16 ve %20 oranında olmak üzere 4 farklı oranda kivi ilavesi ile fonksiyonel özellik kazandırılmış dondurma örneklerinin fiziksel, kimyasal, reolojik ve duyusal analizleri yapılmıştır. Dondurmaya ilave edilen kivi miktarı arttıkça, dondurmaların kül, pH ve (%) kurumadde değerinin azaldığı, ilk damlama, tamamen erime süresi ve asit oranının arttığı tespit edilmiştir. C vitamini açısından zengin olan kivi meyvesi, dondurmanın C vitamini oranında anlamlı bir artışa neden olmuştur( $p<0,05$ ). Meyve içeren dondurmalarda pH seviyesindeki farklılık meyvenin asit içeriğinden ve meyvedeki fenolik maddeler ile süt proteini arasındaki etkileşimden kaynaklanmaktadır. İlk damlama ve erime süresindeki artışın ise; kivi içeriğindeki diyet lifinin sebep olduğu gözlemlenmiştir (Kotan, Ürkek ve Şengül, 2018).

Fonksiyonel dondurma üretimi kapsamında yapılan bir diğer çalışmada yeşil çay, tarçın, kekik ve nane ilave edilerek elde edilen fonksiyonel dondurma örneklerinde pH, overrun, ilk ve tam erime süresi tayini ile duyusal analiz yapılmıştır. Çalışma sonucunda fonksiyonel dondurmalarındaki pH değerinin 5,38-6,46 arasında olduğu gözlemlenirken, yeşil çay ilave edilen dondurma örneklerinin pH değerinin en fazla olduğu tespit edilmiştir. Yeşil çaylı dondurma örneklerindeki pH yüksekliği, ilave edilen yeşil çayın pH oranının yüksek olmasından ötürüdür. Kekik ve nane baharatı eklenmiş dondurmalarda overrun (hacim artışı) değerinin yeşil çay ve tarçın içeren

dondurma örneklerine göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Fonksiyonel dondurmalarının erime zamanları incelendiğinde, ilk erime zamanı 989,40 sn (naneli dondurma) ve 1627, 20 sn arasında olduğu belirlenmiştir. Panelistler tarafından ise en çok kabul gören dondurma numuneleri tarçınlı ve yeşil çaylı olan dondurmalarıdır. Kekik içeren dondurmalar en az seviyede beğenilmiştir (Özdemir, C. ve Özdemir, S., 2018).

#### 1.4. Fonksiyonel Dondurma Yapımında Kullanılan Bileşikler

Zengin besin bileşimi ve kompleks yapıya sahip olan dondurma, insan sağlığı ve beslenmesi açısından önem arz etmektedir. Dondurmanın bilinen bu olumlu etkilerini arttırmak ve daha sağlıklı hale getirmek için dondurma içerisine çeşitli bileşikler eklenerek veya var olan bileşikler azaltılarak dondurma fonksiyonel hale getirilebilir. Dondurmaya antioksidan ve biyoaktif bileşenlerce zengin maddeler ilave edilebilir, dondurmanın diyet lifi oranı arttırabilir veya dondurma peyniraltı suyu, omega-3, vitamin ve mineral maddeler açısından geliştirilebilir. Bunun yanı sıra şeker, yağ gibi kalorisi yüksek besin bileşenleri yerine alternatif bileşenler ilave edilerek dondurmanın fonksiyonel hale gelmesi sağlanır. Literatür bilgileri incelendiğinde dondurmayı fonksiyonel hale getirmek için sıklıkla kullanılan bileşikler; süt, krema, şeker, peyniraltı suyu proteini, yaban mersini, stabilizatör, emülgatör, aroma ve renk maddeleri, kefir, inülin, maltrin, izomalt, stevia, aluç pekmezi, bal, ceviz, keçi sütü, probiyotik mikroorganizmalar (*Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium animalis* subsp., *Lactis BLC1.*), fenolik açıdan zengin içeriğe sahip çaylar, nar- nar kabuğu, böğürtlen,elma, kivi gibi antioksidan açıdan zengin meyve ve meyve atıklarıdır (Zharykbasova ve Sviderskaya, 2003).

Fonksiyonel dondurma bileşenleri üzerine yapılan bir çalışmada, dondurmanın diyet lifi oranını arttırmak ve böylece dondurmayı daha sağlıklı hale getirmek için inülin ve pektin bileşeni içeren yer elması püresi dondurma numunelerine %10-%30 oranında ilave edilmiş olup, dondurma fiziksel ve duyuusal açıdan incelenmiştir. Analiz sonuçlarına göre en çok beğenilen dondurma örneklerinin %20 oranında yer elması püresi içeren dondurmalar olduğu görülmektedir. Ayrıca inülin ve pektinin biyolojik özelliklere katkı sağladığı ve dondurmadaki şeker ve stabilizatör oranını azalttığı tespit edilmiştir (Zharykbasova ve Sviderskaya, 2003).

Bir diğ er ç alışmada dondurma üretiminde sakkaroz yerine %25-%100 oranında glisemik indeksi sıfır olan stevia bitkisi kullanılmış olup kalorisi düşük fonksiyonel dondurma üretimini gerç ekleştirilmiştir. Üretilen bu fonksiyonel dondurmalar fiziksel, kimyasal ve duyuşsal aç ıdan incelenmiştir. Yapılan ç alışma sonucunda stevia miktarı arttı kça dondurmanın donma noktasının arttı ğ ı, erime profilinin gelişti ğ i ve lezzetin iyileşti ğ i tespit edilmiştir. Duyusal analiz sonuçları incelendi ğ inde kabul edilebilir stevia düzeyinin %75 oldu ğ u görülmektedir (Salem ve Massoud, 2003).

Fonksiyonel dondurma yapımında kullanılan bazı bileşikler aşa ğ ıda detaylı olarak incelenmiştir.

#### **1.4.1. Yaban Mersini**

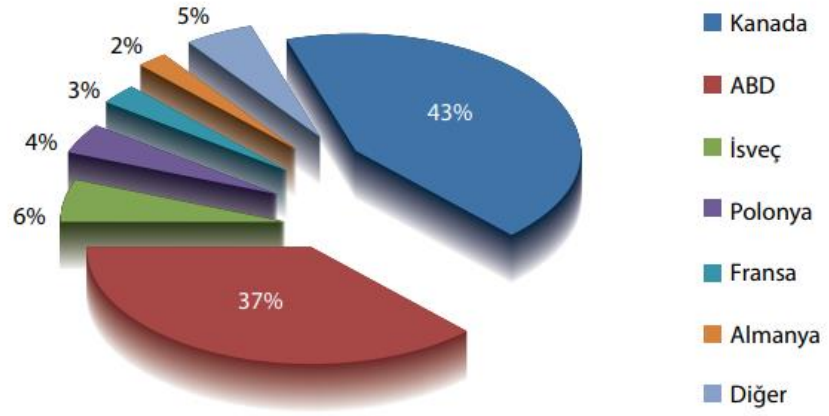
Yaban mersini (*Vaccinium myrtillus*) Fundagiller (*Ericaceae*) familyasında yer alan, ç ok yıllık bir bitki olan, ç alı formunda, kışları yapraklarını dök en ve ılıman iklimde yetiş en bir bitkidir (Ç elik, 2008). Yaban mersini (Lıkapa), ö lkemizde, lıgarba, mavi yemiş, ayı ü zümü, ç alı çiçe ğ i, morsivit, Trabzon ç ayı gibi isimlerle, yurt dışında ise blueberry olarak bilinmektedir (Ç elik, 2005a; Ç elik, 2008a, Ç elik, 2008b). Güneşli veya az güneşli, güneye bakan, toprak geç irgenli ğ i iyi ve hafıf meyilli alanlarda yetiş ir. Genelde asitli topraklarda yetişmektedir. (pH=4.5-5.0) Türkiye’de ö zellikle Do ğ u Karadeniz Bölgesi’nde yetiştirilen yaban mersini; yüksek antioksidan etkiye sahip olup fenolik bileşenler, benzoik asit, hidoksinnamik asit ve ellajik asit gibi fenolik asitler ve flavonoidler (flavonol, flavan-3- ol, antosiyanin ve proantosiyanin) aç ısından oldukça zengin ü zümsü bir meyve çeşididir (Wu vd., 2002). Yaban mersini yaprakları ve kurutulmuş meyveleri ç ay veya taze meyve olarak marketlerde satışa sunulmaktadır (Ç elik, 2006). Yaban mersini meyvesi ö lkemizde, Trabzon, Giresun, Ordu, Rize, Artvin, Sinop, Samsun ve Zonguldak illerimiz gibi rakımı yüksek da ğ ve yaylalarda yabani formlar da bulunmaktadır (Davis, 1978).

Yaban mersini, 1900’lü yıllardan itibaren başta ABD olmak Dünya’da tarımsal ürün olarak bilinen bir meyve türü iken, ö lkemizde henüz istenilen düzeyde yetiştiricilik ve üretimini yapılmamaktadır. Türkiye TÜİK verilerine göre, Yaban mersini üretimi ile ilgili ö lkemizde kayda de ğ er bir istatistiki bilgi bulunmamaktadır (TÜİK, 2013). Fakat ortalama olarak Rize Bölgesinde 20 ton, Artvin ve Giresun Bölgelerinde ise 10’ar ton üretim gerç ekleştiren tesislerin bulundu ğ u tespit edilmiştir. Genel olarak ö lkemizde yaklaşık 40-50 ton yaban mersini üretimi yapılmaktadır (Akbulut, 2013).

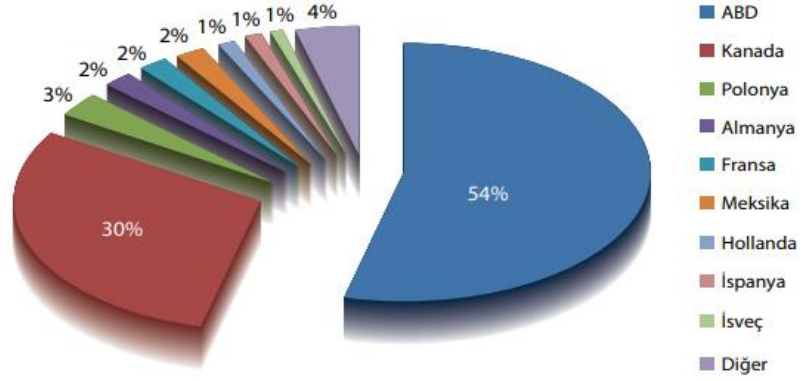


**Şekil 1.3:** *Vaccinium Myrtillus* Bitkisi

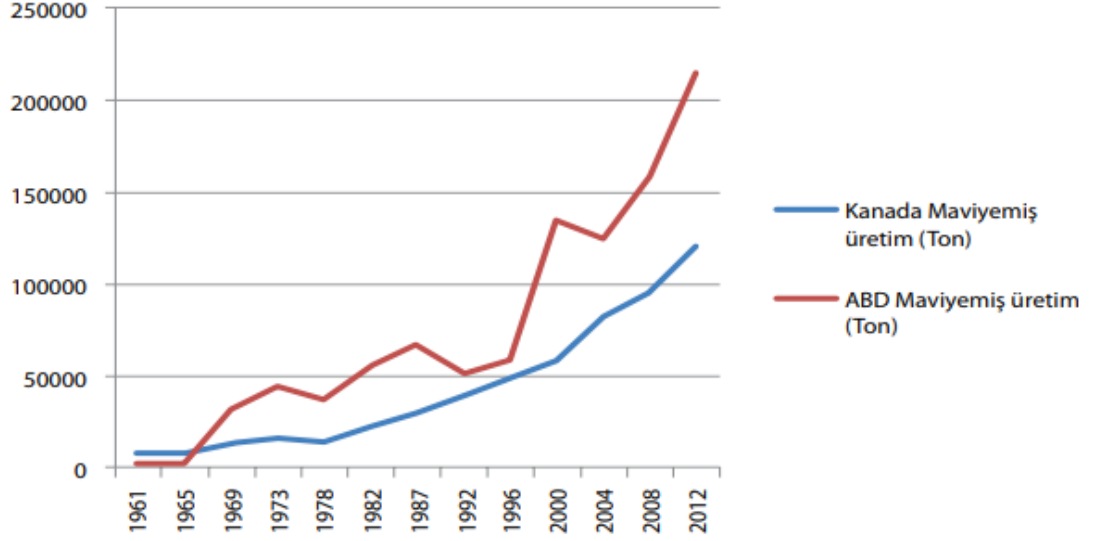
Dünya’da 2012 yılındaki yaban mersini üretim alanları 84823 ha ve yaban mersini üretimi ise 399.309 ton olarak belirlenmiştir. Yaban mersini üretim alanları yönünden Kanada (% 43), ABD (% 37), İsveç (% 6), Polonya (% 4), Almanya (% 2), Litvanya (% 1), Hollanda (%1) ve diğer ülkeler (% 6) sıralanmaktadır. Dünya yaban mersini üretim miktarı açısından başta ABD (% 54) ve Kanada (% 30) olmak üzere Polonya (%3), Meksika (% 2), Almanya (% 2), Hollanda (% 2) ve diğer ülkeler (% 7) olarak yer almaktadır. Dünya yaban mersini ortalama verim değeri 439,7 kg/da olup, ilk başlarda yer alan; Meksika (1054,1 kg/da), Romanya (879,9 kg/ da) ve Özbekistan’dır (818,2 kg/da). ABD’de verim ise 675,8 kg/da düzeyindedir. 1980’li yıllardan itibaren yaban mersini üretimi ABD ve Kanada’da giderek hızlı bir artış göstermektedir (Şekil 1.4, Şekil 1.5, Şekil 1.6) (FAO, 2013).



**Şekil 1.4:** 2012 Yılında Yaban Mersini Üretim Alanlarının Ükelere Göre Dağılımı (FAO, 2013)



**Şekil 1.5:** 2012 Yılında Yaban Mersini Üretim Miktarlarının Ükelere Göre Dağılımı (FAO, 2013)



**Şekil 1.6:** Yıllara (1961-2012) Göre ABD Ve Kanada Yaban Mersini Üretimi

Yaban mersini, antioksidan içeriği en yüksek olan bahçe bitkisidir. Yüksek oranda flavonol, antosiyanin, proantisiyanin içermektedir (Prior vd., 2001; Vvedenskaya vd., 2004). Yaban mersinindeki antosiyanin miktarı ortalama 299,6'dır.

Sebze ve meyvelerde fazla miktarda bulunan fenolik maddeler antioksidatif etki göstererek serbest radikalleri sınırlayıcı etki göstermektedirler. Ayrıca lipit peroksidasyonunu katalizleyerek metaller karşısında şelat özellik gösterirler. Bu sayede kardiyovasküler hastalıklar başta olmak üzere birçok hastalığın olumsuz etkisinin azaltılmasına katkı sağlarlar. (Kris-Etherton vd., 2002; Bravo, 1998; Shetty ve Labbe, 1998).

Yaban mersini bileşiminde fenolik asit ve flavonoid gibi polifenoller yüksek miktarda bulunmaktadır. Yaban mersini bileşiminde, toplam fenolik madde miktarı 33000-38000 mg/kg (kuru maddede gallik asit eşdeğeri), toplam hidrokisisinnamik asit içeriği 1130-2310 mg/kg (kuru maddede klorojenik asit eşdeğeri) ve toplamhidroksibenzoik asit içeriği ise 33-58 mg/kg (kuru maddede gallik asit eşdeğeri) olduğu bildirilmektedir. Ayrıca yaban mersini meyvesinin bileşiminde toplam 540-1300 mg/kg (kuru maddede rutin eşdeğeri),kuersetin, isokuersetin, astrajin ve hiperin olmak üzere 4 ayrı flavonol glikozit bulunmaktadır. (Kähkönen vd. 2001).



Yaban mersini meyvesi başta askorbik asit (C vitamini) olmak üzere vitamin ve mineraller açısından oldukça zengin bir içeriğe sahiptir (Çelik 2005b, Gough 1996). İçeriğinde yaklaşık olarak 1.3-16.4 mg/100 g oranında askorbik asit bulunmaktadır (Anonim, 2006). Bunun yanı sıra kalp sağlığı açısından yararlı olan potasyumu da bünyesinde yüksek oranda bulundurmaktadır. Yaban mersinin şeker oranı incelendiğinde ise sakkaroz içeriğinin %3, glikoz ve früktoz içeriğinin sırasıyla %48 ve %49 olduğu görülmektedir. (Çelik, 2008a). Tüm bu özelliklerinden dolayı yaban mersini diyabet hastaları tarafından da tercih edilmektedir. Yaban mersini meyvesinin bileşimi Tablo 1.3'te verilmiştir (Çelik, 2006).

**Tablo 1.3:** 100 gram Yaban Mersini Meyvesinin Bileşimi

<b>100 gram Yaban Mersini Meyvesinin Bileşimi</b>	
Su (%)	83
Protein (%)	0,7
Yağ (%)	0,5
Karbonhidrat (%)	15
Lif (%)	1,5
Kalori (kcal)	62

Yapılan bir çalışma sonucunda 145 gram yaban mersininde; 21 gram karbonhidrat, 1 gram protein, 0,5 gram yağ 19 miligram C-Vitamini, 145 IU A-Vitamini ve 85 kalori içerdiği tespit edilmiştir (Çelik, 2006).

Yaban mersininde HPLC-DAD ile yapılmış olan analiz sonucunda ise yaban mersini meyvesinin 11 çeşit antosiyanin ve 2 farklı çeşit flavonoid içerdiği tespit edilmiştir (L. Rui vd., 2010).

Ayrıca Sanchez-Pata vd., (2014) tarafından yapılan bir çalışmada yaban mersinin fenolik profili incelenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda yaban mersini meyvesinin içerdiği fenolik bileşenlerin benzoik asit, p-kumarik asit, vanilik asit, gallik asit ve protokateşuik asit olduğunu tespit etmişlerdir.

Yapılan bir çok araştırma sonucunda, yaban mersininde bulunan fenolik maddelerin anti-mutajenik, anti-karsinojenik, anti-bakteriyel ve antioksidant etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir ( Vattem, 2006; Caillet, 2012; Vu, 2012). Yaban mersininde yüksek oranda bulunan fenolik maddeler; mide ülseri, idrar yolu enfeksiyonu, diyabet,

kardiyovasküler ve kanser gibi çeşitli hastalıklara karşı koruyucu ve engelleyici etkiye sahiptir (Weiss vd., 2004; Howell vd., 2010; Zhang vd., 2005). Fenolik maddeler, bakteri hücrelerinin vücut yüzeyine ve dokularına tutunmasını engelleyerek insan vücudunda koruyucu etkiye sahip mekanizma oluşturmaktadır (Ruel vd., 2008). Ayrıca yapılan diğer in-vitro araştırmalar incelendiğinde, yaban mersininde bulunan maddelerin karaciğer kanser hücrelerinin gelişimini engellemekte olduğu, yaban mersini antosiyaninlerinin ise insanlarda LDL kolesterolünü düşürdüğü görülmektedir (Leahy vd., 2002; Porter vd., 2001).

Yaban mersinin oldukça geniş bir kullanım alanı mevcuttur. Özellikle reçel, marmelat, pekmez, pasta, meyve suyu, süt-süt ürünleri, çay, şarap, baharatlar, meyveli yoğurt ve dondurma gibi çeşitli gıda ürünlerinde kullanılmaktadır. Ayrıca ilaç sanayisinde de yaban mersininden yararlanılmaktadır. Kurutulmuş meyveler diyabet hastaları için tatlandırıcı olarak kullanılmaktadır (Gough, 1994; Gough, 1996).

Yaban mersini ile ilgili yapılan bir diğer çalışmada ise, farklı miktarlarda yaban mersini meyvesi ilave edilerek üretimi gerçekleştirilen dondurmaların yağ, kül, protein, pH, toplam kuru madde, titrasyon asitliği, ilk damlama zamanı ve toplam erime süresi olan fizikokimyasal ve duyuşsal özellikleri ile mineral madde içeriği incelenmiştir. Üretimi gerçekleştirilen 4 dondurma numunesi, kontrol başta olmak üzere %5, %10 ve %15 oranında yaban mersini içermektedir. Çalışma sonucunda yaban mersini miktarındaki artışa paralel olarak yağ, toplam kuru madde, toplam erime süresi, protein ve pH değerlerinde azalma gözlemlenmiştir. Viskozite ve hacim artışı oranlarında ise artma meydana gelmiştir. Yaban mersininin dondurmaya ilave edilmesiyle birlikte dondurmanın Zn, Se, K, Mn mineral miktarında da artış tespit edilmiştir. Bu artış yaban mersinin fenolik madde ve mineraller açısından zengin olmasından kaynaklanmaktadır. Duyusal analiz sonuçları incelendiğinde numuneler arasında genel olarak istatistiksel bir fark bulunmamaktadır. Yalnızca yaban mersinindeki artışa bağılı olarak sakızimsı yapı oluşması ile panelistlerin puanlarında önemli bir azalma olduğu görülmektedir ( $p < 0,05$ ) (Kotan, 2018).

#### 1.4.2. Peynir altı suyu proteini (Whey protein)

Süt ve süt ürünlerinde ileri gelen fonksiyonel özellik daha çok sütün bileşimini oluşturan süt proteinlerinden kaynaklanmaktadır. İlave edildiği ürüne fonksiyonel özellik kazandıran süt proteinleri insanların büyüme ve gelişmeleri için oldukça önem arz etmektedirler (Bylund, 2003; Fox ve Kelly, 2004). Peynir üretimi sırasında süttten ayrılan sıvı ise peynir altı suyu veya süt serumu olarak bilinmektedir. Peynir teknolojisinde yan ürün olarak kullanılan bu sıvı (peynir altı suyu) süt serumu proteinleri açısından oldukça zengindir. Bu nedenle gıda endüstrisinde çeşitli yöntemlerle toz haline getirilerek peynir altı suyu tozu (PAST) olarak nitelendirilmektedir (Neall, 2002; Jelcic vd., 2008, Akpınar-Bayazit vd., 2009).

Peynir altı suyu proteinleri farklı molekül ağırlığına ve biyolojik aktiviteye sahip majör ve minör proteinleri içermektedir.  $\beta$ - laktoglobülin,  $\alpha$ - laktalbümin,  $\beta$ - laktoglobülin,  $\alpha$ - laktalbümin ve serum albümin majör proteinlere örnektir. Laktoferrin, mikroglobülin, laktoperoksidaz, lizozim, insülin-benzeri büyüme faktörü,  $\gamma$ - globülinler ve diğer birkaç küçük proteinler ise minör peynir altı suyu proteinine örnektir (Tablo 1.4) (Pihlanto ve Korhonen, 2003; Fitzsimons vd., 2007).

Kimyasal yapısı ve bileşiminden ötürü peynir altı suyu proteinleri yüksek besleyici değere ve fonksiyonel özelliklere sahiptir. Bu nedenle, başta sporcu gıdaları olmak üzere özel beslenme amacı taşıyan gıda ve içecekler, bebek mamaları ve çeşitli katkı maddelerinin üretiminde kullanılmaktadır.

Peynir altı suyu proteininin jel oluşumuna sağladığı katkıdan, kıvam arttırma ve su tutma özelliğinden ve aynı zamanda serum ayrılmasını engelleme özelliklerinden dolayı fonksiyonel ürünlerin yapımında kullanılmaktadır. (Mleko ve Gustaw, 2002; Herceg ve Lelas, 2005). Ayrıca %35 ve üzeri protein içeriğine sahip protein konsantratları dondurma ve benzeri süt ürünlerinde yağsız süt tozu olarak kullanıldığı bildirilmektedir (Early, 1998).

**Tablo 1.4:** Peynir Altı Suyu Proteinlerinin Bileşimi (De Witt, 1998)

Bileşim	Konsantrasyon (g/L süt)
$\beta$ – laktoglobülin	3.2
$\alpha$ – laktalbümin	1.2
Serum albümin	0.4
Laktoferrin	0.2
Laktoperoksidaz	0.03
Proteaz – pepton	$\geq 1$

%5,5 ve %9 olmak üzere 2 farklı oranda yumurta sarısı içeren Gelato tipi vanilyalı dondurmalarda peyniraltı suyunun (WPI) etkisi incelenmiştir. Yapılan araştırma sonucunda peyniraltı suyu katkılı ve katkısız elde edilen 10 farklı numunede, peyniraltı suyunun artışıyla orantılı olarak dondurma sertliğinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Bu yüzden iyi kalitede ve daha düşük maliyette dondurma üretiminin sağlanması için yumurta sarısı yerine peyniraltı suyunun kullanımının daha uygun olabileceği saptanmıştır (Alsaifi ve Estathopoulos, 2010).

Dondurma ve meyveli dondurma üretimiyle ilgili yapılan bir çalışmada ise, peyniraltı suyunun dondurma üretim aşaması olan olgunlaşma sırasında hidrasyon oluşturduğu böylece dondurma miksinin kalitesini ve performansını olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir. Aynı zamanda peyniraltı suyunun dondurmanın duyu özelliklerini ve son ürün kalitesini iyileştirdiği görülmüştür (Young, 2007)

### 1.4.3. Yağ

Dondurmanın kalitesini etkileyen en önemli parametrelerden biridir. Yağlar, erime noktasına etki ettikleri için dondurmanın yumuşaklığına ve çignenebilirliğine büyük ölçüde katkı sağlarlar. Ayrıca lipolitik aroma maddeleri içeren yağlar dondurmadaki aroma ve lezzetin iyileşmesini de etkilemektedirler. Tüm bu özelliklerinden dolayı yağların dondurmadaki kıvam, aroma, yapı ve dayanıklılık üzerine etkili olduğu belirlenmiştir.

Dondurma bileşiminde genellikle %8-20 oranında yağ kullanılmaktadır. Endüstriyel dondurma üretiminde yağ kaynağı olarak çoğunlukla krema, süt, tereyağı, sade yağ,

bitkisel yağlar, yağlı süt tozu ve kaymak kullanılmaktadır. Yağ kaynağı olarak süttten elde edilen sade yağ diğer ürünlere göre daha çok tercih edilmektedir. Geleneksel bir ürün olan sade yağ literatürde suyu uzaklaştırılmış süt yağı olarak bilinmektedir. Bu yağ +4°C'de depolanmaktadır Süt yağı, suyu uzaklaştırıldığından dolayı mikrobiyolojik açıdan tereyağına göre daha avantajlıdır. Bu özelliklerinin yanı sıra kuru madde kaynağı olarak da kullanılan süt yağı; dondurma da dolgunluk, hoş bir tat, iyi bir yapı, iyi bir aroma ve lezzet bütünlüğü sağlayarak dondurmada kompleks düzenlemeler meydana getirmektedir. Dondurma üretimi esnasında tereyağ kullanıldığında ise arzu edilmeyen donma kusurları meydana gelmektedir (Marshal ve Arbuckle 1986; Arslan 2001).

Dondurma üretiminde kullanılan tereyağın tuzsuz, kremanın ise ekşimemiş ve taze olması dondurmanın kalitesi açısından önem arz etmektedir.

Dondurmaya % 4 oranında inülin ve peynir altı suyu protein izolatu ilave ederek elde edilen % 3 ve % 6 yağ içeren dondurma örnekleri ile ilgili yapılan bir çalışmada (Çalışma kapsamında kontrol örneği olarak %10 yağ içeren dondurma baz alınmıştır) dondurmalarındaki yağ, kuru madde, protein ve hacim artış oranlarının sırasıyla % 3.2-9.9, % 36.9-40.2, % 3.7-8.0, % 20.7-39.2 olduğu tespit edilmiştir. Bu değerler incelendiğinde en fazla hacim artışının % 6 yağ ve inülin içeren dondurma örneklerinde olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca peyniraltı suyu proteini içeren örneklerin en iyi tekstürel ve reolojik niteliklere sahip olduğu belirlenmiştir (Akalin vd., 2008).

Dondurma üretiminde süt yağına alternatif olarak farklı bir yağ kullanımının incelendiği bir çalışmada, üreticiler dondurma üretiminde krema yerine margarini tercih etmişlerdir. Margarin kullanımının dondurmanın duysal özelliklerini bozduğu, margarin oranı arttıkça duysal kalitenin azaldığı tespit edilmiştir. Özellikle %60 ve üzeri oranlarda margarin kullanımının bu etkiye sebep olduğu belirtilmiştir (Gönç vd., 1988).

Yapılan bir diğer çalışmada ise %0,2 ve %0,4 oranında Hindistan cevizi, limon kabuğu, karanfil ve tarçın olmak üzere 4 farklı baharat uçucu yağı kullanılarak dondurma üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretimi gerçekleştirilen bu dondurma numunelerine raf ömrü boyunca fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duysal analizler yapılmıştır. Baharat uçucu yağın dondurmanın erime oranını arttırdığı fakat fiziksel ve kimyasal özellikleri açısından anlamlı bir farklılığa neden olmadığı tespit

edilmiştir ( $p>0,05$ ). Duyusal analiz sonuçları incelendiğinde, %0,2 oranında baharat uçucu yağ içeren numunelerin, %0,4 oranındakilere göre daha çok tercih edildiği görülmüştür. Elde edilen numunelerin mikrobiyolojik açıdan dondurma standartlarına uygun olduğu saptanmıştır (Macit, Çağlar ve Bakırcı, 2017).

#### 1.4.4. Yağsız süt kuru maddesi

Yağsız süt, koyulaştırılmış süt ve yağsız süt tozu yağsız süt kuru maddesinin kaynakları arasında gösterilebilir. Yağsız süt kuru maddesinin miktarı dondurmanın kalitesi açısından oldukça önemlidir. Dondurma üretiminde yağsız süt kuru maddesi kıvam ve yapı oluşturmada oldukça önemli olan bir bileşendir. Yağ süt kuru maddesinin bileşiminde laktoz, protein ve mineraller bulunmaktadır. Bu bileşenler dondurmanın yapısal özelliklerini, lezzetini ve besin değerini arttırarak havanın düzenli bir şekilde dağılmasını ve hava kabarcıklarının oluşumunu sağlar. Böylece dondurmanın donma noktasını düşürür. Bu nedenle kullanılacak olan miktarın doğru hesaplaması fazlasıyla önem arz etmektedir. Miktar hesaplanırken kullanılacak olan yağ miktarı baz alınarak hesaplanmalıdır.

Dondurmada istenilen yapının sağlanmasında etki olan proteinler karışımdaki diğer maddelerle etkileşime girerek dondurma yapısını güçlendirir ve arzu edilen yapıyı sağlar. Ayrıca yağ emülsiyonlarını stabilitesinin oluşumuna katkı sağlar. Yağsız süt kuru maddesi dondurmanın su bağlama, köpüklenme, jel oluşturma ve erime özelliklerini etkilemektedir. Süt yağsız kuru madde ingrediyanlarından olan laktoz indirgen bir şeker olup dondurmaya çok az miktarda tatlılık kazandırır. Ancak fazla miktardaki laktoz kristalleşebilir ve bu da kumsu bir yapı oluşumuna neden olabilir. Mineral maddeler kazeinin kolloidal yapısını büyük ölçüde etkilerler. Bahsi geçen laktoz ve mineraller donma noktasını düşürmeyi sağlayan kuru maddelerdir. Tüm bu özellikler protein davranışını ve son ürün kalitesini etkilemektedir (Arslan, 2001).

Bir diğer kuru madde olan peynir altı suyu proteini ise sütteki asit koagülasyonu (pH:4,6) sonrasında çözültide kalan amfifilik globüler proteinlerdir (Morr ve Ha, 1993). Peynir altı suyu proteinin (PASP) en önemli özelliklerinden biri yüksek sıcaklıkta diğer proteinlerle, kovalent bağlarla ve birbirleriyle etkileşime girebilen sülfhidril amino asit artıklarını yüksek oranda içermelidir (Dewit, 1998). Kazein ve peynir altı suyu proteini (PASP) pH:7'de çözünürler. Ancak kazein solüsyonları esnek yapıya sahip olduklarından peynir altı suyu proteinine (PASP) göre daha akıcı yani viskozdur (Cayot ve Lorient, 1997). Peynir altı suyu proteinlerinin (PASP) ısıya karşı

hassasiyeti ve jel oluşturma eğilimleri yüksektir. Ancak kazeinler yüksek ısıya karşı stabil ve güçlü bağ oluşturma yeteneğine sahip değildir (Mulvihill ve Fox, 1989).

Çalışmada farklı oranlarda (% 2, % 4, % 6, % 8) sütünzu ile %5 maltodekstrin + %5 polidekstroz ile %10 maltodekstrin + %10 polidekstroz kullanılarak üretimi gerçekleştirilen dondurmaların yüzde (%) cinsinden yağ, laktoz oranları bulunmuş olup enerji miktarları hesaplanmıştır. Türk Gıda Kodeksinde yer alan enerjisi azaltılmış ürün tebliğine uyum sağlaması için üretilen dondurmaların enerji değerleri %59 ile %67 arasında azaltılmıştır. Dondurma üretimi için en uygun olan süt tozu oranının %6 olduğu tespit edilmiştir. Maltodekstrin ve polidekstrozun %5 oranında birlikte kullanımının %10 düzeyindeki birlikte kullanımına göre daha verimli olduğu saptanmıştır (Kaçar ve Şahan, 2004).

Koyun (2009), tarafından yapılan bir çalışmada yağsız süt tozu yerine peyniraltı suyu kullanılarak üretimi gerçekleştirilen kontrol ve 5 farklı dondurma örneğinde fiziksel, kimyasal ve duyusal analizler yapılmıştır. Kontrol numunesi olan dondurma örneğinde yalnızca yağsız süt tozu kullanıldığı bildirilmiştir. Dondurmaların viskozite değerlerine bakıldığında 510-520 cp olduğu, pH değerlerinin 6,5 ile 6,6 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Erime sürelerinin ise 62-64,2 dk arasında olduğu belirlenmiştir. Kontrol numunesi ile 5 farklı dondurma örneği karşılaştırıldığında viskozite açısından anlamlı bir fark görülmemiştir ( $p>0,05$ ).

Adapa vd., (2000) stabilizatör ve tatlandırıcı maddelerin birlikte kullanımında miktar değişikliğine bağlı olarak dondurmanın viskozite değerinin değiştiğini belirtmişlerdir. Koyun, (2009) tarafından yapılan bu çalışmada da viskozite değerinde anlamlı fark olmaması stabilizatör ve tatlandırıcı madde miktarının değişmemesinden yani kuru madde miktarının sabit kalmasından kaynaklanmaktadır. Ph değerlerinde anlamlı bir fark olmaması ise süt tozu ve peynir altı suyunun asidik değerlerinin aynı olması ile açıklanmaktadır.

Farklı literatür çalışmaları incelendiğinde erime süresinin şeker, yağ ve stabilizatör maddelerdeki değişikliğe bağlı anlamlı olarak değişeceği gözlemlenmiştir. Fakat yapılan bu çalışmada belirtilen maddelerin herhangi birinde değişiklik yapılmadığı için erime süresinde anlamlı bir fark oluşmadığı tespit edilmiştir.

#### 1.4.5. Tatlandırıcı maddeler

Dondurma üretiminde şeker, tat, kıvam ve katı madde içeriğini ayarlamak, tekstürel özelliklerini ve yapısını iyileştirmek, amacı ile kullanılır. Dondurma çeşitlerine göre şeker miktarı farklılık göstermektedir. Gıda Maddeleri Tüzüğü ve dondurma standardına göre minimum şeker miktarı %12-%18 olmalıdır (Anonim, 1992).

Şeker oranının yüksek olması durumunda dondurmada aşırı viskoz bir yapı, az kullanılması durumunda ise dondurmada büyük buz kristalleri meydana gelmektedir. Dondurma yapımında tatlandırıcı olarak en çok bir disakkarit olan sakkaroz kullanılmaktadır. Bunun sebebi ise sakkarozun çözünme niteliğinin ve tatlılık derecesinin yüksek olması, donma noktasını monosakkaritlere göre daha fazla düşürmesi ve kullanım kolaylığı açısından avantaj sağlamasıdır (Kır, 2006).

Sakkaroz dışında kullanılan şeker kaynakları ise;

- ✓ Glikoz (Dekstroz)
- ✓ Nişasta Şurubu
- ✓ İvert Şeker (Glikoz + Fruktoz)
- ✓ Sakkarin
- ✓ Sorbitol dür.

(Tuncel ve Araman, 1989; Özkan, 1998) .

Dondurmaya %18, %20 ve %22 oranında şeker ve %15, %20, %25 oranında çilek reçeli içeren yoğurt ilave edilerek yoğurt dondurması üretimi gerçekleştirilmiştir. Çalışmada dondurmaya ilave edilen şeker ve meyve oranı arttıkça viskozite ve overrun değerinin arttığı, erime süresinin azaldığı tespit edilmiştir. Aynı zamanda şeker miktarı arttıkça vanilya dondurmanın yumuşaklığının arttığı, meyve oranı arttıkça ise çilekli dondurmanın sertliğinin arttığı gözlemlenmiştir. Duyusal açıdan şeker ve meyve miktarı en fazla olan dondurma örnekleri en çok beğenilmiştir (Işık, 2005).

Sarioğlu, (2015) sakkaroz yerine stevia içeren dondurmaların kalori içeriklerinin sırasıyla 158.34 kcal ve 111.69 kcal olduğunu belirtmiştir. Stevianın glisemik indeksi 0 olduğu için stevia içeren dondurmaların kalori değerinin sakkaroz içeren dondurmalara göre daha düşük ve insan sağlığı açısından daha faydalı olduğu tespit edilmiştir.



Tatlandırıcı maddelerin duyuşal kabul edilebilirliğinin ve erime profiline etkisinin incelendiği bir çalışmada glikoz şurubu ve bal kullanılarak etimi gerçekleştirilen maraş usulü dondurmalarda kuru madde miktarının erime süresine anlamlı şekilde etki ettiği ve kuru madde oranı yüksek olan dondurma numunelerinin erimeye karşı daha fazla dirençli olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca bu çalışma sonucunda bal miktarı arttıķa dondurma yapısının yumuşadığı, glikoz miktarı arttıķa dondurma yapısının sertleştiği ve daha sıkı bir yapı oluştuğu tespit edilmiştir. Bu farklılığın bal ve glikozun kimyasal yapısındaki farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir. Farklı miktarlarda glikoz şurubu ve bal ilavesi dondurmanın tekstürel özelliklerini istatistiksel açıdan anlamlı yönde etkilemiştir ( $p < 0,05$ ). Bal içeren dondurmalarda bal miktarı arttıķa dondurma rengi beyazdan sarıya dnmştir. Bu da dondurmayı renk ve görünüş açısından olumsuz etkilemiştir. Bu nedenle bal içeren dondurmalar en düşük puanı almışlardır. Glikoz şurubu oranı arttıķa ise dondurma daha parlak bir renge sahip olmuş ve tüketiciler tarafından daha çok beğenilmiştir (Antepzm, 2005).

şeker ve yağ içermeyen kalorisi azaltılmış dondurma örneklerinin yapısının diğer dondurmalara göre daha zayıf olduğu çeşitli literatür çalışmaları sonucunda tespit edilmiştir (Kaçar, 2002). Bir başka çalışmada dondurma üretiminde kullanılan şekerin, viskozitede anlamlı farklılığa neden olduğu ve oluşan bu farklılığın kullanılan şekerin polimer zincir boyutune ve molekül ağırlığına bağlı olduğu belirtilmiştir (Muse ve Hertel, 2004).

#### **1.4.6. Stabilizörler**

Stabilizatör maddeler, ortamdaki serbest suyu bağlayarak dondurma yapısındaki buz kristallerinin kltlmesini, homojen bir yapı oluşmasını ve homojen olan bu yapının sertleştirme ve depolama aşamalarında korunmasını sağlar. (Yney 1968, Gn ve Enfiyeci 1987). Ayrıca dondurma yapısında etkili olan stabilizatör maddeler dondurmanın fiziksel kalitesini olumlu yönde etkiler ve pıhtılaşmayı engellerler (Yney, 1968; Saldamlı 1985; Dogan vd., 1996; Tekinsen 1997).

Dondurma bileşiminde kullanılacak olan stabilizatör miktarı iyi ayarlanmalıdır. Az kullanıldığında dondurmada gevşek bir yapı oluşmakta ve kolay erimekte, fazla kullanıldığında ise dondurma lastiksi bir yapı meydana gelmekte ve geç erimektedir. Stabilizatörler dondurma miksinde % 0,2-0,4 oranında kullanılır.

Başlıca kullanılan stabilizatör maddeler ;

- ✓ Guar sakızı, (Galaktomannanlar)
- ✓ Jelatin
- ✓ Karragenan,
- ✓ Alginatlar,
- ✓ Salep,
- ✓ Pektin,
- ✓ Sodyum Aljinat
- ✓ Karboksi Metilselüloz
- ✓ Keçi boynuzu çekirdeği unu

Son zamanlarda dondurmanın reolojik özellikleri üzerine yapılan çalışmalarda daha çok kıvamı etkileyen stabilizatör maddelere değinilmiştir. Uzomah ve Ahiligwo (1999) tarafından yapılan bir çalışmada suda çözünebilen gıda zamkları dondurma üretiminde kullanılmış olup farklı oranlardaki gıda zamklarının dondurmanın reolojik özelliklerini etkilediğini tespit etmişlerdir.

Bolliger vd., (2000) ise dondurma karışımına farklı konsantrasyonlarda guar gam eklenmesi sonucunda dondurmanın visko-elastik özelliklerinin değiştiğini tespit etmişlerdir.

Farklı stabilizatör kullanımının dondurmanın erime süresine etkisi üzerine yapılan bir çalışmada ise elde edilen dondurmalarda kısmi erime süresi en az 36,63 dk iken en çok 75,63 dk olduğu ortalama erime süresinin ise yaklaşık olarak 54,69 dk olduğu yani stabilizatörlerin dondurmanın erime süresini anlamlı olarak etkilediği tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ) (Tuncay, 2001).

Yapılan çalışmada Kahramanmaraş'a özgü dondurma üretiminde salebe alternatif olarak 8 farklı stabilizatörün dondurmaya uygunluğu araştırılmıştır. Araştırmalar sonucunda dondurma üretiminde tek bir stabilizatörden ziyade, farklı stabilizatör kombinasyonlarının kullanılmasının daha verimli olduğu tespit edilmiştir. Keçiboynuzunun bu kombinasyonlar için oldukça uygun olduğu özellikle belirtilmiştir (Elife, Erdem ve Tekin, 2017).

Kaliteli dondurma üretimini gerçekleştirmek için en uygun stabilizatör maddenin araştırıldığı çalışmada, salep içeren kontrol numesi dışında %1 oranında sodyum aljinat, guar gam, lokust bean gam ve karboksimetil selüloz kullanılarak 4 farklı

dondurma üretimi gerçekleştirilmiştir. Depolama süreci boyunca dondurma numunelerine fiziksel, kimyasal ve duyuşsal analizler yapılmıştır. Analizler sonucunda, salep içeren dondurma numunesinin düşük pH ve viskoziteye sahip olduğu aynı zamanda diğer 4 dondurma numunesine göre daha sert olduğu gözlemlenmiştir (Elife, Erdem ve Tekin, 2017).

Bir çalışmada jelatin, guar gam, karaya sakızı, salep, karboksimetil selüloz (CMC) ve karragenen olmak üzere 6 farklı stabilizatör kullanılarak yoğurt dondurması üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretimi gerçekleştirilen yoğurt dondurmalarında fiziksel ve duyuşsal analizler yapılmıştır. Çalışma sonucunda panelistler tarafından en çok beğenilen ve en ideal değerlere sahip olan dondurmaların jelatin ve guar gam içeren dondurma örnekleri olduğu görülmüştür. Aynı zamanda stabilizatörlerin yoğurt dondurmalarındaki asitliği, hacim artışını, pH'ı, erime süresini ve viskoziteyi de anlamlı düzeyde etkilediği tespit edilmiştir (Güven ve Karaca, 2003).

#### **1.4.7. Emülgatörler**

Emülgatörler ; yüzey gerilimini azaltan ve buna bağlı olarak da gıdaların ince dispers bir yapıya kavuşmalarını sağlayan maddelerdir. Yağ ve serum fazları arasında yüzey gerilimini azaltarak emülsiyon oluşumunu sağlarlar (Arbuckle, 1986; Goff, 1988; Goff ve Jordoan 1989; Tekinsen 1997) . Böylece emülgatör maddeler dondurmanın ince dispers yapı haline gelmesine yardımcı olur (Saldamlı 1985, Akalın ve Gönç 1995, Çakmakçı ve Çelik 1995).

Dondurma; köpük, emülsiyon hâldeki maddeler, buz kristalleri ve donmamış sulu karışım içerir. Bu nedenle emülgatörler dondurmanın hızla erimesini engellemek, daha akıcı yapıda olmasını sağlamak ve donma-çözünme kararlılığını düzeltmek için donma işleminde sırasında ilave edilmektedir.

Dondurma endüstrisinde yaygın olarak kullanılan emülgatörler;

- Gliserin esterleri,
- Sorbitol esterleri,
- Yumurta sarısı,
- Şeker esterleri dir.

Goff (1988) yapmış olduğu bir çalışmada dondurma işleminde oluşan küçük yağ molekülleri ve emülsifiyer bileşenleri içeren komplekslerin emülsiyon gücü,

katıldıkları miksin yağ ve su fazları arasındaki yüzey geriliminin ölçülmesi ile belirlenebileceğini tespit etmiştir.

Emülgatör içeren ve içermeyen dondurma numunelerinin karşılaştırıldığı çalışmada, emülgatör ilaveli dondurmaların erime miktarının düşük, hacim artışının yüksek olduğu, emülgatör ilavesiz dondurmaların ise erime oranlarının yüksek buna karşılık hacim artışının daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Segall ve Goff, 2002).

Yapılan bir çalışmada, dondurma üretiminde farklı çeşit ve oranlarda kullanılan emülgatörlerin dondurma üzerindeki fiziksel ve duyuşsal etkileri araştırılmıştır. Dondurma yapımında emülgatör madde olarak monodigliserid ve lesitin kullanılmıştır. Kontrol numunesi başta olmak üzere lesitin; %0,2, %0,6 ve %1,0 oranında kullanılmıştır. %1,0 oranında monodigliserid kullanımı %55,07 olacak şekilde dondurmada anlamlı derecede hacim artışına sebep olmuştur. Ayrıca dondurma üretiminde emülgatör kullanımının erime oranına da anlamlı olarak etki ettiği tespit edilmiştir ( $p < 0,05$ ). Monodigliserid içeren dondurma numunelerinin en az miktarda eridiği ve ilk damlama süresinin diğer numunelere kıyasla daha geç olduğu gözlemlenmiştir. Eğitimli panelistler tarafından değerlendirilen numuneler içerisinde en yüksek puan, içeriğinde monodigliserid bulunan dondurma numunelerine verilmiştir. Tüm bu çalışma sonucunda %0,6-1,0 oranında monodigliseridin dondurmaların fiziksel ve duyuşsal özelliklerini iyileştirdiği belirlenmiştir (Atsan ve Çağlar, 2008).

#### **1.4.8. Aroma ve Renk Maddeleri**

Tüketicinin dondurma satın almasında aroma verici maddeler oldukça önem arz etmektedir. Çünkü dondurmanın tat ve lezzetini en fazla etkileyen ingrediyeşlerden biri aroma maddeleridir. Taze meyve parçaları, meyve pulpları, konsantre meyve ürünleri ve meyve suları dondurmaya aroma veren maddelere örnek gösterilebilir. Bununla birlikte kakao, çikolata, fındık, fıstık, vanilya gibi maddelerde aroma verici olarak kullanılmaktadır. Aroma maddeleri mikse karışım esnasında veya dondurma aşamasından sonra eklenmektedir.

Renk maddeleri ise meyvenin doğal rengine özdeş veya yakın olacak şekilde kullanılmalıdır. Yellow no:5, red:621, anatto, orange b, violet nu:1 dondurma

yapımında en çok kullanılan renk maddeleridir. Bu renk maddeleri su ile karıştırılarak genellikle 10-20 ml/100 litre olacak şekilde dondurmaya ilave edilmelidir (Anonim, 2011).

Yapılan çalışmada, sakkaroz içeren sade standart dondurma ile maltitol içeren sade diyabetik dondurmaya aroma maddesi olan safran baharatı eklenerek safranın dondurma üzerindeki fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özellikleri incelenmiştir. Safran baharatının dondurmada açık sarı renge sebep olduğu, dondurmanın aromasını iyileştirdiği ve viskozitenin azalmasına bağlı olarak dondurmada hacim artışı oluşturduğu gözlemlenmiştir ( $p<0,05$ ). Ayrıca dondurma numunelerindeki pürüzlü yapının birbirlerinden farklı olduğu, safran içeren dondurmaların panelistler tarafından önemli düzeyde pürüzlü kabul edildiği vurgulanmıştır ( $p<0,05$ ). Bu pürüzlü yapı safranın yüksek protein ve karbonhidrat oranına sahip olmasından kaynaklanmaktadır (Çelik, Cankurt ve Doğan, 2015).

Karaman ve Karacier (2012) dondurmaya aroma maddesi olarak ada çayı, ıhlamur, sarı papatya ve siyah çay ilave ederek farklı aromalara sahip dondurma üretimi gerçekleştirmişlerdir. İlave edilen aroma maddelerinin dondurma üzerindeki duyuşsal ve reolojik etkilerinin araştırıldığı çalışmada, farklı pH değerlerine sahip olan çayların, dondurmanın pH (6,16-6,32) ve renk değerini (L) azalttığı tespit edilmiştir. Duyusal analiz sonuçları değerlendirildiğinde, en çok beğenilen dondurmanın sarı papatya aromalı dondurma olduğu en az beğenilen dondurma örneklerinin ise arzu edilmeyen renk oluşumu gözlemlendiği için adaçayı ve siyah çay içeren dondurmalar olduğu belirtilmiştir.

### **1.5. Biyoerişebilirlik**

Katı gıda matrisinden açığa çıkan gıda maddesinin, bağırsak engelini geçerek bağırsak sindirim sisteminin içerisinde kalan maddenin, gıda içerisinde bulunan madde miktarına oranı biyoerişebilirlik olarak ifade edilmektedir (Sağbasan, 2015).

Biyoerişebilirlik, biyoaktif maddenin sindirim sistemimizde kalan kısmı ile ilgili bir terimdir. Biyoaktif maddeler sindirim sisteminde yer alan sıvı içerisinde çözünür niteliğe sahip olmalıdır. Bileşimin yapısı, içerisinde bulunduğu gıdanın kompozisyonu ve sindirim sistemindeki diğer maddeler ile olan etkileşimi biyoerişebilirliği etkileyen faktörler arasındadır (Demircan, 2016).

Biyoerişebilirlik;

- ✓ Alınan doz
- ✓ Uygulanan ısı işlem
- ✓ Partikül büyüklüğü
- ✓ Gıda matrisi gibi faktörlere bağlıdır (Demircan, 2016).

Bohn, (2014) antioksidan maddelerin polifenollerle beraber tüketilmesi durumunda bu maddelerin, gastrointestinal ortamdaki degradasyonunu azaltacağını bildirmektedir.

Biyoyararlılık ise, vücuda gıda yoluyla alınan biyoaktif maddenin hedef bölgeye ulaşan erişilebilir düzeyi olarak ifade edilmektedir (Parada ve Aguilera, 2007). Biyoyararlılıkla ilgili çalışmalar biyoaktif maddelerin biyoyararlılıklarının tüketilen besin maddesinin bileşiminden ve yapısından etkilendiğini göstermektedir (McClements vd, 2015). Diğer literatür çalışmaları incelendiğinde biyoyararlılığı etkileyen faktörlerin;

- ✓ Gıdadaki konsantrasyonu
- ✓ Kimyasal yapısı
- ✓ Diğer bileşiklerle etkileşimi
- ✓ Alınan doz
- ✓ Depolama süresi
- ✓ Gıda işleme teknikleri
- ✓ Bağırsak mikroflorası
- ✓ Kişinin yaşı ve cinsiyeti olduğu gözlemlenmiştir (Porrini ve Riso, 2008).

Beslenmenin bir parçası olan ve insan beslenmesi için oldukça önem arz eden polifenoller midede sindirilen gıda matrisinin içerisinde yer alan kompleks karışımlardır. Mide içerisinde yer alan epitel hücreler belirli aralıklarla polifenol gibi sindirilmiş karışımlara maruz kalırlar. Polifenollerin insan vücudundaki etkilerini görmek ve sağlık açısından etkilerini anlamak için kompleks yapıdaki polifenollerin bağırsaktaki davranış ve stabilitelerinin ölçülmesi gereklidir (McDougall vd., 2005). Mide-bağırsak sisteminde yer alan polifenoller, asitler ve sindirim sıvılarının etkisi altında kalırlar. Bu duruma midede pepsin enzimi, ince bağırsakta ise pankreatin enzimi örnek olarak verilebilir. Mide asiditesi ve sindirim sıvıları sindirilmiş gıdaların içerdiği polifenollerin biyoyararlılığını ve biyoerişebilirliğini olumsuz yönde etkilemektedir (McDougall vd., 2007; Stalmach vd., 2012; Tavares vd., 2012).

Oksidan maddeleri nötralize eden polifenoller antioksidan etkiye sahip bileşiklerdir (Pietta, 2000). Çeşitli etkilere sahip olan fenolik bileşikler mikroflora aracılığıyla bağırsak farklı bileşiklere dönüştürülmektedir. Glukoronidleri, sülfatları, glikozidleri, amidleri, esterleri ve laktonları hidrolize eden bağırsak florası gıdaların emilimini ve bu maddelerin biyolojik aktivitelerini etkilemektedir (Espı ve vd., 2009). Ayrıca, bu emilim dışında kalan fenolik bileşenler lümeninde yer alarak mide-bağırsak kanalında bulunan mikrobiyal popülasyonu uyarmakta ve kısa zincirli yağ asitlerinin oluşumunda yer almaktadır. Bu sayede fenolik asitlerin bağırsak sağlığında görev aldığı tespit edilmiştir (Lee vd., 2006).

Son yıllarda polifenollere artan ilgi ile epidemiyolojik araştırmalarda da artış gözlenmiştir. Ancak, polifenollerin insan sağlığındaki olumsuz etkileri engellediğine yönelik kesin sonuçlara varabilmek için polifenollerin biyoerişebilirliğini belirlemek ve incelemek daha faydalı olacağı düşünülmektedir (Sağbasan, 2015).

Biyoerişebilirlik çalışmaları uygulanması zor olan çalışmalardır. Çünkü dış etkenlerden kaynaklı birçok faktör sonucu etkilemektedir. Dış etkenlerden kaynaklı bu faktörler polifenollerin biyoerişebilirliğine etki edebilir. Gıda maddelerinin sindirim sırasındaki stabiliteleri, gıda matrisinden ayrılabilmeleri ve trans epitel geçitler biyoerişebilirliği etkileyen bazı faktörlerdendir (Horasan, 2015).

Yapılan çalışmalar sonucunda insan vücuduna alınan gıdaların ve biyoaktif maddelerin sadece belli bir kısmının organizma tarafından etkili bir biçimde kullanıldığı tespit edilmiştir. İn vitro çalışmalar sonucunda çok güçlü bir antioksidan etki veya biyolojik aktivite göstermiş olan bir bileşen bile in vivo olarak incelendiğinde hedef dokuya ulaşamayıp hiçbir biyolojik aktivite göstermeyebilir. Bu doğrultuda en yüksek miktarda polifenol içeriğine sahip maddelerin aynı zamanda en iyi biyoerişebilirlik profiline sahip olmasının zorunlu olmadığı belirlenmiştir. Sonuç olarak bir gıda maddesinin bileşenlerinin biyoerişebilirliğinin bilinmesi gıda maddesinin besin değerlerinin oranı ve çeşidinin tek başına bilinmesinden daha önemlidir (Horasan, 2015).

Karotenoidlerle ilgili yapılan bir çalışmada, karotenoidlerin sebzelerin hücre duvarına tutunduğunu ve gastrointestinal sistemde salınımın istenilen düzeyde olmadığı gözlemlenmiştir (Panozzo vd., 2013). Arzu edilen maddelerin hedef bölgeye ulaşması ve biyoerişebilirliğin artması için bileşiğin etrafını çevreleyen gıda matriksinden

salınımın tamamen gerçekleşmesi gerekmektedir. Yararlı bileşiklerin salınımı arttırarak hedef bölgeye ulaşımını sağlamak homojenizasyon, pişirme gibi gıda işleme yöntemlerinde veya gıdaların tüketim şeklinde yapılan değişikliklerle mümkün hale getirilebilir (McClements vd, 2015).

Biyoerişebilirlikle ilgili yapılan bir çalışmada soya sebzesinde bulunan izoflavon bileşiklerinin sindirim sisteminde gerçekleşen laktik asit fermantasyonundan etkilenmediği, aglikonların glikozit içerikli bileşiklerden daha kolay ve fazla emildiği tespit edilmiştir. Ayrıca çalışma sonucunda lipid varlığının soyanın biyoerişebilirliğini etkilemediği belirtilmiştir (Zaheer ve Akhtar, 2017).

Biyoyararlılık ve biyoerişebilirlik üzerine yapılan bir çalışmada, domates sosuna ilave edilen zeytinyağının domatesteki fenolik bileşenlerin salınımını ve çözünürlüğünü arttırdığı tespit edilmiştir. Bu artış domatesteki fenolik bileşenlerle zeytinyağı içerisindeki bileşiklerin etkileşiminden kaynaklanmaktadır (Martínez-Huélamo vd., 2015).

Çikolata ile yapılan bir çalışmada ise, çikolataya ilave edilen şekerin çikolatadaki flavanollerin biyoyararlılığını arttırdığı belirtilmiştir (Neilson vd., 2009).

Dondurmanın biyoerişebilirliğini arttırmak amacıyla yapılan bir çalışmada, mikroenkapsülasyon yöntemiyle elde edilen nar kabuğu bünyesindeki fenolik bileşenlerin dondurma üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Araştırmacılar mikroenkapsülasyon yöntemi ile elde ettikleri fenolik bileşenleri standart dondurmaya fonksiyonel hale getirmek için kullanmışlardır. Dondurmaya %0,5-%1,0 oranındaki nar kabuğu fenolik maddelerinin eklenmesi sonucunda dondurmanın  $\alpha$ -glukosidaz inhibitör ve antioksidan aktivitesinin yüksek oranda arttığı tespit edilmiştir. %1 fenolik madde ile zenginleştirilmiş dondurmanın antioksidan aktivite değerinin 133,3  $\mu\text{g/mL}$  olduğu tespit edilmiştir. Duyusal analiz sonuçları göre, panelistlerin %75'inin fonksiyonel açıdan zenginleştirilmiş dondurmaya tercih ettiği saptanmıştır (Çam, İçyer ve Erdoğan, 2014).

## **1.6. İn Vitro Sindirim**

Son yıllarda, gıdaların sindirim açısından insan sağlığına olan etkilerini incelemeye yönelik olan ilgi git gide artmaktadır Dünya çapında ve Avrupa ülkelerinde, gıda maddelerinin midedeki davranışları ve spesifik diyet bileşenlerinin biyolojik



davranışları üzerine yoğunlaşarak, gıda maddelerinin insan sağlığı üzerine etkileri araştırılmaktadır. Bu amaç doğrultusunda Avrupa'da Bilim ve Teknoloji Komitesi (European Cooperation in Science and Technology – COST) isminde bir kurum kurulmuştur. Bu kurum, gıda maddelerindeki bileşenlerin sindirim prosesleri esnasındaki hareketleri ve biyoerişebilirlik alanında çalışmalar yaparak bu alanda elde edilmiş bilgilerin geliştirilmesine imkan sağlamaktadır. Kurumun en büyük ideali; gıda maddelerinin sindirimi üzerindeki başlıca bilgileri ve insan sağlığı için faydalı bazı gıda maddelerini açığa çıkartmak, sistemleri genişletmek ve mevcut sindirim modellerinin uyumunu sağlamaktır.

Normal şartlarda gıdaların sindirimi ile ilgili çalışmaların in vivo sindirim metoduyla yapılması gerekmektedir. Ancak in-vivo sindirim yöntemleri pahalı, fazla zaman gerektiren, kompleks ve çalışma yapılan gıda madde miktarı sınırlı olan yöntemlerdir. Bu nedenle kısa sürede ve çok sayıda örnek analiz edilebilmesi için in vivo sindirim metoduna alternatif olarak son yıllarda gastrointestinal sistemi taklit eden ve daha basit bir yöntem olan in vitro sindirim metodu kullanılmaya başlanmıştır (Capanoğlu vd., 2008). Bu yöntem, in vivo sindirim metoduna göre daha ucuz, daha hızlı ve daha güvenilirdir.

İn vitro sindirim modeli; simüle edilmiş gastrointestinal koşullar altında gıda bileşenlerinin mide-bağırsak davranışını, yapısal değişimlerini, sindirilebilirliğini ve salınımını incelemesinde kullanılan bir modeldir. Sindirim enzimlerinin ve konsantrasyonlarının, pH'ın, sindirim süresinin ve tuz konsantrasyonlarının miktarını baz alarak, fizyolojik koşulları simüle edilmiş ortamda in vivo olarak taklit etmeye çalışır (Englyst vd., 1992; Gibson vd., 2011; Goñi vd., 1994; Monro vd., 2010). Ayrıca in vitro yöntemler insan sindirim sisteminde ağızdan alınan gıda maddesinin mide ve bağırsaktan geçmesi sonucu vücutta kalan miktarı tespit etmek için yararlanılan yöntemlerdir. İn-vitro sindirim metodu sayesinde yeni hipotezlerin oluşturulması için gıda maddelerinin veya gıda dışındaki diğer maddelerin (farmasötikler vs.) biyoerişebilirliği ve karbonhidrat, lipit, protein gibi makro moleküllerin sindirilebilirliği belirlenir.

Çalışmalar genellikle ağız, mide ve ince bağırsak olmak üzere 3 aşamada gerçekleştirilir. Aşamaların her birinde simüle edilmiş ağız, mide, ince bağırsak sindirim sıvıları ve substrat önceden belirlenmiş süre boyunca inkübe edilir. Ph derecesi genellikle tampon çözelti kullanılarak sabit bir değerde tutulmaya çalışılır.

## İn Vitro Sindirim Metodunda Yaygın Olarak Kullanılan Biyolojik Moleküller Sindirim Enzimleri;

- ✓ Pankreatin,
- ✓ Pepsin,
- ✓ Tripsin,
- ✓ Kimotripsin,
- ✓ Peptidaz,
- ✓ A-amilaz,
- ✓ Lipaz,
- ✓ Safra Tuzları
- ✓ Müsin

İn-vitro sindirim metodunda yaygın olarak kullanılan bu enzimler domuz, tavşan, insan gibi çeşitli kaynaklardan elde edilmektedir. Her bir enzimin aktivitesi, pH'ı, mineral tipi, iyonik kuvveti ve sindirim süresine olan etkisi farklıdır. Kullanılan enzim çeşidi elde edilen sonucu önemli derecede etkilemektedir.

Yapılan bir çalışmada kuş kirazı meyvesi içerisindeki polifenolik maddelerin biyoerişebilirliği in vitro ortamda belirlenerek, meyve içerisinde bulunan bu fenolik maddelerin pankreatik ve gastrik sindirimlere karşı stabilitesi incelenmiştir. Mide sindiriminin kuş kirazı meyvesindeki fenolik maddelere olumlu veya olumsuz herhangi bir etkisi olmadığı saptanmıştır. Ancak kafeik asit, antosiyanin, flavan-3-ol, flavonol gibi fenolik maddelerin bağırsak sindirimi sırasında zarar gördüğü tespit edilmiştir ( $p < 0,05$ ). İn vitro ortamdaki bağırsak sindirimi süresince fenolik maddelerin zarar görmesi sindirim enzimlerinin etkisinden ziyade bağırsak ortamının kimyasal koşullarından kaynaklanmaktadır. Çalışma sonucunda kuş kirazı meyvesindeki polifenollerin ince bağırsaktaki alkali ortam koşullarına karşı fazla hassas olduğu tespit edilmiş olup, bu bileşenlerin biyoerişebilirliği ve biyoyararlılığı farklı olan maddelere dönüşebileceği gözlemlenmiştir (Bermudez, Tomás, ve García, 2007).

Yapılan bir diğer çalışmada tahin, pekmez ve 3 farklı oranda tahin-pekmez karışımına (%30-70, %50-50, %70-30) in vitro ortam koşullarında sindirim öncesi ve sindirim sonrası toplam flavonoid, toplam antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde analizleri uygulanmıştır. Toplam fenolik ve flavonoid miktarının pekmezde en yüksek (93,46 mg/100 g), tahinde ise en düşük (9,7 mg/100 g) olduğu saptanmıştır. Sindirim

sonrası tüm numunelerde fenolik-flavonoid madde miktarında ve antioksidan aktivitede anlamlı bir düşüş olduğu gözlemlenmiştir ( $p<0,05$ ). Analiz sonucunda elde edilen değerler incelendiğinde numunelerdeki fenolik ve flavonoid bileşenlerin sindirim sırasındaki ortam koşullarından (pH, mide-ince bağırsak sıvısı, enzimlerden) etkilendiği ve kayıplar meydana geldiği görülmektedir. Ayrıca çalışma sonucunda gıdaların sindirimini biyoerişebilirliği doğrudan etkilediği tespit edilmiştir (Çelik, 2014).

Yapılan in vitro sindirim çalışmasında iyonik jelasyon yönteminden yararlanılarak etanolik propolis ekstraktı, aljinat biyopolimeriyle enkapsüle edilmiştir. Çalışma kapsamında ham propolis ve kapsüllenmiş propolislerin in vitro koşullarda biyoerişebilirlikleri ve salınım profilleri incelenmiştir. Araştırma sonucunda kapsüllenmemiş ham propolisin in vitro sindirim koşullarında salınımının oldukça düşük olduğu, kapsüllenmiş propolislerin ise pH 7,4'te %95'ten fazlasının salındığı saptanmıştır. Ayrıca aljinat ile kaplanan propolis kapsüllerinin 2 saat sonunda simüle ince bağırsak ortamında tamamen dağılarak içerisindeki aktif bileşenlerin tümünü serbest bıraktığı böylece aljinat kapsüllerinin arzu edildiği gibi hedef noktada yüksek oranda salınım yaptığı tespit edilmiştir (Keskin, 2018).

### **1.7.Fonksiyonel Dondurma ve Biyoerişebilirlik ile İlgili Yapılan Çalışmalar**

Yapılan bir çalışmada manda sütünden yararlanarak üretilen dondurmanın antioksidan içeriğini arttırmak ve ürüne doğal yollarla renk kazandırmak için domates kabuğunun ekstraksiyonu ile elde edilmiş % 0, 1, 2, 3, 4 ve 5 oranlarında karotenoit ilave edilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda dondurmadaki karotenoit oranı arttıkça özgül ağırlığın ve yağ oranının buna paralel olarak arttığı görülmüştür. 30 gün süren depolama süreci boyunca duyuşal açıdan en çok beğenilen ürün %3 karotenoit içeren dondurma olduğu gözlemlenmiştir (Rizk, El-Kady ve El-Bialy, 2014).

Çam vd., (2013) antioksidan madde miktarının dondurma üzerine etkileri ile ilgili yapmış oldukları çalışmada dondurmaya nar kabuğu tozu ve nar çekirdeği yağı ekleyerek dondurmaya yağ asitleri bakımından zenginleştirmiş ve aynı zamanda dondurmadaki antioksidan madde miktarını arttırarak dondurmaya fonksiyonel hale getirmişlerdir. Çalışma kapsamında yalnızca nar kabuğu fenolik madde içerdiği için sadece nar kabuğundan elde edilen dondurmalarda antioksidan kapasite yüksek bulunmuştur. Nar çekirdeği yağı ilavesi fenolikliğe katkı sağlamamış olup yalnızca

yağ asidi miktarını arttırmıştır. Dondurma tekstürünün katılan maddelerden etkilenmediği ve antioksidan maddelerin üretim boyunca stabil kaldığı tespit edilmiştir.

Antioksidan etki ile ilgili yapılan bir başka çalışmada C vitamini oranı yüksek sarı, yeşil, kırmızı renkli kivi çeşidi püre haline getirilerek % 9.5 yağ içeren dondurma üretiminde kullanılmıştır. Kırmızı kivi püresi ilave edilmiş dondurmanın en yüksek antioksidan etkiye sahip olduğu c vitamini içeriğinin ise en az yeşil kivi ilaveli dondurmada olduğu tespit edilmiştir. Duyusal değerlendirme sonucunda tüm dondurma çeşitleri beğenilmiştir (Sun-Waterhouse vd., 2013).

Parsons vd., (1985) dondurmanın peynir altı suyuyla zenginleştirilmesi üzerine yapmış oldukları çalışmada dondurma bileşimindeki süt yağsız kuru madde miktarını azaltıp bunun yerine peynir altı suyu, tatlı peynir altı suyu protein konsantratu ve sodyum kazeinat ilave edip fonksiyonel bir dondurma üretimi gerçekleştirerek dondurmaların duyusal özelliklerini incelemişlerdir. Duyusal değerlendirme sonucunda dondurmalar arasında aroma ve tekstür açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Yapılan başka bir çalışmada dondurmanın protein miktarı artırılarak örneklerin tekstürel özellikleri incelenmiştir. Dondurma bileşimine farklı miktarlarda peynir altı suyu veya toz haldeki süt protein konsantratu eklenmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda protein ilaveli örneklerin standart kontrol örneğinden daha fazla kabul gördüğü tespit edilmiştir. %30 peynir altı suyu veya %30-60 oranındaki toz haldeki süt protein konsantratu kontrol örneğinden daha çok beğenilmiştir (Patel vd., 2006).

Kesenkaş vd., (2013) tarafından soya ve inek sütü ilavesi ile elde edilen dondurma örneklerine kefir ve kefir kültürü de eklenerek fonksiyonel bir dondurma üretilmiş olup bu dondurmanın fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal özellikleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda dondurmalarda % 1.20-1.35 oranında protein, %26.05-27.50 oranında kuru madde, % 5.63-6.11 oranında ise protein olduğu tespit edilmiştir. En yüksek overrun (hacim artışı) değerinin %28,29 ile % 50 soya, %50 inek sütü ve ilave kefir kültürü içeren dondurma örneklerinde olduğu, aynı dondurmaların sertlik değerleri 1237-3764 g olarak belirtilmiştir.

Çeliker (2008) yapmış olduğu çalışmada aluç pekmezi ilave ederek elde ettiği dondurma da aluç pekmezinin pozitif yönde hacim artışına sebep olduğunu gözlemlemiştir. Pekmez oranlarının, yapı ve kıvam olarak dondurmalar da anlamlı bir

farklılığa sebep olmadığını belirtmiştir. Ayrıca depolama süreci boyunca dondurma örnekleri incelendiğinde aluç pekmezi oranlarındaki fark kimyasal ve mikrobiyolojik açıdan değişikliğe neden olmazken, fiziksel yapı açısından değişikliğe neden olmuştur.

Ayla vd., (2017) tarafından yapılan bir diğer çalışmada ise ceviz ezmesi ve dut kurusu tozu ilave edilerek dondurma üretimi gerçekleştirilmiş ve bu dondurmaların pH, kalori, overrun ve protein değerleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda dondurmaların pH değerleri ortalama 6.310, toplam kalori değerleri, 103.67 kcal, overrun değerleri ise % 32.028 olarak hesaplanmıştır. Çalışma kapsamında bu değerler baz alındığında ceviz ezmesi ve dut kurusu tozu ilaveli dondurmaların kalori içeriklerinin az olduğu tespit edilmiştir. Çalışma kapsamında kullanılan ceviz ezmesi ve dut kurusu tozunun protein değerleri ise sırasıyla % 14,316 ve % 2,764 olduğu belirtilmiştir. Dondurmanın protein değeri incelendiğinde ise protein miktarının ortalama % 4,305 olduğu gözlemlenmiştir. Literatür bilgileri incelendiğinde bu değerlerin standarttan yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bunun sebebinin ise dondurma yapımında kullanılan ceviz ezmesinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir (Yiğit vd., 2005). Overrun yani hacim artışı ise dondurmanın randımanını ve dayanıklılığını arttırmakla beraber dondurmanın daha yumuşak, ağızda kolay eriyebilir ve homojen hale gelmesini sağlamaktadır (Temiz ve Yeşilsu, 2011).

Erzincan İl'inde yetişen karamuk meyvesinden dondurma üretimi gerçekleştirilmiş olup, üretilen karamuk meyveli bu dondurmaların kalite özellikleri belirlenmiştir. Bu amaç doğrultusunda karamuk meyve ilaveli dondurma örneklerinde kuru madde, yağ, pH, toplam asitlik ve renk analizleri yapılmıştır. Yapılan analiz sonucunda karamuklu dondurma örneklerinde kuru madde, yağ, toplam asitlik değerleri % cinsinden sırasıyla; 28.79, 3.0, 0.164, pH ve viskozite değerleri ise 6.47, 9970 olarak tespit edilmiştir. Ayrıca renk analizi sonucunda L değerinin 43.401, a ve b değerinin ise 4.894 ve 2.044 olduğu görülmektedir. Elde edilen veriler incelendiğinde kuru madde miktarındaki değişikliğin dondurmanın belli bir standarda göre hazırlanmamasından kaynaklandığı, standart baz alındığında dondurmanın yarım yağlı dondurma sınıfına girdiği, ayrıca toplam asitlik ve pH değerinin standarda uygun olduğu gözlemlenmiştir (Çakıroğlu, Çakır ve Arslaner, 2016). Viskozite değeri ise akmaya karşı gösterilen direnç olup dondurmanın kalitesini etkileyen en önemli parametrelerden biridir (Güven ve Akın, 1997). L yani aydınlık değeri dondurma renginin açıklık ve koyuluğunun bir göstergesidir. Bu değer 0'a geldikçe rengin siyah, 100'e geldikçe

rengin beyaz olduğu gözlemlenmiştir. Diğer renk parametreleri incelendiğinde ise dondurma renginin pembemsi-mor renkte olduğu tespit edilmiştir.

Göktaş, (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, farklı yaban mersinlerinin fenolik bileşenleri kromatografik teknik olan LC-MS/MS metoduyla, antioksidan aktiviteleri ise DPPH yönteminden yararlanılarak incelenmiştir. Çalışma sonucunda yaban mersini çeşidinin fenolik madde miktarını ve antioksidan aktiveyi doğrudan etkilediği tespit edilmiştir.

Yıldız, (2011) yaban mersini ile ilgili yapmış olduğu bir çalışmada, Trabzon İli'ndeki çeşitli yaban mersinlerindeki (*Vaccinium myrtillus* L.) biyoaktif bileşenlerini ve antioksidan kapasitelerini incelemiştir. Bu amaçla ters fazlı HPLC cihazında 15 farklı fenolik madde analizi yapılmış ancak, 7 adet fenolik madde tespit edilmiştir.

Yaban mersinindeki fenolik madde profilinin incelenmesi üzerine yapılan bir diğer çalışmada, yaban mersini ekstraktları ve yaban mersini suyundaki polifenolik maddeler vanilik asit, protokateşuik asit ve kuersetin açısından incelenmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen değerlerinin sırasıyla; 1997.9 ng/mL, 1600 ng/mL, 340 ng/mL olduğu tespit edilmiştir (McKay vd., 2015).

Biyoerişebilirlikle ilgili yapılan bir çalışmada nar meyvesinin gıdalarda kullanımının fenolik ve antosiyanik açıdan biyoyararlığa etkisi incelenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda nardaki fenolik bileşiklerin gastrointestinal sistemde antosiyanik bileşiklere göre daha dayanıklı olduğu tespit edilmiştir. Antosiyanin gibi bileşenler sindirim sırasında midedeki yüksek asidik koşullardan ve bağırsaktaki alkali ortam koşullarından etkilenerak oksidasyona uğramakta ve böylece zarar görmektedirler. Sindirim sonrası antosiyanin bileşiklerin zarar görmesinin diğer nedenleri ise vücut ortamında emilim tamamen gerçekleşmeden antosiyanin başka formlara dönüşmesidir (McDougall vd., 2005).

Tüm bu nedenlerden dolayı biyoaktif bileşiklerin tek başına kullanılmasından ziyade bir gıdaya ilave edilip o ürün fonksiyonel hale getirilerek kullanılmalıdır. Böylece gıdadaki diğer bileşenlerle etkileşim kurularak biyoyararlığının artması sağlanabilir (McDougall vd., 2005).

Kurutulmuş meyvelerin içermiş oldukları antioksidan bileşiklerin insan vücudunda sinir ve sindirimin sistemini iyileştirici özellikleri olduğu bununla birlikte antikarsinojenik etki gösterdiği yapılan araştırmalar sonucunda tespit edilmiştir. Ayrıca taze meyveler kadar kurutulmuş meyvelerin de besin bileşiminin oldukça zengin olduğu birçok çalışma tarafından belirtilmiştir. Bunun sebebinin ise kurutulmuş meyvelerde bulunan lifli bileşikler ve antioksidan maddelerin kurutma sonrasında yoğunlaşmasıyla beraber uzun süre tokluk hissi oluşturarak kilo dengesi sağlaması olduğu düşünülmektedir (Guo, Kong ve Meydani, 2009).

Yapılan bu çalışma doğrultusunda ülkemize özgü yaban mersini, siyah üzüm, mor erik ve kızılçık gibi kuru meyvelerin içermiş oldukları fenolik maddelerin analizi yapılmış olup bu maddelerin biyoerişebilirliği in-vitro sindirim metoduyla belirlenmiştir. Böylece yapılan çalışma sonucunda farklı maddelerden ekstrakte edilerek elde edilen fenolik maddelerin biyoyararlığı belirlenmiş olup bu maddelerin gıda matrisi ile etkileşiminin biyoyararlığa etkisi incelenmiştir. Çalışma sonucunda yaban mersini, siyah üzüm, mor erik ve kızılçık meyvesinin sindirim öncesi monomerik antosiyanin değerleri sırasıyla; 1,2±0,0 mg antosiyanin/100 g, 9±0,4 mg antosiyanin/100 g, 1±0,1 mg antosiyanin/100 g, 4±0,3 mg antosiyanin/100 g olduğu görülmektedir. Sindirim sonrası monomerik antosiyanin değerleri ise; 0,6±0,0 mg antosiyanin/100 g, 4,7±0,3 mg antosiyanin/100 g, 0,7±0,0 mg antosiyanin/100 g, 2,6±0,1 mg antosiyanin/100 g'dır. Elde edilen değerler incelendiğinde tüm numunelerde sindirim sonrası antosiyanin miktarının azaldığı tespit edilmiştir. Antosiyanin miktarındaki bu azalışın sebebi, antosiyanin bileşenlerin sindirim sırasında ince bağırsaktaki yüksek pH (7.0) , sıcaklık gibi ortam şartlarından kolaylıkla etkilenmesi ve zarar görerek kimyasal yapılarını koruyamamasından kaynaklanmaktadır. Bu durum in vitro ortamda üzüm sü meyvelerin biyoerişebilirliklerinin düşük olmasına neden olmaktadır (Felgines vd., 2003).

Bir başka in-vitro sindirim çalışmasında ise; küçük meyve ekstraktlarından elde edilen fraksiyonların veya antosiyanin gibi fenolik bileşenlerin kolon kanseri hücrelerinin gelişimini engelleyici özellikleri olduğu ve bu meyvelerin hastalık karşısında kimyasal ajan gibi davranarak hastalığı engellediği tespit edilmiştir (Kang vd., 2003).

Aura vd., (2005) tarafından yapılan çalışma da ise; antosiyaninlerin stabilitesi ve biyodönüşümleri in-vitro sindirim metoduyla incelenmiştir. Yapılan bu çalışma

sonucunda in-vitro sindirim metodunun, gıda bileşiminde bulunan maddelerin ve birbirleriyle etkileşim halinde olan bileşenlerin sindirimin biyoerişebilirliğe etkisini incelemekte oldukça pratik ve kolay bir metot olarak kullanılabileceği bildirilmektedir.

Biyoerişebilirlikle ilgili yapılan farklı bir çalışmada gellan ve k-karragenan ile kapsüllenen yaban mersini ekstraktı, dondurma içerisine ilave edilerek fonksiyonel dondurma üretimi sağlanmış olup, üretilen bu örnekler ve kontrol numunesi (kapsüllememiş yaban mersinli dondurma) in vitro şartlarda gözlemlenerek sindirim öncesi ve sonrası toplam fenolik madde miktarı, antosiyanin miktarı, antioksidan kapasite açısından incelenmiştir. Ayrıca dondurma örnekleri fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellik açısından da değerlendirilmiştir. İn vitro mide ortamında yaban mersini meyvesinin sindirim öncesi toplam fenolik madde miktarı 3017,74 mg/L olup sindirim sonrası kontrol numunesinin (kapsüllememiş dondurma) simüle mide ortamında toplam fenolik madde miktarı 395,6 mg/L, gellan kapsüllü dondurmanın 482,32 mg/L ve k-karragenan kapsüllü dondurmanın ise 428,73 mg/L'dir. Toplam fenolik madde miktarındaki bu azalışın sebebi mide ortamının düşük pH'ı ve yüksek asitliğinden kaynaklanmaktadır. Fenolik maddeler sindirim sırasında ortam koşullarından etkilenerek degradasyona uğramaktadırlar. Sonuçlar incelendiğinde toplam fenolik madde miktarının en yüksek gellan kapsüllü dondurma örneklerinde, en düşük ise kapsüllememiş dondurma (kontrol numesi) örneklerinde olduğu görülmektedir. Bu değerler doğrultusunda mikroenkapsülasyon işleminin yaban mersinindeki fenolik maddeleri koruduğu ve mide asidine karşı daha dayanıklı hale getirdiği istatistiksel açıdan tespit edilmiştir ( $p<0,01$ ) (Dölek, 2012).

İnce bağırsak ortamında (pH:7.43, %0,06 safra tuzu) toplam fenolik madde miktarı ise kontrol numesi (kapsüllememiş dondurma), gellan ve k-karragenan kapsüllü dondurma örnekleri için sırasıyla; 107,18 mg/L, 294,75 mg/L, 260,33 mg/L'dir. Örnekler arasında en yüksek değere sahip olan dondurmanın 294,75 mg/L ile gellan kapsüllü dondurma olduğu görülmektedir. Kapsülasyon işlemi, fenolik madde miktarında anlamlı farklılığa neden olmuştur ( $p<0,01$ ). Mide ve ince bağırsak ortamı beraber değerlendirildiğinde her iki ortamda da gellan kapsüllü örneklerin daha yüksek fenolik madde miktarına sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu değerlerde gellan kapsülünün simüle mide ve bağırsak ortamında k-karregana göre daha dayanıklı olduğunu göstermektedir (Dölek, 2012). Ayrıca Akın (2012) ile Kailasaphaty ve Lam



(2005) da kapsül materyalinin asidik koşullar altında daha çabuk parçalandığını ve içerisindeki biyoaktif maddeyi daha kısa sürede açığa çıkardığını ifade etmişlerdir.

Sadeghi vd., (2014) tarafından protein jeli ile ilgili yapılan bir çalışmada hurma çekirdeği ekstraktının nano enkapsülasyonu için peynir altı suyu proteinlerinin soğuk jelasyona tabi tutulması ve bu yöntemin sebep olduğu değişiklikler incelenmiştir. Yapılan bu çalışmanın amacı ise bir faz içinde mikroemülsifiye edilmiş asit kaynaklı soğuk jelatin proteinleri yoluyla fenolik madde kaynağı olan hurma özütü için taşıyıcılar hazırlamaktır. Peynir altı suyu proteinin soğuk jelasyon yöntemiyle jelleşmesi sağlanılarak ısıya duyarlı fenolik bileşiklerin protein jeli içerisinde hapsedilmesi ve böylece yararlı bileşenlerin korunması ve yeni biyopolimerik parçacıkların üretilmesi sağlanmıştır. Bu çalışma doğrultusunda fenolik madde açısından zengin hurma çekirdeği özütü, ayçiçek yağı, gluko-d-lakton (GDL) ve kalsiyum klorürden oluşan bir sulu faz ile hazırlanan çözeltiler 5 dakika boyunca 80 ° C'de ısıyla muamele edilmiş olup, ardından hızlı bir şekilde soğutulmuş sorbitan monooleat karışımında mikroemülsifiye edilmiştir.

Yapılan çalışma sonucunda hurma çekirdeği ekstraktının pH 6.3'de gallik asit cinsinden toplam fenolik madde miktarının 1582 mg GA/100 g olduğu, hurma çekirdeği ekstraktının asidifikasyonu esnasında (pH: 2.0) ise fenolik madde miktarının 1068 mg GA/100 g'a düştüğü tespit edilmiştir. Bu düşüşün sebebi ise fenolik maddelerin asidik koşullarda zarar görmesi ve çözünürlüklerinin daha az olmasıdır. Dış faktörlerden kolayca etkilenen fenolik maddeler, düşük pH karşısında kararlı bir yapı oluşturamayıp yüksek asidik koşullardan olumsuz yönde etkilenmişlerdir (Sadeghi vd., 2014).

Literatür bilgileri incelendiğinde, mikroemülsiyon sistemi içerisinde peynir altı suyu proteinlerinin (whey protein) soğuk jelasyonu yönteminden yararlanılarak kapsül haline getirilmesi ile ilgili herhangi bir çalışma tespit edilememiştir. Sadeghi vd. tarafından yapılan bu çalışmanın gelecekte ısıya duyarlı nutrasötikleri hapseden biyopolimerik parçacıklar üretmek için ümit vaat eden bir yöntem olduğu ve bu yöntemin daha da geliştirilebileceği yapılan çalışmalar sonucu tespit edilmiştir.

Yapmış olduğumuz bu çalışmada ise protein jelinin taşıyıcılık özelliğinden yararlanılarak, jel içerisine hapsedilen yaban mersinindeki fenolik maddelerin gastrointestinal koşullar altında zarar görmeden, hedef bölge olan ince bağırsağa

ulaştırılması sağlanmıştır. Bu durum da biyoerişebilirlik miktarının artmasına neden olmuştur.



## **İKİNCİ BÖLÜM**

### **MATERYAL VE METOD**

#### **2.1. Materyal**

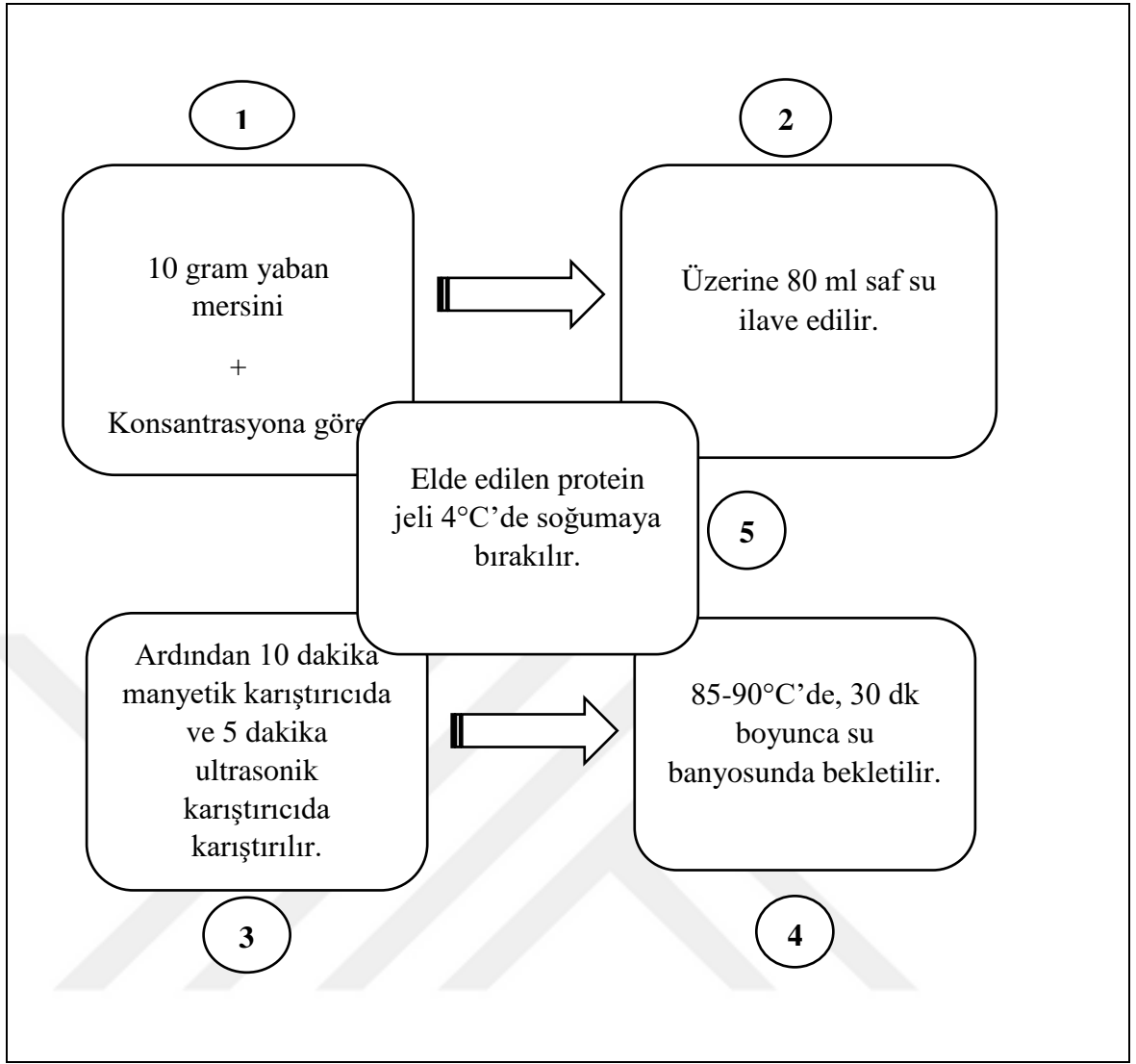
Dondurma üretiminde inek sütü, krema, şeker, yaban mersini İstanbul piyasasındaki marketlerden, katkı maddeleri emülgatör, stabilizatör ve aroma maddeleri dondurma üretimi gerçekleştiren bir firmadan, whey proteini ise internet üzerinden temin edilmiştir.

Kullanılan tüm kimyasallar analitik bir dereceye sahiptir ve Merck (Darmstadt, Almanya) ürünleri temin edilmiştir.

#### **2.2. Metod**

##### **2.2.1. Protein Jelinin Hazırlanması**

Dondurmadaki yaban mersini konsantrasyonu %10 olacak şekilde sabit tutulmuş olup, dondurmadaki protein jeli konsantrasyonu değişken olarak kabul edilmiştir. Arzu edilen miktarda whey proteini ve yaban mersini tartılarak su içerisine ilave edildi. Elde edilen 100 ml'lik karışım homojen hale gelinceye kadar karıştırıcı ve ultrasonik karıştırıcıda ortalama 15 dakika karıştırıldı. 85-90°C'de, 30 dk boyunca su banyosunda bekletildi ve ardından 4°C'de soğutuldu. Şekil 2.1'de %10'luk protein jelinin yapım aşaması verilmiştir.



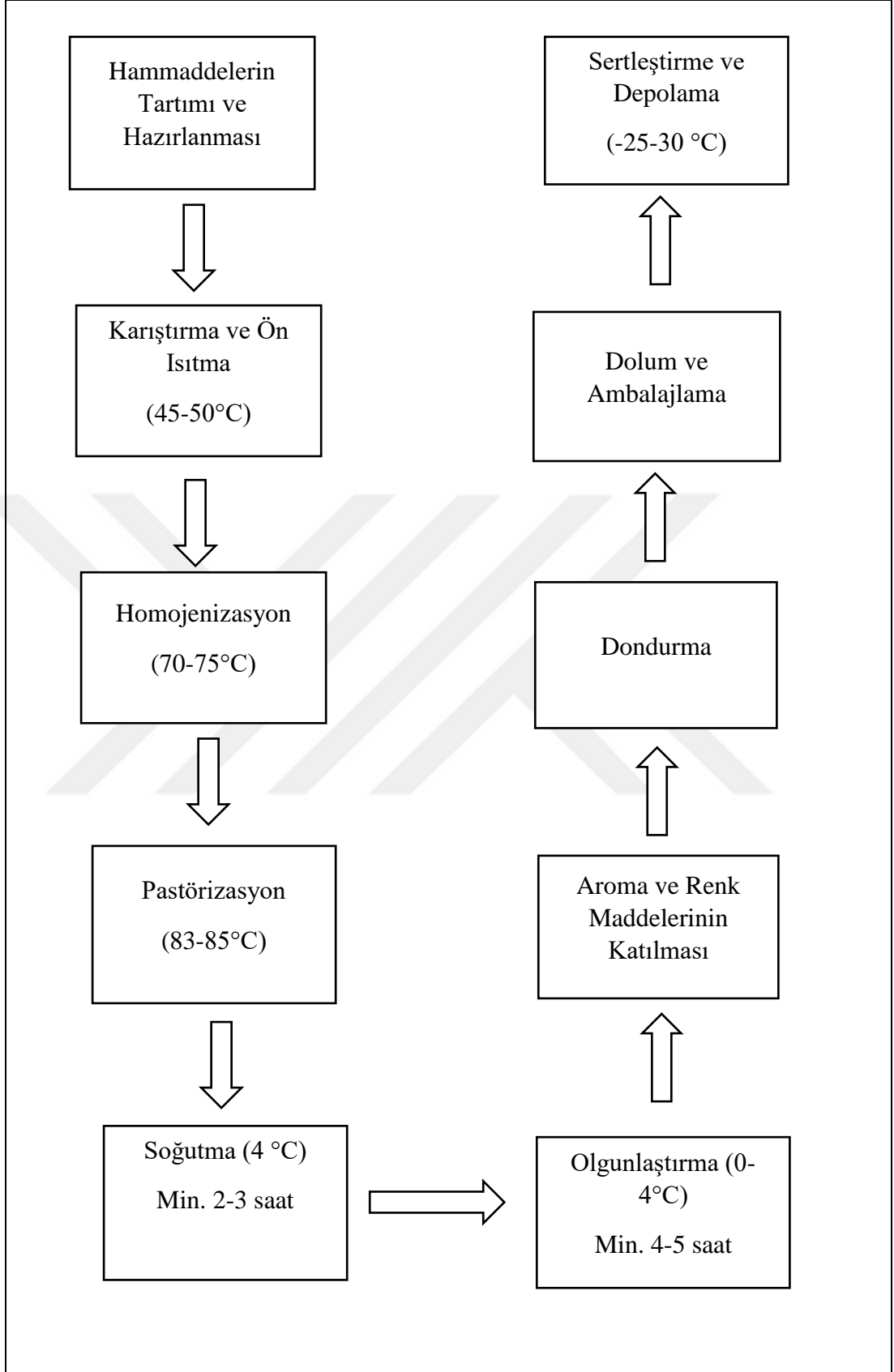
Şekil 2.1: Protein jelinin hazırlanması

### 2.2.2. Dondurmanın Yapılışı

Fonksiyonel dondurma üretimi için öncelikle süt tozu, stabilizatör, emülgatör, şeker, yağ tartılır ve pastörize süt örneğine ilave edildi. Ardından karışım homojen bir görünüm elde edilinceye kadar karıştırılarak homojenizasyon işlemi gerçekleştirildi. Hazırlanan bu karışım ısıtılarak 80-85 C<sup>0</sup> 'de pastörize edildi. Pastörizasyon işleminden sonra +4 C<sup>0</sup> 'de soğutma işlemi gerçekleştirilerek karışım olgunlaşmaya bırakıldı. Olgunlaştırma işleminden sonra aroma maddeleri ile beraber protein tozu ve yaban mersiniyle hazırlanan jel karışıma eklendi, ardından bu karışım dondurma cihazına verildi. Karışım dondurma cihazında ortalama 15 dakika boyunca karıştırılarak son ürün olan dondurma elde edildi. Elde edilen dondurma şekil verilerek kalıplara döküldü. Bu dondurma örnekleri -20 C<sup>0</sup> 'de muhafaza edildi.



**Şekil 2.2:** Yaban Mersinli Fonksiyonel Dondurma

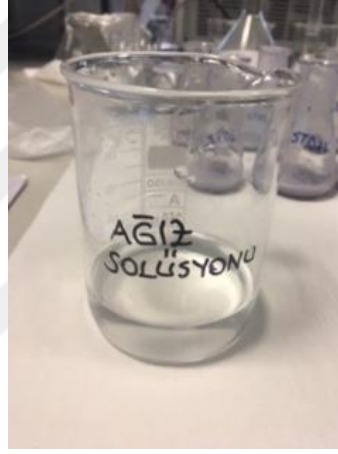


**Şekil 2.3:** Fonksiyonel Dondurmanın Üretim Aşamaları

## 2.2.2. Sindirim Analizleri

### 2.2.2.1. Sindirim Solüsyonlarının Hazırlanması

**İn-Vitro Sindirim Analizleri İçin Ağız Solüsyonu Hazırlama:** 17,53 gr NaCl tartıldı ve üzerine 100 ml saf su ilave edildi. Hazırlanan bu NaCl çözeltisinden mikro pipet yardımıyla 0,34 ml NaCl çözeltisi çekildi. Ardından behere 50 ml saf su konularak üzerine çekilen 0,34 ml NaCl çözeltisi eklendi ve pH 6,8 'e ayarlandı. Bu işlem balık atılarak karıştırıcıda karıştırılarak gerçekleştirildi. pH ayarlandıktan sonra 0,058 gr a-amilaz + 0,005 gr guar gam yavaşı ilave edildi. Enzim ilavesinden sonra 50 ml daha saf su eklenerek solüsyon 100 ml'ye tamamlandı. Ve son pH'ın tekrar 6,8 olması sağlandı.



Şekil 2.4 İn Vitro Ortamdaki Ağız Solüsyonu

**İn-Vitro Sindirim Analizleri İçin Mide Solüsyonu Hazırlama:** 0,1 N HCl çözeltisinden mikro pipet yardımıyla 1,3 ml HCl çözeltisi çekildi. Aynı zamanda farklı bir yerde 2,22 gr CaCl<sub>2</sub> üzerine 100 ml saf su ilave edildi. Ve bu hazırlanmış olduğumuz CaCl<sub>2</sub> çözeltisinden mikro pipet yardımıyla 3,6 ml çözelti çekildi. Ardından behere 50 ml saf su konularak üzerine 1,3 ml HCl çözeltisi + 3,6 ml CaCl<sub>2</sub> çözeltisi mikro pipet yardımıyla ilave edildi ve pH 1,5'e ayarlandı. Bu işlem balık atılarak karıştırıcıda karıştırılarak gerçekleştirildi. pH ayarlandıktan sonra karıştırılan çözelti içerisine 0,2 gr bovine serum albümin + 0,5 gr pepsin + 0,6 gr guar gam eklendi. Enzim ilavesinden sonra 50 ml daha saf su eklenerek solüsyon 100 ml'ye tamamlanarak karıştırılmaya devam edildi. Ve son pH'ın tekrar 1,5 olması sağlandı.

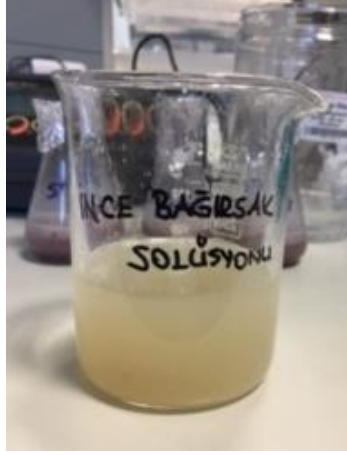


**Şekil 2.5:** İn Vitro Ortamdaki Mide Solüsyonu

**İn-Vitro Sindirim Analizleri İçin İnce Bağırsak Solüsyonu Hazırlama:** 8,96 gr KCl üzerine 100 ml saf su ilave edildi. Bu çözeltiden mikro pipet yardımıyla 1,26 ml KCl çözeltisi çekildi. Aynı zamanda farklı bir yerde 2,22 gr CaCl<sub>2</sub> üzerine 100 ml saf su ilave edildi ve bu çözeltiden mikro pipet yardımıyla 1,8 ml CaCl<sub>2</sub> çözeltisi çekildi. Ardından behere 50 ml saf su konularak üzerine mikro pipet yardımıyla 1,26 ml KCl çözeltisi + 1,8 ml CaCl<sub>2</sub> çözeltisi ilave edildi ve daha sonra pH 8,0'a ayarlandı. Bu işlem balık atılarak karıştırıcıda karıştırılarak gerçekleştirildi. Ardından pH ayarlandıktan sonra çözelti içerisine 0,2 gr bovine serum albümin + 1,8 gr pankreatin + 0,3 gr lipaz eklendi. Enzim ilavesinden sonra 50 ml daha saf su eklenerek solüsyon



100 ml'ye tamamlandı ve karıştırılmaya devam edildi. Ve son pH'ın tekrar 8,0 olması sağlandı.



**Şekil 2.6:** İn Vitro Ortamdaki İnce Bağırsak Solüsyonu

#### **2.2.2.2. İn-Vitro Sindirim Analizleri**

Üretimi gerçekleştirilen fonksiyonel dondurmada in-vitro sindirim metodundan yararlanılarak dondurma sindiriminin gerçekleşmesi sağlanmış olup ardından protein jeli içerisinde hapsedilmiş yaban mersinli dondurmanın toplam fenolik madde miktarı gallik asit cinsinden tespit edilmiştir. Toplam fenolik madde miktarının tespiti HPLC cihazında gerçekleştirilmiştir.

Ekstraktların simüle ağız, mide ve ince bağırsak ortamlarına toleranslarını belirlemek amacıyla, laboratuvar şartlarında simüle ağız, mide ve ince bağırsak ortamları oluşturulmuştur. Protein jeli içerisinde hapsedilen yaban mersini içerisindeki toplam fenolik madde miktarı in vitro sindirim analizleri sonucunda belirlenmiş olup dondurmanın biyoerişebilirliği incelenmiştir. Bu amaç doğrultusunda öncelikle sindirim solüsyonları hazırlanmış olup ardından uygun ortamlar sağlandıktan sonra in vitro sindirim gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda 6 farklı protein konsantrasyonuna sahip %10 yaban mersini içeren dondurma örnekleri ağız, mide ve ince bağırsak olmak üzere 3 ortamda 2 paralel 2 tekerrür şeklinde çalışılmıştır.

**İn-Vitro Ağız Sindirimi:** A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub> olmak üzere her 3 ortam için 5 gr dondurma örneği tartıldı. Örnekler üzerine 5 ml ağız solüsyonu ile beraber 10 ml saf su ilave edildi. Hazırlanan bu çözeltiler 37°C'de 5 dk kuru karıştırıcıda karıştırıldı. Her bir numune için 2 paralel çalışılarak aynı işlem gerçekleştirildi. Böylece simüle ağız sindirimi gerçekleştirilmiş oldu. A<sub>1</sub> örneği ağız sindirimden sonra HPLC'de toplam fenolik madde tayini için ayrıldı. A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub> için ise sindirime devam edildi.



**Şekil 2.7:** İn Vitro Ortamda Ağızda Sindirim Sonrası Dondurma Numuneleri

**İn-Vitro Mide Sindirimi:** Ağız ortamı sindirimi gerçekleştirildikten sonra, A<sub>2</sub> ve A<sub>3</sub> olan simüle ağız ortamı çözeltilerinin üzerine 10 ml mide solüsyonu ilave edildi. Ardından, A<sub>2</sub> ve A<sub>3</sub> çözeltileri 37°C'de 2 saat boyunca kuru karıştırıcıda karıştırıldı. Çözeltiler kuru karıştırıcıdan alındıktan sonra pH kontrol edildi ve 10-20 ml saf su eklendi. Her bir numune için 2 paralel çalışılarak aynı işlem gerçekleştirildi. Böylece simüle mide sindirimi gerçekleştirilmiş oldu. A<sub>2</sub> örneği mide sindiriminden sonra HPLC'de toplam fenolik madde tayini için ayrıldı. A<sub>3</sub> için ise sindirime devam edilerek mide ortamından ince bağırsak ortamına geçiş yapıldı.



**Şekil 2.8:** İn Vitro Ortamda Midede Sindirim Sonrası Dondurma Numuneleri

**İn-Vitro Bağırsak Sindirimi:** Karıştırıcıdan alınan A<sub>3</sub> mide ortamı çözeltisinin üzerine 2 ml % 70 NaHCO<sub>3</sub> eklendi. pH'ın 7,0 olması sağlandı. Ardından 10 ml ince barsak solüsyonu + 5 ml bile juice solüsyonu eklendi ve pH'ın 8,0 olması sağlandı. Son olarak A<sub>3</sub> çözeltisi 37°C'de 2 saat boyunca kuru karıştırıcıda karıştırıldı. Her bir numune için 2 paralel çalışılarak aynı işlem gerçekleştirildi. Böylece simüle bağırsak sindirimi gerçekleştirilmiş oldu.



**Şekil 2.9:** İn Vitro Ortamda İ. Bağırsakta Sindirim Sonrası Dondurma Numuneleri

### 2.2.3. Toplam Fenolik Bileşen Analizinde Kullanılan HPLC Analizi

Yaban mersini meyvesindeki toplam fenolik madde miktarının HPLC tayini için % 99,99 saflıktaki metanol ile ekstrakte edilen numuneler kullanılmıştır. Ekstaksiyon işlemi gerçekleştirildikten sonra numuneler 4 ° C'de ortalama 15 dakika boyunca ultrasonik karıştırıcıda karıştırıldı. Numuneler cihaza verilmeden önce filtre kağıdından geçirilerek süzme işlemi gerçekleştirildi. Ekstraktlar analize kadar +4 ° C'de muhafaza edildi. Ardından enjeksiyon öncesi numuneler, 0.45 µm'lik bir filtreden süzülerek HPLC cihazına verildi. Ultra Hızlı Sıvı Kromatografisi (HPLC), Shimadzu cihazı kullanıldı. Ultra viyole (UV) dedektörle, Kolon sıcaklığı 40°C' de, Dalga boyu: 280 nm, Enjeksiyon hacmi: 20 µl ve Akış hızı: 1 ml/dakika koşullarında cihaza verildi, çıkan piklerin alan hesabı ile fenolik madde miktarları hesaplandı.

### 2.2.4 Duyusal Analiz

Üretimi gerçekleştirilen whey proteini ile zenginleştirilmiş yaban mersinli fonksiyonel dondurma örneklerinin değerlendirmeleri 20-55 yaş arası 20 kişiden oluşan eğitimsiz panelistler tarafından yapıldı. Duyusal analiz form örneği EK-1'de verilmiştir.

Hazırlanan dondurma örneklerinde kontrol numunesi A1, %10 whey proteini içeren dondurma A2, %12 whey proteini içeren dondurma A3, %14 whey proteini içeren

dondurma A4, %16 whey proteini içeren dondurma A5, %18 whey proteini içeren dondurma A6, %20 whey proteini içeren dondurma ise A7 şeklinde numaralandırıldı. Fonksiyonel dondurmaların kabul edilebilirliğini ve kişilerin genel tercihlerini belirlemek için 7 ölçekli (1:Hiç beğenmedim; 7:Çok beğendim) hedonik test uygulandı (Lawless vd., 2010).

Duyusal analiz; görünüm, lezzet, tekstür ve genel beğeni kategorilerinde değerlendirildi. Analiz formunda bulunan satın alma tercihi sorusu 7 seçenekli olarak hazırlandı. Tüm panelistlere şeffaf bir kap içerisinde 7 farklı dondurma örneği eşit oranlarda verildi. Fonksiyonel dondurma yapımında kullanılan herhangi bir maddeye karşı alerjisi olan panelistler duyuusal analiz değerlendirilmesine alınmadı.

### **2.2.5 İstatiksel Analizler**

Çalışma kapsamında analizler 2 paralel, 2 tekerür olarak gerçekleştirildi. Yaban mersini içeren dondurmalara ilave edilen protein jelinin gallik asit cinsinden fenolik madde miktarı üzerindeki etkisi Kruskal Wallis Testi uygulanarak 0.05 anlamlılık düzeyinde değerlendirildi. Gerekli istatiksel analizler Spss programı kullanılarak gerçekleştirildi.

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### BULGULAR VE TARTIŞMA

#### 3.1. İn-Vitro Ortamda Protein Jelinin Dondurmadaki Fenolik Madde Miktarı Üzerine Etkisi

Çalışmada üretilmiş olan yaban mersini ilaveli fonksiyonel dondurmaların ağız, mide ve ince bağırsak ortamlarındaki gallik asit cinsinden toplam fenolik madde miktarı( $\mu\text{g}/100\text{gr}$ ) ile jel konsantrasyonu arasındaki ilişki Tablo 3.1’de verilmiştir. Toplam fenolik madde miktarı yaban mersini için  $12.311 \mu\text{g}/100\text{gr}$  olarak belirlendi.

Elde edilen sonuçlara göre %10 protein jeli içeren yaban mersinli dondurma örneklerinde toplam fenolik madde miktarının  $251 \mu\text{g}/100\text{gr}$  ile  $261 \mu\text{g}/100\text{gr}$  arasında değiştiği, en yüksek fenolik madde miktarının  $293 \mu\text{g}/100\text{gr}$  ile mide ortamında, en düşük fenolik madde miktarının ise  $251 \mu\text{g}/100\text{gr}$  ile ağız ortamında olduğu tespit edildi.

%12 oranında protein jelli yaban mersinli dondurmalar incelendiğinde toplam fenolik madde miktarı  $256 \mu\text{g}/100\text{gr}$  ile  $369 \mu\text{g}/100\text{gr}$  arasında değişmektedir. En yüksek fenolik madde miktarının  $369 \mu\text{g}/100\text{gr}$  ile ince bağırsak ortamında, en düşük fenolik madde miktarının ise  $256 \mu\text{g}/100\text{gr}$  ile ağız ortamında olduğu saptandı.

% 14 protein jeli içeren yaban mersinli dondurma numularında ise gallik asit cinsinden toplam fenolik madde miktarının  $248 \mu\text{g}/100\text{gr}$  ile  $442 \mu\text{g}/100\text{gr}$  arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek fenolik madde miktarının  $442 \mu\text{g}/100\text{gr}$  ile ince bağırsak ortamında olduğu tespit edilirken en düşük fenolik madde miktarının ise  $248 \mu\text{g}/100\text{gr}$  ile ağız ortamında olduğu tespit edildi.

%16 protein jeli içeren yaban mersinli dondurmalara bakıldığında toplam fenolik madde miktarının  $176 \mu\text{g}/100\text{gr}$  ile  $436 \mu\text{g}/100\text{gr}$  arasında değiştiği saptanmıştır. En yüksek fenolik madde miktarının aynı şekilde  $436 \mu\text{g}/100\text{gr}$  ile ince bağırsak ortamında, en düşük fenolik madde miktarının ise  $176 \mu\text{g}/100\text{gr}$  ile ağız ortamında görüldüğü tespit edildi.

%18 protein jelli dondurmada en yüksek fenolik madde miktarının  $432 \mu\text{g}/100\text{gr}$  ile ince bağırsak ortamında, en düşük fenolik madde miktarının  $96 \mu\text{g}/100\text{gr}$  ile ağız ortamında görüldü.

%20 protein jelli dondurma örneklerinde de fenolik madde miktarının 485 µg/100gr ile ince bağırsak ortamında en fazla olduğu, 85 µg/100gr ile ağız ortamında en az olduğu görülmektedir.

**Tablo 3.1:** Farklı Konsantrasyondaki Protein Jelli Dondurmaların İn Vitro Ortamdaki Fenolik Madde Miktarları (µg/100gr)

Yaban mersinindeki toplam fenolik madde miktarı: 12311 µg/100gr							
	Kontrol	10%	12%	14%	16%	18%	20%
Ağız Ort.	291±17a	251±12b	256±9b	248±15b	176±8c	96±6d	85±6d
Mide Ort.	286±6ab	293±6a	283±1ab	270±4b	192±4c	132±10d	117±5d
İ.Bağ.Ort.	114±7e	261±4d	369±14c	442±20b	436±10b	432±15b	485±14a

Protein jeli içermeyen kontrol numunesi incelendiğinde ise toplam fenolik madde değerlerinin 114-291 µg/100gr arasında değiştiği, en az fenolik madde miktarın 114 µg/100gr ile ince bağırsak ortamında olduğu, en fazla ise 291 µg/100gr ile ağız ortamında olduğu saptandı.

Çalışmamızın sonuçları istatistiksel olarak incelendiğinde %10 protein jelli dondurma örnekleri hariç tüm protein jelli dondurmaların toplam fenolik madde miktarının ağız ortamından ince bağırsak ortamına gidildikçe arttığı ve anlamlı bir farklılık olduğu görüldü ( $p<0,05$ ).

Kullandığımız protein jeli sayesinde sindirim sonrası ağız ve mide ortamlarında fenolik maddelerin tükürük sıvısı, mide ortamındaki enzim ve mide sıvısı gibi dış etkenlerden korunması sağlanmıştır. Ağız ve mide ortamında jel içerisine hapsedilen fenolik maddeler en az zarara uğrayacak şekilde ince bağırsağa taşınarak kontrollü salınım gerçekleştirilmiştir. İnce bağırsak ortamında tamamen parçalanan protein jeli, içerisindeki fenolik maddelerin tümünü serbest hale geçirerek fenolik madde miktarının ve biyoerişebilirliğin artmasına neden olmuştur.

Literatür incelendiğinde pH'a duyarlı hidrojeller ve nanopartikül sistemlerinde peynir altı suyu proteinlerinin kullanımının incelediği bir çalışmada peynir altı suyu protein bazlı mikrokapsüllerde *bifidobakterilerin* kapsüllenmesi, simüle edilmiş gastrointestinal sistemde bakterilerin mide fazında canlılığını korumasına ve mikrokapsülasyonun hem asitlik hem de gastrik enzimler karşısında bir bariyer görevi sağlamasına neden olduğu tespit edilmiştir (Gunasekaran, Ko ve Xiao, 2007). Diğer

bir çalışmada mide fazından ince bağırsağa doğru ilerleyen canlı hücrelerin kontrollü salınımının gerçekleştiği ve hedef noktaya ulaşıldığında hücrelerin serbest bırakıldığı tespit edilmiştir. İn vitro sindirim sonrasında kapsüllenmemiş bifidobakterilerin sayısı  $1.9 \times 10^3$  cfu mL<sup>-1</sup> iken kapsüllenme sonrası bifidobakterilerin sayısı artarak  $7.9 \times 10^3$  cfu mL<sup>-1</sup> 'ye ulaşmıştır. Mikrokapsülasyon yöntemi, bifidobakterilerin düşük mide pH'ı ve safra tuzlarına karşı olan toleranslarını anlamlı bir farklılık oluşacak düzeyde arttırmıştır ( Beaulieu vd.,2002 ).

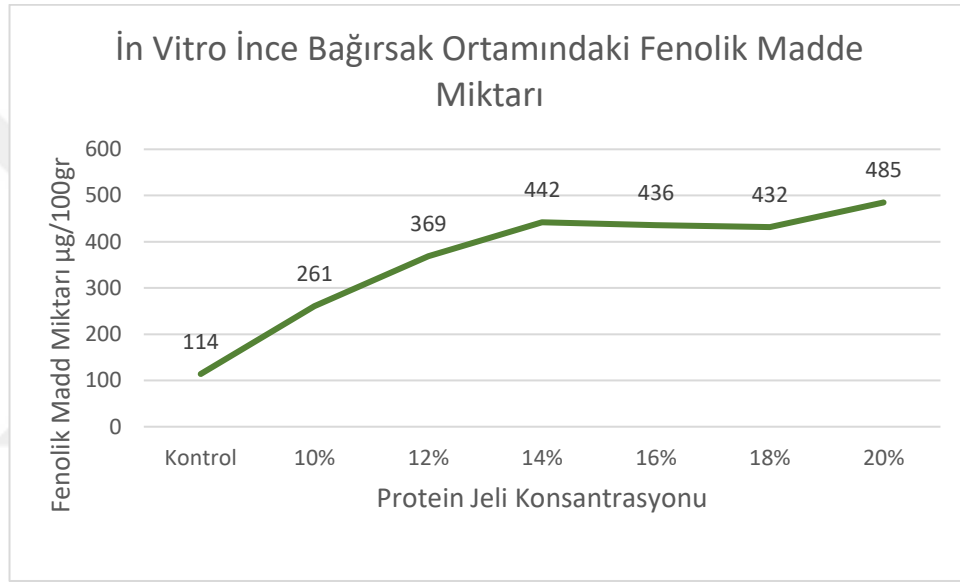
İnan-Çınkır vd., (2018) tarafından yapılan bir çalışmada da, peyniraltı suyu proteini, sodyum kazeinat ve soya proteini olmak üzere 3 farklı kaplama materyali kullanılarak emülsifikasyon yöntemi ile enkapsüle edilen  $\beta$ -karoten'in in vitro ortamda antioksidan aktivitesi incelenmiştir. Çalışma sonucunda kapsüllenmemiş  $\beta$ -karoten'in antioksidan aktivitesi %45 oranında iken kapsülasyon sonrası bu oran %60'a yükselmiştir. Yükselen antioksidan aktivite oranı kapsülasyon yöntemi sayesinde  $\beta$ -karoten içerisindeki biyoaktif maddelerin in vitro ortamda ağızdan ince bağırsağa kadar kontrollü bir şekilde taşındığını ve taşınma sırasında biyoaktif maddelerin, gastrointestinal koşullara karşı daha dayanıklı hale getirilerek hedef bölgeye ulaştıklarını göstermektedir.

Mensi vd., (2013) tarafından yapılan farklı bir çalışmada ise, gastrointestinal ortam şartlarında yüksek basınç homojenizasyon yönteminin (nanokapsülasyon yöntemi)  $\beta$ -karoten üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışma sonucunda, in vitro koşullarda nanokapsüllerin dayanıklılığının yüksek olduğu, peptik ve pankreatik sindirim sonrası %12 ve %33 oranında  $\beta$ -karoten'in serbest hale geçtiği tespit edilmiştir. Yapmış olduğumuz çalışma ve diğer literatür bilgileri değerlendirildiğinde kapsülasyon ve jelasyon yönteminin in vitro ortam şartlarında oldukça iyi bir taşıma özelliği gösterdiği görülmektedir.

İnce bağırsak ortamında fenolik madde miktarının, ağız ve mide ortamlarına kıyasla daha yüksek olmasının bir diğer sebebinin ise sindirim enzimlerinin kovalent modifikasyonu sonucunda fenolik maddelerin aktivitesinin yüksek pH koşullarında daha fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü fenolik bileşikler yüksek pH'da daha iyi çözünürlük göstermektedirler. Bu nedenle mide ortamına kıyasla daha yüksek pH'a sahip olan ince bağırsak ortamında fenolik maddelerin

miktarı ve aktiviteleri, düşük pH'a sahip mide ortamında bulunan fenolik maddelerin miktarı ve aktivitesinden genellikle daha fazladır (Cirkovic ve Stanic, 2018).

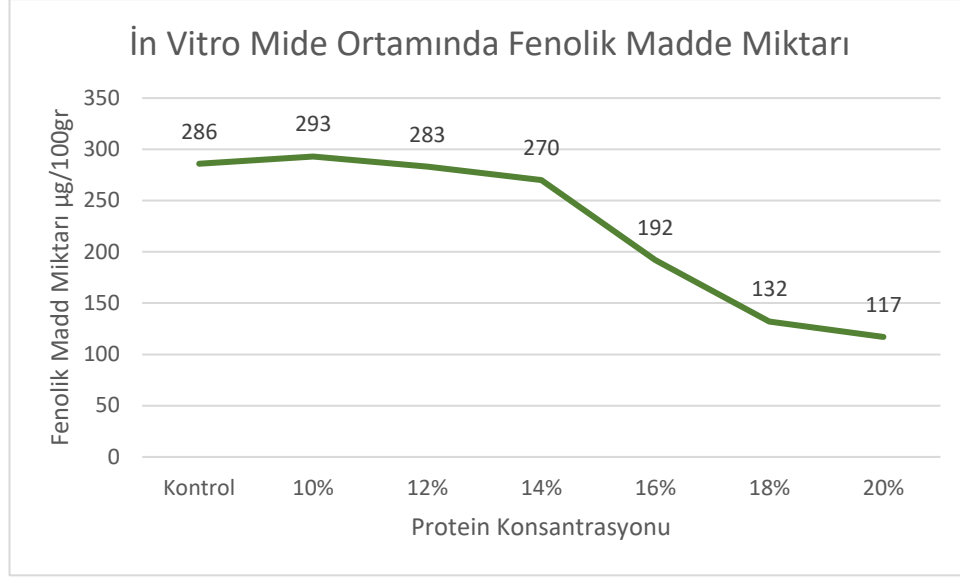
% 10 protein jelli dondurmalarda ise ağız ortamından ince bağırsak ortamına gidildikçe fenolik madde miktarında anlamlı bir artış gözlenmemiştir ( $p>0,05$ ). Bunun nedeninin de %10 protein jeli içeren dondurmalarda jel oluşumu tam olarak sağlanamadığı için fenolik maddeler jel içerisine yeterince hapsedilmemiş olup gastrointestinal sistemde kontrollü salınım gerçekleşmediğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Çalışmamızda üretilen fonksiyonel dondurmanın in vitro ince bağırsak ortamındaki protein konsantrasyonu - fenolik madde ilişkisi Şekil 3.1'deki grafikte verilmiştir.



**Şekil 3.1:** İn Vitro İnce Bağırsak Ortamındaki Fenolik Madde Miktarı

Çalışmamızda üretilen fonksiyonel dondurmanın in vitro mide ortamındaki protein konsantrasyonu - fenolik madde ilişkisi Şekil 3.2'de verilmiştir. Mide ortamında jel konsantrasyonun artışına paralel olarak anlamlı bir artış söz konusu değildir ( $p=0,125$ ). Midedeki yüksek asit konsantrasyonu, mide sıvısı ve çeşitli enzimler peynir altı suyu proteinin kararlı olmayan bozunma davranışı göstermesine sebep olmaktadır (Sah vd., 2016). Bu bilgi de bize mide ortamında fenolik madde miktarında her zaman anlamlı bir farklılık oluşamayacağını göstermektedir. Elde ettiğimiz sonuçta bu bilgiyi doğrular niteliktedir. Mide ortamında  $p>0,05$  olduğu için jel konsantrasyonuna bağlı olarak fenolik madde miktarında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir.





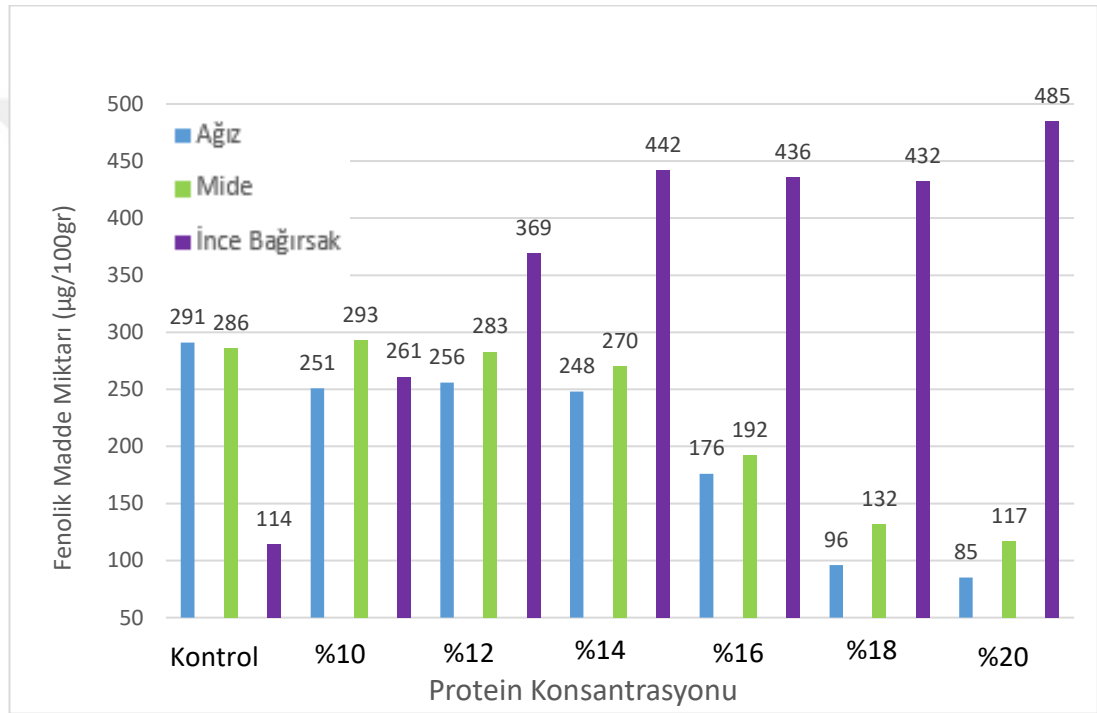
**Şekil 3.2:** İn Vitro Mide Ortamında Fenolik Madde Miktarı

Sadeghi vd., (2014) hurma çekirdeği ekstratının toplam fenolik madde miktarının ağız ortamında 1582 mg GA/100 g olduğu, mide ortamında ise bu değer 1068 mg GA/100 g'a düştüğünü saptamışlardır. Bir diğer çalışmada yaban mersinin sindirim öncesi toplam fenolik madde miktarının 3017,74 mg/L olduğu, sindirim sonrası mide ortamında ise bu değer 395,6 mg/L'ye düştüğü belirtilmiştir (Dölek, 2012).

Sağbasan, (2015) tarafından yapılan farklı bir çalışmada siyah üzümde sindirim öncesi fenolik madde miktarının 634,3 mg GAE/g iken sindirim sonrası bu değer 418,3 mg GAE/g'a düştüğü tespit edilmiştir. Benzer şekilde kıvılcık meyvesinde de sindirim öncesi toplam fenolik madde miktarı 1081,9 mg GAE/g iken sindirim sonrası fenolik madde miktarı 984,3 mg GAE/g'a düşmüştür.

Şekil 3.3 incelendiğinde %18 protein konsantrasyonundan sonra jelleşmenin daha iyi olduğu özellikle %18 ve %20'de güçlü bir jel yapısının oluştuğu düşünülmektedir. Jelleşme gücü arttıkça fenolik maddeler ağız ve mide ortamında daha iyi tutulmuş olup, oluşan jel yapısı sayesinde fenolik maddeler sıcaklık, pH, enzim gibi dış etkenlerden korunmuştur. Protein konsantrasyonunun artması ağız ortamında fenolik madde miktarında anlamlı bir azalmaya sebep olmuştur ( $p < 0,05$ ). Artan protein konsantrasyonunun jel yapısını daha kararlı ve güçlü hale getirdiği böylece artışa paralel olarak jelin fenolik maddeleri tuttuğu ve fenolik madde miktarında ağız ortamında anlamlı bir azalmaya sebep olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte %10 protein jeli

konsantrasyonundan %20'ye gidildikçe fenolik maddelerin en az zarar görecektir şekilde emilimin gerçekleştiği ve ince bağırsağa taşındığı gözlenmektedir. İnce bağırsağa ulaşıldığında proteinlerin sindirimi tamamen gerçekleştiği için jel içerisine hapsedilen fenolik maddeler artık serbest hale geçmişlerdir. Tablo 3.1'e bakıldığında ince bağırsak ortamında %10 protein jeli içeren dondurma örneklerinde fenolik madde miktarının ortalaması 261 µg/100gr iken, %20 protein jeli içeren dondurma örneklerinde fenolik madde miktarının ortalaması 485 µg/100gr'dır. Elde edilen sonuçlar jel konsantrasyonunun artmasına bağlı olarak fenolik madde miktarında anlamlı bir artış olduğunu ifade etmektedir (p<0,05).



**Şekil 3.3:** Protein Konsantrasyonu- Fenolik Madde İlişkisi

Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar literatür bilgileri ile karşılaştırıldığında jel içermeyen dondurmalarda toplam fenolik madde miktarının in vitro koşullarda ağızdan ince bağırsak ortamına gidildikçe azaldığı yani sindirim sonrası fenolik madde miktarında anlamlı bir düşüş olduğu tespit edilmiştir. Bu düşüşün sebebi ise fenolik maddelerin gastrointestinal (GI) yoldan geçişi sırasında, asidik koşullarda zarar görmesi, asidik gastrik sıvı içeren enzimler (pepsin ve gastrik lipaz) ve birçok elektrolit ( $Cl^-$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ ) bileşen ile etkileşime girmesi ve çözünürlüklerinin daha az olmasından dolayı ince bağırsak ortamına kadar taşınım gösterememesinden

kaynaklanmaktadır. Dış faktörlerden kolayca etkilenen fenolik maddeler, düşük pH karşısında kararlı bir yapı oluşturamayarak yüksek asidik koşullardan olumsuz yönde etkilenmişlerdir. Bu durum fenolik maddelerin sindirilebilirliğini ve stabilitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Ayrıca diğer literatür çalışmaları incelendiğinde fenolik maddelerin ince bağırsakta düşük geçirgenlik ve çözünürlük gösterdiği tespit edilmiştir.

### **3.2 Protein Jelinin Biyoerişebilirlik Üzerine Etkisi**

Çalışmamızda üretilen dondurmaların % biyoerişebilirlik değerleri Tablo 3.2’te verilmiştir. Biyoerişebilirlik değerleri başlangıç sindirim öncesi ve sindirim sonrası elde edilen değerler üzerinden hesaplanmıştır. Tablo incelendiğinde biyoerişebilirlik değerinin %21,2 ile %39,3 arasında değiştiği görülmektedir. Bu değerler istatistiksel olarak kontrol numunesi (%9,3) ile karşılaştırıldığında protein jelinin % biyoerişebilirliğe anlamlı olarak etki ettiği tespit edilmiştir ( $p < 0,05$ ). Protein konsantrasyonunun biyoerişebilirliğe olan etkisi incelendiğinde ise; % biyoerişebilirlik açısından en ideal protein konsantrasyonunun %20 olduğu saptanmıştır.

Literatür bilgileri ile yapmış olduğumuz çalışma karşılaştırıldığında mikrokapsülasyon görevi gören protein jelinin sindirim sonrası toplam fenolik madde miktarı ve biyoerişebilirlik seviyesini anlamlı olarak arttırdığı tespit edilmiştir. Biyoyararlılık ve biyoerişebilirliği arttırmak için mikroenkapsülasyon yöntemi ve jel oluşumunun oldukça etkili olduğu gözlenmektedir. Beaulieu vd., (2002) tarafından yapılan bu çalışmada mikroenkapsülasyon ve jel oluşumunun biyoerişebilirlik üzerindeki olumlu etkilerine atıf olarak gösterilebilmektedir.

Hidrokolloid esaslı kapsüllenmiş balık yağının in vitro ortamda salınma davranışının incelendiği bir çalışmada balık yağı in vitro sindirime tabi tutulduktan sonra salınan yağ miktarının sırasıyla kazeinat ve peynir altı suyu protein bazlı mikrokapsülleri için  $< \% 2$  ve  $\% 36$  olduğu tespit edilmiştir. İncelenen sonuçlar doğrultusunda hidrokolloid bazlı mikrokapsüllerden özellikle kazein bazlı olanlar, balık yağının sindirilmesine karşı oldukça etkili bir bariyer oluşturduğunu göstermektedir (Picot ve Lacroix, 2004).

Yapılan bir diğer çalışmada, in vitro sindirim sonrasında peynir altı suyu protein bazlı mikrokapsül sistem içerisine enkapsüle edilen yaban mersini özütü ve enkapsülasyon uygulanmayan kapsüllenmemiş yaban mersini özütü karşılaştırıldığında

kapsüllenmiş yaban mersinin sindirim sonrası antosiyaninlerin stabilitesinin daha iyi korunduğu ve antioksidan kapasitesinin daha fazla arttığı tespit edilmiştir.

Yapılan bir diğer çalışmada in vitro sindirim ortamında kapsüllenmemiş ham propolis in vitro sindirim koşullarında salınımının oldukça düşük olduğu, iyonik jelasyon yöntemiyle kapsüllenmiş propolislerin ise pH 7,4'te %95'ten fazlasının salındığı saptanmıştır. Ayrıca aljinat ile kaplanan propolis kapsüllerinin 2 saat sonunda simüle ince bağırsak ortamında tamamen dağılarak içerisindeki aktif bileşenlerin tümünü serbest bıraktığı böylece aljinat kapsüllerinin arzu edildiği gibi hedef noktada yüksek oranda salınım yaptığı tespit edilmiştir (Keskin, 2018).

Yaban mersinin in vitro ortamda biyoerişebilirliğinin incelendiği bir çalışmada, sindirim sonrası yaban mersini örneklerindeki toplam fenolik madde miktarında %47 oranında bir düşüş olduğu tespit edilmiştir. Mide ve bağırsak ortamlarının fenolik maddelerin stabilitelerini etkilediği ve fenolik madde miktarında değişime neden olduğu saptanmaktadır. Sonuçlar doğrultusunda fenolik maddelerin mide ve bağırsak ortamındaki koşullardan olumsuz yönde etkilendiği görülmektedir (Cebeci ve Şahin, 2014). Yapılan bu çalışma ile, üretilen yaban mersini ilaveli protein jeli içeren dondurma örneklerinde jel kullanılmadığı takdirde yaban mersinindeki fenolik maddelerin ağız ortamından bağırsağa giderken gastrointestinal sistem koşulları altında zarar göreceğini, istenilen oranlarda taşıma ve emilim gerçekleşemeyeceğini tüm bu durumlarında biyoerişebilirliği olumsuz yönde etkileyeceğini göstermektedir.

Protein jeli içeren dondurma örnekleri, kontrol numunesiyle karşılaştırıldığında protein jeli içeren dondurmaların ağız ortamındaki fenolik madde miktarının kontrol numunesindeki fenolik madde miktarından az olduğu, ince bağırsak ortamında ise, fenolik madde miktarının kontrol numunesindeki fenolik madde miktarından fazla olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3.1). Bu sonuç oluşturulan jelin arzu edildiği gibi taşıyıcı özellik gösterdiği ve fenolik maddelerin en az zarar göreceği şekilde korunduğunu göstermekte olup jelin ince fenolik madde miktarında artışa sebep olduğunu ispat etmektedir. Yapmış olduğumuz çalışma, atıf yapılan çalışma ve literatür bilgileri kapsamında oluşan jelin in vitro koşullarda fenolik maddelerin emilimini kolaylaştırarak biyoerişebilirliğe olumlu yönde etki ettiği tespit edilmiştir.

**Tablo 3.2:** Farklı Konsantrasyondaki Protein Jelli Dondurmaların İn Vitro İnce Bağırsak Ortamında Biyoerişebilirlik Değerleri (%)

%	Kontrol	10%	12%	14%	16%	18%	20%
<b>Biyoerişebilirlik</b>	9,3±e	21,2±d	30,0±c	35,9±b	35,4±b	35,1±b	39,3±a

### 3.3. Protein Konsantrasyonun Jelleşmeye Etkisi

Çalışmamızda üretilen dondurmalarda kullanılan farklı konsantrasyonlara sahip proteinlerin jelasyon süresi üzerindeki etkileri Tablo 3.3'te verilmiştir.

Protein konsantrasyonu ve jelasyon süresi ile ilgili yapmış olduğumuz çalışmada Tablo 3.3 incelendiğinde %10 protein konsantrasyonuna sahip jellerin jelasyon süresinin 45 dakika, %12 protein konsantrasyonuna sahip jellerin 40 dakika, %14 protein konsantrasyonuna sahip jellerin 35 dakika, %16 protein konsantrasyonuna sahip jellerin 30 dakika, %18 protein konsantrasyonuna sahip jellerin 25 dakika, %20 protein konsantrasyonuna sahip jellerin ise 20 dakika olduğu tespit edilmiştir. 6 farklı protein konsantrasyonunda yapılan bu çalışma whey protein konsantrasyonu arttıkça jelleşmenin daha çabuk olduğunu yani jelasyon süresinin artan protein konsantrasyonuna bağlı olarak azaldığını ispat etmektedir.

**Tablo 3.3:** Protein Konsantrasyonu-Jelasyon Süresi Arasındaki İlişki

Protein konsantrasyonu	Jelasyon süresi
%10	45 dakika
%12	40 dakika
%14	35 dakika
%16	30 dakika
%18	25 dakika
%20	20 dakika

Yapmış olduğumuz çalışma sonucunda artan protein konsantrasyonunun jelleşmeye olumlu yönde katkı sağladığı tespit edilmiştir. Aynı zamanda jelasyon süresi arttıkça daha kararlı ve iyi yapıda jelleşme olduğu görülmüştür.

Literatür bilgileri incelendiğinde yapılan bir çalışmada, pH sabit tutularak (pH:10,0) %12, %15, %18 olmak üzere değişen konsantrasyonlarda hazırlanan peynir altı suyu proteinlerinde, protein konsantrasyonu ne kadar fazla olursa, jelasyon süresinin o kadar azaldığı saptanmıştır (Gunasekaran, Xiao ve Ould, 2018).

Opazo vd., (2018) tarafından yapılan diğer bir çalışmada, protein konsantrasyonu yeterince yüksek olduğunda, agregasyonun kuvvetli bir jel oluşumuna sebep olduğu, protein konsantrasyonu düşük olduğunda ise agregasyonun izole edilmiş proteinlerin çökmesine yol açtığı vurgulanmıştır. Çalışmamız literatür bilgileri ile karşılaştırıldığında elde edilen sonuçların benzer olduğu görülmektedir.

### 3.4. Protein Jelinin Sıcaklık İle İlişkisi

Yapmış olduğumuz çalışmada peynir altı suyu proteinine uygulanan ısıl işlem 85° C'nin altında olduğunda iyi bir jel yapısının oluşmadığı gözlenmiş olup sıcaklık arttıkça daha sağlam yapıda jel oluştuğu tespit edilmiştir. Daha düşük sıcaklıklarla elde edilen jellerde yeterli kuvvette jelasyon sağlanamadığı için fenolik maddelerin ince bağırsağa taşınımı istenilen düzeyde olmamıştır. Bunun içinde jel oluşumu için en uygun sıcaklığın 85-90 ° C olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan bir çalışmada, whey protein stabilize emülsiyonlarının in vitro ortamda gastrik sindirimi incelenmiştir. Çözültedeki  $\beta$ -Lg'nin, mide içinde bulunan asitlere ve proteolitik enzimlere dirençli olduğu bildirilmiştir. O/ w emülsiyon damlacıklarının yüzeyine adsorbe edilen  $\beta$ -lg *in vitro* gastrik sindirim sırasında pepsin tarafından hidrolize edildiği gösterilmiştir.  $\beta$ -lg'nin bu şekilde gelişmiş sindirilebilirliği, peptik yarıлма bölgelerini ortaya çıkaran açılım ve konformasyonel düzenlemeden kaynaklanmaktadır. Aynı zamanda, uygulanan ısıl işlem peynir altı suyu proteinlerinin pepsin tarafından proteolizini değiştirebilir. Yapılan bu çalışmada peynir altı suyu protein izolatu (WPI) ile stabilize edilmiş O / W emülsiyonlarının 85 ° C'ye kadar ısıtılması peynir altı suyu protein izolatu'nı (WPI) daha dirençli hale getirerek proteolizi önlediği tespit edilmiştir (Li vd., 2013).

Simüle edilmiş bir gastroentestinal sistemde, farklı sıcaklıklarla elde edilen protein kaynağının ve mikro yapısının in vitro ortamda sindirilebilirliğe etkisinin incelendiği bir çalışmada jellerin fiziksel bütünlüğünün sisteme dahil olan protein moleküllerinin çekici ve itici güçleri arasındaki dengeye bağlı olduğu, çekici güçler baskın ise bir koagülasyon oluştuğu böylece suyun ağ matrisinden uzaklaştığı tespit edilmiştir. İtme

kuvvetinin baskın olduğu durumlarda ise üç boyutlu bir ağ oluşmadığı saptanmıştır. 85-90 ° C'de jel ağlarının oluşması, kovalent bağların oluşmasına tiyol grubunun disülfid bağlarının değişimlerine ve hidrofobik etkileşimlere atfedilir. Polipeptitlerin polar olmayan segmentleri arasındaki bu etkileşimler ancak polipeptitler açıldığında ve ısıtma aracılığıyla indüklendiğinde ortaya çıkar (Opazo vd., 2018).

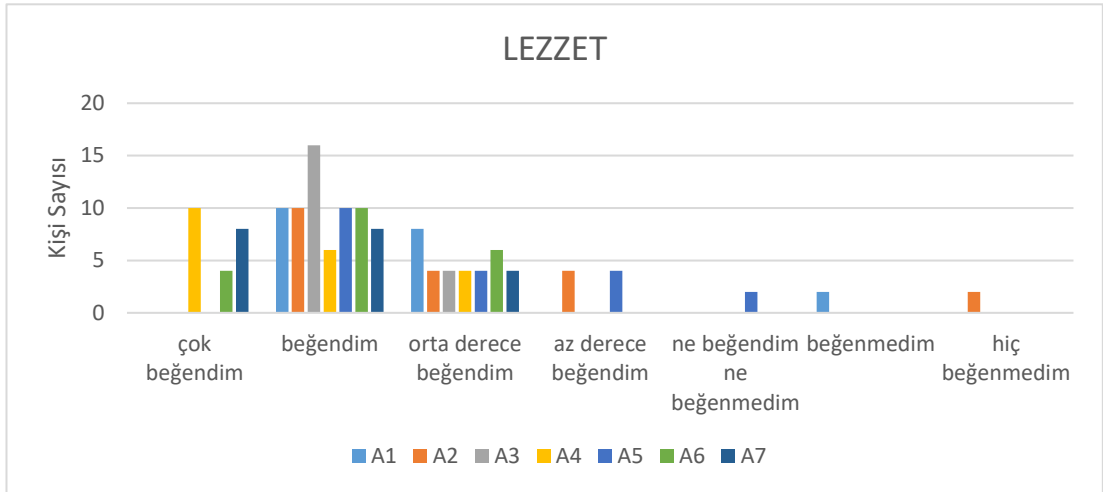
Isıtma işlemi esnasında moleküler arası etkileşim, albümin sülfidril gruplarından bir ağ oluşturan disülfid etkileşimlerine polimerize edilmektedir. Termo koagülasyon, jel oluşumu sırasında protein molekülleri ve hidrofobik etkileşimler arasındaki elektrostatik konumlar dengesini sağlar. Moleküler arası disülfid bağları jel matrisinin stabilitesini artırır. Bununla birlikte polipeptitlerin boyutunun artması kovalent olmayan etkileşimlerin kopmasını geciktirebilir ve jel ağ stabilitesini destekler (Opazo vd., 2018).

Çalışmalar doğrultusunda proteinlerin yapısı, fiziko-kimyasal özellikleri, gastrointestinal ortam koşulları (enzim aktivitesi ve pH) ve diğer gıda maddelerin varlığı gibi faktörler gastrointestinal sistemde (GIT) sindirim davranışlarını önemli ölçüde etkilediği tespit edilmektedir. Sindirim oranı yalnızca bir proteinin içsel kompozisyonuna değil, aynı zamanda gıda maddesinin işlenmesi sırasında gıda bileşenleri arasındaki etkileşimlere dolayısıyla gıda maddesinin yapısına ve besin matrisine de bağlıdır (Sah, Vasiljević ve Ramchandran, 2016).

### **3.5. Duyusal Analiz Değerlendirmesi**

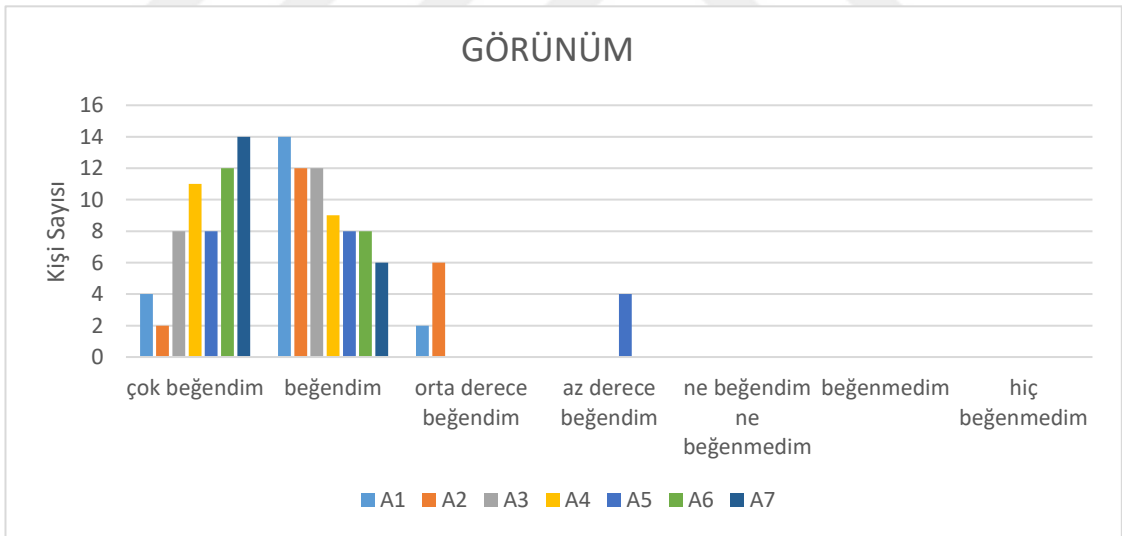
20 farklı paneliste uygulanan duyusal analiz sonuçları Şekil 3.4, 3.5, 3.6 ve 3.7'deki grafiklerde verilmiştir.

Şekil 3.4'deki lezzet parametresinin sonuçları incelendiğinde "çok beğendim" parametresi en çok A4 numaralı %14 whey proteini içeren dondurma örneğinde görülmüş olup, "beğendim" parametresinde ise en çok tercih edilen örnek, A3 numaralı %12 whey proteini içeren dondurma olduğu görülmektedir. Kontrol numunesi ile protein içeren dondurma örnekleri karşılaştırıldığında dondurmaya ilave edilen proteinin lezzete olumsuz etki göstermediği saptanmıştır.



**Şekil 3.4:** Dondurma örneklerinin lezzet açısından duysal analizi

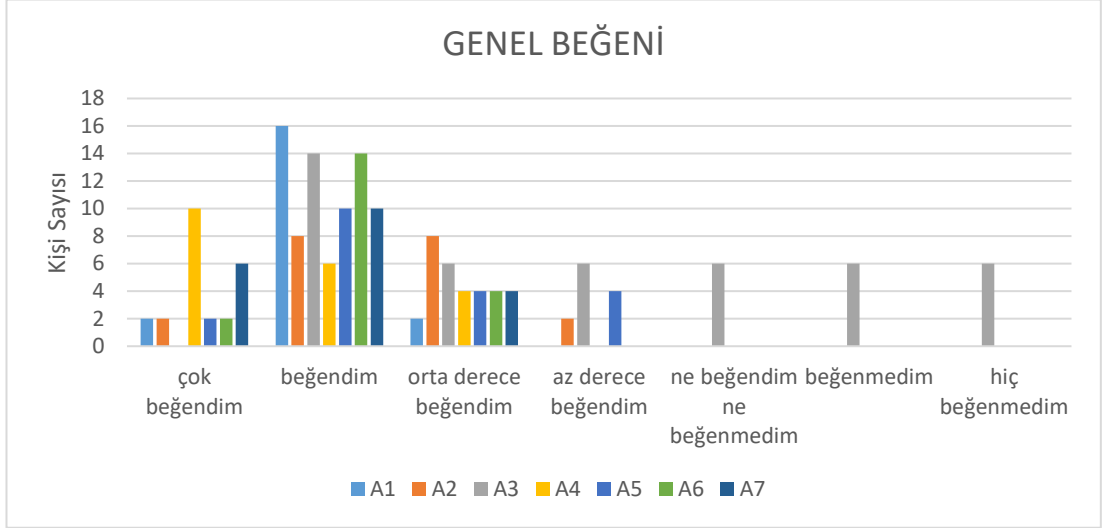
Şekil 3.5 incelendiğinde; görünüm olarak en çok beğenilen fonksiyonel dondurmanın A7 ve A1 numaralı dondurma örneklerinin olduğu, en az beğenilen fonksiyonel dondurmanın ise A2 numaralı dondurma örneği olduğu görülmüştür. Görünüm grafiği sonucuna göre protein miktarının dondurma görünümüne olumsuz etki etmediği aksine protein miktarı arttıkça görünümün olumlu yönde etkilendiği tespit edilmiştir.



**Şekil 3.5:** Dondurma örneklerinin görünüm açısından duysal analizi

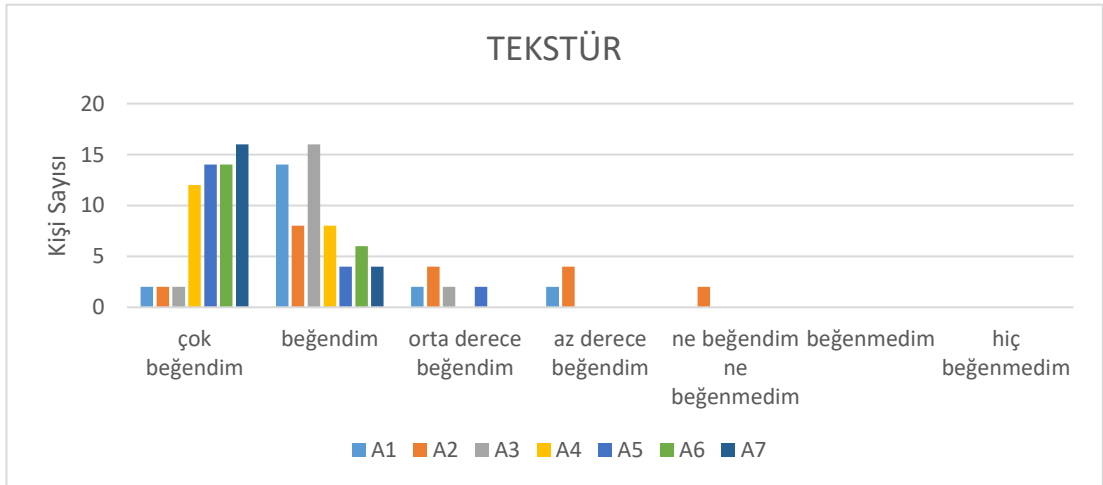
Şekil 3.6 sonuçları doğrultusunda en çok beğenilen dondurma örneğinin A4 numaralı %14 protein konsantrasyonu içeren dondurma olduğu tespit edilmiştir. "Beğendim" parametresi incelendiğinde ise sırasıyla A1, A6, A3, A7, A5, A2 ve A4 numaralı dondurmaların beğenildiği görülmektedir.





**Şekil 3.6:** Dondurma örneklerinin genel beğeni açısından duyu analizi

Şekil 3.7 incelendiğinde tekstür bakımından en çok beğenilen fonksiyonel dondurma A7 numaralı %20 whey proteini içeren dondurma örneğidir. En az beğenilen dondurmanın ise A2 numaralı örnek olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar doğrultusunda whey proteinin dondurmanın kıvam, sertlik gibi tekstürel özelliklerini olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir. Dondurmadaki protein miktarı arttıkça tekstürel özelliklerin genel olarak daha çok beğenildiği saptanmıştır. Bunun sebebinin protein jelinin kıvama olan etkisinden olduğu düşünülmektedir. Protein konsantrasyonu arttıkça dondurmanın kıvam ve sertlik derecesinin arttığı yapılan çalışmalar sonucunda tespit edilmiştir.



**Şekil 3.7:** Dondurma örneklerinin tekstür açısından duyu analizi

## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

### SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızda insanlar tarafından severek tüketilen, keyif veren, sağlıklı ve lezzetli bir süt ürünü olan dondurma, fonksiyonel özellikler kazandırılıp, biyoerişebilirliği artırılarak sağlık açısından daha faydalı bir ürün haline getirilmiştir. Bu amaç doğrultusunda fonksiyonel açıdan oldukça zengin olan yaban mersini meyvesi (%10) ile %10, %12, %14, %16, %18 ve %20 oranında whey protein kullanılarak 6 adet dondurma üretimi gerçekleştirilmiş ve in-vitro ortamda sindirilebilirliği incelenmiştir. Protein jeli içermeyen kontrol numunesinde fenolik madde miktarının ince bağırsak ortamında en az (142,5 µg) , ağız ortamında en fazla (286,5 µg) olduğu, protein jeli içeren dondurma örneklerinde fenolik madde miktarının en fazla ince bağırsak ortamında, en az ise ağız ortamında olduğu tespit edilmiştir.. Geliştirilen bu protein jeli oldukça iyi bir taşıyıcı özellik göstermiş olup, fenolik maddelerin jel içerisine hapsedilmesini böylece gastrointestinal sistemde fenoliklerin zarar görmeden arzu edilen hedef bölgeye taşınmasını sağlamıştır. Gastrointestinal sistemde protein jeli sayesinde dış etkenlerden zarar görmeden salınımı gerçekleşen fenolik maddelerin in vitro sindirim sonrası biyoerişebilirliğinin arttığı tespit edilmiştir (p<0,05). Ayrıca Protein jel konsantrasyonu arttıkça jelleşme süresi ve kapasiteside artış göstermiştir.

Üretimi gerçekleştirilen dondurmaya fonksiyonel özellik kazandırmak için fenolik asit ve flavonoid gibi fenolik maddeler açısından oldukça zengin olan yaban mersini meyvesi %10 oranında ilave edilmiştir. Yaban mersini bileşiminde bulunan toplam fenolik madde miktarı 12000-38000 mg/kg (kuru maddede gallik asit eşdeğeri) arasında tespit edilmiştir.

Yaban mersini meyvesinin bileşiminde 4 ayrı flavonol glikozit vardır. Bunlar; kuersetin, isokuersetin, astrajin ve hiperindir. Toplam içerikleri ise 540-1300 mg/kg (kuru maddede rutin eşdeğeri) arasında değişiklik göstermektedir (Kähkönen vd. 2001).

Fenolik maddelerin yanı sıra yaban mersini meyvesi, mineral maddeler ve askorbik asit (C vitamini) başta olmak üzere diğer vitaminler açısından da zengin bir içeriğe

sahiptir (Çelik 2005b, Gough 1996). Yaban mersini yaklaşık olarak 1.3-16.4 mg/100 g oranında askorbik asit içermektedir (Anonim, 2006).

Dondurmaya fonksiyonel özellik kazandırmak için kullanılan maddelerin; anti-mutajenik, anti-karsinojenik, anti-bakteriyel ve antioksidant etkiye sahip olduğu ve üretilen dondurmanın insan sağlığını olumlu yönde etkilediği bildirilmektedir.

Duyusal analiz sonuçları değerlendirildiğinde; protein konsantrasyonunun lezzet, tekstür, görünüm ve genel beğeni olarak dondurmaya herhangi bir olumsuz etkisi olmadığı, protein konsantrasyonu arttıkça dondurma tekstürünün daha çok beğenildiği tespit edilmiştir.

Çalışmamız jelasyon yöntemi ile elde edilen protein jellerinin enkapsülasyon çalışmalarına alternatif yeni bir yöntem olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

## KAYNAKÇA

- Açıkgöz, Z., & Önenç, S. S. (2006). Fonksiyonel yumurta üretimi. *Hayvansal Üretim*, 47(1).
- Adapa, S., Schnidt, K.A., Jeon, I.J., Herald, T.J., & Flores, R.A. (2000). Mechanizm of Ice Crystallition and Recrystallition in Ice Cream, *Food Rev. Int.*, 16: 259-271.
- Akalın, A. S., Karagözlü, C., & Ünal, G. (2008). Rheological properties of reduced-fat and low-fat ice cream containing whey protein isolate and inulin. *European Food Research and Technology*, 227(3), 889-895.
- Akbulut, M. (2013). Subtropik Meyveler Dersi Ders Notları. *Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Pazar Meslek Yüksekokulu. Pazar/Rize*.
- Akgül, F. Y., & Karaman, A. D. (2017). Süt Ürünlerinde Serum Protein İzolatı Kullanımı. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(1), 95-99.
- Akın, N. (2009). *Dondurma bilimi ve teknolojisi dergisi*. Damla Ofset. 437, 35-40. Konya.
- Akın, M. S., Güler-Akın, M. B., Kırmacı, H. A., Atasoy, A. F., & TÜRKOĞLU, H. (2012). The effects of lipase-encapsulating carriers on the accelerated ripening of Kashar cheese. *International journal of dairy technology*, 65(2), 243-249.
- Akpınar-Bayizit, A., Ozcan, T., & Yılmaz-Ersan, L. (2009). Membrane processes in production of functional whey components. *Mljekarstvo: časopis za unaprjeđenje proizvodnje i prerade mlijeka*, 59(4), 282-288.
- Aksoylu, Z., Çağındı, Ö., & Köse, E. (2012). Bisküvinin Fonksiyonel Bileşenlerce Zenginleştirilmesi. *Academic Food Journal/Akademik GIDA*, 10(3).
- Aliyev, C. (2006). *Kefir ve Yaban Mersinini Dondurmanın Fizikokimyasal, Duyusal ve Mikrobiyolojik Özelliklerine Etkisi* (Yüksek Lisans Tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 70s.
- Alkan, M., & Gültekin, O. (1996). Yüksek fruktoz içerikli şuruplar. *Dünya Gıda*, 11, 16-17.

- Alođlu, H. Ő., Gökğöz, Y., & Bayraktar, M. (2018). KocayemiŐ (Dađ Ćileđi-Arbutus Unedo L.) Meyveli Dondurma Üretimi, Fiziksel, Kimyasal Ve Duyusal Parametreler Açısından İrdelenmesi. *Gıda/The Journal Of Food*, 43(6), 1030-1039.
- Anonim. (1990). Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği, *T.C. Resmi Gazete* Sayı: 20541, 7 Haziran, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Ankara.
- Anonim. (1991a). Sweetening İce Cream. *Confectionery Manufacture and Marketing* 28 (4) 66–67.
- Anonim. (1992). TS 4265. Dondurma-Süt Esaslı. TSE (Türk Standartları Enstitüsü). Ankara.
- Anonim. (2004). Position of the American Dietetic Association: functional foods. *Journal of the American Dietetic Association*, 104(5), 814-826.22.
- Anonim. (2004a). Türk Gıda Kodeksi, Dondurma Tebliği, Tebliğ No: 2004/45, Ankara.
- Anonim. (2005). Türk Gıda Kodeksi, Yenilebilir Buzlu Ürünler Tebliği, No : 2005/43, Ankara.
- Anonim. (2006). Bitkilerde Doğal Renk Maddeleri ve Fenolik Bileşikler. Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi, Ankara.
- Anonim. (2006-a). *İlk Dondurmadan Bugüne Dergisi*, 1: 1-6.
- Anonim. (2011). Dondurma. TC Milli Eğitim Bakanlığı. Ankara.
- Anonim. (2012). Dondurma Teknolojisi. [www.diatek.com.tr](http://www.diatek.com.tr). (EriŐim Tarihi 23.01.2019).
- Anonim. (2013). TS 4265. Dondurma-Süt Esaslı. TSE (Türk Standartları Enstitüsü), Ankara.
- Antepüzümü, F. (2005). *Bal ve glikoz Őurubu kullanımının KahramanmaraŐ tipi dondurmaların kalitesi üzerine etkileri* (Yüksek Lisans Tezi). Ćukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliđi Anabilim Dalı, Adana, Türkiye, 50s.
- Arbuckle, W. S. (1987). *Ice Cream*. 4th. Ed. AVI Publ. Co., Westport, CT. Pp. 40, 187, 207–212, 317–322, 365.
- Arbuckle, W. S. (2013). *Ice cream*. Springer. Fourth Edition. Chapman&Hall, New York.

- Aslaner, A., & Salık, M. A. (2017). Ceviz Ezmesi ve Dut Kurusu Tozu İlavesiyle Üretilen Düşük Kalorili Dondurmanın Bazı Kalite Niteliklerinin Belirlenmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 48(1), 57-64.
- Atsan, E., & Çağlar, A. (2008). Dondurmanın bazı fiziksel ve duyuşal özellikleri üzerine farklı emülgatörlerin etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 39(1), 75-81.
- Aura, A. M., Martin-Lopez, P., O'Leary, K. A., Williamson, G., Oksman-Caldentey, K. M., Poutanen, K., & Santos-Buelga, C. (2005). In vitro metabolism of anthocyanins by human gut microflora. *European journal of nutrition*, 44(3), 133-142.
- Bars, T., & Akbay, C. Kahramanmaraş İlinde Dondurma İşletmelerinin Yapısal Analizi. *Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi*, 2(2), 35-45.
- Bermúdez-Soto, M. J., Tomás-Barberán, F. A., & García-Conesa, M. T. (2007). Stability of polyphenols in chokeberry (*aronia melanocarpa*) subjected to in vitro gastric and pancreatic digestion. *Food Chemistry*. 102, 865–874.
- Betoret, E., Betoret, N., Vidal, D., & Fito, P. (2011). Functional foods development: trends and technologies. *Trends in Food Science & Technology*, 22(9), 498-508.
- Bigliardi, B., & Galati, F. (2013). Innovation trends in the food industry: the case of functional foods. *Trends in Food Science & Technology*, 31(2), 118-129.
- Bohn, T. (2014). Dietary factors affecting polyphenol bioavailability. *Nutrition reviews*, 72(7), 429-452.
- Bravo, L. (1998). Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. *Nutrition reviews*, 56(11), 317-333.
- Bylund, G. (2003). Dairy Processing Handbook. 2nd Ed., 440 p. Tetrapak, Sweden.
- Caillet, S., Cote, J., Sylvain, J. F., & Lacroix, M. (2012a). Antimicrobial effects of fractions from cranberry products on the growth of seven pathogenic bacteria. *Food Control*, 23(2), 419–428.

- Caillet, S., Lorenzo, G., Cote, J., Sylvain, J. F., & Lacroix, M. (2012b). Free radical scavenging properties and antioxidant activity of fractions from cranberry products. *Food and Nutrition Sciences*, 3, 337–347.
- ogenic bacteria. *Food Control*, 23(2), 419–428.
- Capanoglu E., Boyacioglu D., Ric C.H. de Vos, Hall R. D. And Beekwilder J. (2011) Procyanidins in fruit from Sour cherry (*Prunus cerasus*) differ strongly in chainlength from those in Laurel cherry (*Prunus lauracerasus*) and Cornelian cherry (*Cornus mas*), 10.3233/BR-2011-015 .
- Cayot, P. and Lorient, D. (1997). Structure- Funtion Relationships of Whey Proteins. In S. Damodaran and A. Paraf (Eds.), *Food Proteins and Their Applications*, pp. 225–255. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Cebeci, F., & Şahin-Yeşilçubuk, N. (2014). The matrix effect of blueberry, oat meal and milk on polyphenols, antioxidant activity and potential bioavailability. *International journal of food sciences and nutrition*, 65(1), 69-78.
- Cirkovic Velickovic, T. D., & Stanic-Vucinic, D. J. (2018). The role of dietary phenolic compounds in protein digestion and processing technologies to improve their antinutritive properties. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17(1), 82-103.
- Çakıroğlu, K., Çakır, Ö. & Arslaner, A. (2016). Karamuklu Dondurma. *Uluslararası Erzincan Sempozyumu*. 826-834.
- Çam, M., Erdoğan, F., Aslan, D., & Dinç, M. (2013). Enrichment of functional properties of ice cream with pomegranate by-products. *Journal of food science*, 78(10), C1543-C1550.
- Çelik, H. (2006). Karadeniz Bölgesindeki asitli topraklar için mükemmel bir meyve, likapa (yaban mersini). *Çiftçi Dünyası, Of Ziraat Odası Yayın Organı*, 2(2), 2-5.
- (2005). Likapa, Çay ve Fındığa Rakip. *Egeli Karadenizliler Vakfı Yay*, 2(3), 63-65.
- (2005). *Yaban mersini (Likapa) yetiştiriciliği*. Hasad Yayıncılık, 128p.

- (2008). Blueberry - Maviyemiş (*Vaccinium corymbosum* L.). On Dokuz Mayıs Üniversitesi.
- (2008). Maviyemiş (Yaban Mersini, Likapa) Yetiştiriciliği El Kitabı. *Artvin'de Yaban Mersini (Likapa) Yetiştiriciliği Eğitimi Projesi, AÇÜ Orman Fakültesi Dekanlığı, DOKAP LDI-172, Artvin.*
- Çelik, S. F. (2014). *Tahin-pekmez Karışımlarının Antioksidan Aktivitesi Ve Polifenol İçeriklerinin İncelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Çelik, Ş., Cankurt, H., & Doğan, C. (2015). Safran ilavesinin sade dondurmanın bazı özelliklerine etkisi. *Gıda/The Journal Of Food*, 35(1), 1-7.
- Çeliker, M. B. (2008). *Alıç meyvesinin pekmeze işlenerek dondurma üretimine ilavesiyle dondurmanın kalite kriterleri üzerine etkileri* (Yüksek Lisans Tezi). Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 62s. Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon.
- Çömlekçiöğlü U, Gezginç Y, Akyol İ, Dayısoylu KS & Ekinci MS. (2009). Süt Yağında cis-9, trans-11 Konjuge Linoleik Asit'in Ag+ HPLC ile Analizi. *Pamukkale Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu*. P 012. Denizli.
- Demircan, E. (2016). *Elma Kabuklarından Elde Edilen Fenolik Bileşiklerin Lipozom İle Enkapsülasyonu* (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- De Wit, J. N. (1998). Nutritional and functional characteristics of whey proteins in food products. *Journal of dairy science*, 81(3), 597-608.
- Dığrak, M., Tanış, H., Bağcı, E., & Kırbağ, S. (2000). Kahramanmaraş'ta Tüketime Sunulan Dondurmalarda *Listeria*, *Salmonella*, *E. coli* ve *K. pneumoniae*'nin Araştırılması. *Gıda Dergisi*, 25(5).
- Doxanakis, V. (1997). Ice Cream on the Greek and International market. In *Ice cream. IDF Symposium, Athens (Greece), 18-19 Sep 1997*. International Dairy Federation. Belgium.



- Dölek, P. (2012). *Mikrokapsüllenen Yaban Mersini ekstraktının dondurmada ve in vitro koşullarda antioksidan kapasitesinin belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Harran Ü. Fen Bilimleri Enst. Şanlıurfa.
- Early, R. (1998). Milk concentrates and milk powders. *The technology of dairy products*, 228-300.
- Elife, K., Erdem, T. K., & Tekin, F. B. (2017). Maraş Dondurması Üretimi Ve Üretilen Dondurmanın Fizikokimyasal Niteliklerinin Belirlenmesi. *Caucasian Journal Of Science*, 4(1), 45-56.
- Ellialtı, H., & Tokuç, K. (1998). Endüstriyel dondurma üretiminde hijyen. *V. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu*, 21-22. Tekirdağ.
- Erbaş, M. (2006). Yeni bir gıda grubu olarak fonksiyonel gıdalar. *Türkiye*, 9, 24-26.
- Ertop, M. H., Kutluk, K., Çoşkun, K., & Canlı, S. (2016). Gıda Endüstrisi Yan Ürünleri Kullanımıyla Cips Üretimine Yeni Bir Yaklaşım: Zenginleştirilmiş Gluten Cipsi. *Academic Food Journal/Akademik GIDA*, 14(4).
- FAO (1998). Carbohydrates Human Nutrition. *FAO Food and Nutrition Papers- 66. Food and Agriculture Organization*, Rome.
- Felgines, C., Talavéra, S., Gonthier, M. P., Texier, O., Scalbert, A., Lamaison, J. L., & Rémésy, C. (2003). Strawberry anthocyanins are recovered in urine as glucuro- and sulfoconjugates in humans. *The Journal of nutrition*, 133(5), 1296-1301.ka
- Fidan, Ö., & Demirci, M. (1997). *Çorlu Piyasasında Satılan Süt Esaslı Dondurmaların Duyusal, Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri Üzerine Bir Araştırma* (Yüksek Lisans Tezi). Trakya Ü. Fen Bilimleri Enst. Tekirdağ.
- Fitzsimons, S. M., Mulvihill, D. M., & Morris, E. R. (2007). Denaturation and aggregation processes in thermal gelation of whey proteins resolved by differential scanning calorimetry. *Food hydrocolloids*, 21(4), 638-644.
- Fox, P. F. (1986). *Developments in dairy chemistry-1*. Department of dairy and Food chemistry, Universty Collage, Cork, Republic of Ireland. Elsevier Applied Science Publishes, 409, London and New York.

- Fox, P.F. ve A.L. Kelly. (2004). Milk proteins: technological aspects. International Dairy Symposium. 2004, 24- 25 Mayıs; Isparta. 17-36 p.
- Goff, H. D., Verespej, E., & Smith, A. K. (1999). A study of fat and air structures in ice cream. *International Dairy Journal*, 9(11), 817-829.
- Gough, R. E., (1994). The Highbush Blueberry and Its Management. Food Product Pres. 272p. Gough, R. E., 1996. Blueberries, North and South. In: Small Fruits In The Home garden (Eds., Gogh, R.E. and Poling, E.B)The Haworth Pres Inc. 10 Alice Street, Binghamton NY 1 3904-1580,USA , 71-106.
- Göktaş, G. (2013). *Yaban Mersini (Vaccinium Myrtillus/Vaccinium Corymbosum) Fenolik Bileşiklerinin Lc-Ms/Ms İle Belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Gunasekaran, S., Xiao, L., & Ould Eleya, M. M. (2006). Whey protein concentrate hydrogels as bioactive carriers. *Journal of Applied Polymer Science*, 99(5), 2470-2476.
- Gunasekaran Ko, S., & Xiao, L. (2007). Use of whey proteins for encapsulation and controlled delivery applications. *Journal of Food Engineering*, 83(1), 31-40.
- Guo, W., Kong, E., & Meydani, M. (2009). Dietary polyphenols, inflammation, and cancer. *Nutrition and Cancer*, 61, 807–810.
- Güven, M., & Akın, M.S. (1997). Farklı oranlarda süt tozu ilave edilerek üretilen dondurmaların fiziksel ve duyuşal özellikleri. *Ç.Ü.Z.F. Dergisi*, 12(4) 11–20.
- Güven, M., & Karaca, B., (2003). Sade (Vanilyalı) Yoğurt Dondurmalarının Fiziksel Ve Duyusal Özellikleri Üzerine Stabilizatörlerin Etkileri. *Gıda Ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, (3).
- Hacıoğlu, G., & Kurt, G. (2012). Tüketicilerin Fonksiyonel Gıdalara Yönelik Farkındalığı, Kabulü ve Tutumları: İzmir İli Örneği. *Business & Economics Research Journal*, 3(1).
- Herceg, Z., & Lelas, V. (2005). The influence of temperature and solid matter content on the viscosity of whey protein concentrates and skim milk powder before and after tribomechanical treatment. *Journal of Food Engineering*, 66(4), 433-438.

- Horasan Sağbasan, B. (2015). *Türkiye 'de Yaygın Olarak Tüketilen Kuru Kırmızı Meyvelerin İçerdiği Antioksidan Maddelerin Biyoerişilebilirliğinin İncelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). İTÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Howell, A. B., Botto, H., Combescure, C., Blanc-Potard, A. B., Gausa, L., Matsumoto, T., ... & Lavigne, J. P. (2010). Dosage effect on uropathogenic *Escherichia coli* anti-adhesion activity in urine following consumption of cranberry powder standardized for proanthocyanidin content: a multicentric randomized double blind study. *BMC infectious diseases*, 10(1), 94.
- Hwang, J.Y., Shyu, Y.S., & Hsu, C.K., (2009). Grape Wine Lees İmproves The Rheological And Adds Antioxidant Properties To İce Cream. *Food Science and Technology*, 42:312-318 pp.
- İşık, Ü. (2005). *Vanilyalı Yoğurt Dondurmaya İniilin Ve İzomalt İlavesinin Reolojik Ve Duyusal Özelliklere Etkisi* (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- İnan-Çinkır, Nuray, Erdal Ağçam, and Asiye Akyıldız. "Recent Developments in Encapsulation of Carotenoid Components by Nanotechnological Techniques." *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology* 6.8 (2018): 1066-1082.
- Jeličić, I., Božanić, R., & Tratnik, L. (2008). Whey based beverages-new generation of dairy products. *Mljekarstvo*, 58(3), 257-274.
- Kaçar, A. (2002). *Farklı Oranlarda Yağsız Kurumadde İçeren Enerjisi Azaltılmış Dondurmaların Fiziksel, Kimyasal Ve Duyusal Özellikleri* (Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Adana, 71 S.
- Kaçar, A. & Şahan, N. (2004). Yağ ikame maddeleri kullanılarak üretilen enerjisi azaltılmış dondurmaların kimyasal özellikleri. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. (8), 7-13.
- Kähkönen, M. P., Hopia, A. I., & Heinonen, M. (2001). Berry phenolics and their antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(8), 4076-4082.

- Kailasapathy, K., & Lam, S. H. (2005). Application of encapsulated enzymes to accelerate cheese ripening. *International Dairy Journal*, 15(6-9), 929-939.
- Kang, S. Y., Seeram, N. P., Nair, M. G., & Bourquin, L. D. (2003). Tart cherry anthocyanins inhibit tumor development in ApcMin mice and reduce proliferation of human colon cancer cells. *Cancer letters*, 194(1), 13-19.
- Karaman, S., & Kayacier, A. (2012). Rheology of ice cream mix flavored with black tea or herbal teas and effect of flavoring on the sensory properties of ice cream. *Food and bioprocess technology*, 5(8), 3159-3169.
- Kavaz Yüksel, A., Yüksel, M., Şat, İ.G. (2017). Determination of certain physicochemical characteristics and sensory properties of green tea powder (matcha) added Ice Creams And Detection Of Their Organic Acid And Mineral Contents. *Gıda The Journal of Food*, 42(2): 116-126
- Kesenkaş, H., Akbulut, N., Yerlikaya, O., Akpınar, A., & Açu, M. (2013). Kefir dondurması üretiminde soya sütünün kullanım olanakları üzerine bir araştırma. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg*, 50(1), 1-12.
- Keskin, M. (2018). Alginat-Propolis Mikrokapsüllerin İn vitro sindirim sisteminde salınımının ham propolis ile kıyaslanması. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 18(2), 94-100.
- Kır, R. (2007). *Farklı tip yağ kullanımının dondurmanın fiziksel, kimyasal ve duyuşal kalite özellikleri üzerine etkisi* (Yüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kırmacı, H. A., Kuşcu, H., & Atasoy, F. (2014). Farklı Oranlarda Prebiyotik Lif İçeren Stevia Özü İlavesinin Probiyotik Dondurmanın Kalite Özellikleri Etkisi. *Harran Tarım Ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 18(3), 48-59.
- Koçak, C. (1982). Dondurma Teknolojisi.Süt ve Mamülleri Teknolojisi. *SEGEM Sınav Eğitim ve Geliştirme Merkezi Genel Müdürlüğü*. Yayın No: 103, 224–238, Ankara-Çankırı.

- Konar, A., & Akin, M. S. (1992). İnek, keçi ve koyun sütlerinden üretilen dondurmaların kimyasal, fiziksel ve duyu bazlı özelliklerinin saptanması üzerine karşılaştırmalı bir araştırma. *Tr. J. Agric. Forest*, 16, 711-720.
- Konar, A., (1991). Süt Teknolojisi. Çukurova Ün. Ziraat Fak. Ders Kitabı No:63 Çukurova Üni Basımevi.
- Korel, F., Ömeroğlu, S. ve Tan, G., (2005). Manisa piyasasında satılan ambalajlı ve ambalajsız dondurmaların kalitelerinin değerlendirilmesi, *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(2):11-18 s.
- Kotan, T. E. (2018). Mineral Composition And Some Quality Characteristics Of Ice Creams Manufactured With The Addition Of Blueberry. *GIDA/The Journal of FOOD*, 43(4).
- Kotan, T.E., Ürkek, B., & Şengül, M., (2018). Kivi İlaveli Dondurmaların Bazı Fizikokimyasal, Reolojik ve Duyusal Özelliklerinin Belirlenmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 49(2), 111-117.
- Koyun, A. (2009). *Endüstriyel dondurma üretiminde yağsız süt tozu yerine, peyniraltı suyu protein konsantrisi kullanımının dondurmaya uygunluğunun araştırılması* (Yüksek Lisans Tezi). Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Tekirdağ.
- Kris-Etherton, P. M., Hecker, K. D., Bonanome, A., Coval, S. M., Binkoski, A. E., Hilpert, K. F., ... & Etherton, T. D. (2002). Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. *The American journal of medicine*, 113(9), 71-88.
- Küçüköner, E., ve Dogan, İ. S., (1999). Gıda Sanayinde Kullanılan Bazı Yağ İkameleri ve Özellikleri. *Dünya Gıda* 41: 47-50.
- Lawless, H. T., & Heymann, H. (2010). *Sensory evaluation of food: principles and practices*. Springer Science & Business Media.
- Leahy, M., Speroni, J., & Starr, M. (2002). Latest developments in cranberry health research. *Pharmaceutical biology*, 40(1), 50-55.

- Li, J., Ye, A., Lee, S. J., & Singh, H. (2013). Physicochemical behaviour of WPI-stabilized emulsions in in vitro gastric and intestinal conditions. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, *111*, 80-87.
- Lim, S. Y., Swanson, B. G., Ross, C. F., & Clark, S. (2008). High hydrostatic pressure modification of whey protein concentrate for improved body and texture of lowfat ice cream. *Journal of dairy science*, *91*(4), 1308-1316.
- Liu, Z. H., Kanjo, Y., & Mizutani, S. (2010). A review of phytoestrogens: Their occurrence and fate in the environment. *Water Research*, *44*(2), 567-577.
- Macit, E., Çağlar, A., & Bakırcı, İ. (2017). Dondurma Üretiminde Bazı Baharat Uçucu Yağlarının Kullanım Olanakları. *Alinteri Zirai Bilimler Dergisi*, *32*(2), 63-68.
- Marriott, B. M. (2000). Functional foods: an ecologic perspective—. *The American journal of clinical nutrition*, *71*(6), 1728-1734.
- Martínez-Huélamo, M., Tulipani, S., Estruch, R., Escribano, E., Illán, M., Corella, D., & Lamuela-Raventós, R. M. (2015). The tomato sauce making process affects the bioaccessibility and bioavailability of tomato phenolics: A pharmacokinetic study. *Food chemistry*, *173*, 864-872.
- McClements, D. J., Decker, E. A., Park, Y., & Weiss, J. (2009). Structural design principles for delivery of bioactive components in nutraceuticals and functional foods. *Critical reviews in food science and nutrition*, *49*(6), 577-606.
- McClements, D. J., Zou, L., Zhang, R., Salvia-Trujillo, L., Kumosani, T., & Xiao, H. (2015). Enhancing nutraceutical performance using excipient foods: designing food structures and compositions to increase bioavailability. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, *14*(6), 824-847.
- McDougall, G. J., Dobson, P., Smith, P., Blake, A., & Stewart, D. (2005). Assessing potential bioavailability of raspberry anthocyanins using an in vitro digestion system. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *53*(15), 5896-5904.

- McKay, D. L., Chen, C. Y. O., Zampariello, C. A., & Blumberg, J. B. (2015). Flavonoids and phenolic acids from cranberry juice are bioavailable and bioactive in healthy older adults. *Food chemistry*, 168, 233-240.
- Mensi, A., Choiset, Y., Haertlé, T., Reboul, E., Borel, P., Guyon, C., ... & Chobert, J. M. (2013). Interlocking of  $\beta$ -carotene in beta-lactoglobulin aggregates produced under high pressure. *Food chemistry*, 139(1-4), 253-260.
- Meral, R., Doğan, İ. S., & Kanberoğlu, G. S. (2012). Fonksiyonel gıda bileşeni olarak antioksidanlar. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(2), 45-50.
- Messina, F., Saba, A., Turrini, A., Raats, M., Lumbers, M., & in Later Life Team, F. (2008). Older people's perceptions towards conventional and functional yoghurts through the repertory grid method: A cross-country study. *British Food Journal*, 110(8), 790-804.
- Minekus, M., Alminger, M., Alvito, P., Ballance, S., Bohn, T. O. R. S. T. E. N., Bourlieu, C., ... & Dufour, C. (2014). A standardised static in vitro digestion method suitable for food—an international consensus. *Food & function*, 5(6), 1113-1124.
- Mleko, S., & Gustaw, W. (2002). Rheological changes due to substitution of total milk proteins by whey proteins in dairy desserts. *Journal of food science and technology*, 39(2), 170-172.
- Morr, C. V., & Ha, E. Y. W. (1993). Whey protein concentrates and isolates: processing and functional properties. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 33(6), 431-476.
- Mulvihill, D. M., & Fox, P. F. (1989). Physico-chemical and functional properties of milk proteins. *Developments in dairy chemistry*, 4, 131-172.
- Muse, M. R., & Hartel, R. W. (2004). Ice Cream Structural Elements That Affect Melting Rate And Hardness. *Journal Of Dairy Science*. 87: 1-10.
- Nagar, G., Glowes, G., Tudorica, C.M., Kuri, V. & Brennan, C.S., (2002). Rheological quality and stability of yog-ice cream with added inulin. *International Journal of Dairy Technology*. 55, 2, 89-93.
- Neall, B. (2002). The wonderful ways of whey. *Food Review*, Vol.29: 17-19.

- Neilson, A. P., George, J. C., Janle, E. M., Mattes, R. D., Rudolph, R., Matusheski, N. V., & Ferruzzi, M. G. (2009). Influence of chocolate matrix composition on cocoa flavan-3-ol bioaccessibility in vitro and bioavailability in humans. *Journal of agricultural and food chemistry*, 57(20), 9418-9426.
- Nizamlıoğlu, N. M., & Nas, S. (2010). Meyve ve sebzelerde bulunan fenolik bileşikler; yapıları ve önemleri. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5(1), 20-35.
- Onurlar, B., & Özkaya, F. D., (2018). Moleküler Probiyotik Dondurma (Molecular Probiotic Ice Cream). *Journal of Tourism and Gastronomy Studies 6/Special issue3* . 154-168.
- Opazo-Navarrete, M., Schutyser, M. A. I., Boom, R. M., & Janssen, A. E. M. (2018). Effect of pre-treatment on in vitro gastric digestion of quinoa protein (*Chenopodium quinoa* Willd.) obtained by wet and dry fractionation. *International journal of food sciences and nutrition*, 69(1), 1-11.
- Özdemir, C., & Özdemir, S. (2018). Bitkisel Çaylar Katılarak Yapılan Rekombine Dondurmaların Kalitesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (12), 27-31.
- Özkan, G. (1998). Aspartamın, Bozunma Ürünlerinin ve Bazı Gıda Katkılarının Yüksek Performans Sıvı Kromatografisi Yöntemi ile Tayini. *Gıda/The Journal Of Food*, 23(1).
- Özkan, P., Yücel, E. K., & Yücel, E. (2018). Tüketici Yenilikçiliği İle Fonksiyonel Gıdalara Yönelik Tutum Arasındaki İlişki: Üniversite Öğrencileri Üzerine Bir Uygulama. *International Journal of Economic and Administrative Studies*. 265-280.
- Pandya, A. J., & Ghodke, K. M. (2007). Goat and sheep milk products other than cheeses and yoghurt. *Small Ruminant Research*, 68(1-2), 193-206.
- Parsons, J. G., Dybing, S. T., Coder, D. S., Spurgeon, K. R., & Seas, S. W. (1985). Acceptability of Ice Cream Made with Processed Wheys and Sodium Caseinate. *Journal of dairy science*, 68(11), 2880-2885.
- Patel, M. R., Baer, R. J., & Acharya, M. R. (2006). Increasing the Protein Content of Ice Cream<sup>1</sup>. *Journal of dairy science*, 89(5), 1400-1406.



- Picot, A., & Lacroix, C. (2004). Encapsulation of bifidobacteria in whey protein-based microcapsules and survival in simulated gastrointestinal conditions and in yoghurt. *International Dairy Journal*, 14(6), 505-515.
- Pihlanto, A., & Korhonen, H. (2003). Bioactive peptides and proteins. *Advances in food and nutrition research*, 47(4), 175-276.
- Playne, M. J., Bennett, L. E., & Smithers, G. W. (2003). Functional dairy foods and ingredients. *Australian Journal of Dairy Technology*, 58(3), 242-264.
- Panozzo, A., Lemmens, L., Van Loey, A., Manzocco, L., Nicoli, M. C., & Hendrickx, M. (2013). Microstructure and bioaccessibility of different carotenoid species as affected by high pressure homogenisation: a case study on differently coloured tomatoes. *Food chemistry*, 141(4), 4094-4100.
- Parada, J., & Aguilera, J. M. (2007). Food microstructure affects the bioavailability of several nutrients. *Journal of food science*, 72(2), R21-R32.
- Parsons, J. G., Dybing, S. T., Coder, D. S., Spurgeon, K. R., & Seas, S. W. (1985). Acceptability of ice cream made with processed wheys and sodium caseinate. *Journal of dairy science*, 68(11), 2880-2885.
- Porrini, M., & Riso, P. (2008). Factors influencing the bioavailability of antioxidants in foods: a critical appraisal. *NMCD. Nutrition Metabolism And Cardiovascular Diseases*, 18(10), 647-650.
- Porter, M. L., Krueger, C. G., Wiebe, D. A., Cunningham, D. G., & Reed, J. D. (2001). Cranberry proanthocyanidins associate with low-density lipoprotein and inhibit in vitro Cu<sup>2+</sup>-induced oxidation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81(14), 1306-1313.
- Prior, R. L., Lazarus, S. A., Cao, G., Muccitelli, H., & Hammerstone, J. F. (2001). Identification of procyanidins and anthocyanins in blueberries and cranberries (*Vaccinium* spp.) using high-performance liquid chromatography/mass spectrometry. *Journal of agricultural and food chemistry*, 49(3), 1270-1276.

- Ribeiro, A. C., & Ribeiro, S. D. A. (2010). Specialty products made from goat milk. *Small Ruminant Research*, 89(2-3), 225-233.
- Riber-Nielsen, M. (1990). Natural colours for ice cream. *Scandinavian Dairy Information*, 4(4), 56-58.
- Rizk, E. M., El-Kady, A. T., & El-Bialy, A. R. (2014). Characterization of carotenoids (lyco-red) extracted from tomato peels and its uses as natural colorants and antioxidants of ice cream. *Annals of Agricultural Sciences*, 59(1), 53-61.
- Ruel, G., Pomerleau, S., Couture, P., Lemieux, S., Lamarche, B., & Couillard, C. (2008). Low-calorie cranberry juice supplementation reduces plasma oxidized LDL and cell adhesion molecule concentrations in men. *British Journal of Nutrition*, 99(2), 352-359.
- Rui, L., Emre, N. T., Kruhlak, M. J., Chung, H. J., Steidl, C., Slack, G., ... & Xu, W. (2010). Cooperative epigenetic modulation by cancer amplicon genes. *Cancer cell*, 18(6), 590-605.
- Sadeghi, S., Madadlou, A., & Yarmand, M. (2014). Microemulsification–cold gelation of whey proteins for nanoencapsulation of date palm pit extract. *Food Hydrocolloids*, 35, 590-596.
- Sah, B. N. P., McAinch, A. J., & Vasiljevic, T. (2016). Modulation of bovine whey protein digestion in gastrointestinal tract: A comprehensive review. *International dairy journal*, 62, 10-18.
- Salem, A. S., & Mona, I. M. (2003). Effect of using stevia (*Stevia rebaudina bertonii*) leaves powder as natural non-caloric sweetener on the physico chemical properties of fiber fortified frozen yoghurt. *Egyptian Journal of Dairy Science*, 31(1), 61-70.
- Sarıoğlu Yavaş, A. (2015). *Düşük Kalorili Dondurma Üretiminde Doğal Tatlandırıcı Olarak Stevia Ekstraktı Kullanımının Ürün Kalite Kriterleri Üzerine Etkisi* (Doktora Tezi). Ege Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir.

- Stanton, C., Ross, R. P., Fitzgerald, G. F., & Van Sinderen, D. (2005). Fermented functional foods based on probiotics and their biogenic metabolites. *Current opinion in biotechnology*, 16(2), 198-203.
- Sun-Waterhouse, D., Edmonds, L., Wadhwa, S. S., & Wibisono, R. (2013). Producing ice cream using a substantial amount of juice from kiwifruit with green, gold or red flesh. *Food Research International*, 50(2), 647-656.
- Şahan, N., & Kaçar, A. (2003). *Farklı Yağ Oranları ve Tatlandırıcı Kombinasyonlarının Enerjisi Azaltılmış Dondurmaların Fiziksel ve Duyusal Özelliklerine Etkileri* (Yüksek Lisans Tezi). Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Şanlıurfa.
- Tekeli, Y., Sezgin, M., & Aydın, Ş. M. (2008). Konya’da Yetişen *Centaurea pterocaula* Truatv.’in Fenolik Yapısı ve Antioksidan Etkisi. *SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi (EDergi)*, 3(1), 35-41.
- Tekinsen, C. (1987). Dondurma Teknolojisi. *Tübitak Yayınları* No: 632 VHAG Seri No: 22, 44, Ankara
- Tekinsen, C. (1997). Süt Ürünleri Teknolojisi, Selçuk Üniversitesi, *Veteriner Fakültesi Yayınları*, Konya, 326s.
- Temiz, H., & YeşilSu, A. F. (2011). Effect of pekmez addition on the physical, chemical, and sensory properties of ice cream. *Czech Journal of Food Sciences*, 28(6), 538-546.
- Topkaya, C. (2017). *Nar kabuğu tozu ilavesinin keklerin besinsel, duyuusal ve mikrobiyolojik özelliklerine etkisi* (Yüksek Lisans Tezi). Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Tuncay, İ., (2001). *Endüstriyel Dondurma Üretiminde Farklı Stabilizer Kullanımının Dondurmanın Bazı Özellikleri Üzerine Etkisi* (Yüksek Lisans Tezi). Trakya Üniversitesi. Tekirdağ.
- Tuncel, T., & Araman, A. (1989). Stability of aspartame in some diet products marketed in Turkey. *Acta Pharmaceutica Turcica*, 31, 61-66.
- Türkmen, N., & Gürsoy, A. (2017). Fonksiyonel Dondurma. *Akademik Gıda*. Ankara

- Uraz, T. (1979). Ankara’da tüketime sunulan sade dondurmaların bazı nitelikleri üzerine araştırma. *Ankara Ün. Ziraat. Fakültesi. Yıllığı*, 2(28), 993.
- Uzuner, A.E., (2012). *Probiyotik Yoğurt Üretiminde Pirinç Sütü Kullanımı* (Yüksek Lisans Tezi). Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 75s.
- Üçüncü, M. (2005). Süt ve Mamülleri Teknolojisi. Meta Basım Matbaacılık, İzmir, 600s.
- Üretimi, G. (2004). Gıdaların Tüketimi ve Denetlenmesine Dair Kanun Hükmünde Kararnamenin Değiştirilerek Kabulü Hakkında Kanun. *Resmi Gazete*, (25483).
- Vu, K. D., Carlettini, H., Bouvet, J., Côté, J., Doyon, G., Sylvain, J. F., & Lacroix, M. (2012). Effect of different cranberry extracts and juices during cranberry juice processing on the antiproliferative activity against two colon cancer cell lines. *Food Chemistry*, 132(2), 959-967.
- Vvedenskaya, I. O., Rosen, R. T., Guido, J. E., Russell, D. J., Mills, K. A., & Vorsa, N. (2004). Characterization of flavonols in cranberry (*Vaccinium macrocarpon*) powder. *Journal of agricultural and food chemistry*, 52(2), 188-195.
- Weiss, E. I., Kozlovsky, A., Steinberg, D., Lev-Dor, R., Bar Ness Greenstein, R., Feldman, M., ... & Ofek, I. (2004). A high molecular mass cranberry constituent reduces mutans streptococci level in saliva and inhibits in vitro adhesion to hydroxyapatite. *FEMS Microbiology Letters*, 232(1), 89-92.
- Wittinger, S. A., & Smith, D. E. (1986). Effect of sweeteners and stabilizers on selected sensory attributes and shelf life of ice cream. *Journal of Food Science*, 51(6), 1463-1466.
- Wu, X., Cao, G., & Prior, R. L. (2002). Absorption and metabolism of anthocyanins in elderly women after consumption of elderberry or blueberry. *The Journal of nutrition*, 132(7), 1865-1871.
- Yıldız, A., (2011). *Trabzon Yöresine Ait Yaban Mersini (Vaccinium Myrtillus L.)’nin hplc ile fenolik yapısının aydınlatılması ve antioksidan özelliklerinin belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Yılmaz, C. (2013). *Vişne Çekirdeği Atıklarının Gıda İngrediyeni Olarak Değerlendirilmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yiğit, A., Ertürk, Ü., & Korukluoğlu M., 2005. Fonksiyonel bir gıda: Ceviz. *Bahçe Ceviz*, 34 (1): 163-169.
- Yöney, Z., (1968). Dondurma Teknolojisi, Ankara Üni. *Ziraat Fak. Yay. No:360*, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara, 111s.
- Zaheer, K., & Humayoun Akhtar, M. (2017). An updated review of dietary isoflavones: nutrition, processing, bioavailability and impacts on human health. *Critical reviews in food science and nutrition*, 57(6), 1280-1293.
- Zhang, L., Ma, J., Pan, K., Go, V. L. W., Chen, J., & You, W. C. (2005). Efficacy of cranberry juice on *Helicobacter pylori* infection: a double-blind, randomized placebo-controlled trial. *Helicobacter*, 10(2), 139-145.
- Zharykbasova, K.S., & Sviderskaya, D.S. (2003). Use of Jerusalem artichoke as an ice cream ingredient. *Molochnaya Promyshlennost. Food Science & Technology Abstracts*, Pn1604.
- Zulim Botega, D. C., Marangoni, A. G., Smith, A. K., & Goff, H. D. (2013). The potential application of rice bran wax oleogel to replace solid fat and enhance unsaturated fat content in ice cream. *Journal of food science*, 78(9).

## EK-1

# DUYUSAL DEĞERLENDİRME FORMU

### Ürün: Whey Proteini İçeren Yaban Mersinli Fonksiyonel Dondurma

Lütfen her bir örneği tadın. Örnekler arasında ağızınızı su ile çalkalamayı unutmayınız. Sonra her bir numuneyi değerlendirin. Her sütunda yalnızca bir onay işareti olması gerekir. Yaşınız: Cinsiyetiniz:

Yaban mersini meyvesini daha önceden biliyor muydunuz?

Çok iyi biliyorum  Biliyorum  Az biliyorum  Bilmiyorum  Hiç bilmiyorum

Whey proteini hakkında bilgi sahibi misiniz?

Çok iyi biliyorum  Biliyorum  Az biliyorum  Bilmiyorum  Hiç bilmiyorum

A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7

## GÖRÜNÜM

Çok beğendim

Beğendim

Orta derece beğendim

Az derece beğendim

Ne beğendim ne beğenmedim

Az derece beğenmedim

Orta derece beğenmedim

Beğenmedim

Hiç beğenmedim

A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7

### **LEZZET**

Çok beğendim

Beğendim

Orta derece beğendim

Az derece beğendim

Ne beğendim ne beğenmedim

Az derece beğenmedim

Orta derece beğenmedim

Beğenmedim

Hiç beğenmedim

A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7

### **TEKSTÜR**

Çok beğendim

Beğendim

Orta derece beğendim

Az derece beğendim

Ne beğendim ne beğenmedim

Az derece beğenmedim

Orta derece beğenmedim

Beğenmedim

Hiç beğenmedim

A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7

## GENEL BEĞENİ

Çok beğendim

Beğendim

Orta derece beğendim

Az derece beğendim

Ne beğendim ne beğenmedim

Az derece beğenmedim

Orta derece beğenmedim

Beğenmedim

Hiç beğenmedim

Bu yedi ürünün market satışı olsa hangisini alırsınız?

A1  A2  A3  A4  A5  A6  A7

Panelimize katıldığınız için teşekkür ederiz.



## ÖZGEÇMİŞ

Zeynep Sunal, 19 Ekim 1994 yılında İstanbul'da doğdu. İlk ve orta öğrenimlerini sırasıyla Şefkat Koleji İlköğretim Okulu ve Gökkuşığı Koleji'nde tamamladı. 2012'de Hadımköy Örfi Çetinkaya Anadolu Lisesi'nden mezun oldu. 2016 yılında lisans eğitimini İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda tamamladı ve gıda mühendisi ünvanı almaya hak kazandı. Yine aynı yıl İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı.

