



T.C.
BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MEYVELİ KLASİK VE MOLEKÜLER DONDURMALARIN
BAZI ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Mehmet AYDIN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HAYVANSAL ÜRÜNLER HİJYEN VE TEKNOLOJİSİ
(DİSİPLİNARARASI) ANABİLİM DALI**

Danışman

Dr. Öğretim Üyesi İlhan GÜN

BURDUR-2019

T.C.
BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MEYVELİ KLASİK VE MOLEKÜLER DONDURMALARIN
BAZI ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Mehmet AYDIN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HAYVANSAL ÜRÜNLER HİJYEN VE TEKNOLOJİSİ
(DİSİPLİNARASI) ANABİLİM DALI**

Danışman

Dr. Öğretim Üyesi İlhan GÜN

Bu Araştırma Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 0461-YL- 17 proje numarası ile desteklenmiştir.

BURDUR-2019

KABUL VE ONAY

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Mehmet AYDIN tarafından Dr. Öğretim Üyesi İlhan GÜN yönetiminde hazırlanan “*Meyveli Klasik ve Moleküler Dondurmaların Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi*” başlıklı tez çalışması jüri üyeleri olarak tarafımızdan okunmuş; kapsamı ve niteliği açısından Hayvansal Ürünler Hijyen ve Teknolojisi Anabilim Dalında *Yüksek Lisans Tezi* olarak oy birliği / oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

29 /08 /2019

Dr. Öğr. Üyesi Bilge ERTEKİN FİLİZ
Süleyman Demirel Üniversitesi
Başkan

Dr. Öğr. Üyesi İlhan GÜN
Burdur Mehmet Akif Ersoy
Üniversitesi

Jüri

Dr. Öğr. Üyesi Erhan KEYVAN
Burdur Mehmet Akif Ersoy
Üniversitesi

Jüri

ONAY

Bu tez, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Lisans Üstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu 27.09/2019 Tarih ve 39 sayılı kararı ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. M. Doğa TEMİZSOYLU

Müdür

Sağlık Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitimim boyunca gece gündüz hiçbir zaman vaktini ve bilgisini esirgemeyen, bakış açımızı değiştirerek büyük katkı sağlayan, tez çalışmasını bereber yürüttüğümüz değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi İlhan GÜN'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Yapmış olduğum üretimlerde hammadde tedariklerimde destek sağlayan bölgedeki süt işletmelerinden; Çavuşoğulları Süt ve Gıda işletmesi ve Süt Ofis işletmesi yönetim ve çalışanlarına şükranlarımı sunarım. Aynı zamanda üretimde kullandığım çilek, ahududu ve karadut meyvelerinin Uşak ili Ulubey ilçesinde bulunan üreticilerine teşekkürlerimi sunarım. Laboratuvar çalışmalarımın yürütülmesinde katkı sağlayan Burdur Gıda, Tarım ve Hayvancılık Meslek Yüksekokulu idari personeline ve bir kısmını Uşak Üniversitesi Mühendislik Fakültesi laboratuvarlarında yürütmemi sağlayan hocam Doç. Dr. Senem ŞANLI'ya ve çalışmalarda yardımını esirgemeyen Seyfi SARDOĞAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum. Hayatım boyunca aldığım kararlarda hep yanımda olan ve hiçbir desteğini esirgemeyen, aynı zamanda yol arkadaşlarım sevgili annem Yeter AYDIN ve babam Sami AYDIN'a, beni hiçbir alanda yalnız bırakmadıkları ve sonsuz sabırlarından dolayı çok teşekkür ediyorum. 0461-YL-17 numaralı proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi yetkililerine teşekkür ederim.

Mehmet AYDIN
Ziraat Mühendisi
Süt Teknoloğu

ETİK BEYAN

“Meyveli Klasik ve Moleküler Dondurmaların Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi” başlıklı tez çalışmamdaki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında özgün olduğunu, Dr. Öğretim Üyesi İlhan GÜN danışmanlığında Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzuna göre yazıldığını beyan ederim.



MEHMET AYDIN

29.08.2019

İÇİNDEKİLER

İÇ KAPAK SAYFASI.....	ii
KABUL VE ONAY SAYFASI.....	ii
TEŞEKKÜR	iii
ETİK BEYAN.....	iv
ŞEKİLLER	viii
TABLolar	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	xi
ÖZET.....	xii
ABSTRACT	xiii
1.GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	6
2.1. Dondurma Tanımı, Özellikleri ve Bileşenleri	6
2.2. Fenolik Maddelerin Dondurma Teknolojisinde Önemi.....	19
2.3. Moleküler Gastronomi ve Moleküler Dondurma Üretimi	23
2.4. Dondurma Üretim Yöntemleri.....	25
2.4.1. Pastane Tipi (Batch Freezer) Dondurma Makinesi	26
2.4.2. Kesikli Dondurma Makinesi.....	26
2.4.3. Sürekli Dondurma Makinesi	27
2.4.4. Pacojet ile Dondurma Üretimi	28
2.4.5. Yumuşak Tip Dondurma Makineleri	28
2.4.6. Tayland Rulo (Tava) Dondurma Üretimi	29
2.4.7. Moleküler Dondurma Üretimi	29
3. GEREÇ ve YÖNTEM.....	32
3.1. Gereç	32
3.1.1. Dondurma üretiminde kullanılan süt	32
3.1.2. Dondurma üretiminde kullanılan sahlep.....	32
3.1.3. Dondurma üretiminde kullanılan süt tozu	32
3.1.4. Dondurma üretiminde kullanılan krema	32
3.1.5. Dondurma üretiminde kullanılan tatlandırıcı	32
3.1.6. Dondurma üretiminde kullanılan meyveler	33
3.1.7. Dondurma üretiminde kullanılan sıvı azot.....	33
3.1.8. Dondurma reçetesi.....	33
3.2.Yöntem	33
3.2.1.Klasik ve moleküler dondurma üretimi	33
3.2.2. Dondurmada yapılan analizler	36
3.2.2.1. pH	36
3.2.2.2. Titrasyon asitliği.....	36
3.2.2.3. Yağ.....	36
3.2.2.4. Toplam kuru madde	36
3.2.2.5. Protein	36
3.2.2.6. Kül miktarı	37
3.2.2.7. Hacim artışı (overrun)	37
3.2.2.8. Kısmi (ilk damlama) ve tam erime süresinin belirlenmesi.....	37
3.2.2.9. Erime oranı	37
3.2.2.10. Viskozite	38

3.2.2.11. Toplam fenolik madde	38
3.3.2.12. HPLC yöntemi ile fenolik madde tayini.....	39
3.2.2.13. DPPH ⁺ yöntemi ile antioksidan aktivite	40
3.2.2.14. TEAC yöntemi ile antioksidan aktivite	41
3.2.2.15. Uçucu bileşen kompozisyonunun belirlenmesi.....	42
3.2.2.16. Renk analizi	43
3.2.2.17. Tekstür analizi.....	43
3.2.2.18. İstatistiksel analizler	44
4. BULGULAR.....	45
4.1. pH.....	45
4.2. Titrasyon Asitliği	45
4.3. Yağ	46
4.4. Toplam Kuru Madde	47
4.5. Protein	47
4.6. Kül Miktarı	48
4.7. Hacim Artışı (Overrun)	49
4.8. İlk Damlama Süresi.....	50
4.9. Tam Erime Süresinin Belirlenmesi.....	50
4.10. Erime Oranı	51
4.11. Viskozite	53
4.12. Toplam Fenolik Madde.....	53
4.13.HPLC Yöntemi ile Fenolik Bileşenlere Ait Bulgular.....	55
4.14. DPPH ⁺ Yöntemi ile Antioksidan Aktivite (% İnhibisyon).....	57
4.15. TEAC (Trolox Ekvivalenti Antioksidan Kapasite) Yöntemi ile Antioksidan Aktivite	59
4.16. Uçucu Bileşen Kompozisyonu	60
4.16.1. Aldehitler	600
4.16.2. Ketonlar	622
4.16.3. Alkoller	67
4.16.4. Esterler.....	69
4.16.5. Karboksilik asitler	72
4.16.6. Laktonlar	76
4.16.7. Terpenler	78
4.17. Renk Analizi.....	80
4.17.1. Dondurma örneklerinin L* değeri	80
4.17.2. Dondurma örneklerinin a* değeri.....	81
4.17.3. Dondurma örneklerinin b* değeri.....	82
4.18. Tekstür Analizi	83
5. TARTIŞMA	86
5.1. pH.....	86
5.2. Titrasyon Asitliği	86
5.3. Yağ	87
5.4. Toplam Kuru Madde	87
5.5. Protein	88
5.6. Kül Miktarı	88
5.7. Hacim Artışı (Overrun)	888
5.8. İlk Damlama ve Tam Erime Süresi ile Erime Oranı.....	889
5.9. Viskozite	91

5.10. Toplam Fenolik Madde.....	92
5.11. DPPH+ Yöntemi ile Antioksidan Aktivite.....	92
5.12. TEAC Yöntemi ile Antioksidan Aktivite.....	93
5.13. Uçucu Bileşen Kompozisyonu	93
5.14. Renk Değerleri.....	94
5.15. Tekstür	95
6. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	99
KAYNAKLAR.....	101
ÖZGEÇMİŞ	113



ŞEKİLLER

Şekil 2.1. Pastane tipi (Batch Freezer) dondurma makinesi	26
Şekil 2.2. Kesikli tip dondurma makinesi	27
Şekil 2.3. Sürekli tip dondurma makinesi	27
Şekil 2.4. Pacojet dondurma makinası	28
Şekil 2.5. Yumuşak tip dondurma makinası	29
Şekil 2.6. Tayland rulo (tava) dondurma	29
Şekil 2.7. Moleküler dondurma üretimi.....	30
Şekil 3.1. Meyveli klasik ve moleküler dondurma üretimi.....	35
Şekil 3.2. %20'lik metanol-su karışımında 2,5 pH değerinde 8'li bileşiğin kromotogramı (210 nm). Gallik asit (1), protokateşik asit (2), vanilik asit (3), sinapinik asit (4), p-kumarik asit (5), ferulik asit (6), benzoik asit (7), sinapinik asit (8).	40
Şekil 3.3. Dondurmada tekstür analizi.....	44
Şekil 4.1. Dondurma örneklerinin toplam fenolik madde içerikleri.....	54
Şekil 4.2. Dondurma örneklerinin % İnhibisyon değerleri.....	58
Şekil 4.3. Dondurma örneğine ait kromatogram.....	60
Şekil 4.4. Dondurma örneklerinin penetrasyon testi grafiği.....	84

TABLULAR

Tablo 2.1. 100 gram dondurmanın vitamin ve mineral içeriği	7
Tablo 2.2. Dondurma standardına göre (TS 4265) dondurmanın tip özellikleri...	9
Tablo 2.3. Türk Gıda Kodeksi dondurma çeşitlerine göre bileşimi	10
Tablo 2.4. Fenolik bileşiklerin sınıflandırılması	20
Tablo 4.1. Dondurma örneklerinin pH değerleri	45
Tablo 4.2. Dondurma örneklerinin titrasyon asitliği değerleri (%LA).....	46
Tablo 4.3. Dondurma örneklerinin yağ içerikleri (%).....	46
Tablo 4.4. Dondurma örneklerinin toplam kuru madde miktarları (%).....	47
Tablo 4.5. Dondurma örneklerinin protein oranları (%).....	48
Tablo 4.6. Dondurma örneklerinin kül miktarları (%).....	48
Tablo 4.7. Dondurma örneklerinde hacim artışı (%).....	49
Tablo 4.8. Dondurma örneklerinin ilk damlama süresi (dk).....	50
Tablo 4.9. Dondurma örneklerinin tam erime süresi (dk).....	51
Tablo 4.10. Dondurma örneklerinin erime oranı (%).....	52
Tablo 4.11. Dondurma örneklerinin viskozitesi (cP).....	53
Tablo 4.12. Dondurma örneklerinin toplam fenolik madde içerikleri (mg GAE). 54	
Tablo 4.13. Dondurma örneklerinde gallik asit miktarı (µg/g).....	55
Tablo 4.14. Dondurma örneklerinde prokateşik asit miktarı (µg/g).....	56
Tablo 4.15. Dondurma örneklerinde vanilik asit miktarı (µg/g).....	56
Tablo 4.16. Dondurma örneklerinde p-kumarik asit miktarı (µg/g).....	57
Tablo 4.17. Dondurma örneklerinde ferulik asit miktarı (µg/g).....	57
Tablo 4.18. Dondurma örneklerinin antioksidan aktivitesi (% inhibisyon).....	58
Tablo 4.19. Dondurma örneklerinin antioksidan aksivitesi (TEAC/mg).....	59
Tablo 4.20. Dondurma örneklerinin benzaldehit miktarları (µg/kg).....	61
Tablo 4.21. Dondurma örneklerinin asetaldehit miktarları (µg/kg).....	61
Tablo 4.22. Dondurma örneklerinin nonanal miktarları (µg/kg).....	62
Tablo 4.23. Dondurma örneklerinin oktanal miktarları (µg/kg).....	62
Tablo 4.24. Dondurma örneklerinin 2-heptanon miktarları (µg/kg).....	63
Tablo 4.25. Dondurma örneklerinin 2-nonanon miktarları (µg/kg).....	63
Tablo 4.26. Dondurma örneklerinin ikozan miktarları (µg/kg).....	64
Tablo 4.27. Dondurma örneklerinin 2-pentanon miktarları (µg/kg).....	64
Tablo 4.28. Dondurma örneklerinin aseton miktarları (µg/kg).....	65
Tablo 4.29. Dondurma örneklerinin 2-tridekanon miktarları (µg/kg).....	65
Tablo 4.30. Dondurma örneklerinin 2-undekanon miktarları (µg/kg).....	66
Tablo 4.31. Dondurma örneklerinin asetoin miktarları (µg/kg).....	66
Tablo 4.32. Dondurma örneklerinin etanol miktarları (µg/kg).....	67
Tablo 4.33. Dondurma örneklerinin 1-hekzanol miktarları (µg/kg).....	68
Tablo 4.34. Dondurma örneklerinin 1-nonanol miktarları (µg/kg).....	68
Tablo 4.35. Dondurma örneklerinin 1-oktanol miktarları (µg/kg).....	69
Tablo 4.36. Dondurma örneklerinin etil vanilin miktarları (µg/kg).....	70
Tablo 4.37. Dondurma örneklerinin etil bütirat miktarları (µg/kg).....	70
Tablo 4.38. Dondurma örneklerinin etil kapronat miktarları (µg/kg).....	71
Tablo 4.39. Dondurma örneklerinin metil bütirat miktarları (µg/kg).....	71
Tablo 4.40. Dondurma örneklerinin dekanolik asit miktarları (µg/kg).....	73
Tablo 4.41. Dondurma örneklerinin dodekanoik asit miktarları (µg/kg).....	73

Tablo 4.42. Dondurma örneklerinin hekzanoik asit miktarları ($\mu\text{g}/\text{kg}$).....	74
Tablo 4.43. Dondurma örneklerinin oktanoik asit miktarları ($\mu\text{g}/\text{kg}$).....	74
Tablo 4.44. Dondurma örneklerinin asetik asit miktarları ($\mu\text{g}/\text{kg}$).....	75
Tablo 4.45. Dondurma örneklerinin butanoik asit miktarları ($\mu\text{g}/\text{kg}$).....	75
Tablo 4.46. Dondurma örneklerinin palmitik asit miktarları ($\mu\text{g}/\text{kg}$).....	76
Tablo 4.47. Dondurma örneklerinin δ -dekalakton miktarları ($\mu\text{g}/\text{kg}$).....	77
Tablo 4.48. Dondurma örneklerinin δ -dodelakton miktarları ($\mu\text{g}/\text{kg}$).....	77
Tablo 4.49. Dondurma örneklerinin β -mirsen miktarları ($\mu\text{g}/\text{kg}$).....	78
Tablo 4.50. Dondurma örneklerinin β -felandren miktarları ($\mu\text{g}/\text{kg}$).....	79
Tablo 4.51. Dondurma örneklerinin DL-limonen miktarları ($\mu\text{g}/\text{kg}$).....	80
Tablo 4.52. Dondurma örneklerinin L^* değeri	81
Tablo 4.53. Dondurma örneklerinin a^* değeri	82
Tablo 4.54. Dondurma örneklerinin b^* değeri	82
Tablo 4.55. Dondurma örneklerinin sertlik değerleri (g).....	83
Tablo 4.56. Dondurma örneklerinin yapışkanlık değerleri (g).....	84

SİMGELER VE KISALTMALAR

ASÜD	Ambalajlı Süt ve Süt Ürünleri Sanayicileri Derneği
β	Beta
δ	Delta
CMC	Karboksi Metil Selüloz
DPPH	1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) Radikal Süpürücü Aktivite
GC-MS	Gaz Kromatografisi Kütle Spektrometresi
HS-SPME	Tepe Boşluklu Solid Faz Mikroekstraksiyon
IDF	International Dairy Federation, Uluslararası Süt Federasyonu
IU	Uluslararası Birim
MPa	Mega Paskal
ppb	Milyarda bir kısım
ppm	Milyonda bir kısım
SH	Soxhelet-Henkel
Spp	Alt Tür
TEAC	Troloks Eşdeğeri Antioksidan Kapasite
TG	Transglutaminaz
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu

ÖZET

Meyveli Klasik ve Moleküler Dondurmaların Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi

Bu çalışmanın amacı klasik dondurma ve moleküler dondurma üretim tekniklerini kullanarak üretilen meyveli dondurmaların bazı kimyasal, biyokimyasal, fiziksel ve tekstürel özelliklerini incelemektir. Klasik pastane tipi dondurma makinası ve sıvı nitrojen kullanılarak dondurma üretimi sağlanmış ve analizleri gerçekleştirilmiştir. Örneklerin pH, kuru madde, yağ, protein, kül miktarları ve hacim artış oranı arasında önemli bir fark belirlenmemiştir. Bununla birlikte özellikle moleküler dondurmalar küçük buz kristalleri içermesinden dolayı daha yumuşak bir yapıda olup, ilk damlama ve tam erime süreleri daha kısa zamanda gerçekleşmiştir. Örneklerin viskozite değeri üzerine, ilave edilen meyve çeşidinin etkisi önemli bulunmuştur. Aynı zamanda toplam fenolik madde, antioksidan kapasitesi, uçucu aroma bileşenleri miktarları dondurma üretim yönteminden önemli derecede etkilenmiştir. Dondurmanın moleküler teknik kullanılarak üretilmesi ve yenilikçi bir yaklaşım olarak uygulanması sunum açısından da önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan Aktivite, Fenolik Bileşikler, Meyveli Dondurma, Moleküler Dondurma, Tekstür

ABSTRACT

Determination of Some Properties of Fruit Classical and Molecular Ice Cream

The aim of this study is to investigate some chemical, biochemical, physical and textural properties of fruit ice cream produced using classical ice cream and molecular ice cream production techniques. Ice cream production and analysis were performed by using conventional patisserie type ice cream machine and liquid nitrogen. No significant difference was determined between the pH, dry matter, fat, protein, ash amounts and overrun of the samples. However, molecular ice-creams in particular have a softer structure due to the fact that they contain small ice crystals, and first dripping and full melting time was realized in less time. The effect of added fruit variety on the viscosity value of the samples was found to be significant. At the same time, total phenolic content, antioxidant capacity and volatile aroma compounds were significantly affected by freezing method. The production of ice cream using molecular technique and its application as an innovative approach is also important for presentation.

Keywords: Antioxidan Activitiy, Fruit Ice Cream, Molecular Ice Cream, Phenolic Compounds, Texture

1.GİRİŞ

Süt, krema, sütün, tereyağı gibi süt ürünlerinin, şeker, kakao, parça çikolata, fıstık, fındık, meyve suyu, çeşitli meyve püreleri, meyve esansları gibi tatlandırıcı ve çeşni maddelerinin, çeşitli renk maddelerinin, keçiyoynuzu sakızı, yumurta sarısı, sahlep gibi çeşitli emilgator ve stabilizatörlerin karışımından oluşan miksin pastörize ve/veya homojenize edilmesi, soğutulması, dinlendirilmesi ve soğuk koşulda hacim artışının sağlanması sonucunda elde edilen tatlı, besin içeriği yüksek bir süt ürünüdür (Koçan, 1999). Gıda sektöründe her geçen gün pazar payını artıran dondurma, özel restoranlarda farklı teknikler kullanılarak hazırlanan sunum şekilleriyle de dikkati çekmektedir. Sağlıklı, fonksiyonel, farklı aroma ve kompozisyonlarda ürün elde edilmesine elverişli bir yapıda, besin değeri yüksek, kremimsi, tatlı ve çeşitli lezzetlerde olabilen dondurma, her yaştan bireyin severek tükettiği, tüketicinin damak ve göz zevkine uygun bir gıdadır (Arslaner ve Salık, 2017; Kırmacı vd., 2014). Toplumun her kesimi tarafından, yılın her döneminde zevkle tüketilen dondurma, süt yağı, protein, kalsiyum, fosfor ve diğer mineraller bakımından zengin bileşime sahiptir (Goff ve ark., 1999).

Süt ile dondurma bileşimi bakımından karşılaştırıldığında dondurma yaklaşık olarak 3–4 kat daha fazla yağ ve %12–16 oranında daha fazla protein içerir. Bununla birlikte meyve, fındık, yumurta, şekerleme ve şeker gibi gıda ürünlerinin ilavesiyle de besin değeri artırılabilir. Süt proteinlerinden kaynaklı esansiyel aminoasitlerinin hepsini içeren dondurma, aynı zamanda mükemmel bir biyolojik değere sahiptir. Ayrıca süt, krema, süt tozu gibi diğer süt ürünlerinin de mikste yer alması, dondurmanın kalsiyum, fosfor gibi mineraller ve vitaminlerce de zengin bir kaynak olmasını sağlamaktadır (Kır, 2007). Bu nedenle dondurma sadece sütün bileşimine giren maddelerce değil, içerisine ilave edilen çilek, ahududu, yaban mersini, limon, böğürtlen, dut, kayısı frenk üzümü gibi birçok meyve ve finfik, fıstık, ceviz diğer besin maddelerinin ilavesiyle bileşimi zengin hale getirilmiş, probiyotik bakteri ilave edilmesiyle de fonksiyonel özelliği artırılmış bir süt ürünüdür (Konar, 1991).

Geçmişten günümüze birçok teknikler kullanılarak elde edilen dondurmanın serüveni, buz içerisine eklenen şarap, ezilmiş meyveler, bal, şerbet gibi katkı maddeleri ile mevsimlik keyif veren bir gıda olarak başlamıştır. Günümüzde ise pek çok değişik aroma ve katkı maddesinin kullanıldığı ve sorbe, çubuk, külah halinde tüketime sunulan endüstriyel bir gıda haline gelmiştir (Uludağ, 2010).

Dondurma üretim teknolojisi, özellikle son elli yılda oldukça hızlı gelişmiştir (Tekinşen, 1993). Dondurma teknolojisindeki tarihsel gelişime bakıldığında, kutsal kitaplarda buzun kullanıldığından bahsedilirken, buzdan yararlanarak bazı soğuk meyve sularından geliştirilen ve XV. yüzyılda Güney Avrupa’da “Water Ice” adıyla anılan yeni bir ürüne rastlanmaktadır. Büyük İskender’in Asya seferinde yaklaşık M.Ö. 334-333 yıllarında meyve suyu ve süt karışımını dondurulmuş bal ile birlikte tüketildiği belirtilmektedir, Romalıların M.S. I. yüzyılda derin kuyularda sakladıkları kar ve buzla yazın soğuk içecekler yaptığı, bazı meyve ve meyve sularının karla karıştırılarak yüzyıllar önce Çin’de ilk defa meyveli dondurma üretiminin gerçekleştirildiği ile ilgili çeşitli bilgilere rastlanmaktadır. Ürünün Avrupa’da yayılması, Asya seyahatinden Venedik’e dönen Marco Polo’nun yaklaşık M.S.1254-1324 yıllarında donmuş süttten yapılan tatlıları İtalya’nın kuzey kesiminden Fransa, Almanya ve İngiltere’ye geçerek tanıtması üzerine devam etmiştir. 1560’lı yıllarda İtalya’da sütün balla karıştırıldıktan sonra dondurulduğu belirtilmektedir. 1860-1875 yıllarına gelindiğinde ise İtalyan’ların İngiltere’ye göçlerinin artmasıyla ve göçmenlerin çoğunluğunun dondurma ustası olmasından dolayı İngiltere’de modern dondurma endüstrisinin geliştiği görülmektedir. Dondurma yapımında kullanılan karışımların ve formülasyonların gelişimi, 1965 ve 1982 yılları arasında otomasyona dayalı yüksek kapasiteye sahip üretim aletlerinin artmasıyla dondurma endüstrisi hızlı bir şekilde büyümeye başlamıştır (Tekinşen ve Tekinşen, 2008). Modern dondurma endüstrisinde son 50-60 yıl içerisinde teknolojik gelişmelerin daha fazla olduğu görülmektedir. 1900’lü yılların başlarında çok basit yöntemlerle elde edilen ürün, günümüzde ileri teknikler ve bilimsel araştırmalardan yararlanılarak daha zengin bileşime sahip, fonksiyonel özelliği geliştirilmiş ve hijyenik kalitesi yüksek endüstriyel dondurma üretimi gerçekleştirilmektedir (Akın, 2009; Yöney, 1968).

Türkiye’de dondurma yapımı yaklaşık yüz yıl önce ilk olarak İstanbul’da yapılmış ve buradan Anadolu’ya yayılmıştır. 1920’li yıllarda Halep’ten gelerek Maraş’a yerleşen Hacı Mehmet, ilk defa sahlepli dondurma üretmiş ve çok kısa bir süre sonra da Kel Ali lakaplı birisi, sahlepli dondurmayı dövme demir kaşıkla karıştırarak ünlü Maraş dövme dondurmasını yapmıştır. 1970’li yılların başlarında Kahramanmaraş’tan termoslarla diğer illere dondurma gönderilmesiyle Anadolu dondurma ile tanışmıştır (Dayısoylu ve ark., 2010).

Dondurma tüketim oranı açısından değerlendirildiğinde, üreticilerin büyük bir kısmının çocuklar ve gençlerden oluştuğu söylenebilir. Bu nedenle dondurma üreten firmaların her yeni sezonda, çeşitli aroma maddeleriyle üretilmiş, bisküvi, pasta veya tatlı çeşitleri gibi farklı dokuları da içeren, farklı lezžete sahip dondurmaların geliştirilmesine yönelik çalışmaları devam etmektedir. Böylelikle dondurma çeşitliliği her yıl artmakta ve farklı dondurma formülasyonu geliştirilerek tüketici beğenisine sunulmaktadır. Tüketicilerin isteğine cevap vermek amacıyla çok farklı çeşit dondurma üretimiyle birlikte, üretim ve sunum tekniğinde de gelişmeler hızla devam etmektedir. Kivi, portakal, kavun gibi meyvelerin yanı sıra bal, pekmez ve çeşitli kuruyemişlerle birlikte 240’ın üzerinde dondurma çeşidinin bulunduğu belirtilmektedir (Karaman, 2011; Yöney, 1968).

Günümüzde pestisit, yapay gübre, hormon gibi uygulamaların bitki üretiminde kullanımının artmasından dolayı tüketiciler, doğal olarak yetiştirilen organik gıdalara daha çok yönelmiştir. Yapılan araştırmalar, özellikle yabancı bitkilerin yapısında bulunan bazı maddelerin sağlık üzerindeki olumlu etkilerini ortaya koymuştur (Demir, 2006). Yabancı bitkiler yüksek antioksidan aktiviteye sahip bileşikler içerdiğinden beslenmede önemli bir yer tutmaktadır. Bu bileşiklerin antimitojenik, antikarsinogenik, antiaging (yaşlanmayı geciktirici) gibi birçok biyolojik fonksiyonu bulunmaktadır (Nishina ve ark., 1991). Geniş coğrafi özelliklere sahip ülkemizde yukarıda bahsi geçen bitkilerin yabancı olarak yetişmesinin yanında kültüre alınarak da yetiştirilenleri de mevcuttur. Bu meyveler; ahududu, alıç, böğürten, çay üzümü, dut, gilaburu, kızılıcak, kızamık, kuşburnu, mürver, üvez, yaban mersini ve yemişendir (Demir, 2002).

Dondurmada, protein, karbonhidrat ve yağ ile birlikte; A, C, D, E ve B vitaminleri gibi çeşitli vitaminlerle, kalsiyum, fosfor, magnezyum, sodyum, potasyum, demir ve çinko gibi mineraller çok sayıda mineral bulundurmasından dolayı, sağlıklı ve dengeli beslenme programında en az haftada 1-2 kez dondurma tüketimine yer verilmektedir (Uludağ, 2010).

Üretilen bir dondurmanın kalitesini tanımlayabilmek için tüm yapım aşamalarının uygun ve yeterli sanitasyon koşullarında gerçekleşmesi şartı başta olmak üzere kullanılan hammaddelerin de iyi nitelikte olması gerekmektedir (Gürsel ve Karacabey, 1998; Tekinşen, 2000; Ünlütürk ve Turantaş, 2003). Genel olarak değerlendirildiğinde, üretilen dondurmanın bileşiminde yaklaşık %12 yağ, %11 yağsız kuru madde, %15 şeker, %0,3 stabilizatör ve %38,3 toplam kuru madde olmalıdır (Arbuckle, 1986).

“Gastronomi” kelimesi ilk olarak Antik Yunan'da kullanılmıştır. Yunanca da mide anlamına gelen "Gastro" ve kural ya da düzenleme anlamına gelen "Nomos" sözcüklerinin birleşmesinden oluşturulmuştur. Sicilyalı Yunan Arcestratus MÖ 4. yy'da Akdeniz bölgesini temsil eden ilk yemek ve şarap rehberi olan Gastronomia adlı bir kitap yazmıştır. Arcestratus en iyi ne yenilip ne içildiğini ve bunların nereden bulunduğunu keşfetmek için birçok seyahat yapmıştır ve turizm ile gastronomi kavramı arasındaki ilk ilişkiyi bulmuştur (Santich, 2004).

Moleküler gastronomi ise yemekle bilimi bir araya getirerek yiyeceklerin pişirme esnasında birbirlerine dönüşümlerini incelemektedir (Vega ve Ubbink, 2008). Yani bu akım daha çok iyi yemeğin arkasındaki bilime odaklanmaktadır (Snitkjaer, 2010). Bu yüzden moleküler gastronominin sadece bir yemek pişirme türü olarak görülmesinin yanlış olduğu düşünülmektedir (Vega ve Ubbink, 2008; Yılmaz ve Bilici, 2013). Temel amacı mevcut durumu iyileştirmek, yeni yiyecek hazırlama yöntemleri geliştirmek ve bunların sonucunda hazırlanan ürünün tadının her seferinde aynı olmasını sağlamaktır. Moleküler Gastronomi Tekniği ile üretilen ürünlerden süt ve ürünleri de ülkemizde geliştirilmeye başlanmış, ancak duyusal değerlendirmelerin dışında herhangi bir bilimsel veriye rastlanmamıştır. Kefir kültürü ile üretilen probiyotik dondurma üretiminde pastane tipi dondurma makinesi ve Moleküler

Gastronomi Tekniği ile üretim gerçekleştirilmiştir (Durlu zkaya ve Onurlar, 2018). Araştırmada sadece moleküler kefir dondurmasının duyuşal analizleri yapılmış, sıvı nitrojen kullanımının dondurmanın görünüm, koku, doku ve lezzeti üzerindeki etkileri incelenmiştir. rn kimyasal, biyokimyasal ve tekstürel özellikleri hakkında herhangi bir analiz gerçekleştirilmemiştir.

Bu nedenle çalışmanın amacı; fonksiyonel özellikleri geliştirilmiş, besleyici değerisi yüksek, yapımı kolay ve taze tüketime uygun bir dondurma üretimi gerçekleştirmenin yanı sıra;

- Bu ürünü klasik pastane tipi meyveli dondurma özellikleri ile kıyaslamak,
- Üretilen meyveli dondurmaların aroma profilinin ortaya konması ve farklı tekniklerde elde edilen dondurmalarda aroma kaybının olup olmadığını incelemek,
- Moleküler Gastronomi tekniğinde kullanılan sıvı nitrojenin dondurmaların toplam fenolik madde miktarını ve antioksidan kapasitelerini etkileyip etkilemediğini incelemek,
- Her iki tekniğin ürün tekstürel özelliği üzerine etkisini belirlemektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Dondurma Tanımı, Özellikleri ve Bileşenleri

Dondurma; süt yağı, süt yağsız kurumaddesi, krema, şeker, stabilizatör, emülgatör maddeler ile birlikte isteğe ve çeşide göre mikste kuru ve yaş meyveler, fonksiyonel diyet lifleri, probiyotik mikroorganizmalar, prebiyotik bileşenler ve tatlandırıcılar, aroma ve renk maddeleri bulunduran ve miksin pastörize edilip dondurulmasıyla elde edilen, geleneksel ve endüstriyel yöntemlerle üretilen karmaşık fizikokimyasal sisteme sahip bir süt ürünüdür (Arbuckle 1986; Arslaner ve Salık, 2017; İnal, 1992; Riber Nielsan, 1990; Tekinşen, 2000; Yöney 1968). Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nde dondurma; "içerisinde süt veya süt ürünlerini, içme suyu, şeker ve izin verilen katkı maddelerini bulunduran, istenildiğinde sahlep, yumurta, aroma maddeleri ve çeşni maddeleri gibi bileşenlerle elde edilen miksin pastörizasyon işleminden sonra dondurulmasıyla elde edilen, yumuşak ya da sertleştirildikten sonra tüketime sunulan ürün" olarak tanımlanmaktadır (Kır, 2007). Türk Standartları Enstitüsü'nün 4265. maddesine göre ise; krema ve diğer uygun süt ürünleri, içilebilir su, yumurta, sakkaroz ile çeşni maddeleri ve katkı maddelerinin belirli oranda karıştırılması ve pastörize edilmesinden sonra tekniğine uygun olarak hazırlanan bir süt ürünüdür (Uludağ, 2010).

Türkiye'de 514 adet dondurma imalatı gerçekleştiren en büyük firmaların toplam sektör cirosunun %95,2'ini oluşturduğu belirtilmektedir (Anonim, 2019a; Şen, 2016). Ambalajlı Süt ve Süt Ürünleri Sanayicileri Derneği (ASÜD) verilerine göre Türkiye'de dondurma üretiminin 2016 yılında 353 bin tona arttığı görülmektedir. Ülkemizde kişi başına dondurma tüketiminin ise son 10 yıl içerisinde 1,1 litreden 4,0 litre düzeyine artış gösterdiği bildirilmektedir. Bununla birlikte en büyük dondurma pazarına sahip ABD'de, kişi başına dondurma tüketiminin 26 litre düzeyindedir. Dondurma tüketimi yüksek olan diğer ülkeler arasında Yeni Zelanda, Avustralya, İsveç, İngiltere, Norveç, İtalya ve Finlandiya yer almaktadır. Avrupa ülkelerinin ortalama kişi başı yıllık dondurma tüketiminin 7 litre olduğu belirtilmektedir. Süt ürünleri içerisinde özellikle yaz aylarında sevilerek tüketilen dondurmanın pazardaki dağılıma bakıldığında, %55'inin direk satış noktasında tüketildiği, %33'ünün evde

tüketildiği, %12'sinin ise catering (yiyecek-içecek hizmeti veren şirketler) oluşturduğu görülmektedir (Anonim, 2016). Ancak ülkemizde mevsimsel değişimlerin dondurma tüketiminin de etkisini önemli olduğu, kış aylarında tüketimin azaldığı görülmektedir.

Dondurma, içeriğinde beş temel besin maddesi olan karbonhidratlar, yağlar, proteinler, mineral tuzları ve vitaminleri bulundurması nedeniyle beslenme değeri de yüksek bir üründür (Akın, 2009; Lim ve ark., 2008).

Dondurmanın besin ve enerji değeri miksin içine katılan maddelerin çeşitliliğine bağlıdır. Dondurma süte göre 3-4 kat daha fazla süt yağı, % 12-16 oranında daha fazla protein içermesinin yanısıra üretim sırasında içerisine ilave edilen meyve, fındık, yumurta ve şeker gibi ürünlerin etkisiyle de besin içeriği zenginleşmektedir. Ayrıca esansiyel aminoasitlerle birlikte mineral ve vitamin bakımından da zengin bir besin kaynağıdır (Demirci ve Şimşek, 1997). İyi kalitede bir dondurma içeriğinde; %12 yağ, %11 yağsız kuru madde, %15 şeker, %0,3 stabilizatör-emülgatör bulunmalı ve toplam kuru madde içeriği %38,3 civarında olmalıdır (Açu, 2014; Akın, 2009; Karaman, 2011; Lim ve ark., 2008; Yavaş Sarioğlu 2015).

Tablo 2.1. 100 gram dondurmanın vitamin ve mineral içeriği

Vitamin/Mineral	Miktar	Vücudun Günlük İhtiyacını Karşılama Oranı
Kalsiyum	135 mg	% 9
Fosfor	115 mg	% 11
Potasyum	160 mg	% 4
Demir	0.1 mg	% 8
E Vitamini	0.2 mg	% 20
B2 Vitamini	0.25 mg	% 17
Niasin	0.13 mg	% 1
A Vitamini	433 IU*	% 9

* I.U. : Uluslararası Ölçü Birimleri (1 µg = 40 IU)

Dondurma çeşitlerinin sınıflandırılması, birçok özelliğe göre değişmektedir. Türk Standartları Enstitüsü Dondurma standardına (TS 4265) göre dondurma çeşitleri 2 gruba ayrılmıştır (Anonim, 2013);

- a. İçerdiği süt yağı miktarına göre; tam yağlı, yağlı ve yarım yağlı dondurma,
- b. Çeşni maddesi içeriğine göre; sade ve çeşnili dondurma,

Aroma ve ilave edilen çeşni maddelerine göre dondurma çeşitleri

- a. Sade Dondurma
- b. Çikolatalı Dondurma
- c. Meyveli Dondurma
- d. Aromalı Dondurma
- e. Kuruyemişli Dondurma
- f. Bitkisel Yağlı Dondurma
- g. Sütsüz Dondurma (Water Ice) (Uludağ, 2010).

Yapım tekniğine göre dondurma çeşitleri

- a. Impulse Dondurma (küçük kâse ve paket olarak üretilip anında tüketilen)
- b. Külâh Dondurma
- c. Take Home (ekonomik, ev tipi, paket dondurmalar)
- d. Extrude Dondurma (Uludağ, 2010).

Diyabetik ve diadetik dondurmalar;

- a. Diadetik Dondurmalar: Kalp ve kan dolaşım bozukluğu olanlar için sodyum miktarı azaltılmış dondurma çeşitleridir.
- b. Diyabetik Dondurmalar: Şeker hastaları için hazırlanan bu ürünler şeker yerine başka tatlandırıcıların kullanıldığı ürünlerdir (Uludağ, 2010).

Ticari bakımdan dondurma çeşitleri;

- a. Sadece süt ve mamulleri kullanılarak yapılan dondurmalar (Dairy Ice Cream),
- b. Bitkisel yağlı dondurma (Mellorine),
- c. Meyveli dondurmalar,
- d. Süt ve mamulleri kullanılmadan yapılan dondurmalar (Water ice veya ice),
- e. Sherbet (Gönç ve ark., 1988; Keller ve ark., 1991; Koçak 1982; Tekinşen, 2000; Yöney 1968).

Tablo 2.2. Dondurma standardına göre (TS 4265) dondurmanın tip özellikleri (Anonim, 2013).

Özellikler	Tam Yağlı	Yağlı	Yarım Yağlı
Toplam Kurumadde	40	36	31
Süt Yağı	12	8	3
Yağsız Kurumadde	28	28	28
Yağsız Süt Kurumaddesi	10	10	10

Dondurma üretiminde çeşitli maddeler kullanılmaktadır. Bunlardan biri olan süt yağının dondurma kalitesinde etkisi önemlidir. Süt yağı sadece dondurmanın kıvam, yapı ve lezzeti üzerinde etkili olmamakta, aynı zamanda dondurmanın erime yeteneği üzerinde etkili olmaktadır. Dondurma üretiminde kullanılan süt türüne ve dondurmada bulunması istenen yağ miktarına bağlı olarak, yağ içeriği %8-20 arasında değişmekle birlikte ortalama %12 olması tavsiye edilmektedir (Gürsoy, 2013). Bu nedenle sütün yağ oranı %3.5-3.8 arasında değiştiği düşünüldüğünde, dondurma miksine krema, kaymak, tereyağı, sadeyağ, bitkisel yağ veya yağlı süttozundan bir veya birkaç tanesi ilave edilerek dondurma reçetesi hazırlanabilmektedir. Ancak bitkisel yağ kullanımının bazı ülkelerde yasaklandığı belirtilmektedir (Akın, 2009). Bununla birlikte, süt yağının bağışıklık sistemini geliştirici ve vücut yapısı üzerinde olumlu etkilerinin yanı sıra, özellikle kalp ve kolesterol hastaları ile diyabetik olan bireylerin yüksek oranda yağ içeren dondurmayı tüketmesi sağlık açısından sakınca yaratabileceği yönünde fikirler de bulunmaktadır (Türkmen ve Gürsoy, 2017). Bu nedenle yağ içeriği azaltılmış, ancak yağ ikame maddeleri ile ürün duyusal özelliği

korunmuş dondurma üretimi üzerine çalışmalar da mevcuttur (Güven ve ark., 2010; Kaçar ve Şahan, 2004).

Tablo 2.3. Türk Gıda Kodeksi dondurma çeşitlerine göre bileşimi (Açu, 2014)

	Toplam Kurumadde (Ağırlıkça %)	Süt Yağı (Ağırlıkça %)	Yağsız Kurumadde (Ağırlıkça %)	Yağsız Süt Kurumaddesi (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 Yağlı Maraş Usulü Dondurma (En Az)	32	4	28	8
Yarım Yağlı Maraş Usulü Dondurma (En Az)	30	2	28	8

Isparta ilinde satışa sunulan ve 4 farklı zamanda toplanan 36 adet pastane tipi dondurmalarından vanilyalı olanların yağ oranı %3,21-3,78, kakaolu olanların %3,08-4,10, çilekli olanların ise %0,1-4,36 oranında yağ içeriğine sahip olduğunu belirleyen Şimşek ve Gün (2012), yağ oranı düşük olan meyveli dondurmaların üretiminde sütün az kullanıldığını veya hiç kullanılmadığını belirtmişlerdir. Benzer bir çalışmada Özcan ve Kurdal (1997) meyveli dondurmalarörneklerinden limonlu olanlarda %0,5-2,6, vişnelilerde %0,6-3,8, çileklilerde %0,2-2,4 arasında yağ miktarının değiştiğini saptamışlardır.

Karbonhidrat kaynaklı bir yağ ikame maddesi olan polidekstroz ile maltodekstrinin dondurma üretiminde kullanım olanaklarını inceleyen Kaçar ve Şahan (2004), %5 ve %10 oranında polidekstroz ile maltodekstrin içeren örneklerin yağ oranını %2,70-3,10 arasında değiştiğini belirlemiştir. Dondurmanın yağ oranı %12 olarak ayarlandığında kalori değerini 207 kcal/100 g olduğunu vurgulayan araştırmacılar, ürettikleri dondurmanın enerji değerini düşürdüğünü ve 106,42 – 119,59 kcal/100 g olduğu tespit etmişlerdir. Çalışmada elde edilen verilere göre enerji değerindeki azalmanın %59–67 arasında değiştiği ve bu değerlerin enerjisi azaltılmış ürün tanımlamasına uygun olduğu saptanmıştır.

Düşük yağ oranına sahip Kahramanmaraş tipi dondurma üretiminde yağ ikame maddesi olan Simplese'in yanısıra emülgatör olarak kullanılan Palsgaard ile Polisorbat 80'nin etkisi incelenmiştir (Güven ve ark., 2010). Dondurma üretiminde %2 yağlı süt içerisine %5 yağ ikame maddesi, %22 şeker ve %1 stabilizatör kombinasyonu (%0,5 sahlep+%0,3 karaya gum+%0,2 jelatin) ve %0,2, %0,4 ve %0,6 oranlarında iki farklı emülgatör kullanılarak miks hazırlanmıştır. Örneklerin pH değeri 6,14-6,43, penetrometre değerleri 12,8-29,86 (1/10 mm) arasında değiştiği belirlenmiştir. Farklı emülgatör kullanılarak üretilen dondurmaların ilk damlama değeri 1285-2000 sn, tamamen erime değeri ise 5716-7323 sn olarak tespit edilmiştir. Araştırma sonucu olarak emülgatör kullanımının dondurma yapısını önemli derecede etkilediği belirtilmektedir.

Dondurma üretiminde kullanılan ikinci en önemli kaynak yağsız kurumadde artırımında kullanılan süttozu ve koyulaştırılmış yağsız süttür. Yağlı/yağsız süttozu, peyniraltı suyu tozu, yayıkaltı suyu tozu gibi kuru maddeyi etkileyen diğer maddeler de ilave edilerek artırılan dondurma yağsız kuru madde değeri, meyveli dondurmalarda süt yağsız kurumadde içeriği dikkate alındığında, toplam kurumadde üzerinden %11 civarında olması gerektiği vurgulanmaktadır (Desrioser, 1977). Meyveli dondurmalar üzerine yapılan bir çalışmada yağsız kurumadde değerleri limonlu dondurmada %25,52-35,89, vişneli dondurmalarda %27,06-39,53, çilekli olanlarda %29,30-34,19 olarak belirlenmiştir (Özcan ve Kurdal, 1997). Süt yağsız kurumadde artırımında sodyum kazeinattan %0,5-1 oranında kullanılabileceği ifade

edilmekle birlikte, üründe bayat aromaya sebep vermesi açısından riskli görülmektedir (Gürsoy, 2013).

Dondurma üretiminde kullanılan katkı maddelerinden biri emülsifiyer diğeri ise stabilizer maddelerdir. Emülsifiyer maddeler yüzey gerilimini azaltarak, yağ globüllerinin destabilizasyonunu azaltmak amacıyla kullanılır. Stabilizer maddeler ise su, yağ ve bazı proteinleri bağlama kabiliyetine sahip uzun zincirli polisakaritler olup, dondurmanın yapısını iyileştirmekte ve buzlanmayı engellemektedir (Akın, 2009; Syed ve ark., 2018). Dondurma üretiminde en fazla kullanılan stabilizatörler arasında çoğunlukla sahlep, agar, aljinatlar, karragenan, keçi boynuzu sakızı, guar zamkı, locust bean zamkı, karboksimetil selüloz (CMC), ksantan yer alır (Akın, 2009; Gürsoy, 2013). Emülsifiyer olarak ise çoğunlukla gliserol monostearat, gliserol monooleat, sorbitan monostearat, sorbitan monooleat, polioksietilen sorbitan monostearat ve polioksietilen sorbitan monooleat kullanılmaktadır (Gökçebağ, 2004; Gürsoy, 2013).

Endüstriyel dondurma üretiminde locust bean sakızı, karragenan, guar sakızı, ksanthan sakızı, pektin ve sodyum karboksi metil selülozun kullanıldığı bir çalışmada, örneklerin pH değerleri 6,31–6,39, kısmi erime süreleri 36,63–75,63 dakika, tam erime süreleri 53,47–129,93 dakika ve viskozite değerleri de 104,56–883,31 cp arasında bulunmuştur (Şimşek ve ark., 2006). Dondurma örneklerinden pektin kullanılan örnek 97 cp ile en düşük viskozite değerine sahipken, ksantan sakızı içeren örnekte en yüksek viskozite değeri (959 cp) belirlenmiştir. Örneklerde yapılan duyuşal değerlendirmeler sonucunda locust bean sakızı içeren örnek yumuşak ve kremimsi, karagenan içeren örnekler aşırı soğuk algısı olan, guar sakızı örneklerinin kumlu ve buzlu, ksantan sakızlı örneğin yabancı tat içeren, sodyum karboksil metil selüloz içerenlerin ise yağlı ve kremimsi, pektin ilave edilen onduurmaların ise hızlı erime gösteren bir yapıda olduğu belirtilmektedir. Bazı stabilizerlerin yarattığı olumsuz etki nedeniyle, birden fazla stabilizerin birlikte kullanılması gerektiği saptanmıştır. Örneğin 70°C'nin altında çözünebilme özelliği olan karagenanın sinerezise dayanıksız kırılğan bir yapı oluşturduğu ve bu kusurun keçi boynuzu sakızı ile giderilebildiği belirtilmektedir. Bununla birlikte stabilizatör ve emülsifiyerlerin birlikte kullanılabileceği de belirtilmektedir. Dondurma yapısını düzeltmek ve olası kusurların önlenmesi amacıyla selüloz jel, serum proteini konsantratu, mono/digliserid, karagenan ve modifiye nişasta

karışımları kullanılabilir (Gürsoy, 2013). Martinous ve Zerfiridis (1990) ise yaptığı çalışmada %0,2 ksantan sakızı ile %0,3 guar sakızının dondurma yapısında en iyi yapıyı kazandırdığını belirtmektedir.

Dondurma üretiminde kullanılan en önemli stabilizatör sahleptir. Ülkemizde 10 farklı bölgede yaklaşık 38 farklı tür orkideden elde edilen sahlep, genel olarak Orchis cinsi orkide yumrularının toplanması, kurutulması ve öğütülerek toz haline getirilmesi suretiyle kullanılmaktadır (Arabacı ve ark., 2017; Şen, 2016). En yaygın kullanılan orkide türleri arasında *O. italica*, *O. coriophora* ve *O. palustris*, *Serapias vomeracea ssp. orientalis*, *O. morio* ve *Oph. mammosa* yer almaktadır. Bu orkidelerin yumru büyüklükleri farklı olup, kaliteleri içerdikleri glikomannan miktarına göre değişmektedir. Bir sahlep iyi kaliteli olarak değerlendirilmesi için %40 civarında glikomannan içermesi gerektiği belirtilmektedir (Tekinşen ve Güner, 2009). Sahlep yumrusu fazla miktarda nişasta içerdiğinde kalitesi azalmaktadır. Ayrıca birçok sahlep türünün özelliği toprak ve iklim özelliğine göre değişmekte, aynı bölgede yetiştikleri halde özellikle glikomannan ile nişasta miktarlarında önemli farklılıklar görülmekte, dolayısıyla hem sahlebin hem de bundan üretilen dondurmaların kalite değerleri değişmektedir. Trabzon, Tokat, Yozgat, İzmir, Bilecik, Ordu, İstanbul, Kocaeli, Kastamonu, Bolu, Erzincan ve Muş illerinden toplanan sahlep örneklerinin bileşiminde %89,15-%93,53 kuru madde, %2,70-%11,83 protein, %1,46-%6,72 kül, %7,84-%48,54 glikomannan, %4,58-%43,98 nişasta yer aldığı tespit edilmiştir (Şen, 2016). Bu sahlep türlerinden elde edilen dondurmaların özellikleri incelenmiş ve genel olarak kurumadde %35,01-%37,06, yağ miktarı %4,55-%4,80, titrasyon asitliği %0,11-%0,18 laktik asit, pH 6,53-6,64, hacim artışı %32,62-%42,46 arasında değişim gösterdiği, 30. dakikadaki erime oranlarının %2,16-%4,67 olduğu, 60. dakikadaki erime oranlarının ise %57,10-%60,92 arasında değiştiği belirlenmiştir. Dondurma örneklerinin ilk damlama süresi 1044-1288 sn, tam erime süresi ise 4829-5239 sn arasında saptanmıştır.

Dondurma üretiminde stabilizör olarak konjak bitkisi (*Amorphophallus konjac*) sakızının sahlep (orchidaceae) yerine kullanılabilme olanaklarının araştırıldığı bir çalışmada, sahlep, konjak sakızı ve bunların karışımından oluşan 8 deneme örneğinden elde edilen dondurmaların 60 gün depolama süresince etkileri incelenmiştir (Çetin Abay, 2017). Araştırmada %0,2 konjak sakızı ve %0,6 sahlep

içeren B örneği ile %0,4 konjak sakızı ve %0,4 sahlep içeren C örneğinin en iyi sonuçlara sahip olduğu, konjak sakızın tek başına veya sahleple birlikte kullanılabilceği tespit edilmiştir. Örneklerin viskozite değerleri incelendiğinde %0,8 konjak sakızı içeren örneğin en yüksek (9648 cP), %0,2 konjak sakızı içeren örnekte (3730 cP) ise en düşük değere sahip olduğu görülmüştür. Örnekler içerisinde en yüksek hacim artışı sahlep içeren kontrol örneğinde (%34,75) görülürken, %0,2 konjak sakızı içeren örnekte en düşük değer (%18,89) elde edilmiştir.

Dondurma üretiminde önemli olan bir diğer bileşen dondurmaya tat vermenin yanı sıra, aroma maddesinin etkinliğini artıran, dondurma kuru maddesinde etkili olan, ürün donma noktasını etkileyen ve çeşidine göre dondurmanın enerji değerinde önemli etkisi olan tatlandırıcıdır (Gürsoy, 2013). Bu grup içerisinde sakkaroz başta olmak üzere dekstroz, früktoz, laktoz, maltoz, bal, invert şeker, mısır şurubu ve maltodekstrinler önemli yer tutmaktadır (Akın, 2009; Gürsoy, 2013). Bununla birlikte diyabetin kontrol altına alınması ve sağlık risklerinin azaltılması amacıyla asesulfam-K, aspartam, sukaryl, siklamat ve şeker alkolleri gibi yapay tatlandırıcılar da son yıllarda kullanılmaya başlanmıştır (Gürsoy, 2013). Swiss albino fareleri üzerine asesulfam K ve aspartam kullanımının etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, 15 mg/kg dozunda asesulfam K ile 35 mg/kg dozunda aspartam'ın kemik iliğinde genotoksik etki yaratmadığı, ancak 350 mg/kg aspartam ile 150 mg/kg asesulfam K karışımının Kromozomal Aberasyon (Kromozom Anormalliği) oluşumunu önemli derecede artırdığı tespit edilmiştir (Mukhopadhyay ve ark., 2000).

Bu tatlandırıcılar dışında, steviol glikozitlerin sakkarozdan 250-300 kat daha tatlı olması, düşük kalori içermesi ve sıfır glisemik yükü nedeniyle tüketicinin beslenmesinde daha sağlıklı olması nedeniyle dikkati çekmektedir. Yavaş Sarıoğlu (2015) sakkaroz, stevya, aspartam ve aspartam+asesulfam-K ilave edilerek ürettikleri dondurmaların özelliklerini incelediği çalışmasında, en az toplam şeker oranı aspartam ve asesulfam-K karışımında (%9,62), en fazla ise kontrol (%25,77) örneğinde belirlenmiştir. Örneklerden stevya içerenlerde toplam şeker oranı %14,34, aspartam içeren örnekte ise %11,98 olarak saptanmıştır. Örneklerin kalori değeri ise sakkaroz içeren kontrol örneğinde 158,34 kcal, stevyalı örnekte 111,69 kcal, aspartam içeren örnekte 121,37 kcal ve aspartam + asesulfam K bulunan örnekte 114,92 kcal olarak

hesaplanmıştır. Stevyanın kullanıldığı bir başka çalışmada, toplam şeker oranı %13,9-22,8 arasında saptanmış, stevya kullanım oranı arttıkça toplam şeker miktarının azaldığı belirlenmiştir (Giri ve ark., 2014). Alizadeh ve ark. (2014) da stevya ve sakkaroz ilavesi ile düşük kalorili ve glisemik indeksli yumuşak tip dondurma üretmişler ve toplam şeker oranını %6,5-16,25, toplam kalori değerini 105,25-143,03 kcal olarak bulmuş, glisemik indeks oranını ise 79,06-72,18 arasında değişim gösterdiğini hesaplamışlardır. Araştırmada üretilen dondurmaların yağ oranı %6,17-6,67, protein miktarı %4,5-5,64 ve hacim artış oranı %53,37-65,03 arasında değişim gösterdiği saptanmıştır.

Dondurma ya sade olarak ya da herhangi bir çeşni ilavesi yapılarak üretilebilmektedir. Çeşnili dondurmalarda süt esaslı dondurmada kullanılan kaymak, meyve, meyve suyu, meyve pulpu veya ezmesi, meyve suyu konsantresi ile çözünebilir kahve, öğütülmüş kakao, vanilya, vanilin, işlenmiş iç fındık, iç Antep fıstığı, iç tatlı badem, yer fıstığı gibi ürünlerden biri veya birkaçının kullanılmasıyla elde edilir (Coşkun, 2005). Bu maddeler dondurmanın sadece lezzet ve görünümü değil, aynı zamanda besin değerini artırmaktadır. Ayrıca özellikle çeşitli meyvelerin ilave edilmesiyle fenolik madde içeriğinin artması, probiyotik özellikte olan bakterilerin veya kefir, yoğurt gibi fermente süt ürünlerinin ilavesiyle insan sağlığı açısından oldukça önemli fonksiyonel bir ürün haline dönüşmesi sağlanmaktadır (Januário ve ark., 2018).

Yoğurt dondurması Avrupa ve Amerika'da sevilerek tüketilmesine rağmen, ülkemizde henüz yaygın değildir. Ancak yoğurt dondurması üzerine yapılan çalışmalar, normal dondurmaya oranla 2 kat protein, %40 daha az kalori içerdiğini, ferahlatıcı ve hafif asidik bir tada sahip olduğunu göstermektedir (Kırımhan, 2011). Bununla birlikte, yoğurt dondurması düşük sıcaklıklarında muhafaza edildiğinde ve sıcaklık dalgalanmaları olduğunda dondurma kristallenmeye başlar ve kristal oluşumu bakteri hücrelerinin parçalanmasına, dolayısıyla da canlılıklarının azalmasına sebep olabilir (Ranadheera ve ark., 2013).

Lac. acidophilus ve *Bifidobacterium bifidum* içeren kültürden ilave edilen dondurma miksinden elde edilen dondurmanın -20 °C'de 16 hafta muhafaza edildikten

sonra yapılan sayımlarda bakteri içeriklerinin sırasıyla 5×10^8 ve 1×10^7 kob/mL düzeyinde canlılığını koruduğu belirlenmiştir (Christiansen ve ark., 1996).

Probiyotik bakterilerin dondurma üretiminde kullanımı üzerine yapılan bir diğer çalışmada, dondurma işlemi sonrasında canlı bakteri sayısının 0.7-0.8 log düzeyinde azaldığı belirlenmiştir. Bununla birlikte depolama sırasında dondurmadaki canlı bakteri sayısının ortalama 7 log düzeyinde olduğu belirlenmiştir. Dondurma üretimi sırasında uygulanan işlemlerden karıştırma işleminin, mekanik stresin ve dövme sırasında miks içerisine verilen havanın bakteri sayısında azalmalara yol açtığı belirtilmektedir. Ayrıca bu aşamalarda bazı hücrelerin donması ve bazı hücrelerin ölmesi sonucu canlı bakteri sayısında azalma meydana geldiği, buna rağmen -20°C 'de 1 yıl süre depolamanın canlı bakteri sayısında değişime neden olmadığı ve 6 log üzerinde probiyotik bakteri içerdiği belirlenmiştir (Hagen ve Narvhus, 1999).

Fermente ürünlerde probiyotik bakterilerin istenilen düzeyde canlı kalabilmeleri ve depolama süresince bunu muhafaza edebilmeleri bağışıklık sistemi için son derece önemlidir. Probiyotik bakterilerin mikroenkapsülasyon tekniği ile kapsüllenmesi süt ürünlerinde de uygulanmakta, probiyotik bakterilerin hem ortam şartlarına özellikle mide suyuna karşı direnci arttırmakta hem de ürünün depolanması ve tüketilmesi sonrasında bağırsaklarda etkin olacak düzeyde canlılığının muhafaza edilmesine katkı sağlamaktadır (Albayrak ve ark., 2017; Özcan ve Altun, 2013). Yaşlı (2010) tarafından yapılan bir çalışmada, *Lactobacillus acidophilus* KPb1 ve *Lactobacillus reuteri* NRRL B-14171 probiyotik kültürleri aljinat materyali ile kapsüllenerek kullanılmıştır. Kapsüllü ve kapsülsüz kültürlerle yapılan dondurmaların -18°C 'de 3 ay depolama sırasında bakterilerin canlılık düzeyleri ile dondurmaların bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri incelenmiştir. Serbest olarak dondurmaya ilave edilen ve kapsüllenerek kullanılan *L. acidophilus* KPb1 ve *L. reuteri* NRRL B-14171 kültürlerinden kapsüllü *L. acidophilus* KPb1 suşlarının sayısında depolama sırasında artış olduğu, serbest *L. acidophilus* KPb1, kapsüllü ve serbest *L. reuteri* NRRL B-14171 suşlarının sayısında ise azalma meydana geldiği tespit edilmiştir.

Başığit ve ark. (2005) tarafından yapılan bir çalışmada, probiyotik dondurmalar -20°C 'de 2 ay depolanmış ve laktik asit bakterileri sayısının $4,3 \times 10^7$

kob/g'dan $3,7 \times 10^7$ kob/g'ye azalmasına rağmen, örnekler arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir.

Kesenkaş ve ark. (2013) inek, soya ve iki sütün karışımından hazırladıkları dondurma mikserlerine kefir ve kefir kültürü ilave ederek miksi olgunlaştırmış ve daha sonra dondurma üretiminde kullanarak ürünün bazı kalite özelliklerini incelemiştir. Araştırmada örneklerin kuru madde değeri %26,05-27,50, yağ oranı %1,20-1,35, protein içeriklerinin ise %5,63-6,11 arasında olduğunu belirlemiştir. Örneklerin hacim artış oranları incelendiğinde, depolamanın ilk günü ve son gününde hacim artışının önemli derecede değişiklik gösterdiği saptanmıştır. Örneklerin sertlik değerleri istatistiksel olarak birbirine benzer bulunmuştur.

Ayar ve ark. (2018) tarafından yapılan bir çalışmada, bazı gıda yan sanayi ürünleri ilave edilerek üretilen probiyotik dondurmalarından meyve lifi içeren örneklerin kuru madde oranı %36,59-40,98, yağ oranı %9,345-11,07, protein oranı %3,065-4,03, pH 5,609-6,244 ve hacim artışı %34,16-45,47 arasında belirlenmiştir. Tahıl lifi içeren örneklerin ise kuru madde oranı %35,71-43,03, yağ oranı %9,39-10,928, protein oranı %3,088-3,995, pH 5,688-6,343 ve hacim artışı %22,32-35,54 olarak tespit edilmiştir. Kontrol grubu dondurma örneklerinde kuru madde oranı %39,68, yağ oranı %9,060, protein oranı %3,49, pH 6,381 ve hacim artışı %23,33 düzeyinde saptanmıştır. Örneklerin 60 gün süren depolama süresince *Lac. acidophilus* sayılarındaki değişim 6,389-7,525 log kob/g seviyesinden 6,280-7,342 log kob/g'a, *Bifidobacterium animalis subsp. lactis* sayısı ise 6,662-7,36 log kob/g seviyesinden 6,164-7,40 log kob/g'a değişim göstermiştir. Pirinç kabuğu veya mısır küspesi ile üretilen dondurmalar, kontrol grubuyla karşılaştırıldığında benzer mikrobiyal özellikler gösterdiği belirlenmiştir (Ayar ve ark., 2018).

Dondurma üretiminde kullanılan miks özelliğinin yanısıra üretim sırasında uygulanan teknolojik işlemler de dondurmanın yapısını önemli derecede etkilemektedir. Tek kademeli (15 ve 50 MPa basınç) ve çift kademeli (15/3 ve 50/10 MPa basınç) olarak 40°C, 50°C ve 60°C şeklinde farklı sıcaklık değerlerinde homojenizasyon işlemi uygulanarak üretilen ve 90 gün depolanan dondurmaların fizikokimyasal ve duyu özelliklerinin incelendiği bir çalışmada, miksin viskozite

değerleri ve elde edilen dondurmaların sertlik, hacim artışı ve yağ destabilizasyonu üzerine etkisinin önemli derecede etkilendiği tespit edilmiştir (Özel, 2018). Dondurma örneklerinin depolandığı 1. günde kuru madde miktarının %28,00-28,91, titrasyon asitliği değerinin %0,17-0,21 laktik asit, pH'larının 6,16-6,47, protein içeriğinin %4,03-4,36, şeker miktarının %19,99-20,74 ve kül içeriğinin %0,78-0,84, arasında olduğu saptanmıştır. Dondurma örneklerinde depolama süresince belirlenen hacim artışı üzerine homojenizasyon basıncı ve depolama süresinin etkili olduğu, depolamanın 1. gününde değerlerin %21,8-67,8, 45. gününde %35,2-67,8, 90. gününde ise %21,2-69,9 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. En düşük hacim artışı değerine 1. günde 50°C'de çift kademeli 15/3 MPa basınç (%21,8), 45. günde 60°C'de çift kademeli 15/3 MPa basınç (%35,2), 90. günde 50°C'de tek kademeli 50 MPa basınç (%21,2) uygulanan örneklerde olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin sertlik değerleri 4.2 N ile 19.7 N arasında belirlenmiş, depolama süresince tüm örneklerde artış gösterdiği tespit edilmiştir. Örneklerin depolama sırasında erime miktarları 31.07-46.97 g arasında değiştiği belirlenmiştir. Örneklerin ilk damlama süreleri 4-21 dk, tamamen erime sürelerinin ise 112-160 dk arasında değiştiği saptanmıştır.

Benzer bir çalışmada %5 ve %8 yağ içeren mikslere 15/3 MPa ve 97/3 MPa basınçta homojenizasyon işlemi uygulanmış ve örneklerin hacim artışı belirlenmiştir. Her iki yağ içeriğine sahip dondurmaların hacim artışında belirlenen en yüksek değerlerin 15/3 MPa basınç değerinde çift kademeli homojenizasyon işlemi uygulanan örneklerde olduğu saptanmıştır. Araştırmada yağ içeriğindeki artıştan ziyade, mikse uygulanan homojenizasyon basıncının artırılmasıyla hacim artışında azalma olduğu tespit edilmiştir (Biasutti ve ark., 2013).

Şimşek ve Gün (2012), Isparta ilinde üretim yapan 4 pastanede belirli dönemlerde topladıkları örneklerde, Ta.TX Plus model tekstür cihazı ile yapılan analiz sonucunda dondurma yapısının önemli derecede farklılık gösterdiğini belirlemişlerdir. Örneklerden vanilyalı olanlarda 12,375-28,933 kg, kakao içeren örnekte 12,526-44,214 kg, çileklilerde ise 12,513-25,505 kg sertlik değerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

2.2. Fenolik Maddelerin Dondurma Teknolojisinde Önemi

Son 15-20 yılda, hayat şartlarının değişmesi, çeşitli televizyon programları, gazete, dergi ve birçok bilimsel makalelerde insanların tükettikleri besinler ve sağlık üzerine etkileri konusunda farkındalıklarının değiştirmiştir. Bu nedenle herhangi bir gıdanın besleyici özellikleri yanı sıra insan sağlığına etkileri de dikkat çekmiş, özellikle meyvelerin fenolik içeriklerinin yararları konusunda bilgi sahibi olmaya başlamışlardır. Bilimsel anlamda bu çalışmaların yönü de, kalp hastalıkları ve tip II diyabet gibi çeşitli hastalıklarla ilişkilendirilmiş ve fonksiyonel gıdalar geliştirilmeye başlanmıştır (Erdoğan, 2013).

Dondurmanın besin değerini ve fonksiyonel özelliği kuşburnu, karadut, böğürtlen, çilek, ahududu, yaban mersini, kayısı gibi meyve parçaları veya suyunun tek başına veya çeşitli orman meyvesi karışımlarının eklenmesi ile artırılabilir. Böylece dondurmanın toplam fenolik madde, antosiyanidin, flavonoid içeriği ve antioksidan kapasitesi artmakta, antimikrobiyal, antioksidan, antikanserojen ve bağışıklık düzenleyici özellik kazanarak insan sağlığını olumlu yönde etkilemektedir (Açu, 2014; Tidona ve ark., 2017).

Meyve ve sebzelerde genellikle oldukça az miktarlarda bulunan fenolik maddeler, aromatik halka yapısında bir veya daha fazla hidroksil grubunu bulunduran ve sağlık için son derece önemli bileşiklerdir (Shahidi ve Naczk, 1995). Bu nedenle en basit fenolik madde yapısında bir tane hidroksil grubu içeren fenol (benzen) bulunduğu bilinmektedir. Diğer fenolik maddeler de farklı bağlanmalar göstererek bu yapıdan türemektedir (Cemeroğlu ve Cemeroğlu, 1998). Eugenol, timol, humulan, lupulon, allil izotiyosiyanat gibi fenolik maddeler gıdalarda birçok mikroorganizma üzerine etki ederek, antimikrobiyel etki gösterebilmektedir.

Tablo 2.4'te görüldüğü gibi, fenolik bileşikler basit fenoller, flavonoidler, fenolik polimerleri, fenolik asitler, hidrolize ve kondense tanenler, lignan ve ligninler olmak üzere çeşitli bitki ve meyvelerde bulunmaktadır (Escarpa ve González 2001; Naczk ve Shahidi 2004). Bitki fenoliklerinin en geniş kısmını flavonoidlerin oluşturduğu ve doğada bitkilerin meyve, sebze, tohum, çiçek, yaprak, dal ve

gövdelerinde bulunan 4000'den fazla flavonoid çeşidi bulunduğu belirlenmiştir (Erdoğan, 2013; Skerget ve ark. 2005).

Tablo2.4. Fenolik bileşiklerin sınıflandırılması (Erdoğan, 2013)

Fenolik Bileşikler	Karbon Atom Sayısı
Basit fenolik bileşikler	C6
Fenolik asitler	C6-C1
Asetofenonlar ve fenil asetik asitler	C6-C2
Sinamik asitler, sinamil aldehytler, sinamil alkoller	C6-C3
Kumarinler, izokumarinler, kromonlar	C6-C3
Kalkonlar, auronlar, dihidrokalkonlar	C6-C3-C6
Flavanlar, flavonlar, flavanonlar, flavanoller	C6-C3-C6
Antosiyanidinler, antosiyaninler	C6-C3-C6
Benzofenonlar, ksantonlar, stilbenler	C6-C1-C6, C6-C2-C6
Kinonlar	C6, C10, C14
Betasiyaninler	C18
Lignanlar, neolignanlar	Dimerler ve oligomerler
Tanninler	Oligomerler, polimerler
Basit fenolik bileşikler	

Türkiye birçok tıbbi ve aromatik bitki yönünden zengin bir flora sahiptir. Bitkilerde bulunan ve çeşitli yöntemlerle ekstrakte edilen primer ve sekonder metabolitler ilaç ve kozmetik sanayinin önemli bileşenleri olarak işlev görmekle birlikte, birçok gıda maddesi üretiminde de kullanılabilir (Bayram ve ark., 2010; Faydalıoğlu ve Sürücüoğlu, 2011). Dondurma üretiminde adaçayının kullanıldığı bir çalışmada, %2 adaçayı içeren örneklerin toplam fenolik madde miktarı 1,26 mg GAE /g, toplam flavonoid miktarı 1,39 mg KE/g, DPPH antioksidan kapasitesi 2,22 mg TEAC/g ve ABTS antioksidan kapasitesi 1,08 mg TEAC/g olarak tespit edilmiştir. Dondurmaların duyu özellikleri değerlendirildiğinde, %0,5 adaçayı ilave edilen dondurmanın genel beğeni puanı 7,39 olarak belirlenmiştir (İncegöl, 2018).

Dondurma, normal şartlarda C vitamini, doğal antioksidanlar, polifenoller ve renk maddelerince zengin bir gıda maddesi değildir. Bu nedenle dondurma üretiminde çeşitli meyvelerin kullanılmasıyla bu özelliğin geliştirilmesi sağlanmaktadır. Sağlık açısından son derece yararlı doğal ingredientleri kullanarak fenolik içeriğini artırmak

ve ürüne farklı lezzetler kazandırmak üzere yapılan bu çalışmalar gün geçtikçe artmaktadır (Sun Waterhouse ve ark., 2013).

Üzümsü meyveler grubunda yer alan böğürtlen ve frambuaz/ahududu gibi meyvelerin cezbedici renk, kendilerine özgü tat, aroma, yapı ve kokusu bulunmaktadır. Bu özelliğinden dolayı taze tüketmenin yanında başta dondurma sektörü olmak üzere gıda sektörünün birçok alanında kullanılmaktadır. Ayrıca bu üzümsü meyvelerdeki bazı pigment, fenol, flavon, flavonoid, vitamin ve lif miktarının diğer meyvelere göre daha zengin olması, bu sektörde kullanım oranını artırmaktadır. Bu nedenlerle doğal antioksidanlar bakımından zengin olan birçok meyvenin günlük diyetlerde özellikle tercih edildiği görülmektedir. Bilim insanlarının bu konuda yaptıkları çalışmalar sonucunda, diyetteki antioksidan miktarının artırılmasıyla, kronik kalp hastalıkları ve kalp krizi riskinin azaltılabildiği konusunda olumlu bir ilişkinin olduğu gözlenmiştir (Bowen-Forbes ve ark., 2010; Durak, 2006; Pehlivan ve Güleriyüz, 2004).

Çilek, böğürtlen ve frambuaz gibi üzümsü meyveler yüksek oranlarda mineral madde içerdiklerinden hem besin değeri bakımından hem de sağlık açısından ayrı bir öneme sahiptir. Ayrıca lifli yapıda olması ve az miktar da olsa A, B, C vitaminlerini içermesi değerini artırmaktadır. Hatta bu meyvelerdeki lif miktarının muz, armut, elma gibi birçok meyveye göre daha fazla olduğu yapılan çalışmalarda bildirilmektedir. Meyveler vasıtasıyla lifli madde tüketimi kolon kanseri ve kalp hastalıklarına karşı koruyucu etki göstermektedir. Ayrıca meyvelerde doymuş yağ, kolesterol, kalori ve sodyum oranı da oldukça düşüktür. Bununla birlikte meyve şekeri içeriğinin yüksek olması, fazla tüketilmesini sınırlandırmaktadır (Açu, 2014). Üzümsü meyvelerin dondurmaya işleme ve/veya derin dondurucuda muhafaza edilmesiyle toplam fenolik bileşenlerinde önemli bir değişiklik görülmediği belirlenmiştir (Pehlivan ve Güleriyüz, 2004).

Dondurmanın antioksidan kapasitesi üzerine %20 (T1), %40 (T2) ve %60 şeker (T3) kamışı suyu ilave edilmiş dondurma örneklerinde yapılan toplam fenolik içeriği kontrol, T1, T2 ve T3 örneklerinde sırasıyla 1,37, 1,59, 2,19 ve 3,71 mg/mL galik asit olarak belirlenmiştir. Şeker kamışı suyunun toplam fenolik içeriği, ortalama olarak

0.032 mg izoflavon/mL olarak hesaplanmış ve bu değerin ticari olarak temin edilebilen soya bazlı içeceklerin içeriğinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Şeker kamışı suyu sinapik ve klorojenik asitler, flavonoidler, apigenin, leuteolin ve trisinin içermektedir. Dondurma örneklerinin DPPH⁺ serbest radikal temizleme aktiviteleri kontrolde %5,64, T1 örneğinde %16,39, T2 örneğinde %37,66 ve T3 örneğinde %55,78, toplam flavonoid içeriği ise sırasıyla 0,18, 0,51, 0,92 ve 1.65 mg quercetin eşdeğeri / mL olarak belirlenmiştir. Örneklerin nitrik oksit serbest radikal temizleme aktivitelerinin de incelenen araştırmada, değerlerin sırasıyla %2,36, %7,12, %18,67 ve %42,35 olduğu saptanmıştır (Ullah ve ark., 2015).

Eşek sütü ve laktik asit bakterileri kullanılarak yapılan çilekli dondurmaların antioksidan aktivitelerinin incelendiği bir çalışmada, askorbik asit miktarı 6,18-11,81 mg, polifenoller 95,50-95,93 mg GAE, antosiyaninler 12,34-13,95 mg Pg3GE, DPPH⁺ antioksidan kapasitesi 9,70-10,49 mg TE düzeyinde belirlenmiştir (Tidona ve ark., 2017).

Dondurma denemelerinde yapılan duyusal değerlendirmelerde, renk ve görünüş bakımından en az beğenilen 1. günde %10 pekmez içeren dondurma örneği, en çok beğenilen ise 15. günde Kontrol ve 20. günde %15 pekmez içeren örnekler olmuştur. 20 günlük deneme dondurmalarının depolama sonucunda pekmez oranı %15 olan dondurma örneğinin renk ve görünüş bakımından en çok beğenildiği anlaşılmaktadır. Renk açısından en beğenilen denemenin %15 pekmez içeren örneğin olması pekmezden gelen rengin dondurmaya renk açısından farklılık yaratması ve çekicilik düzeyinin yüksek olmasından kaynaklandığı tespit edilmiştir. Dondurma örneklerinde yapı ve kıvam bakımından en az beğenilen örnek 20. günde %15 pekmez içeren örnek olduğu, en çok beğenilen ise 20. günde %10 pekmez içeren örnek olduğu tespit edilmiştir. Dondurma örneklerine ait yapı ve kıvam değerleri pekmez oranları bakımından birbirinden farklı değerler gösterirken, panelistler tarafından en beğenilen dondurma %10'luk alıç pekmezi içeren örnek olmuştur. Bu değerlendirme ile %10'luk pekmez katılan dondurmanın panelistler tarafından beğenilmesi alıç meyvesinden gelen tadın bu oranda daha iyi hissedildiği, pekmez oranının artmasıyla pekmez tadının dondurmada baskın olduğu ve tadı maskeleydiği tespit edilmiştir (Çeliker, 2008).

2.3. Moleküler Gastronomi ve Moleküler Dondurma Üretimi

Yunan Grek Dili'ne göre gaster (mide) ve nomas (yasa) sözcüklerinin bileşiminden oluşan gastronomi kelimesi, ülkelerin sosyokültürel özelliklerinin gıda üretimi arasındaki bağlantıyı inceleyen ve yorumlayan bir bilim dalı olarak sürekli gelişmeye devam etmektedir (Carporaso ve Formisano, 2016; Cömert ve Durlu Özkaya, 2014). M.Ö 4. yüzyılda ilk olarak yiyecek ve şarap konusunda bir rehber niteliği taşıyan kitapta yer alan gastronomi kelimesi Athenaeus tarafından ortaya atılmış olmasına rağmen, 1801 yılında Fransız şair Joseph Berchoux'un bir şiirinde kullandığı "La Gastronomie" kelimesi ile 15 yüzyıl sonra ilk defa gündeme gelmiştir (Santich, 2004). Brillat-Savarin tarafından yazılan "La Physiologie du gout" isimli kitap ise gastronomi bilimi açısından önemli bir eser olarak görülmektedir (Cousins, ve ark., 2010). Tat fizyolojisi adı ile çevirileri yapılan bu kitapta duyuların kullanılmasıyla gıda maddelerinin tüketime hazırlanmasında ve bir bilim dalı olarak değerlendirilmesine imkan sağlayan araştırmaların temelini oluşturmuştur. Geleneksel mutfak ile gastronomi biliminin moleküler mutfaktaki pişirme ve ürün hazırlama işlemleri arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Moleküler mutfakta sunum için hazırlanan her aşama karmaşık olup, bilimsel birçok işlem sonunda elde edilmesine dayanan ve daha fazla dikkat gerektiren bir işlemler dizisidir (Wang ve Wang, 2016). Başka bir bakış açısıyla değerlendirildiğinde ise gastronomi, kimya, biyoloji, jeoloji, edebiyat, tarih, antropoloji, müzik, tarım, felsefe, psikoloji ve sosyoloji bilimlerini içeren birçok anlayışın ve değerlendirmelerin sonucunda ortaya çıkan disiplinler arası uygulamanın sonucu olan bir çalışmadır (Kivela ve Crotts, 2006).

Yemek pişirme tekniklerinin toplum inanışlarına göre değişimini incelemek, tarihsel gelişimini incelemek, geleneksel mutfak kültürünü günümüz yöntemlerine uyarlamak, üretim tekniklerini değiştirerek ürün üzerine etkisini incelemek, yeni araçlar kullanarak pratik olduğu kadar lezzetli ve görselliği artırılmış yiyeceklerin üretilerek bilimsel çalışmaları desteklemek moleküler gastronominin amaçları arasında yer almaktadır (Aksoy ve Üner, 2016; This, 2006). Bu nedenle, süt ürünlerinden özellikle dondurma üretimi moleküler gastronomi biliminin öncelikleri arasında yer aldığı görülmektedir.

Moleküler gastronomi mutfak uygulamalarında en fazla vakum altında pişirme (sous vide), küreleme, jelleştirme, köpük haline getirme, rotatif buharlaştırma, tozlama ve sıvı nitrojen kullanım teknikleri tercih edilmektedir (Onurlar, 2017). Bu çalışmada sıvı nitrojen kullanıldığından, bu teknik hakkında aşağıda bilgi sunulmuştur.

Sıvı nitrojen kullanımı, son yıllarda gastronomide oldukça sık uygulanan yeni bir tekniktir. Sıvı nitrojenin sıcaklığı -196°C 'dir ve birçok gıdada kullanılmaktadır. Bu teknik dondurma ve şerbet gibi ürünlerin üretim süresini azaltmak amacıyla kullanılmaktadır. Sıvı azotla dondurma yapmanın en önemli etkisi yapı üzerinde görülmektedir. Sıvı nitrojen çok hızlı bir şekilde soğutma özelliği göstermektedir. Bu özelliğinden dolayı başta dondurma olmak üzere çeşitli ürünlerin yapımında kullanılmaktadır (Aksoy ve Üner, 2016). Dondurma üretimi sırasında kısa sürede donmanın etkisiyle daha küçük kristaller oluşmakta, dondurma kremi ve pürüzsüz bir yapıya sahip olmaktadır (Ivanovic ve ark., 2011).

Alexis Soyer 1885 yılında sıvı nitrojen kullanılarak ilk dondurma üretimini gerçekleştirmiştir. 1890 yılında Agnes Marshall tarafından yazılan bir yemek kitabında da Fancy Ices üretiminde sıvı nitrojenin kullanıldığı görülmektedir (Cousins ve ark., 2010). 1994 yılında "Kimya ile pişirme" başlığı ile sıvı nitrojen kullanılarak hazırlanan bir dondurma tarifi Scientific American adlı dergide yayınlanmıştır (Özel ve Durlu Özkaya, 2016). Daha sonra çeşitli gıdalarda da sıvı nitrojen kullanımı yaygınlaşmış, bazı et ve sebze yemeklerinin hazırlanmasında kullanılmışlardır (Cömert ve Çavuş, 2016; Onurlar, 2017).

Sıvı nitrojen havanın yaklaşık %78'ini oluşturan bir gazdır. Genellikle depolama ve nakliye için sıvılaştırılan nitrojen ilk olarak 15 Nisan 1883'te Polonya fizikçileri Zygmunt Wróblewski ve Karol Olszewski tarafından elde edilmiştir (Ivanova ve Lewis, 2012). Nitrojen oda ısısında gaz halindedir, ancak sıvı halde tutulması için yüksek basınç gereklidir. Bu özellik, küçük miktarlarda bile sıvı nitrojenin, oda sıcaklığında büyük miktarlarda (1: 700) gaz halinde genişlemesini sağlar. Serbest bırakılan buharlar, ortam havasındaki nemin yoğuşması nedeniyle gözle görülür bir sis efekti oluşturma eğilimindedir. Sıvı azot genellikle basınçsız bir sıvıda depolanır. Kullanım koşullarına bağlı olarak Dewar şişeleri içinde gevşek

fitingli kapaklarla muhafaza edilir (Anonim, 2019e). Bu şişeler iki duvarlı olup, bu duvarlar arasında yüksek vakum bulunmaktadır. Şişeler ısı transferini engelleyici özellikte, küresel, iç kısmı camdan, dış kısmı metal bir kaplama ile korunan depolama ve taşıma aracı olarak kullanılabilir şekilde tasarlanmıştır (Onurlar, 2017).

Sıvı nitrojen kullanımında dikkat edilmesi gereken önemli noktalar vardır. Sıvı nitrojen çok soğuk olduğu için ciltle temasının engelleyecek özel eldiven ve giysiler tercih edilmeli, gözle teması engelleyecek emniyet gözlükleri kullanılmalı, iş güvenliği ve sağlığına yönelik tedbirler ciddi bir şekilde uygulanmalıdır. Dondurma veya diğer gıda maddesinin üretimi sırasında sıvı nitrojenle temas eden malzemelerin uyumlu olması da gerekir (Onurlar, 2017).

2.4. Dondurma Üretim Yöntemleri

Dondurma üretiminde miksin bileşimi dışında önemli olan bir diğer nokta dondurucu tipi ve dondurma sıcaklığıdır. Böylece dondurmanın hem kendine özgü yapısı elde edilmekte hem de buzlanma gibi bazı kusurların önüne geçilebilmektedir. Miksin +4°C'de 1 gece olgunlaşmasından sonra veya pastörizasyondan sonra oda ısısına kadar soğutulduktan hemen sonra dondurucuya aktarılmasıyla gerçekleştirilen dondurma üretim aşamasında makinanın soğutma sıcaklığı -18°C'nin altında olması istenirken (Anonim, 2011), karışımın donma ısısı genellikle -2,5 ile -5,5°C, bazı büyük dondurma makinalarında ise -9°C'de oluşur (Tekinşen, 2000). Bununla birlikte bazı makinelerde -23 ile -29°C arasında olan dondurucu sıcaklığında, ürün yarı donmuş durumda paketlemeye hazır bir yapıda elde edilerek dışarıya alınır ve paketleme işlemine geçilir (Anonim, 2011) Dondurma üretiminde kullanılan dondurucuların temel olarak dört tipi bulunsa da, son yıllarda teknolojik gelişmeler nedeniyle çok daha kompleks yapıda ve sürekli sistemle üretimin gerçekleştirildiği makineler de bulunmaktadır. Bu kısımda, pastane tipi veya küçük hacimli dondurucular ile moleküler dondurma üretiminde kullanılan sıvı azot gazında dondurma teknikleri hakkında genel bir bilgi verilecektir.

2.4.1. Pastane Tipi (Batch Freezer) Dondurma Makinesi

Bu tip makinalar 4-20 litre kapasitesinde iç haznedan oluşmakta, hazne içerisinde yerleştirilen kazıyıcı şeklindeki bir bıçak sayesinde dondurma üretimi gerçekleştirilmektedir. Bu karıştırma sırasında mikse hava girmesi nedeniyle hacim artışı sağlanmakta ve kıvamı ayarlanan dondurma makinenin haznesine aktarılarak muhafaza edilmektedir (Anonim, 2011; Tekinşen 1993). Bu tip makinalarda çeşnili dondurma üretmek mümkün olabilmektedir.



Şekil 2.1. Pastane tipi (Batch Freezer) dondurma makinesi (Anonim, 2019b)

2.4.2. Kesikli Dondurma Makinesi

Bu tip makinalar yatay ve dikey tipte olmakta, silindir bir blokta dondurma işlemi gerçekleştirilmektedir (Akın, 2009). Blokun içinde spiral karıştırıcı, dışında ise soğutma sistemi yer almaktadır. Silindire konan miks miktarının silindir toplam hacminin %10'unu geçmesi randıman açısından istenmez. Bu nedenle 50 litre silindir hacmi bulunan makinede 5 litre miksin doldurulması yeterli olmaktadır (Şekil 2.2). Bu aşamada yarı donmuş mikse aroma maddeleri, meyve, kuruyemiş, renk maddeleri gibi dondurma çeşidine göre çeşitli maddeleri ilave etmek mümkündür (Anonim, 2011).



Şekil 2.2. Kesikli tip dondurma makinesi (Anonim, 2019c)

2.4.3. Sürekli Dondurma Makinesi

Sürekli dondurucular silindir basıncı 3,5-5,5 atm arasında değişen bir sistemle donatılmış olup, miksin sürekli ve hızlı bir şekilde dondurulmasını sağlamaktadır. (Akın, 2009; Anonim, 2011). Olgunlaşan miks ara tanka alınarak sürekli olarak dondurucuya pompalanır. Eğer çeşnili dondurma üretilecek ise ara tanka gerekli maddeler ilave edildikten sonra, dondurucu hazneye alınarak basınç altında işleme devam edilir. Silindire giren miksin uygun bir şekilde kıvam alması için, sürekli dönen kazıyıcı bıçaklarla karıştırma işlemi sırasında içerisine hava da verilir. Yumuşak dondurma olarak hemen servis edilen bu dondurmalar, sertleştirme odalarında son paketleme işlemi yapılarak da depolanabilir (Anonim, 2011).



Şekil 2.3. Sürekli tip dondurma makinesi (Anonim, 2019d)

2.4.4. Pacojet ile Dondurma Üretimi

Pacojet makinesi, taze, donmuş yiyecekler ultra hafif köpük haline getirilerek, doğal olarak taze dondurmalar ve sorbeler veya aromatik çorbalar, soslar veya donmuş malzemenin çözünmeden “mikropüre etmesini” sağlayan ve dar çalışma alanlarda kolaylıkla kullanılabilen tezgâh üstü makine olarak tanımlanabilir (Anonim, 2019e; Onurlar, 2017). Pacojet makinesi ile bir litrelik çelik malzemedan yapılmış özel kaplarda derin dondurucuda dondurulan meyve suları ve aromalı karışımlar 2000 devir/dk’da mikropüre haline getirilir (Onurlar, 2017).



Şekil 2.4. Pacojet dondurma makinası (Anonim, 2019f)

2.4.5. Yumuşak Tip Dondurma Makineleri

Bu tip makinelerin farklı kapasitelere sahip çeşitleri vardır ve 7°C civarındaki dondurma miksi üst kısımda yer alan rezerv yerinden bir bağlantı ile dondurma işleminin yapıldığı silindire doğru itilir. Burada yer alan bıçak veya sonsuz dişli sistemli bir kazıyıcı yer almakta ve cihaz çalıştığı anda devre açılarak miks dondurulmakta ve yumuşak kıvamlı dondurma olarak külah veya özel kaplara aktarılmaktadır (Tekinşen, 1993).



Şekil 2.5. Yumuşak tip dondurma makinası (Anonim, 2019g)

2.4.6. Tayland Rulo (Tava) Dondurma Üretimi

Bu tip dondurma üretiminde tava şeklindeki bir zemin üzerinde önceden hazırlanmış olan miksin bir spatula yardımıyla dondurulduğu ve rulo şeklinde servis edildiği görülmektedir (Onurlar, 2017). Tamamiyle el becerisine dayalı bu üretim şeklinde, metalden yapılmış tava şeklindeki tezgahın alt kısmı nitrojen gazıyla soğutulmakta, belirli miktardaki miks üzerine, arzu edilen meyve pulplarının veya diğer çeşni maddeleri ilave edilerek hızlı bir şekilde dondurulması sağlanmaktadır. Üzerine çikolata, ceviz, badem, süs şekeri gibi süslemelerle servis yapılmaktadır.



Şekil 2.6. Tayland rulo (tava) dondurma (Anonim 2019h)

2.4.7. Moleküler Dondurma Üretimi

Son yıllarda daha kısa sürede dondurma üretimi için sıvı azot gazının kullanıldığı ve hemen servis edildiği bir teknik olan moleküler dondurma üretimi de kullanılmaktadır. Dewar olarak adlandırılan özel taşıma tüpü ile sıvı nitrojen bir kaba

alınır. Dondurma miksi birdenbire katılaşmaması için yavaş yavaş ilave edilir. Bu esnada sıvı nitrojenin ciltte soğuk yanmasına neden olmaması için ciltle temas etmemesine özen gösterilmelidir. Miks bir yandan karıştırılırken, diğer yandan ilave edilen sıvı nitrojen ile kıvam ayarı yapılır.



Şekil 2.7. Moleküler dondurma üretimi

Sıvı nitrojen üründe ani buzlanma yaptığında, 1-2 dk beklenmeli ve hızlı bir şekilde karıştırmaya devam edilmelidir. Dondurma uygun kıvama gelince, dondurma şekillendirilerek servis edilir (Onurlar, 2017). Meyveli dondurma yapılması

isteniyorsa, sıvı nitrojen ilave edilemeden önce mikse gerekli olan meyve püresi eklenir, daha sonra dondurma üretimi gerçekleştirilir.

Durlu Özkaya ve Onurlar (2018) tarafından üretilen moleküler dondurmada yapılan duyu analizi sonucunda, geleneksel probiyotik dondurma ile moleküler probiyotik dondurmaların lezzet açısından beğenisinin yüksek olduğu, moleküler probiyotik dondurmada kefir tadı, aroması ve tatlılık düzeyinin klasik yöntemle göre daha yoğun bir şekilde hissedildiği belirlenmiştir. Çalışmada moleküler probiyotik dondurmanın dokusal özelliği de incelenmiş ve yapıda daha az buz kristallerinin algılandığı, daha homojen ve kremi bir yapıya sahip olduğu gözlemlenmiştir. Panelistler moleküler kefir dondurmanın kokusunu, ürününü diğer özellikleri olan renk, görünüm, doku ve lezzet profiline göre daha az beğenmişlerdir. Üründe kefir kokusu dışında olumsuz bir koku alınamadığı, ama kefir kokusunun sıvı nitrojen kullanımına bağlı olarak yoğun bir şekilde hissedildiği gözlemlenmiştir.

Literatür bilgilerinden de anlaşılacağı üzere, dondurma üretimi ve kalite kriterlerini belirlemeye yönelik çalışmalar oldukça fazladır. Ancak moleküler gastronomi tekniği ile dondurma üretimi ve bu dondurmaların özellikleri üzerine çalışma sayısı yok denecek kadar azdır. Bu nedenle meyve ilaveli klasik tip dondurma makinesi ve moleküler dondurma üretim tekniği ile elde edilen dondurmaların kimyasal, biyokimyasal, fiziksel ve tekstürel özelliklerinin belirlenerek literatürdeki eksikliğin giderilmesi çalışmanın temel hedefi olarak düşünülmüştür.

3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Gereç

3.1.1. Dondurma Üretiminde Kullanılan Süt

Burdur Organize Sanayi Bölgesinde bulunan Çavuşoğlu süt ve ürünleri işletmesinden temin edilen taze, tam yağlı inek sütü kullanılmıştır. Dondurma üretimi için Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Burdur Gıda Tarım ve Hayvancılık Meslek Yüksekokulu Gıda İşleme Bölümü Süt ve Ürünleri Teknolojisi programı laboratuvarına getirilmiştir.

3.1.2. Dondurma Üretiminde Kullanılan Sahlep

Burdur ili Bucak ilçesinde saf sahlep üreten üreticiden öğütülmüş toz formda sahlep temin edilmiştir.

3.1.3. Dondurma Üretiminde Kullanılan Süt Tozu

Burdur ilinde faaliyet gösteren Süt Ofis Gıda Mamülleri Sanayi Ticaret A.Ş.'den temin edilmiştir. Fabrikasyon üretim bilgilerine göre, üretimde kullanılan süttozu %3.55 nem, %0,5 yağ, %34,97 protein, %7,65 kül, %53,33 laktoz içermekte olup, pH değeri 6,62'dir.

3.1.4. Dondurma Üretiminde Kullanılan Krema

Burdur Organize Sanayi Bölgesinde bulunan Çavuşoğlu süt ve ürünleri işletmesinden %65 yağlı krema temin edilmiştir.

3.1.5. Dondurma Üretiminde Kullanılan Tatlandırıcı

Yerel marketlerden temin edilen ticari sakkaroz kullanılmıştır.

3.1.6. Dondurma Üretiminde Kullanılan Meyveler

Üretimde kullanılan çilek, ahududu ve karadut meyveleri, Uşak ili Ulubey ilçesinde bulunan üreticilerden temin edilmiştir.

3.1.7. Dondurma Üretiminde Kullanılan Sıvı Azot

Sıvı nitrojen, Burdur Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliği'nden temin edilmiştir.

3.1.8. Dondurma Reçetesi

Üretimde kullanılan miks %6 yağ, %11 süt yağsız kuru madde, %12 şeker, %0,6 stabilizer ve 215 g/L olacak şekilde çilek, ahududu ve karadut meyveleri ilave edilmiş ve dövme işlemi gerçekleştirilmiştir.

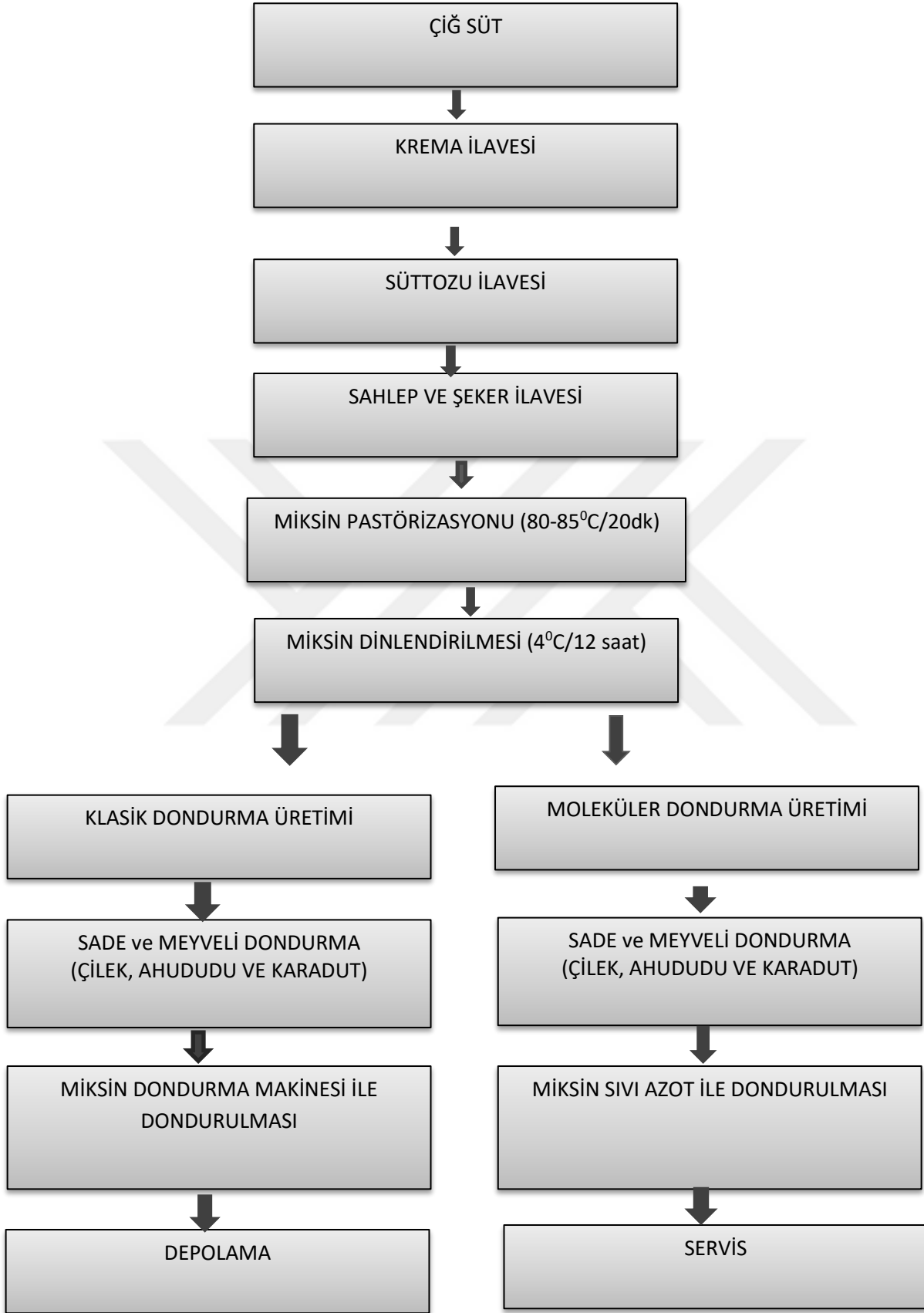
3.2. Yöntem

3.2.1. Klasik ve Moleküler Dondurma Üretimi

Dondurma üretimi için alınan çiğ süt süzgeç ile süzöldükten sonra pastörizasyon için 30 L kapasiteli paslanmaz yemek pişirme tenceresine alınmıştır. Süt ısıtılmaya başlandıktan sonra 25°C'de krema, 30-35°C'de süttozu, 45-50°C'de şeker ve sahlep ilave edip homojen şekilde karıştırılarak 80-85°C'de 20 dakika pastörize edilmiştir. Isıl işlemten sonra miks hızlı bir şekilde soğutulup, +4°C'de bir gece (12 saat) dinlendirilmiştir. Dondurma üretiminde kullanılacak miks olgunlaşma aşamasından sonra 8 eşit parçaya bölünerek sade (kontrol, A) ve çilek (B), ahududu (C) ve karadut (D) meyvelerinden oluşan meyveli dondurma üretiminde kullanılmıştır. Üretimde pastane tipi klasik ve moleküler dondurma olarak iki farklı üretim teknolojisi kullanılmış olup, toplamda 8 farklı dondurma örneği elde edilmiştir. Dondurma üretimi üç tekerrür olarak yapılmıştır. Dondurma makinesinden çıkan klasik dondurmalar ile sıvı nitrojen ile yapılan moleküler dondurmalar, ayrı ayrı polipropilen

kaplara (500 g) alınarak, analiz yapılncaya kadar -22°C'de muhafaza edilmiştir. Dondurma örneklerinde analizler 3 paralelli olarak gerçekleştirilmiştir.





Şekil 3.1. Meyveli klasik ve moleküler dondurma üretimi

3.2.2. Dondurmada Yapılan Analizler

3.2.2.1. pH

pH değerleri Mettler Toledo dijital pH metre ile saptanmıştır. Beher içerisindeki 100 gram dondurma numunesinin, oda sıcaklığında eriyip 15°C'ye ulaşması beklenmiş ve dondurmanın pH ölçümü yapılmıştır.

3.2.2.2. Titrasyon Asitliği

Dondurma rneklerinin titrasyon asitliği, % laktik asit cinsinden belirlenmiştir (Grsel ve Karacabey, 1998).

3.2.2.3. Yağ

Dondurma örneklerinde yağ tayini TS 4265'te belirtildiği üzere TS 1330'a göre belirlenmiştir. Bu amaçla dondurma örnekleri 1:1 oranında sulandırılarak hazırlanmıştır. İşlem sonunda oluşan yağ sütunu btirometrenin taksimatlı kısmı yardımıyla okunarak çıkan değer 2 ile çarpılmış ve % yağ miktarı hesaplanmıştır (Anonim, 1992).

3.2.2.4. Toplam Kuru Madde

Dondurma örneklerinde kurumadde tayini gravimetrik yöntemle TS 4265'te (Dondurma Standardı) atıf yapılan TS 4851'e (Dondurma-Toplam Katı Madde Miktarı Tayini-Referans Metot) göre saptanmıştır (Anonim, 1992).

3.2.2.5. Protein

Dondurma rneklerinin toplam proteini Kjeldahl Yöntemine göre belirlenmiştir. Örneklerden yaklaşık 2 gram numune alınarak önce % toplam azot miktarı analiz edilmiştir. Belirlenen azot değeri 6,25 sabit katsayısı ile çarpılarak protein oranı % olarak belirlenmiştir (Anonymous, 2002).

3.2.2.6. Kül Miktarı

Bu amaçla kullanılacak olan porselen kroze öncelikle sabit ağırlığa getirilip darası alınmıştır. Daha sonra hassas teraziye alınan kroze içerisine 5 g dondurma numunesi konulup, kül fırınında örneklerde meydana gelebilecek taşmaları engellemek için $105\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de 2 saat tutularak suyunun yavaş bir şekilde uzaklaştırılması sağlanmıştır. Daha sonra kül fırının sıcaklığı kademeli olarak arttırılarak örnekler 550°C 'de sabit ağırlığa gelinceye kadar yakılmıştır. Krozeler 105°C 'ye soğuyunca desikatöre alınıp 30 dk soğuması beklendikten sonra hassas terazide tartım yapılmış ve ağırlık farklarından % kül miktarı tespit edilmiştir (Anonymous, 2002).

3.2.2.7. Hacim Artışı (Overrun)

Belli hacimdeki dondurmanın kütlesi ile aynı hacimdeki eritilmiş dondurma karışımının kütlesi tespit edilerek, eritilmiş dondurma karışım kütlesindeki dondurma kütlesinin oranının yüzde olarak ifade edilmesi esasına dayanılarak analiz yapılmıştır ve TSE 4265 standardındaki overrun analiz metodu kullanılmıştır (Anonim, 2013).

3.2.2.8. Kısmi (İlk Damlama) ve Tam Erime Süresinin Belirlenmesi

Dondurmanın yapısal özelliklerinden biri olan dayanıklılıkla ilgili bir test olup, dondurma örneklerinin stabilize testi yapılarak ne kadar zamanda eridikleri tespit edilmiştir. Bu amaçla daha önce -19°C ye getirilerek 24 saat süre ile bekletilmiş dondurma örneklerinden yaklaşık 60 g bir elek üzerine alınarak 25°C 'de 4 saat boyunca bekletilerek ağırlık kaybı (%) olarak kaydedilmiştir. Stabilize test değerleri kısmi erime olarak ilk damla baz alınarak, tam erime de 4 saat sonra elek üzerinde eriyen miktar baz alınarak yapılmıştır (Koyun, 2009).

3.2.2.9. Erime Oranı

Dondurma örnekleri $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ sıcaklığındaki ortamda, 100 g örneğin tel ızgara üzerine alınarak, darası alınmış behere damlayan kısmının belirli zaman aralıklarında

tartılması ile aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır. Örnekler 5, 15, 30, 45, 60, 90, 120, 180 ve 240. dakikalarda tartılmıştır (Koyun, 2009).

$$\text{Erime oranı (\%)} = \frac{\text{Eriyen kısmın ağırlığı}}{\text{Dondurmanın ağırlığı}} \times 100$$

3.2.2.10. Viskozite

Viskozite ölçümleri Brookfield (DV-II+PRO-USA) viskozimetre kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Buna göre 100 ml lik beher içindeki 100 gram dondurma oda sıcaklığında erimeye bırakılmış, 10°C ye gelmesi sağlandıktan sonra, 4 nolu spindle ile 100 rpm hızında ölçümler yapılmıştır.

3.2.2.11. Toplam Fenolik Madde

Toplam fenolik madde analizi Folin-Ciocalteu yöntemine göre spektrofotometrik olarak yapılmıştır (Singleton ve ark., 1999).

%20 lik sodyum karbonat: 200 g sodyum karbonat 1 L destile suda çözündürülerek amber renkli balon jodede hazırlanmış ve oda sıcaklığında koyu renkli bir şişede muhafaza edilmiştir.

Gallik asit standart stok çözeltisi; 500 mg gallik asit önce 10 mL etanolde çözündürülmüş, sonrasında çözeltinin hacmi distile su 1 L'ye tamamlanmıştır (son çözelti konsantrasyonu; 500ppm). Çözelti günlük olarak hazırlanmıştır. Hazırlanan bu gallik asit standardı stok çözeltisinden 5 adet seri konsantrasyona sahip çözelti hazırlanmıştır (seri standart çözeltiler; 500ppm, 250ppm, 125ppm, 62.5ppm, 31.25ppm).

Örnek Hazırlama

- 2 g örnek cam tüplere alınmıştır.
- Üzerine 10 mL %96'lık etanol ilave edilip homojen hale getirilmiştir.
- Homojenizatörde 2 dakika karıştırılmıştır.

- 45°C'ye ayarlanmış su banyosunda 1 gece (12 saat) bekletilmiştir.
- Süre sonunda karışım 4000 rpm'de 5 dak. santrifüj edilmiştir.
- Üst faz alınarak 45°C'de rotary evaporatör kullanılarak tamamen kuruyuncaya kadar etanol içeriği uzaklaştırılır uçurulmuştur.
- Elde edilen ekstrakt 1 mL metanol içerisinde çözündürülüp toplam fenolik madde miktarı analizinde kullanılmıştır.

Analizin Yapılışı

- Tüplere 6 mL distile su ilave edilmiştir.
- Üzerine 100 µL örnek (veya standart) ilave eklenmiştir.
- 500 µL Folin ciocalteu reagent (2N'lik çözelti) katıldıktan sonra, 1 dakika bekletilmiştir.
- 1.5 mL %20'lik Na₂CO₃ ilave edilip 30 s. daha bekletilmiştir.
- Üzerine 1.9 mL destile su ilave edilerek hacim 10 mL'ye tamamlanmış ve karıştırılmıştır.
- Örnek karanlık bir ortamda ve oda sıcaklığında (25°C) 2 saat bekletilmiştir.
- Süre sonunda spektrofotometrede 765 nm'de absorbans değeri okunmuştur.

Gallik asit standardına göre hesaplanan kürvenin denklemi kullanılarak esas örneklerin toplam fenolik madde değeri mg GAE/L olarak gösterilmiştir.

3.3.2.12. HPLC Yöntemi ile Fenolik Madde Tayini

Çalışmada Agilent Infinity II cihazı kullanılmıştır. Cihaz koşulları aşağıda sunulmuştur.

Kromatografik Koşullar

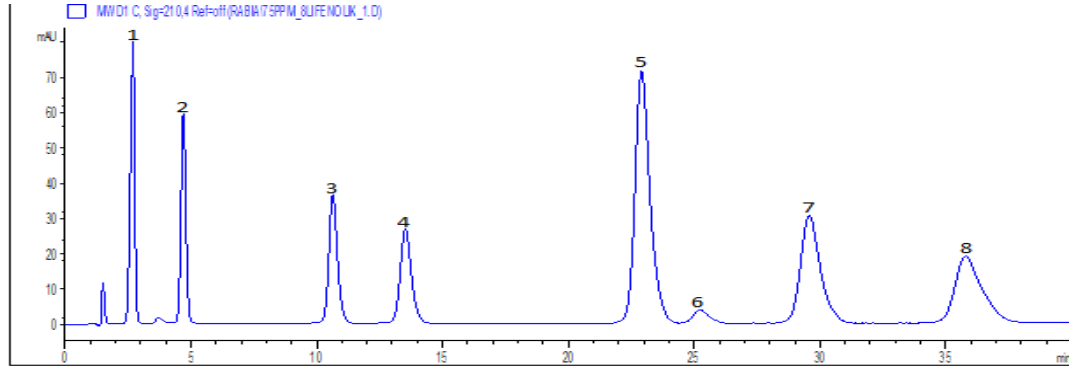
Kolon: Gemini C18

Akış Hızı: 1,2 mL/dakika

Sıcaklık: 25°C

Dalga Boyu: 210-320 nm

Mobil faz %20 metanol-su karışımıyla oluşturulmuştur. Mobil faz, 50 mmolar fosforik asit içermektedir. Mobil faz içersine 1 M NaOH çözeltisi ilave edilerek 2,5 pH değerine ayarlanmıştır.



Şekil 3.2. %20'lik metanol-su karışımında 2,5 pH değerinde 8'li bileşiğin kromatogramı (210 nm). Gallik asit (1), protokateşik asit (2), vanilik asit (3), sinapinik asit (4), p-kumarik asit (5), ferulik asit (6), benzoik asit (7), sinapinik asit (8).

Analizin Yapılışı:

- 2 g numune tartılmış,
- Üzerine 10 mL %96'lık etanol ilave edilmiş,
- Homojenizatörde 2 dk karıştırılmış,
- 45°C'ye ayarlanmış su banyosunda 12 saat bekletilmiş,
- Süre sonunda 4000 rpm'de 5 dk santrifüj edilmiş,
- Sıvı kısım alınarak 45°C'de tamamen kuruyuncaya kadar rotary evaporatörde etanol uçurulmuş,
- Ekstraktlar 1 mL metanol içerisinde çözündürülmüş ve 0,45 membran filtreden süzülerek dondurmadaki fenolik analizi gerçekleştirilmiştir.

3.2.2.13. DPPH⁺ Yöntemi ile Antioksidan Aktivite

Antioksidan aktivitesi DPPH (2,2,-diphenyl-2-picryl-hydrazyl) yöntemi kullanılarak spektrofotometrik olarak tayin edilmiştir (Martysiak-Żurowska ve Wenta, 2012).

Analizin Yapılışı

- Analize hazırlanmış örnekten/örnek ekstraktından 5 mL alınmış ve metanol ile günlük olarak hazırlanan 1 mM DPPH çözeltisinden 1 mL karıştırılmıştır.
- Karanlık bir ortamda oda sıcaklığında 30 dakika bekletilmiştir.
- Süre sonunda çözelti 517 nm'de spektrofotometrede absorbanans değeri ölçülmüştür.
- Kontrol olarak örnek yerine tuzlu fosfat tampon çözeltisi ile DPPH çözeltisi ile karıştırılıp, analiz gerçekleştirilmiştir.
- Antioksidan aktivitesi % inhibisyon aktivitesi olarak değerlendirilmiştir.

Değerlendirme;

$$\% \text{ İnhibisyon aktivitesi} = \frac{\text{Kontrol absorbanansı} - \text{Örnek absorbanansı}}{\text{Kontrol absorbanansı}} \times 100$$

3.2.2.14. TEAC Yöntemi ile Antioksidan Aktivite

Dondurma örneklerinde TEAC antioksidan aktivite tayini Miller vd. (1993)'e göre yapılmıştır.

Analizin yapıılışı

- Mikro küvet içerisine ayarlanmış ABTS^{•+} radikal çözeltisinden 990 µL alınmıştır.
- Üzerine 10 µL örnek veya standart eklenip 6 dak. 30°C'de karanlıkta tutulmuştur.
- Süre sonunda (6 dak.) spektrofotometre kullanarak 734 nm dalga boyundaki absorbanans kaydedilmiştir. Örnekte antioksidan aktivite gösteren bileşiklerin etkisiyle, ABTS^{•+} radikal çözeltisinin rengi açılacaktır.
- Aynı işlem örneğin farklı miktarları (15, 20, 25 µL) için de uygulanarak elde edilen absorbanans değerleri kaydedilmiştir.
- Kontrol absorbanans değeri için ise, örnek yerine ultra saf su kullanılıp analiz sonucu absorbas değeri kaydedilmiştir.

- Örneğin farklı miktarları için elde edilen absorbans değerlerinin her biri için kontrol absorbans değerine göre azalma miktarı yüzde olarak aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanmıştır.

$$\text{Yüzde (\%) İnhibisyon} = \frac{A_{734} \text{ kontrol} - A_{734} \text{ örnek}}{A_{734} \text{ kontrol}} \times 100$$

- Elde edilen % inhibisyon değerleri analiz edilen örnek miktarına karşı grafiği çizilir. Böylece doğrusal grafik elde edilir ve her örnek için çizilen % inhibisyon grafiğinin eğimi hesaplanmıştır.

3.2.2.15. Uçucu Bileşen Kompozisyonunun Belirlenmesi

Uçucu aroma bileşikleri, Balthazar ve ark., (2018) tarafından uygulanan yöntem modifiye edilip tepe boşluğu (headspace) analizi; solid-faz mikroekstraksiyon teknolojisi (HS-SPME) uygulanarak Gaz Kromatografisi-Kütle Spektroskopisi (GC-MS; Shimadzu QP2010, Japonya) ile belirlenmiştir.

Örneklerin Hazırlanması;

SPME analizlerinin her biri için analiz edilecek 2 gr örnek; içerisine 10 µL internal (iç) standart solüsyonu (IS: (652 mg/L cyclohexanone) ilave edilerek 15 mL'lik bir vial alınmıştır. Isıtıcı bir manyetik karıştırıcı bloğuna yerleştirilen vial içerisindeki örnek, örnekleme sıcaklığında 40 dakika boyunca dengelenmiş ve süre sonunda SPME enjektörü vial septumundan içeri yerleştirilmiştir. SPME elyafı (2 cm–50/30 mm DVD/CAR/PDMS Stable Flex Supelco, Bellefonte, PA, USA) ile 60°C'de 40 dakika örnekleme zamanı boyunca vial tepe boşluğundaki uçucu aroma bileşenleri absorbe edilmiştir. Ekstraksiyon işlemi tamamlandıktan sonra elyaf GC enjeksiyon bölümüne yerleştirilmiştir.

Kromatografik Koşullar;

Enjeksiyon işlemi siplitsiz modda 250°C'deki GC injeksiyon portunda 10 dk boyunca uçucuların termal desorpsiyonu için uygulanmıştır. Analizde kolon olarak stabilwax kolon (stabilwax; 60 m, 0,32 mm id. 0,25 µm film kalınlığı; Restek, USA) taşıyıcı gaz olarak helyum gazı (1 mL/dk) kullanılmıştır. GC programı olarak, ön çalışmalar sonucu en uygun aroma bileşen piklerinin alındığı program uygulanmıştır. GC programı; 45°C'de 5 dk. bekleme, 10°C/dk artışlarla 80°C'ye ulaşma, sonrasında 7°C/dk artışlarla 240°C'ye ulaşma ve 5 dk bekleme olarak belirlenmiştir.

GC'den edilen uçucu bileşiklerin piklerinin tanımlanması ve standart bileşenlerin MS verileriyle karşılaştırılması için MS'de yer alan NIST (National Institute of Standards and Technology, Willey Registry of Mass Spectral Data, 7th Edition, FFNSC Library), Wiley ve Aroma (FFNSC, Flavor and Fragrance Natural and Synthetic Compounds) kütüphanelerinden yararlanılmıştır. Analiz edilen örnekteki belirlenen her bir uçucu aroma bileşeninin miktarı; "cyclohexanone" internal standart kullanılarak relatif konsantrasyonu (µg/kg) olarak belirlenmiştir.

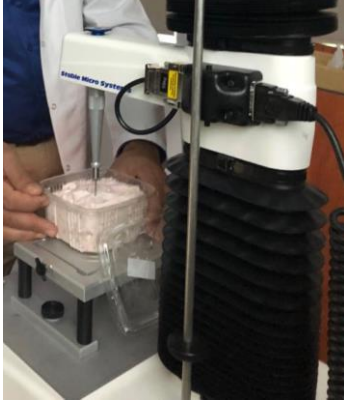
$$\text{Relatif konsantrasyon } (\mu\text{g/g}) = \frac{\text{Bilinmeyen bileşenin pik alanı}}{\text{İnternal standardın pik alanı}} \times \frac{\text{İnternal standart (6,52 } \mu\text{g)}}{\text{Örnek miktarı (g)}}.$$

3.2.2.16. Renk Analizi

Minolta CR-400 renk cihazı (Minolta Corp, Ramsey, NJ, ABD) kullanılarak CIE L*, a*, b* renk değerleri tespit edilmiştir.

3.2.2.17. Tekstür Analizi

Stable Micro Systems marka (TA.XT Plus model, İngiltere) cihaz ile penetrasyon testine göre tekstür analizi gerçekleştirilmiştir. Analizde 2 mm silindir prob (P/2) kullanılmış, ön-test hızı 1,5 mm/sn, test hızı 2,00 mm/sn, geridönüş hızı 100 mm/sn, uzaklık 5 mm, tetik kuvveti 0,025 N olarak alınmıştır.



Şekil 3.3. Dondurmada tekstür analizi

3.2.2.18. İstatistiksel Analizler

Ön denemeler sonrasında üretim aşamasında her bir muamele kombinasyonu 3 tekerrürlü yürütülmüştür. Tüm analizlerde her örnek için iki paralel olarak düzenlenmiştir. İstatistiksel analizler için SPSS v23:0 istatistik paket programı kullanılmıştır. Veriler istatistik analize tabi tutulmadan önce normal dağılış gösterip göstermediği Kolmogorov-Smirnov testi ile kontrol edilerek normal dağılış gösterip göstermediği gözlenmiştir. Faktörleri; 1- Dondurma üretim yöntemi (klasik yöntem ve moleküler yöntem) 2. Meyve çeşitleri (sade, çilek, ahududu, karadut) Deneme laboratuvar şartlarında yürütüleceği için Tesadüf parsellerinde dört faktörlü faktöriyel deneme şeklinde olmuştur. Varyans analizinde sonuçları İstatistiksel olarak önemli bulunan özelliklerin ikili karşılaştırmaları TUKEY çoklu karşılaştırma testi ile yapılmıştır. Önemlilik düzeyi olarak $p < 0,01$ ve $p < 0,05$ alınmıştır.

4. BULGULAR

4.1. pH

Klasik ve moleküler yöntemle üretilen dondurmaların pH değerleri 5,61 ile 6,41 arasında değişim göstermiştir (Tablo 4.1). Klasik yöntemle üretilen dondurmaların tümü farklı pH değerlerine sahip olup, bu farklılığın nedeni üretimde kullanılan meyvelerin farklı pH değerlerine sahip olmasından ve dondurma miksinin pH'sını değiştirmesinden kaynaklanmaktadır. Benzer şekilde moleküler dondurma örneklerinde tespit edilen pH değerlerindeki değişim de istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Bununla birlikte, üretim yöntemine göre karşılaştırma yapıldığında A ve B örneklerinin pH değerleri birbirine benzer olup ($P>0,05$), ahududu ve karadutla üretilen C ve D örneklerinin pH değerleri önemli derecede farklılık göstermiştir ($P<0,05$).

Tablo 4.1. Dondurma örneklerinin pH değerleri (n=3)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	6,41±0,07 ^{aA}	6,37±0,2 ^{aA}
B	5,79±0,12 ^{aC}	5,89±0,01 ^{aC}
C	5,76±0,01 ^{aC}	5,61±0,01 ^{bD}
D	6,05±0,07 ^{bB}	6,23±0,03 ^{aA}

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut

^{a, b, c}: Tabloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır ($P<0,05$)

A, B, C: Tabloda meyve çeşitlerine ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır ($P<0,05$)

4.2. Titrasyon Asitliği

Dondurma örneklerinin titrasyon asitliği değerleri incelendiğinde (Tablo 4.2), üretim tekniğinin etkisinin laktik asit miktarı üzerine önemli bir etkisinin olmadığı ($P>0,05$) belirlenmiştir. Bununla birlikte her iki üretim tekniğinde meyve ilavesinin etkisi önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Titrasyon asitliği değeri en yüksek moleküler dondurma üretim tekniği ile yapılan C örneğinde (%0,5 laktik asit) saptanmıştır. Her iki yöntemde de sade dondurma örnekleri %0,27 ve %0,30 laktik asit değeri ile en az asitlik düzeyine sahip dondurmalar olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.2. Dondurma örneklerinin titrasyon asitliği değerleri (%LA)(n=3)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	0,27±0,00 ^{bA}	0,30±0,00 ^{bA}
B	0,41±0,00 ^{aA}	0,42±0,01 ^{abA}
C	0,42±0,00 ^{aA}	0,50±0,01 ^{aA}
D	0,40±0,00 ^{aA}	0,33±0,00 ^{bA}

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut

^{a, b, c}: Tabloda meyve çeşitlerine ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

^{A, B, C}: Tabloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

4.3. Yağ

Dondurma örneklerinin yağ oranları Tablo 4.3’de verilmiştir. Klasik yöntem ile üretilen dondurma çeşitlerinin yağ oranlarına bakıldığında en yüksek yağ oranı A örneğinde (%7,15), en düşük yağ oranı ise C örneğinde (%6,15) tespit edilmiştir (P<0,05). Bununla birlikte yapılan istatistik analizi sonucunda klasik tip dondurmalarından B, C ve D örneklerinin benzerlik gösterdiği belirlenmiştir (P>0,05). Moleküler yöntemle üretilen dondurmalar içerisinde A örneği (%6,35) istatistiki açıdan diğer dondurmalarından önemli derecede farklılık gösterdiği saptanmıştır. İki üretim yöntemi birbiri ile kıyaslandığında, A örneğinin iki yöntem arasında istatistiki açıdan önemli bir fark olmadığı (P>0,05), diğer örneklerin yağ oranlarındaki farklılığın önemli olduğu tespit edilmiştir (P<0,05).

Tablo 4.3. Dondurma örneklerinin yağ içerikleri (%)(n=3)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	7,15±0,38 ^{aA}	6,35±1,03 ^{aA}
B	6,45±0,93 ^{bA}	5,95±2,00 ^{abA}
C	6,15±1,63 ^{bA}	6,05±0,95 ^{bA}
D	6,25±1,13 ^{bA}	5,65±1,85 ^{bB}

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut

^{a, b, c}: Tabloda meyve çeşitlerine ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

^{A, B, C}: Tabloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

4.4. Toplam Kuru Madde

Dondurmaların toplam kuru madde içerikleri arasında her iki üretim yönteminin arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark görülmemiştir ($P>0,05$). Örnekler içerisinde en yüksek değer hem klasik tip dondurmada A örneğinde (%32,89) hem de moleküler dondurmada A örneğinde (%33,74) belirlenmiştir. Tüm örneklerin kuru madde içerikleri %30,25 ile %33,74 arasında değişim göstermekle birlikte, hem üretim tekniğinin hem de meyve ilavesinin kuru madde içeriğini istatistiksel açıdan önemli derecede etkilemediği görülmüştür ($P>0,05$)(Tablo 4.4).

Tablo 4.4. Dondurma örneklerinin toplam kuru madde miktarları (%) (n=3)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	32,89±1,69 ^{aA}	33,74±1,86 ^{aA}
B	29,41±1,38 ^{aA}	30,25±1,48 ^{aA}
C	31,58±1,52 ^{aA}	31,31±1,45 ^{aA}
D	31,14±1,46 ^{aA}	31,57±1,36 ^{aA}

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut

^{a, b, c}: Tabloda meyve çeşitlerine ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır ($P<0,05$)

^{A, B, C}: Tabloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır ($P<0,05$)

4.5. Protein

Moleküler ve klasik yöntemle üretilen dondurmaların protein içeriği incelendiğinde (Tablo 4.5), meyveli klasik dondurma C örneği hariç, diğer örneklerin değerleri meyve çeşitlerine ve üretim yöntemlerine göre istatistiksel açıdan önemli bir farklılık göstermediği belirlenmiştir ($P>0,05$). Dondurmaya ilave edilen meyvelerin protein içeriği düşük olduğundan, son ürünün protein içeriğini önemli derecede etkilememiştir. Dondurma örneklerinde tespit edilen protein değerleri özellikle üretimde kullanılan sütte kaynaklanmaktadır.

Tablo 4.5. Dondurma örneklerinin protein oranları (%) (n=3)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	4,47±0,49 ^{aA}	4,80±0,50 ^{aA}
B	4,39±0,35 ^{abA}	4,62±0,27 ^{aA}
C	4,27±0,36 ^{bA}	4,85±0,17 ^{aA}
D	4,59±0,35 ^{aA}	4,92±0,07 ^{aA}

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut

^{a, b, c}: Tabloda meyve çeşitlerine ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

^{A, B, C}: Tabloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

4.6. Kül Miktarı

Farklı üretim tekniklerine göre üretilen meyveli dondurmaların % kül değerleri Tablo 4.6'da verilmiştir. Dondurma örneklerine ait kül miktarı %0,94-1,23 arasında değişim göstermiştir. Kül içeriğine ait en yüksek değer moleküler dondurma A örneğinde, en düşük değer ise aynı teknikle üretilen B örneğinde belirlenmiş, ancak elde edilen veriler arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılık görülmemiştir (P>0,05). Kül miktarında kurumadde artışına neden olan her yardımcı madde ürün kül içeriğini de etkilemektedir. Ancak çalışmada elde edilen verilere göre değerlendirdiğimizde, meyve ilavesinin etkisi önemli bulunmamıştır.

Tablo 4.6. Dondurma örneklerinin kül miktarları (%) (n=3)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	1,14±0,12 ^{aA}	1,23±0,15 ^{aA}
B	0,99±0,15 ^{aA}	0,94±0,11 ^{aA}
C	1,11±0,14 ^{aA}	1,12±0,14 ^{aA}
D	1,14±0,11 ^{aA}	1,21±0,11 ^{aA}

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut

^{a, b, c}: Tabloda meyve çeşitlerine ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

^{A, B, C}: Tabloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

4.7. Hacim Artışı (Overrun)

Sıvı miksin üretim sırasında dövülmesi sırasında, havanın da miks içerisine girmesi ile gerçekleşen dondurma işlemi aşamasında hacminde meydana gelen artış olarak bilinen hacim artışı (overrun) ürün niteliğini belirlemede önemli bir kriterdir. Denemede kullanılan örneklere ait hacim artış oranı %30,81 ve %40,28 olarak belirlenmiştir (Tablo 4.7). Bu oran klasik ve moleküler dondurma üretimine ve meyve çeşitlerine göre değişim göstermekle birlikte, yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre örnekler arasındaki farkın önemli olmadığı belirlenmiştir ($P>0,05$). Çalışmada elde edilen verilere göre klasik ve moleküler teknikle üretilen sade dondurmada hacim artışı %40,28 ve %32,51; çileklilerde %31,27 ve %34,00; ahududu içeren örneklerde %39,32 ve %30,81; karadutlu örneklerde %39,10 ve %38,10 olarak saptanmıştır. Miksin kurumadde içeriğine bağlı olmakla birlikte, sade, meyveli ve sulu meyveli dondurmalarda hacim artışı %40-80 arasında değişkenlik göstermektedir (Şimşek ve Gün, 2013). Örneklerin kurumadde oranları da birbirine benzer olduğundan önemli bir farkın çıkmaması normal karşılanmaktadır. Ayrıca üretim tekniği farklı olmasına rağmen, hacim artışı birbirine yakın dondurma elde edilmesi, dövme işleminin yeterli bir düzeyde uygulandığını göstermektedir. Bununla birlikte dondurmada hacim artışı üzerine üretim sırasında makine sıcaklığının, dövme hızının ve bıçak kalitesinin, miks kurumaddesinin, miks sıcaklığının önemli olduğunu da unutmamak gerekir.

Tablo 4.7. Dondurma örneklerinde hacim artışı (%) (n=3)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	40,28±9,45 ^{aA}	32,51±8,61 ^{aA}
B	31,27±9,64 ^{aA}	34,00±15,40 ^{aA}
C	39,32±7,55 ^{aA}	30,81±7,27 ^{aA}
D	39,10±18,90 ^{aA}	38,10±19,40 ^{aA}

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut

^{a, b, c}: Tabloda meyve çeşitlerine ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır ($P<0,05$)

^{A, B, C}: Tabloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır ($P<0,05$)

4.8. İlk Damlama Süresi

Dondurma yapısını gözlemlenin en kolay yolu olan ilk damlama süresinin belirlenmesi, aynı zamanda tüketim sırasında erimeye başlayan dondurmanın dayanma süresi hakkında da bilgi vermektedir (Şimşek ve Gün, 2012). İlk damlama sürelerini gösteren Tablo 4.8 incelendiğinde, üretim tekniğinin ürün üzerine etkisinin önemli derecede etkili olduğu görülmektedir ($P<0,05$). Bununla birlikte, dondurma miksine ilave edilen meyvelerin ilk damlama süresine etkisi önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Klasik tip dondurmalarda ilk damlama süresi 11,34-12,55 dk, moleküler dondurmalarda ise 5,12-6,82 dk olarak belirlenmiştir. Moleküler dondurmada elde edilen veriler incelendiğinde, meyve ilavesinin az da olsa ilk damlama süresini olumlu yönde etkilediği ve süreyi uzattığı gözlenmiştir ($P<0,05$). Bununla birlikte, moleküler dondurmanın üretim tekniği gereği hemen erime gösterdiği ve hızlı servis edilmesi gerektiği daha önce yapılan çalışmalarda vurgulanmaktadır (Durlu Özkaya ve Onurlar, 2013; Onurlar, 2017).

Tablo 4.8. Dondurma örneklerinin ilk damlama süresi (dk)(n=3)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	12,55±0,3 ^{bA}	5,12±0,2 ^{bB}
B	12,64±0,5 ^{bA}	6,55±0,3 ^{aB}
C	11,34±0,3 ^{cA}	6,82±0,3 ^{aB}
D	13,45±0,1 ^{aA}	6,68±0,1 ^{aB}

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut

^{a, b, c}: Tabloda meyve çeşitlerine ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır ($P<0,05$)

^{A, B, C, T}:T abloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır ($P<0,05$)

4.9. Tam Erime Süresi

Bir dondurmanın erime süresinde miksin hazırlanmasında kullanılan stabilizatör ve emülsifiyer maddelerin oldukça büyük önemi vardır. Bununla birlikte miksin dondurulması sırasında içerisine giren hava miktarı da yapı üzerinde etkilidir (Şimşek ve Gün, 2012). Tablo 4.9'da dondurma örneklerinin tam erime süreleri verilmiştir.

Tablo 4.9. Dondurma örneklerinin tam erime süresi (dk)(n=3)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	248±4 ^{cA}	95±4 ^{bB}
B	252±6 ^{cA}	105±5 ^{bB}
C	310±5 ^{aA}	160±3 ^{aB}
D	290±3 ^{bA}	175±5 ^{aB}

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut

^{a, b, c}: Tabloda meyve çeşitlerine ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

^{A, B, C}: Tabloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

Tablo 4.9 incelendiğinde, moleküler dondurma örneklerinin çok kısa bir sürede tamamen erime gösterdiği ve bu sürenin hem klasik dondurma üretim tekniğinden hem de ilave edilen meyvelerden istatistiksel olarak önemli derecede etkilendiği görülmüştür (P<0,05). Meyve ilavesinin erime üzerine etkisi, içerdiği lif miktarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Moleküler sade dondurmalarda 95 dk görülen tam erime, karadut içeren örnekte 175 dk olarak belirlenmiştir. Çilekli moleküler dondurmanın tam erime süresi moleküler sade dondurma ile benzer bulunmuştur (P>0,05). Klasik tip dondurmalarda tespit edilen tam erime süresi en düşük sade (A) dondurma örneğinde belirlenirken, en uzun süre 310 dk ile ahududulu (C) örnekte saptanmıştır (P<0,05). Klasik tip dondurmada, moleküler dondurmada olduğu gibi sade ve çilek ilaveli olanların tam erime süreleri istatistiksel olarak benzerlik gösterdiği saptanmıştır (P>0,05).

4.10. Erime Oranı

Farklı yöntemlerle üretilen dondurmaların erime oranlarını gösteren tablo incelendiğinde, ilk 5 dk içerisinde örneklerde damlamanın olmadığı gözlenmiştir (Tablo 4.10). Ancak 5 ile 15 dk arasındaki süreler incelendiğinde, özellikle moleküler dondurma örneklerinde erimenin başladığı ve ilk damlanın düştüğü gözlenmiştir. Tüm örneklerde en hızlı erimenin moleküler sade dondurma örneğinde (%3,96) görüldüğü, meyve ilavesinin erimeyi engellemede önemli olduğu gözlenmiştir (P<0,05). Erime oranı zamanla hız kazanmış ve 30 dk sonrasında klasik tip dondurma ve moleküler dondurma örneklerinde önemli farklılıklar göstermiştir. Bu süre içerisinde klasik tip

dondurma örneklerinde %0,5-1,3 oranında hesaplanan erime oranları, moleküler dondurma örneklerinde %8,03-21,46 arasında değişim göstermiştir. Moleküler dondurmalarda hızlı bir şekilde görülen erime oranı, 120 dk'da A ve B örneklerinde %100'e ulaşmış, C ve D örnekleri ise 180. dk'da tamamen erime göstermiştir ($P<0,05$). Bu farklılığın nedeni, ahududu ve karadutun lif içeriğinden kaynaklanması ve erime süresini artırması olarak düşünülmektedir. Klasik tip dondurma örneklerinde ise erime oranı moleküler dondurma örneklerinden daha uzun zamanda %100 değerine ulaşmıştır. Bu nedenle klasik tip dondurmaların yapısal özelliğinin daha farklı olduğu ve dondurma dayanımının daha uzun süre korunduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, moleküler dondurma örneklerine benzer şekilde A ve B örnekleri 240. dk'da %97 oranında erime gösterirken, C ve D örnekleri sırasıyla %72,36 ve %81,42 olarak belirlenmiş ve örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$).

Tablo 4.10. Dondurma örneklerinin erime oranı (%) (n=3)

Süre/Dondurma Tipi	Klasik tip dondurma				Moleküler dondurma			
	A	B	C	D	A	B	C	D
5	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0,03	0,06	0,19	0,02	3,96	1,13	0,87	0,78
30	0,5	1,3	0,5	0,6	21,46	13,11	8,03	12,95
45	5,39	17,11	3,36	7,35	50,26	32,45	26,14	42,71
60	33,21	47,97	16,74	45,47	56,91	48,57	42,86	68,56
120	59,59	67,62	32,73	62,65	100	100	75,52	82,27
180	80,2	85,35	57,69	65,19	100	100	100	100
240	97,2	96,41	72,36	81,42	100	100	100	100

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut

4.11. Viskozite

Dondurma örneklerinin viskozite değerlerini gösteren Tablo 4.11'i incelediğimizde, örnekler arasında önemli farklılıklar elde edildiği görülmektedir. Her iki dondurma üretim tekniğinin kontrol örnekleri olan A grubu (sade dondurma) örneklerinin viskozite değerleri birbirine yakın olduğu belirlenmiştir ($P>0,05$). Klasik dondurmalarda ise B örneği en yüksek viskozite değerine sahip olmuştur. Bunu ahududu içeren örnek takip etmiş, en düşük değere de karadut ilaveli örnek sahip olmuştur ($P<0,05$). Moleküler dondurma üretiminde kullanılan sıvı nitrojenin dondurmada viskoziteyi çok fazla etkilemediği düşünülmektedir. Çilekli dondurma örnekleri hariç, diğer dondurmaların üretim tekniğinin ürün viskozitesine etkisi önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Ürün viskozitesinin fazla değişmemesi, diğer meyve çeşitlerinin lif oranının yüksek olmasından kaynaklanabilir.

Tablo 4.11. Dondurma örneklerinin viskozitesi (cP)(n=3)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	268,5±22,5 ^{bA}	265,5±11,5 ^{bA}
B	614,5±50,9 ^{aB}	479±42,1 ^{aA}
C	532,5±43,3 ^{aA}	499±21,5 ^{aA}
D	215,5±18,2 ^{bA}	219±23,4 ^{bA}

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut

^{a, b, c}: Tabloda meyve çeşitlerine ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır ($P<0,05$)

^{A, B, C}: Tabloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır ($P<0,05$)

4.12. Toplam Fenolik Madde

Fenolik bileşiklerin insan sağlığına etkisi üzerine yapılan çalışmalar sonucunda, birçok gıda bileşimine ilave edilmesi son yıllarda önem kazanmıştır (Cemeroğlu, 2007). Süt ve ürünleri açısından değerlendirildiğinde, yoğurt, kefir, dondurma gibi ürünlerin üretiminde özellikle antioksidan kapasitesi yüksek olan meyvelerin tek olarak veya karışım şeklinde kullanıldığı ve yeni fonksiyonel ürün olarak piyasaya sürüldüğü görülmektedir. Bu çalışmada kullanılan çilek, ahududu ve karadut meyvelerinin antioksidan kapasiteleri meyve özelliğine bağlı olarak farklılık

göstermiştir. Ancak bu çalışmanın temel hipotezi olan antioksidan maddelerin moleküler dondurma üretiminde sıvı nitrojen kullanımıyla etkilenip etkilenmediği sorusuna cevap aranmıştır. Elde edilen bulgulara göre klasik ve moleküler dondurma üretim tekniklerinin toplam fenolik madde üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Bununla birlikte, meyve ilavesinin ürün toplam fenolik madde üzerine etkisi oldukça önemlidir ($P<0,05$). Örneklerin toplam fenolik madde içeriğini gösteren Tablo 4.12 ve Şekil 4.1 incelendiğinde, özellikle karadut meyvesi ilavesinin, diğer meyvelere göre istatistiksel olarak önemli derecede farklılık gösterdiği görülmektedir ($P<0,05$). Klasik ve moleküler dondurmalarından sade dondurma örnekleri ile kıyaslandığında çilekli ve ahududulu örneklerin toplam fenolik içerikleri 2 kat, karadut ilaveli örneklerin toplam fenolik içerikleri ise yaklaşık 3 kat daha fazla bulunmuştur ($P<0,05$).

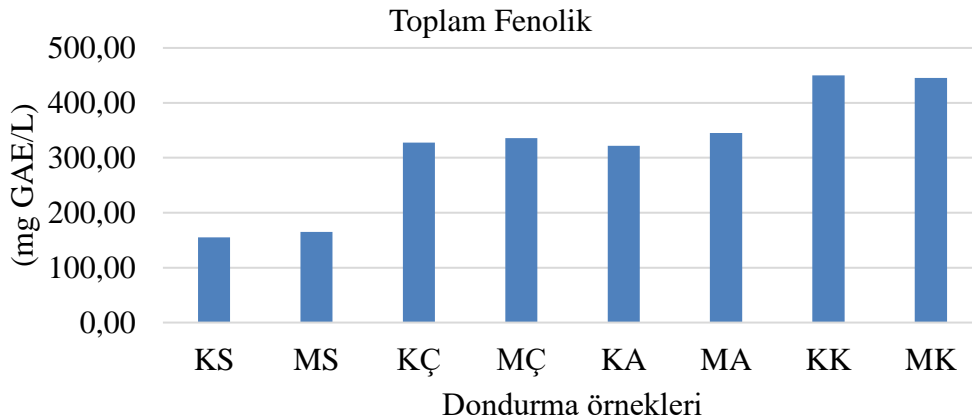
Tablo 4.12. Dondurma örneklerinin toplam fenolik madde içerikleri (mg GAE/L)(n=3)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	155,31±2,4 ^{cA}	165,32±3,5 ^{cA}
B	327,81±1,9 ^{bA}	335,94±2,8 ^{bA}
C	321,56±3,1 ^{bA}	345,31±2,5 ^{bA}
D	450,31±2,9 ^{aA}	445,30±1,6 ^{aA}

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut

^{a, b, c}: Tabloda meyve çeşitlerine ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır($P<0,05$)

^{A, B, C}: Tabloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır($P<0,05$)



Şekil 4.1. Dondurma örneklerinin toplam fenolik madde içerikleri

KS: Klasik sade, MS: Moleküler sade, KÇ: Klasik çilekli, MÇ: Moleküler çilekli, KA: Klasik ahududu, MA: Moleküler ahududu, KK: Klasik karadut, MK: Moleküler karadut

4.13. HPLC Yöntemi ile Fenolik Bileşiklere Ait Bulgular

Dondurma örneklerinde spektrofotometrik yöntem yanı sıra HPLC yöntemi ile de toplam fenolik bileşiklerin analizi gerçekleştirilmiş ve elde edilen veriler Tablo 4.13-17 arasında sunulmuştur. Çalışmada 8 farklı fenolik meddenin (gallik, protokateşik, vanilik, şirincik, p-kumarik, ferulik, benzoik ve sinapinik asit) ayırımı, Gemini C18 kolonu kullanılarak ayırma gerçekleştirilmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde üretim tekniğinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmazken ($P>0,05$), farklı meyvelerin ürün fenolik madde miktarını etkilediği saptanmıştır ($P<0,05$).

Klasik dondurmalarda yapılan analizlerde fenolik bileşikler tespit edilememiştir. Çilekli, karadutlu, ahududulu dondurmaların hepsinde değişen miktarlarda gallik asit bulunmuştur. Gallik asit miktarı en az ahududulu dondurmalarda ($9,91-1,015 \mu\text{g/g}$) ve çilekli dondurmalarda ($8,30-11,53 \mu\text{g/g}$) belirlenirken, en yüksek karadut ileveli örneklerde ($46,73-55,13 \mu\text{g/g}$) tespit edilmiştir.

Tablo 4.13. Dondurma örneklerinde gallik asit miktarı ($\mu\text{g/g}$)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	TE	TE
B	$11,53 \pm 2,2^{bA}$	$8,30 \pm 3,6^{cA}$
C	$9,91 \pm 1,1^{cA}$	$10,15 \pm 2,4^{bA}$
D	$46,73 \pm 3,6^{aA}$	$55,13 \pm 1,2^{aA}$

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut

^{a, b, c}: Tabloda meyve çeşitlerine ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır ($P<0,05$)

^{A, B, C}: Tabloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır ($P<0,05$)

Karadutlu dondurmalarda diğer dondurma türlerinden çok fazla protokateşik asit olduğu görülmektedir. Karadut içeren örneklerde $11,23-12,13 \mu\text{g/g}$ düzeyinde olan protokateşik asit miktarı, diğer örneklerde $1,25-2,22 \mu\text{g/g}$ olarak belirlenmiştir ($P<0,05$).

Tablo 4.14. Dondurma örneklerinde prokateşik asit miktarı ($\mu\text{g/g}$)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	TE	TE
B	1,25 \pm 0,1 ^{cA}	2,10 \pm 0,2 ^{bA}
C	2,22 \pm 0,3 ^{bA}	2,24 \pm 0,2 ^{bA}
D	11,23 \pm 1,4 ^{aA}	12,13 \pm 1,2 ^{aA}

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut

^{a, b, c}: Tabloda meyve çeşitlerine ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır ($P < 0,05$)

^{A, B, C}: Tabloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır ($P < 0,05$)

Örneklerin vanilik asit içerikleri 1,44-16,41 $\mu\text{g/g}$ arasında değiştiği gözlenmiştir. En yüksek vanilik asit miktarının çilekli klasik dondurma (16,41 $\mu\text{g/g}$) ile ahududulu moleküler dondurma (14,91 $\mu\text{g/g}$) örneklerinde olduğu tespit edilmiştir. B ve C örneklerinin vanilik asit içeriklerinin üretim tekniğinden etkilendiği gözlenmiştir.

Tablo 4.15. Dondurma örneklerinde vanilik asit miktarı ($\mu\text{g/g}$)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	TE	TE
B	16,41 \pm 0,6 ^{bA}	10,81 \pm 0,4 ^{cB}
C	10,11 \pm 0,6 ^{cB}	14,91 \pm 0,3 ^{bA}
D	1,81 \pm 3,6 ^{aA}	1,44 \pm 1,2 ^{aA}

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut

^{a, b, c}: Tabloda meyve çeşitlerine ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır ($P < 0,05$)

^{A, B, C}: Tabloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır ($P < 0,05$)

Yapılan analiz sonucunda A ve D örneklerinde p-kumarik asit bulunmadığı belirlenmiştir. B örneğinde tespit edilen p-kumarik asit düzeyi C örneğinden klasik tip dondurmada 3,83, moleküler dondurmada 1,7 kat daha fazla bulunmuştur ($P < 0,05$).

Tablo 4.16. Dondurma örneklerinde p-kumarik asit miktarı ($\mu\text{g/g}$)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	TE	TE
B	14,22 \pm 0,8 ^{aA}	6,51 \pm 1,2 ^{aA}
C	3,71 \pm 1,2 ^{bA}	3,64 \pm 1,4 ^{bA}
D	TE	TE

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut

^{a, b, c}: Tabloda meyve çeşitlerine ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır ($P < 0,05$)

^{A, B, C}: Tabloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır ($P < 0,05$)

Sadece karadutlu dondurmalarda belirlenen ferulik asit (15,44 $\mu\text{g/g}$ ve 19,84 $\mu\text{g/g}$) diğer dondurma çeşitlerinde tespit edilmemiştir. Bununla birlikte klasik ve moleküler dondurmalarda belirlenen miktarın istatistiksel olarak farklı olmadığı belirlenmiştir ($P > 0,05$).

Tablo 4.17. Dondurma örneklerinde ferulik asit miktarı ($\mu\text{g/g}$)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	TE	TE
B	TE	TE
C	TE	TE
D	15,44 \pm 2,6 ^A	19,84 \pm 3,3 ^A

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut

^{A, B, C}: Tabloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır ($P < 0,05$)

4.14. DPPH⁺ yöntemi ile antioksidan aktivite (% inhibisyon)

Klasik ve moleküler dondurma örneklerine ait % inhibisyon değerleri Tablo 4.18 ve Şekil 4.2’de sunulmuştur. Dondurma üretim tekniği ve meyve çeşitliğinin tek tek ve birlikte etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunduğu çalışmada, kontrol örneğine göre meyveli olanlarda önemli farklılıklar gözlenmiştir ($P < 0,05$). Sade dondurmalarından klasik ve moleküler dondurma örneklerinde belirlenen % inhibisyon değeri %4,62 ve %8,45 olarak belirlenmiş ve iki üretim yöntemi arasındaki fark yapılan istatistiksel analiz sonucuna göre önemli bulunmuştur ($P < 0,05$). Benzer şekilde mikse meyve ilavesinin % inhibisyon değerleri üzerine etkisi de önemlidir

(P<0,05). Çilekli ve ahududulu dondurmalarından elde edilen veriler incelendiğinde, moleküler dondurma örneğindeki % inhibisyon değerinin, klasik dondurmalarından önemli derecede farklılık gösterdiği saptanmıştır (P<0,05). Özellikle çilekli dondurmalara ait % inhibisyon değerlerinin klasik tip dondurmada %11,85, moleküler dondurmada %33,09 düzeyinde belirlenmiş ve etkinin yaklaşık 3 kat arttığı gözlenmiştir.

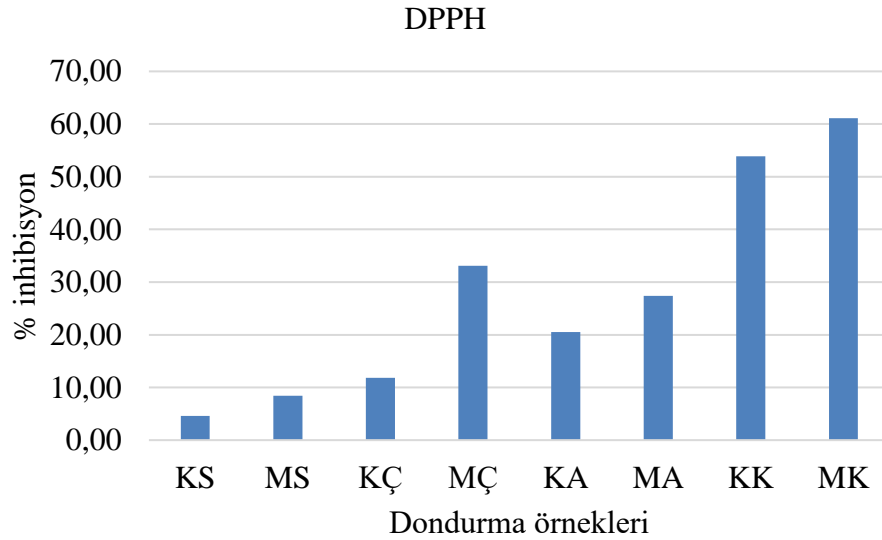
Tablo 4.18. Dondurma örneklerinin antioksidan aktivitesi (% inhibisyon)(n=3)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	4,62±4,34 ^{cB}	8,45±2,50 ^{cA}
B	11,85±2,89 ^{bB}	33,09±3,80 ^{bA}
C	20,51±8,14 ^{bA}	27,41±0,51 ^{bA}
D	53,90±9,39 ^{aA}	61,08±0,36 ^{aA}

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut

^{a, b, c}: Tabloda meyve çeşitlerine ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır(P<0,05)

^{A, B, C}: Tabloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır(P<0,05)



Şekil 4.2. Dondurma örneklerinin % İnhibisyon değerleri

KS: Klasik sade, MS: Moleküler sade, KÇ: Klasik çilekli, MÇ: Moleküler çilekli, KA: Klasik ahududu, MA: Moleküler ahududu, KK: Klasik karadut, MK: Moleküler karadut

Bununla birlikte, toplam fenolik miktarı en yüksek olan karadut örneklerinde % inhibisyon değeri de yüksek seviyede bulunmuş, ancak dondurma üretim tekniğinin bu özellik üzerine önemli bir etkisinin olmadığı saptanmıştır ($P>0,05$). Tüm örnekler değerlendirildiğinde, meyve çeşidine göre % inhibisyon oranının değiştiği, sıvı nitrojen kullanımının antioksidan aktivitesini artırdığı gözlenmiştir.

4.15. TEAC (Trolox Ekivalenti Antioksidan Kapasite) Yöntemi ile Antioksidan Aktivite

Antioksidan kapasite belirleme yöntemlerinden biri olan ve üründe bulunan antioksidan bileşiklerin 2,2'-azinobis (3-etilbenzotiyazolin-6-sülfonik asit) olarak bilinen TEAC (Trolox Ekivalenti Antioksidan Kapasite) Yöntemi, örneğin ABTS'nin rengini değiştirmesi prensibine dayanmakta ve sonuç trolox eşdeğer antioksidan kapasitesi olarak hesaplanmaktadır (Büyüktuncel, 2013).

Deneme örneklerinin TEAC antioksidan aktivite değerleri incelendiğinde (Tablo 4.19), en yüksek değerlerin sade dondurma örneklerinde (A) olduğu görülmektedir. Ayrıca çalışmada meyve çeşidine ve üretim yöntemine göre değerlerin önemli derecede farklılık gösterdiği, moleküler dondurma örneklerinde önemli derecede antioksidan aktivitenin azaldığı belirlenmiştir ($P<0,05$).

Tablo 4.19. Dondurma örneklerinin antioksidan aktivitesi (TEAC/mg)(n=3)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	762,86±9,09 ^{aA}	716,43±8,43 ^{aA}
B	700,00±6,13 ^{aA}	307,86±6,16 ^{bB}
C	582,14±8,21 ^{bA}	345,71±7,45 ^{bB}
D	174,25±5,23 ^{cA}	52,86±4,16 ^{cB}

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut

^{a, b, c}: Tabloda meyve çeşitlerine ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır ($P<0,05$)

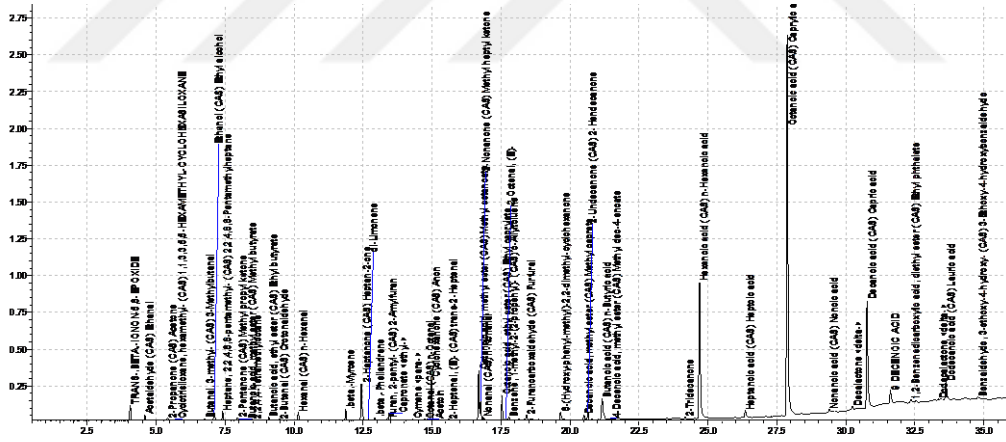
^{A, B, C}: Tabloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır ($P<0,05$)

Antioksidan aktivite klasik meyveli dondurmalarda TEAC yöntemi ile analiz edildiğinde klasik yöntemle üretilen A ve B örnekleri arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($P>0,05$). Fakat bu örnekler ile C ve D

örneklerine ait değerler arasında istatistiki açıdan önemli bir farklılığın olduğu bulunmuştur ($P<0,05$). Moleküler dondurmalarda ise A örneği en yüksek TEAC antioksidan aktivitesine sahipken, B ve C numuneleri benzerlik göstermekte, D örneğinin aktivitesinde ise önemli derecede azalma tespit edilmiş ve bu değerlerin istatistiki açıdan farklılık gösterdiği saptanmıştır. İki üretim yöntemini kıyaslandığında ise, meyve içermeyen A örneğinin yüksek antioksidan özelliği gösterdiği, B, C ve D örneklerinde azalma meydana geldiği ($P<0,05$) bulunmuş ve moleküler dondurma örneklerinde antioksidan aktivitenin daha düşük düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

4.16. Uçucu Bileşen Kompozisyonu

Dondurma örneklerinde GC/MS-SPME yöntemine göre yapılan uçucu bileşen analiz sonuçlarına göre 4 aldehit, 11 keton, 6 alkol, 12 ester, 10 karboksilik asit, 4 lakton, 8 terpen grubundan aroma bileşeni tespit edilmiştir. Bu bileşenlerin miktarı Tablo 4.20 ile 4.51 arasında verilmiştir. Dondurma bileşimine giren birçok madde grubu olduğu için aroma bileşimi farklılık göstermiştir.



Şekil 4.3. Dondurma örneğine ait kromatogram

4.16.1. Aldehitler

Örneklerin benzaldehit içerikleri klasik tip dondurmalarda 102,6-1138,4 $\mu\text{g}/\text{kg}$, moleküler dondurmalarda 83,2-8835,7 $\mu\text{g}/\text{kg}$ arasında değişim göstermiştir. Örneklerin benzaldehit miktarlarında değişimin her örnekte farklı olduğu görülmüştür. Moleküler dondurma örneklerinden sade ve ahududulu dondurmalarda benzaldehit miktarı azalırken, çilekli ve karadutlu örneklerde artış olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.20. Dondurma örneklerinin benzaldehit miktarları ($\mu\text{g}/\text{kg}$)(n=3)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	1138,4 \pm 4,3 ^{bA}	313,7 \pm 2,1 ^{bB}
B	3425,8 \pm 4,2 ^{aB}	8835,7 \pm 6,4 ^{aA}
C	102,6 \pm 4,2 ^{cA}	83,2 \pm 2,1 ^{cA}
D	227,1 \pm 8,5 ^{cB}	7919,4 \pm 6,0 ^{aA}

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut

^{a, b, c}: Tabloda meyve çeşitlerine ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

^{A, B, C}: Tabloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

Süt ürünlerinde önemli bir aroma bileşeni olan asetaldehit içeriği, sade ve çilekli dondurma örneklerinde tespit edilmemiştir. Moleküler dondurma örneğinden C örneğinde 35,88 $\mu\text{g}/\text{kg}$ düzeyinde belirlenen asetaldehit içeriği, karadut içeren örneklerde daha yüksek düzeyde tespit edilmiştir (P<0,05).

Tablo 4.21. Dondurma örneklerinin asetaldehit miktarları ($\mu\text{g}/\text{kg}$)(n=3)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	TE	TE
B	TE	TE
C	TE	35,88 \pm 4,24 ^b
D	337,9 \pm 9,9 ^B	1164,2 \pm 8,49 ^{aA}

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut TE: Tespit edilemedi

^{a, b, c}: Tabloda meyve çeşitlerine ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

^{A, B, C}: Tabloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

Örneklerin nonanal içeriklerine baktığımızda, A ve B örneklerinin yüksek değerlerde olduğu gözlenmektedir. Bununla birlikte sıvı nitrojen ile dondurulan örneklerden A örneğinde azalma, B örneğinde ise artış gözlenmiştir (P<0,05). Ahududu ilaveli dondurmalarda nonanal tespit edilmemiştir. Örneklerden sadece moleküler sade dondurma (135,3 $\mu\text{g}/\text{kg}$) ile klasik karadutlu dondurmada (109,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$) oktanal tespit edilmiştir.

Tablo 4.22. Dondurma örneklerinin nonanal miktarları ($\mu\text{g}/\text{kg}$)(n=3)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	281,4 \pm 2,2 ^{aA}	158,5 \pm 2,1 ^{aB}
B	260,7 \pm 3,2 ^{aB}	909,3 \pm 2,8 ^{aA}
C	TE	TE
D	209,3 \pm 18,4 ^{aA}	TE

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut TE: Tespit edilemedi

^{a, b, c}: Tabloda meyve çeşitlerine ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

^{A, B, C}: Tabloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

Tablo 4.23. Dondurma örneklerinin oktanal miktarları ($\mu\text{g}/\text{kg}$)(n=3)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	TE	135,3 \pm 2,8
B	TE	TE
C	TE	TE
D	109,5 \pm 19,8	TE

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut TE: Tespit edilemedi

^{a, b, c}: Tabloda meyve çeşitlerine ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

^{A, B, C}: Tabloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

4.16.2. Ketonlar

Dondurma örneklerinin keton grubunda yer alan uçucu bileşenlerden 2-heptanon miktarları üzerine üretim tekniğinin etkisi önemli bulunmuştur (P<0,05). Klasik tip dondurmalarından A, B ve C örneklerinin 2-heptanon içeriği, moleküler dondurma örneklerinden hemen hemen yarıya yakın bir düzeyde azalma göstermiştir (P<0,05). Moleküler dondurmalarından D örneğinde 2-heptanon miktarı az da olsa daha fazla dondurmada tutundurduğu gözlenmesine rağmen, bu artışın istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir (P>0,05). Bununla birlikte karadut örneklerinin 2-heptanon miktarı diğer örneklerden yaklaşık 2,5-3 kat daha fazla bulunmuştur (P<0,05).

Tablo 4.24. Dondurma örneklerinin 2-heptanon miktarları ($\mu\text{g}/\text{kg}$)(n=3)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	1616,6 \pm 4,3 ^{bA}	801,38 \pm 2,5 ^{bB}
B	1776,7 \pm 3,9 ^{bA}	947,9 \pm 1,2 ^{bB}
C	1012,9 \pm 2,8 ^{cA}	326,7 \pm 3,7 ^{cB}
D	3003,1 \pm 4,9 ^{aA}	3867,0 \pm 8,4 ^{aA}

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut

^{a, b, c}: Tabloda meyve çeşitlerine ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

^{A, B, C}: Tabloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

Deneme örneklerinin 2-nonanon miktarları incelendiğinde, B ve D örneklerinde belirlenen miktarların üretim tekniğinden etkilenmediği görülmektedir. A ve C örneklerinin 2-nonanon miktarı moleküler dondurma örneklerinde azalma göstermiştir (P<0,05). Klasik tip dondurma örneklerinde en yüksek 2-nonanol miktarı sade dondurmada belirlenirken (1703,3 $\mu\text{g}/\text{kg}$) belirlenirken, en düşük miktar ahududulu örnekte (522,3 $\mu\text{g}/\text{kg}$) tespit edilmiştir. Moleküler dondurma örneklerinde ise 1564,1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ olan karadutlu dondurmanın diğer örneklerden oldukça yüksek değer taşıdığı (P<0,05), B örneğinin ise 2-nonanon miktarında önemli bir değişimin olmadığı tespit edilmiştir (P>0,05). Sade ve ahududulu moleküler dondurmalarda meydana gelen azalma, üretim sırasında 2-nonanon miktarının kayba uğradığını göstermektedir. Aroma bileşeninin hızlı ve yüksek derecede sıvı nitrojen ile muamele edildiğinde kaynama noktalarının düşük olmasından dolayı miktarlarında azalma olabileceği düşünülmektedir.

Tablo 4.25. Dondurma örneklerinin 2-nonanon miktarları ($\mu\text{g}/\text{kg}$)(n=3)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	1703,3 \pm 7,7 ^{aA}	358,4 \pm 9,9 ^{cB}
B	1045,3 \pm 8,7 ^{bA}	978,2 \pm 9,0 ^{bA}
C	522,3 \pm 3,1 ^{cA}	146,3 \pm 12 ^{dB}
D	1158,1 \pm 14,1 ^{abA}	1564,1 \pm 14,9 ^{aA}

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut

^{a, b, c}: Tabloda meyve çeşitlerine ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

^{A, B, C}: Tabloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

Keton grubunda yer alan ikozan sadece klasik sade dondurma örneklerinden A örneğinde 86,43 µg/kg, moleküler sade dondurmada 17,88 µg/kg düzeyinde belirlenmiştir (P<0,05).

Tablo 4.26. Dondurma örneklerinin ikozan miktarları (µg/kg)(n=3)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	86,43±3,5	17,88±0,02
B	TE	TE
C	TE	TE
D	TE	TE

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut TE: Tespit edilemedi

Örneklerin 2-pentanon içeriğine bakıldığında, klasik tip dondurmalarından A, B ve C örneklerinin miktarı birbirine yakın bulunmuş (P>0,05), sadece D örneğinde belirlenen miktarın diğer örneklerden istatistiki olarak önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir (P<0,05). Moleküler dondurma örneklerinde ise B ve D örneklerinde 2-pentanon tespit edilememiş, A ve C örneklerinin miktarı hemen hemen eşit düzeyde saptanmıştır (P<0,05). Sıvı nitrojenle dondurma işleminin 2-pentanon miktarına etkisi çilekli ve karadut içeren örneklerde önemli bulunmuştur.

Tablo 4.27. Dondurma örneklerinin 2-pentanon miktarları (µg/kg)(n=3)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	110,5±1,1 ^{ba}	136,9±2,2 ^{aA}
B	119,9±0,7 ^b	TE
C	127,0±1,3 ^b	116,9±2,1 ^{aA}
D	306,9±3,5 ^{aA}	TE

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut TE: Tespit edilemedi

a, b, c: Tabloda meyve çeşitlerine ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

A, B, C: Tabloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

Süt ürünlerinde aseton önemli bir aroma bileşenidir. Bu çalışmada karadut içeren moleküler dondurma hariç, diğer örneklerde aseton belirlenmiş ve miktarı 94,1-183,0 µg/kg arasında değişim göstermiştir. Klasik tip dondurmalarda en yüksek aseton

içeriği D örneğinde (183,0 µg/kg) belirlenmesine rağmen, örnekler arasında istatistiki bir farklılık bulunmamıştır. Moleküler dondurma örneklerinde ise B örneğinde önemli derecede bir kayıp söz konusu olmuştur (P<0,05).

Tablo 4.28. Dondurma örneklerinin aseton miktarları (µg/kg)(n=3)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	144,3±2,2 ^{aA}	109,9±2,7 ^{aB}
B	170,0±0,3 ^{aA}	94,1±1,3 ^{bB}
C	140,7±1,4 ^{bA}	149,8±3,5 ^{aA}
D	183,0±2,2 ^a	TE

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut TE: Tespit edilemedi

^{a, b, c}: Tabloda meyve çeşitlerine ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

^{A, B, C}: Tabloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

Dondurma örneklerinin 2-tridekanon içeriğindeki değişim meyve çeşidine göre önemli değişim göstermiş, Ahududu içeren örneklerde tespit edilememiştir (P<0,05). Sade moleküler dondurma örneklerinden A örneğinde önemli bir azalma, D örneğinde ise yüksek düzeyde artış tespit edilmiştir (P<0,05). B örneğinin üretim tekniğine göre 2-tridekanon miktarındaki değişim önemli bulunmamıştır (P>0,05).

Tablo 4.29. Dondurma örneklerinin 2-tridekanon miktarları (µg/kg)(n=3)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	539,6±4,1 ^{aA}	57,1±0,1 ^{cB}
B	229,7±2,8 ^{bA}	163,4±2,3 ^{bB}
C	TE	TE
D	146,5±1,6 ^{cB}	3030,8±3,1 ^{aA}

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut TE: Tespit edilemedi

^{a, b, c}: Tabloda meyve çeşitlerine ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

^{A, B, C}: Tabloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

Dondurma örneklerinin 2-undekanon miktarlarını gösteren bulgular, Tablo de verilmiştir. Klasik dondurmalarda en yüksek 2-undekanon miktarı 1295,5 µg/kg iken, Ahududu içeren C örneğinde 196,1 µg/kg olarak belirlenmiştir (P<0,05). Moleküler dondurma örneklerinde karadutlu örnekte belirlenen 2-undekanon miktarı en yüksek

(3400,9 µg/kg), C örneğinde en düşük (67,2 µg/kg) değere sahip olmuştur. Örneklerin 2-undekanon içerikleri hem üretim tekniğinden hem de meyve çeşidinden önemli derecede farklılık göstermiştir (P<0,05).

Tablo 4.30. Dondurma örneklerinin 2-undekanon miktarları (µg/kg)(n=3)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	1295,5±5,6 ^{aA}	137,6±3,4 ^{cB}
B	606,6±6,7 ^{bA}	439,7±4,3 ^{bB}
C	196,1±2,1 ^{cA}	67,2±2,2 ^{dB}
D	293,1±2,9 ^{cB}	3400,9±35,1 ^{aA}

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut

a, b, c: Tabloda meyve çeşitlerine ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

A, B, C: Tabloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

Örneklerin asetoin miktarları incelendiğinde, klasik dondurma örneklerine göre moleküler dondurmalarda kayıpların olduğu görülmektedir. A ve D örneklerinde tespit edilen asetoin miktarı istatistiksel olarak önemli farklılık göstermiş (P<0,05), B ve C örneklerinde tespit edilen farkın önemli olmadığı belirlenmiştir (P>0,05). Ayrıca elde edilen bulgulara göre klasik tip dondurmalarından çilekli olanın asetoin miktarı en düşük (85,0 µg/kg), karadut ve ahududu içeren örneklerde birbirine yakın değerlere sahip olduğu saptanmıştır.

Tablo 4.31. Dondurma örneklerinin asetoin miktarları (µg/kg)(n=3)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	405,2±6,1 ^{aA}	98,3±5,9 ^{bB}
B	85,0±0,5 ^{cA}	72,4±5,0 ^{bA}
C	143,0±1,3 ^{bA}	114,4±14,1 ^{aA}
D	130,9±7,1 ^{bA}	TE

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut TE: Tespit edilemedi

a, b, c: Tabloda meyve çeşitlerine ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

A, B, C: Tabloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

Keton grubunda yer alan 0-allytoluene ve α -lonone klasik dondurma örneklerinden sadece D ve C örneklerinde, sırasıyla 215,3 ve 141 $\mu\text{g}/\text{kg}$ olarak tespit edilmiş, diğer örneklerde belirlenmemiştir.

4.16.3. Alkoller

Dondurma örneklerinde en yüksek miktarda tespit edilen alkoller grubunu etanol oluşturmuştur. Klasik ve moleküler dondurma örneklerinde belirlenen etanol miktarı önemli derecede farklılık göstermiştir ($P<0,05$). Bununla birlikte, meyve ilavesi etanol miktarını etkileyen bir diğer önemli faktör olarak belirlenmiştir ($P<0,05$). Klasik dondurmada C ve D örneklerinin etanol miktarı birbirine benzer değerler olarak saptanmış, A ve B örneklerinde etanol miktarı düşük düzeyde belirlenmiştir ($P<0,05$). Moleküler dondurma örneklerinde de benzer değişim gözlenmiş, en yüksek etanol içeriği D örneğinde (1247,1 $\mu\text{g}/\text{kg}$) olarak belirlenirken, en düşük değerinde sade dondurma örneğinde (128,7 $\mu\text{g}/\text{kg}$) olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$).

Tablo 4.32. Dondurma örneklerinin etanol miktarları ($\mu\text{g}/\text{kg}$)(n=3)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	305,6 \pm 3,5 ^{bA}	128,7 \pm 6,2 ^{dB}
B	114,0 \pm 1,3 ^{cB}	233,6 \pm 2,8 ^{cA}
C	631,0 \pm 1,4 ^{aA}	416,1 \pm 3,5 ^{bB}
D	672,1 \pm 5,0 ^{aB}	1247,1 \pm 14 ^{aA}

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut TE: Tespit edilemedi

^{a, b, c}: Tabloda meyve çeşitlerine ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır ($P<0,05$)

^{A, B, C}: Tabloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır ($P<0,05$)

Alkol grubunda yer alan bir diğer uçucu bileşik 1-hekzanoldür. Karadut örnekleri olan D örneklerinde ve klasik sade dondurma örneğinde tespit edilemeyen 1-hekzanol, en fazla çilekli moleküler dondurmada belirlenmiştir ($P<0,05$). C örneğinin 1-hekzanol içeriğinde bir farklılık olduğu görülse de, istatistiksel olarak bunun önemli olmadığı belirlenmiştir ($P>0,05$).

Tablo 4.33. Dondurma örneklerinin 1-hekzanol miktarları ($\mu\text{g}/\text{kg}$)(n=3)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	TE	87,0 \pm 2,9 ^{bA}
B	132,6 \pm 0,4 ^{aB}	285,1 \pm 2,2 ^{aA}
C	113,1 \pm 5,1 ^{aA}	92,31 \pm 7,1 ^{bA}
D	TE	TE

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut TE: Tespit edilemedi

^{a, b, c}: Tabloda meyve çeşitlerine ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

^{A, B, C}: Tabloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

Dondurma örneklerinde 1-nonanol miktarlarının gösteren tablo incelendiğinde, meyve ilavesinin ve üretim tekniğinin birlikte etkisi önemli bulunmuştur (P<0,05). Sade dondurma örneklerinde belirlenen en yüksek klasik tipte 201,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ düzeyinde iken, moleküler dondurmada önemli bir azalma görülmüş ve 46,0 $\mu\text{g}/\text{kg}$ olarak tespit edilmiştir. Benzer şekilde ahududu içeren örnekte de yaklaşık %50 oranında bir kayıp söz konusu olmuştur. B örneğinde klasik tip dondurmada belirlenen 29,4 $\mu\text{g}/\text{kg}$ düzeyindeki 1-nonanol seviyesi, moleküler dondurmada korunamamıştır. Karadutlu örnekte ise söz konusu alkol bileşiği tespit edilmemiştir.

Tablo 4.34. Dondurma örneklerinin 1-nonanol miktarları ($\mu\text{g}/\text{kg}$)(n=3)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	201,5 \pm 3,5 ^{aA}	46,0 \pm 0,6 ^{aB}
B	29,4 \pm 0,4 ^{cA}	TE
C	77,8 \pm 0,6 ^{bA}	32,3 \pm 2,1 ^{aB}
D	TE	TE

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut TE: Tespit edilemedi

^{a, b, c}: Tabloda meyve çeşitlerine ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

^{A, B, C}: Tabloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

Örneklerin 1-oktanol içeriğine bakıldığında, sade klasik tip dondurma ile çilekli moleküler dondurma örneklerindeki miktarı daha fazla bulunmuştur (P<0,05). Klasik tip sade dondurmada tespit edilen miktarın moleküler dondurma tekniğinde azaldığı görülmektedir. Çilekli dondurmada ise ters bir durum ortaya çıkmış, sıvı nitrojenin 1-oktanol içeriğini üründe daha fazla tuttuğu belirlenmiştir (P<0,05).

Tablo 4.35. Dondurma örneklerinin 1-oktanol miktarları ($\mu\text{g}/\text{kg}$)(n=3)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	157,0 \pm 2,1 ^{aA}	56,1 \pm 0,3 ^{bB}
B	48,7 \pm 0,4 ^{bB}	598,0 \pm 4,2 ^{aA}
C	TE	54,58 \pm 7,1 ^{bA}
D	TE	TE

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut TE: Tespit edilemedi

^{a, b, c}: Tabloda meyve çeşitlerine ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

^{A, B, C}: Tabloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

Bir başka uçucu bileşen olan 2-pentadekanonun örneklerdeki miktarı yüksek bulunmamıştır. Sade dondurma örneğinin klasik tip üretiminden elde edilende 86,3 $\mu\text{g}/\text{kg}$ olan miktarının, moleküler dondurma örneğinde 26,8 $\mu\text{g}/\text{kg}$ olduğu, klasik tip karadut örneğinde ise 65,7 $\mu\text{g}/\text{kg}$ olarak bulunduğu tespit edilmiştir. Diğer örneklerde ise 2-pentadekanon saptanmamıştır.

Dondurma örneklerinin 2-heptanol miktarları sadece C örneğinde belirlenmiş, diğer örneklerde tespit edilememiştir. C örneğinde klasik tip dondurmada 1876,3 $\mu\text{g}/\text{kg}$ olan değer, moleküler dondurmada 1418,0 $\mu\text{g}/\text{kg}$ düzeyinde saptanmış, örneklerden elde edilen bulguların birbirine benzer miktarda olduğu görülmüştür (P>0,05). Sadece ahududu örneğinde 2-heptanol bulunması, bu meyveye özgü bir alkol grubu olduğunu düşündürmektedir. Benzer şekilde benzil alkol sadece moleküler çilekli dondurma örneğinde 398,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ olarak belirlenmiştir. Klasik çilekli dondurma örneğinde benzil alkolün tespit edilememesi, sıvı nitrojenin üretim sırasında aromayı muhafaza ettiği şeklinde yorumlanmaktadır.

4.16.4. Esterler

Ester grubunda yer alan etil vanilin, sadece klasik tip dondurmada belirlenmiştir. Sade dondurmalarda yüksek düzeyde belirlenen etil vanilin miktarı, çilekli örnekte 6 kat, ahududulu ve karadutlu örnekte 17 kat azalmıştır (P<0,05).

Tablo 4.36. Dondurma örneklerinin etil vanilin miktarları ($\mu\text{g}/\text{kg}$)(n=3)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	4587,9 \pm 5,7 ^a	TE
B	747,5 \pm 7,5 ^b	TE
C	261,9 \pm 6,4 ^c	TE
D	232,9 \pm 1,7 ^c	TE

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut TE: Tespit edilemedi

^{a, b, c}: Tabloda meyve çeşitlerine ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

^{A, B, C}: Tabloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

Dondurma örneklerinin etil bütirat miktarları tablo verilmiştir. Her iki üretim tekniğinin kontrol örneği olan sadece dondurmalarda etil bütirat tespit edilememiştir. Bununla birlikte meyve çeşidinin ve üretim tekniğinin etil bütirat içeriğine birlikte etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P<0,05). Çalışmada sıvı nitrojenin etil bütirat içeriğine etkisi B ve C örneklerinde olumlu yönde iken, karadut içeren örnekte olumsuz yönde olmuştur (P<0,05). Bu durum meyve bileşiminde yer alan maddenin uçuculuk özelliğine göre değişim göstermiş olabileceği düşünülmektedir.

Tablo 4.37. Dondurma örneklerinin etil bütirat miktarları ($\mu\text{g}/\text{kg}$)(n=3)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	TE	TE
B	1388,9 \pm 1,6 ^{aB}	2040,8 \pm 12,8 ^{aA}
C	230,9 \pm 7,1 ^{bB}	383,6 \pm 5,0 ^{bA}
D	219,5 \pm 5,0 ^{bA}	TE

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut TE: Tespit edilemedi

^{a, b, c}: Tabloda meyve çeşitlerine ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

^{A, B, C}: Tabloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

Klasik tip dondurma örneklerinden sade dondurmada belirlenemeyen etil kapronat miktarı, B örneğinde yüksek düzeyde tespit edilmiş ve diğer meyveli dondurmalarından önemli derecede farklılık göstermiştir (P<0,05). Moleküler dondurma örneklerinde ise B örneğinin etil kapronat miktarı D örneğinden yaklaşık 2 kat daha fazla olduğu saptanmıştır (P<0,05). Ahududulu moleküler dondurma

örneklerinde ise etil kapronat miktarı 423,4 µg/kg olarak belirlenmiş, B ve D örneğinden önemli derecede farklılık göstermiştir (P<0,05).

Tablo 4.38. Dondurma örneklerinin etil kapronat miktarları (µg/kg)(n=3)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	TE	TE
B	1082,3±3,9 ^{aB}	2585,0±2,6 ^{aA}
C	293,8±1,4 ^{cB}	423,4±3,4 ^{cA}
D	473,6±6,4 ^{bB}	1216,1±14,1 ^{bA}

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut TE: Tespit edilemedi

^{a, b, c}: Tabloda meyve çeşitlerine ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

^{A, B, C}: Tabloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

Bir başka uçucu bileşen olan metil bütirat A ve C örneklerinde tespit edilememiş, en yüksek çilekli dondurma örneklerinde belirlenmiştir (P<0,05).

Tablo 4.39. Dondurma örneklerinin metil bütirat miktarları (µg/kg)(n=3)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	TE	TE
B	789,9±1,3 ^{aB}	1159,8±6,9 ^A
C	TE	TE
D	116,9±3,5 ^b	TE

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut TE: Tespit edilemedi

^{a, b, c}: Tabloda meyve çeşitlerine ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

^{A, B, C}: Tabloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

Ester grubunda yer alan etil-2 butenoat sadece çilekli dondurmada tespit edilmiştir. Klasik tip çilekli dondurma örneğinde 34,2 µg/kg olan miktarın, moleküler dondurmada daha fazla tutulduğu ve 335,6 µg/kg düzeyine ulaştığı saptanmıştır (P<0,05). Örneklerden 2-hekzenil asetat da benzer şekilde sadece çilekli dondurmalarda belirlenmiş ve düzeyi klasik tip dondurmada 88,9 µg/kg iken, moleküler dondurmada 350,0 µg/kg olarak saptanmıştır (P<0,05).

Araştırmada eter asetat miktarı klasik ahududulu örnekte 965,7 µg/kg düzeyinde iken, çilekli moleküler dondurma örneğinde 117,5 µg/kg olarak saptanmıştır (P<0,05). Diğer örneklerde etil asetat tespit edilmemiştir.

Dondurmalarda metil kaprat içeren tek örnek karadutlu dondurma olmuştur. Klasik tip dondurmada 192,5 µg/kg olan miktarın moleküler dondurmada 5413,8 µg/kg olarak tespit edilmiştir. Benzer şekilde örneklerin etil kaprilat içeriği de sadece karadut ilaveli dondurmada tespit edilmiş, klasik dondurmada 860,5µg/kg düzeyinde iken, moleküler dondurma örneğinde 21931,1 µg/kg olarak saptanmıştır (P<0,05). Diğer örneklerde etil kaprilat tespit edilmemiştir. Sadece karadutlu dondurmalarda tespit edilen bir diğer bileşen metil oktanoatdır. Klasik dondurma örneğinde 1568,7 µg/kg olan etil kaprilat miktarı, moleküler dondurma örneğinde 13167,9 µg/kg olarak belirlenmiştir (P<0,05).

Etil 9-dekenoat sadece moleküler dondurma D örneğinde 4569,4 µg/kg düzeyinde tespit edilmiş, diğer örneklerde belirlenmemiştir. Benzer şekilde L-askorbik asit sadece klasik dondurma B örneğinde 3047,1 µg/kg olarak belirlenmiştir.

4.16.5. Karboksilik Asitler

Uçucu aroma bileşenlerin karboksilik asit grubunda yer alan dekanolik asit miktarı hem üretim tekniğinden hem de meyve çeşidinden önemli derecede etkilenmiştir (P<0,05). Her iki üretim tekniğinde de meydana gelen artış ve azalışlar önemli düzeydedir (P<0,05).

Örneklere belirlenen önemli karboksilik asit grubunu dodekanoik asit oluşturmuştur. Bu bileşende de üretim tekniklerine göre artış ve azalışlar görölmüş, meyve çeşidinin bu değişimde etkili olduğu saptanmıştır (P<0,05).

Tablo 4.40. Dondurma örneklerinin dekanolik asit miktarları ($\mu\text{g}/\text{kg}$)(n=3)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	11840,6 \pm 1,4 ^{aA}	1488,7 \pm 1,9 ^{cB}
B	3629,9 \pm 3,9 ^{cB}	18383,5 \pm 22 ^{bA}
C	1410,1 \pm 14 ^{dA}	811,8 \pm 3,1 ^{dB}
D	9726,8 \pm 11 ^{bB}	345575,3 \pm 4,0 ^{aA}

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut

^{a, b, c}: Tabloda meyve çeşitlerine ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

^{A, B, C}: Tabloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

Klasik dondurma örneklerinde en yüksek dodekanoik asit miktarı A örneğinde belirlenirken, en düşük C örneğinde saptanmıştır (P<0,05). Moleküler dondurma örneklerinde ise D örneğindeki miktar artışı diğer örneklerden önemli düzeyde farklılık göstermiştir (P<0,05). Moleküler dondurmalarından A örneğinde gözlenen azalma, istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0,05).

Tablo 4.41. Dondurma örneklerinin dodekanoik asit miktarları ($\mu\text{g}/\text{kg}$)(n=3)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	6793,4 \pm 3,4 ^{aA}	738,4 \pm 4,6 ^{cB}
B	1221,1 \pm 1,4 ^{cB}	12060,3 \pm 16 ^{bA}
C	580,5 \pm 4,2 ^{dA}	345,2 \pm 2,6 ^{dA}
D	2139,5 \pm 4,8 ^{bB}	96654,4 \pm 11 ^{aA}

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut

^{a, b, c}: Tabloda meyve çeşitlerine ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

^{A, B, C}: Tabloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

Klasik ve moleküler dondurma örneklerinin hekzanoik asit içerikleri Tablo de görüldüğü gibi, önemli farklılıklar göstermiştir. Klasik dondurmalarda A ve C örneklerinde belirlenen miktarın moleküler dondurma örneklerinde azaldığı, B ve D örneklerindeki miktarın ise artış gösterdiği görülmektedir (P<0,05). Bu artış ve azalışların, üretim tekniğinin olumlu ve olumsuz yönü olarak değerlendirmek mümkün olsa da, en önemli etkinin aroma bileşeninin yapısından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tablo 4.42. Dondurma örneklerinin hekzanoik asit miktarları ($\mu\text{g}/\text{kg}$)(n=3)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	3377,1 \pm 1,8 ^{bA}	633,0 \pm 2,4 ^{cB}
B	1939,4 \pm 8,7 ^{cB}	6086,5 \pm 6,7 ^{bA}
C	2192,4 \pm 6,4 ^{cA}	669,2 \pm 4,4 ^{cB}
D	7761,6 \pm 5,3 ^{aB}	212354,3 \pm 27 ^{aA}

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut TE: Tespit edilemedi

^{a, b, c}: Tabloda meyve çeşitlerine ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

^{A, B, C}: Tabloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

Tablo de örneklerin oktanoik asit miktarları incelendiğinde, sıvı nitrojen ile muamele edilen A ve C örneğinde azalma görüldüğü, B ve D örneğinde ise daha fazla dondurmada tutundurulduğu tespit edilmiştir (P<0,05).

Tablo 4.43. Dondurma örneklerinin oktanoik asit miktarları ($\mu\text{g}/\text{kg}$)(n=3)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	7222,4 \pm 4,7 ^{bA}	1383,9 \pm 4,6 ^{cB}
B	3042,6 \pm 2,1 ^{cB}	9645,7 \pm 10 ^{bA}
C	2325,7 \pm 6,4 ^{cA}	1075,6 \pm 3,0 ^{cB}
D	22467,7 \pm 15 ^{aB}	544743,2 \pm 6,4 ^{aA}

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut TE: Tespit edilemedi

^{a, b, c}: Tabloda meyve çeşitlerine ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

^{A, B, C}: Tabloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

Örneklerin asetik asit içerikleri tüm örneklerde tespit edilememiştir. Bununla birlikte, B ve C örneklerinde belirlenen miktarlar da hem meyve çeşidine hem de üretim tekniğine göre değişiklik göstermiştir. B örneğinde moleküler yöntemle belirlenen yüksek miktarın uçucu bileşeni sıvı nitrojenin koruduğu şekilde yorumlanabilir.

Tablo 4.44. Dondurma örneklerinin asetik asit miktarları ($\mu\text{g}/\text{kg}$)(n=3)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	TE	TE
B	74,38 \pm 0,6 ^{bB}	442,5 \pm 0,5 ^A
C	119,8 \pm 2,8 ^a	TE
D	TE	TE

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut TE: Tespit edilemedi

^{a, b, c}: Tabloda meyve çeşitlerine ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

^{A, B, C}: Tabloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

Uçucu aroma bileşenlerinden biri olan butanoik asit, dondurma örneklerinden kontrol örneklerinde tespit edilmemiştir. Çilekli klasik dondurmada belirlenen miktar, moleküler dondurma üretiminde korunamamıştır. Burada bileşenin sıvı nitrojenle dondurulma sırasında etkilendiğini söylenebilir. C ve D örneklerinde ise butanoik asit miktarı değişkenlik göstermiştir. Klasik tip dondurma yöntemine göre üretilen C örneğinde belirlenen değer, moleküler dondurmada azaldığı, D örneğinde ise moleküler dondurmada önemli derecede artış gösterdiği belirlenmiştir (P<0,05).

Tablo 4.45. Dondurma örneklerinin butanoik asit miktarları ($\mu\text{g}/\text{kg}$)(n=3)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	TE	TE
B	275,0 \pm 2,8 ^b	TE
C	389,4 \pm 5,0 ^{bA}	169,7 \pm 2,1 ^{bB}
D	1633,5 \pm 6,6 ^{aB}	52805,2 \pm 7,5 ^{aA}

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut TE: Tespit edilemedi

^{a, b, c}: Tabloda meyve çeşitlerine ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

^{A, B, C}: Tabloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

Örneklerin palmitik asit içerikleri değişkenlik göstermiştir. Moleküler sade ve çilekli dondurmada belirlenen palmitik asit miktarı, klasik dondurma tekniğinde sadece D örneğinde saptanmıştır.

Tablo 4.46. Dondurma örneklerinin palmitik asit miktarları ($\mu\text{g}/\text{kg}$)(n=3)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	TE	569,1 \pm 1,9 ^b
B	TE	74995,1 \pm 5,0 ^a
C	TE	TE
D	799,2 \pm 1,9	TE

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut TE: Tespit edilemedi

^{a, b, c}: Tabloda meyve çeşitlerine ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

^{A, B, C}: Tabloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

Dondurmalarından sadece karadut içeren örneklerde 9-dekenoik asit tespit edilmiştir. Klasik tip karadutlu dondurmada 1985,9 $\mu\text{g}/\text{kg}$, moleküler dondurmada ise 71355,4 $\mu\text{g}/\text{kg}$ olarak belirlenen 9-dekenoik asit içeriği, önemli derecede farklılık göstermiştir (P<0,05). Örneklerin heptanoik asit miktarları da benzer şekilde tespit edilmiş, klasik tip D örneğinde 361,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ iken, moleküler tip dondurmada 5894,3 $\mu\text{g}/\text{kg}$ düzeyinde belirlenmiştir (P<0,05). Ahududulu dondurmada tespit edilen, diğer dondurmalarda bulunmayan bir diğer uçucu bileşen nonanoik asittir. Klasik tip dondurmada 227 $\mu\text{g}/\text{kg}$ olan nonanoik asit içeriği, sıvı nitrojenle dondurulan ahududulu örnekte 8578,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ olarak belirlenmiştir.

4.16.6. Laktonlar

Dondurma örneklerinde belirlenen δ -dekalakton miktarı hem üretim tekniğine hem de meyve çeşidine göre önemli bir değişiklik göstermiştir. Klasik dondurmada en yüksek sade dondurmada belirlenen δ -dekalakton miktarı, moleküler dondurmada çilek ve karadut içeren örneklerde tespit edilmiştir. Örneklerde δ -dekalakton miktarının artma ve azalma göstermesi, uçucu bileşenin özelliğine göre değişiklik göstermesinden kaynaklanabilir.

Tablo 4.47. Dondurma örneklerinin δ -dekalakton miktarları ($\mu\text{g}/\text{kg}$)(n=3)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	4473,3 \pm 5,7 ^{aA}	381,5 \pm 2,5 ^{cB}
B	920,8 \pm 1,1 ^{bB}	6609,6 \pm 8,7 ^{aA}
C	270,5 \pm 2,8 ^{cA}	195,4 \pm 0,0 ^{dB}
D	314,9 \pm 6,4 ^{cB}	3444,8 \pm 6,4 ^{bA}

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut TE: Tespit edilemedi

^{a, b, c}: Tabloda meyve çeşitlerine ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

^{A, B, C}: Tabloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

Örneklerde tespit edilen bir diğer bileşen δ -dodelaktondur. Tablo de de görüldüğü gibi, sade dondurmalarda klasik tip dondurmada 3197,4 $\mu\text{g}/\text{kg}$ moleküler dondurmada 698,7 $\mu\text{g}/\text{kg}$ olarak belirlenmiş ve sıvı nitrojen uygulamasının bu bileşen üzerine olumsuz etki yarattığı saptanmıştır (P<0,05). Klasik tip C ve D örneklerinde belirlenen δ -dodelakton miktarı farklılık göstermiş, meyve çeşidinin etkisi önemli bulunmuştur (P<0,05). Çilekli moleküler dondurmada ise 232,2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ düzeyindeki δ -dodelakton miktarı, moleküler sade dondurma örneğinden yaklaşık 3 kat daha az tespit edilmiştir (P<0,05).

Tablo 4.48. Dondurma örneklerinin δ -dodelakton miktarları ($\mu\text{g}/\text{kg}$)(n=3)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	3197,4 \pm 1,4 ^{aA}	698,7 \pm 2,1 ^{aB}
B	TE	232,2 \pm 5,0 ^b
C	426,0 \pm 7,8 ^b	TE
D	156,0 \pm 4,2 ^c	TE

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut TE: Tespit edilemedi

^{a, b, c}: Tabloda meyve çeşitlerine ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

^{A, B, C}: Tabloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

Dondurma örneklerinde 2,2,4,4-tetrametil oktan sadece klasik tip B ve C örneklerinde sırasıyla 80,9 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ve 75,8 $\mu\text{g}/\text{kg}$ düzeyinde tespit edilmiştir. Çilek ve ahududu içeren bu örneklerin değerleri de birbirine benzer bulunmuştur (P>0,05). Bir başka lakton grubu uçucu aroma bileşeni olan δ -oktalakton sade dondurma örnekleri dışında belirlenmemiştir. Klasik sade dondurmada 293,4 $\mu\text{g}/\text{kg}$ δ -oktalakton

belirlenmiş, moleküler dondurma üretiminde bu seviye korunamayıarak 30,1 µg/kg seviyelerine azalmıştır (P<0,05). Uçucu bileşenlerden bir diğeri olan α-pinen ise sadece ahududulu dondurma örneklerde sırasıyla klasik tip dondurmada 512,1 µg/kg, moleküler dondurmada ise 541,3 µg/kg olarak belirlenmiştir (P>0,05).

4.16.7. Terpenler

Monoterpen sınıfında yer alan β-mirsen, birçok meyve ve bitkinin uçucu yağ bileşiminde bulunan bir bileşiktir. Bu nedenle sade dondurmada bulunmaması normal değerlendirilmektedir. Bununla birlikte meyvede bulunma miktarlarına göre üründe de farklı düzeylerde belirlenmiştir (P<0,05). Klasik tip dondurmalarda β-mirsen miktarları C örneğinde B örneğinin yaklaşık 4, D örneği de C örneğine göre yaklaşık 2 katı β-mirsen içerdiği belirlenmiştir (P<0,05). Moleküler dondurmalarda B ve C örneklerinin β-mirsen miktarı hemen hemen aynı düzeyde kalırken, D örneğinde tespit edilememiştir.

Tablo 4.49. Dondurma örneklerinin β-mirsen miktarları (µg/kg)(n=3)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	TE	TE
B	122,6±1,2 ^{cA}	133,0±1,4 ^{bA}
C	441,8±5,7 ^{bA}	345,2±5,7 ^{aA}
D	709,5±4,9 ^{aA}	TE

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut TE: Tespit edilemedi

^{a, b, c}: Tabloda meyve çeşitlerine ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

^{A, B, C}: Tabloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

Örneklerin β-felandren içeriği incelendiğinde, A ve B örneklerinde tespit edilmediği, D örneğinde de sadece klasik tip dondurma üretim tekniğiyle üretilen dondurmada saptandığı görülmektedir. β-felandren içeriği yüksek olan ahududulu klasik ve moleküler dondurmada sırasıyla 447,2 µg/kg ve 344,1 µg/kg β-felandren içerdiği, örnekler arasında istatistiksel olarak bir farkın olmadığı belirlenmiştir (P>0,05).

Tablo 4.50. Dondurma örneklerinin β -felandren miktarları ($\mu\text{g}/\text{kg}$)(n=3)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	TE	TE
B	TE	TE
C	447,2 \pm 4,3 ^{aA}	344,1 \pm 2,8 ^A
D	200,7 \pm 2,1 ^b	TE

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut TE: Tespit edilemedi

^{a, b, c}: Tabloda meyve çeşitlerine ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

^{A, B, C}: Tabloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

Uçucu yağ bileşenlerinden biri olan karyofilen, dondurma örneklerinden sadece ahududu içerenlerde tespit edilmiştir. Klasik tip dondurmada 195,0 $\mu\text{g}/\text{kg}$, moleküler dondurmada 101,9 $\mu\text{g}/\text{kg}$ düzeyinde tespit edilen karyofilen bitkide bakteri ve virüslere karşı etkili olduğu tespit edilmiştir (Gökçe, 2011). Örnekler içerisinde sadece klasik tip dondurmaların C ve D örneğinde, farklı düzeylerde p-simen tespit edilmiştir. C örneğinde 151,0 $\mu\text{g}/\text{kg}$ olan p-simen içeriğinin D örneğinde 99,3 $\mu\text{g}/\text{kg}$ olduğu belirlenmiştir (P<0,05). P-simen içeriğinde meyve çeşidinin ve üretim tekniğinin önemli olduğu söylenebilir.

Uçucu özelliği yüksek olan ve çoğunlukla portakal gibi meyvelerin kabuk kısmında yer alan DL-limonen, dondurma örneklerinden özellikle meyveli olan örneklerde tespit edilmiştir. Bununla birlikte sade dondurmada klasik tip dondurmada limit değerinin altında kaldığı ancak, sıvı nitrojen uygulaması ile aroma bileşenin korunduğu söylenebilir. Uçucu özelliği nedeniyle DL-limonenin farklı reaksiyon gösterdiği düşünülmektedir. Örneğin klasik tip dondurma üretiminde B ve D örneklerinde belirlenen düzey, moleküler dondurma tekniği uygulanan örnekte limit değerinin altına düştüğünü göstermektedir (P<0,05). Ahududu içeren C örneğinde ise sıvı nitrojen uygulamasının olumsuz etki yarattığı ve DL-limonen miktarını düşürdüğü gözlenmiştir (P<0,05).

Tablo 4.51. Dondurma örneklerinin DL-limonen miktarları ($\mu\text{g}/\text{kg}$)(n=3)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	TE	174,7 \pm 1,4 ^a
B	46,4 \pm 2,8 ^{bA}	TE
C	186,7 \pm 7,1 ^{aA}	91,46 \pm 7,1 ^{bB}
D	112,3 \pm 1,5 ^a	TE

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut TE: Tespit edilemedi

^{a, b, c}: Tabloda meyve çeşitlerine ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

^{A, B, C}: Tabloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

Lavanta, zambak gibi bitkilerin aromasında önemli bir yeri olan ve monoterpen sınıfında yer alan linalol, sadece çilekli dondurma örneğinde önemli bir düzeyde belirlenmiştir. Klasik tip dondurmada 1341,7 $\mu\text{g}/\text{kg}$ olan linalol içeriği moleküler dondurmada 1626,7 $\mu\text{g}/\text{kg}$ olarak saptanmış ve örnekler arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır (P>0,05). Benzer şekilde nerilidol da sadece çilek meyvesi içeren örneklerinden klasik tip dondurmada 274,1 $\mu\text{g}/\text{kg}$, moleküler dondurmada ise 1944,6 $\mu\text{g}/\text{kg}$ düzeyinde tespit edilmiş, sıvı nitrojen uygulamasının etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0,05).

4.17. Renk Analizi

Bir gıdanın duyuşal değerlendirilmesinde en önemli kriterlerden biri rengidir. Işığın kırılma ve yansıması ile ilişkili olan renk, aynı zamanda bir meyvenin kabuk, çekirdek ve iç dokularında bulunan renk pigmentleriyle de ilişkilidir. Bu kısımda, CIE sistemine göre belirlenen L*, a* ve b* renk değerleri ayrı ayrı değerlendirilecektir.

4.17.1. Dondurma Örneklerinin L* Değeri

CIE L* değeri, ürünün parlaklığını gösteren bir parametredir. Bu nedenle sade veya meyveli dondurmanın parlak veya matlık durumu meyvenin kendi rengine ve dondurmaya ilavesinin, hatta teknolojik işlemlerin bir etkisi olarak değişebilmektedir (Keskin ve ark., 2017). Dondurma çeşitlerinde yapılan renk analizinde CIE L* değerine (Tablo 4.52) bakıldığında, klasik ve moleküler dondurma çeşitlerindeki fark,

meyve çeşidi dikkate alındığında istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Moleküler dondurma örneklerine bakıldığında B ve C numunelerinde renkler benzerlik gösterirken ($P>0,05$), A ve D dondurmalarının renklerinde görülen değişim istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Bununla birlikte, klasik ve moleküler dondurma üretim yöntemlerinin CIE L* değeri üzerine etkisi önemli bulunmamıştır ($P>0,05$).

Tablo 4.52. Dondurma örneklerinin L* değeri (n=3)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	88,75±2,24 ^{aA}	88,25±1,76 ^{aA}
B	80,07±0,53 ^{bA}	79,39±4,93 ^{bA}
C	77,55±1,77 ^{cA}	74,93±2,71 ^{bA}
D	54,99±0,60 ^{dA}	56,95±2,68 ^{cA}

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut

^{a, b, c}: Tabloda meyve çeşitlerine ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır ($P<0,05$)

^{A, B, C}: Tabloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır ($P<0,05$)

4.17.2. Dondurma Örneklerinin a* Değeri

Renk analizi CIE a* değerine baktığımızda hem meyve ilavesinin hem de üretim tekniğinin birlikte etkisi önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Moleküler ve klasik yöntemle üretilen dondurmalarda CIE a* değeri -2,37 ile 10,10 arasında değişim göstermiştir (Tablo 4.53). Örnekler arasındaki farklılık, üretimde kullanılan meyve çeşidinin bir sonucu olarak yansımaktadır ($P<0,05$). Klasik dondurma örneklerinden B ve D numuneleri arasındaki fark istatistiki açıdan önemsiz olup ($P>0,05$), A ve C örneklerinin diğer dondurmalarından farklı değerlere sahip olduğu görülmüştür ($P<0,05$). Moleküler dondurma örneklerinde ise A ve C örneklerine ait verilerin, B ve D örneklerindeki sonuçlardan istatistiki açıdan önemli derecede farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca üretim tekniğinin örneklerin CIE a* değeri üzerine etkisi de önemlidir ($P<0,05$).

Tablo 4.53. Dondurma örneklerinin a* değeri (n=3)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	-2,37±0,13 ^{cA}	-3,03±0,07 ^{cB}
B	9,37±2,62 ^{aA}	8,28±0,39 ^{bA}
C	6,31±0,40 ^{bB}	9,97±0,61 ^{aA}
D	10,10±0,16 ^{aA}	8,86±0,79 ^{bB}

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut

^{a, b, c}: Tabloda meyve çeşitlerine ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

^{A, B, C}: Tabloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

4.17.3. Dondurma Örneklerinin b* Değeri

Örneklerin CIE b* değerlerini gösteren Tablo 4.54 incelendiğinde, üretim tekniğinin ürün CIE b* değeri üzerine etkisi önemli bulunmamıştır (P>0,05). Bununla birlikte, sade ve meyveli dondurmaların renk değerleri arasında önemli bir farklılık bulunmaktadır (P<0,05). Örneklerde en yüksek CIE b* değeri A örneklerinde, en düşük de D örneklerinde tespit edilmiştir (P<0,05). Çilek ve ahududu meyvelerinin rengi kırmızımsı olduğu için, bu meyvelerden üretilen dondurmaların CIE b* değerleri birbirine benzer bulunmuştur (P>0,05).

Tablo 4.54. Dondurma örneklerinin b* değeri (n=3)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	11,56±5,02 ^{aA}	11,55±0,71 ^{aA}
B	6,19±0,31 ^{bA}	6,22±0,31 ^{bA}
C	7,44±0,22 ^{bA}	6,93±0,35 ^{bA}
D	2,91±0,28 ^{cA}	3,36±0,81 ^{cA}

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut

^{a, b, c}: Tabloda meyve çeşitlerine ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (p<0,05)

^{A, B, C}: Tabloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (p<0,05)

4.18. Tekstür Analizi

Dondurmanın sertliği, dış kuvvet uygulandığında dondurmanın deformasyona direnci olarak ölçülür ve bir delinme testi sırasında dayanan maksimum kuvvet olarak hesaplanır. Buz fazı hacmi, buz kristali büyüklüğü, hacim artışı ve yağ miktarı ve yağ globül boyutu gibi çeşitli faktörlerden etkilenmektedir (Casarotto, ve ark., 2015). Klasik pastane tipi dondurma örneklerine bakıldığında, kontrol örneği ile meyve katılmış örnekler arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılık bulunmamıştır ($P>0,05$). Bununla birlikte, meyve bileşiminde yer alan lif ve çekirdek kısmının az da olsa dondurma sertlik değerini etkilediği görülmektedir (Tablo 4.55). En yüksek sertlik değeri 3621,3 g ile B örneğinde belirlenirken, en düşük sertlik değeri 3416,5 g ile kontrol örneğinde tespit edilmiştir.

Moleküler gastronomi tekniğinde kullanılan sıvı nitrojen ile dondurulan örneklerin sertlik değerleri, klasik tip dondurma üretim tekniğinden önemli derecede farklılık göstermiştir ($P<0,05$). Elde edilen dondurmaların daha yumuşak yapıda olmasının yanısıra, kolay eriyebilen özellikte olması da dikkat çekicidir. Moleküler dondurma örneklerinde belirlenen en düşük değer ahududu içeren C örneğinde (1027,2 g), en yüksek değer ise karadut içeren D örneğinde (2350,9 g) belirlenmiş olup, D örneği ile diğer örneklerin sertlik değeri istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Klasik tip dondurma ile moleküler dondurmanın yapısını kıyasladığımızda, moleküler dondurmanın daha yumuşak ve homojen, klasik dondurmaların ise daha sert ve heterojen bir yapı gösterdiği söylenebilir.

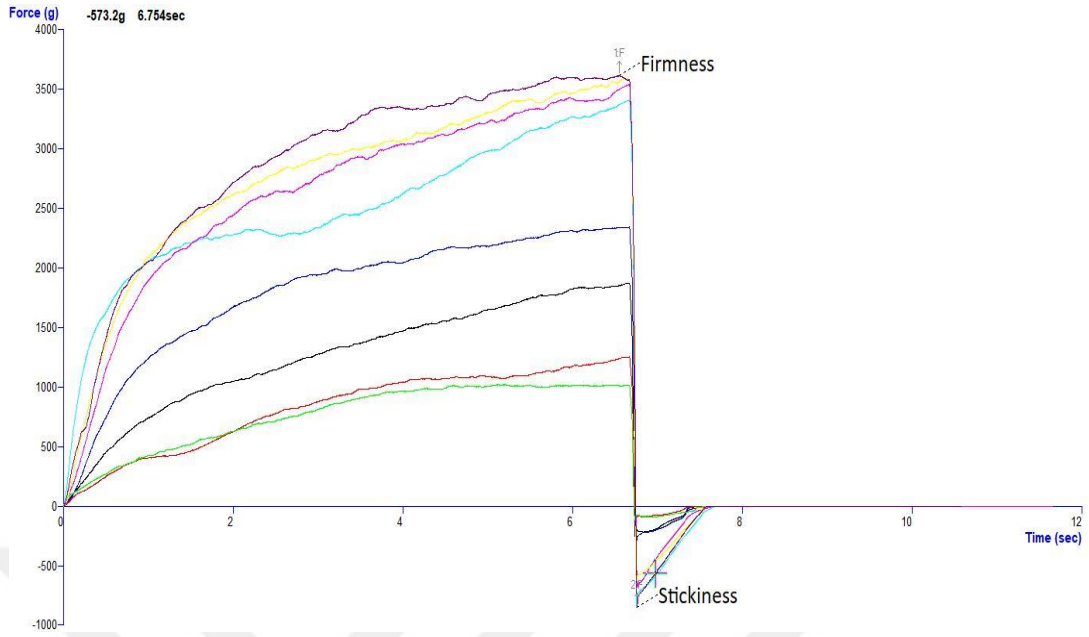
Tablo 4.55. Dondurma örneklerinin sertlik değerleri (g)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	3416,5 ^{aA}	1881,8 ^{abB}
B	3621,3 ^{aA}	1260,4 ^{bB}
C	3550,2 ^{aA}	1027,2 ^{bB}
D	3597,0 ^{aA}	2350,9 ^{aB}

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut

^{a, b, c}: Tabloda meyve çeşitlerine ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır ($P<0,05$)

^{A, B, C}: Tabloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır ($P<0,05$)



Şekil 4.4. Dondurma örneklerinin penetrasyon testi grafiği

Klasik dondurma : Turkuaz- Kontrol; Koyu Mor-Çilekli; Sarı-Ahududu; Açık Mor-Karadut
Moleküler dondurma: Siyah- Kontrol; Kırmızı-Çilekli; Yeşil-Ahududu; Mavi-Karadut

Penetrasyon testinde elde edilen bir diğer veri ürünün yapışkanlık değeridir. Prob tetik noktasına ulaştıktan sonra, yukarı doğru çıkar. Analizi yapılan ürün proba tutunmuş olarak yukarı çıktığında yapışkanlık değeri belirlenir. Cihaz yazılımında elde edilen grafikte bu durum eksi alan olarak görülür (Gün ve Göküş, 2019). Dondurma örneklerinde belirlenen yapışkanlık değeri sonuçlarına incelendiğinde (Tablo 4.56), üretim tekniğinin önemli bir parametre olduğu görülmektedir.

Tablo 4.56. Dondurma örneklerinin yapışkanlık değerleri (g)

Örnek	Klasik Dondurma	Moleküler Dondurma
A	-854,8 ^{aA}	-260,8 ^{aB}
B	-848,6 ^{aA}	-128,1 ^{bB}
C	-685,2 ^{bA}	-117,3 ^{bB}
D	-657,2 ^{bA}	-296,4 ^{aB}

A: Sade B: Çilekli C: Ahududu D: Karadut

^{a, b, c}: Tabloda meyve çeşitlerine ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

^{A, B, C}: Tabloda uygulamalara ait farklı harflerle simgelenmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05)

Ayrıca ürün yapışkanlık özelliğinde üretimde kullanılan meyve çeşidinin de etkili olduğu görülmektedir ($P<0,05$). Pastane tipi klasik dondurma üretim tekniğinde elde edilen veriler, A ve B örneklerinin C ve D örneklerinden önemli derecede farklı olduğunu göstermektedir ($P<0,05$). Bununla birlikte, moleküler dondurma örneklerinden kontrol ve karadut meyveli örneklerin, çilekli ve ahududulu örneklerden daha fazla yapışkanlık özelliği gösterdiği belirlenmiştir.



5. TARTIŞMA

5.1. pH

Farklı üretim yöntemlerine göre üretilen meyveli dondurmaların pH değerleri arasında önemli derecede farklılık belirlenmiştir. Bunun temel nedeni, üretimde kullanılan meyvelerin dondurma miksi pH değerlerini etkilemesinden kaynaklanmaktadır. Çünkü üretimde kullanılan meyvenin olgunlaşma döneminde içerdiği asitlik seviyesi ve kullanım miktarı ürünü etkileyebilmektedir. Örneğin, çilek meyvesinin pH değeri genel olarak 3.00-3.90 arasında değişmektedir (Anonim, 2019h). Isparta ilinde üretilen dondurmalar üzerine yapılan bir çalışmada, çilekli dondurmaların pH değerinin, vanilyalı ve kakaolu dondurmalarından önemli derecede farklılık gösterdiği ve 3,49-6,27 pH arasında değiştiği saptanmıştır (Şimşek ve Gün, 2012). Ayrıca dondurma miksine ilave edilen meyve miktarının artması da dondurmanın pH değerini önemli derecede etkilediği birçok çalışmada tespit edilmiştir (Aliyev, 2006; Özcan ve Kurdal, 1997). Araştırmada elde edilen bulgular bu fikri doğrulamakta ve diğer çalışma verilerine benzerlik göstermektedir.

Evrensel ve ark. (1998), Bursa ili piyasasından topladıkları dondurmalar üzerinde yaptıkları çalışmada, 40 adet örneğin pH değerindeki değişimin 5.90 ile 7.12 arasında (ortalama 6.52 pH) olduğunu belirtmişlerdir.

5.2. Titrasyon Asitliği

Dondurma miksini bir gece olgunlaşması sırasında az da olsa asitlik gelişebilmektedir. Bununla birlikte dondurma üretiminde farklı starter kültürlerin kullanımı, farklı asitlikteki meyve, meyve suyu, aroma maddesi, renk maddesi gibi katkıların ilavesi nihai ürünün asitliğini değiştirebilmektedir (Şimşek ve Gün, 2012). Bu çalışmada da dondurma örneklerinin titrasyon asitliğinde meydana gelen farklılığın kullanılan meyvelerin asit düzeyinin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim Özcan ve Kurdal (1997), farklı meyvelerden ürettikleri dondurmalarından limon içerende %0.23-0.93, vişne içerende %0.31-0.87, çilekli olanda ise %0.11-0.41 düzeyinde titrasyon asitliği değerlerini belirlemişlerdir. Şimşek

ve Gün (2012) ise Isparta ilinde üretim yapan dört farklı üreticiden topladıkları dondurmalarda titrasyon asitliği değerlerini vanilyalı örnekte %0,141-0,213, kakaolu örnekte %0,075-0,216 ve çilekli örneklerde %0,212-0,606 olarak belirlemişlerdir. Bu çalışmada elde edilen bulgular da daha önceki çalışmalarla uyum içerisindedir.

5.3. Yağ

Dondurmanın hem yapısı hem de lezzeti üzerinde önemli bir bileşen olan süt yağının dondurma reçetesindeki oranı %6'ya ayarlanmış ve deneme örneklerinin yağ içeriği %5,65-10,05 arasında belirlenmiştir. Piyasada çeşitli hammaddelerden üretilen dondurmalar bulunmaktadır. Bu nedenle özellikle direk meyveden, meyve suyu veya pulpundan üretilen dondurmalar üzerine çalışmalar yapılmıştır. Konu ile ilgili yapılan bir çalışmada, limonlu dondurmada %0.5-2.6, vişneli dondurmada %0.6-3.8, çilekli dondurmada %0.2-2.4 yağ içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir (Özcan ve Kurdal, 1997).

5.4. Toplam Kuru Madde

Dondurma bileşimine giren maddeler ve kullanım oranları toplam kuru maddeyi önemli derecede etkilemektedir. Özellikle süttozu, peyniraltı suyutozu, şeker, satabilizatör ve emülsifiyer madde ile lif oranı yüksek meyve ve sebze ilavesi dondurmanın kurumaddesini artıran etmenlerin başında gelmektedir. Ayrıca ilave edilen meyvelerin suyu kuru maddeyi azaltabilmektedir (Yeşilsu, 2006). Farklı çeşni maddeleri ve stabilizatörlerle üretilen dondurmaların kuru madde oranları incelenmiş, sade dondurmalarda %24,95-38,30 (Uraz, 1979), limonlu dondurmada %27,72-37,79, vişnelilerde %29,38-40,33 (Özcan ve Kurdal, 1997), kakaolularda %35,38-44,10 (Şimşek ve Gün, 2012) olarak belirlenmiştir. Çalışmamızda elde edilen bulgular (%29,41-33,74) farklı dondurma çeşitlerine ait kuru madde değerlerine benzer bulunmuştur.

5.5. Protein

Dondurmalarda protein içeriği özellikle inek, koyun, keçi ve manda sütü kullanımına göre değişiklik gösterebilmektedir. Hem dondurma yapısı hem de besin değeri için önemli olan protein miktarı, yapılan birçok çalışmada farklı düzeylerde belirlenmiştir. Bu çalışmada üretilen dondurmaların protein oranı %4,27-4,92 arasında belirlenmiştir. Klasik ve moleküler dondurma üretim tekniklerinin protein içeriğine etkisi önemli bulunmasa da, kullanılan sütün protein içeriğinin yüksek olması etkili bir faktördür. Yapılan diğer çalışmalara baktığımızda dondurmanın protein içeriği, yağ oranı azaltılmış vanilyalı dondurmada %3,38-3,81 (Aime ve ark., 2001), farklı oranlarda bal ve glikoz şurubu içeren dondurmalarda %3,49-3,60 (Antepüzümü, 2005), limonlu dondurmada % 0,62-2,67, çilekli dondurmada % 0,21-2,70 (Özcan ve Kural, 1997) farklı stabilizer kullanılan dondurmalarda %3,56-3,92 (Keçeli ve Konar, 2003) olarak tespit edilmiştir.

5.6. Kül Miktarı

Üründeki kül miktarı kullanılan sütün bileşimine bağlı olmakla birlikte, dondurma üretiminde kullanılan stabilizatör, şeker, süttozu, meyve ve kuruyemiş ilavesi gibi birçok katkı maddesinin kullanım miktarıyla da ilişkilidir. Çeşitli dondurmalar üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda, sade dondurmalarda %0,216-2,857, meyveli dondurmalarda %0,103-0,625, çikolatalı dondurmalarda %0,269-1,039 (Öztürk, 1969), çileklilerde %0,14-0,59 (Özcan ve Kural, 1997), dut, üzüm ve kayısı pekmezi ilave edilerek yapılan dondurmalarda %0,76-1,02 (Yeşilsu, 2006) arasında kül içeriğinin değiştii belirlenmiştir. Çalışmada elde edilen kül içerikleri %0,94-1,23 arasında değişmiş olup, diğer çalışma verilerinden yüksek bulunmuştur. Bu durumun ürün kuru madde içeriğindeki değişimden kaynaklandığı düşünölmektedir.

5.7. Hacim Artışı (Overrun)

Dondurmanın hacim artış oranına bileşimindeki yağ ve emülgatör miktarı, dövme bıçağının hızı, hazneye miksin dolum oranı gibi faktörler etkilidir. Bu

çalışmada dondurma miksinin tüm bileşenleri aynı oranda ayarlandığından, hacim artışının etkisi üretim teknolojisinden kaynaklanmaktadır (Koçan, 1999; Segall ve Goff, 2002). Denemede klasik dondurma örneklerinde %31,27-40,28 arasında değişen hacim artış oranı, moleküler dondurmada %30,81-38,10 arasında bulunmuştur. Üretim tekniğinin ve meyve çeşitlerinin etkisi önemli bulunmamış, sıvı nitrojen uygulaması ile aynı kalitede dondurma eldesi mümkün olmuştur. Farklı dondurma çeşitlerinde hacim artış oranı değişebilmektedir. Kahramanmaraş tipi dondurmalarda hacim artış oranını %27-38 (Tekinşen ve Karacabey, 1984), sahlep ve keçiyoynuzu sakızı karışımından elde edilen dondurmalarda %21,74 (Güven ve ark., 2002) farklı bal ve glukoz şurubu kullanarak üretilen dondurmada %16,32-%35,95 (Antepüzümü, 2005) olarak bulunmuştur. Farklı emülgatörlerin kullanıldığı bir çalışmada, kontrol örneğinde %25,26 oranında belirlenen hacim artışı, %0,6 mono-digliserid içeren örnekte %39,11, %1,0 mono-di gliserid içeren örnekte ise %55,07 olarak tespit edilmiştir (Atsan ve Çağlar, 2008). Yumuşak ve yarı yumuşak dondurma üretiminde Batch tipi dondurucunun hacim artış oranını %35-40 düzeyine ayarlamanın zor olduğu belirtilmektedir (Akın, 1990). Segal ve Goff (2002) dondurmaların hacim artışının emülgatör oranındaki artışa paralel olarak arttığını belirlemiştir. Güven ve ark. (2010) Palsgaard ve Polisorbat 80 ticari isimli emülgatörleri kullanarak ürettikleri dondurmalarda hacim artışının %24,77-33,86 arasında değiştiğini belirtmektedir. Görüldüğü gibi, çalışmada elde edilen dondurmaların hacim artış oranı birçok çalışma verisinden yüksek bulunmuştur.

5.8. İlk Damlama ve Tam Erime Süresi ile Erime Oranı

Örneklerin ilk damlama ve tam erime süreleri ile erime oranı klasik tip ve moleküler dondurma örneklerinde önemli derecede farklılık göstermiştir. Üretim sırasında uygulanan soğutma tekniği, makinenin dövme hızı, mikse verilen hava miktarı, miksin yağ, protein, stabilizatör oranı, ilave edilen meyvenin kuru madde içeriği ve lif miktarı gibi bazı parametreler bu değişimin en önemli nedenleridir.

Aliyev (2006), kefir dondurmasında farklı oranlarda kullanılan yaban mersini miktarının ilk damlama süresine önemli derecede etkilediğini belirtmektedir. Çalışmada, kefir ve yaban mersini içermeyen kontrol örneğinde erime oranı 12,44 dk

olarak belirlenirken, %15 yaban mersini içeren örnekte 12,36 dk, %30 yaban mersini içeren örnekte 21,17 dk ve %45 meyve içeren örnekte 37,32 dk olduğu belirlenmiş, meyve katım oranının dondurmanın ilk damlama süresine etkilediği saptanmıştır.

Dondurmaların yapısı ve dayanıklılığı üzerine önemli bir gösterge olarak kabul edilen ilk damlama ve tam erime süresi, özellikle stabilizatör ve emülsifiyer kullanım oranından etkilenmektedir. Palsgard ve PS 80 isimli ticari emülsifiyerlerin kullanıldığı bir çalışmada, dondurmaların ilk damlama süreleri 1285 ile 2000 saniye arasında değişmiştir (Güven ve ark., 2010). %0,4 oranında Palsgaard ile üretilen dondurma ile Kontrol örneği en düşük ilk damlama sürelerine sahip olurken, yüksek oranda PS 80 emülgatörü kullanılan dondurmada en yüksek değer belirlenmiştir. Araştırmacılar stabilizatör ve emülsifiyer miktarının artmasıyla ilk damlama süresinin uzadığını belirtmektedirler. Araştırmada klasik dondurmanın ilk damlama ve tam erime değerlerinin diğer verilerle uyum içerisinde olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, sıvı nitrojenle dondurulmuş örneklerin hızlı erime gösterdiği, bu nedenle de çok uzun süre dayanım göstermediği belirlenmiştir. Durlu Özkaya ve Onurlar (2018) moleküler dondurma tekniği ile elde edilen dondurmaların çok hızlı bir şekilde erimesi nedeniyle hemen hazırlanıp servis edilmesi gerektiğini ifade etmektedir.

Sahlep yerine konjak sakızı kullanımının dondurmanın fiziksel özellikleri üzerine etkisi inceleyen Çetin Abay (2017), farklı oranda sahlep ve konjak sakızı kullanarak ürettiği dondurmaları 60 gün süresince depolamıştır. Bu süre içerisinde ilk damlama süreleri kontrol (K) örneğinde 11,9-13,9 dk, %0,2 konjak sakızı içeren örnekte (A) 14,8-16,9 dk, %0,4 içerende (B) 16,5-19,9 dk, %0,6 katkılı olanda (C) 18,63-22,9 dk, %0,8 konjak sakızı katkılı örnekte (D) 20,7-25,7 dk arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Dondurmaların tam erime sürelerinin ise K örneğinde 64-67,1 dk, A örneğinde 14,76-16,9 dk, B örneğinde 16,53-19,9 dk, C örneğinde 18,6-22,9 dk, D örneğinde ise 20,7-25.66 dk olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmada elde edilen erime oranı verilerine bakıldığında, üretim tekniğinin ve lif içeren meyve ilavesinin dondurma yapısında ne kadar önemli olduğu açık bir şekilde görülmektedir. Klasik dondurmalarda ilk 30 dk'da önemli bir erime oranı tespit edilmezken, moleküler sade dondurmada %21,46 düzeyinde erime görülmüş, bunu

%12,95 ile karadut içeren moleküler dondurma ve %13,11 erime oranı ile çilekli moleküler dondurma izlemiştir. Örneklerin 120 dk sonra belirlenen erime oranına bakıldığında klasik tip dondurmalarda %32,73-67,62 arasında değişen değerler, moleküler dondurma örneklerinden C ve D örneğinde sırasıyla %75,52-82,27 arasında belirlenmiş, A ve B örnekleri ise tamamen erime göstermiştir. Ayrıca moleküler dondurma örnekleri 180. dakikada tamamen erime gösterirken, klasik tip dondurmalarda %72,36-97,2 arasında erimenin olduğu gözlenmiştir. Keçeli (1995) stabilizatör ve emülgatör kullanımının dondurmanın erime oranı üzerine etkili olduğunu belirtmektedir. Farklı şeker kaynaklarının dondurma yapısına etkisi inceleyen Antepüzümü (2005) 75. dakikada %100 sakkaroz içeren örnekte %23, %50 glikoz şurubu-%50 sakkaroz içeren örnekte %17,44 erime oranı belirlerken, 60. dakikada %20:80 bal-şeker içeren örnekte %82,76, %40:60 bal-sakkaroz içeren örnekte %90,12 erime oranı gösteren örneklerin 75. dakikada tamamen erime gösterdiğini tespit etmiştir.

5.9. Viskozite

Dondurma miksi ve dondurmanın viskozitesi, özellikle stabilizatör, emülsifiyer ve şeker katım oranından önemli derecede etkilenmektedir. Deneme örneklerinde çilekli dondurma hariç, diğer örneklerin birbirine yakın viskozite değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Burada üretim tekniğinin ürün viskozite etkisinin önemli olmadığı, ancak üretimde kullanılan meyvenin su ve lif içeriğinin etkili olduğu söylenebilir.

Farklı guar sakızı içeren dondurmaların görünür viskozite değerleri kontrol örneğinde 8240,1 mPa.s, %0,1 guar sakızı içerende 8634,1 mPa.s, %0,2 guar sakızlı dondurmada 9221,4 mPa.s, %0,3 guar sakızlı dondurmada 9653,2 mPa.s ve %0,4 guar sakızı içeren örnekte 9981,9 mPa.s olarak belirlenmiştir (Sangle Jagdish ve ark., 2014).

Farklı emülsifiyer ve tatlandırıcı kullanımının ürün üzerinde etkisini inceleyen Muse ve Hartel (2004), dondurmalarda viskozite değerinin 20 rpm'de 621-935 cP arasında değiştiğini belirlemiştir.

5.10. Toplam Fenolik Madde

Kimyasal yapısı gereği aromatik halkasında en az bir tane hidroksil grubu bulunduran fenolik bileşikler, sebze ve meyvelerin tat ve renginde oldukça önemli olup, insan sağlığı için de oksidatif stresi engellemede önemli bir gruptur (Cemeroğlu, 2007; Yücel Şengün ve Yücel, 2015). Bu maddelerin miktarında özellikle bazı üretim proseslerinde veya depolama sırasında kayıp meydana geldiği için, ürün içindeki miktarının tespit edilmesi önemlidir. Bu çalışmada klasik ve moleküler dondurma tekniğiyle üretilen dondurmaların fenolik madde miktarında kaybın olmadığı belirlenmiştir. Bu çalışmada, sıvı nitrojen uygulaması ile dondurma yapımının meyveli dondurma üretiminde uygun bir şekilde kullanılabilmesi görülmüştür.

Hint Bektaşı üzümü kullanılarak üretilen dondurmanın kontrol örneğinde toplam fenolik madde belirlenmezken, %5 katkılı örnekte 0,183 g/100 g GAE, %10 katkılıda 0,321 g/100 g GAE, %20 katkılı örnekte ise 0,701 g/100 g GAE toplam fenolik madde içerdiği belirlenmiştir (Goraya ve Bajwa, 2015).

Farklı oranlarda üzüm suyu posası (ÜSP) ilave edilerek üretilen dondurma örneklerinde toplam fenolik madde miktarının incelendiği bir çalışmada, kontrol örneğinde 0,1 mg GAE, %2,5 oranında ÜSP içeren örnekte 0,46 mg GAE, %5 ÜSP içerende 0,71 mg GAE ve %10 ÜSP katkılı örnekte 1,17 mg GAE toplam fenolik madde içerdiği belirlenmiştir (Pelaes Vital ve ark., 2017). Bu çalışmalarda da görüldüğü gibi, meyve çeşidi ve kullanım oranına bağlı olarak dondurmanın toplam fenolik içeriği önemli derecede farklılık göstermektedir.

5.11. DPPH⁺ Yöntemi ile Antioksidan Aktivite

Örneklerde DPPH⁺ yöntemine göre belirlenen % inhibisyon değerleri, üretim tekniğine göre önemli farklılıklar göstermiş moleküler dondurma örneklerinin antioksidan aktivitesi artmıştır.

Goraya ve Bajwa (2015) dondurma üretiminde farklı oranlarda hint bektası üzümünü kullandığı çalışmasında, kontrol örneğinde %15 inhibisyon belirlerken, %5

hint bektaşı üzümü katkılı örnekte %19,80, %10 katkılı örnekte %23,5 inhibisyon ve %20 katkılı örnekte %31,70 inhibisyon tespit etmiştir. Araştırma bulguları, çalışmamızda kullanılan meyvelerin benzer olmaması nedeniyle farklılık göstermektedir. Ancak bu sonuç dondurma üretiminde değişik meyve kullanımının, farklı inhibisyon etkisine sahip olduğunu göstermektedir.

5.12. TEAC Yöntemi ile Antioksidan Aktivite

TEAC antioksidan aktivite değerlerine bakıldığında, meyve içermeyen örneklerin antioksidan kapasitesi etkilenmezken, sıvı nitrojen ile dondurulan örneklerin ABTS^{•+} radikal çözültüsü ile daha az reaksiyona girdiği ve antioksidan kapasite değerinin azaldığı söylenebilir. Bu durum, genel olarak yüksek antioksidan madde içeren karadut meyveli dondurmada daha etkili olduğu gözlenmiştir. Konu ile ilgili moleküler dondurmalara ait herhangi bir literatüre rastlanmadığı için verilerin kıyaslaması yapılamamıştır. Ancak sıvı azot gazının dondurma üretiminde kullanılan aromatik bileşenler üzerine etkisinin incelenmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır.

5.13. Uçucu Bileşen Kompozisyonu

Dondurma üretiminde en önemli unsurlardan bir tanesi, ilave edilen maddelerin ürüne verdiği aromadır. Dondurma üretiminde en önemli aroma katkısından biri sahlepden gelmektedir. Ancak farklı bölgelerde üretilen sahlep türleri dondurmaya farklı aroma katabilir. Bununla birlikte çeşni maddeleri ilavesi de dondurmanın uçucu bileşen kompozisyonunda oldukça önemlidir. Bu çalışmada farklı meyve çeşitlerinin aroma bileşeni kompozisyonunu önemli derecede etkilediği tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmada dondurma üretim tekniğinin bu bileşenler üzerine etkisinin oldukça önemli olduğu sonucuna varılmıştır. Özellikle sıvı nitrojen kullanımıyla elde edilen moleküler dondurmalarda bazı uçucu bileşenler muhafaza edilirken, bazılarında önemli derecede kayıpların meydana geldiği gözlenmiştir. Bu nedenle moleküler dondurma üretiminde farklı meyve çeşitlerinin katım oranları da dikkate alınarak araştırmaların yoğunlaşması gerektiği ortaya çıkan önemli bir sonuçtur. Ülkemizde meyveli moleküler dondurma üretimi üzerine çalışmalar yok denecek kadar azdır. Sadece moleküler kefir dondurması üretilmiş ve bu çalışmada da

ürünün duyuşal özellikleri incelenmiştir. Moleküler dondurmanın uçucu bileşenleri üzerine çalışmaya rastlanmadığı için, diğer çalışmalarla kıyaslama yapmak mümkün olmamıştır.

Limonotu ve pandan leaf ilave edilerek üretilen soya sütü dondurmasında limonotu içeren örnekte β -myrcene, α -pinene, 3-carene, neral, geranial ve geraniol pandan leaf katkılı olanda ise 2-acetyl-1-pyroline ve 3-methyl-2(5H)-furanone temel aroma maddesi olarak belirlenmiştir (Natisri ve ark., 2014).

Dondurmada asetaldehit miktarı 276,45 ng/g olarak belirlenmiştir (Jeong ve ark., 2015). Araştırmamızda elde edilen değerler, bu değerden oldukça yüksek bir düzeyde bulunmuştur.

Çanakkale ili Kumkale ilçesinden temin edilen ham Karadutların suyu analiz edilmiş ve uçucu bileşenlerin kompozisyonunda 4 keton, 6 asit, 8 alkol, 11 ester, 8 aldehit ve 2 terpen tespit edilmiştir (Uzkuç ve ark., 2016). Ham karadut suyunda keton grubunda 2-heptanon (98,23 mg/kg) ve 2-nonanon (33,59 mg/kg), alkol grubunda etanol (44 mg/kg) ve 1-hekzanol (9,67 mg/kg), asit grubunda oktanoik asit (49,34 mg/kg), asetik asit (24,22 mg/kg), n-dekanoik asit (21,29 mg/kg) ve hekzanoik asit (14,49 mg/kg), aldehit grubunda hekzanal (24,82 mg/kg) ve nonanol (6,06 mg/kg), ester grubunda etil asetat (14,75 mg/kg), oktanoik asit etil ester (13,44), hekzanoik asit etil ester (10,74 mg/kg) ve dekanoik asit etil ester (10,25 mg/kg), terpen grubunda ise β -pinen (2,55 mg/kg) ve α -pinen (0,84 mg/kg) en önemli bileşenler olarak belirlenmiştir.

5.14. Renk Değerleri

Dondurmanın rengi, tüketici tercihiinde en önemli unsurlardan birisidir. Ancak birçok üretici yapay renklendirici kullanmayı tercih etmektedir (Atlı, 2010). Üretimde doğal meyvenin kullanıldığı dondurmaların renkleri de meyvenin çeşidine, olgunluk derecesine ve katım oranına göre değişmektedir. Bu çalışmada meyve çeşidinin etkisi önemli bulunurken, üretim tekniğinin CIE L* ve b* değerine etkisi önemsiz, sadece ahududu ve karadutlu örneklerinin a* değerine etkisi önemli bulunmuştur.

Meyve ilavesi yapılan dondurmalarda ölçülen L^* değerinin limon lifli olanda 78,21-85,57 (Dervişoğlu ve Yazıcı, 2006), vanilyalı sade dondurmada 71,26-86,39, kakaolu olanda 34,62-44,38, çilekli olanda 46,67-82,16 arasında değiştiği belirlenmiştir (Şimşek ve Gün, 2012).

Dervişoğlu ve ark. (2005) çilek aromalı dondurmada a^* değerini 1,94-7,03 olarak belirlerken, Şimşek ve Gün (2012) vanilyalı dondurmada -2,17 ile 35,94, kakaoluda 11,61-13,13, çilekli dondurmalarda ise 1,19-33,73 arasında değiştiğini saptamıştır.

Soya proteini katkılı dondurmalara ait b^* değeri 10,46 ile 14,63 (Dervişoğlu ve ark., 2005), kefir içeren dondurmada 1,41-6,58 (Aliyev, 2006), vanilyalı dondurmada 9,53-23,47, kakaolu dondurmada 6,80-9,82, çilekli dondurmada ise 4,28-12,92 (Şimşek ve Gün, 2012) aralığında tespit edilmiştir.

5.15. Tekstür

Dondurma yapısını bileşimine giren maddeler kadar uygulanan teknolojik işlemler ve mufaza edildiği sıcaklık derecesi de etkili olmaktadır. Dondurmada düzgün ve pürüzsüz, aynı zamanda kremamsı bir yapı istenildiğinde, küçük buz kristallerinin oluşumu önemli bir parametre olmaktadır. Son üründe hem duyuşal hem de tekstürel özellikler açısından önemli olan küçük buz kristallerinin yerini büyük buz kristalleri aldığında üründe kumumsu, yavan ve buzlu bir yapı oluşmaktadır (Dunhowe ve Hartel, 1996; Russell ve ark., 1999). Dondurma üretiminin önemli bir aşaması olan miksin soğutulması sırasında oluşan buz kristalleri, sertleştirme ve depolama aşamalarında daha da büyüyerek irileşmekte ve tüketim sırasında hissedilir boyuta ulaşmaktadır (Acı ve Özcan, 2008). Sütün önemli bir bileşeni olan laktozun dondurma gibi ürünlerde kristalize olması bu tür kusurların en önemlisini oluşturmaktadır. Bir gıdanın fizikokimyasal değişiminde, camsı geçiş özelliklerinin etkisi oldukça önemlidir. Ürünün su aktivitesi, bu özelliği etkileyen önemli bir parametredir. Su içeriğindeki değişim, laktoz ile su arasındaki hidrojen bağımlıdır. Bu değişim aynı zamanda dalga boyunu da etkiler. Bu nedenle üretim sırasında kristalleşme sıcaklığı ve camsı geçiş sıcaklıklarına dikkat edilmelidir. Kristalleşmenin yavaşlaması

veya hızlanması bu sıcaklıklara bağlıdır (Yetişemiyen ve Eren, 2009). Üretim sonrasında depolama süresince buz kristallerinin sayısı, boyutu ve şekli değişebilmektedir. Bu tür değişimler rekristalizasyon olarak bilinmekte olup, dondurma miksinin bileşimi, depolamada uygulanan sıcaklık değeri, donmadan kalan suyun yapı içerisindeki miktarı, kullanılan stabilizatör, emülgatör ve tatlandırıcı çeşitlerinin yanında bunların miktarları da bu oluşumda önemlidir (Donhowe ve Hartel, 1996). Ayrıca dondurma üretiminde kullanılan meyvelerin içerdiği lif miktarı, meyve şekeri miktarı ve çekirdekli yapısının da dondurma tekstürü üzerinde etkili olabileceği düşünülmektedir. Dondurma yapısını etkileyen en önemli faktörlerden biri ise üretim tekniği ile ilgilidir. Klasik pastane tipi dondurma makinesi ve moleküler dondurma üretim tekniğinin kullanıldığı bu araştırmada, kullanılan yöntemlerin ürün tekstür özelliklerini önemli derecede etkilediği gözlenmiştir.

Tekstür analizi, ürünün yapısal/mekaniksel özellikleriyle ilişkili olan önemli bir analizdir. Gıdalarda yapılan duyu analizler tanımlarken ürünün dış görünüş, yapı, tat-koku özellikleri tanımlamakta, eğitilmiş kişilerin algısına göre genellikle puanlama üzerinden değerlendirilmeler gerçekleştirilmektedir (Altuğ Onoğur ve Elmacı, 2011). Son yıllarda peynir, ekmek, kek gibi bir ürünlerin ağız içinde dişlerle uygulanan basınç sonucu algılanan çiğneme, sertlik, esneklik gibi özelliklerinin, süzme yoğurt, yoğurt, ayran gibi koyu kıvamlı ürünlerdeki akış özelliklerinin, dondurma, tereyağı veya yağlı peynirlerdeki yapışkan özelliklerin, cips, bisküvi, ekmek gibi ürünlerin dağılıbilirlik-gevreklik gibi çeşitli parametrelerinin incelendiği tekstür analizi her geçen gün daha da önem kazanmaktadır. Bir başka ifade ile ürünün dokusal, görsel ve işitsel reseptörler vasıtası ile algılanabilen, her türlü mekanik, geometrik ve yüzey özellikleri tekstür analizi ile gerçekleştirilebilmektedir (Gün ve Göküş, 2019).

Bu çalışmada üretim tekniklerinin yanısıra üretimde kullanılan çilek, karadut ve ahududu meyvelerinin ürün yapısında etkili olduğu görülmüştür. Çalışmada klasik pastane tipi dondurma üretim yöntemi ve moleküler tekniği ile sıvı nitrojen kullanılarak üretilen dondurmaların sertlik ve yapışkanlık parametrelerinin önemli derecede etkilendiği tespit edilmiştir. Daha öncede bahsedildiği gibi, miksin bileşiminde yer alan yağ, protein, laktoz miktarı dışında, stabilizatör, emülsüfyer ve

birçok çeşni maddesi kullanımı ile depolama koşulları dondurmanın yapısında önemli etkileri bulunan parametrelerdir. Özellikle miksin yağ oranı dondurmanın sert veya yumuşak olmasında önemli bir parametredir (Roland ve ark., 1999). Araştırmacılar farklı yağ içeriğine sahip mikslardan özellikle %7 ve %10 yağ içeren örneklerin %0.1 ve %3 yağ içeren örneklerden daha yumuşak bir yapıya sahip olduğunu belirlemişlerdir. Bununla birlikte birçok araştırmacı da hacim artışının dondurmanın sertliğini azaltma eğiliminde olduğunu belirtmektedir. Bunun nedeni, hacim artışı sağlarken dondurma matrisinde dağılan havanın, analizde kullanılan probun dokuya daha kolay nüfuz etmesi şeklinde ifade edilmektedir (Goff ve Hartel, 2013; Muse ve Hartel, 2004).

Bu çalışmada elde edilen verilere göre moleküler dondurma üretiminde sıvı azot kullanımının hızlı bir soğutma sağladığı görülürken, kolay eriyebilir ve yumuşak bir dondurma eldesine olanak sağladığı belirlenmiştir. Klasik pastane tipi dondurma makinasında elde edilen örneklerin ise daha sert bir yapıda olduğu ve daha uzun sürede erime gösterdiği tespit edilmiştir. Moleküler probiyotik dondurma üzerine yapılan bir çalışmada, dondurmaların daha yumuşak yapıda olduğu ve hızlı bir şekilde erime gösterdiği, bu nedenle butik işletmelerde yapılabileceği belirtilmektedir (Durlu Özkaya ve Onurlar, 2018).

Keçiboynuzu pekmezli dondurma üretiminde, farklı stabilizerleri kullanarak bunların dondurma kalitesi üzerine etkilerini belirleyen Badem (2006), %0,2 karagenan katılmış dondurmalarındaki sertlik değerini 157,316 N bulmuş, bunu sırası ile %0,1 oranında karagenan içeren dondurmaların (140,286 N) ve karagenan katılmamış (93,299 N) örneklerin takip ettiği belirtmiştir. Ksantan gam içeren dondurmalarda ise sertlik değeri kontrol örneğinde 104,738 N, %0,1 içeren örnekte 129,382 N, %0,2 içeren örnekte 156,780 N olduğu ve ksantan gam miktarı arttıkça dondurmanın sertlik değerinin arttığı belirlenmiştir. Araştırmada kullanılan stabilizatörlerin jelleştirme özelliğinin farklı olmasının, ürün sertlik derecesini önemli düzeyde etkilediği saptanmıştır.

Dondurmada delrin poiasetat silindirik prob kullanılarak yapılan ölçümler sonucunda, 4 U/g protein oranında transglutaminase içeren örneklerin kontrol

örneğine göre daha az sert olduğu belirlenmiştir. Bunun temel nedeni transglutaminaz enzimi ilavesinin dondurmada buz kristali oluşumunu engellediği, dolayısıyla dondurmanın sertleşmesini önlediği şeklinde ifade edilmiştir (Rossa ve ark., 2012).

Yağı azaltılmış (%5 yağ) dondurma miksine %65 süt proteini konsantratu, %0,2 ve %4 inulin yanısıra %0,3 ve %0,4 oranında stabilizer ve emülsüfiyer karışımı ileve edilerek üretilen dondurmaların sertlik analizi sonucunda stabilizer 25-IC80 içeren örneklerden %0,3 katkılı olanda 25,32 N, %0,4 katkılı olanda 25,07 N; stabilizer 6924 içeren örneklerde ise %0,3 katkılı olanda 22,37 N, %0,4 katkılı olanda 29,13 N sertlik değerleri ölçülmüştür (Mahdian ve Karazhian, 2013).

Kontrol örneği yanısıra, %1-4 arasında nar, kuşkonmaz ve sahleple içeren dondurma örneklerinde yapılan tekstür profil analizinde yapışkanlık değerleri kontrol örneğinde -125,71, nar içeren örnekte -190,23 ile -238,42, sahleple içeren örnekte ise -175,32 ile 214,52 arasında belirlenmiştir (Ali ve ark., 2015).

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında klasik tip dondurma makinesi ve sıvı nitrojen ile dondurma işleminin uygulandığı moleküler dondurma üretim tekniği ile meyveli dondurma üretimi gerçekleştirilmiş ve dondurmaların bazı kimyasal, biyokimyasal, fiziksel ve tekstürel özellikleri incelenmiştir. Çalışmada elde edilen bulgular aşağıda özet bir şekilde sunulmuştur.

- Dondurmaların pH, titrasyon asitliği, kuru madde, yağ, protein, kül miktarları hemen hemen aynı düzeyde tespit edilmiştir.
- Hacim artış oranının klasik ve moleküler dondurmada birbirine benzer değerlerde olması, moleküler dondurma tekniğinin de uygun bir yöntem olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Ancak standart bir üretim için, gastronomi mutfağında kullanılan yoğurma makinalarının paslanmaz çelikten olması ve makinanın özelliğine bağlı olarak hızının ve üretimde uygulanacak sürenin standardize edilmesi gereklidir.
- Moleküler dondurma örnekleri klasik tip dondurma örneklerinden çok daha kısa bir sürede erime göstermiştir. Bu nedenle restaurant, kafe veya benzeri hizmet alanlarında hızlı bir şekilde servis edilmesi gereklidir.
- Üretim tekniğinin ürün viskozite değerine etkisi önemsiz iken, meyve ilavesinin etkili olduğu gözlenmiştir. Özellikle lif içeriği yüksek meyvelerin moleküler dondurma üretiminde kullanımının daha uygun olacağı sonucuna varılmıştır.
- Ürünlerin toplam fenolik madde içerikleri üretim teknolojisindeki farklılıktan önemli derecede etkilenmemiştir. Bununla birlikte meyve çeşidinin DPPH⁺, antioksidan aktivitesine etkisi önemli bulunmuştur. Toplam fenolik asit miktarı analiz edilirken daha fazla fenolik madde standardı kullanılarak yöntem geliştirilmeli, sıvı nitrojen kullanımının farklı fenolik bileşikler üzerine etkisi etkisi incelenmelidir.
- TEAC antioksidan kapasitesi meyveli moleküler dondurma örneklerinde önemli derecede azalmıştır.
- Örneklerin uçucu aroma bileşen miktarları dondurma üretim yönteminin yanı sıra meyve çeşidinden de önemli derecede etkilenmiştir. Bu nedenle üretimde farklı meyve karışımları kullanılarak ürün antioksidan kapasitesi ve aroması artırılabilir. Ayrıca moleküler dondurma tekniğinde üretimde kullanılan meyve çeşitlerinin olgunluk derecelerine bağlı olan duyuusal, kimyasal, biyokimyasal ve tekstürel etkilerinin de araştırılması uygun olacaktır.
- Ürünlerin renk değerleri L* ve b* değerleri üretim yönteminden etkilenmemiş, a* değerlerinde önemli farklılık meydana gelmiştir. Bununla birlikte meyve çeşidinin renk üzerine etkisi de önemli bulunmuştur.
- Dondurmaların tekstür analizi sonucu üretim tekniğinin önemli derecede yapıyı etkilediği gözlenmiştir. Özellikle moleküler dondurmalarda buz

kristallerinin daha küçük olması, dondurmaların yumuşak yapıda kalmasında neden olmuştur. Klasik dondurma üretiminde ise daha sert bir yapının oluştuğu gözlenmiştir.

- Bütün sonuçlar göz önüne alındığında, meyveli moleküler dondurma üretiminin ürünün çeşitli özelliklerini koruduğu, hatta bazı yönlerden daha iyi sonuçlar elde edildiği tespit edilmiştir. Bu nedenle kolay ve hızlı bir şekilde servise hazırlanması nedeniyle birçok restaurant ve kafede tercih edilebilen bir ürün olacağı düşünülmektedir.



KAYNAKLAR

Acı C, Özcan T (2008). Dondurma üretiminde kristalizasyon ve rekristalizasyon mekanizması. Türkiye 10. Gıda Kongresi; 21-23 Mayıs 2008, Erzurum, 705-708.

Açu M (2014). Fonksiyonel özellikleri geliştirilmiş dondurma üretimi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, Türkiye, <https://tez.yok.gov.tr>. 150 s. (Erişim Tarihi: 12.04.2019).

Aime, D.B., Arntfield, S.D, Malcolmson, L.J. and Ryland, D., 2001. Textural analysis of fat reduced vanilla ice cream products. *Food Res. Int.* **34**, 237-246.

Akın MS (1990). İnek, Keçi ve Koyun Sütlerinden Üretilen Dondurmaların Kimyasal, Fiziksel ve Duyusal Özelliklerinin Saptanması Üzerine Karşılaştırmalı Bir Araştırma. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Adana, Türkiye, <https://tez.yok.gov.tr>, 91 s. (Erişim Tarihi: 12.04.2019).

Akın N (2009). Dondurma Bilimi ve Teknolojisi. Damla Ofset, Mart 2009, Konya, 425 s. ISBN No: 978-975-00594-1-4.

Aksoy M, Üner EH (2016). Rafine Mutfağın Doğuşu ve Rafine Mutfağı Şekillendiren Yenilikçi Mutfak Akımlarının Yiyecek İçecek İşletmelerine Etkileri. *Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, **3** (6):1-17.

Albayrak, A., Gün İ, Juric S., Tudor Kalit M, Kalit S (2017). Süt ürünlerinde mikroenkapsülasyon tekniğinin uygulanması ve ürün kalitesine etkisi. *Süt Dünyası*, **12** (66) 48-53.

Ali MN, Prasad S, Shukla S, Tirkey TJ (2015). Studies on rheological properties of herbal ice cream prepared by selected medicinal herbs. *International Journal of Multidisciplinary Res. Development*, **2** (3) 645-647.

Aliyev C (2006). Kefir ve yaban mersininin dondurmanın fizikokimyasal, duyusal ve mikrobiyolojik özelliklerine etkisi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Samsun, Türkiye, <https://tez.yok.gov.tr>, 83 s. (Erişim Tarihi: 12.04.2019).

Alizadeh M, Azizi-Lalabadi M, Kheirouri S (2014). Impact of using stevia on physicochemical, sensory, rheology and glycemic index of soft ice cream. *Food Nutr. Sci.*, **5**, 390-396.

Altuğ Onoğur T, Elmacı Y (2011). Gıdalarda Duyusal Değerlendirme. Sidas Medya, ISBN No: 9944566087 İzmir, 133 s.

Anonim (1992). Türk Standartları Enstitüsü. Dondurma – Süt Esaslı, TS 4265, Ankara,

Anonim (2011). Gıda Teknolojisi, Dondurma 541GI0025, Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, Ankara, 76 s.

Anonim (2013). TS 4265. Dondurma-Süt Esaslı. TSE (Türk Standartları Enstitüsü), Ankara.

Anonim (2016). Türkiye’de dondurma üretimi, Ambalajlı Süt ve Süt Ürünleri Sanayicileri Derneği (ASÜD), <https://www.asuder.org.tr/>, Erişim Tarihi; 12.04.2019.

Anonim (2019a). **Dondurma sektöründen dış pazar atağı!** <https://www.gidahatti.com/dondurma-sektorunden-dis-pazar-atagi-67112/> Erişim Tarihi: 13.07.2019

Anonim (2019b). Pastane tipi (Batch Freezer) dondurma makinesi <http://www.uguristanbul.com/ugur-udm-16-l3d-3-gozlu-dondurma-makinesi>, (Erişim Tarihi: 15.07.2019)

Anonim (2019c). Kesikli dondurucu, http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller/pdf/Dondurma.pdf (Erişim Tarihi; 15.07.2019)

Anonim (2019d). Sürekli tip dondurma makinesi, <https://www.kunalinternational.net/ice-cream-freezer-india.html>, Erişim Tarihi: 15.07.2019

Anonim (2019e). Pacotizing Unit, http://www.zanduco.com/UserFiles/File/Omcan/Food Processors/40530_Pacojet2.pdf, (Erişim tarihi: 17.07.2019).

Anonim (2019f). Pacojet, <https://www.klimatek.com/feature-brand-tr.cfm?bd=26>, Erişim Tarihi: 17.07.2019.

Anonim (2019g). Soft dondurma makinası, https://tr.aliexpress.com/item/32807818150.html?src=google&albslr=227297781&albch=shopping&acnt=494-037-6276&isdl=y&slnk=&plac=&mtctp=&albbt=Googleshopping&aff_platform=google&aff_short_key=UmeMJZVf&albagn=888888&albcpr=1626564367&albag=64738897867&trgt=296904914040&crea=tr32807818150&netw=u&device=c&gclid=Cj0KCQjwyLDpBRCxARIsAEENsrINQoSqw-IFGQw5nbUMR9oJ-CmroaiRGDbHcaWuetZ-jfNKLxsWvoaAvBQEALwwcB&gclsrc=aw.ds, (Erişim Tarihi: 15.07.2019).

Anonim (2019h). Tayland rulo (tava) dondurma, <https://montreal.eater.com/2016/5/19/11712874/pandan-creamery-thai-rolled-ice-cream-montreal>, (Erişim Tarihi: 15.07.2019).

Anonim (2019i). pH level of Foods. <http://www.indiacurry.com/chutney/foodphlevel.htm>. (Erişim Tarihi; 10.05.2019).

Anonymous, 2002. Official Methods of Analysis, 17th Ed., Association of Official Analytical Chemist Virginia, USA.

Antepüzümü F (2005). Bal ve glukoz şurubu kullanımının Kahramanmaraş tipi dondurmaların kalite üzerine etkileri, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 59 s.

Arabacı O, Tan U, Yıldız Ö, Tutar M. (2017). Effect of Different Harvest Times on Some Quality Characteristics of Cultivated Sahlep orchid *Serapias vomeracea* (Burm.fill.) *Brig. Int. J. Sec. Metabolite*, **4** (3):445-451.

Arbuckle W S (1986). Ice Cream, Fourth Edition. Chapman & Hall, New York.ABD, p: 125.

Arslaner A ve Salık MA (2017). Ceviz Ezmesi ve Dut Kurusu Tozu İlavesiyle Üretilen Düşük Kalorili Dondurmanın Bazı Kalite Niteliklerinin Belirlenmesi. *Atatürk Üni. Ziraat Fak. Derg.*, **48** (1) 57-64.

Atsan E, Çağlar A (2008). Dondurmanın Bazı Fiziksel ve Duyusal Özellikleri Üzerine Farklı Emülgatörlerin Etkisi, *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.* **39** (1) 75-81.

Ayar A, Sıçramaz H, Öztürk S, Öztürk Yılmaz S (2018). Probiotic properties of ice creams produced with dietary fibres from by-products of the food industry. *Int. J Dairy Techn.*, **71** (1):174-182.

Badem A (2006). Keçiboynuzu pekmezli dondurma üretiminde kullanılan karragenan, ksantan ve keçiboynuzu zamlarının dondurmaların kaliteleri üzerine etkisi. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği ABD, Yüksek Lisans Tezi, Antalya, <https://tez.yok.gov.tr>, 82 s. (Erişim Tarihi: 12.04.2019).

Balthazar CF, Silva HLA, Esmerino EA, Rocha RS, Moraes J, Carmo MAV, Azevedo L, Camps I, K D Abud Y, Sant'Anna C, Franco RM, Freitas MQ, Silva MC, Raices RSL, Escher GB, Granato D, Senaka Ranadheera C, Nazarro F, Cruz AG. (2018). The addition of inulin and *Lactobacillus casei* 01 in sheep milk ice cream. *Food Chem.*, **246**, 464-472.

Başığit G, Karahan AG, Çakmakçı ML. (2005). Probiyotik olma özelliği taşıyan laktik asit bakterilerinin dondurma üretiminde kullanılması, *Gıda Derg.*, **30** (6) 419-424.

Bayram E, Kırıcı S, Tansı S, Yılmaz G (2010). Tıbbi ve aromatik bitkilerin üretimini artırılması olanakları. Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-I, **437**, 11-15.

Biasutti M, Venir E, Marino M, Maifreni M, Innocente N (2013). Effects of high pressure homogenisation of ice cream mix on the physical and structural properties of ice cream. *Inter. Dairy J*, **32** (1):40-45.

Bowen-Forbes C S, Zhang Y, Nair M G (2010). Anthocyanin content, antioxidant, anti-inflammatory and anticancer properties of blackberry and raspberry fruits. *J Food Comp. Analysis*, **23**, 554-560.

Büyüküncel E (2013). Toplam fenolik içerik ve antioksidan kapasite tayininde kullanılan başlıca spektrofotometrik yöntemler, *Marmara Pharm J*, **17**, 93-103.

Carpuraso N, Formisano D (2016). Developments, Applications, and Trends of Molecular Gastronomy Among Food Scientists and Innovative Chefs. *Food Reviews Inter.*, **32** (4) 417-435.

Casarotto A, Lundgren K, Wolfgang E (2015). Effects of composition and flavor on viscoelastic properties of ice cream. Worcester Polytechnic Institute, Lisans Bitirme Tezi, Worcester, Massachusetts, 64 s.

Cemeroğlu AP, Cemeroğlu BS (1998). Sağlık açısından gıda fenolikleri. *Gıda Tekn.*, **3** (9):52-55.

Cemeroğlu B (2007). Gıda analizleri, gıda teknolojisi derneği yayınları no: 34, Bizim Büro Basımevi, ISBN: 978-975-98578-3-7, Ankara, **535 s.**

Chang Y, Hartel RW (2002). Development of air cells in a batch ice cream freezer. *J Food Eng*, **55**, 71- 78.

Christiansen JR, Edelsten CD, Nielsen EW (1996). Some properties of ice cream containing *Bifidobacterium bifidum* and *Lactobacillus acidophilus*. *Milchwissenschaft*, **51**, 502–504.

Cousins J, O’Gorman K, Stierand M (2010). Molecular Gastronomy: Cuisine Innovation or Modern Day Alchemy?. *Inter. J Contemporary Hospitality Manag.*, **22** (3)399-415.

Cömert M ve Çavuş O (2016). Moleküler Gastronomi Kavramı (The Concept of Molecular Gastronomy). *J Tourism Gastronomy Studies*, **4** (4) 118-131.

Çeliker MB (2008). Alıç meyvesinin pekmeze işlenerek dondurma üretimine ilavesiyle dondurmanın kalite kriterleri üzerine etkileri, Afyon Kocatepe Üni. Fen Bilimleri Ens. Gıda Mühendisliği ABD, Yüksek Lisans Tezi, Afyon, <https://tez.yok.gov.tr>, **74 s.** (Erişim Tarihi: 12.04.2019).

Çetin Abay S (2017). Dondurma üretiminde stabilizör olarak konjak bitkisi (*Amorphophallus konjac*) sakızının sahlep (*Orchidaceae*) yerine kullanabilme olanaklarının araştırılması. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, <https://tez.yok.gov.tr>, **93 s.** (Erişim Tarihi: 12.04.2019).

Dayısoylu KS, Karaman N, Yener A (2010). Dondurma Teknolojisinde Maraş Dondurmasının Yeri ve Önemi. ‘The First International Symposium on Traditional Foods from Adriatic to Caucasus’ April, 15-17, Proceedings Book, p1092, 117-120, Tekirdağ, Turkey.

Dervişoğlu M, Yazıcı F (2006). The Effect of Fibre on the Physical, Chemical and Sensory Properties of Ice Cream. *Food Sci. Tech. Int.* **12** (2) 159-164.

Dervişoğlu M, Yazıcı F, Aydemir O (2005). The effect of soy protein concentrate addition on the physical, chemical, and sensory properties of stawberry flavored ice cream. *European Food Res.Tech.*, **221**, 446-470.

Desrioser NW (1977). Elements of food technology, The Avi Pub.Comp. In. Wesport, Connecticut, ABD, 772 s.

Donhowe DP, Hartel RW (1996). Recrystallisation of ice cream during controlled accelerated storage. *Int. Dairy J*, **6**, 1191-1208.

Durak M (2006). Yoğurt Dondurmasının Fizikokimyasal, Duyusal ve Mikrobiyolojik Özelliklerine Yaban Mersinin Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, <https://tez.yok.gov.tr>, **83** s. (Erişim Tarihi: 12.04.2019).

Durlu Özkaya F, Onurlar B (2018). Probiyotik moleküler dondurma, (Molecular Probiotic Ice Cream), *J Tourism Gastronomy Stud.*, **6** (3) 154-168.

Erdoğan F (2013). Mikroenkapsüle edilen nar kabuğu fenolik bileşiklerinin dondurma üretiminde kullanım olanaklarının araştırılması. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri, Türkiye, <https://tez.yok.gov.tr>, **78** s. (Erişim Tarihi: 12.04.2019).

Evrensel S, Güneş E (1998). Bursa'da tüketilen dondurmaların kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesi. *Gıda*, **23** (4) 261-265.

Faydaoğlu E, Sürücüoğlu MS (2011). History of the use of medical and aromatic plants and their economic importance. *Kastamonu Üni. J Forestry Faculty*, **11** (1) 52-67.

Giri A, Ramachandra Rao H, Ramesh V (2014). Effect of partial replacement of sugar with stevia on the quality of kulfi, *J Food Sci Techn.*, **51** (8) 1612-1616.

Goff HD, Verespei E, Smith AK (1999). A study of fat and air structures in ice cream. *Inter. Dairy J*, **9**, 817829.

Goraya RK, Bajwa U (2015). Enhancing the functional properties and nutritional quality of ice cream with processed amla (Indian gooseberry), *J Food Sci Technol*, **52** (12) 7861–7871.

Gökçe NP (2011). Doğanın mucize şifalı bitkileri, Sis yayıncılık, Topkapı, İstanbul, ISBN: 978-975-6938-51-5, 3. Baskı, s: 124

Gökçebağ Ö (2004). Endüstriyel dondurma üretiminde farklı kuru madde, stabilizatör ve hava (overrun) kullanımının miks ve son ürün kalitesi üzerine etkileri. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği ABD, Tekirdağ, Yüksek Lisans Tezi, <https://tez.yok.gov.tr>, **50** s. (Erişim Tarihi: 12.04.2019).

Gönç S, Oktar E ve Enfiyeci A S (1988). Dondurmalarda Süt Yağı Yerine Bitkisel Yağ Kullanım Olanakları Üzerine Bir Araştırma. *Ege Üni. Ziraat Fak. Derg.*, **25** (1) 10–22.

Gün İ, Göküş A (2019). Tekstür analizleri, Süt ve Ürünlerinde Laboratuvar Uygulamaları-Analiz Yöntemleri (Ed: Kırdar SS), Sidas Medya, İzmir (Basımda).

Gürsel A, Gürsoy A, Ceylan MS (1997). Kahramanmaraş-Type ice cream: traditional dairy product and some of its properties, ice cream. International Dairy Federation Symposium. 18-19 September, 194 p.

Gürsel A, Karacabey A (1998). Dondurma Teknolojisine İlişkin Hesaplamalar, Reçeteler ve Kalite Kontrol Testleri. Ankara Üniv. Zir. Fak. Yayınları: 1498. Yardımcı Ders Kitabı: 452, Ankara.

Gürsel A, Karacabey A (1998). Dondurma teknolojisine ilişkin hesaplamalar, reçeteler ve kalite kontrol testleri. Ankara Ü. Ziraat F. Yayınları No:1498, Yardımcı Ders Kitabı No:452, Süt Teknolojisi B. A. Ü. Basımevi, Ankara.

Gürsoy A (2013). Dondurma Teknolojisi, Süt Teknolojisi (Ed: Yetişemeyen, A.), Ankara Üniversitesi Ziraat Fak. Yayın No: 1560, Ankara Üni. Basımevi, ISBN No: 978-975-482-750-7, 300 s.

Güven M, Karaca OB, Kaçar A (2002). Keçiboynuzu Sakızı ve Diğer Stabilizerlerle Kombine Kullanımının Kahramanmaraş Tipi Dondurmaların Fizikokimyasal ve Duyusal Nitelikleri Üzerine Etkileri. TÜBİTAK Proje No:TARP-2532. Adana.

Güven M, Karaca OB, Yaşar K. (2010). Düşük yağ oranlı kahramanmaraş tipi dondurma üretiminde farklı emülgatörlerin kullanımının dondurmaların özellikleri üzerine etkileri. *Gıda*, **35** (2) 97-104.

Hagen M, Narvhus JA (1999). Production of ice cream containing probiotic bacteria. *Milchwissenschaft*, **54** (5) 265-268.

Ivanova S, Lewis R (2012). Producing Nitrogen Via Pressure Swing Adsorption. *Chem.l Eng. Prog.*, **108** (6) 38-42.

Ivanovic S, Mikinac K, Perman L (2011). Molecular gastronomy in function of scientific implementation in practice, *UTMS J. Economics*, **2** (2) 139–150.

İnal T (1992). Süt ve Süt Ürünleri Hijyen ve Teknolojisi. Final Ofset. İstanbul

İncegül Y (2018). Adaçayı distilasyonu sonrası suda çözünen materyalin geri kazanımı ve materyallerin dondurma ve kek üretiminde kullanımı. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri, <https://tez.yok.gov.tr>, **137** s. (Erişim Tarihi: 12.04.2019).

Januário JGB, Oliveira AS, Dias SS, Klososki SJ, Pimentel TC (2018). Kefir ice cream flavored with fruits and sweetened with honey: physical and chemical characteristics and acceptance. *Inter.l Food Res. J.*, **25** (1) 179-187

Jeong HS, Chung H, Song SH., Kim C., Lee JG, Kim YS (2015). Validation and Determination of the Contents of Acetaldehyde and Formaldehyde in Foods. *Toxicol. Res.* **31** (3) 273-278.

Kaçar A, Şahan N (2004). Yağ ikame maddeleri kullanılarak üretilen enerjisi azaltılmış dondurmaların kimyasal özellikleri. *HR. Ü.Z.F. Dergisi*, **8** (1) 7-13.

Karaman N (2011). Sahlep ve bazı stabilizatörlerin maraş dondurmasının çeşitli nitelikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, Türkiye, <https://tez.yok.gov.tr>, **94 s.** (Erişim Tarihi: 12.04.2019).

Keçeli T (1995). Farklı stabilizer maddelerin inek ve keçi sütlerinden yapılan dondurmaların bazı niteliklerine etkileri üzerinde karşılaştırmalı bir araştırma. Ç.Ü. Fen Bilimleri, Yüksek Lisans Tezi, Adana, <https://tez.yok.gov.tr>, **85 s.** (Erişim Tarihi: 12.04.2019).

Keçeli T, Konar A (2003). Sahlep ve alternatif bazı stabilizör maddelerin inek sütünden yapılan dondurmaların özelliklerine olan etkileri. *Gıda*, **28** (4), 415-419.

Keller S E, Fellows J W, Nash T C ve Shazer W H (1991). Formulation of Aspartame- Sweetened Frozen Dairy Dessert Without Bulking Agent. *Food Technology*, **45** (2) 102-106.

Kesenkaş, H., N, Akbulut., Yerlikaya, O., Akpınar, A ve Açu, M. (2013). Kefir Dondurması Üretiminde Soya Sütünün Kullanım Olanakları Üzerine Bir Araştırma. *Ege Üni. Ziraat Fak. Derg.* **50** (1) 1-12.

Keskin M, Setlek P, Demir S (2017). Use of Color Measurement Systems in Food Science and Agriculture, Int. Advanced Res. Eng. Congress, 16-18 November 2017, Osmaniye, Türkiye, 2350-2357.

Kır R (2007). Farklı tip yağ kullanımının dondurmanın fiziksel, kimyasal ve duyu kalite özellikleri üzerine etkisi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Konya, Türkiye, <https://tez.yok.gov.tr>, **68 s.** (Erişim Tarihi: 12.04.2019).

Kırımhan EÜ (2011). Mikrobiyel Transglutaminaz Enziminin Yoğurt Dondurması Üretiminde Kullanımı, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. Ankara. <https://tez.yok.gov.tr>, **82 s.** (Erişim Tarihi: 12.04.2019).

Kırmacı HA, Kuşçu H, Atasoy F (2014). Farklı Oranlarda Prebiyotik Lif İçeren Stevia Özü İlavesinin Probiyotik Dondurmanın Kalite Özellikleri Etkisi. *Harran Tarım ve Gıda Bilim. Derg.*, **18** (3) 48-59.

Kivela J, Crotts CJ (2006). ‘‘Gastronomy’s Influence on How Tourists Experience a Destination ‘. *J Hospitality Tourism Res.*, **30**, 354.

Koçak C (1982). Dondurma Teknolojisi. İçinde: Süt ve Mamülleri Teknolojisi. SEGEM Sınai Eğitim ve Geliştirme Merkezi Genel Müdürlüğü, **103**, 224 - 238, Ankara- Çankırı.

Koçan D (1999). Vanilyalı dondurma üretiminde Quest Admul MG 4143 emülgatörünün farklı kullanım oranlarının dondurma niteliklerine etkisi. Ankara üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Süt Teknolojisi ABD, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 78 s.

Konar A (1991). Süt Teknolojisi. Çukurova Üniversitesi. Ziraat Fak. Ders Kitabı No:63 Çukurova Üni. Basımevi, Adana.

Koyun A (2009). Endüstriyel dondurma üretiminde yağsız süt tozu yerine, peyniraltı suyu protein konsantresi kullanımının dondurmaya uygunluğunun araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üni. Fen Bilimleri Ens., Gıda Mühendisliği AnabiDalı, Tekirdağ, <https://tez.yok.gov.tr>, **41 s.** (Erişim Tarihi: 12.04.2019).

Lim SY, Swanson BG, Ross CF, Clark S (2008). High hydrostatic pressure modification of whey protein concentrate for improved body end texture of low fat ice cream. *J Dairy Sci*, **91**, 1308-1316.

Mahdian E, Karazhian R (2013). Effects of fat replacers and stabilizers on rheological, physicochemical and sensory properties of reduced-fat ice cream, *J. Agr. Sci. Tech.*, **15**, 1163-1174.

Martinous SI, Zerfiridis GK (1990). Effect of some stabilizers on textural and sensory characteristics of yoğurt ice cream from sheep's milk, *J Food Sci*, **55** (3) 703-707.

Martysiak-Zurowska D, Wenta W (2012). A comparison of ABTS and DPPH methods for assessing the total antioxidant capacity of human milk. *Acta Sci Pol. Technol. Aliment.* **11**, 83-99.

Miller NJ, Rice-Evans CA, Davies M, Gopinathan V, Milner A (1993). A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates, *Clinical Sci.*, **84** (4):407-412.

Mukhopadhyay M, Mukherjee A, Chakrabarti J (2000). In Vivo Cytogenetic Studies on Blends of Aspartame and Acesulfam – K. *Food and Chem. Toxicology*, **38**, 75-77.

Muse MR, Hartel RW (2004). Ice cream structural elements that affect melting rate and hardness. *J Dairy Sci* **87**, 1–10

Nacz M, Shahidi F (2004). Extraction and analysis of phenolic in food, *J Chrom. A* **1054** (1-2) 95-11.

Natisri S, Mahattanatawee K, Thaiudom S. (2014). Improving the Flavor of Soy Ice Cream by Adding Lemongrass or Pandan Leaf Extracts, *Special Issue on Food and App. Biosci.*, **13** (1) 469-482.

Nishina A, Kubota K, Kameoka H, Osawa T (1991). Antioxidizing component. Musizin, in *Rumex Japonicus* Houtt. *J. A. Oil. Chem. Soc.* **68**, 735-739.

Onurlar B (2017). Moleküler gastronomi tekniği kullanarak probiyotik dondurma üretimi. Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Gastronomi Ve Mutfak Sanatları Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Ankara, <https://tez.yok.gov.tr>, **129** s. (Erişim Tarihi: 12.04.2019).

Özcan T, Kurdal E (1997). Bursa ili merkezinde satılan meyveli dondurmaların kimyasal ve mikrobiyolojik nitelikleri üzerine araştırma. *Gıda*, **22** (3) 217-225.

Özcan T, Altun B (2013). Süt Ürünlerinde Probiyotik Bakterilerin Mikroenkapsülasyonu I: Enkapsülasyon Teknikleri. *U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, **27** (2) 93-104.

Özel K, Durlu Özkaya F (2016). Moleküler Gastronomide Zeytinyağı. *Zeytin Bilimi* **6** (2) 49-59.

Özel, E (2018). Farklı basınç ve sıcaklık derecelerinde homojenize edilen dondurma karışımlarından üretilen dondurmaların fizikokimyasal ve duyu özelliklerinin belirlenmesi. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği ABD, Yüksek Lisans Tezi, Antalya, <https://tez.yok.gov.tr>, **98** s. (Erişim Tarihi: 12.04.2019).

Öztürk, A (1969). Ankara'da işlenen dondurmaların yapıları ve genel özellikleri üzerinde araştırmalar. Ankara Üni. Basımevi, **95** s.

Pehlivan M ve Güteryüz M (2004). Ahududu ve böğürtlenlerin insan sağlığı açısından önemi, *Bahçe* **33** (1-2) 51-57.

Pelaes Vital AC, Santos NW, Matumoto-Pintro PT, DA Silvascapim MR, Madrona GS (2017). Ice cream supplemented with grape juice residue as a source of antioxidants, *Inter. J Dairy Techn.*, **71** (1) 183-189.

Ranadheera CS, Evans CA, Adams MC, Baines SK (2013). Production of probiotic ice cream from goat's milk and effect of packaging materials on product quality. *Small Ruminant Res.*, **112**, 174-180.

Riber Nielsen M (1990). Natural Colours for ice cream. *Scandinavian Dairy Information*, **4**(4) 56-58.

Roland AM, Phillips LG, Boor KJ (1999). Effects of fat content on the sensory properties, melting, color, and hardness of ice cream, *J Dairy Sci* **82**, 32-38.

Rossa PN, Burin VM, Bordignon-Luiz MT (2012). Effect of microbial transglutaminase on functional and rheological properties of ice cream with different fat contents, *Food Sci. Tech.* **48**, 224-230.

Russell AB, Cheney PE, Wantling SD (1999). Influence of freezing conditions on ice crystallization in ice cream. *J Food Eng.* **39**, 179 - 191.

Sangle Jagdish K, Sawate Arvind R, Shirale Deepak O, Rodge Ashok B (2014). Effect of guar gum on viscosity of ice cream, *Asian J. Dairy Food Res*, **33** (4) 259-262.

Santich B (2004). The Study Of Gastronomy and its Relevance to Hospitality Education and Training. *Inter. J Hospitality Manag.*, **23** (1):15-24.

Segall KI, Goff HD (2002). A modified ice cream processing routine that promotes fat destabilization in the absence of added emulsifier. *Int Dairy J*, **12**, 1013-1018.

Shahidi F, Naczki M (1995). Food Phenolics, Chemistry, Effects, Applications. Technomic, USA. p: 195.

Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventos RM (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent, *Methods Enzymol.*, **299**, 152-178.

Skerget M, Kotnik P, Hadolin M, Hras A, Simonic M, Knez Z (2005). Phenols, proanthocyanidins, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities. *Food. Chem.* **89**, 191-198.

Snitkjær P (2010). Investigations of meat stock from a Molecular Gastronomy perspective, Doktora Tezi, Kopenhag Üniversitesi, Danimarka, p: 78

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.

Syed QA, Anwar S, Shukat R, Zahoor T (2018). Effects of different ingredients on texture of ice cream, *J Nutr. Health Food Eng.*, **8** (6) 422-435.

Şen MA (2016). Türkiye'nin değişik yörelerinden toplanan orkidelerden elde edilen sahleplerin özelliklerinin belirlenmesi ve geleneksel yöntemle maraş usulü dondurma yapımında ürün kalitesine etkilerinin araştırılması, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği ABD, Doktora Tezi, Tekirdağ, <https://tez.yok.gov.tr>, **146 s.** (Erişim Tarihi: 12.04.2019).

Şimşek B, Gün İ (2012). Çeşnili Dondurmaların Bazı Kimyasal Ve Reolojik Özelliklerinin Değerlendirilmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Proje Birimi Proje No:2739-M-11 Proje sonuç raporu, 50 s. (Basılmamıştır)

Şimşek O, Tuncay İ, Bilgin B (2006). Endüstriyel Dondurma Üretiminde Farklı Stabilizatör Kullanımının Dondurma Kalitesine Etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fak. Der.*, **3** (1) 55-63.

Tekinşen C (1993). Dondurma Üretim Teknolojisi. Selçuk Üniversitesi Basımevi, Konya, ISBN NO: 975-95678-0-6, **119 s.**

Tekinşen KK, Güner A (2009). Kahramanmaraş Yöresinde Yetişen Sahlelerin Kimyasal Bileşiminin ve Bazı Fizikokimyasal Niteliklerinin Araştırılması. S.Ü. BAP Proje No: 06401061, Konya.

Tekinşen OC (1993). Dondurma Üretim Teknolojisi. Selçuk Üniversitesi Basımevi, Konya. **119 s.**

Tekinşen OC (2000). Süt Ürünleri Teknolojisi (3. baskı). Selçuk Üniv. Basımevi, Konya, **329 s.**

Tekinşen OC, Karacabey A (1984). Bazı stabilizer karışımlarının Kahramanmaraş tipi dondurmanın fiziksel ve organoleptik nitelikleri üzerine etkisi. TÜBİTAK Proje No:VHAG-594, Ankara, 48 s.

Tekinşen OC, Tekinşen KK (2008). Dondurma. Selçuk Üniversitesi Basımevi. Konya.

This H (2006). Food for tomorrow? *European Molecular Biology Organization Reports*, **7**, 1062-1066.

Tidona F, Cortellino G, Charfi I, Rizzolo A, Carminati D (2017). Functional properties of a strawberry ice cream based on donkey milk and lactic acid bacteria. *Nutri Food Sci Int J* **3** (3):1-5.

Türkmen N, Gürsoy A (2017). Fonksiyonel dondurma, *Akademik Gıda*, **15** (4) 386-395.

Ullah R, Nadeem M, Ayaz M, Tayyab M, Imran M, Sajid R (2015). Antioxidant Characteristics of Ice Cream Supplemented with Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) Juice. *Food Sci. Biotechnol.* **24** (4) 1227-1232.

Uludağ P (2010). Türkiye’de dondurma sektörü, tüketici eğilimleri ve firmalar arası rekabet. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, Türkiye, **177 s.**

Uraz T (1979). Ankara’da tüketime sunulan sade dondurmaların bazı nitelikleri üzerinde araştırma. Ankara Üni. Ziraat Fak. Yıllığı, **28**, 994-1005.

Uzkuç H, Marangoz Fİ, Karagül Yüceer Y, Kırca Toklucu K (2016). Karadut suyu uçucu bileşenleri üzerine ısı işleminin etkisi, Türkiye 12. Gıda Kongresi 05-07 Ekim 2016; Edirne, s: 103.

Ünlütürk A ve Turantaş F (2003). Gıda Mikrobiyolojisi. (3. Baskı). Ege Üniv. Ege Meslek Yüksekokulu. Ege Üniversitesi, Bornova-İzmir.

- **Vega C, Ubnik J (2008).** Molecular gastronomy: A food fad or science supporting innovative cuisine?, *Trends in Food Sci. Techn.* **19** (7) 372-382.

Wang H, Wang J (2016). An analysis on the influence of the molecular gastronomy on the chinese cooking development. *J Culinary Sci. Tech*, **14** (3):191-197.

Yaşlı B. (2010). *Lactobacillus acidophilus* KPb1 ve *Lactobacillus reuteri* NRRLB-14171 probiyotik kültürlerinin koazervasyon yöntemi ile kaplanması ve dondurmaya ilavesinin kültürlerin canlılık düzeyleri üzerine etkisinin incelenmesi. Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bolu. <https://tez.yok.gov.tr>., **85 s.** (Erişim Tarihi: 12.04.2019).

Yavaş Sarioğlu A (2015). Düşük kalorili dondurma üretiminde doğal tatlandırıcı olarak stevya ekstraktı kullanımının ürünün kalite kriterleri üzerine etkisi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Süt teknolojisi ABD, Doktora Tezi, İzmir, <https://tez.yok.gov.tr>., **127 s.** (Erişim Tarihi: 12.04.2019).

Yeşilsu AF (2006). Dondurmanın fiziksel, kimyasal ve duyu özellikleri üzerine bazı pekmez çeşitlerinin etkisi, Ondokuz Mayıs Üni. Fen Bilimleri Ens., Yüksek Lisans Tezi, Samsun, <https://tez.yok.gov.tr>., **101 s.** (Erişim Tarihi: 12.04.2019).

Yetişemiyen A, Eren Ö (2009). Laktoz kristalleşmesinin fizikokimyası, *Gıda*, **34** (4) 231-237.

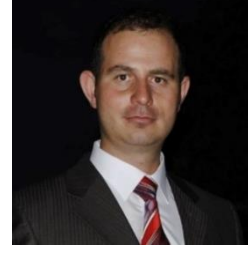
Yılmaz H, Bilici S (2013). Yemeğin kimyası: Moleküler gastronominin dünü, bugünü ve yarını. *J Tourism Gastronomy Studies*., **4** (1) 20-25.

Yöney Z (1968). Dondurma teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt ve Mamülleri Kürsüsü Yayınları: 360, Ders Kitabı:124, Ankara.

Yücel Şengün İ, Yücel E. (2015). Yabani meyvelerin antimikrobiyal özellikleri, *Biological Diversity and Conservation*, **8** (1) 69-77.

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Mehmet AYDIN
Doğum Yeri ve Yılı : Ulubey 02.01.1991
Medeni Hali : Bekar
Yabancı Dili : İngilizce
Uyruğu : T.C
Telefon Numarası : 05303031164
Elektronik Posta : mehmet_aydin9164@hotmail.com
İletişim Adresi: Avgan Mahallesi Çalışkanlar Küme Evleri No:38 Ulubey/UŞAK



Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl):

Lisans: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Ana Bilim Dalı /2010-2015

Yüksek Lisans: Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Hayvansal Ürünler Hijyen Ve Teknolojisi Programı / 2016-2019

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl (Mesleki Deneyim):

1. Uşak Süt Gıda Ürünleri San. ve Tic. A.Ş./2016-2019
2. Agrimeks Tarım Hayvancılık ve İnşaat Ltd. Şti. / 2019- ...

Yayınları (SCI ve diğer makaleler):

1. **Gürsoy A, Anlı EAK, Aydın M, Gursel A (2016).** Some Properties of A Traditional Cheese From Aegean Region in Türkiye. 'IDF Parallel Symposia Cheese Science and Technology ' April, 11-13. Dublin/İrlanda.
2. **Gün İ, Albayrak A, Arslan AS, Aydın M (2017).**The Use Of Cloves In Akçakatik Cheese, I. International Congress on Medical and Aromatic Plants "Natural and Healthy Life", 10-11 Mayıs 2017, Konya,
3. **Gün İ, Arslan AS, Aydın M, Albayrak A, (2017).**Using Aromatic Plants In Traditional Dairy Products, I. International Congress on Medical and Aromatic Plants "Natural and Healthy Life", 10-11 Mayıs 2017, Konya.4.
4. **Gün İ, Aydın M, Durlu Özkaya F (2017).** Farklı Üretim Parametrelerinin Süt Reçelinin Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi, 1. Ulusal Sütçülük Kongresi, 25-26 Mayıs, Ankara, 55 s.
5. **Aydın M, Şanlı S, Sardoğan S, Gün İ (2019).** Meyveli ve Klasik Dondurmalarda Fenolik Madde Analizi İçin Yeni Bir HPLC Metodunun Geliştirilmesi. 2. Ulusal Sütçülük Kongresi. 25-26 Nisan. İzmir.