



**HAVUÇ PÜRESİ İLAVESİNİN PROBİYOTİK
DONDURMANIN FİZİKSEL, KİMYASAL ve
DUYUSAL ÖZELLİKLERİ ile *Bifidobacterium*
BB-12'nin CANLILIĞI ÜZERİNE ETKİSİ**

Kübra TAŞBAŞI

Danışman: Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI
Yüksek Lisans Tezi
Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı
2022

(Her hakkı saklıdır)

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

**HAVUÇ PÜRESİ İLAVESİNİN PROBİYOTİK DONDURMANIN FİZİKSEL,
KİMYASAL ve DUYUSAL ÖZELLİKLERİ ile *Bifidobacterium* BB-12'nin CANLILIĞI
ÜZERİNE**

(The Effect of the Addition of Carrot Puree on Physical, Chemical and Sensory Properties of
Probiotic Ice Cream and Viability of *Bifidobacterium* BB-12)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kübra TAŞBAŞI

Danışman: Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI

Erzurum
Haziran, 2022



FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Graduate School of Natural and
Applied Sciences

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü
TEZ KABUL VE ONAY TUTANAĞI

**HAVUÇ PÜRESİ İLAVESİNİN PROBİYOTİK DONDURMANIN FİZİKSEL, KİMYASAL
ve DUYUSAL ÖZELLİKLERİ ile *Bifidobacterium* BB-12'nin CANLILIĞI ÜZERİNE
ETKİSİ**

Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI danışmanlığında, Kübra TAŞBAŞI tarafından hazırlanan bu çalışma, 06/06/2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Gıda Mühendisliği Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak **oybirliği / oyçokluğu (3/3)** ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı	Prof. Dr. Mustafa ŞENGÜL <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Danışman:	Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Jüri Üyesi:	Dr. Öğr. Üyesi Engin GÜNDOĞDU <i>Gümüşhane Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır

Enstitü Yönetim
Kurulunun .../.../.... tarih
ve sayılı kararı.

Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

Prof.Dr. Saltuk Buğrahan CEYHUN
Enstitü Müdürü
Aslı ıslak imzalıdır

Bu çalışma BAP projeleri kapsamında desteklenmiştir (Proje No: 8655)

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildiriş, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU

Yüksek Lisans Tezi olarak Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI danışmanlığında sunulan “Havuç Püresi İlavesinin Probiyotik Dondurmanın Fiziksel, Kimyasal ve Duyusal Özellikleri ile *Bifidobacterium* BB-12'nin Canlılığı Üzerine Etkisi” başlıklı çalışmanın tarafımızdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını, yararlanılan eserlerin kaynakçada gösterildiğini, Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından belirlenmiş olan Turnitin Programı benzerlik oranlarının aşılmadığını ve aşağıdaki oranlarda olduğunu beyan ederiz.

Tez Bölümleri	Tezin Benzerlik Oranı (%)	Maksimum Oran (%)
Giriş	5	30
Kuramsal Temeller	19	30
Materyal ve Yöntem	22	35
Bulguları ve Tartışma	16	20
Sonuçlar ve Öneriler	11	20
Tezin Geneli	18	25

Not: Yedi kelimeye kadar benzerlikler ile Başlık, Kaynakça, İçindekiler, Teşekkür, Dizin ve Ekler kısımları tarama dışı bırakılabilir. Yukarıdaki azami benzerlik oranları yanında tek bir kaynaktan olan benzerlik oranlarının %5'den büyük olmaması gerekir.

Beyan edilen bilgilerin doğru olduğunu, aksi halde doğacak hukuki sorumlulukları kabul ve beyan ederiz.

Tez Yazarı (Öğrenci)	Tez Danışmanı
Kübra TAŞBAŞI	Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI
16.6.2022	16.6.2022
İmza:	İmza:

* Tez ile ilgili YÖKTEZ'de yayınlamasına ilişkin bir engelleme var ise aşağıdaki alanı doldurunuz.

☐ Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesi sebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun/....../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) yıl süreyle engellenmiştir.

☒ Enstitü Yönetim Kurulunun/....../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) ay süreyle engellenmiştir.

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitimim boyunca bana yol gösteren, tez çalışmamda konu seçiminden projelendirilmesine, yürütülmesi ve yazımı dâhil her aşamasında bilgi ve tecrübesiyle desteğini ve hoşgörüsünü esirgemeyen, dondurma örneklerinin üretimleri aşamasında yaşadığımız beklenmedik aksaklıklar nedeniyle, COVID-19 sürecinde sokağa çıkma yasağına rağmen, her türlü riski alarak çare arayan, üzerimde büyük emeği olan değerli danışman hocam Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI'ya

Bu araştırmayı maddi olarak destekleyen Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne (BAP, Proje No: 8655),

Dondurma örneklerinin üretimine imkânı veren Altın Pastanesi Yetkilisi Salih TÜNÇAY Beye,

Çalışmalarımın üretim, analiz ve verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi aşamasında yardımını ve birikimini esirgemeyen, Doktora öğrencisi Mehmet Ali SALIK'a,

Dondurma örneklerinin duysal değerlendirilmesi için emek ve zaman ayıran değerli hocalarım, arkadaşlarım ve diğer katılımcılara,

Her zaman olduğu gibi bu süreçte de yanımda olan, varlıklarıyla beni her daim mutlu eden aileme,

Tüm içtenliğimle teşekkür ederim.

Kübra TAŞBAŞI

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAVUÇ PÜRESİ İLAVESİNİN PROBİYOTİK DONDURMANIN FİZİKSEL, KİMYASAL ve DUYUSAL ÖZELLİKLERİ ile *Bifidobacterium* BB-12'nin CANLILIĞI ÜZERİNE ETKİSİ

Kübra TAŞBAŞI

Danışman: Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI

Amaç: Bu araştırmada, havuç püresi (HP) ve probiyotik bakteri (*Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12) kombinasyonları ile farklı dondurma çeşitleri üretilmiştir. Böylece; başta çocuklar olmak üzere, her yaş grubunun da severek tüketebileceği, probiyotik özellikte HP ilaveli fonksiyonel dondurmalar üretmek amaçlanmıştır.

Yöntem: Probiyotik bakteri (*Bifidobacterium* BB-12) ve %0, %10, %20 ve %30 havuç püresi ilave edilerek ve probiyotik bakteri ilavesi yapılmadan aynı oranlarda sadece havuç püresi ilaveli olmak üzere, toplamda 8 çeşit dondurma 2 tekerrürlü olarak üretilmiştir. -20°C'de muhafaza edilen dondurmaların fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal özellikleri depolamanın 1., 15., 30., 45., 60., 75., 90., 105. ve 120. günlerde tespit edilmiştir. Dondurmalar da depolama süresince *Bifidobacterium* BB-12'nin canlılığı ve en uygun HP oranı belirlenmiştir.

Bulgular: HP ve *Bifidobacterium* BB-12 ilavesi dondurma örneklerinin tüm kalite özelliklerini önemli derecede etkilemiştir ($p<0.01$). Dondurma örneklerinde HP konsantrasyonundaki artışla birlikte; toplam kurumadde, yağ, protein, kül, hacim artışı, erime oranı, viskozite, L^* ve H^o değerleri azalırken; ilk damlama süresi, tamamen erime süresi, β -karoten miktarı, a^* , b^* ve C^* değerleri artmıştır. Klasik grup dondurma örneklerinde HP ilavesi pH ve titrasyon asitliğini etkilemezken ($p>0.05$), probiyotik grup dondurma örneklerinde HP ve *Bifidobacterium* BB-12 ilavesi pH ve titrasyon asitliği değerlerini önemli derecede etkilemiştir ($p<0.01$). Dondurmaların renk özellikleri depolama süresince stabilitesini korumuştur. Probiyotik dondurma örneklerinde *Bifidobacterium* BB-12 sayısı 7,80-8,09 log kob/g aralığında değişim göstermiş olup, depolamanın 15. günden sonra probiyotik sayısında nispi miktarda (0,11-0,30 log kob/g aralığında) bir azalma görülmüştür. %10 HP ilavesi probiyotik sayısını etkilemezken, %20 ve %30 HP ilavesi probiyotik sayısını nispi miktarda düşürmüştür. Ancak, %30 HP içeren probiyotik dondurma örneğinde (PH3) canlılık oranı en yüksek (%98,65) bulunmuştur. Duyusal parametreler bakımından ise HP içeren tüm örnekler 9 puan üzerinden 5 ile 7 aralığında değerler almış olup, kontrol örneklerden (K ve P) sonra en çok %10 HP içeren örnekler (KH1 ve PH1) panelistler tarafından beğenilmiştir.

Sonuç: Tüm kalite parametreleri dikkate alındığında özellikle çocukların çok severek tüketmediği ve/veya sert bir sebze olması nedeniyle tüketiminde güçlüklerin yaşandığı havucun, fonksiyonel dondurma üretiminde en az %10 oranında değerlendirilebileceği ortaya konulmuştur. Sonuç olarak; %10 HP ve *Bifidobacterium* BB-12 ile üretilen dondurma örneğinin; 120 günlük muhafaza süresince probiyotik sayısının, renk özelliklerinin ve genel kabul edilebilirliğinin yüksek olduğu, ticari potansiyel taşıdığı ve tavsiye edilebilir bir dondurma çeşidi olduğu kanısına varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Dondurma, Havuç, Probiyotik, *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis*, Probiyotik bakteri canlılığı, Fonksiyonel Gıda, Duyusal Analiz, Fizikokimyasal Analiz, Dondurma analizleri

Haziran 2022, 103 sayfa

ABSTRACT

MASTER'S THESIS

THE EFFECT OF THE ADDITION OF CARROT PUREE ON PHYSICAL, CHEMICAL AND SENSORY PROPERTIES OF PROBIOTIC ICE CREAM AND THE VITALITY OF *Bifidobacterium* BB-12

Kübra TAŞBAŞI

Supervisor: Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI

Purpose: In this research, different kinds of ice cream were produced with combinations of carrot puree (CP) and probiotic bacteria *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis*. Like this; it is aimed to produce functional ice creams with the addition of CP with probiotic properties that can be consumed by all age groups, especially children.

Method: A total of 8 types of ice cream were produced with two replications by adding probiotic bacteria (*Bifidobacterium* BB-12) and 0%, 10%, 20%, and 30% CP, and only carrot puree at the same rates without adding probiotic bacteria. The physical, chemical, microbiological and sensory properties of ice creams stored at -20°C were determined on the 1st, 15th, 30th, 45th, 60th, 75th, 105th and 120th days of storage. The probiotic bacteria viability of the ice creams produced with *Bifidobacterium* BB-12 during the storage and the optimum ratio of CP were determined.

Findings: Addition of CP and *Bifidobacterium* BB-12 significantly affected all quality properties of ice cream samples ($p<0.01$). In ice cream samples, with increasing CP concentration; total dry matter, fat, protein, ash, overrun, melting rate, viscosity, L^* and H^* values decreased; first dripping time, complete melting time, β -carotene content, a^* , b^* and C^* values increased. While CP addition did not affect pH and titration acidity in classical group ice cream samples ($p>0.05$), the addition of CP and *Bifidobacterium* BB-12 significantly affected pH and titration acidity values in probiotic group ice cream samples ($p<0.01$). The color properties of ice creams remained stable during storage. *Bifidobacterium* BB-12 count in probiotic ice cream samples varied in the range of 7.80-8.09 log cfu/g. After the 15th day of storage, a relative decrease in the number of probiotics (between 0.11-0.30 log cfu/g) was observed. While 10% CP supplementation did not affect the number of probiotics, 20% and 30% CP additions decreased the probiotic count in a relative amount. However, the highest viability rate (98.65%) was founded in the probiotic ice cream sample (PC3) containing 30% CP. In terms of sensory parameters, all samples containing CP got values between 5 and 7 out of 9 points, and the samples containing 10% CP at most (CC1 and PC1) after the control samples (C and P) were liked by the panelists.

Results: Considering all the quality parameters, it has been revealed that carrot, which is not consumed by children very fondly and/or has difficulties in consumption because it is a hard vegetable, can be evaluated at least 10% in functional ice cream production. As a result, the ice cream sample produced with 10% CP and *Bifidobacterium* BB-12; has been concluded that the number of probiotics, color characteristics, and general acceptability are high during 120 days of storage has commercial potential, and it is a recommendable ice cream variety.

Keywords: Ice cream, Carrot, Probiotic, *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis*, Probiotic bacteria viability, Functional food, Sensory properties, Physico-chemical analysis, Ice cream analysis

June 2022, 103 pages

İÇİNDEKİLER

TEZ KABUL VE ONAY TUTANAĞI	i
ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLolar DİZİNİ.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ.....	xi
GİRİŞ.....	1
KURAMSAL TEMELLER.....	3
MATERYAL ve METOT	17
Materyal	17
Metot	17
Probiyotik kültürün hazırlanması.....	17
Havuç püresi üretimi	18
Deneme düzeni ve örneklerin tanımları	18
Deneme dondurma örneklerinin üretimi	19
Süt ve Krema Örneklerinde Yapılan Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Analizler	20
Havuç Püresinde Yapılan Fizikokimyasal Analizler	21
Havuç Püresinde Yapılan Mikrobiyolojik Analizler.....	21
Dondurma Örneklerinde Yapılan Fiziksel ve Kimyasal Analizler	21
pH ölçümü.....	21
Titrasyon asitliği tayini (%laktik asit).....	21
Kurumadde oranı.....	21
Yağ oranı	22
Protein oranı	22
Kül oranı.....	22
β-karoten miktarı.....	22
Viskozite ölçümü	23
Hacim artışı (overrun) oranı.....	23
İlk damlama ve tam erime süresi	23

Erime oranı.....	23
Renk ölçümü	23
Dondurmada Örneklerinde Yapılan Mikrobiyolojik Analizler.....	24
Örnek hazırlama	24
<i>Bifidobacterium</i> BB-12 sayımı	24
Canlılık oranının belirlenmesi.....	24
Koliform grubu bakteri sayımı.....	24
Maya ve küf sayımı	24
Dondurma Örneklerinde Yapılan Duyusal Analizler.....	25
İstatistiksel Analizler.....	26
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	27
Dondurmaların Üretiminde Kullanılan Hammaddelerin Bazı Özellikleri.....	27
Dondurma Örneklerinde Yapılan Fizikokimyasal Analiz Sonuçları	28
pH.....	31
Titrasyon asitliği	32
Kurumadde oranı.....	33
Yağ oranı	35
Protein oranı.....	37
Kül oranı.....	38
β -karoten miktarları.....	39
Hacim artışı (overrun)	41
İlk damlama ve tam erime süresi	43
Erime oranları.....	45
Viskozite	46
Renk değerleri	53
L^* değeri.....	53
a^* değeri.....	54
b^* değeri.....	55
H° değeri	56
C^* değeri	57
Renk farkı.....	58
Dondurma Örneklerinde Yapılan Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları	59
<i>Bifidobacterium</i> BB-12 sayısı	62
Canlılık oranı.....	64
Koliform grubu bakteri sayısı	65

Maya ve küf sayısı	66
Dondurma Örneklerinde Yapılan Duyusal Analiz Sonuçları.....	66
Renk	71
Tekstür.....	71
Sakızımsılık.....	72
Ağızda erime	73
Lezzet	74
Şekerlilik	75
Genel kabul edilebilirlik.....	76
SONUÇ ve ÖNERİLER	78
KAYNAKLAR.....	81
ÖZGEÇMİŞ.....	90

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Deneme Dondurma Örneklerinin Tanımları.....	19
Tablo 2. Dondurma Örneklerinin Miks Reçetesi.....	19
Tablo 3. Dondurma Örneklerinin Duyusal Değerlendirilmesinde Kullanılan Skala (Tam puan=9)	25
Tablo 4. Dondurma Örneklerinin Üretiminde Kullanılan Hammaddelerin Fizikokimyasal Özellikleri	27
Tablo 5. Dondurma Örneklerinin Üretiminde Kullanılan Hammaddelerin Mikrobiyolojik Özellikleri	27
Tablo 6. Dondurma Örneklerinin Fizikokimyasal Özelliklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	29
Tablo 7. Dondurma Örneklerinin Fizikokimyasal Özelliklerine Ait Ortalama Değerler ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	29
Tablo 8. Dondurma Örneklerinin Fiziksel Özelliklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	30
Tablo 9. Dondurma Örneklerinin Fiziksel Özelliklerine Ait Ortalama Değerler ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	30
Tablo 10. Dondurma Örneklerinin Renk Özelliklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	49
Tablo 11. Depolama Süresince Dondurma Örneklerinin ve Mikslerin Renk Özelliklerine Ait Ortalama Değerler ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	50
Tablo 12. Dondurma Örneklerinin Renk Özelliklerine Ait Genel Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	52
Tablo 13. Dondurma Örneklerinin Mikrobiyolojik Özelliklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	60
Tablo 14. Depolama Süresince Dondurma Örneklerinin Mikrobiyolojik Özelliklerine Ait Ortalama Değerler ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	60
Tablo 15. Dondurma Örneklerinin Mikrobiyolojik Özelliklerine Ait Genel Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	61
Tablo 16. Dondurma Örneklerinin Duyusal Özelliklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	67
Tablo 17. Depolama Süresince Dondurma Örneklerinin Duyusal Özelliklerine Ait Ortalama Değerler ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	68
Tablo 18. Dondurma Örneklerinin Duyusal Özelliklerine Ait Genel Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	70

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Probiyotik dondurma örneklerinin üretiminde kullanılan kültürler	17
Şekil 2. Havuç püresi üretim akış şeması.....	18
Şekil 3. Dondurma örneklerinin üretim akış şeması	20
Şekil 4. Duyusal analiz için hazırlanan dondurma örnekleri.....	25
Şekil 5. Dondurma örneklerinin pH değerleri	31
Şekil 6. Dondurma örneklerinin titrasyon asitliği oranları.....	32
Şekil 7. Dondurma örneklerinin kurumadde oranları.....	34
Şekil 8. Dondurma örneklerinin yağ oranları.....	36
Şekil 9. Dondurma örneklerinin protein oranları	37
Şekil 10. Dondurma örneklerinin kül oranları	38
Şekil 11. Dondurma örneklerinin β -karoten miktarları.....	40
Şekil 12. Dondurma örneklerinin hacim artışı oranları.....	42
Şekil 13. Dondurma örneklerinin ilk damlama süreleri	43
Şekil 14. Dondurma örneklerinin tam erime süreleri	44
Şekil 15. Dondurma örneklerine ait erime oranları	45
Şekil 16. Dondurma miks örneklerinin viskozite değerleri.....	47
Şekil 17. Dondurma örneklerinde depolama süresince L^* değeri değişimi.....	54
Şekil 18. Dondurma örneklerinde depolama süresince a^* değeri değişimi	55
Şekil 19. Dondurma örneklerinde depolama süresince b^* değeri değişimi	56
Şekil 20. Dondurma örneklerinde depolama süresince H° değeri değişimi.....	57
Şekil 21. Dondurma örneklerinde depolama süresince C^* değeri değişimi	58
Şekil 22. Dondurma örneklerinde meydana gelen renk farkı.....	59
Şekil 23. Probiyotik dondurma örneklerinde <i>Bifidobacterium</i> BB-12 sayılarının (log kob/g) depolanma süresince değişimi	62
Şekil 24. Probiyotik dondurma örneklerinde <i>Bifidobacterium</i> BB-12'nin canlılık oranları....	65
Şekil 25. <i>Bifidobacterium</i> BB-12'nin MRS Agar'da oluşturduğu koloniler ile mikroskop altındaki görünümü	65
Şekil 26. Dondurma örneklerinde depolama süresince renk puanlarının değişimi.....	71
Şekil 27. Dondurma örneklerinde depolama süresince tekstür puanlarının değişimi	72
Şekil 28. Dondurma örneklerinde depolama süresince sakızimsılık puanlarının değişimi.....	73
Şekil 29. Dondurma örneklerinde depolama süresince ağızda erime puanlarının değişimi	74
Şekil 30. Dondurma örneklerinde depolama süresince lezzet puanlarının değişimi.....	75
Şekil 31. Dondurma örneklerinde depolama süresince şekerlilik puanlarının değişimi	76
Şekil 32. Dondurma örneklerinde depolama süresince genel kabul edilebilirlik puanlarının değişimi.....	77

KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

°C:	: Derece santrigrat
cfu	: Colony forming unit
cP	: Centipoise
g	: Gram
kg	: Kilogram
kob	: Koloni oluşturan birim
log	: Logaritma
mL	: Mililitre
% LA	: Yüzde laktik asit
rpm	: Revolutions per minute
s	: saniye
TAMB	: Toplam aerobik mezofilik bakteri
TPC	: Toplam fenolik içeriği

GİRİŞ

Dondurma; özellikle çocuklar başta olmak üzere tüm tüketiciler tarafından sevilerek tüketilen bir süt ürünüdür. Sade ve meyveli/katkılı dondurmalar yıllardır üretilmektedir. Ancak son yıllarda, tüketicilerin beslenme ve sağlık arasındaki ilişkiyi daha fazla anlamaları ve önem vermeleri nedeniyle probiyotik ve doğal ürünlere olan eğilimi artmıştır (Bhat and Bhat 2011; Goff and Hartel 2013; Çakmakçı *et al.* 2015, 2019).

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Teşkilatı (FAO) ile Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO)'nın belirlediği kriterlere göre; dondurmada kurumadde miktarı %31-41, süt yağı miktarı %8-15, yağsız süt kurumadde %9-11, şeker %15-17, stabilizatör ve emülgatör oranları %0,2-1 olması gerekmektedir. Probiyotik dondurma ise fonksiyonel gıda sınıfında yer almaktadır. Bu araştırma da, doğal renk verici özelliği, antioksidan aktivitesi, beslenmede önemli olan lifli yapısı ve içeriği araştırmalarla belirlenen havucun (Kasım ve Kasım 2019), probiyotik dondurma üretiminde kullanım imkânları araştırılarak, probiyotik bakterinin (*Bifidobacterium animalis* ssp. *lactis*) (*Bifidobacterium* BB-12) canlılığı üzerine etkisi ve dondurmanın kalite özellikleri üzerine etkisini araştırmak için planlanmıştır.

Türkiye havuç üretiminde büyük potansiyele sahiptir. Özellikle çocukların severek tüketmediği havucun, dondurmada alternatif kullanım alanı sağlayarak daha çok tüketilmesine katkıda bulunmak amaçlanmıştır. Araştırmada; probiyotik dondurma üretiminde, farklı oranda havuç püresi kullanımıyla, havucun β - karoten nedeniyle hem doğal renk kaynağı olması hem de sağlık ve beslenme üzerine üstün özelliklerini probiyotik dondurmada bir araya getirerek fonksiyonel yeni dondurma çeşidi/çeşitleri ortaya koymak amaçlanmıştır. Bugüne kadar ülkemizde genel olarak dondurma ve çeşitli bitkisel materyallerin özellikleri konusunda çok sayıda çalışma yapılmış olmasına rağmen, probiyotik dondurma üretiminde havuç püresinin bu amaçlarla kullanıldığı bir araştırmaya rastlanmamıştır.

Araştırmada, inek sütüne *Bifidobacterium* BB-12 ve havuç püresi (%10, 20 ve 30) ilavesiyle dondurmalar üretilmiştir. Ön deneme sonuçlarında en fazla %30'a kadar kullanılabileceği belirlenmiş ve asıl denemede bu oranlar kullanılmıştır. Bu kadar yüksek oranda havuç kullanılma nedeni ise havucun renk ve lifli yapısı (Kasım ve Kasım 2019) ile diğer özelliklerinden mümkün olduğunca daha fazla yararlanmayı sağlamak ve havucun tüketiminde bir alternatif oluşturmaktır. Bunun için; kontrol (K) (havuç püresiz ve *Bifidobacterium* BB-12 ilavesiz), sadece *Bifidobacterium* BB-12 ile (probiyotik kontrol, PK),

havuç püresi ilaveli dondurmalar ile aynı oranların probiyotik bakteri ilaveli eşitleri üretilmiştir. -20°C’de muhafaza edilen dondurmaların fiziksel, kimyasal analizleri (kurumadde, yağ, protein, pH, asitlik, viskozite, overrun, ilk damlama, tam erime) 2. günde yapılmış; duysal analizler, renk analizleri, mikroorganizma sayıları ve probiyotik bakteri sayıları ise 15’er gün aralıklarla belirlenmiştir. Araştırma 2 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Dondurmaların probiyotik raf ömrü, *Bifidobacterium* BB-12 sayısının >10⁶ kob/g sayısının üstünde olması şartıyla, duysal ve diğör özelliklerin de dikkate alınmasıyla kesinleştirilmiştir.

Bugüne kadar probiyotik dondurma üretiminde havuç püresinin renk, kalite ve probiyotik bakterinin dondurma ortamında canlılığı üzerine etkisinin çalışıldığı bir araştırmaya rastlanmamıştır. Yapılan tez çalışmasında; farklı oranda havuç püresi kullanımıyla, havucun ̢-karoten nedeniyle hem doğal renk kaynağı olması hem de sağık ve beslenme üzerine taşıdığı üstün özellikleri probiyotik dondurmada biraraya getirerek ticari potansiyeli yüksek, uygulamada pratik fonksiyonel yeni dondurma çeşidi/eşitleri üretmek amaçlanmıştır.

KURAMSAL TEMELLER

Günümüzde sağlıklı bir hayat sürdürme konusunda bilinçlenen tüketiciler, gıda ve sağlık arasında ilişki olduğunu daha fazla anlamışlar ve dolayısıyla doğal bileşenlere sahip, besleyici ve sağlığa yararlı gıdaları tercih etmektedirler (Salık ve Çakmakçı 2021). Bu nedenle de dondurma endüstrisinde yeni ürün geliştirme çabaları gittikçe artmaktadır. Dondurma, besin değeri ve kalorisi yüksek bir süt ürünü ürün olmasına rağmen doğal antioksidanlar, bazı mineraller ve diyet lifi bakımından yeterli değildir. Bu nedenle yeni ve fonksiyonel dondurma çeşitleri geliştirmek ve dondurmada eksik olan bileşikler ikame etmek ve/veya zenginleştirmek amacıyla çok sayıda araştırma yapılmış (Soukoulis *et al.* 2009; Erkaya *et al.* 2012; Sun-Waterhouse *et al.* 2013; Çakmakçı *et al.* 2015, 2016; Salık 2019; Sayar *et al.* 2022) ve yapılmaya devam edilmektedir.

Bu bağlamda fonksiyonel gıda kavramı daha fazla gündemdedir. Fonksiyonel gıdalar; vücut için gerekli temel besin maddelerini karşılama dışında insan fizyolojisi ve metabolik fonksiyonlar üzerinde ilave yararlar sunan ve böylece de hastalıklardan korunmada ve daha sağlıklı hayat sürdürmeye katkıda bulunan gıda ve gıda bileşenleridir. Ayrıca bu gıdalar gıda formunda tüketilebilen, yapay bileşeni olmayan, sağlığı ve kaliteli beslenmeyi geliştirici özellikleri olan gıdalar olarak da tanımlanabilmektedir (Erbaş 2006; Laudadio *et al.* 2015). Bir gıdanın fonksiyonel olabilmesi için biyoaktif bileşikler, probiyotik mikroorganizmalar ve prebiyotik maddeler vb. içermesi ve bu maddelerin etkilerini vücudun ilgili bölgesine yeterince gönderilebilmesi gerekir. Fonksiyonel gıdaların, kalp-damar, kanser, yüksek tansiyon, kolesterol, şeker, ülser, ishal gibi hastalıkların oluşma riskini azalttığı belirtilmektedir (Ziemer and Gibson 1998; Erbaş 2006). Bu gıdalar; kalsiyum ve bazı vitaminler vb bileşenlerin sağlık üzerine yararlı olmaları üzerine, gıdalara katılması ile farkedilmiş ve daha sonra da bağırsak florası üzerine faydalı etkileri olan ve genellikle probiyotikleri içeren katkıların gıdalara ilavesi şeklinde devam etmiştir (Gürsoy ve Kınık 2004).

Probiyotiklerin sağlık etkileri Gökırmaklı vd (2021) tarafından, literatüre dayalı olarak şu şekilde özetlenmiştir; antimikrobiyal (Öztürk ve Gündüz 2018), antidiyabetik (Kocsis *et al.* 2020; Zhang *et al.* 2020), zihin sağlığını iyileştirici (Xiao *et al.* 2020), nekrotizan enterokolit önleyici (Craighead *et al.* 2020), anti-enflamatuar ve anti-oksidan (Yang *et al.* 2020), *Helicobacter pylori* tedavisi için faydalı (Akdeniz Oktay vd 2020), laktoz intoleransı üzerinde faydalı (Akal ve Yetişemiyen 2020), antidepresan, hipokolesterolemik (Roobab *et al.* 2020) etkiler şeklinde yararları belirlenmiş olmakla birlikte, her probiyotiğin her hastalık üzerine aynı

etkiyi göstermediği belirtilmektedir. Bu sonucun, probiyotik özelliğın kullanılan probiyotik mikroorganizma ve hastalığa göre değışebildiğı şekilde yorumlanmıştır (D'Angelo *et al.* 2017; Sniffen *et al.* 2018).

Probiyotik gıdalar fonksiyonel gıda sınıfında yer almaktadır. Bunlar içerisinde süt ve ürünleri çok önemli bir yere sahip olup, yoğurt ve dondurma gibi ürünler probiyotiklerin en çok kullanıldığı ve fonksiyonel gıda araştırmalarına en çok konu olan gıdalardır (Turgut and Çakmakçı 2009, 2018; Çakmakçı *et al.* 2019). Probitotik içeren süt ürünleri besleyici özellikleri dışında hastalıkların önlenmesinde de önemli etkilere sahiptir (Shah 2007; Gökırmaklı vd 2021).

Bu araştırmada, doğal turuncu renk verici özelliğı dışında, antioksidan aktivitesi araştırmalarla belirlenen havucun (Chantaro *et al.* 2008; Kasım ve Kasım 2019), probiyotik dondurma üretiminde kullanım imkânları araştırılarak, probiyotik bakterinin (*Bifidobacterium* BB-12) canlılığı üzerine etkisi ve dondurmanın kalite özelliklerine etkisini belirlemek amaçlanmıştır.

Havuç (*Daucus carota* L.) doğal antioksidan ve fenolik maddelerce zengin bir kaynaktır (Chantaro *et al.* 2008). Taze havucun %11'ini oluştıran havuç kabukları %54,1 oranında fenolik madde içermekte olup havucun antioksidan özellikleri açısından önemli bir role sahiptir (Zhang and Hamauzu 2004). Oldukça ucuz bir sebze olan havuç, karotenlerin yanısıra önemli oranda lif, karbonhidrat, β -karoten, kalsiyum, magnezyum, potasyum, fosfor, sodyum, diğır bazı iz mineraller ve C, E ve K vitaminlerince zengindir (FAO 2011). şeker içeriğinden dolayı iyi bir enerji kaynağı olup uygun şekillerde işlenerek katma değeri yüksek ürünlere dönüştürülebilmektedir. Havuç suyu üretimi sırasında katı atık olan posa çözünmez lif açısından zengin olup yan ürün olarak da değırlendirildiğinde çevre kirliliğini önlemede de faydalı olacaktır (Singh *et al.* 2006; FAO 2011). İnsan beslenmesinde yaygın olarak kullanılan sebzelerden biri olan havuç β -karoten dışında askorbik asit ve tokoferolce zengin olup vitamin deposu olan bir gıda olarak bilinmektedir (Heinonen 1990; Chen *et al.* 1995). Antioksidan özellikleri dışında A, B₁, B₂, C, E, folik asit, β -karoten vitaminleri, karbonhidrat, kalsiyum, fosfor, demir, potasyum, magnezyum, bakır, manganez ve sülfürce zengin olan havuç protein ve yağ açısından fakirdir (Agarwal and Prasad 2013). Yapılan çalışmalarda havucun; anti-kanser, anti diyabetik, antioksidan ve antiinflamatuvar özelliklere sahip olduğı bildirilmektedir (Ergun and Süslüoğlu 2018; Khalil *et al.* 2018).

Dünya genelinde turuncu havuç yaygın olmakla birlikte kırmızı, mor, pembe, siyah, sarı ve beyaz renkli havuç türleri de vardır. Ülkemiz özellikle turuncu havuç üretiminde büyük potansiyele sahiptir. Türkiye'nin havuç üretiminde dünyada 9. sırada olduğı, 123.478 dekar

alandaki 642.837 ton havuç üretiminin gerçekleştirildiği FAO ve TK verilerine dayanarak belirtilmektedir (Evlice vd 2020).

Bu araştırmada, özellikle çocukların çok severek tüketmediği havucun, dondurmada fazla miktarda kullanımıyla alternatif kullanım alanı sağlayarak daha çok tüketilmesine katkıda bulunmak da amaçlanmıştır. Araştırmada, probiyotik dondurma üretiminde probiyotik bakteriye ilaveten, farklı oranlarda havuç püresinin ilavesiyle üretilecek dondurmalarda; lifli havuç püresinin besinsel ve sağlık yararlarından, doğal sarı renginden yararlanmak, albeniyi doğal kaynakla sağlamak, fonksiyonel ucuz bir probiyotik dondurma geliştirmek amaçlanmıştır.

Süt rnlerinde havuç ile ilgili çeşitli araştırmalar yapılmış ve önemli sonuçlar elde edilmiştir. Örneğin %5, 10, 15 ve 20 oranında havuç suyu ile üretilen yoğurtlarda yüksek konsantrasyonun maya ve küf ile koliform grubu mikroorganizma gelişimini önemli oranda baskıladığı ancak yoğurt bakterileri üzerinde önemli oranda azalmaya neden olmadığı ve tüm konsantrasyonların aflatoksin M₁'i azalttığı ve yoğurdun raf ömrünün uzatılmasında önemli etkiye sahip olduğu ifade edilmiştir (Salwa *et al.* 2004). Yapılan başka bir araştırmada ise %10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 ve 90 oranında havuç suyu ilave edilerek üretilen yoğurtlarda fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikler incelenmiş ve havuç suyu ile üretilen bütün yoğurtlarda ̢-karoten ve C vitamininin arttığı, mikrobiyolojik açıdan güven seviyesini koruduğu ve panelistler tarafından beğenildiği, ancak %20 havuç suyu ile üretilen örneklerin daha çok tercih edildiği görülmüştür (Akubor 2011).

Renk gıdalarda önemli bir kalite kriteridir. Hem renk hem de vitamin içeriğini artırmak için yapılan bir çalışmada; havuç suyu konsantrasyonuna bağlı olarak yoğurtta renk yoğunluğu ve ̢-karoten içeriğinin arttığı tespit edilmiştir (akmakı *et al.* 2014).

Havuç suyu elde edilmesinden sonra geri kalan pulpun ağartılmasının besin değeri, renk, ̑- ve ̢-karoten, diyet lifi ve su tutma kapasitesinin araştırıldığı bir çalışmada; havuç pulpunun %4-5 protein, %8-9 indirgen şeker ve %5-6 mineral madde içerdiği ve taze havuç suyunun rengi ile karşılaştırıldığında, ağartma işlemiyle kırmızı rengin daha iyi korunduğu ifade edilmiştir. Aynı çalışmada taze havutaki toplam ̑- ve ̢-karotenin %31-35'i ağartılmıştan %17'si ise ağartılmamıştan elde edilmiştir. Pulpun %37-38 diyet lifi içerdiği ve hem diyet lifi hem de su tutma kapasitesi açısından iyi olduğu ve bu açıdan diyet lifi olarak havuç pulpunun iyi bir kaynak olduğu bildirilmiştir (Bao and Chang 1994).

Kolesterol ile beslenen sıçanlarda diyetle eklenen %15 oranındaki havucun karaciğer kolesterol ve trigliserid seviyesini önemli oranda azalttığı ve kontrol grupla karşılaştırıldığında (havula beslenmeyen) vitamin E ve demir indirgeme özelliğini artırdığı için antioksidan

özellik göstererek hem kalp hem de üriner sistemdeki TBARS seviyesini azalttığı ifade edilmiştir (Nicolle *et al.* 2003). Bu nedenle havuç tüketimi ve havuç ilaveli yeni ürünlerin geliştirilmesi son yıllarda hız kazanmış olup çiğ, pişmiş ve kızartılmış halde kullanılabilmektedir (Akdeniz *et al.* 2005). Örneğin β -karoten, süt sığırlarının beslenmesinde kullanılarak tereyağı ve diğer süt ürünlerinin sarı renginin artırılmasında kullanılmaktadır (Ikauniece 2015).

Besin değerinin zengin oluşu nedeniyle daha fazla tüketilmesi gereken dondurmanın, diğer süt ürünlerine göre daha düşük sıcaklıkta uzun süre depolanabilmesi, tüketimini elverişli duruma getirmektedir. Bu durum tüketicilere yıl boyu dondurma tüketme imkânı sağlamaktadır. Özellikle çocuklar ve gençler tarafından çok tercih edilen dondurmanın çeşitlendirilmeye elverişli yapısı nedeniyle gün geçtikçe çeşit sayısı artmaktadır. Dondurma; süt yağı, protein ve şekerden başka A, D, E, K, B₁, B₂, B₆, B₁₂ ve C grubu vitaminler (Arbuckle 1986) ile kalsiyum, fosfor, magnezyum ve potasyum gibi mineraller bakımından zengin bileşime sahiptir (Goff *et al.* 1999). Dondurmanın besin değerini artırmak ve sağlığa faydalarını artırmak/geliştirmek için proteinler, yağlar, vitaminler, mineraller, diyet lifleri ve biyoaktif bileşenlerce zengin çeşitli kaynakların (antioksidanlar, fenolik bileşikler ve peptidler vb.) yaygın bir şekilde kullanıldığı görülmüştür.

Ülkemizde yapılan piyasa araştırmalarında, üretilen dondurmanın %80'inin 6-25 yaş arası insanlar tarafından tüketildiği belirtilmektedir. Kişi başına tüketimin ise son 10 yılda 1,1 litreden 4,6 litreye arttığı belirtilmekte ancak bu değer diğer ülkelere (Yeni Zelanda 28,0 litre, ABD 25,0 litre) oranla oldukça düşük kaldığı görülmektedir (Salık 2019; Yücegönül 2020). Ülkemizde dondurma üretimi ve tüketimi gittikçe artmakta ve genellikle de sıcak mevsimlerde tüketilmekte, çoğu ülkede sütlü tatlı olarak her zaman tüketilmektedir. Dondurma sektörünün ülkemizde hızla gelişme göstermesinin nedenleri arasında; teknik gelişmeler, lezzetli doğal bitkisel kaynakların çeşitliliği ve ucuzluğu, tüketicinin beslenme konusunda bilinçlenmesi/bilgilendirilmesi sayılabilir. Dolayısıyla dondurma teknolojisi ülkemizde de gıda sanayinin çok hızlı gelişen ve önem verilen alanları arasındadır.

Dondurma; süt yağı, süt proteinleri ve laktoz gibi makro bileşenler ile kalsiyum ve bazı vitaminlerce zengin olmasına rağmen, hala daha fonksiyonel ve besin değerinin artmasına yönelik çalışmalara ihtiyaç vardır (Sun-Waterhouse *et al.* 2013). Bunda, tüketici bilincinin gittikçe artması ve sağlıkla ilgili kaygılar nedeniyle daha sağlıklı ve besleyici gıdalara olan talebin de etkisi bulunmaktadır. Bu etkiler dondurma üretiminde de kendini göstermektedir. Örneğin son zamanlarda yayınlanan makalelerden; üretimde probiyotik, prebiyotik, yapay tatlandırıcı, şeker dışında şeker tadı veren doğal kaynaklar, diyet lifleri, doğal antioksidan

içeren bitkisel kaynaklar, fonksiyonel ve besin değeri üstün katkılar vb. kullanımının giderek arttığı anlaşılmaktadır. Dolayısıyla her yaş ve tüketici grubunun ihtiyaç ve zevkine uygun dondurma çeşidi bulmak da kolaylaşmaktadır. Ferahlatıcı özelliği ve özellikle çocukların çok severek tükettiği dondurma tüketimi de giderek artmakta, dolayısıyla da üstün besin değeri ve fonksiyonel özelliklere sahip dondurmadan faydalanma alternatifleri ortaya çıkmaktadır. Tüketiciler, sade dondurmayı doğal tat ve aroması dışında, farklı şekillerde tüketmek istediklerinden dolayı dondurma üretiminde değişik meyvelerin kullanımı giderek artmaktadır. Bu meyveler arasında vişne, çilek, ahududu, böğürtlen, kavun, limon vb. sayılabilir. Ayrıca altın çilek (Erkaya *et al.* 2012), iğde unu (Çakmakçı *et al.* 2015), kumkuat (altın portakal) (Çakmakçı *et al.* 2016), kızılık (Topdaş *et al.* 2017) ve diğer bazı kuru meyvelerle, örneğin; kuru Cimin üzümü, üzüm çekirdeği ve ceviz (Salık 2019), Gobdin (dut kurusu ve ceviz ezmesi karışımından oluşan geleneksel bir Türk tatlısı) (Şimşek 2016) ilaveleriyle dondurma konusunda araştırmalar yapılmıştır.

Probiyotik süt ürünlerinin geliştirilmesinde probiyotik olarak birçok mikroorganizma kullanılmakla birlikte en sık kullanılan mikroorganizma grubunu *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* cinsine ait bakteriler oluşturmaktadır (Kailasaphaty and Sultana 2003). Son zamanlarda *Saccharomyces boulardii* gibi bazı maya türlerinin de süt ürünlerinde probiyotik olarak kullanıldığı görülmüştür (Salık 2019). Dünyanın en çok kanıtlanmış probiyotik bakteri türü olan *Bifidobacterium* BB-12, 130'dan fazlası insan klinik çalışmaları olmak üzere 300'den fazla bilimsel araştırmada tanımlanmıştır. *Bifidobacterium* BB-12 katalaz negatif ve çubuk şeklinde bir bakteridir. Bu bakteri; mide asidine ve safra tuzlarına oldukça toleraslı olup, güçlü mukus yapışma özelliklerine de sahiptir. Patojenler üzerinde inhibitör etki oluşturması, gastrointestinal mikrobiyotayı desteklemesi, mide-bağırsak sağlığını iyileştirmesi/koruması ve bağışıklık sistemini güçlendirmesi kanıtlanmış önemli etki mekanizmalarından bazılarıdır (Jungersen *et al.* 2014).

Probiyotiklerin, sağlığa faydalı etkileri ortaya koyabilmeleri için, bağırsak sisteminde sayılarının yeterli düzeyde olmaları gerekir (Kailasaphaty and Sultana 2003). IDF (1992), dünyadaki çeşitli gıda örgütleri tarafından belirlenen ve fermente süt ürünlerinde bulunması gereken *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium* sayısının gramda en az 10^6 - 10^7 koloni oluşturan birim (kob/g) olması gerektiğini belirtmiştir. Ayrıca, probiyotik etkinliğin; gıdanın depolanması süresinde içerdiği canlı sayıyı koruması ve bağırsaklarda da canlılıklarını sürdürebilmelerine bağlı olduğu belirtilmektedir. Probiyotik bakterilerin gıdada canlılığını koruması büyük önem taşımasına rağmen, yapılan bazı araştırma sonuçları probiyotik

bakterilerin gıdanın raf ömrü boyunca belli düzeyde canlılığını kaybettiğini göstermiştir (Krasaekoopt *et al.* 2003; Shori 2017).

Çok değişik bileşen ve katkılarla dondurmanın da fonksiyonel özellikleri geliştirilmeye çalışılmaktadır. Örneğin formülasyonuna dâhil edilen probiyotik bakterilerle birlikte fonksiyonel gıda ürünleri grubuna yeni bir çeşitlilik kazandırmıştır (Turgut and Çakmakçı 2009; Sagdic *et al.* 2012). Probiyotiklerden başka; peyniraltı suyu proteini, zeytinyağı, balık yağı, bazı meyveler, meyve suları, meyve pulpları, kuruyemişler ve bazı tohum ekstraktları bu bileşenler arasında yer almaktadır (Dervişoğlu 2006; Shaviklo *et al.* 2011; Erkaya *et al.* 2012; Kavaz Yüksel *et al.* 2015; Çakmakçı *et al.* 2015, 2016; Şimşek 2016; Topdaş *et al.* 2017; Salık 2019).

Probiyotik dondurma üretiminde probiyotiklerin ürünün duyuşal özellikleri üzerinde olumlu etkiler yapması ve ürünün depolama süresince canlılığını koruması beklenen en temel özelliğidir. Özellikle dondurulmuş bir süt ürünü olan dondurmada probiyotik bakteriler depolama süresince canlılığını sürdürebileceği daha elverişli ortama kavuşmuş olurlar (Stanton *et al.* 2003). Liyofilizasyonun probiyotik bakterilerin stabilitesini arttırdığı, mikroorganizmalara zarar vermediği ve yaygın olarak kullanıldığı, bu nedenle, soğukta muhafaza edilen ve soğuk olarak tüketilen dondurmanın probiyotik bakterilerin korunmasında oldukça elverişli olduğu bulunmuştur (Turgut and Çakmakçı 2009).

Hekmat and McMohan (1992), *L. acidophilus* ve *Bifidobacterium bifidum* bakterilerini kullanarak yapmış oldukları dondurmada, fermentasyon sonrası pH değerini 4,9, bakteri sayısını ise 5×10^8 kob/ml olarak saptamışlardır. Dondurma işleminin mikroorganizma sayısında 1 log birimlik bir azalmaya sebep olduğunu, duyuşal testlerde ise en çok beğeniyi pH seviyesinin 5,5 olduğu dondurmaların aldığını bildirmişlerdir.

Bifidobacterium'ların ürettiği asetik ve laktik asit (3:2) süt ürünlerinde arzu edilmeyen bu olumsuzluğu önlemekte/maskelemektedir. Probiyotik dondurmaların depolama sıcaklığına dikkat edilmediği takdirde beğenilmeyen bir lezzet meydana gelebildiği belirtilmiştir (Arai *et al.* 1996). Probiyotik dondurmalarda çok düşük sıcaklıklarda depolama (< -18 °C), probiyotik mikroorganizmaların biyokimyasal reaksiyonlarını en aza indirerek, mikrobiyal metabolizma sonucu istenmeyen asitlerin (asetik ve laktik asitler) oluşmasını önleyerek istenmeyen bir lezzet oluşmasını önlemektedir (Cruz *et al.* 2009).

Hagen and Narvhus (1999), dondurma miksi içerisine önce fermente edilmiş süt ve takiben 4 farklı probiyotik bakteri suşunu (*Lactobacillus* (L.) *reuteri*, *L. acidophilus*, *B. bifidum* ve *Lactobacillus rhamnosus*) ilave etmişler ve dondurma işlemini uygulamışlardır. Probiyotik bakteri sayımları -20 °C'de 1, 4, 16 ve 52 haftalık depolama sürelerinden hemen sonra

yapılmıştır. 52 haftalık depolama süresince canlı bakteri sayılarında önemli bir değişim meydana gelmediği tespit edilmiştir.

Probiyotik bakterilerin pH toleransı ve duyarlılığı suşa bağlı olmakla birlikte *Bifidobacterium* ve *Lactobacillus* spp. daha duyarlıdır (Godward *et al.* 2000). Yapılan araştırmalarda düşük pH'ya toleranslı suşların tespitine (Morelli 2007), azami stres koşullarına, yüksek asit oranlarına direnç gösteren probiyotik suşların tespiti ile ilgili araştırmalar yapılmıştır (Maus and Ingham 2003; Collado and Sanz 2005).

Normal yağlı (%10), hafif yağlı (%5), az yağlı (%2,5) ve yağsız (%0,4) dondurmalar arasında yağlı örnek hariç, diğer örneklerde yağ ikame maddesi olarak modifiye bezelye nişastası kullanılarak dondurmanın bazı özellikleri incelenmiştir. Viskozite açısından az yağlı < yağsız < normal yağlı < hafif yağlı sıralaması varken aynı sıralama hacim artış değerleri için de geçerlidir. Ancak kurumadde açısından yağsız < az yağlı < hafif yağlı < normal yağlı sonucu söz konusudur (Aime *et al.* 2001).

Güven and Karaca (2002), farklı miktarda şeker (%18, 20 ve 22) ve çilek (%15, 20 ve %25) içeren yoğurttan üretilen dondurmalarda; şeker ve meyve miktarı arttıkça, ilk damlama süresi ve viskozite değerlerinde artış olduğunu tespit etmişlerdir. Tam erime süresi ise şeker içeriği ve meyve oranındaki artışla paralellik göstermiştir. Çilekli yoğurt dondurmasında, meyve oranının artışına paralel olarak sertliğin arttığı saptanmıştır. Şeker ve meyve oranı yüksek yoğurt dondurmalarının, duyuşal olarak en fazla tercih edilen dondurma çeşidi olduğu da ortaya konulmuştur.

Muse and Hartel (2004), dondurma üretiminde kullanılan şeker çeşidinin dondurmanın viskozitesini önemli düzeyde etkilediği ve bu farklılığın kullanılan şeker çeşitlerinin moleköl ağırlığı ve polimer zincir uzunluğundan kaynaklandığını tespit etmişlerdir.

Dervişoğlu and Yazıcı (2006), turunç lifi kullanımının dondurmaların tekstürü ve viskozitesi üzerine etkisinin önemsiz olduğunu, hacim artışı sağlayamadığını ve duyuşal özellikler üzerine de olumlu etki yapmadığını tespit etmişlerdir. Ayrıca turunç lifi ilavesinin dondurmanın erime direnci üzerinde olumlu etki gösterdiği belirtilmiştir.

Akın *et al.* (2007), probiyotik bakteriler ile fermente edilmiş süttten üretilen dondurma bileşimine %1 ve %2 oranlarında inülin ilavesinin *L. acidophilus* ve *Bifidobacterium lactis* gelişimini teşvik ettiğini belirlemişlerdir.

Soukoulis *et al.* (2009), yulaf, buğday, elma lifleri ve inülin ile zenginleştirilmiş dondurma örneklerinde; lif katkısının dondurma mikşlerinin viskozitelerini artırdığı ve %2

oranında lif ilavesinin de miksin donma noktası üzerinde daha fazla etkili olduğunu belirlemişlerdir.

Turgut and Çakmakçı (2009), probiyotik dondurma üretimi için *L. acidophilus* ve *B. bifidum* kullanım imkanlarını araştırdıkları araştırma sonucunda; genellikle %5 krema içeren örneklerin daha fazla beğenildiğini, probiyotik bakterilerin duyusal özellikler üzerine olumsuz etki oluşturmadığını ve üç ay depolama süresince dondurmaların, probiyotik gıda için gerekli canlı probiyotik bakteri sayısını ($>10^6$ kob/g) sağladıklarını belirlemişlerdir.

Sun-Waterhouse *et al.* (2013), C vitamini içeriği yüksek, antioksidan özellik gösteren yeşil, altın ve kırmızı renkli üç kivi çeşidinin dondurmada kullanım imkânlarını inceledikleri araştırma sonucunda; örneklerde en yüksek toplam fenolik madde içeriği (gallik asit cinsinden), antioksidan kapasitesi ve C vitamininin kırmızı kivilili dondurmada, en düşük değerlerin de yeşil kivilili dondurmalarda olduğunu bulmuşlardır.

Limsuwan *et al.* (2014) tarafından, bazı bitkiler ile zenginleştirilmiş şekerli ve yağlı azaltılmış süt bazlı dondurmalar; centella ekstraktı + yeşil çay ilavesi ile üretilen dondurmanın, toplam fenolik ve antioksidan aktivite bakımından diğer örneklerle kıyasla daha yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, dondurmalarda antioksidan kapasitesi ve toplam fenolik bileşen miktarlarının artırılması için bu bitkilerin kullanılabileceği sonucuna varılmış; ayrıca, oluşturulan bitkisel dondurma formülasyonlarının, kan glukozu ve kronik hastalıklarda riskin azalması üzerine potansiyele sahip olduğunu da belirtilmiştir.

Hashemi *et al.* (2015), şeker ve yağ %5 oranında inülin ve laktuloz ilave ederek ürettikleri düşük kalorili probiyotik, prebiyotik ve sinbiyotik fonksiyonel dondurmaların; toplam kurumadde, pH, erime oranı ve duyusal puanlar bakımından kontrol örnekten farklı olmadığını; duyusal lezzet yönünden 3,2 puanla inülin ve laktuloz ilaveli prebiyotik dondurma ile *B. lactis*, inülin ve laktuloz ilaveli sinbiyotik dondurmanın en fazla beğenildiğini tespit etmişlerdir. Ayrıca tüm örneklerin 90 günlük depolama boyunca *B. lactis* sayısının 6,13-7,86 log kob/g arasında değiştiğini ve 10^6 kob/g'ın üzerinde olduğunu da belirlemişlerdir.

Çakmakçı *et al.* (2015), iğde unu ve kabuğunu farklı oranlarda (%1, 2, 3) kullanarak ürettiği dondurma örneklerinde kabuk ve un seviyesindeki artışın; kurumadde, asitlik, viskozite, ilk damlama süresi, tam erime süresi ve C vitamini içeriğini artırdığını belirlemişlerdir. Duyusal olarak da en çok beğenilen örneğin %2 iğde unu ilave edilmiş dondurma olduğunu, araştırmadan elde edilen bulgular ışığında; iğde unu ve kabuğunun dondurmanın kalitesini etkilediği ve doğal antioksidan kaynağı olarak dondurma formülasyonunda kullanılabileceğini rapor etmişlerdir.

Kavaz Yüksel *et al.* (2015) yaptıkları araştırma sonucunda; menengiç kahvesinin, besin değerinin yüksek oluşu, organik asit profili, mineral içeriği, hoş lezzet ve renk özellikleri nedeniyle dondurma üretiminde doğal bir katkı olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Çakmakçı *et al.* (2016), kumkuat (*Fortunella margarita*) meyve pulpuyula dondurma üretimi yapmışlar ve bu meyvenin fonksiyonunu incelemişlerdir. Araştırma sonucunda kumkuat ilavesinin dondurmanın C vitaminini artırdığı, fizikokimyasal, renk, mineral, duyuusal ve antioksidan özelliklerini önemli ölçüde etkilediğini tespit etmişlerdir.

Şimşek (2016), %5 ve 10 oranında Gobdin (kuru dut ve ceviz ezmesi) ile *B. bifidum* kullanarak probiyotik dondurmalar üretmiş ve araştırma sonucunda; Gobdin oranındaki artışa paralel olarak yağ, protein, kül, viskozite ve tam erime süresi değerlerinin arttığını; pH, hacim artışı ve ilk damlama süresinin azaldığını bulmuştur. İlâveten, Gobdin oranındaki artışın probiyotik bakteri gelişimini teşvik ettiği belirlenmiş, ancak depolama süresince *B. bifidum* sayısında azalma olduğu görülmüştür. Sade probiyotik ve %10 Gobdin ve probiyotik bakteri ilaveli dondurma örneklerinde, probiyotik bakterinin 90 gün boyunca canlılığını koruduğu ve canlı bakteri sayısının probiyotik ürünlerde istenilen terapötik etkiyi (10^6 - 10^8 kob/g) sağlayacak değer aralığında olduğu tespit edilmiştir. %5 Gobdinli probiyotik dondurmada ise 60 güne kadar probiyotik bakterinin gerekli sayıda canlılığını koruduğu belirlenmiştir.

Salem *et al.* (2016), yağ ikame maddesi olarak %1 ve %2 oranında peynir altı suyu proteini, modifiye nişasta, yulaf ve buğday lifi kullanarak ürettikleri dondurma örneklerinde; pH'nın 6,76-6,91, hacim artışının %35,40-75,0 ve ham lif oranının %0,062-0,298 arasında değiştiğini saptamışlardır. Örneklerin DPPH antioksidan aktivitesi ise %20,08-80,12 aralığında belirlenmiş olup kontrol örneğinde en düşük, %2 oranında buğday lifi içeren dondurma örneğinde ise en yüksek olduğu bulunmuştur.

Moriano and Alamprese (2017), şeker yerine bal, trehaloz ve eritritol kullanarak ürettikleri dondurma örneklerinde; toplam suda çözünür kurumadde %30,4-35,9, viskozite 36,5-53,05 mPas ve hacim artışı %35,7-50,9 arasında değişmiştir. Araştırmacılar, özel amaçlı dondurma üretiminde bal, trehaloz ve eritritolün şekere ikame olarak kullanılabileceğini ifade etmişlerdir. Ayrıca araştırma sonucunda, dondurmada sertlik ve erime davranışlarını ayarlamak için eritritol ve trehaloz'un diğer tatlandırıcılar ile birlikte kullanılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Topdaş *et al.* (2017), farklı miktarlarda kıvılcık ezmesi ilavesinin dondurma örneklerinin kalite özellikleri üzerine etkisini araştırdıkları çalışma sonucunda; kıvılcık oranının artmasıyla dondurmanın C vitamini, a^* değeri ve hacim artışı değerinin arttığını; viskozitenin düştüğünü tespit etmişlerdir. Ayrıca, kıvılcık ezmesinin; doğal antioksidan bileşiklerin zengin

bir kaynağı olduğu, dondurma üretiminde doğal renk ve lezzet katkısı olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Balthazar *et al.* (2017), koyun sütü ve %10 inülin, frukto-oligosakkarit, galakto-oligosakkarit, kısa zincirli fruktooligosakkarit, dirençli nişasta, mısır oligosakkarit ve polidektroz katılan dondurma örneklerinde; hacim artışı, camısı geçiş sıcaklığı, beyazlık ve parlaklık değerlerinin arttığı, erime süresi ve erime sıcaklığının ise azaldığını belirlemişlerdir.

Akalın *et al.* (2017) tarafından elma, portakal, yulaf, buğday ve bambu lifleri ilaveleriyle üretilen probiyotik dondurma örnekleri ile ilgili çalışmada; mikse portakal ve elma lifi ilavesinin diğer örneklerle göre reolojik özellikler ve erime direnci üzerinde olumlu etkiler yaptığı saptanmıştır. Dondurma örneklerinde depolama süresince *L. acidophilus* sayısının 6,60-7,58 log kob/g, *B. lactis* sayısının ise 5,15-7,10 log kob/g arasında olduğu belirlenmiştir.

Erkaya Kotan (2018), dondurmaya fonksiyonel özellik kazandırmak için yapmış olduğu bir çalışmada; artan miktarda yaban mersininin (%5, 10 ve 15) kurumadde, yağ, protein, pH ve tam erime süresi değerlerinde düşüşe, hacim artışı ve viskozite değerlerinde ise artışa sebep olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca artan meyve oranı ile örneklerde K, Mn, Zn ve Se içeriklerinin arttığı belirlenmiştir.

Góral *et al.* (2018), probiyotik dondurma üretiminde taşıyıcı olarak magnezyum iyonları ile zenginleştirilmiş laktik asit bakterilerini kullanmışlardır. Bu amaçla; *L. rhamnosus* B442, *L. rhamnosus* 1937 ve *Lactococcus lactis* JBB500 suşları kullanılmış olup hazırlanan kültürler darbeli elektrik alanı ile magnezyum iyonlarınca zenginleştirilmiştir. Bu işlemi takiben probiyotik suşlar doğrudan dondurma üretiminde kullanılmıştır. Araştırma sonuçları; magnezyumla zenginleştirilmiş bakteri ilavesinin, dondurmanın kimyasal özelliklerini değiştirmediğini ve dondurmanın donma sürecini, erime kabiliyetini ve sertliğini etkilemediğini göstermiştir. Ayrıca, çalışmada kullanılan suşların potansiyel olarak magnezyum için iyi taşıyıcılar olduğu rapor edilmiştir.

Hassan and Barakat (2018), dondurmanın kimyasal, reolojik, besinsel ve duyuşal özellikleri üzerine havuç (*Daucus carota*) ve kabak (*Cucurbita moschata* L.) pulpu (%10, 15 ve 20) ilavesinin etkilerini araştırdıkları çalışma sonucunda; havuç ve kabak pulpu ilavesinin dondurmanın karbonhidrat, kül ve lif miktarlarını artırdığı, protein miktarını ise azalttığı tespit edilmiştir. %20 pulp içeren örneklerde hacim artışının en düşük, erime direncinin en yüksek olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak; havuç ve kabak pulpu ilavesinin dondurma örneklerinde renk özelliklerini geliştirdiği, antioksidan aktiviteyi, toplam fenolik madde ve toplam flavonoid madde miktarlarını ve C vitamini miktarını artırdığı bildirilmiştir.

Kurt and Atalar (2018), ayva çekirdeğinin dondurmanın reolojik, yapısal ve duyuşal özellikleri üzerine etkisini araştırmışlar ve sonuçta; ayva çekirdeği tozunun diyet lifi, polisakkarit ve protein gibi önemli fonksiyonel bileşenleri içeren önemli bir katkı olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırma ile ayva çekirdeği tozunun süt ürünlerinin besinsel ve yapısal özelliklerinin iyileştirilmesinde kullanılabileceği ortaya konulmuştur.

Ateteallah *et al.* (2019), dondurmanın reolojik, kimyasal, besinsel ve duyuşal özellikleri üzerine pancar suyu (%1, 3 ve 5) ve havuç pulpunun (%5, 10 ve 15) etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda; pancar suyu ve havuç pulpu ilavesinin dondurmanın renk özelliklerini geliştirdiği ve duyuşal olarak kabulünü artırdığını tespit etmişlerdir. Sonuç olarak; fazla miktarda karotenoid, doğal renk maddesi, yüksek antioksidan aktivite ve ham lif içeren dondurma üretiminde havuç pulpunun %10 ve %15 oranında kullanılabileceği; fazla miktarda betalanin içeren ve antioksidan aktivitesi yüksek dondurma üretiminde ise %5 oranında pancar suyu kullanılabileceği bildirilmiştir.

Salık (2019), farklı oranda (%10 ve 20) Saruç (kurutulmuş Cimin üzümü ve cevizin karışımından oluşan geleneksel bir çerez) ve üzüm çekirdeği (%0,5 ve 1,0) ile probiyotik maya (*S. boulardii*) kullanarak klasik ve probiyotik grup şeklinde toplamda 10 çeşit dondurma üretmiştir. Üretilen dondurmaların 60 günlük depolama süresince probiyotik raf ömrü ile bazı kalite özellikleri fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal analizlerle belirlemiştir. Araştırma sonucunda; Saruç ve üzüm çekirdeği ilavesinin dondurmanın fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine önemli etkisinin olduğu saptanmıştır. Saruç konsantrasyonunun artmasıyla birlikte protein, yağ, kurumadde, kül, asitlik, glukoz, fruktoz, toplam şeker, viskozite, ilk damlama ve tam erime süreleri, a^* değeri ve kalori (kcal) değerlerinin arttığı; sakkaroz, erime oranı, pH değeri, L^* ve b^* değerlerin azaldığı tespit edilmiştir. Dondurma örnekleri tüm duyuşal parametreler bakımından yüksek puanlar almıştır. Sonuç olarak, besin değeri yüksek yeni bir probiyotik fonksiyonel dondurma üretiminde *S. boulardii* ve %10 Saruç ilavesi kullanılabileceği bildirilmiştir.

Rabo *et al.* (2019), farklı oranlarda (%0, 25, 50, 75 ve 100) nohut ekstresi kullanarak probiyotik yoğurt dondurması üretmişlerdir. Araştırma sonucunda; artan konsantrasyonda nohut ekstresi ilavesinin L^* değerini azalttığı, a^* ve b^* değerlerini ise artırdığı belirlenmiştir. Ayrıca artan konsantrasyonlarda nohut ekstresi kullanımının, dondurma örneklerinde erime direncini artırarak dondurmaların daha geç erimlerine neden olduğu tespit edilmiştir. Duyuşal olarak ise %25 ve %50 içeren dondurma örneklerinin kabul edilebilir olduğu belirlenmiştir.

Demir (2019), ayva çekirdeği tozunun dondurmada çeşitli stabilizörler (salep ve guar sakızının) yerine kullanım olanağını araştırmıştır. Bu amaçla, salep (%0,5), ayva çekirdeği

ekstraktı tozu (%0,5), guar sakızı ve ayva çekirdeği ekstraktı tozu (%0,2) + salep (%0,3) kombinasyonlarını kullanarak dondurmalar üretilmiştir. Araştırma sonucunda; kurumadde, kül, protein ve titrasyon asitliği değerleri üzerine depolama süresinin ve farklı stabilizör kullanımının etkisi önemsiz bulunmuştur. Tekstürel özelliklerin ise depolama süresiyle geliştiği bildirilmiş olup, ayva çekirdeği tozunun dondurma üretiminde salep ve guar sakızının yerine alternatif olarak başarıyla kullanılabilineceği sonucuna varılmıştır.

Udomsinka *et al.* (2019), yağ oranı düşürülmüş dondurma örneklerinin fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri üzerine farklı oranlarda (%0, 50, 75 ve 100) mor tatlı patates ununun etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda; mor tatlı patates unu ilavesinin dondurmaların hacim artışı, viskozite, sertlik ve L^* , a^* ve b^* değerlerine önemli etkileri olduğunu, patates unu miktarı artışıyla erimeye karşı mukavemet, sertlik ve viskozite değerlerinin arttığını, hacim artış oranlarının ise azaldığını görmüşlerdir. Duyusal olarak artan un oranıyla genel kabul edilebilirlik puanları düşüş gösterse de istatistiki olarak önemli derecede olmadığını açıklamışlardır.

Badıllı (2020), dondurma üretiminde süttozuna ikame olarak farklı oranlarda nohut unu (%5, 10 ve 20) kullanarak yağ oranı azaltılmış (%4) dondurma üretmiş ve ürettiği dondurmaları %4 yarım yağlı ve %12 tam yağlı kontrol dondurmalarla fiziksel, kimyasal, tekstürel ve duyuşal özellikleri bakımından karşılaştırmıştır. Dondurmaların 60 günlük depolama periyodunda fiziksel, tekstürel ve duyuşal özellikleri tespit edilmiştir. Sonuç olarak, yağ içeriği azaltılmış dondurma üretiminde süttozu yerine %5 ve %10 nohut unu ilavesinin kullanabileceğine ve depolamada oluşabilecek bazı kusurların giderilmesine katkıda bulunacağı kanısına varmıştır.

Yıldız *et al.* (2020), dondurma kalitesi (duyuşal, kimyasal ve mikrobiyolojik) üzerine balkabağı, zencefil, tarçın ve Hindistan cevizinin etkilerini araştırmışlardır. Bu amaçla dört tip dondurma üreterek -18°C 'de muhafaza etmişler ve depolamanın 1., 10., 20. ve 30. günlerinde mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşal analizler yapmışlardır. İstatistiksel olarak farklı dondurma tipleri arasında kurumadde, yağsız kurumadde ve yağ miktarları bakımından önemli farklar tespit etmişlerdir ($p<0.05$). Şeker miktarı oldukça düşük, besleyici değeri yüksek, diyet balkabaklı dondurma üretiminin mümkün olduğunu ve uygun şartlarda muhafaza edilmek (-18°C) koşuluyla kalitelerini 30 gün koruyabildiklerini görmüşlerdir.

Nurdağ (2021), dondurma bileşimindeki süttozu yerine farklı bitkisel unlar kullanarak yağı azaltılmış dondurma üretmeyi amaçlamış ve bu amaçla altı farklı dondurma üretmiştir. Ürünlerin fiziksel, kimyasal, duyuşal ve tekstürel özelliklerini karşılaştırmıştır. -18°C 'de iki ay süreyle depolayarak tekstürel, duyuşal ve fiziksel özelliklerini karşılaştırmış, depolama süresinin bu değerler üzerine önemli etkileri olduğunu görmüş, ancak depolamanın duyuşal

özelliklerden renk ve görünüş üzerine etkisinin önemsiz olduğunu saptamıştır. Yağ oranı azaltılmış dondurma üretmek amacıyla süttozu yerine kullanılan çeşitli bitkisel unların dondurmanın duyuşal, tekstürel ve fiziksel özelliklerine katkı sağladığını ve yağ azaltmayla oluşabilecek birtakım kusurları azaltmaya alternatif olabileceği kanısına varmıştır.

Haghani *et al.* (2021) *B.lactis* içeren dondurmanın probiyotik raf ömrü ve çeşitli kalite özellikleri (antioksidan aktivite, fizikokimyasal ve duyuşal özellikler) üzerine kıvılcık (*Cornus mas* L.) kabuğu ilavesinin (%3, 6 ve 9) etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonunda; kıvılcık kabuğu ilavesinin dondurmada C vitamini, toplam polifenol içeriği, toplam antosiyanin içeriği ve antioksidan aktiviteyi önemli ölçüde arttırdığını tespit etmişlerdir. Depolama süresince örneklerde; toplam fenolik madde miktarı, toplam antosiyanin miktarı ve DPPH antioksidan aktivite stabilitesini korurken, C vitamini miktarı azalmıştır. Dondurma örneklerinde depolama süresince *B. lactis* sayısı azalmış olmakla birlikte 7,16-8,86 log kob/g aralığında tespit edilmiştir. %6 ve %9 kıvılcık kabuğu ilavesinin, depolama süresince dondurma örneklerinde ve simüle edilmiş gastrointestinal koşullardan sonra *B. lactis*'in canlılığını artırdığı saptanmıştır. Sonuç olarak; kıvılcık kabuğunun fonksiyonel dondurma üretiminde umut verici olduğu bildirilmiştir.

Nasr (2021), sapota (*Pouteria sapota*) meyve posası (%5, 10 ve 15) ile zenginleştirilmiş dondurmanın fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerini araştırmıştır. Araştırma sonucunda dondurma miksine ilave edilen sapota meyve posasının; pH, titrasyon asitliği, donma noktası, erime süresi, özgül ağırlık, protein, karbonhidrat, kül ve lif miktarlarını etkilendiği tespit edilmiştir. Sonuç olarak; artan konsantrasyonda sapota meyve posası ilavesinin dondurmada kalsiyum, fosfor, potasyum, demir, çinko, A vitamini ve C vitamini içeriğini artırdığı saptanmıştır. Duyusal analiz sonucunda ise %15 sapota meyve posası ve %12 sakaroz içeren dondurma örneği, 100 puan üzerinden 92 puan alarak en çok beğenilen örnek olmuştur.

Fernandes *et al.* (2021) dondurmanın besinsel ve teknolojik özellikleri üzerine palmye (*Aiphanes aculeata*) meyve pulpu ilavesinin (%15, 30 ve 60) etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda; palmye meyvelerinin yüksek besin değeriye sahip dondurmaların üretiminde potansiyel olarak kullanılabileceği bildirilmiştir.

Kowalczyk *et al.* (2021), koyun sütünden ürettikleri probiyotik dondurma örneklerinde *Bifidobacterium* BB-12 ve *Lactobacillus rhamnosus*'un canlılığı ile dondurmanın fizikokimyasal ve duyuşal özellikleri üzerine inülin (%2,5) ve elma lifi (%1,5) ilavesinin etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda; inüline ikame olarak kullanılan elma lifinin dondurmada kalite özelliklerini önemli ölçüde etkilediği tespit edilmiştir. 21 günlük

depolama süresince dondurma örneklerinde *Bifidobacterium* BB-12 sayısı 10,28-11,41 log kob/g aralığında, *L. rhamnosus* sayısı 11,22-11,73 log kob/g aralığında bulunmuştur.

Silva Faresin *et al.* (2022), donurma üretiminde şeker ve yağa ikame olarak inülin *Spirulina platensis* ve phycocyanin ekstraktı kullanımının etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda; %2 inülin ve %1 *S. platensis* kullanımının dondurmada %50 yağ ve %25 şeker azaltımına neden olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, yağ ve şeker içeriği azaltılmış fonksiyonel bileşenler kullanarak sağlıklı dondurma formülasyonlarının geliştirildiği bildirilmiştir.

Sayar *et al.* (2022), farklı miktarda yaban mersini kullanarak deve sütünden ürettikleri dondurmaların fizikokimyasal, reolojik, duyu ve antioksidan özelliklerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda yaban mersini ilavesinin asitlik, sertlik ve antioksidan aktiviteyi artırdığını; pH, kurumadde, yağ, protein, kül, hacim artışı ve tam erime süresi değerlerini azalttığını tespit etmişlerdir. Sonuç olarak, deve sütünden üretilen dondurmanın besin değeri ve renk özelliklerini artırmak için en fazla %10 yaban mersininin kullanılabileceği bildirilmiştir.

Bu araştırmada ise; probiyotik dondurma üretiminde, farklı oranda havuç püresi kullanımıyla, havucun β - karoten nedeniyle hem doğal turuncu renk kaynağı olması hem de sağlık ve beslenme üzerine üstün özelliklerini probiyotik dondurmada bir araya getirerek fonksiyonel yeni dondurma çeşidi/çeşitleri ortaya konulmuştur. Bu amaçla probiyotik bakteri olarak *Bifidobacterium* BB-12 kullanılmıştır. Özellikle çocukların çok severek tüketmediği ve/veya sert bir sebze olması nedeniyle tüketiminde güçlüklerin yaşandığı havucun, dondurmada alternatif kullanım alanı sağlayarak daha çok tüketilmesine ve/veya kolay tüketime elverişli hale getirilmesine katkıda bulunmak amaçlanmıştır.

Bugüne kadar ülkemizde genel olarak dondurma, probiyotik ve çeşitli bitkisel materyallerin katkısı ile çok sayıda çalışma yapılmış olmasına rağmen, probiyotik dondurma üretiminde havuç püresinin sarı renk vermek, probiyotik bakterinin dondurma ortamında canlılığı üzerine etkisi ve diğer kalite özelliklerine etkisinin çalışıldığı bir araştırmaya rastlanmamıştır. Süt ürünlerinde havuç ile ilgili çeşitli araştırmalar yapılmış ve önemli sonuçlar elde edilmiştir. Ancak bu şekilde planlanmış bir araştırmaya literatürde rastlanmamıştır.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Bileşimi ve duyusal özellikleri dondurma üretimine uygun çiğ inek sütü ve krema Atatürk Üniversitesi Gıda ve Hayvancılık Uygulama ve Araştırma Merkezi Pilot Süt Fabrikası'ndan temin edilmiştir. Dondurma üretiminde kullanılan yağsız süttozu Pınar Süt Mamulleri Sanayi A.Ş. (İzmir)'den; şeker, monogliserid, salep ve taze turuncu havuç Erzurum piyasasından temin edilmiştir. Probiyotikli dondurmaların üretiminde kullanılan *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* suşu (Nu-trish BB-12) liyofilize edilmiş DVS (Direct-Vat-Set) formda CHR-HANSEN'den (İstanbul) temin edilmiştir. Probiyotik dondurmaların duyusal değerlendirmesinde kullanılan 30 mL hacmindeki gıda ambalajlamaya uygun kaplar Erzurum piyasasından temin edilmiştir.

Metot

Probiyotik kültürün hazırlanması

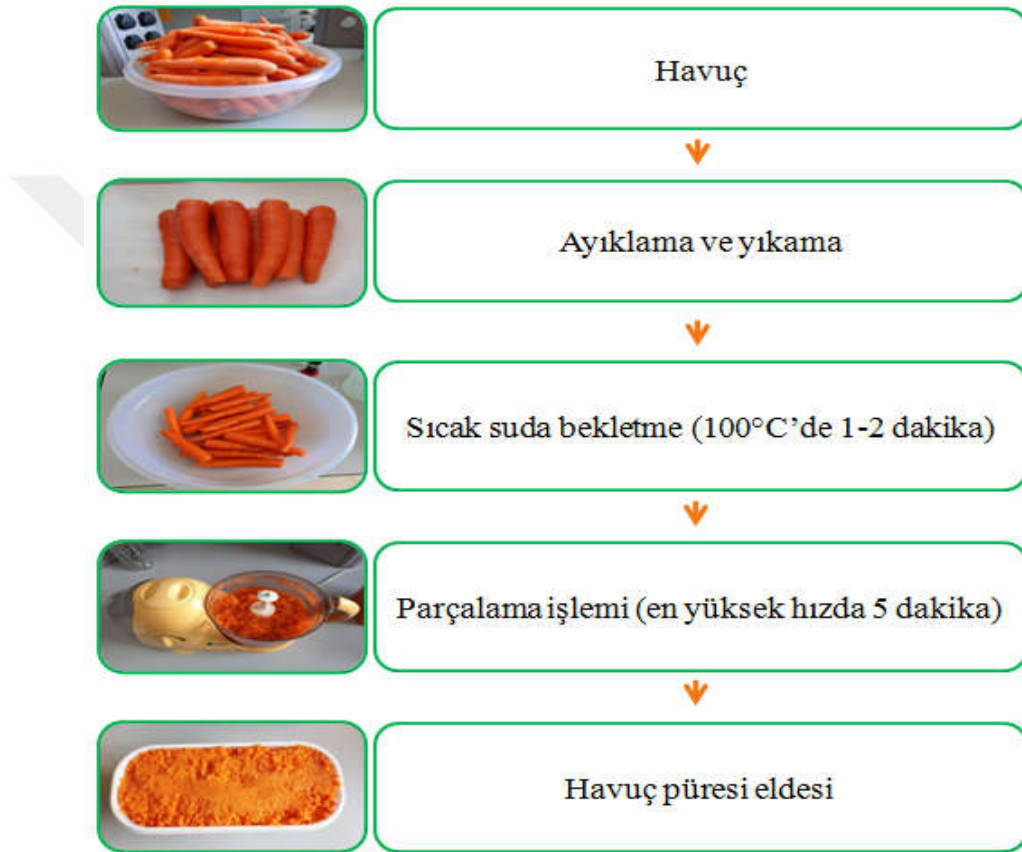
Probiyotik dondurma örneklerinin üretiminde kullanılan toplam sütün %10'luk kısmı 2 erlene aktarıldıktan sonra otoklavda steril (110°C'de 10 dakika) edilmiştir. Daha sonra steril edilmiş ve 37°C'ye soğutulmuş süte %0,1 (100g/100 kg miks) oranında *Bifidobacterium* BB-12 ilave edilmiştir. Hazırlanan sütler 37°C'de pH 5,0'e ulaşınca kadar inkübasyona bırakılmıştır. Daha sonra sütlerden numune alınarak *Bifidobacterium* BB-12 sayısı kob/mL olarak belirlenmiştir. Probiyotik grup dondurmaların üretimi yapılınca kadar hazırlanan probiyotik kültürler buzdolabı sıcaklığında (+4°C'de) muhafaza edilmiştir. Şekil 1'de hazırlanan probiyotik kültürlerle ait bir resim verilmiştir.



Şekil 1. Probiyotik dondurma örneklerinin üretiminde kullanılan kültürler

Havuç püresi üretimi

Havuç püresinin (HP) üretimi Şekil 2’de verilen akım şemasına göre hazırlanmıştır. Bu amaçla; taze havuçlar ayıklama ve yıkama işleminin ardından muhtemel kontaminsyonları engellemek amacıyla sıcak suda 1-2 dakika bekletilmiştir. Daha sonra bütün havuçlar birkaç parçaya ayrılarak mutfak tipi bir robotta (en yüksek hız ayarında 5 dakika) püre haline getirilmiştir. Elde edilen HP miks reçetesinde bildirilen oranlarda hesaplanıp tartıldıktan sonra steril kaplara aktarılmıştır. Üretim yapılincaya kadar havuç püreleri +4°C’de muhafaza edilmiştir.



Şekil 2. Havuç püresi üretim akış şeması

Deneme düzeni ve örneklerin tanımları

Araştırma, 2 farklı yöntem (klasik ve probiyotik dondurmalar), 1 probiyotik kültür (*Bifidobacterium* BB-12), 8 farklı miks formülasyonu (%0, 10, 20 ve 30 oranlarında HP ilavesiyle hazırlanan klasik ve probiyotik grup karşılaştırmalı), 9 farklı depolama periyodu (1., 15., 30., 45., 60., 75., 90., 105. ve 120. günler) ve 2 tekerrürlü olarak planlanmış ve yürütülmüştür. Dondurma örneklerinde her analiz paralelli olarak yapılmıştır. Daha kolay anlaşılması bakımından dondurma örneklerinin kod ve tanımları Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Deneme Dondurma Örneklerinin Tanımları

	Kod	Örnek tanımı
Klasik	K	Kontrol dondurma
	KH1	%10 HP ilaveli dondurma
	KH2	%20 HP ilaveli dondurma
	KH3	%30 HP ilaveli dondurma
Probiyotik	P	Probiyotikli Kontrol dondurma
	PH1	%10 HP ilaveli probiyotik dondurma
	PH2	%20 HP ilaveli probiyotik dondurma
	PH3	%30 HP ilaveli probiyotik dondurma

Deneme dondurma örneklerinin üretimi

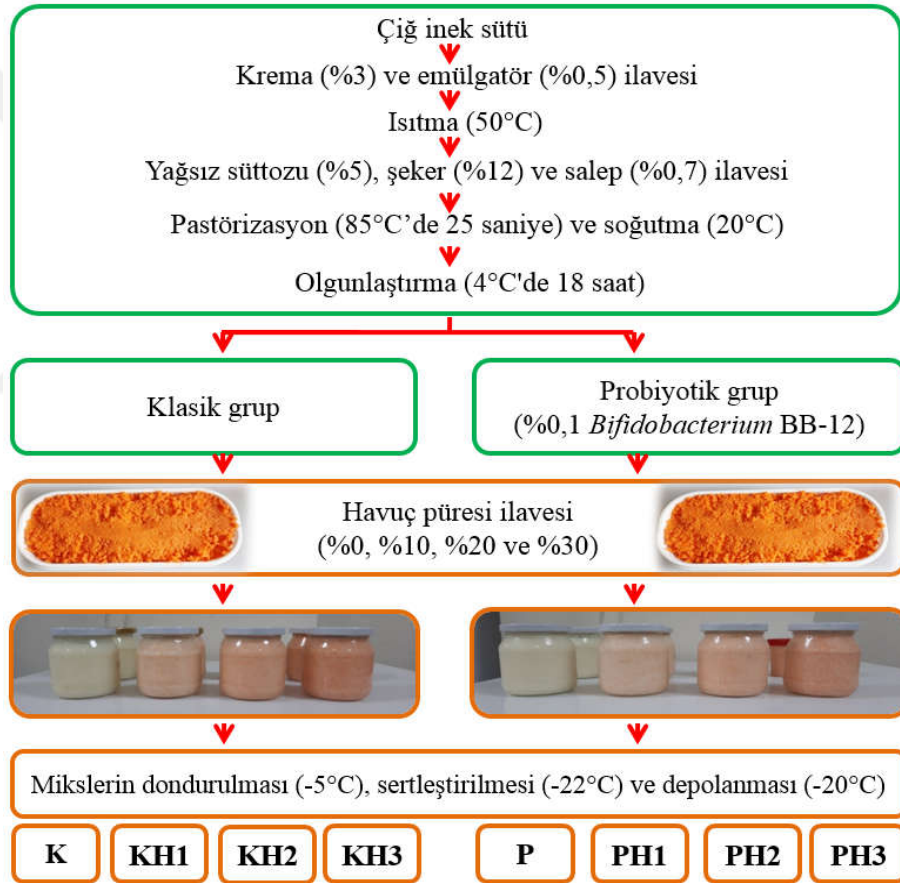
Dondurma miks reçetesi; Türk Gıda Kodeksi (2017) Dondurma Tebliği yarım yağlı dondurma bileşimine uygun olarak oluşturulmuştur. Dondurma örneklerine ait miks reçeteleri Tablo 2’de verilmiştir. Klasik ve probiyotik grup dondurma örnekleri Şekil 2’de verilen akış şemasına göre Erzurum’daki özel bir işletmede (Altın Pastanesi) üretilmiştir.

Tablo 2. Dondurma Örneklerinin Miks Reçetesi

Bileşenler (%)	Örnekler							
	K	KH1	KH2	KH3	P	PH1	PH2	PH3
Süt	78,8	68,8	58,8	48,8	78,7	68,7	58,7	48,7
Krema	3	3	3	3	3	3	3	3
Süttozu	5	5	5	5	5	5	5	5
Şeker	12	12	12	12	12	12	12	12
Salep	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Emülgatör	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Havuç püresi	0	10	20	30	0	10	20	30
Probiyotik	0	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0,1

Tablo 2’ ye göre, sıvı ve kuru malzemeler belirtilen oranlarda hesaplanarak ayrı ayrı tartıldıktan sonra üretim akış şemasına (Şekil 2) göre sade ve probiyotik olmak üzere iki farklı miks hazırlanmıştır. Miksler 85°C’de 25 s pastörize edildikten sonra gruplandırılarak 8 ayrı steril kovaya aktarılmış ve hızla 20°C’ye soğutulmuştur. Hazırlanan mikslar +4°C’deki buzdolabıda 18 saat olgunlaştırılmıştır. Olgunlaştırma işleminden sonra klasik gruptaki miks örneklerine sırasıyla; %0, 10, 20 ve 30 oranlarında (ağırlık/ağırlık, w/w) HP ilave edilmiştir. Probiyotik grup örneklerde ise %0, 10, 20 ve 30 HP ilavesiyle birlikte önceden hazırlanmış *Bifidobacterium* BB-12 ile fermente edilmiş sütler (pH’sı 4,7 olan 10⁹ kob/ml probiyotik içeren) %10 (w/w) oranında ilave edilmiştir. Daha sonra HP ve HP + probiyotik katkılı mikslar steril bir çırpıcı ile karıştırılarak homojen hale getirilmiştir (Bu aşamada, mümkün olduğunca kontaminasyon olmamasına dikkat edilmiştir). Her bir çeşit miks, dondurma makinesine (TELME ECOGEL 40-120) aktararak -5°C’de 5-10 dakika süreyle dondurmaya işlenmiştir.

Dondurma makinesinden çıkan yumuşak yapılı dondurmalar ambalajlandıktan sonra örnekler ilk önce -22°C 'de 1 gün sertleştirilmiş ve sonrasında $-20\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 4 ay süreyle depolanmıştır. Üretimi yapılan dondurmaların (klasik ve probiyotik grup) çeşitli kalite özellikleri (fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal) ile probiyotik bakteri canlılığı (probiyotik grup örnekler için) depolama süresince (1., 15., 30., 45., 60., 75., 90., 105. ve 120. günler) belirlenmiştir. Üretimlerde; ilk olarak klasik grup örnekler; ikinci olarak probiyotik grup örnekler üretilmiştir. Klasik gruptan probiyotik gruba geçmeden önce dondurma makinesi temizlenmiştir. HP içeren gruplarda ise düşük konsantrasyondan yüksek konsantrasyona doğru üretim gerçekleştirilmiştir. Dondurma örneklerinin üretimi sırasında gerekli hijyen kurallarına uyulmuş, mümkün olduğunca kontaminsayonu engellemek amacıyla steril araç-gereçler kullanılmıştır.



Şekil 3. Dondurma örneklerinin üretim akış şeması

Süt ve Krema Örneklerinde Yapılan Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Analizler

Çiğ süt ve krema örneklerinde; pH, titrasyon asitliği (% laktik asitlik cinsinden), kurumadde, yağ ve protein oranları Kurt vd (2012)'ne göre belirlenmiştir. Renk özelliklerinden L^* , a^* , b^* , H° ve C^* değerleri Minolta CR-200 renk tayin cihazı kullanılarak belirlenmiştir.

Mikrobiyolojik olarak Toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB), maya-küf ve koliform grubu bakteri sayımları ise Halkman (2005)'a göre yapılmıştır.

Havuç Püresinde Yapılan Fizikokimyasal Analizler

pH, titrasyon asitliği (% toplam asitlik cinsinden), kurumadde, kül ve protein oranları Cemeroğlu (2010)'na göre yapılmıştır. β -karoten miktarı spektrofotometrik yöntemle Olives Barba *et al.* (2006) ve Butnariu (2016)'e göre belirlenmiştir. Renk özelliklerinden L^* , a^* , b^* , H° ve C^* değerleri ise renk tayin cihazı (Minolta CR-200) kullanılarak belirlenmiştir.

Havuç Püresinde Yapılan Mikrobiyolojik Analizler

Mikrobiyolojik olarak maya-küf ve koliform grubu bakteri sayımı Halkman (2005)'a göre belirlenmiştir.

Dondurma Örneklerinde Yapılan Fiziksel ve Kimyasal Analizler

pH ölçümü

Dondurma örneklerinin pH değerleri, pH metre cihazı (Mettler Toledo) kullanılarak $20\pm 1^\circ\text{C}$ 'de homojen hale getirilmiş örnekte direkt olarak ölçülmüştür (Metin 2013).

Titrasyon asitliği tayini (%laktik asit)

Dondurma örneklerinin asitliği (% laktik asit cinsinden) Kurt vd (2012) tarafından verilen metot modifiye edilerek belirlenmiştir. Bunun için, 9 g dondurma örneği 9 mL saf suyla 1:1 (ağırlık/hacim, w/v) oranında seyreltilmiştir. Daha sonra örnekler 0,1 N NaOH ile hafif pembe renk oluşuncaya kadar titre edilmiştir. Örneklerin laktik asit cinsinden asitliği şu formülle belirlenmiştir. Titrasyon asitliği = $(V \times 0,009 \times 100) / m$ formülü ile hesaplanmıştır. Formülde; V: harcanan 0,1 N NaOH çözeltisinin miktarı (mL) ve m: örnek miktarını (g) ifade etmektedir.

Kurumadde oranı

Dondurma örneklerinde kurumadde tayini için darası alınmış alüminyum kaplar içerisine, homojen hale getirilmiş dondurma örneklerinden 3-5 g örnek tartılmıştır. Daha sonra örnekler $105\pm 1^\circ\text{C}$ 'de sabit tartım ağırlığına gelinceye kadar kurutulduktan sonra, gravimetrik olarak son tartım sonuçları üzerinden kurumadde miktarı % olarak hesaplanmıştır (Kurt vd 2012).

Yağ oranı

Dondurma örneklerinde yağ tayini Metin (2013)'e göre Gerber yöntemiyle yapılmıştır. Bu amaçla; 5 g dondurma örneği, 5 mL sıcak su (65°C), 10 mL 1,82'lik sülfürik asit (H₂SO₄) ve 1 mL amil alkol dondurma bütirometresi içerisine aktarılıp dikkatli bir şekilde karıştırılmıştır. Daha sonra, bütirometreler Gerber santrifüjünde 1100 devirde 10-15 dakika santrifüj edildikten sonra 65°C'deki su banyosunda 5 dakika bekletilen bütirometrelerin skala çizgisinden (%0-15) yağ oranı % olarak belirlenmiştir.

Protein oranı

Dondurma örneklerinin toplam azot (TN) miktarı mikro-Kjeldahl yöntemi ile AOAC (1990)'göre belirlenmiştir. Bu amaçla, Kjeldahl tüplerine 1,0±0,001 g örnek tartılarak, üzerine 10 mL H₂SO₄ (%98, d:1,84) ve 1 adet Kjeldahl tablet ilave edilerek kademeli sıcaklık artışında yakma işlemi yapılmıştır. Berrak yeşil renk oluşumu gözlemlendikten sonra yakma işlemi sonlandırılmıştır. Daha sonra örnek tüpleri protein tayin cihazına bağlanarak destilasyon ve titrasyon (0,1 N HCl ile) işlemleri yapılmıştır. Titrasyon sonrasında harcanan 0,1 N HCl miktarı üzerinden $\% \text{ Toplam azot} = [(V_h - V_k) \times 0,0014 \times F \times 100 / m]$ formülü ile hesaplanmıştır. Burada; V_h: örnek için harcanan HCl miktarını (mL), V_k: tanık deney/kör için harcanan HCl miktarını (mL), F: 0,1 N HCl'nin faktörünü ve m: örnek miktarını (g) ifade etmektedir. Daha sonra belirlenen azot miktarından protein miktarı (%TN × 6,38) hesaplanmıştır.

Kül oranı

Dondurma örneklerinde kül tayini için darası alınmış porselen krozeler içerisine, homojen hale getirilmiş dondurma örneklerinden 3-5 g örnek tartılmıştır. Örnekler 105±1°C'de 1-2 saat kurutulduktan sonra, kül fırınında kademeli sıcaklık artışı ile 550°C'de gri-beyaz renk oluşuncaya ve sabit tartım ağırlığına ulaşınca kadar yakılmıştır. Daha sonra gravimetrik olarak son tartım sonuçları üzerinden kül miktarı % olarak hesaplanmıştır (Kurt vd 2012).

β-karoten miktarı

Örneklerde β-karoten miktarı küçük bir modifikasyonla Olives Barba *et al.* (2006) ve Butnariu (2016)'e göre belirlenmiştir. Bu amaçla, 2,0±0,001 g dondurma örneği bir santrifüj tüpüne tartılarak üzerine 18 mL hekzan-aseton-etanol (2:1:1; hacim/hacim/hacim; v/v/v) karışımı ilave edilmiştir. Örnekler karanlık bir ortamda, 250 rpm'de 30 dakika süreyle orbital çalkalayıcıda karıştırılmıştır. Daha sonra karışım +4°C'de 5000 rpm'de 15 dakika santrifüj edilmiş ve ardından filtre kağıdından (Whatman No:1) süzümüştür. Örnek ekstraktlarının absorbanı bir spektrofotometrede (Shimadzu UV-VIS 1800) 450 nm'de ölçülmüştür. Standart

kalibrasyon eğrisinin hazırlanmasında farklı konsantrasyonlarda (1-30 mg/L) hazırlanmış β -karoten ($\geq$ %97 (UV)) standardı ($y = 0,0390x + 0,0169$, $R^2 = 0,9991$) kullanılmıştır. Örneklerde sonuçlar mg/100 g örnek olarak verilmiştir. Tüm analizler β -karotenin hassasiyeti gereği mümkün olduğunca karanlık şartlarda yapılmıştır.

Viskozite ölçümü

Dondurma miks örneklerinde viskozite ölçümü viskozimetre (Brookfield DV-II Model, Brookfield Engineering Laboratories, Stoughton, MA, USA) cihazı kullanılarak yapılmıştır. Ölçümler; 4°C'de 20 ve 50 rpm'de 64 nolu başlık ile 15 saniyede ölçülen değerlerin ortalaması alınarak bulunmuştur. Sonuçlar centipoise (cP) olarak verilmiştir (Çakmakçı *et al.* 2015).

Hacim artışı (overrun) oranı

Dondurma örneği, darası bilinen bir mezür içerisinde belirli bir hacime kadar boşluk kalmayacak şekilde doldurularak tartılmıştır. Daha dondurma örneğine ait miks, aynı mezürde belirlenen hacime kadar aktarılıp tartılmıştır. Belirlenen ağırlıklar (g) üzerinden hacim artışı (%) = [(Dondurma miksinin ağırlığı – Aynı hacimdeki dondurmanın ağırlığı) / (Aynı hacimdeki dondurmanın ağırlığı) x 100] formülü ile hesaplanmıştır (Metin 2013).

İlk damlama ve tam erime süresi

İlk damlama ve tam erime süreleri Güven and Karaca (2002)'nin verdiği yöntemle yapılmıştır. Bu amaçla, 25 g dondurma örneği 0,2 cm x 0,2 cm gözenek ebatlı süzgeç üzerinde erimeye (20°C'de) bırakılarak ilk damlama süresi ile tam erime süreleri saniye (s) olarak kaydedilmiştir.

Erime oranı

25 g dondurma örneği 0,2 cm x 0,2 cm gözenek ebatlı süzgeç üzerinde erimeye (20°C'de) bırakılarak, erimenin 30. ve 45. dakikalarında erimiş dondurma miktarından erime oranı (%) = [(Eriyen kısmın ağırlığı / Dondurmanın ağırlığı) x 100] formülü ile hesaplanmıştır (Cotrell *et al.* 1979).

Renk ölçümü

Dondurma örneklerinin renk özellikleri, renk tayin cihazı (Minolta CR-200, Minolta Chromometer, Japonya) kullanılarak L^* (100: beyaz, 0: siyah), a^* (+: kırmızı, -: yeşil), b^* (+: sarı, -: mavi), H° (renk tonu açısı; 0°: kırmızı, 90°: sarı, 180°: yeşil, 270°: mavi, 360°: kırmızı) ve C^* (renk doygunluğu) olarak belirlenmiştir (Çakmakçı *et al.* 2016). Miksin dondurulması sırasında meydana gelen renk farkını hesaplamak amacıyla, toplam renk farkı (ΔE) = $[(L^*_m -$

$L^*_0)^2 + (a^*_m - a^*_0)^2 + (b^*_m - b^*_0))^{1/2}]$ formülü ile dondurma örnekleri arasındaki renk değişimini belirlemek amacıyla, $\Delta E = [((L^*_0 - L^*_{120})^2 + (a^*_0 - a^*_{120})^2 + (b^*_0 - b^*_{120}))^{1/2}]$ formülü ile hesaplanmıştır. Burada; m : miks örneklerinde belirlenen renk değerlerini, 0 : depolamanın ilk gününde dondurma örneklerinde belirlenen renk değerlerini, 120 : depolamanın sonunda dondurma örneklerinde belirlenen renk değerlerini ifade etmektedir (Vukić *et al.* 2021).

Dondurmada Örneklerinde Yapılan Mikrobiyolojik Analizler

Örnek hazırlama

Steril şartlarda 10 g dondurma örneği, 90 ml steril fizyolojik tuzlu su (121°C'de 15 dakika sterilize edilmiş, %0,85 NaCl içeren) karıştırılarak 10^{-1} 'lik ilk dilüsyon hazırlanmıştır. İlk dilüsyondan da 10^{-8} 'lik dilüsyona ulaşınca kadar 10'ar katlık bir seyreltme ile dilüsyon sıvıları hazırlanmıştır. Hazırlanan dilüsyonlar ekimler için hemen kullanılmıştır.

***Bifidobacterium* BB-12 sayımı**

de Man Rogosa Sharpe agar (MRS Agar, Merck) besiyerine uygun dilüsyonlardan yayma yöntemine göre ekim yapılarak petri plakları $37 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de 72 saat anaerobik ortamda (Anaerocult- A) inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrasında gelişen koloniler sayılarak, *Bifidobacterium* BB-12 log kob/g cinsinden ifade edilmiştir (Fritzen-Freire *et al.* 2013).

Canlılık oranının belirlenmesi

Probiyotik dondurma örneklerinde *Bifidobacterium* BB-12'nin canlılık oranı Bruno *et al.* (2002) tarafından önerilen formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Canlılık oranı (\%)} = \frac{\text{Depolamanın son günü belirlenen probiyotik sayısı (log kob/g)}}{\text{Depolamanın ilk günü belirlenen probiyotik sayısı (log kob/g)}} \times 100$$

Koliform grubu bakteri sayımı

Uygun dilüsyonlardan Violet Red Bile Agar (VRBA) (Merck) besiyerine yayma yöntemine göre ekim yapılmıştır. Ekim yapılan petriler $37 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda gelişen pembe-kırmızı koloniler sayılarak, koliform grubu bakteri sayısı log kob/g cinsinden ifade edilmiştir (Harrigan 1998).

Maya ve küf sayımı

Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol Agar (DRBCA, Merck) besiyerine uygun dilüsyonlardan yayma yöntemine göre ekim yapılmıştır. Daha sonra petriler 25°C 'de 5 gün inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda gelişen koloniler sayılarak, toplam maya ve küf sayısı log kob/g cinsinden ifade edilmiştir (Beuchad *et al.* 2007).

Dondurma Örneklerinde Yapılan Duyusal Analizler

Dondurma örneklerinin duyusal analizi için 25-30 kişiden oluşan halk tipi panelist grubu (tarafımızca ürün ve duyusal analiz yöntemleri çerçevesinde eğitilen) oluşturulmuştur. Panelistler; Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim elemanları, lisansüstü ve lisans öğrencileri ile halktan oluşmaktadır. Panelistler dondurma örneklerini; renk ve görünüş, tekstür, sakızımsılık, ağızda erime, lezzet, şekerlilik ve genel kabul edilebilirlik kriterlerine göre 9 puan üzerinden değerlendirmişlerdir (Bodyfelt *et al.* 1988; Altuğ 1993). Tarafımızca hazırlanan duyusal analiz formu Tablo 3’de, duyusal analiz için hazırlanan örnekler Şekil 4’te görülmektedir.



Şekil 4. Duyusal analiz için hazırlanan dondurma örnekleri

Tablo 3. Dondurma Örneklerinin Duyusal Değerlendirilmesinde Kullanılan Skala (Tam puan=9)

Panelist ismi:	Değerler				Örnek							
					1	2	3	4	5	6	7	8
Renk ve görünüş	Çok İyi 9-8	İyi 7-6	Orta 5-4-3	Bozuk 2-1								
Tekstür	Çok İyi 9-8	İyi 7-6	Orta 5-4-3	Bozuk 2-1								
Sakızımsılık	İdeal 9-8	Az 7-6	Fazla 5-4-3	Yok 2-1								
Ağızda erime	İdeal 9-8	Çok geç 7-6	Kolay 5-3	Hemen 2-1								
Lezzet	Çok İyi 9-8	İyi 7-6	Orta 5-4-3	Kötü 2-1								
Şekerlilik	Normal 9-8	Az 7-6	Fazla 5-4-3	Yetersiz 2-1								
Genel kabuledilebilirlik	Çok İyi 9-8	İyi 7-6	Orta 5-4-3	Red 2-1								

Not: Belirtmek istenilen bir husus varsa belirtiniz.

İstatistiksel Analizler

Araştırma; 8 farklı dondurma çeşidi [sade kontrol dondurma (K), %10 HP ilaveli dondurma (KH1), %20 HP ilaveli dondurma (KH2), %30 HP ilaveli dondurma (KH3); probiyotik kontrol dondurma (P), %10 HP ilaveli probiyotik dondurma (PH1), %20 HP ilaveli probiyotik dondurma (PH2), %30 HP ilaveli probiyotik dondurma (PH3)] $\times$ 9 depolama periyodu (1., 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 ve 120. günler) $\times$ 2 tekerrür şeklinde faktöriyel düzende Tam Şansa Bağlı Deneme deneme planına göre kurulup yürütülmüştür. Toplam 144 örneğin paralelli olarak yapılan analizleri sonucunda elde edilen veriler lisanslı SPSS 13.0.1. Windows paket programında varyans (ANOVA) analizine tabi tutulmuştur. Varyans analizi sonucunda önemli çıkan faktörler Duncan çoklu karşılaştırma testi ile %95 güvenle değerlendirilmiştir.



ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Dondurmaların Üretiminde Kullanılan Hammaddelerin Bazı Özellikleri

Dondurmaların üretiminde kullanılan çiğ inek sütü, krema ve havuç püresine (HP) ait bazı fizikokimyasal analiz sonuçları Tablo 4'te, mikrobiyolojik analiz sonuçları Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 4. Dondurma Örneklerinin Üretiminde Kullanılan Hammaddelerin Fizikokimyasal Özellikleri

Özellikler	Süt	Krema	Havuç püresi (HP)
pH	6,79±0,10	6,32±0,08	6,57±0,00
Asitlik (%)	0,14±0,01	0,07±0,01	0,03±0,01 ^a
Kurumadde (%)	13,06±0,07	81,76±0,41	10,13±0,06
Kül (%)	0,69±0,04	-	0,53±0,01
Yağ (%)	4,00±0,12	75,00±0,50	-
Protein (%)	3,39±0,26	-	1,32±0,33
β-karoten (mg/100g)	-	-	71,34±0,55
<i>L</i> *	86,30±0,12	83,72±0,35	49,07±0,20
<i>a</i> *	-3,19±0,02	-2,54±0,03	26,47±0,15
<i>b</i> *	6,87±0,20	20,69±0,18	35,82±0,24
<i>H</i> ^o	115,7±1,01	96,90±0,12	53,80±0,08
<i>C</i> *	7,62±0,15	20,84±0,22	44,30±0,18

^a: Toplam asitlik cinsinden hesaplanmıştır.

Dondurma örneklerinin üretiminde kullanılan HP'nin pH'sı 6,57, titrasyon asitliği %0,03, kurumadde oranı %10,13, kül oranı %0,53, protein oranı %1,32, β-karoten miktarı 71,34 mg/100g, renk özelliklerinden; *L** değeri 49,07, *a** değeri 26,47, *b** değeri 35,82, *H*^o değeri 53,80, *C** değeri 44,30 olarak tespit edilmiştir (Tablo 4).

Tablo 5. Dondurma Örneklerinin Üretiminde Kullanılan Hammaddelerin Mikrobiyolojik Özellikleri

Özellikler	Süt	Krema	Havuç püresi (HP)
TAMB	6,03±0,23	7,84±0,12	-
Maya ve küf	5,24±0,65	4,07±0,06	<2 log kob/g
Koliform	3,25±0,08	6,05±0,10	<1 log kob/g

TAMB: Toplam aerobik mezofilik bakteri, ^a: Toplam asitlik cinsinden hesaplanmıştır.

HP'de yapılan mikrobiyolojik analiz sonucunda maya-küf (<2 log kob/g) ve koliform grubu bakteri (<1 log kob/g) tespit edilememiştir (Tablo 5).

Demir *et al.* (2007) yapmış oldukları araştırmada havuç suyunda; pH değerini 6,12, titrasyon asitliğini %0,26 ve kül miktarını %7,34 kuru ağırlık olarak belirlemişlerdir.

Havuç; β -karoten, askorbik asit ve tokoferol bakımından zengin, insan sağlığı açısından önemli bir sebzedir (Sharma *et al.* 2012). Havuçta önemli miktarda bulunan karotenoidler: pro-vitamin A aktivitesini, kanserin inhibisyonunu, bağışıklığı geliştirme, kardiyovasküler hastalıkları önleme, kas hastalıklarını önleme, katarakt oluşumunu azaltma gibi faydalar sağlamaktadır. Doğal ve antioksidan kaynağı olması nedeniyle havuç ve havuç ürünlerinin tüketimi gittikçe artmaktadır. Dolayısıyla bu araştırmada da dondurmaya havuç püresi katılmasının önemi ortaya çıkmaktadır. Nitekim dondurma örneklerinde kontrol örneklerle (K ve P) göre ve katılım oranına bağlı olarak β -karoten miktarının yükselmesi bunu doğrulamaktadır (Tablo 7).

Tamminen *et al.* (2013), probiyotikler için alternatif taşıyıcı olarak havuç suyunun kullanım imkânını araştırmışlardır. Pastörize havuç suyu, probiyotiklerle anaerobik koşullarda 37°C'de, fermente edilmiş ve depolama süresince canlılık seviyesi incelenmiştir. Başlangıçta 10^6 - 10^7 kob/mL seviyesinde bulunan laktobasil sayıları 10^9 - 10^{10} kob/mL'ye yükselmiştir. Dört haftalık depolama süresince *Lactobacillus* seviyesi değişmeden kalmış, 12 hafta sonunda ise 10^7 - 10^9 kob/mL olduğu görülmüştür. *Bifidobacterium* ise depolama süresince gelişmemiş, iki hafta sonra canlılık seviyesi düşmeye başlamış ve 8 hafta sonra tespit edilemediği görülmüştür.

Daneshi *et al.* (2013), havuç suyunun probiyotik süt üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, %6,5 şeker, %0,2 oranında yüksek metoksilli pektin, %30 havuç suyu ve *L. acidophilus* LA5, *Bifidobacterium* BB-12, *L. rhamnosus* ve *L. plantarum* suşları kullanılarak probiyotik içecek hazırlanmıştır. İçecekler, 20 günlük depolama boyunca canlı hücre sayısı, pH, asitlik, sedimentasyon ve duyusal kalite açısından 5 gün ara ile değerlendirilmiştir. En yüksek canlılık seviyesi *L. acidophilus* LA5 örneğinde (6,64 log kob/mL) bulunmuştur. Depolama sırasında tüm suşların canlı hücre sayımlarındaki değişiklikler önemsiz bulunmuştur. Depolama sonunda *L. acidophilus* LA5 ve *L. rhamnosus* içeren örneklerdeki bakteri sayısı 10^6 kob/mL seviyesinde kalırken, *L. plantarum* ve *Bifidobacterium* BB-12 içeren süt örnekleri 10^5 kob/mL seviyesine düşmüştür. Araştırma sonucunda, *L. acidophilus* LA5, *L. plantarum* ve *Bifidobacterium* BB-12 'nin havuç suyu içeren süt içeceğinde kullanım için uygun probiyotik suşları olduğu görülmüştür.

Dondurma Örneklerinde Yapılan Fizikokimyasal Analiz Sonuçları

Dondurma örneklerinin bazı fiziksel, kimyasal ve renk özelliklerine ait varyans analiz sonuçları sırasıyla Tablo 6, Tablo 8 ve Tablo 10'da; ortalama değerler ile Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Tablo 7, Tablo 9, Tablo 11 ve Tablo 12'de toplu olarak verilmiştir.

Tablo 6. Dondurma Örneklerinin Fizikokimyasal Özelliklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	pH	Asitlik (%LA)	Kurumadde (%)	Yağ (%)	Protein (%)	Kül (%)	β-karoten (mg/100 g)
Örnek	7	81,54**	11,90**	148,03**	11,99**	7,78**	22,33**	25595,1**
Hata	24							
Genel	31							

** : p<0,01, * : p<0,05,

Tablo 7. Dondurma Örneklerinin Fizikokimyasal Özelliklerine Ait Ortalama Değerler Ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları*

Örnekler	pH	Asitlik (%LA)	Kurumadde (%)	Yağ (%)	Protein (%)	Kül (%)	β-karoten (mg/100 g)
K	6,76±0,09 ^a	0,15±0,04 ^c	30,79±0,21 ^a	5,47±0,48 ^a	3,96±0,24 ^a	0,70±0,04 ^a	0,19±0,06 ^f
KH1	6,65±0,10 ^a	0,14±0,05 ^c	29,03±0,36 ^b	4,93±0,18 ^{abc}	3,72±0,29 ^a	0,68±0,05 ^b	3,91±0,39 ^e
KH2	6,67±0,09 ^a	0,14±0,04 ^c	27,32±0,41 ^c	4,39±0,33 ^{cd}	3,36±0,24 ^b	0,66±0,05 ^c	9,32±0,66 ^c
KH3	6,73±0,12 ^a	0,11±0,03 ^c	25,53±0,33 ^d	3,82±0,32 ^e	3,19±0,12 ^b	0,65±0,03 ^{cd}	12,94±0,71 ^a
P	5,94±0,06 ^b	0,26±0,06 ^{ab}	30,88±0,38 ^a	5,42±0,41 ^a	3,90±0,19 ^a	0,68±0,05 ^b	0,13±0,06 ^f
PH1	5,75±0,11 ^c	0,32±0,05 ^a	29,18±0,31 ^b	4,96±0,23 ^{ab}	3,78±0,20 ^a	0,65±0,04 ^{cd}	3,98±0,35 ^e
PH2	5,85±0,12 ^{bc}	0,26±0,04 ^{ab}	27,78±0,32 ^c	4,52±0,47 ^{bc}	3,36±0,22 ^b	0,64±0,05 ^{de}	9,10±0,79 ^d
PH3	5,97±0,08 ^b	0,22±0,03 ^b	25,84±0,32 ^d	3,96±0,31 ^{de}	3,22±0,24 ^b	0,63±0,05 ^e	11,58±0,83 ^b

*a-f: Aynı sütunda (↓) farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Tablo 8. Dondurma Örneklerinin Fiziksel Özelliklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	Hacim artışı (%)	İlk damlama (s)	Tam erime (s)	Erime oranı (%)		Viskozite (cP)	
					30. dk	45. dk	20 rpm	50 rpm
Örnek	7	25,59**	9,21**	67,13**	42,15**	398,39**	56,45**	56,36**
Hata	24							
Genel	31							

** : $p < 0,01$, * : $p < 0,05$

Tablo 9. Dondurma Örneklerinin Fiziksel Özelliklerine Ait Ortalama Değerler ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları *

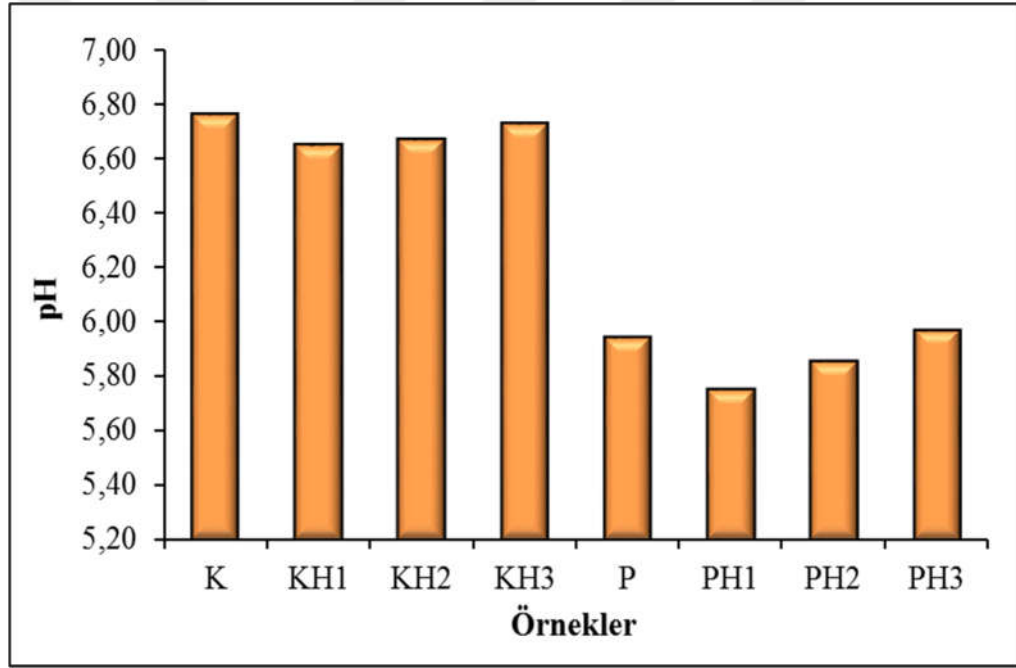
Örnekler	Hacim artışı (%)	İlk damlama (s)	Tam erime (s)	Erime oranı (%)		Viskozite (cP)	
				30. dk	45. dk	20 rpm	50 rpm
K	41,23±2,53 ^a	774±77 ^{cd}	4006±582 ^d	44,26±3,54 ^a	93,64±1,19 ^a	13987±1206 ^a	6875±409 ^a
KH1	35,85±1,70 ^b	570±119 ^d	5752±144 ^c	35,98±1,99 ^{bc}	81,98±2,74 ^b	10074±529 ^c	5164±106 ^c
KH2	32,44±2,39 ^{cd}	702±97 ^{cd}	7947±274 ^a	24,34±1,83 ^d	52,86±1,55 ^d	9219±493 ^{de}	4483±415 ^d
KH3	30,73±1,32 ^d	1079±134 ^{ab}	8298±194 ^a	15,69±2,37 ^e	35,99±2,44 ^e	8730±898 ^e	4276±241 ^d
P	35,09±1,69 ^{bc}	919±121 ^{bc}	4307±327 ^d	39,87±2,48 ^{ab}	91,22±2,07 ^a	12268±915 ^b	6255±559 ^b
PH1	31,50±1,03 ^d	767±154 ^{cd}	6637±725 ^b	33,74±5,98 ^c	75,90±2,75 ^c	9587±194 ^{cd}	5477±215 ^c
PH2	27,48±1,92 ^e	899±229 ^{bc}	7703±265 ^a	23,57±4,04 ^d	50,39±3,88 ^d	9166±406 ^{de}	4211±605 ^d
PH3	25,23±2,67 ^e	1240±146 ^a	8071±490 ^a	15,89±2,32 ^e	36,21±1,03 ^e	8474±645 ^e	3781±445 ^e

*a-c: Aynı sütunda (↓) farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,01$)

pH

Dondurma örneklerinde tespit edilen pH değerleri Tablo 7’de verilmiştir. Buna göre; en düşük pH değeri (5,75) PH1 örneğinde belirlenirken, en yüksek pH değeri (6,65-6,76) klasik grup dondurma örneklerinde (K-KH3) tespit edilmiştir (Şekil 5).

Dondurma örneklerinin pH değerlerine ait varyans analiz sonuçlarından (Tablo 6), örnek değişkeninin (HP ve *Bifidobacterium* BB-12 ilavesinin) pH değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,01$). Duncan çoklu karşılaştırma test sonucuna göre; K, KH1, KH2, KH3 örneklerinin kendi içinde ve P ile PH3 kodlu örneklerin de kendi aralarındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı ($p>0,05$), PH1 ve PH2 örneklerinin ise bunların hepsinden farklı olduğu ($p<0,01$) bulunmuştur. HP konsantrasyonundaki artışla birlikte probiyotik dondurma örneklerinde pH değeri artarken, probiyotik ilavesi tüm dondurma örneklerinde kontrole göre pH değerini düşürmüştür (Şekil 5).



Şekil 5. Dondurma örneklerinin pH değerleri

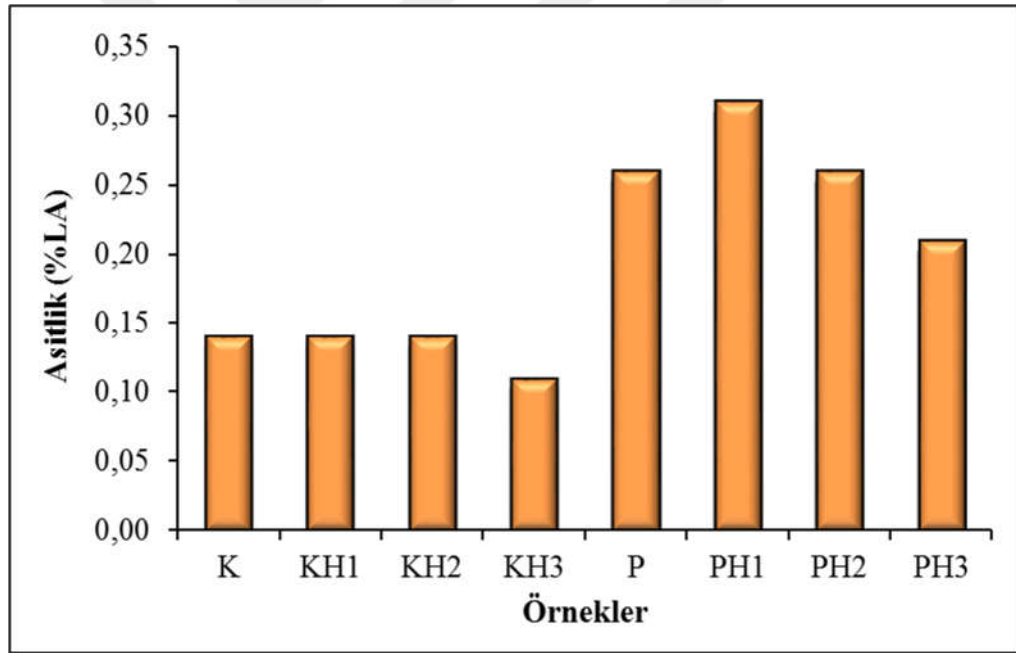
Araştırmada tespit ettiğimiz pH değerlerine benzer olarak; Dervişoğlu and Yazıcı (2006), turuncgil lifi ilavesiyle (%0,4-1,2) ürettikleri dondurma örneklerinde pH değerini 5,95-6,30 aralığında tespit etmişlerdir. Karaman *et al.* (2014) Trabzon hurması (%8-40) içeren dondurma örneklerinde pH değerini 6,66-7,0 olarak tespit etmişlerdir. Turgut and Çakmakçı (2009), probiyotik bakteri (*L. acidophilus* ve *B. bifidum*) ilavesiyle ürettikleri dondurma örneklerinde pH değerinin 5,71-6,35 aralığında değişim gösterdiğini belirlemişlerdir. Ayar *et al.* (2017) çeşitli diyet lifi (%2-4 oranlarında, bazı meyve ve tahıl gruplarından elde edilen) ve probiyotik (*L. acidophilus* ve *Bifidobacterium animalis subsp. lactis*) içeren dondurma örneklerinde pH değerini 5,61-6,39 olarak belirlerken, Peasura *et al.* (2020) balkabağı püresi

içeren (%25-40) dondurma örneklerinde pH değerini 6,8-7,0 olarak tespit etmişlerdir. Yapılan başka bir araştırmada ise kumkuat meyvesi (%5-15) ilavesiyle üretilen dondurma örneklerinde pH değeri 5,79-6,68 aralığında bulunmuştur (Çakmakçı *et al.* 2016).

Titrasyon asitliği

Dondurma örneklerinde tespit edilen titrasyon asitliği değerleri Tablo 7’de verilmiştir. Buna göre, en düşük titrasyon asitliği değeri (%0,11-0,15) klasik grup dondurma örneklerinde (K-KH3) belirlenirken, en yüksek titrasyon asitliği değeri PH1 örneğinde (%0,32) belirlenmiştir.

Dondurma örneklerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 6’da verilmiştir. Buna göre, HP ve probiyotik ilavesinin titrasyon asitliği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,01$). Duncan çoklu karşılaştırmalı test sonucunda titrasyon asitliği bakımından; klasik grup dondurma örnekleri (K, KH1, KH2 ve KH3) ile P ve PH2 kodlu örnekler arasında istatistiksel olarak bir fark bulunamamıştır ($p>0,05$) bulunmuştur (Tablo 7).



Şekil 6. Dondurma örneklerinin titrasyon asitliği oranları

HP konsantrasyonundaki artışla birlikte probiyotik dondurma örneklerinde titrasyon asitliği değeri azalırken, probiyotik ilavesi tüm dondurma örneklerinde titrasyon asitliği artırmıştır (Şekil 6). HP ilavesinin klasik grupta pH ve titrasyon asitliği değerlerini etkilememesi, havucun pH değerinin (6,57) yüksek ve sütün pH değerine (6,79) yakın olması ile ilişkili olabilir. Havuç; nötr tada sahip, organik asit bakımından fakir ve lifçe zengin bir yumru sebze (Demir *et al.* 2007; Hassan and Barakat 2018) olduğu için pH ve asitliği etkilememiştir. Probiyotik grup dondurma örneklerinde ise *Bifidobacterium* BB-12’nin laktoz

metabolizması sonucu (Nguyen *et al.* 2012) laktik asit artışına bağlı olarak pH düşmüş ve asitlik oranı artmıştır. Probiyotik ve HP içeren dondurma örneklerindeki pH ve asitlik değerleri, *Bifidobacterium* BB-12'nin aktiviteine bağlı olabilir. Yani, bu grup örneklerde HP'nin etkisi probiyotiğin faaliyeti sonucunda net olarak ortaya çıkmış olabilir.

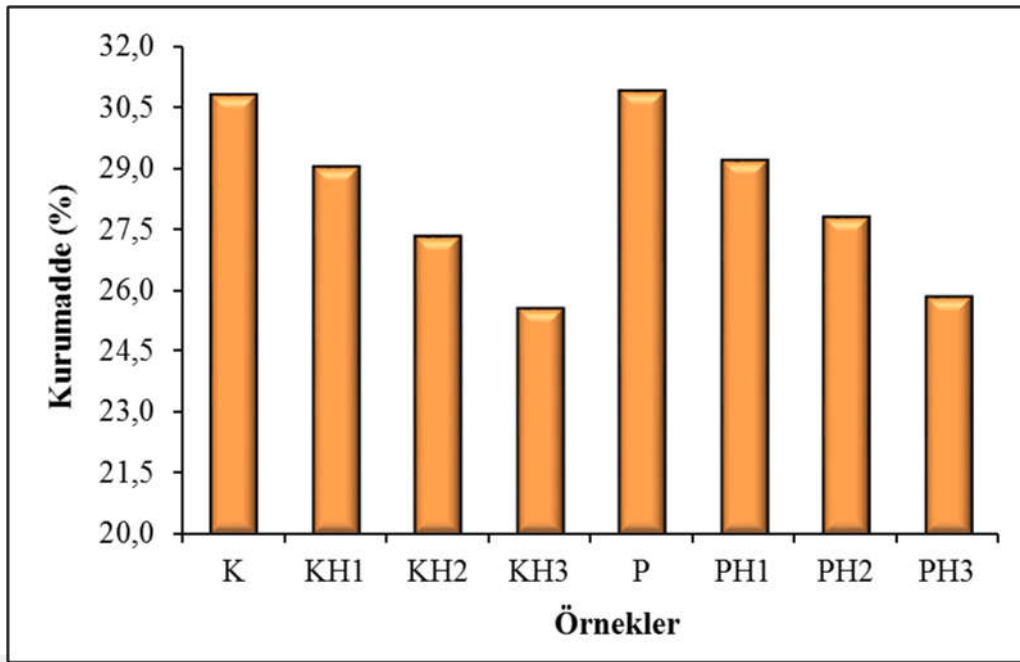
Dervişoğlu and Yazıcı (2006), turunçgil lifi ilavesiyle (%0,4-1,2) ürettikleri dondurma örneklerinde titrasyon asitliği değerini %0,23-0,30 aralığında tespit etmişlerdir. Pinto *et al.* (2012), mikrokapsüllenmiş *Bifidobacterium* BB-12 ilavesi ile ürettikleri yoğurt dondurmalarında titrasyon asitliği değerlerini %0,71-0,74 aralığında bulmuşlardır. Yapılan başka bir araştırmada ise balkabağı lifi (%0,5-1,5) içeren dondurma örneklerinde titrasyon asitliği değeri %0,26-0,35 aralığında tespit edilmiştir (Kahveci Erdoğan 2016). Çakmakçı *et al.* (2016), kumkuat meyvesi ilavesi ile üretmiş oldukları dondurma örneklerinde titrasyon asitliğini %0,25-0,49 olarak tespit etmişlerdir. Akalın *et al.* (2017) çeşitli diyet lifi (%2 oranında elma, portakal, yulaf, buğday ve bambu) ve probiyotik (*L. acidophilus* ve *Bifidobacterium* BB-12) içeren dondurma örneklerinde titrasyon asitliğini %0,44-0,82 aralığında belirlemişlerdir.

Araştırmada tespit ettiğimiz titrasyon asitliği değerleri; Pinto *et al.* (2012) ve Akalın *et al.* (2017) tarafından tespit edilen değerlerden düşük olmakla birlikte; Dervişoğlu and Yazıcı (2006), Kahveci Erdoğan (2016) ve Çakmakçı *et al.* (2016) tarafından bildirilen değerler ile benzerlik göstermektedir.

Kurumadde oranı

Dondurma örneklerinde; en düşük kurumadde oranı (%25,53-25,84) %30 HP içeren örneklerde (KH3 ve PH3) belirlenirken, en yüksek (%30,79-30,889 kontrol örneklerde (K ve P) tespit edilmiştir (Tablo 7). Örnekler arasındaki kurumadde değişimini daha iyi görmek amacıyla Şekil 7 düzenlenmiştir.

Dondurma örneklerinin kurumadde oranlarına ait varyans analiz sonuçları Tablo 6'da verilmiştir. Buna göre; HP ilavesinin kurumadde miktarı üzerine olan etkisi önemli ($p < 0,01$), probiyotik ilavesinin etkisi önemsiz ($p > 0,05$) bulunmuştur. Duncan çoklu karşılaştırmalı test sonucuna göre; K ile P, KH1 ile PH1, KH2 ile PH2 ve KH3 ile PH3 kodlu örnekler arasında istatistiksel olarak bir fark olmadığı ($p > 0,05$) tespit edilmiştir.



Şekil 7. Dondurma örneklerinin kurumadde oranları

Dondurma örneklerinde, HP konsantrasyonundaki artışla birlikte toplam kurumadde miktarının azaldığı tespit edilmiştir. Bu durum, HP'nin kurumaddesinin (%10,13) süt kurumaddesinden (%13,06) düşük olması (Tablo 4) ve HP'nin toplam miks kütlesinin önemli bir kısmını oluşturmasından kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Bu sonuçlara benzer olarak Çakmakçı *et al.* (2016), %5, 10 ve 15 oranında kumkuat ilavesi ile ürettikleri dondurmalarda; meyve oranı arttıkça dondurmaların kurumadde içeriklerinin azaldığını, bunun nedeninin de meyvenin düşük kurumadde (%14,83) içeriğinden kaynaklandığını ifade etmişlerdir. Benzer şekilde, Şanlıdere Aloğlu vd (2018) de, %15 ve %25 kocayemiş (dağ çileği) meyve püresi ilave ettikleri dondurma örneklerinin kurumadde miktarlarının (%37,91-40,82), meyve miktarının artışına bağlı olarak düştüğünü ve bu azalışın istatistiksel olarak önemli olmadığını ($p>0.05$) tespit etmişlerdir. Bu sonuca meyveden gelen su miktarının fazla olması neden olarak gösterilmiştir. Ürkek *et al.* (2019) de, farklı oranlarda (%0, %5, %10, %15) güvem eriği (*Prunus spinosa* L.) ilave ettikleri dondurma örneklerinde meyve düzeylerinin kurumadde miktarlarını önemli düzeyde ($p>0,05$) etkilemediğini, ancak en düşük kurumadde miktarının %15 güvem eriği ilave ettikleri dondurma örneğinde belirlendiğini rapor etmişlerdir. Karaman *et al.* (2014) de, Trabzon hurması (%8-40) ile zenginleştirdikleri dondurma örneklerinde meyve konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak kurumadde miktarlarının azaldığını tespit etmişlerdir.

Dervişoğlu and Yazıcı (2006) turunçgil lifi (%0,4-1,2) ilavesiyle ürettikleri dondurma örneklerinde kurumadde miktarının %34,27-35,39 aralığında değişim gösterdiğini tespit etmişlerdir. Yapılan başka bir araştırmada ise balkabağı lifi (%0,5-1,5) içeren dondurma örneklerinde kurumadde miktarı %36,07-37,44 aralığında bulunmuştur (Kahveci Erdoğan 2016). Hassan and Barakat (2018) farklı konsantrasyondarda (%10, 15 ve 20) havuç ve balkabağı pulpu ilavesiyle ürettikleri dondurma örneklerinde kurumadde miktarını %35,51-39,29 olarak tespit etmişlerdir. Benzer olarak yapılan başka bir araştırmada ise havuç pulpu ilavesi (%5, 10 ve 15) ile üretilen dondurmalarda kurumadde miktarı %41,41-43,61 olarak tespit edilmiştir (Ateteallah *et al.* 2019).

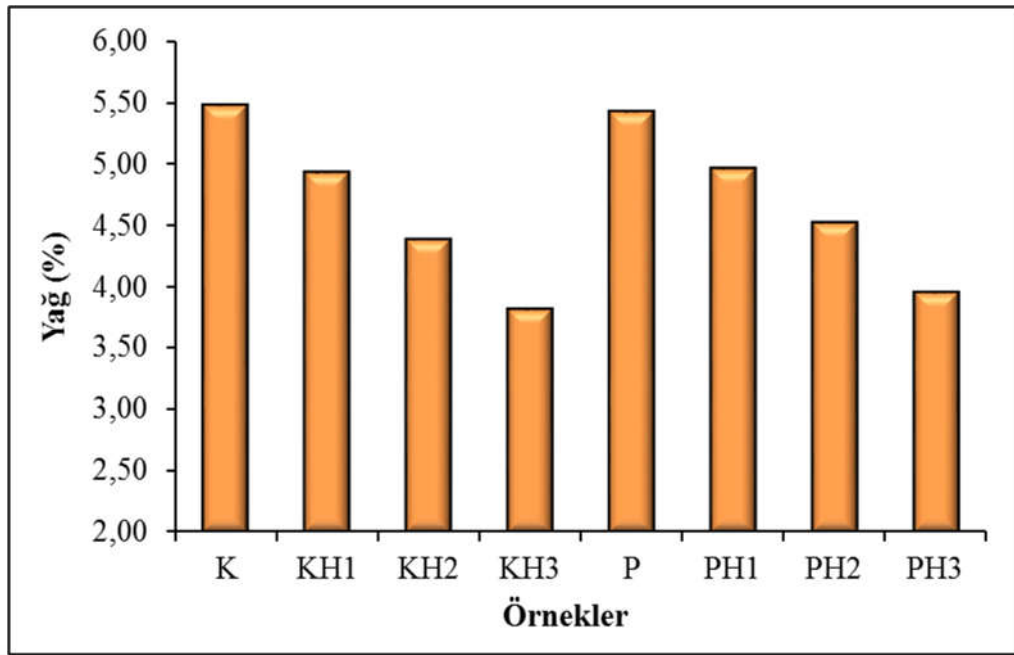
Araştırmada tespit ettiğimiz kurumadde miktarları; Dervişoğlu and Yazıcı (2006), Hassan and Barakat (2018) ve Ateteallah *et al.* (2019) tarafından bildirilen kurumadde değerlerinden düşük olmakla birlikte; Karaman *et al.* (2014) tarafından bildirilen değerler (%28,02-32,51) ile benzerlik göstermiştir.

İncelenen örnekler arasındaki bu farklılıklar, dondurmaların farklı miks reçetelerine göre hazırlanması ve bileşimlerinin farklı olması ile ilgili bir durumdur. Bu araştırmada, şeker ve yağ oranı azaltılmış ve lif içeriği artırılmış dondurma üretimi amaçlandığı için miks reçetesi bu doğrultuda oluşturulmuştur. Bu nedenlerle, üretilen dondurma örneklerinde tespit edilen kurumadde, yağ, protein ve kül değerleri beklentiyi karşılamaktadır.

Yağ oranı

Yağ, dondurmanın kalitesini etkileyen en önemli bileşenlerdendir. Bu nedenle dondurma formülü hazırlanırken önce yağ miktarı dikkate alınmalı daha sonra diğer bileşenlerin oranı belirlenmelidir (Kesenkaş vd 2013). Dondurma miksinde kullanılan yağ miktarı, dondurma tipi ve fiyatına bağlı olarak değişmektedir. Ayrıca yağ, bünyesinde yağda çözünen lezzet maddelerini bulundurduğundan dondurma lezzetine katkısı bulunmakta, ağızda yağlılık hissi vermekte ve tekstürü etkilmektedir. Özellikle süt yağı, dondurmanın erimeye karşı direncini ve viskoziteyi artırmakta, hava dağılımını kolaylaştırmakta ve küçük buz kristallerinin oluşumunu desteklemektedir (Kesenkaş vd 2013).

Dondurma örneklerinde belirlenen yağ miktarları Tablo 7’de verilmiştir. Buna göre; en düşük yağ oranı %3,82 ile KH3 örneğinde belirlenirken, en yüksek yağ oranı (%5,47-5,42) kontrol örneklerde (K ve P) tespit edilmiştir (Şekil 8). Bu değerler, planlanan araştırmanın da amacına uygun olarak Türk Gıda Kodeksi Dondurma Tebliği'nin ön gördüğü yarım yağlı dondurma için belirtilen değerler (%3-8) ile uyumlu bulunmuştur (Türk Gıda Kodeksi, 2017).



Şekil 8. Dondurma örneklerinin yağ oranları

Yapılan varyans analizi sonucunda, HP ve probiyotik ilavesinin yağ oranı üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli ($p < 0,01$) bulunmuştur (Tablo 6). Duncan çoklu karşılaştırmalı test sonucuna göre; kontrol grup örnekler (K ve P) arasında yağ oranı bakımından bir fark bulunamamıştır ($p > 0,05$).

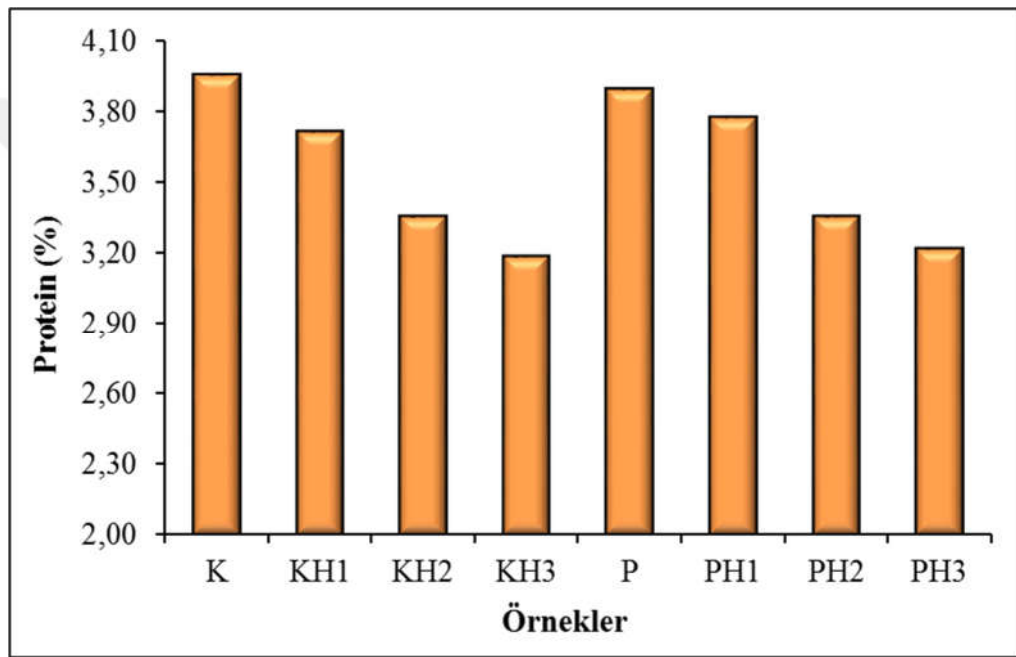
Dondurma örneklerinde, HP konsantrasyonundaki artışla birlikte yağ oranının azaldığı tespit edilmiştir. Havucun yağ oranı üzerindeki düşürücü etkisinin, HP'nin düşük kurumadde içeriğine sahip olması, yağ içermemesi/çok az içermesi ve toplam miks kütlesinin önemli bir kısmını oluşturmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Benzer şekilde; Peasura *et al.* (2020) balkabağı konsantrasyonundaki artışla birlikte dondurma örneklerinde yağ miktarının azaldığını ve %7,9-12,1 aralığında değiştiğini tespit etmişlerdir. Karaman *et al.* (2014) de Trabzon hurması ile zenginleştirdikleri dondurma örneklerinde, meyve konsantrasyonundaki artışla birlikte yağ oranının azaldığını (%5,41-9,03) belirlemişlerdir. Dondurma üretiminde kullanılan *Bifidobacterium* BB-12'nin ise yağ oranı üzerine etkisi değişkenlik göstermiştir.

Turgut and Çakmakçı (2009), probiyotik bakteri (*L. acidophilus* ve *B. bifidum*) ilavesiyle ürettikleri dondurma örneklerinde yağ oranının %5,92-68,60 aralığında değişim gösterdiğini belirlemişlerdir. Hassan and Barakat (2018) farklı konsantrasyondarda (%10, 15 ve 20) havuç ve balkabağı pulpu ilavesiyle ürettikleri dondurma örneklerinde yağ oranını %10,03-10,10 olarak tespit etmişlerdir. Benzer olarak yapılan başka bir araştırmada ise havuç pulpu ilavesi (%5, 10 ve 15) ile üretilen dondurmelerde yağ miktarı %10,0-10,24 olarak tespit edilmiştir (Ateteallah *et al.* 2019).

Araştırmada tespit ettiğimiz yağ oranları; Hassan and Barakat (2018) ve Ateteallah *et al.* (2019) tarafından bildirilen yağ değerlerinden düşük bulunmuştur. Planlanan araştırmanın amacı ve HP'nin kurumadde üzerindeki nispi düşürücü etkisi gözönünde bulundurulduğunda, bulunan değerler beklentiye karşılamaktadır.

Protein oranı

Dondurma örneklerinde belirlenen protein miktarları Tablo 7 ve Şekil 9'da görülmektedir. Buna göre; en düşük protein oranı (%3,19-3,36) %20 ve %30 HP içeren örneklerde (KH2, KH3, PH2 ve PH3) belirlenirken, en yüksek protein oranı (3,72-3,96) kontrol ve %10 HP içeren dondurma örneklerinde (K, KH1, P ve PH1) tespit edilmiştir.



Şekil 9. Dondurma örneklerinin protein oranları

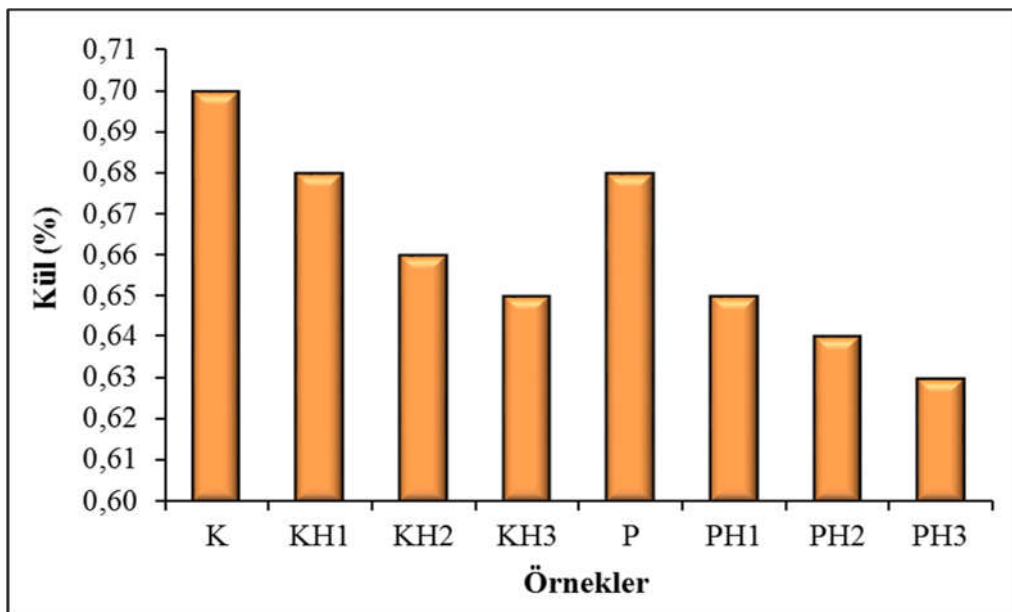
Yapılan varyans analiz sonucunda; HP ilavesinin protein miktarı üzerine olan etkisi önemli ($p < 0,01$), probiyotik ilavesinin etkisi önemsiz ($p > 0,05$) bulunmuştur (Tablo 6). Duncan çoklu karşılaştırmalı test sonucuna göre; K, KH1, P ve PH1 ile KH2, KH3, PH2 ile PH3 kodlu örnekler arasında istatistiksel olarak fark olmadığı ($p > 0,05$) tespit edilmiştir. Başka bir ifadeyle probiyotiksiz ve probiyotikli örneklerin aynı havuç püresi düzeylerinde protein oranlarının istatistiksel olarak farksız olduğu belirlenmiştir (Tablo 7). Benzer şekilde Ayar *et al.* (2017), *L. acidophilus* (ATCC 4357D5) ve *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* (ATCC 27536) suşları ve diyet lifi kullanarak ürettikleri probiyotik dondurmaların protein miktarlarını %3,07-4,03 aralığında bulmuşlardır.

Dondurma örneklerinde artan havuç püresi miktarı ile birlikte protein oranının azaldığı belirlenmiş, ancak kontrol ile %10 HP içeren, %20 HP içeren ile %30 HP içeren dondurma örnekleri arasında istatistiksel olarak bir fark çıkmamıştır. Bu sonucun, HP'nin düşük kurumadde içeriğine sahip olması, düşük miktarda protein içermesi (%1,32) ve toplam miks kütlelerinin önemli bir kısmını oluşturmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Tablo 4 ve Tablo 7). Benzer şekilde; Karaman *et al.* (2014) Trabzon hurması ile zenginleştirdikleri dondurma örneklerinde, meyve konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak protein miktarının (%2,63-4,66) azaldığını tespit etmişlerdir. Hassan and Barakat (2018) da, dondurmaya havuç ve bal kabağı pulpu ilavesinin (%10, 15 ve 20) protein miktarını (%3,60-4,28) düşürdüğünü tespit etmişlerdir. Ateteallah *et al.* (2019) de havuç pulpu (%5, 10 ve 15) ilaveli dondurmelerde; protein oranlarını en düşük %4,41, en yüksek %4,98 olarak tespit etmişler ve artan havuç miktarı ile protein oranında azalma olduğunu rapor etmişlerdir. Dervişoğlu and Yazıcı (2006) turuncgil lifi (%0,4-1,2) ilavesiyle ürettikleri dondurma örneklerinde protein miktarının %3,57-4,27 aralığında değişim gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Araştırmada tespit ettiğimiz protein miktarları; Dervişoğlu and Yazıcı (2006) ile Hassan and Barakat (2018) tarafından bildirilen protein değerleri ile benzerlik gösterirken, Ateteallah *et al.* (2019) tarafından bildirilen protein değerlerinden düşük bulunmuştur.

Kül oranı

Dondurma örneklerine ait kül oranları Tablo 7'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre en düşük kül oranı %0,63 ile PH3 örneğinde, en yüksek %0,70 ile K örneğinde tespit edilmiştir (Şekil 10).



Şekil 10. Dondurma örneklerinin kül oranları

Dondurma örneklerinin kül oranlarına ait varyans analiz sonuçlarına göre (Tablo 6), HP ve probiyotik ilavesinin kül oranları üzerine etkisi istatistiki olarak önemli ($p<0,01$) bulunmuştur. Duncan çoklu karşılaştırmalı test sonuçlarına göre, KH1 ve P örnekleri dışındaki örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli ($p<0,01$) bulunmuştur (Tablo 7).

Dondurma örneklerinde, HP konantrasyonundaki artışla birlikte kül oranının azaldığı tespit edilmiştir. Bu sonucun; HP'nin düşük kurumadde içeriğine sahip olması, buna bağlı olarak kül miktarının düşük olması (%0,53) ve toplam miks kütlesinin önemli bir kısmını oluşturmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Benzer şekilde; Karaman *et al.* (2014) Trabzon hurması ile zenginleştirdikleri dondurma örneklerinde, meyve konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak kül (%0,78-1,08) miktarının azaldığını tespit etmişlerdir. Şanlıdere Aloğlu vd (2018) kocayemiş meyvesi ilavesi ile ürettikleri dondurma örneklerinde meyve oranı arttıkça kül miktarının (%0,36-0,40) azaldığını, bu azalışın istatistiksel olarak önemli olmadığını ($p>0,05$) tespit etmişler, meyve oranı arttıkça meyveden gelen su miktarının artışına paralel olarak kül miktarında azalma meydana gelebileceğini belirtmişlerdir. Ateteallah *et al.* (2019) ise havuç pulpu (%5, 10 ve 15) ilaveli dondurmalarda kül oranının 1,01-2,18 aralığında değişim gösterdiğini ve havuç pulpu oranının artışıyla birlikte kül oranının da azaldığını tespit etmişlerdir. Benzer olarak yapılan başka bir araştırmada ise balkabağı ve havuç pulpu ilaveli (%10, 15 ve 20) dondurma örnklerinde kül miktarı %0,75-0,98 aralığında tespit edilmiştir (Hassan and Barakat 2018). Dervişoğlu and Yazıcı (2006) turunçgil lifi (%0,4-1,2) ilavesiyle ürettikleri dondurma örneklerinde kül miktarının %0,67-0,96 aralığında değişim gösterdiğini tespit etmişlerdir.

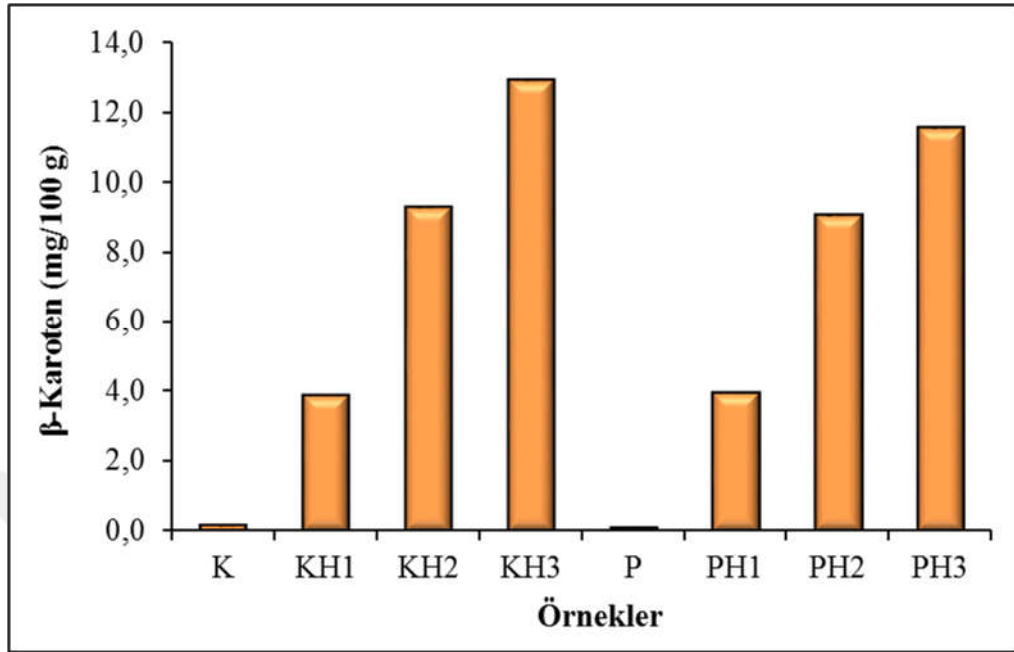
Araştırmada tespit ettiğimiz kül miktarları; Karaman *et al.* (2014), Hassan and Barakat (2018) ve Ateteallah *et al.* (2019) tarafından bildirilen değerlerden düşük, Dervişoğlu and Yazıcı (2006) tarafından bildirilen değerler ile benzer, Şanlıdere Aloğlu vd (2018) tarafından bildirilen değerlerden ise yüksek bulunmuştur.

β-karoten miktarları

Dondurma örneklerinde belirlenen β-karoten miktarları Tablo 7'de verilmiş ve daha kolay izlemek için de Şekil 11'de gösterilmiştir. En düşük β-karoten miktarı (0,13-0,19 mg/100g) kontrol örneklerde (K ve P) belirlenirken, en yüksek β-karoten miktarı ise 12,94 mg/100 g ile KH3 kodlu örnekte tespit edilmiştir.

Dondurma örneklerinin β-karoten miktarlarına ait varyans analiz sonuçları Tablo 6'da verilmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, örnek değişkeninin (HP ve probiyotik ilavesinin) β-karoten miktarı üzerine etkisi istatistiki olarak önemli ($p<0,01$) bulunmuştur.

Duncan çoklu karşılaştırmalı test sonuçlarına göre; K ile P, KH1 ile PH1 kodlu örneklerin istatistiksel olarak birbirlerinden farklı (p>0,05) olduğu belirlenmiştir; KH2, KH3, PH2 ve PH3 kodlu örnekler arasındaki fark önemli bulunmuştur (p<0,01).



Şekil 11. Dondurma örneklerinin β -karoten miktarları

Dondurma örneklerinin üretiminde kullanılan havucun, β -karoten miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli (p<0,01) bulunmuştur. Dondurma örneklerinde artan havuç püresi miktarı ile birlikte β -karoten miktarının artma sebebinin havucun β -karoten miktarının yüksek (71,34 mg/100g) olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Tablo 4). Benzer şekilde, Hassan and Barakat (2018) havuç pulpu konsantrasyonundaki artışla birlikte dondurma örneklerinde toplam karotenoid miktarının arttığını bildirmişlerdir. Bu araştırmada, üretimde havucun tercih edilme nedenlerinden birisi de bileşimindeki yüksek β -karoten miktarı nedeniyle dondurmada hem doğal renk kaynağı hem de sağlık ve beslenme açısından üstün özellikler sağlayacak olmasıdır.

Bifidobacterium BB-12 ilavesinin ise kontrol (K ve P) ve %10 HP ilaveli örnekler (KH1 ve PH1) dışında, β -karoten miktarını nispi olarak düşürdüğü görülmektedir (Şekil 11). Bu durum, *Bifidobacterium* BB-12 metabolik aktivitesi sonucu meydana gelmiş olabilir.

Demir *et al.* (2007), çeşitli teknolojik işlemler (fermentasyon, pastörizasyon ve enzim kullanımı) uygulayarak ürettikleri havuç sularında β -karoten miktarının 132,50-293,76 mg/100 g kuru ağırlık aralığında değişim gösterdiğini belirlemişlerdir. Ateteallah *et al.* (2019) havuç pulpu ilavesiyle üretmiş oldukları dondurma örneklerinde β -karoten miktarını en düşük kontrol örneğinde (12,42 mg/100 g), en yüksek %15 havuç pulpu içeren örnekte (2632 mg/100 g)

belirlemişlerdir. Yapılan başka bir araştırmada ise balkabağı konsantrasyonundaki artışla birlikte dondurma örneklerinde β -karoten miktarının (604,0-1207,3 $\mu\text{g}/100\text{g}$) arttığı tespit edilmiştir (Peasura *et al.* 2020).

Hacim artışı (overrun)

Hacim artışı, dondurmanın randımanı ile doğrudan ilişkili olup; ürünün yapı, tekstür ve lezzetini de etkileyen önemli bir kalite parametresidir (Goff and Hartel 2013; Kesenkaş vd 2013). Miksin dondurmaya işlenmesi sırasında; gereğinden fazla hava verilmesi karlı, köpüğümsü ve lezzetsiz; çok az hava ise sert yapı ve kütlece ağır bir ürün elde edilmesine neden olmaktadır (Salık 2019).

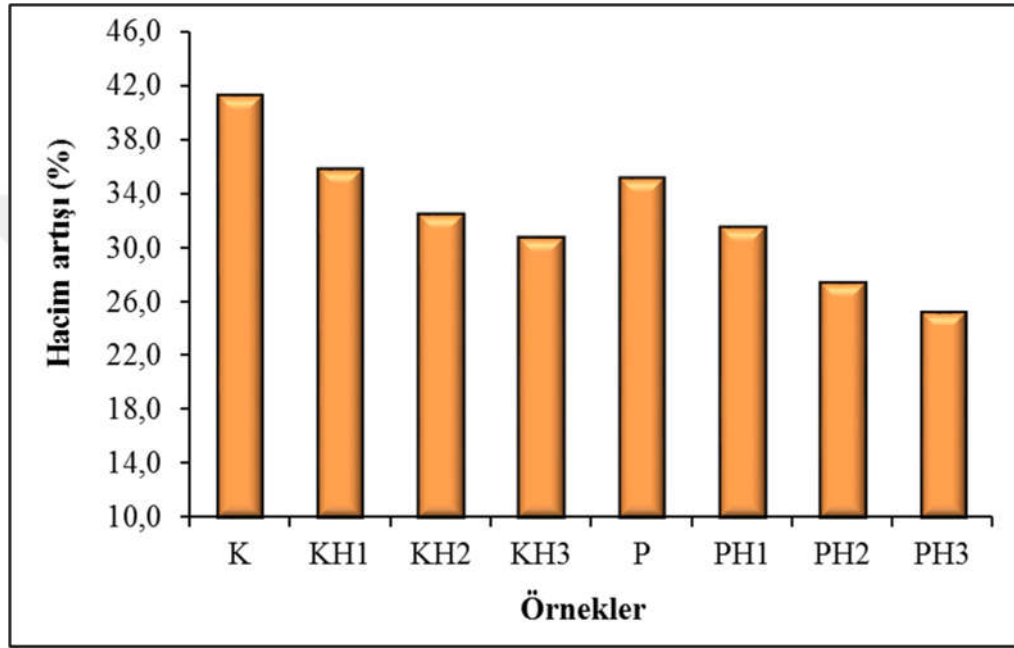
Dondurma örneklerinde belirlenen hacim artışı oranları Tablo 9’da verilmiştir. Buna göre; en düşük hacim artışı oranı PH2 (%27,48) ve PH3 (%25,23) kodlu örnekte belirlenirken, en yüksek hacim artışı oranı (%41,23) K örneğinde tespit edilmiştir (Şekil 12).

Yapılan varyans analiz sonucunda, örnek değişkeninin (HP ve probiyotik ilavesi) hacim artışı oranı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0,01$) bulunmuştur (Tablo 8). Örnekler arasındaki farklılığı belirlemek için yapılan Duncan çoklu karşılaştırmalı test sonucunda; KH3 ile PH1 ve PH2 ile PH3 kodlu örneklerin istatistiki olarak birbirlerinden farklı oldukları belirlenmiş, diğer örnekler arasındaki fark önemli ($p<0,01$) bulunmuştur.

Dondurma örneklerinde, HP konsantrasyonundaki artışla birlikte hacim artışı değeri azalmıştır. En yüksek hacim artışı değerleri kontrol dondurma örneklerinde (K ve P) belirlenmiştir. Bu durum, HP’nin düşük kurumadde içermesine bağlı olarak dondurma örneklerinde kurumadde, yağ ve protein miktarlarını düşürmesinden kaynaklanmış olabilir. Ayrıca, viskozitenin hacim artışını önemli derecede etkilediği bilinmektedir (Ateteallah *et al.* 2019). Bu bağlamda, HP konsantrasyonundaki artışla birlikte hacim artışının azalması, viskozitenin de azalmasından (Şekil 16) kaynaklı olabilir. Benzer olarak; Erkaya *et al.* (2012) altın çilek içeren dondurma örneklerinde (%43,02-49,87); Hassan and Barakat (2018) havuç pulpu içeren dondurma örneklerinde (%41,88-44,10); Singh *et al.* (2018) ashwagandha (kış kirazı) ve çilek pulplu ilaveli dondurma örneklerinde (%35,11-41,97); Haghani *et al.* (2021) kıvılcık kabuğu içeren dondurma örneklerinde (%47,46-56,56) pulp/meyve miktarı arttıkça, hacim artışı değerinin azaldığını tespit etmişlerdir.

Bifidobacterium BB-12 ilavesi de hacim artışı değerini düşürmüştür ($p<0.01$). Ancak, Silva *et al.* (2015) hem probiyotik ilavesiz hem de *Bifidobacterium* BB-12 ilaveli dondurma örneklerinin hacim artışı miktarının %48 olduğunu bildirmişlerdir. Bu araştırmada, dondurmaların hacim artış oranlarının değişkenlik göstermesinin nedenleri olarak; dondurma

formülasyonlarının birbirlerinden farklı olması, dondurma formülasyonunda kullanılan havucun kurumadde miktarının düşük olması, örneklerin yağ ve yağsız kurumaddesinin düşük olması vb sayılabilir. Nitekim Akın *et al.* (2007), probiyotik dondurmalarda inülin ve şeker miktarı arttıkça hacim artışının arttığını, hacim artışının düşük seviyede olmasının da düşük yağ oranından kaynaklanabileceğini belirtilmişlerdir. Pinto *et al.* (2012) ise mikrokapsüllenmiş *Bifidobacterium* BB-12 ilave edilen yoğurt dondurmalarında hacim artışı değerlerinin %30,40-37,29 arasında olduğunu ve kapsüllerde inülin bulunmasının hacim artışı değerlerini etkilemediğini tespit etmişlerdir.



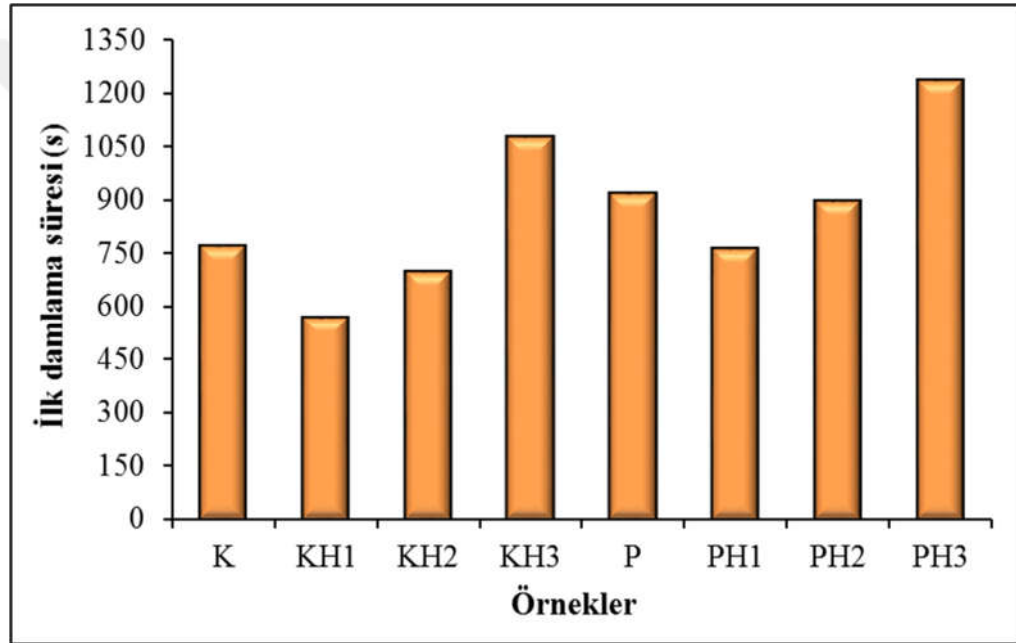
Şekil 12. Dondurma örneklerinin hacim artışı oranları

Dervişoğlu and Yazıcı (2006) turuncgil lifi (%0,4-1,2) ilavesiyle ürettikleri dondurma örneklerinde hacim artışı oranının %22,13-45,08 aralığında değişim gösterdiğini tespit etmişlerdir. Turgut and Çakmakçı (2009), probiyotik bakteri (*L. acidophilus* ve *B. bifidum*) ve farklı oranlarda krema (%5 ve 10) ilavesiyle ürettikleri dondurma örneklerinde hacim artışı oranının %30,38-44,55 aralığında değişim gösterdiğini ve krema miktarının arttıkça hacim artışının azalttığını belirlemişlerdir. Çakmakçı *et al.* (2016), kumkuat ilavesiyle (%5-15) üretmiş oldukları dondurma örneklerinde hacim artışı oranını %28,36-41,22 aralığında tespit etmişlerdir. Erkaya Kotan (2018), yaban mersini ilavesi (%5-15) ile üretmiş olduğu dondurma örneklerinde hacim artışı oranını %20,33-25,61 aralığında belirlemiştir. Salık (2019) saruç (%10 ve 20) ve üzüm çekirdeği (%0,5 ve 1) ilavesiyle üretmiş olduğu probiyotik dondurma örneklerinde hacim artışı oranını %10,10-20,26 aralığında tespit etmiştir.

Araştırmada tespit ettiğimiz hacim artışı değerleri; Dervişoğlu and Yazıcı (2006), Turgut and Çakmakçı (2009) ve Çakmakçı *et al.* (2016) tarafından bildirilen değerler ile benzerlik gösterirken, Erkaya Kotan (2018) ve Salık (2019) tarafından bildirilen hacim artışı değerlerinden yüksek bulunmuştur.

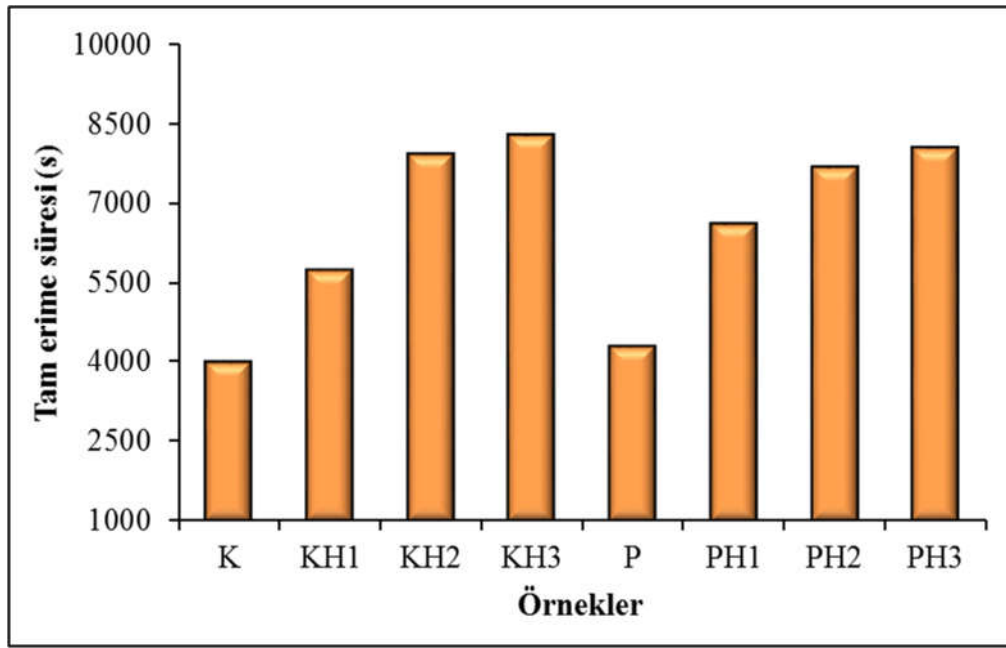
İlk damlama ve tam erime süresi

Dondurma örneklerine ait ilk damlama ve tam erime süreleri Tablo 9’da verilmiştir. Buna göre; ilk damlama süresi; en düşük 570 s ile KH1 örneğinde, en yüksek 1240 s ile PH3 örneğinde belirlenmiştir (Şekil 13). Tam erime süresi ise en düşük K (4006 s) ve P (4307 s) örneklerinde belirlenirken, en yüksek (7703-8298 s) %20 ve 30 HP içeren dondurma örneklerinde (KH2, KH3, PH2 ve PH3) tespit edilmiştir (Şekil 14).



Şekil 13. Dondurma örneklerinin ilk damlama süreleri

Dondurma örneklerinin ilk damlama ve tam erime sürelerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 8’de verilmiştir. HP ve probiyotik ilavesinin erime özellikleri üzerine etkisi $p<0,01$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Yapılan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre, ilk damlama süresi bakımından; K, KH2 ve PH1 ile P ve PH2 kodlu örneklerin kendileri arasındaki fark önemsiz bulunmuş, diğer örnekler arasında önemli derecede fark olduğu tespit edilmiştir ($p<0,01$). Tam erime süresi KH1 ve PH1 kodlu örneklerde istatistiki olarak $p<0,01$ seviyesinde farklı, K ve P ile KH2, KH3, PH2 ve PH3 kodlu örnekler ise istatistiksel olarak farksız çıkmıştır ($p>0,05$).



Şekil 14. Dondurma örneklerinin tam erime süreleri

Dondurma örneklerinin üretiminde kullanılan HP ve *Bifidobacterium* BB-12'nin ilk damlama ve tam erime süreleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,01$) (Tablo 8). Dondurmalara ilave edilen HP'nin ilk damlama ve tam erime sürelerini genel olarak arttırdığı belirlenmiştir (Şekil 13 ve 14). *Bifidobacterium* BB-12 ilavesiyle ilk damlama süresi tüm örneklerde artarken; tamamen erime süresi sadece %10 HP içeren örneklerde artmıştır ($p<0,01$).

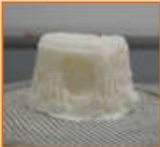
Güven and Karaca (2002) vanilya ve meyve ilaveli yoğurt dondurması örneklerinde meyve oranını artışına bağlı olarak ilk damlama sürelerinin uzadığı bildirmişlerdir. Erkaya *et al.* (2012) altın çilek ilavesiyle (%5-15) üretmiş oldukları dondurma örneklerinde ilk damlama süresinin 1020-1140 s, tam erime süresinin 3980-4515 s aralığında değişim gösterdiğini ve meyve oranı arttıkça ilk damlama ve tam erime sürelerinin uzadığını belirlemişlerdir. Salık (2019) saruç (%10 ve 20) ve üzüm çekirdeği (%0,5 ve 1) ilavesiyle üretmiş olduğu probiyotik dondurma örneklerinde ilk damlama süresini 931-1893 s, tam erime süresini 5018-18019 s aralığında belirlemiş ve saruç ile üzüm çekirdeği ilavesinin ilk damlama ve tam erime süresini artırdığını tespit etmiştir. Dervişoğlu and Yazıcı (2006) turunçgil lifi (%0,4-1,2) ilavesiyle ürettikleri dondurma örneklerinde ilk damlama süresinin 28,9-45,08 dakika aralığında değişim gösterdiğini tespit etmişlerdir. Çakmakçı *et al.* (2016), kumkuat meyvesi kullanarak ürettikleri dondurma örneklerinde ilk damlama süresinin 835-1080 s, tamamen erime süresinin 3720-3900 s aralığında değişim gösterdiğini belirlemişlerdir. Hezer (2019), semizotu ilavesiyle (%5-15) üretilen dondurma örneklerinde en uzun ilk damlama süresini %15'lik dondurma örneklerinde tespit etmiştir. Bu durumu dondurmaya ilave edilen sebzenin, dondurmaların üzerine

konulduğu delikli süzgecin gözeneklerini tıkaşından veya dondurma miksine ilave edilen maddeler ile semizotunun yapısında bulunan bileşiklerin kompleks bir yapı oluşturarak erimeyi geciktirmesinden kaynaklanmış olabileceğini ifade etmiştir.

Erime oranları

Dondurma örneklerine ait 30. ve 45. dakikalarda belirlenen erime oranları Tablo 9’da verilmiştir. Örnekler arasındaki erime oranı farkını daha iyi izlemek için Şekil 15 çizilmiştir. Buna göre; ilk 30 ve 45. dakikalardaki en düşük ve en yüksek erime oranları aynı örneklerde (K ve KH3) belirlenmiştir. 30. dakikadaki en düşük erime oranı (%15,69-15,89) ile 45. dakikalardaki en düşük erime oranı (%35,99-36,21) %30 HP içeren örneklerde (KH3 ve PH3) belirlenmiştir. En yüksek erime oranı ise 30. dakikada (%44,26) ve 45. dakikada (%93,61) K örneğinde saptanmıştır.

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre örnek değişkeninin erime oranları üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p < 0,01$) bulunmuştur (Tablo 8). Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre; 30 ve 45. dakikalarda erime oranları en fazla K örneğinde olmak üzere havuç püresi oranı arttıkça düşmüş ve genel olarak istatistiki olarak farklı bulunmuştur. Probiyotikli ve probiyotiksiz örnekler arasındaki erime durumu Şekil 15’de çok açık şekilde görünmektedir.

KLASİK GRUP				PROBİYOTİK GRUP			
	0. Dakika	30. Dakika	45. Dakika		0. Dakika	30. Dakika	45. Dakika
K				PK			
	%0,00	%44,26	%93,64		%0,00	%39,87	%91,22
KH1				PH1			
	%0,00	%35,98	%81,98		%0,00	%33,74	%75,90
KH2				PH2			
	%0,00	%24,34	%52,86		%0,00	%23,57	%50,39
KH3				PH3			
	%0,00	%15,19	%35,99		%0,00	%15,89	%36,21

Şekil 15. Dondurma örneklerine ait erime oranları

Dondurma örneklerinde, HP konsantrasyonu artışı ile birlikte erime oranı azalmıştır ($p<0.01$). Yani havuç ilavesi, dondurmanın oda sıcaklığında erimeye karşı direncini artırarak daha geç erimesini sağlamıştır. Bu durum, HP'nin bileşiminde bulunan çeşitli özellikteki liflerin (suda çözünen veya çözünmeyen lifler) suda çözünerek suyun bir kısmını bağlaması ya da dondurmaların emülsiyon sistemini etkilemesinden kaynaklanmış olabilir. Bu hipotez, Ateteallah *et al.* (2019) tarafından yürütülen bir çalışma tarafından desteklenmektedir. Araştırmacılar, havuç pulpunda yüksek miktarda pektin olduğunu belirterek havuç ilavesinin, dondurma örneklerinde erime noktasını yükselttiğini ve erime direncini artırdığını tespit etmişlerdir (Ateteallah *et al.* 2019). Benzer şekilde, Haghani *et al.* (2021) kıvılcık kabuğu ilavesinin dondurma örneklerinde erime hızını düşürdüğünü tespit etmişler ve bu etkiyi kıvılcığın yapısındaki yüksek pektin miktarı ile ilişkilendirmişlerdir. Ayrıca dondurmanın erime hızı üzerinde; viskozite, sertlik, buz kristali boyutu, düşük hacim artışı, toplam kurumadde ve yağ globülü boyutu gibi çeşitli faktörlerden de etkili olduğu bilinmektedir (Goff and Hartel 2013; Hassan and Barakat 2018; Haghani *et al.* 2021).

Durak (2006) da dondurmada meyve pulpu oranının artışının erimeye karşı direncinin artırdığını, dondurmaların erime oranının miksin sakkaroz düzeyi yükseldikçe arttığını, yağsız süt kurumadde düzeyi yükseldikçe azaldığını belirlemiştir. Salık (2019) tarafından yapılan çalışmada da dondurma üretiminde kullanılan saruç'un dondurma örneklerinde erime oranını azalttığı, %10 saruç içeren örneklerin kontrol gruplara kıyasla daha geç erimeye başladığı ve bu süreci daha uzun bir sürede tamamladığı belirtilmiştir. Aksine, Dağlı (2006)'nın peyniraltı suyu tozu kullanarak ürettikleri yoğurt dondurmalarında ilk 6 dakikada hiçbir dondurma örneğinde erimenin görülmediği, 30. dakikada ortalama %5 olan erime oranının 90. dakikada % 90'lara ulaştığını, diğer örneklerin kontrole göre daha hızlı eridiğini belirtmiştir.

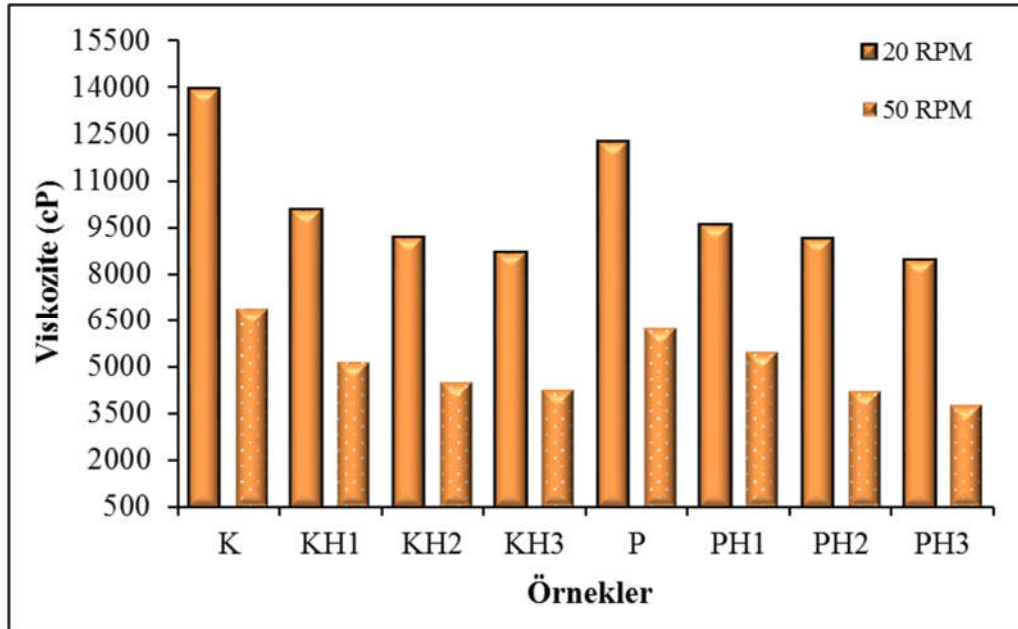
Bifidobacterium BB-12 ilavesinin ise erime oranı üzerine olan etksi önemli bulunmuştur ($p<0,01$). 30. dakikada erime oranı kontrol (K ve P) ve %10 HP içeren örneklerde (KH1 ve PH1) istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. 45. dakikada ise sadece KH1 ve PH1 kodlu örneklerde erime oranı farklı bulunmuştur.

Viskozite

Viskozite akmaya karşı gösterilen dirençtir. Dondurma viskozitesini özellikle yağ ve emülgatör/stabilizör gibi katkı maddelerinin kalitesi ve miktarı, miksin üretim prosesi ve toplam kurumadde miktarı etkilemektedir. Yağ oranının artmasıyla viskozite de önemli oranda artmaktadır. Viskozitenin artışı, dondurmanın erimeye direncini artırır. Bu nedenle istenen bir viskozite elde etmek için miks bileşiminin kontrol altına alınması gerektiği belirtilmiştir (Kesenkaş vd 2013).

Bu araştırmada, dondurma mikslerinin viskoziteleri 20 ve 50 rpm’de ölçölmüş ve elde edilen bulgular Tablo 9’da toplu halde verilmiştir. Buna göre; 20 rpm’de en düşük viskozite değeri PH3 (8474 cP) ve KH3 (8730 Cp) örneğinde, en yüksek viskozite (13987 cP) K örneğinde belirlenmiştir. 50 rpm’deki viskozite değeri ise en düşük 3781 cP ile PH3 örneğinde belirlenirken, en yüksek 6875 cP ile K örneğinde belirlenmiştir.

Dondurma mikslerinin viskozite değerlerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 8’de verilmiştir. HP ve probiyotik ilavesinin viskozite değerleri üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,01$). Duncan çoklu karşılaştırmalı test sonuçlarına göre ise miks örnekleri arasında 20 rpm’de ölçölen viskozite değerleri bakımından KH2 ile PH2 ve KH3 ile PH3 kodlu örnekler arasında istatistiksel açıdan fark bulunmamış; KH1 ile PH1 kodlu örnekler benzer; K ile P örnekleri ise farklı bulunmuştur. Probiyotik ilavesiz örneklerin viskozite değerlerinin daha yüksek olduğu, probiyotiğın viskoziteyi az da olsa düşürdüğü görölmüştür (Tablo 9). 50 rpm’de ölçölen viskozite değerleri bakımından elde edilen sonuçlara göre de K ve P örneklerinde, P örneğinininki daha düşük olarak, viskozite değerleri istatistiki olarak birbirinden farklı; KH2, KH3 ve PH2 örneklerinin viskoziteleri ile KH1 ve PH1 örneklerinin viskozite değerleri birbirinden farksız bulunmuştur ($p<0,01$). 20 rpm’de ölçölen değerler 50 rpm’de ölçölen değerlerden daha yüksek (yaklaşık 2 kat) olmak üzere örneklerin viskozite değışimleri probiyotikli ve probiyotiksiz örneklerde genel olarak benzer şekilde değışmiştir (Tablo 9 ve Şekil 16).



Şekil 16. Dondurma miks örneklerinin viskozite değerleri

Dondurma üretiminde kullanılan havucun viskozite üzerine etkisi önemli ($p<0,01$) bulunmuştur. Artan HP oranı ile birlikte miks örneklerinde viskozite değeri düşmüştür. Bu durumun sebebi olarak, havucun düşük kurumadde (%10,13) içeriğine sahip olması (Tablo 4), toplam kütlenin önemli bir kısmını oluşturuyor olması ve böylece miks bileşimi seyreltmesinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Benzer şekilde, Çakmakçı *et al.* (2016) kumkuat ilavesi ile ürettikleri dondurma örneklerinde miksin viskozite değerinin 20 rpm'de 5070-9382 cP, 50 rpm'de 2799-5613 cP aralığında değiştiğini ve %5 ile %10 oranlarında kumkuat ilavesinin viskoziteyi düşürdüğünü bildirmişlerdir. Yapılan başka bir araştırmada da Trabzon hurması ile zenginleştirilmiş dondurma mikslерinde, meyve konsantrasyonu arttıkça viskozite değerinin düştüğü tespit edilmiştir (Karaman *et al.* 2014). Aksine, Haghani *et al.* (2021) ise kıvılcık kabuğu içeren dondurma mikslерinde meyve miktarı arttıkça viskozitenin arttığını ve 414,1-771,5 cP aralığında değişim gösterdiğini belirlemişlerdir.

Turgut and Çakmakçı (2009), probiyotik bakteri (*L. acidophilus* ve *B. bifidum*) ve farklı oranlarda krema (%5 ve 10) ilavesiyle ürettikleri dondurma örneklerinde miks viskozite değerini 50 rpm'de 10100-11200 cP aralığında tespit etmişlerdir. Erkaya Kotan (2018), yaban mersini ilavesi (%5-15) ile üretmiş olduğu dondurma miks örneklerinde viskoziteyi 50 rpm'de 950-1645 cP arasında belirlemiştir. Salık (2019) Saruç (%10 ve 20) ve üzüm çekirdeğı (%0,5 ve 1) ilavesiyle üretmiş olduğu probiyotik dondurma miks örneklerinde viskozite değerinin 20 rpm'de 4125-31463 cP, 50 rpm'de 2790-17730 cP aralığında belirlemiş ve Saruç ile üzüm çekirdeğı ilavesinin viskoziteyi artırdığını tespit etmiştir.

Tablo 10. Dondurma Örneklerinin Renk Özelliklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	L^*	a^*	b^*	H°	C^*	ΔE_1	ΔE_2
Örnek (A)	7	307,75**	608,50**	1085,44**	1219,63**	1065,74**	816,88**	52,32**
Depolama (B)	8	0,662	0,185	0,201	0,138	0,183	0,048	0,862
A×B	56	-	-	-	-	-	-	-
Hata	208							
Genel	215							

**.: $p < 0,01$, *: $p < 0,05$,

Tablo 11. Depolama Süresince Dondurma Örneklerinin ve Mikslerin Renk Özelliklerine Ait Ortalama Değerler ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları*

Özellikler	Depolama (gün)	Örnekler							
		K	KH1	KH2	KH3	P	PH1	PH2	PH3
L^*	Miks	82,45±0,09	75,19±0,18	72,43±0,16	70,01±0,05	84,04±0,12	78,80±0,10	75,85±0,52	72,43±0,48
	1	86,32±0,27 ^{b,BC}	79,02±0,07 ^{d,C}	75,34±0,72 ^{e,A}	72,35±1,32 ^{f,A}	87,53±0,33 ^{a,AB}	80,89±0,85 ^{c,CD}	79,39±0,25 ^{d,BC}	74,27±0,59 ^{e,D}
	15	86,65±0,79 ^{a,B}	81,71±1,13 ^{b,A}	75,60±0,87 ^{d,A}	72,30±0,88 ^{e,A}	87,34±0,24 ^{a,AB}	82,23±0,62 ^{b,BC}	77,36±0,66 ^{c,E}	75,31±1,12 ^{d,BCD}
	30	83,67±0,55 ^{b,D}	79,62±0,38 ^{c,BC}	72,19±3,83 ^{e,B}	72,69±0,36 ^{e,B}	86,63±0,77 ^{a,B}	80,43±0,98 ^{c,D}	78,11±0,51 ^{c,DE}	75,55±0,51 ^{d,BCD}
	45	85,51±0,59 ^{a,C}	80,02±1,23 ^{c,BC}	78,22±1,01 ^{d,A}	73,31±1,44 ^{f,A}	86,91±0,47 ^{a,AB}	82,04±0,10 ^{b,BC}	79,11±0,34 ^{cd,CD}	76,32±0,60 ^{e,BC}
	60	88,92±0,36 ^{a,A}	80,50±0,91 ^{c,AB}	77,91±1,24 ^{d,A}	74,18±0,74 ^{e,A}	87,83±0,30 ^{a,B}	84,37±0,39 ^{b,A}	80,46±0,65 ^{c,AB}	76,84±0,46 ^{d,B}
	75	86,65±0,39 ^{a,B}	79,94±0,44 ^{c,BC}	76,99±0,63 ^{d,A}	72,80±1,45 ^{e,A}	87,17±0,96 ^{a,AB}	83,98±0,22 ^{b,A}	78,00±1,10 ^{d,DE}	74,24±2,05 ^{e,D}
	90	86,34±0,52 ^{b,BC}	80,51±0,62 ^{d,AB}	75,43±0,44 ^{e,A}	71,72±2,71 ^{f,A}	89,45±0,44 ^{a,A}	83,64±0,92 ^{c,A}	80,61±0,71 ^{d,A}	78,97±0,88 ^{d,A}
	105	84,00±0,36 ^{b,D}	80,43±0,65 ^{c,ABC}	78,22±0,32 ^{d,A}	72,56±1,69 ^{f,A}	86,67±0,65 ^{a,B}	81,40±0,82 ^{c,CD}	80,10±0,27 ^{c,ABC}	74,43±0,71 ^{e,CD}
	120	86,66±0,30 ^{a,B}	80,92±0,61 ^{c,AB}	77,29±0,62 ^{d,A}	73,60±0,30 ^{e,A}	87,30±0,70 ^{a,AB}	83,37±1,32 ^{b,AB}	81,07±0,89 ^{c,A}	75,96±1,15 ^{d,BCD}
a^*	Miks	-3,68±0,01	8,01±0,36	13,16±0,13	14,28±0,04	-3,24±0,03	7,46±0,32	10,46±0,64	13,83±0,97
	1	-2,49±0,18 ^{f,A}	6,57±0,45 ^{d,A}	9,01±0,28 ^{c,AB}	12,97±1,88 ^{a,A}	-2,38±0,13 ^{f,A}	4,12±0,53 ^{e,AB}	6,72±0,94 ^{d,B}	11,01±1,42 ^{b,AB}
	15	-2,55±0,15 ^{d,A}	3,27±0,74 ^{c,C}	7,91±0,35 ^{b,BC}	10,54±0,67 ^{a,B}	-2,59±0,05 ^{d,BCD}	2,99±0,83 ^{c,ABC}	8,72±0,50 ^{b,A}	10,33±0,76 ^{a,AB}
	30	-2,99±0,11 ^{f,BC}	3,28±0,90 ^{e,C}	7,40±0,43 ^{c,C}	11,58±0,69 ^{a,AB}	-2,51±0,10 ^{f,ABC}	2,84±1,07 ^{e,ABC}	6,03±0,41 ^{d,BC}	9,49±0,72 ^{b,B}
	45	-2,95±0,13 ^{f,BC}	4,46±0,97 ^{d,BC}	6,19±1,09 ^{c,D}	11,97±1,36 ^{a,AB}	-2,60±0,06 ^{f,BCD}	2,07±1,43 ^{e,BC}	6,06±0,42 ^{c,BC}	8,74±0,76 ^{b,B}
	60	-2,55±0,09 ^{e,A}	5,20±1,32 ^{c,AB}	7,16±0,40 ^{b,CD}	10,18±1,22 ^{a,B}	-2,54±0,05 ^{e,ABC}	2,69±0,75 ^{d,ABC}	5,90±0,52 ^{bc,BC}	9,71±0,85 ^{a,B}
	75	-2,82±0,15 ^{f,B}	3,73±1,09 ^{d,BC}	8,14±1,20 ^{b,BC}	11,21±0,86 ^{a,AB}	-2,74±0,05 ^{f,D}	1,62±0,29 ^{e,C}	6,64±0,63 ^{c,B}	9,12±1,26 ^{b,B}
	90	-3,12±0,13 ^{e,C}	3,94±0,46 ^{d,BC}	9,97±0,12 ^{b,A}	12,95±0,53 ^{a,A}	-2,45±0,09 ^{e,AB}	3,11±0,30 ^{d,ABC}	6,66±0,80 ^{c,B}	9,47±1,26 ^{b,B}
	105	-3,02±0,07 ^{d,BC}	4,20±0,48 ^{c,BC}	7,38±0,30 ^{b,C}	11,06±1,96 ^{a,AB}	-2,40±0,10 ^{d,A}	4,34±0,94 ^{c,A}	5,83±0,76 ^{bc,BC}	12,27±0,96 ^{a,A}
	120	-2,79±0,07 ^{c,B}	4,94±0,29 ^{b,B}	8,62±0,75 ^{a,B}	10,08±0,85 ^{a,B}	-2,64±0,14 ^{c,CD}	2,92±2,15 ^{b,ABC}	5,05±1,51 ^{b,C}	10,62±2,12 ^{a,AB}
b^*	Miks	8,88±0,02	14,96±0,15	19,67±0,25	19,92±0,61	10,30±0,02	14,79±0,41	16,21±0,60	20,12±0,68
	1	9,10±0,31 ^{f,BC}	19,97±0,15 ^{e,B}	28,81±0,27 ^{c,BC}	34,08±2,11 ^{a,A}	8,72±0,35 ^{f,A}	22,00±0,53 ^{d,BC}	29,09±0,38 ^{c,CD}	32,63±0,43 ^{b,ABC}
	15	8,61±0,48 ^{d,CD}	19,79±1,72 ^{c,B}	28,64±0,52 ^{b,BC}	30,32±0,83 ^{ab,B}	8,72±0,20 ^{d,A}	21,24±0,60 ^{c,CD}	30,82±1,56 ^{a,ABC}	31,37±1,72 ^{a,C}
	30	9,55±0,57 ^{f,AB}	22,02±1,68 ^{e,AB}	29,85±1,57 ^{c,AB}	31,99±0,66 ^{b,AB}	8,93±0,90 ^{f,A}	23,92±0,63 ^{d,A}	31,96±0,26 ^{b,A}	35,16±1,39 ^{a,A}
	45	8,77±0,37 ^{e,CD}	21,95±1,91 ^{d,AB}	29,10±0,43 ^{c,B}	30,97±0,21 ^{b,B}	9,08±0,57 ^{e,A}	22,85±1,43 ^{d,AB}	31,74±0,48 ^{b,AB}	34,42±1,02 ^{a,AB}
	60	7,72±0,24 ^{f,E}	21,32±0,97 ^{d,AB}	26,26±1,83 ^{c,D}	31,72±0,88 ^{a,AB}	8,54±0,36 ^{f,A}	20,47±0,38 ^{d,D}	29,31±0,75 ^{b,CD}	30,26±1,11 ^{ab,CD}
	75	8,52±0,48 ^{d,CD}	22,07±1,68 ^{c,AB}	26,91±1,76 ^{b,CD}	30,66±2,24 ^{a,B}	9,27±0,23 ^{d,A}	20,48±0,30 ^{c,D}	29,87±2,19 ^{b,BCD}	28,53±3,26 ^{b,D}
	90	9,97±0,31 ^{c,A}	23,28±0,59 ^{b,A}	31,23±0,35 ^{a,A}	32,46±1,69 ^{a,AB}	9,14±0,32 ^{c,A}	22,75±0,75 ^{b,AB}	32,15±0,82 ^{a,A}	31,40±0,45 ^{a,C}
	105	9,73±0,06 ^{f,AB}	19,97±0,72 ^{e,B}	27,83±0,57 ^{c,BCD}	30,62±1,72 ^{b,B}	8,42±0,38 ^{g,A}	22,19±0,44 ^{d,BC}	29,88±0,24 ^{b,BCD}	32,37±0,36 ^{a,BC}
	120	8,23±0,21 ^{e,DE}	21,26±0,73 ^{d,AB}	28,41±1,02 ^{c,BC}	30,54±1,32 ^{b,B}	8,62±0,46 ^{e,A}	20,64±0,48 ^{d,D}	28,63±0,92 ^{c,D}	32,21±1,15 ^{a,BC}

Tablo 11. Depolama Süresince Dondurma Örneklerinin ve Mikslerin Renk Özelliklerine Ait Ortalama Değerler ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları* (devamı)

Özellikler	Depolama (gün)	Örnekler							
		K	KH1	KH2	KH3	P	PH1	PH2	PH3
H^o	Miks	112,50±0,17	61,90±0,87	56,27±0,55	54,40±0,79	107,53±0,06	63,27±0,67	57,23±0,60	55,57±1,01
	1	105,23±0,58 ^{a,D}	71,84±1,16 ^{d,C}	72,70±0,40 ^{d,DE}	69,30±1,68 ^{e,BC}	105,17±0,31 ^{a,D}	79,47±1,16 ^{b,B}	77,10±1,57 ^{c,B}	71,43±2,20 ^{de,BC}
	15	106,43±0,21 ^{a,C}	80,73±1,40 ^{b,A}	74,63±0,97 ^{c,BCD}	70,93±1,08 ^{d,ABC}	106,50±0,26 ^{a,AB}	82,07±1,97 ^{b,AB}	74,27±0,81 ^{c,C}	71,87±0,57 ^{d,BC}
	30	107,37±0,32 ^{a,B}	81,27±2,34 ^{bc,A}	76,10±1,47 ^{d,B}	70,00±0,60 ^{e,ABC}	106,23±0,50 ^{a,BC}	83,33±2,34 ^{b,AB}	79,40±0,78 ^{c,AB}	74,93±1,45 ^{d,AB}
	45	108,50±0,45 ^{a,A}	78,70±1,56 ^{c,AB}	78,10±1,93 ^{c,A}	69,00±2,05 ^{d,C}	106,53±0,06 ^{a,AB}	85,00±3,16 ^{b,A}	79,23±0,81 ^{c,AB}	76,27±1,94 ^{c,A}
	60	108,13±0,06 ^{a,A}	76,43±2,76 ^{cd,B}	74,87±0,58 ^{de,BC}	72,27±1,53 ^{e,A}	106,53±0,50 ^{a,AB}	82,57±2,14 ^{b,AB}	78,67±0,66 ^{c,AB}	72,30±1,48 ^{e,BC}
	75	108,23±0,35 ^{a,A}	80,57±2,11 ^{c,A}	73,27±1,62 ^{e,CDE}	70,00±0,62 ^{f,ABC}	106,37±0,15 ^{a,ABC}	85,50±0,80 ^{b,A}	77,57±0,60 ^{d,AB}	72,93±1,63 ^{e,AB}
	90	107,33±0,32 ^{a,B}	80,47±0,90 ^{d,A}	72,37±0,32 ^{f,E}	68,33±0,29 ^{g,C}	104,90±0,26 ^{b,D}	82,33±0,61 ^{c,AB}	78,40±1,23 ^{e,AB}	73,33±1,88 ^{f,AB}
	105	107,20±0,30 ^{a,B}	78,24±1,14 ^{b,AB}	75,30±0,78 ^{c,BC}	70,33±2,23 ^{d,ABC}	105,83±0,35 ^{a,C}	79,00±2,45 ^{b,B}	78,90±1,55 ^{b,AB}	69,33±1,68 ^{d,C}
	120	108,63±0,06 ^{a,A}	77,03±0,40 ^{cd,B}	73,20±0,87 ^{ef,CDE}	71,83±1,07 ^{f,AB}	106,97±0,21 ^{a,A}	82,17±5,71 ^{b,AB}	80,10±2,78 ^{bc,A}	71,93±2,92 ^{f,BC}
C^*	Miks	9,58±0,04	16,97±0,29	23,66±0,18	24,50±0,51	10,80±0,02	16,56±0,49	19,29±0,85	24,41±1,11
	1	9,43±0,34 ^{e,BC}	21,02±0,16 ^{d,AB}	30,25±0,40 ^{c,BC}	36,47±2,63 ^{a,A}	9,04±0,37 ^{e,AB}	22,38±0,59 ^{d,BC}	29,86±0,56 ^{c,D}	34,45±0,66 ^{b,ABC}
	15	8,98±0,50 ^{d,CD}	20,06±1,81 ^{c,B}	29,71±0,42 ^{b,BC}	32,10±0,88 ^{a,B}	9,09±0,20 ^{d,AB}	21,46±0,70 ^{c,CD}	32,03±1,58 ^{a,ABC}	33,03±1,85 ^{a,BC}
	30	10,00±0,57 ^{f,AB}	22,27±1,62 ^{e,AB}	30,76±1,43 ^{c,B}	34,02±0,86 ^{b,AB}	8,75±0,60 ^{f,B}	24,10±0,76 ^{d,A}	32,52±0,24 ^{bc,AB}	36,42±1,26 ^{a,A}
	45	9,25±0,40 ^{e,C}	22,40±2,06 ^{d,AB}	29,76±0,59 ^{c,BC}	33,21±0,69 ^{b,B}	9,36±0,46 ^{e,AB}	22,96±1,54 ^{d,AB}	32,31±0,44 ^{b,AB}	35,46±1,05 ^{a,AB}
	60	8,15±0,28 ^{e,E}	21,96±1,23 ^{d,AB}	27,21±1,85 ^{c,E}	33,32±1,21 ^{a,AB}	8,90±0,36 ^{e,AB}	20,66±0,32 ^{d,D}	29,90±0,84 ^{b,D}	31,78±1,14 ^{a,CD}
	75	9,01±0,49 ^{d,CD}	22,32±1,74 ^{c,AB}	28,11±1,97 ^{b,CD}	32,65±2,37 ^{a,B}	9,66±0,23 ^{d,A}	20,14±0,13 ^{c,D}	30,59±2,26 ^{ab,BCD}	29,88±3,57 ^{ab,D}
	90	10,44±0,32 ^{d,A}	23,61±0,66 ^{c,A}	32,78±0,32 ^{b,A}	34,94±1,77 ^{a,AB}	9,46±0,33 ^{d,AB}	22,96±0,76 ^{c,AB}	32,83±0,91 ^{b,A}	32,81±0,78 ^{b,BCD}
	105	10,18±0,07 ^{e,A}	21,17±1,81 ^{d,AB}	28,95±0,32 ^{c,BCD}	32,57±2,29 ^{b,B}	8,75±0,39 ^{e,B}	22,61±0,36 ^{d,BC}	30,18±0,49 ^{c,CD}	34,62±0,19 ^{a,ABC}
	120	8,41±0,40 ^{d,DE}	21,85±0,81 ^{c,AB}	29,66±1,18 ^{b,BC}	32,16±1,45 ^{a,B}	9,01±0,48 ^{d,AB}	20,91±0,74 ^{c,D}	29,09±1,09 ^{b,D}	33,94±1,73 ^{a,ABC}
ΔE_1	-	4,06±0,37 ^f	6,49±0,17 ^e	10,48±0,39 ^c	14,59±2,02 ^a	3,92±0,54 ^f	8,24±0,22 ^d	13,95±0,21 ^{ab}	13,12±0,46 ^b
ΔE_2	-	1,03±0,24 ^c	2,87±0,62 ^{ab}	2,20±1,59 ^{ab}	4,91±1,11 ^a	0,83±0,18 ^c	3,37±0,82 ^{ab}	2,68±1,45 ^{ab}	2,42±1,50 ^{ab}

ΔE_1 : Miksin dondurulması sırasında dondurmada meydana gelen toplam renk farkı; ΔE_2 : Depolamanın sonunda dondurmada meydana gelen toplam renk farkı

**a-g: Aynı satırda (→) farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

**A-E: Aynı sütunda (↓) farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Tablo 12. Dondurma Örneklerinin Renk Özelliklerine Ait Genel Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları**

		n	<i>L</i>*	<i>a</i>*	<i>b</i>*	<i>H</i>°	<i>C</i>*
Dondurma Örnekleri	K	18	86,08±1,56 ^b	-2,81±0,25 ^g	8,91±0,77 ^e	107,45±1,08 ^a	9,32±0,82 ^e
	KH1	18	80,30±0,97 ^d	4,40±1,22 ^e	21,29±1,56 ^d	78,36±3,20 ^d	21,85±1,55 ^d
	KH2	18	76,35±2,24 ^f	7,97±1,21 ^c	28,56±1,70 ^c	74,50±2,01 ^e	29,69±1,80 ^c
	KH3	18	72,83±1,37 ^g	11,39±1,45 ^a	31,48±1,68 ^a	70,22±1,70 ^g	33,49±1,99 ^a
	P	18	87,43±0,96 ^a	-2,54±0,14 ^g	8,83±0,48 ^e	106,11±0,71 ^b	9,11±0,45 ^e
	PH1	18	82,48±1,51 ^c	2,97±1,22 ^f	21,84±1,30 ^d	82,38±3,05 ^c	22,02±1,40 ^d
	PH2	18	79,36±1,37 ^e	6,40±1,18 ^d	30,38±1,54 ^b	78,18±2,02 ^d	31,03±1,62 ^b
	PH3	18	75,77±1,68 ^f	10,08±1,45 ^b	32,04±2,29 ^a	72,70±2,47 ^f	33,60±2,34 ^a
Depolama Süresi (gün)	1	16	79,39±5,25 ^a	5,69±5,52 ^a	23,05±9,51 ^a	81,53±14,34 ^a	24,11±10,16 ^a
	15	16	79,81±5,32 ^a	4,83±5,17 ^a	22,44±9,17 ^a	83,43±14,12 ^a	23,31±9,67 ^a
	30	16	78,61±5,00 ^a	4,40±5,08 ^a	24,17±9,77 ^a	84,83±13,59 ^a	24,86±10,24 ^a
	45	16	80,18±4,39 ^a	4,24±5,04 ^a	23,61±9,60 ^a	85,17±13,92 ^a	24,34±9,95 ^a
	60	16	81,38±5,06 ^a	4,47±4,78 ^a	21,95±9,04 ^a	83,97±14,21 ^a	22,74±9,42 ^a
	75	16	79,97±5,30 ^a	4,36±5,14 ^a	22,04±8,60 ^a	84,30±14,37 ^a	22,80±9,04 ^a
	90	16	80,83±5,54 ^a	5,07±5,58 ^a	24,05±9,33 ^a	83,43±14,10 ^a	24,98±9,86 ^a
	105	16	79,73±4,50 ^a	4,96±5,36 ^a	22,63±8,97 ^a	83,02±14,36 ^a	23,63±9,47 ^a
	120	16	80,77±4,77 ^a	4,60±5,12 ^a	22,32±9,11 ^a	83,98±14,65 ^a	23,13±9,59 ^a

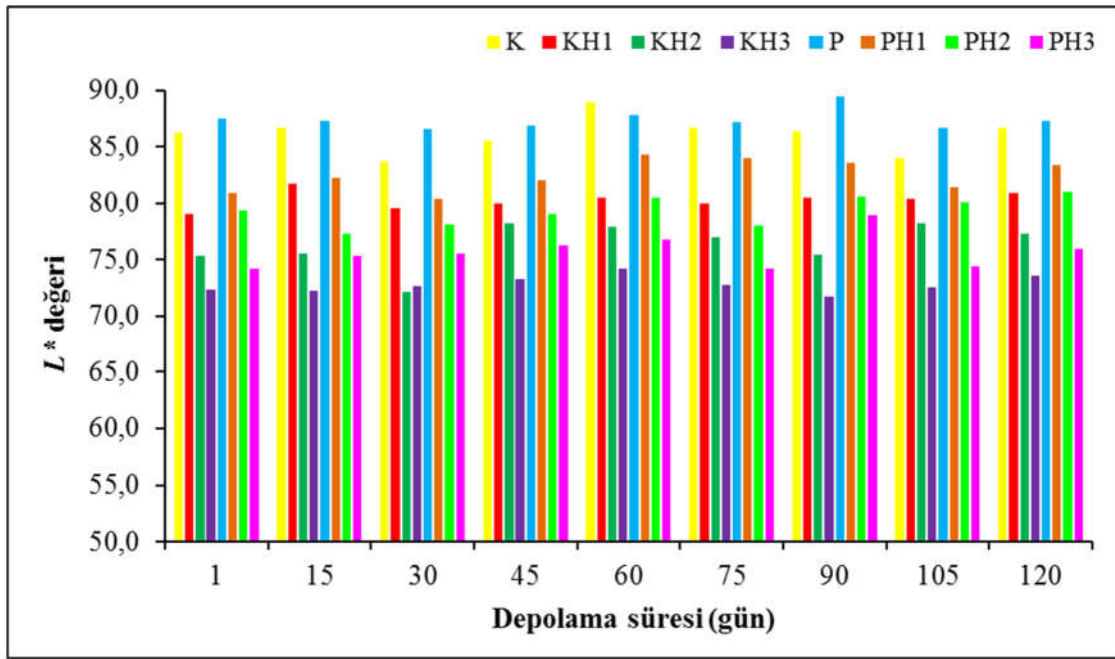
**a-g: Aynı sütunda (↓) farklı üstel harfler ile gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Renk değerleri

Gıdaların rengi; tazelik, olgunluk, çekicilik, pazarlama ve gıda güvenliği ile yakından ilişkili olduğundan dolayı tüketiciler için önemli bir faktördür. Dondurmada da renk, tüketici tercihi açısından tat ve aromadan önce ilk olarak göze çarpan en önemli parametrelerdendir (Salık 2019). Bu nedenle dondurma örneklerinin renk özellikleri üzerine farklı konsantrasyonlarda HP ilavesinin etkisini belirlemek için renk parametreleri analiz edilmiştir. Dondurma örneklerinde depolama süresince belirlenen renk parametreleri (L^* , a^* , b^* , H° , C^*) ile hesaplanan ΔE_1 ve ΔE_2 değerleri Tablo 11'de verilmiştir. Yapılan varyans analiz sonucunda, örnek değişkeninin (HP ve probiyotik ilavesinin) renk özellikleri üzerine olan etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,01$). İncelenen örnekler arasındaki farklılığın kaynağını belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma test sonucunda; renk özellikleri üzerine örnek değişkeninin etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0,01$) bulunurken, depolamanın etkisi önemsiz ($p>0,05$) bulunmuştur (Tablo 12). İncelenen örnekler arasında depolama süresince meydana gelen renk değişimini görmek amacıyla Şekil 17-22 düzenlenmiştir.

L^* değeri

Dondurma örneklerinde depolama süresince tespit edilen L^* (100:beyaz, 0:siyah) değeri en düşük depolamanın 90. gününde KH3 örneğinde (71,72) belirlenirken, en yüksek depolamanın 90. gününde P örneğinde (89,45) belirlenmiştir (Şekil 17). Dondurma örneklerinde artan HP konsantrasyonu ile birlikte L^* değerinin azaldığı tespit edilmiştir (Tablo 12). Bu durum, turuncu havucun karakteristik rengini oluşturan β -karoten ile alakalı olup, HP konsantrasyonu arttıkça dondurma örneklerinin rengi artan β -karoten miktarına bağlı olarak koyulaşmıştır. Klasik grup ile probiyotik grup dondurma örnekleri karşılaştırıldığında ise probiyotik grup dondurma örneklerinin (P, PH1, PH2 ve PH3) L^* değerinin istatistiksel olarak önemli derecede ($p<0,01$) klasik grup dondurma örneklerden (K, KH1, KH2 ve KH3) daha yüksek olduğu görülmüştür (Tablo 12).

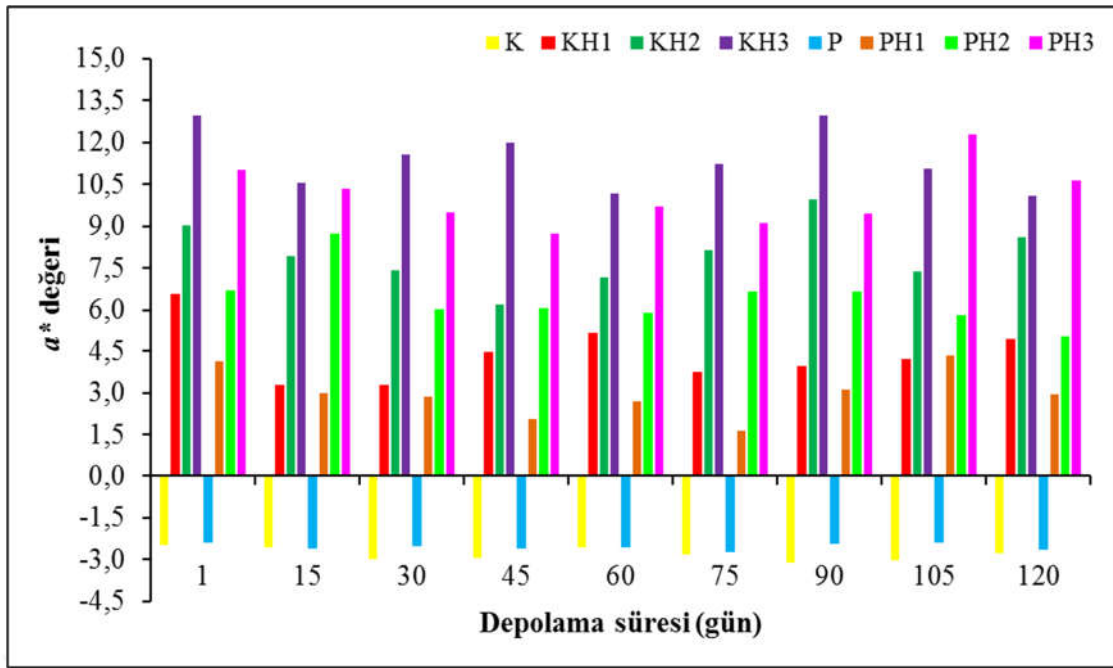


Şekil 17. Dondurma örneklerinde depolama süresince L^* değeri değişimi

Araştırmada tespit ettiğimiz L^* değerlerine benzer olarak; Dervişoğlu and Yazıcı (2006) turuncgil lifi ilavesiyle üretmiş oldukları dondurma örneklerinde L^* değerini 78,21-79,91; Karaman *et al.* (2014) Trabzon hurması içeren dondurma örneklerinde L^* değerini 50,56-70,11; Çakmakçı *et al.* (2016) kumkuat içeren dondurma örneklerinde L^* değerini 82,34-90,02; Peasura *et al.* (2020) balkabağı püresi içeren dondurma örneklerinde L^* değerini 80,6-98,5 aralığında tespit etmişlerdir. Dondurmalarda artan konsantrasyonda HP ilavesinin L^* değeri üzerine olan düşürücü etkisi, literatürde farklı meyveler kullanılarak üretilen bazı dondurma çalışma bulguları ile de benzerlik göstermiştir (Karaman *et al.* 2014; Çakmakçı *et al.* 2016; Topdaş *et al.* 2017; Salık 2019; Peasura *et al.* 2020).

a^* değeri

Dondurma örneklerinde depolama süresince tespit edilen a^* değeri (+ kırmızı, -yeşil) en düşük depolamanın 90. gününde K örneğinde (-3,12) belirlenirken, en yüksek depolamanın 1. gününde KH3 örneğinde (12,97) belirlenmiştir (Şekil 17). Dondurma örneklerinde artan HP konsantrasyonu ile birlikte a^* değerinin önemli derecede ($p<0,01$) arttığı tespit edilmiştir (Tablo 12). Bu durum, turuncu havucun karakteristik rengini oluşturan β -karoten ile alakalı olup, havuç püresi konsantrasyonu arttıkça dondurma örneklerinin rengi artan β -karoten miktarına bağlı olarak koyulaşmış ve kırmızımsılık değeri artmıştır. Klasik grup ile probiyotik grup dondurma örnekleri karşılaştırıldığında (Tablo 12) ise kontrol grup örnekler (K ve P) dışındaki probiyotikli dondurma örneklerinde (PH1, PH2 ve PH3) a^* değerinin daha düşük olduğu görülmüştür ($p<0,01$).

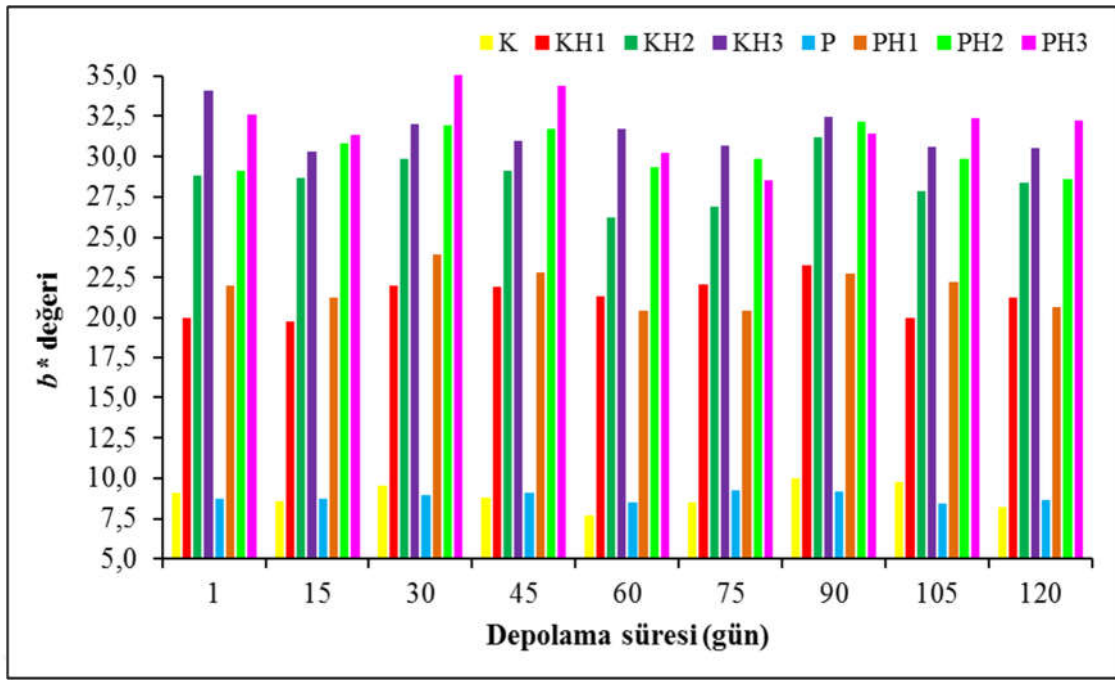


Şekil 18. Dondurma örneklerinde depolama süresince a^* değeri değişimi

Dervişoğlu and Yazıcı (2006) turuncu lifli içeren dondurma örneklerinde a^* değerini 3,89-4,27; Karaman *et al.* (2014) Trabzon hurması içeren dondurma örneklerinde a^* değerini -1,22-6,52; Çakmakçı *et al.* (2016) kumkuat içeren dondurma örneklerinde a^* değerini -2,72-(-0,15); Peasura *et al.* (2020) balkabağı püresi içeren dondurma örneklerinde a^* değerini -8,9-1,1 aralığında tespit etmişlerdir. Havuçlu dondurma örneklerinde tespit ettiğimiz a^* değerleri Çakmakçı *et al.* (2016) ile Peasura *et al.* (2020) tarafından bildirilen a^* değerinden yüksek olmakla birlikte, %10 ve %20 HP içeren örneklerde belirlenen a^* değerleri Dervişoğlu and Yazıcı (2006) ile Karaman *et al.* (2014) tarafından bildirilen değerler ile nispeten benzerlik göstermektedir.

b^* değeri

Dondurma örneklerinde depolama süresince tespit edilen b^* değeri (+ sarı, - mavi) en düşük depolamanın 60. gününde K örneğinde (7,72) belirlenirken, en yüksek depolamanın 30. gününde PH3 örneğinde (35,16) belirlenmiştir (Şekil 18). Dondurma örneklerinde artan HP konsantrasyonu ile birlikte b^* değerinin önemli derecede ($p<0,01$) arttığı tespit edilmiştir (Tablo 12). Bu durum, turuncu havucun karakteristik rengini oluşturan β -karoten ile alakalı olup, HP konsantrasyonu arttıkça dondurma örneklerinin rengi artan β -karoten miktarına bağlı olarak koyulaşmış ve sarımsılık değeri artmıştır. Probiyotik ilavesinin b^* değeri üzerine olan etkisi önemli bulunmuş olup ($p<0,01$), değişkenlik göstermiştir.



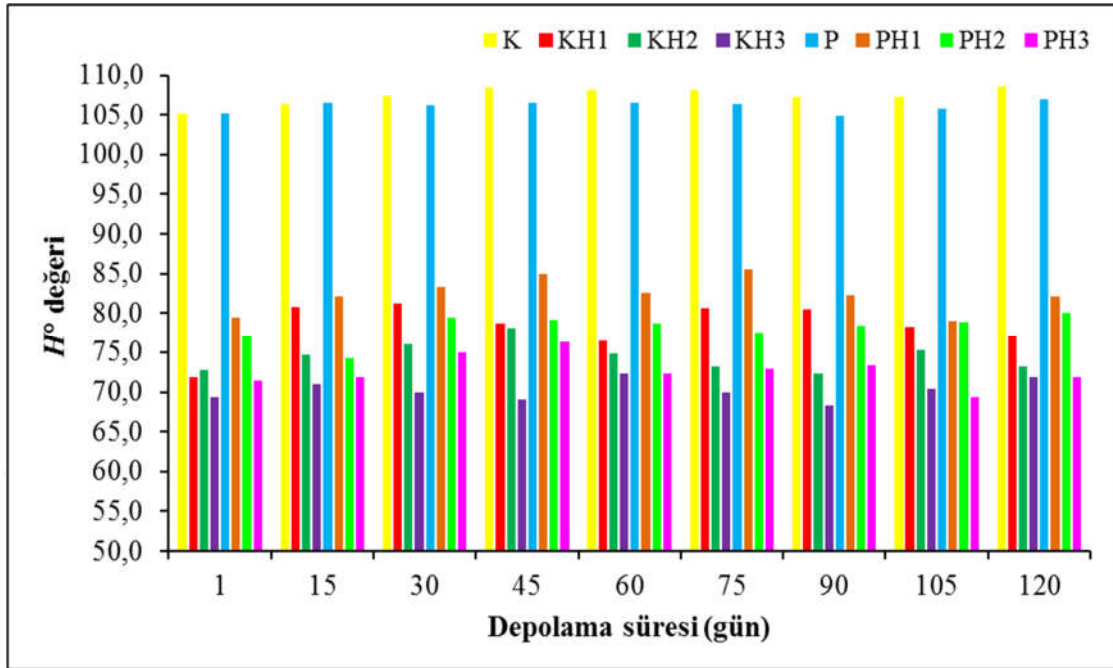
Şekil 19. Dondurma örneklerinde depolama süresince b^* değeri değişimi

Dervişoğlu and Yazıcı (2006) turunçgil lifi içeren dondurma örneklerinde b^* değerini 10,27-10,96; Karaman *et al.* (2014) Trabzon hurması içeren dondurma örneklerinde b^* değerini 4,83-17,09; Çakmakçı *et al.* (2016) kumkuat içeren dondurma örneklerinde b^* değerini 9,66-17,88; Peasura *et al.* (2020) balkabağı püresi içeren dondurma örneklerinde b^* değerini 6,8-102,7 aralığında tespit etmişlerdir. Havuçlu dondurma örneklerinde tespit ettiğimiz b^* değerleri; Dervişoğlu and Yazıcı (2006), Çakmakçı *et al.* (2016) ve Karaman *et al.* (2014) tarafından bildirilen değerlerden yüksek olmakla birlikte, Peasura *et al.* (2020) tarafından bildirilen değerlerden düşük bulunmuştur.

H° değeri

Dondurma örneklerinde depolama süresince tespit edilen H° değeri (renk ton açısı; 0° : kırmızı, 90° : sarı, 180° : yeşil, 270° : mavi, 360° : kırmızı) en düşük depolamanın 90. gününde KH3 örneğinde (68,33) belirlenirken, en yüksek depolamanın 120. gününde K örneğinde (108,63) belirlenmiştir (Şekil 18). Dondurma örneklerinde artan HP konsantrasyonu ile birlikte H° değerinin önemli derecede ($p < 0,01$) azaldığı tespit edilmiştir (Tablo 12). Kontrol grup örneğinin (K ve P) H° değerleri, 90° ile 180° arasında olması nedeniyle sarı-yeşil bölgedeki bir rengi temsil etmektedir. HP ilavesi ile birlikte bu bölge, 0° ile 90° arasındaki kırmızı-sarı bölgeye doğru kaymıştır. HP konsantrasyondaki artışla birlikte H° değerinin 0° 'ye yaklaştığı ve renk tonunun koyulaştığı görülmüştür. Bu durum, toplam miks kütlelerinin önemli bir kısmını oluşturan turuncu havucun, karakteristik rengini oluşturan β -karotenden kaynaklanmıştır. HP konsantrasyonu arttıkça dondurma örneklerinin rengi artan β -karoten miktarına bağlı olarak

daha koyulaşmıştır. Klasik grup ile probiyotik grup dondurma örnekleri karşılaştırıldığında (Tablo 12) ise kontrol grup örnekler (K ve P) dışındaki probiyotikli dondurma örneklerinde (PH1, PH2 ve H3) H° değerinin daha düşük olduğu görülmüştür ($p<0,01$).

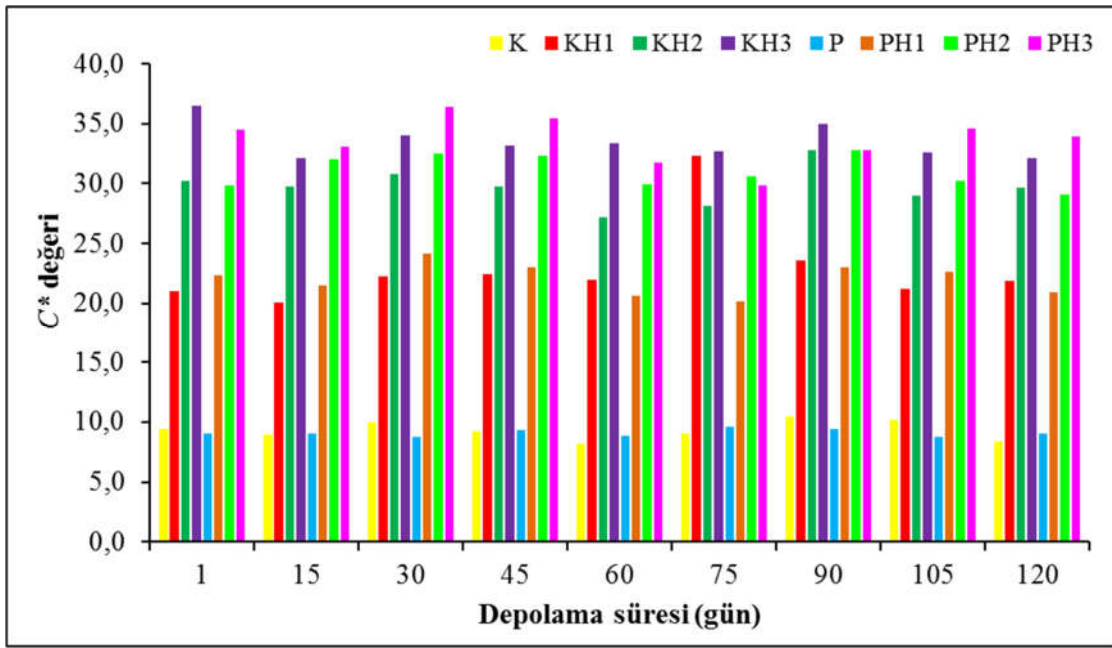


Şekil 20. Dondurma örneklerinde depolama süresince H° değeri değişimi

Çakmakçı *et al.* (2016), kumkuat ilavesiyle ürettikleri dondurma örneklerinde H° değerinin 94,78-106,0 aralığında değişim gösterdiğini ve artan konsantrasyonda kumkuat ilavesinin (%5, 10 ve 15) H° değerini düşürdüğünü rapor etmişlerdir. Havuçlu dondurma örneklerinde tespit ettiğimiz H° değerleri Çakmakçı *et al.* (2016) tarafından bildirilen değerlerden düşük bulunmuştur.

C^* değeri

Örneklerde görsel rengin doygunluk derecesini, saflığını veya yoğunluğunu ifade eden chroma (C^*) değeri ise (Chunthaworn *et al.* 2012) en düşük depolamanın 60. gününde K örneğinde (8,15) belirlenirken, en yüksek depolamanın 30. gününde PH3 örneğinde (36,42) belirlenmiştir (Şekil 21). Dondurma örneklerinde artan havuç püresi konsantrasyonu ile birlikte C^* değerinin önemli derecede ($p<0,01$) arttığı tespit edilmiştir (Tablo 12). Bu durum, turuncu havucun karakteristik rengini oluşturan β -karoten ile alakalı olup, HP konsantrasyonu arttıkça dondurma örneklerinin renk yoğunluğu artan β -karoten miktarına bağlı olarak artmıştır. Probiyotik ilavesinin b^* değeri üzerine olan etkisi ise sadece %20 HP içeren örneklerde istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($p<0,01$).



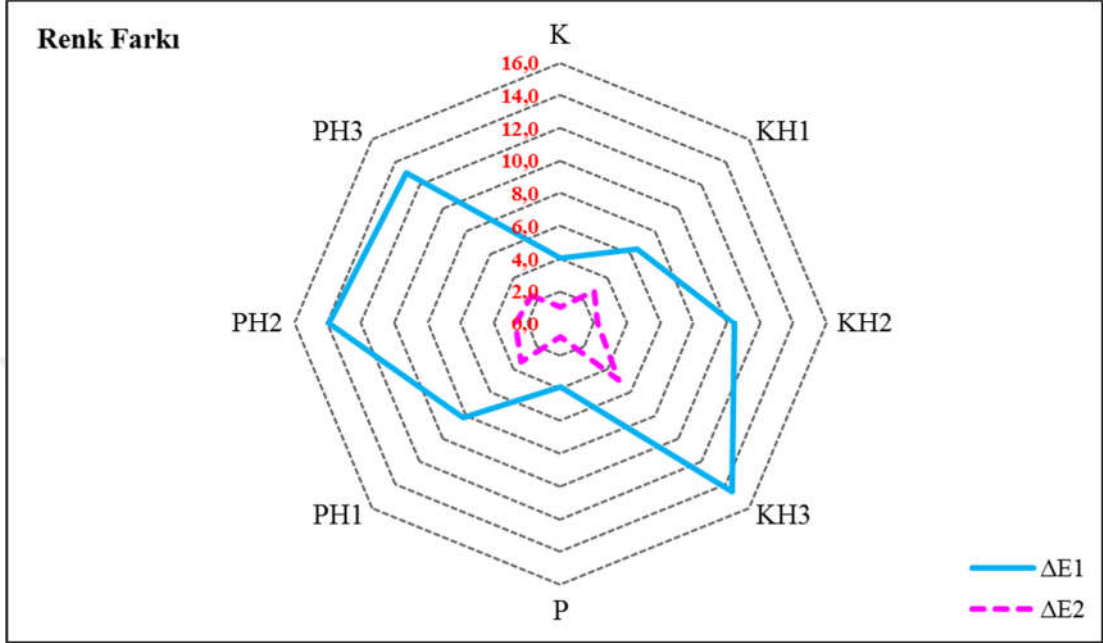
Şekil 21. Dondurma örneklerinde depolama süresince C^* değeri değişimi

Çakmakçı *et al.* (2016), kumkuat ilavesiyle ürettikleri dondurma örneklerinde C^* değerinin 10,05-18,01 aralığında değişim gösterdiğini ve artan konsantrasyonda kumkuat ilavesinin (%5, 10 ve 15) C^* değerini artırdığını bildirmişlerdir. Havuçlu dondurma örneklerinde tespit ettiğimiz C^* değerleri Çakmakçı *et al.* (2016) tarafından bildirilen değerlerden yüksek bulunmuştur.

Renk farkı

Miksin dondurmaya işlenmesi sırasında ve dondurmanın depolanması sürecinde meydana gelen renk değişimlerini tespit etmek amacıyla renk farkı hesaplanmıştır. Bu amaçla, hesaplanan renk farkı değerleri Tablo 11 ve Şekil 22’de verilmiştir. Tablo 11’de görüldüğü üzere dondurma miks örneklerinde L^* değeri 70,01-84,04, a^* değeri -3,68-14,28, b^* değeri 8,88-20,12, H° değeri 54,40-112,50 ve C^* değeri 9,58-24,50 aralığında değişim göstermektedir. Miksin renk özellikleri üzerine dondurma işleminin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,01$). Miksin dondurmaya işlenmesi sırasında meydana gelen en az renk farkı (ΔE_1) K (4,06) ve P örneklerinde (3,92) belirlenirken, en çok renk farkı KH3 örneğinde (14,59) tespit edilmiştir (Şekil 22). HP konsantrasyonundaki artışla birlikte renk farkı değerleri de artış göstermiştir. Mikse uygulanan dondurma işleminden sonra örneklerinde; L^* , b^* (P örneği hariç), H° (K ve P örnekleri hariç) ve C^* (K ve P örnekleri hariç) değerlerinin arttığı, a^* değerinin ise (K ve P hariç) azaldığı görülmektedir (Tablo 11-12). Yapılan bu değerlendirme sonucunda mikse uygulanan dondurma işleminin, havuçlu dondurma örneklerinde rengin daha da açılarak parlaklığının artmasına neden olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca, dondurma işlemi ile birlikte havuçtaki β -karotenin mikse iyice özleşmesine bağlı olarak örneklerde sarımsılık

değerinin arttığı ve rengin yoğunlaştığı görülmüştür. Depolama işleminin dondurma örneklerinde meydana getirdiği renk farkı (ΔE_2) ise K ve P örnekleri ile KH1, KH2, PH1, PH2 ve PH3 örnekleri arasında istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). Yapılan bu değerlendirme sonucunda havuçlu dondurma örneklerinin 120 günlük depolama süresince renk özelliklerini koruduğu tespit edilmiştir.



Şekil 22. Dondurma örneklerinde meydana gelen renk farkı

Dondurma Örneklerinde Yapılan Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

Dondurma örneklerinin bazı mikrobiyolojik özelliklerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 13’de, ortalama değerler ile Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 14 ve Tablo 15’de toplu olarak verilmiştir.

Tablo 13. Dondurma Örneklerinin Mikrobiyolojik Özelliklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	<i>Bifidobacterium</i> BB-12	Varyasyon Kaynağı	SD	Canlılık oranı (%)
Örnek (A)	3	12,94**	Örnek	3	28648,60**
Depolama (B)	8	18,15**	Hata	12	
A×B	24	-	Genel	15	
Hata	140				
Genel	143				

** : p<0,01, * : p<0,05

Tablo 14. Depolama Süresince Dondurma Örneklerinin Mikrobiyolojik Özelliklerine Ait Ortalama Değerler ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları*

Özellikler (log kob/g)	Depolama (gün)	Örnekler							
		K	KH1	KH2	KH3	P	PH1	PH2	PH3
<i>Bifidobacterium</i> BB-12	Miks	-	-	-	-	9,00±0,0	8,92±0,09	8,93±0,02	8,93±0,02
	1	-	-	-	-	8,28±0,01 ^{a,A}	8,29±0,02 ^{a,A}	8,20±0,07 ^{b,A}	7,97±0,05 ^{c,A}
	15	-	-	-	-	8,22±0,08 ^{a,A}	8,26±0,05 ^{a,A}	8,18±0,09 ^{a,A}	8,03±0,05 ^{b,A}
	30	-	-	-	-	8,10±0,07 ^{ab,B}	8,20±0,11 ^{a,A}	7,95±0,09 ^{c,BC}	8,04±0,03 ^{bc,A}
	45	-	-	-	-	8,05±0,04 ^{a,BC}	7,94±0,14 ^{a,B}	8,04±0,03 ^{a,B}	8,01±0,01 ^{a,A}
	60	-	-	-	-	8,05±0,05 ^{a,BC}	8,03±0,05 ^{a,B}	7,77±0,08 ^{b,E}	7,82±0,07 ^{b,A}
	75	-	-	-	-	8,08±0,02 ^{a,BC}	8,03±0,04 ^{a,B}	7,83±0,05 ^{b,DE}	7,85±0,10 ^{b,A}
	90	-	-	-	-	7,96±0,06 ^{a,D}	7,69±0,08 ^{b,C}	7,43±0,07 ^{c,F}	7,12±0,10 ^{d,C}
	105	-	-	-	-	8,05±0,01 ^{a,BC}	8,04±0,02 ^{a,B}	7,87±0,02 ^{a,CDE}	7,48±0,40 ^{b,B}
	120	-	-	-	-	8,00±0,09 ^{a,D}	8,04±0,03 ^{a,B}	7,90±0,03 ^{b,CD}	7,86±0,05 ^{b,A}
Canlılık oranı (%)	-	-	-	-	-	96,65±1,04 ^b	96,93±0,60 ^b	96,32±0,91 ^b	98,65±0,86 ^a
Maya ve küf	1-120	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Koliform	1-120	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

*a-d: Aynı satırda (→) farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

*A-E: Aynı sütunda (↓) farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Tablo 15. Dondurma Örneklerinin Mikrobiyolojik Özelliklerine Ait Genel Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları*

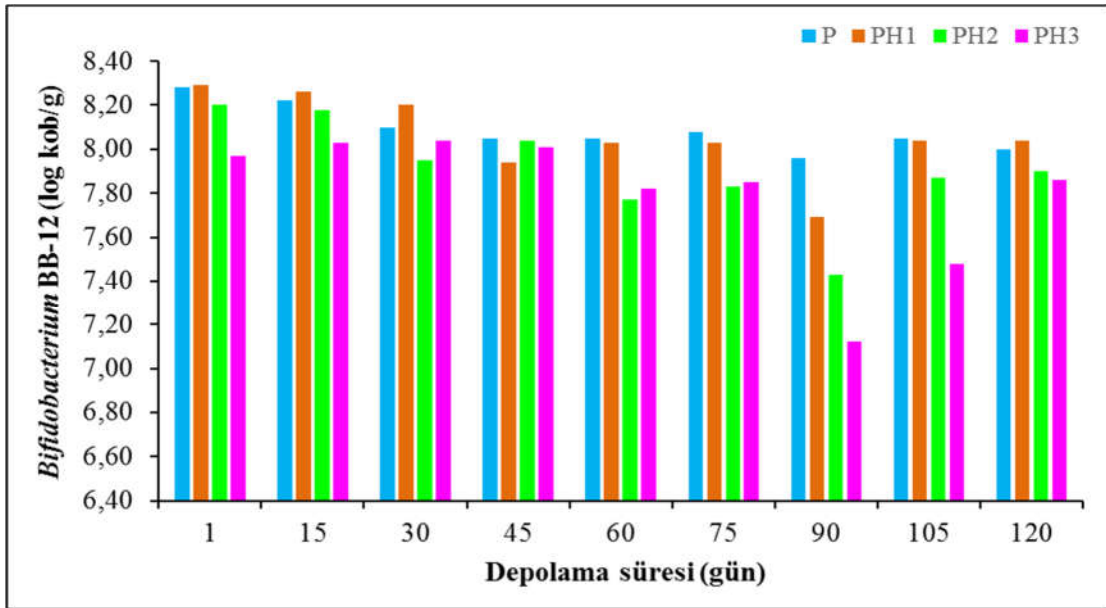
		n	<i>Bifidobacterium</i> BB-12
Dondurma Örnekleri	P	18	8,09±0,11 ^a
	PH1	18	8,06±0,19 ^a
	PH2	18	7,91±0,23 ^b
	PH3	18	7,80±0,25 ^c
Depolama Süresi (gün)	1	16	8,19±0,14 ^a
	15	16	8,17±0,11 ^a
	30	16	8,07±0,12 ^{ab}
	45	16	8,01±0,08 ^{bc}
	60	16	7,92±0,14 ^{cd}
	75	16	7,95±0,12 ^{bcd}
	90	16	7,55±0,33 ^e
	105	16	7,86±0,30 ^d
	120	16	7,95±0,25 ^{bed}

*a-e: Aynı sütunda (↓) farklı üstel harfler ile gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

***Bifidobacterium* BB-12 sayısı**

Probiyotik ilaveli dondurma örneklerinde *Bifidobacterium* BB-12 sayılarının (log kob/g) depolanma süresince değişimi Tablo 14'te verilmiştir. Depolama süresince *Bifidobacterium* BB-12 sayısı en düşük 90. günde 7,12 log kob/g ile PH3 örneğinde, en yüksek ise 1. günde 8,29 log kob/g ile PH1 örneğinde tespit edilmiştir. Örnekler arasında, depolama süresince *Bifidobacterium* BB-12 sayıları arasındaki değişim Şekil 23'te gösterilmiştir.

Dondurma örneklerinde *Bifidobacterium* BB-12 sayısına ait varyans analiz sonuçları Tablo 13'de verilmiştir. Örnek değişkeni ve depolama periyodunun *Bifidobacterium* BB-12 sayısı üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,01$). Yapılan Duncan çoklu karşılaştırmalı test sonucunda; 1. günde P ile PH1 kodlu örnekler için *Bifidobacterium* BB-12 sayısı istatistiksel olarak farklıdır; PH2, PH3 kodlu örnekler ise istatistiksel olarak birbirlerinden önemli derecede farklı bulunmuştur ($p<0,01$). Depolamanın 15. gününde P, PH1 ve PH2 kodlu örneklerdeki *Bifidobacterium* BB-12 sayısı istatistiksel olarak birbirlerinden farklı bulunmuştur. Depolamanın 30. gününde tüm örneklerde (P, PH1, PH2, PH3) *Bifidobacterium* BB-12 sayısı istatistiksel olarak birbirlerinden farklı bulunmuştur ($p<0,01$). Depolamanın 45.gününde; PH1 ve PH2 kodlu örneklerdeki *Bifidobacterium* BB-12 sayısı birbirlerinden farklı bulunurken, 60., 75. ve 120. günlerde P ile P1 ve P2 ile P3 örneklerinin probiyotik bakteri sayıları arasında fark bulunmamıştır. 90. günde tüm probiyotikli örneklerde probiyotik bakteri sayıları gittikçe düşerek birbirlerinden farklı; 105. günde ise P, P1 ve P2 kodlu örneklerinin probiyotik bakteri sayıları farklıdır, PH3 kodlu örnek farklı bulunmuştur (Tablo 14).



Şekil 23. Probiyotik dondurma örneklerinde *Bifidobacterium* BB-12 sayılarının (log kob/g) depolanma süresince değişimi

Bifidobacterium BB-12 sayısı üzerine örnek değişkeni ve depolama süresinin etkisini belirleme amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırmalı test sonuçları Tablo 15’de verilmiştir. Tablo incelendiğinde, depolama süresince örnek değişkenine bağlı en yüksek *Bifidobacterium* BB-12 sayısı 8,09 log kob/g ile P kodlu örnekte bulunurken, en düşük *Bifidobacterium* BB-12 sayısı 7,80 log kob/g ile PH3 kodlu örnekte tespit edilmiştir. Örnek değişkenine bağlı olarak bakıldığında P ve PH1 kodlu örnekler istatistiksel olarak farksız bulunmuş, diğer örneklerle (PH2, PH3) istatistiksel olarak önemli derecede farklı bulunmuşlardır ($p<0,01$). Depolama süresince *Bifidobacterium* BB-12 sayısına bakılacak olursa en yüksek değerler 1. günde (8,19 log kob/g) tespit edilirken, en düşük sayı depolamanın 90. gününde (7,55 log kob/g) tespit edilmiştir.

Dondurma örneklerinde 120 günlük depolama sürecinde *Bifidobacterium* BB-12 sayısı 10^7 kob/g’ın altına düşmemiş olup, dondurmaların probiyotik özelliklerini 120 günden fazla koruyacakları görülmüş, havuç püresinin ise bu probiyotik etkiye zarar vermeyeceği, hatta probiyotik örnek ile %10 HP ve probiyotik bakteri içeren dondurmanın (PH1), en az 15 gün süresince probiyotik bakteri sayısının birbirinden farksız olduğu saptanmıştır. Bu bulgulara benzer olarak; Haghani *et al.* (2021) kızılıklık kabuğu içeren (%3, 6 ve 9) probiyotik dondurma örneklerinde 120 günlük depolama süresince *Bifidobacterium* BB-12 sayısının 7,32-8,95 log kob/g aralığında, Akca and Akpınar (2021) üzüm, nar, susam çekirdeği tozları (%2) ve yağları (%1) ile zenginleştirdikleri probiyotik dondurma örneklerinde 90 günlük depolama süresince *Bifidobacterium* BB-12 sayısının 7,29-8,54 log kob/g aralığında, Kalicka *et al.* (2019) çeşitli polioller (ksilitol, eritritol, maltitol ve izomalto) ile tatlandırıdıkları probiyotik dondurma örneklerinde 28 günlük depolama süresince *Bifidobacterium* BB-12 sayısının 8,03-8,38 log kob/g aralığında değişim gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Turgut and Çakmakçı (2009) da dondurma üretiminde *L. acidophilus* ve *B. bifidum*’un kullanım olanaklarını araştırmışlar ve 3 aylık depolama süresince dondurmaların probiyotik bir gıda için gerekli canlı bakteri sayısını ($>10^6$ kob/g) koruduklarını belirtmişlerdir. Daşnik (2014), askorbik asit ve glukoz oksidaz ilave edilen probiyotik dondurmalarda *Bifidobacterium* BB-12 sayısının 7,2-7,8 log kob/g arasında olduğunu ve depolama sonunda 1,3-1,4 log cfu/g arasında değişen düzeyde bir azalma olduğunu tespit etmiştir. Akalın *et al.* (2017) ise elma, portakal, yulaf, buğday ve bambu liflerini kullanarak ürettikleri probiyotik dondurma örneklerinde depolama süresince *L. acidophilus* sayısının 6,60-7,58 log kob/g, *B. lactis* sayısının 5,15-7,10 log kob/g arasında olduğunu saptamışlardır. Ayar *et al.* (2017) çeşitli diyet lifi (bazı meyve ve tahıl gruplarından oluşan) ilavesiyle ürettikleri probiyotik dondurma örneklerinde *Bifidobacterium bifidum* sayısını 60 günlük depolama süresince 6,16-7,41 log

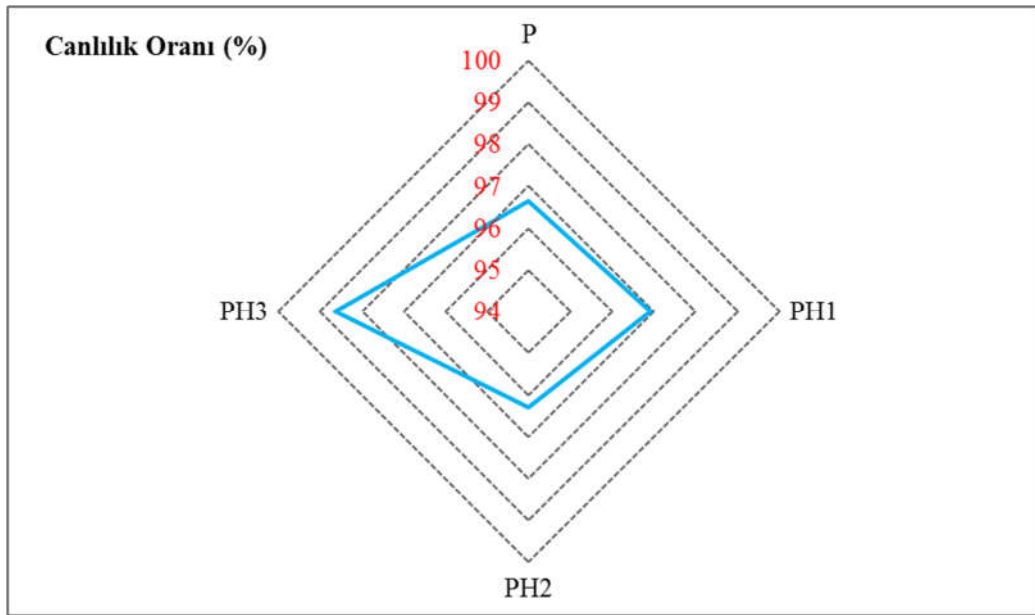
kob/g aralığında belirlemişlerdir. Kowalczyk *et al.* (2021), koyun sütünden *Bifidobacterium* BB-12 ve *L. rhamnosus* ile inülin (%2,5) ve elma lifi (%1,5) ilavesiyle ürettikleri dondurmalarla ilgili olarak; 21 günlük depolama süresince dondurma örneklerinde *Bifidobacterium* BB-12 sayısı 10,28-11,41 log kob/g aralığında, *L. rhamnosus* sayısı 11,22-11,73 log kob/g aralığında olduğunu tespit etmişlerdir.

Canlılık oranı

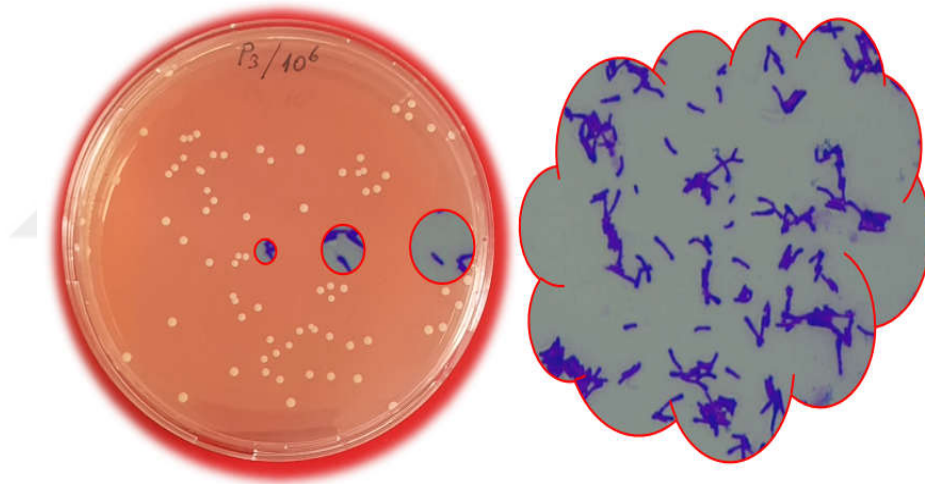
Probiyotik dondurma örneklerinde *Bifidobacterium* BB-12'nin canlılık oranları Tablo 14 ve Şekil 24'de verilmiştir. Tablo ve şeklin incelenmesiyle de görüldüğü gibi; %20 HP içeren dondurma örneğinde (PH2) *Bifidobacterium* BB-12'nin canlılık oranı en düşük (96,32) bulunurken, %30 HP içeren dondurma örneğinde (PH3) en yüksek (98,65) olarak bulunmuştur.

Dondurma örneklerinde *Bifidobacterium* BB-12 'nin canlılık oranına ait varyans analiz sonuçları Tablo 13'de verilmiştir. HP ilavesinin *Bifidobacterium* BB-12 'nin canlılığı üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,01$). Duncan çoklu karşılaştırma test sonucunda; probiyotik dondurma örnekleri canlılık oranı bakımından istatistiksel olarak birbirlerinden önemli derecede farklı çıkmıştır ($p<0,01$). *Bifidobacterium* BB-12 sayısı; mikslerin dondurmaya işlenmesi sırasında 0,63-0,96 log kob/g aralığında, dondurmaların depolama süresince ise 0,11-0,30 log kob/g aralığında azalmıştır. Bu durum pek çok araştırmacı tarafından; miksın dondurmaya işlenmesi sırasında yapıya dâhil olan havadaki oksijenin çoğu anaerobik probiyotik üzerinde toksik etki oluşturması ve termal şoka bağlı olarak oluşan buz kristallerinin bakteri hücrelerinde hasar oluşturması ile açıklanmıştır (Turgut and Çakmakcı 2009; Tripathi and Giri 2014; Haghani *et al.* 2021). Benzer olarak, miksın dondurulması sırasında *Bifidobacterium* BB-12'nin sayısında Haghani *et al.* (2021) 0,94-1,26 log kob/g azalış, Kowalczyk *et al.* (2021) 0,39-0,46 log kob/g azalış tespit etmişlerdir.

Dondurma örneklerinden *Bifidobacterium* BB-12'nin MRS Agar'da oluşturduğu koloniler ile metilen mavisi ile basit boyama sonrası mikroskop altındaki görünüşü Şekil 25'te gösterilmiştir.



Şekil 24. Probiyotik dondurma örneklerinde *Bifidobacterium* BB-12'nin canlılık oranları



Şekil 25. *Bifidobacterium* BB-12'nin MRS Agar'da oluşturduğu koloniler ile mikroskop altındaki görünümü

Koliform grubu bakteri sayısı

Dondurma örneklerinde koliform grubu bakteri sayısı, tespit edilebilir sınırın ($< 1 \log$ kob/g) altında bulunmuştur (Tablo 14). Benzer sonuçlar; Şimşek (2016) tarafından Gobdin ilavesiyle üretilmiş dondurma örneklerinde, Arslaner ve Salık (2017) tarafından ceviz ezmesi ve kuru dut tozu ilavesiyle üretilen dondurma örneklerinde de bulunmuştur.

Maya ve küf sayısı

Dondurma örneklerinde maya ve küf sayısı tespit edilebilir sınır değerin ($< 2 \log \text{ kob/g}$) altında bulunmuştur. Şimşek (2016), Gobdin ilavesiyle üretmiş olduğu dondurma örneklerinde maya ve küf tespit etmemiştir. Aynı şekilde Salık (2019) saruç ve üzüm çekirdeği ile probiyotik maya (*S. boulardii*) kullanarak ürettiği dondurma örneklerinde (probiyotik örnekler hariç klasik grup dondurma örneklerinde) maya ve küf sayısını tespit edilebilir sınırın altında ($< 1 \log \text{ kob/g}$) bulmuştur.

Dondurma Örneklerinde Yapılan Duyusal Analiz Sonuçları

Dondurma örneklerinin duyusal özellikleri; renk, tekstür, sakızımsılık, ağızda erime, lezzet, şekerlilik ve genel kabul edilebilirlik kriterlerine göre 9 puan üzerinden (1: beğenmeme/kabul edilemez, 9: aşırı derecede beğenme) değerlendirilmiştir. Dondurma örneklerinin duyusal özelliklerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 16'da, ortalama değerler ile Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 17 ve Tablo 18'de verilmiştir

Tablo 16. Dondurma Örneklerinin Duyusal Özelliklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	Renk	Tekstür	Sakızimsılık	Ağızda Erime	Lezzet	Şekerlilik	Genel Kabul Edilebilirlik
Örnek (A)	7	40,90**	139,34**	164,20**	82,73**	88,20**	59,62**	114,37**
Depolama (B)	7	7,52**	4,45**	5,91**	11,10**	6,96**	3,62**	5,19**
A×B	49	-	-	-	-	-	-	-
Hata	1592							
Genel	1599							

** : p<0,01, * : p<0,05,

Tablo 17. Depolama Süresince Dondurma Örneklerinin Duyusal Özelliklerine Ait Ortalama Değerler ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları*

Özellikler	Depolama (gün)	Örnekler							
		K	KH1	KH2	KH3	P	PH1	PH2	PH3
Renk	1	8,12±0,93 ^{a,B}	7,00±1,38 ^{bc,ABC}	7,07±1,34 ^{bc,A}	7,64±1,44 ^{ab,A}	8,38±0,81 ^{a,ABC}	6,80±1,38 ^{c,ABC}	7,03±1,39 ^{bc,AB}	7,62±1,20 ^{ab,A}
	30	8,20±1,19 ^{a,AB}	7,36±1,22 ^{abc,AB}	7,20±1,38 ^{bc,A}	7,08±1,61 ^{c,AB}	8,04±1,31 ^{ab,BC}	7,34±1,58 ^{abc,A}	7,08±1,53 ^{c,A}	6,92±1,58 ^{c,AB}
	45	8,04±0,79 ^{ab,B}	7,28±1,34 ^{c,AB}	7,56±0,82 ^{bc,A}	7,32±1,28 ^{c,AB}	8,28±0,74 ^{a,ABC}	7,08±1,19 ^{c,AB}	7,24±1,13 ^{c,A}	7,04±1,31 ^{c,AB}
	60	8,76±0,72 ^{a,A}	6,96±1,54 ^{bc,ABC}	7,20±1,19 ^{bc,A}	7,20±1,19 ^{bc,AB}	8,48±0,77 ^{a,AB}	6,52±1,36 ^{c,BC}	7,28±1,28 ^{b,AB}	7,32±1,25 ^{b,AB}
	75	8,60±0,91 ^{a,AB}	7,84±0,99 ^{b,A}	7,28±1,02 ^{c,A}	6,76±1,16 ^{c,B}	8,76±0,44 ^{a,A}	7,24±1,01 ^{c,AB}	6,92±1,15 ^{c,AB}	6,84±1,11 ^{c,AB}
	90	8,32±1,14 ^{a,AB}	6,89±1,95 ^{c,BC}	7,04±1,37 ^{c,A}	7,36±1,22 ^{bc,AB}	8,12±1,20 ^{ab,BC}	6,96±1,67 ^{c,AB}	6,74±1,41 ^{c,AB}	7,41±0,82 ^{bc,A}
	105	8,60±0,87 ^{a,AB}	7,56±1,45 ^{b,AB}	7,44±0,92 ^{b,A}	7,36±1,04 ^{b,AB}	8,32±1,03 ^{a,ABC}	7,32±1,14 ^{b,AB}	7,28±0,79 ^{b,A}	7,36±1,04 ^{b,A}
	120	8,26±0,93 ^{a,AB}	6,13±1,68 ^{cd,C}	6,20±1,66 ^{cd,B}	6,96±1,57 ^{bc,AB}	7,77±1,17 ^{ab,C}	6,00±1,58 ^{d,C}	6,35±1,43 ^{cd,B}	6,54±1,57 ^{cd,B}
Tekstür	1	8,00±1,12 ^{a,BC}	6,80±1,15 ^{bc,BC}	6,04±1,49 ^{cd,AB}	5,88±1,48 ^{d,A}	8,24±0,88 ^{a,A}	6,86±1,35 ^{b,AB}	6,34±1,33 ^{bcd,A}	6,17±1,29 ^{bcd,A}
	30	7,92±1,00 ^{a,BC}	7,20±0,82 ^{b,AB}	5,56±1,08 ^{c,B}	4,84±0,94 ^{d,B}	8,32±0,75 ^{a,A}	6,92±1,44 ^{b,AB}	5,90±1,32 ^{c,A}	4,84±0,99 ^{d,B}
	45	8,28±0,61 ^{a,BC}	7,32±1,07 ^{b,AB}	6,59±1,35 ^{cd,A}	6,01±1,56 ^{d,A}	8,52±0,65 ^{a,A}	7,20±0,82 ^{bc,A}	6,70±1,26 ^{bc,A}	5,93±1,53 ^{d,A}
	60	8,34±0,37 ^{a,A}	7,28±1,06 ^{b,AB}	6,36±1,11 ^{cd,AB}	5,60±1,22 ^{e,B}	8,52±0,65 ^{a,A}	6,88±1,20 ^{bc,AB}	6,40±1,32 ^{cd,A}	5,88±1,05 ^{de,A}
	75	8,48±0,77 ^{a,AB}	7,56±1,47 ^{b,A}	6,48±1,53 ^{c,A}	5,92±1,47 ^{c,A}	8,56±0,71 ^{a,A}	6,60±1,26 ^{c,AB}	6,04±1,21 ^{c,A}	5,88±1,39 ^{c,A}
	90	8,32±0,85 ^{a,ABC}	7,32±0,99 ^{b,AB}	6,10±1,50 ^{cd,AB}	6,12±1,94 ^{cd,A}	8,38±0,81 ^{a,A}	6,62±1,54 ^{bc,AB}	6,10±1,34 ^{cd,A}	5,75±1,22 ^{d,A}
	105	8,36±0,76 ^{a,ABC}	7,52±0,92 ^{b,A}	6,28±0,84 ^{c,AB}	5,80±1,50 ^{c,A}	8,36±0,64 ^{a,A}	7,00±0,82 ^{b,AB}	6,32±0,99 ^{c,A}	6,00±1,15 ^{c,A}
	120	7,87±1,33 ^{a,C}	6,51±1,35 ^{b,C}	5,90±1,45 ^{b,AB}	5,73±1,65 ^{b,A}	7,46±1,19 ^{a,A}	6,36±1,55 ^{b,B}	5,93±1,45 ^{b,A}	6,12±1,54 ^{b,A}
Sakızımsılık	1	7,79±1,00 ^{a,B}	6,58±1,23 ^{b,CD}	5,76±1,33 ^{cd,ABC}	5,25±1,36 ^{d,ABC}	7,88±1,13 ^{a,B}	6,86±1,21 ^{b,A}	6,18±1,05 ^{bc,A}	5,80±1,22 ^{cd,A}
	30	8,00±1,00 ^{a,AB}	6,92±0,76 ^{b,ABC}	5,28±1,28 ^{c,C}	4,56±1,39 ^{d,C}	8,04±1,57 ^{a,AB}	6,92±1,41 ^{b,A}	5,66±1,05 ^{c,A}	4,40±1,61 ^{d,C}
	45	8,19±0,71 ^{a,AB}	6,72±1,21 ^{b,CD}	6,20±1,22 ^{bc,AB}	5,37±1,35 ^{d,ABC}	8,37±0,91 ^{a,AB}	6,48±1,58 ^{b,A}	6,16±1,21 ^{bc,A}	5,60±1,26 ^{cd,AB}
	60	8,56±0,82 ^{a,A}	7,52±1,00 ^{b,AB}	6,48±1,16 ^{cd,A}	5,80±1,00 ^{e,AB}	8,44±0,71 ^{a,AB}	6,96±1,40 ^{bc,A}	6,12±1,51 ^{de,A}	5,96±0,98 ^{de,A}
	75	8,40±0,76 ^{a,AB}	7,96±1,06 ^{a,A}	6,28±1,67 ^{bc,AB}	5,88±1,36 ^{c,A}	8,52±0,65 ^{a,AB}	6,92±1,68 ^{b,A}	5,76±1,33 ^{c,A}	5,72±1,49 ^{c,A}
	90	8,08±1,08 ^{a,AB}	7,17±1,43 ^{b,BC}	5,64±1,47 ^{de,ABC}	4,96±1,54 ^{ef,BC}	8,60±0,58 ^{a,A}	6,73±1,21 ^{bc,A}	6,08±1,12 ^{cd,A}	4,88±1,27 ^{f,BC}
	105	8,24±1,05 ^{a,AB}	7,04±1,14 ^{b,ABC}	5,44±1,29 ^{cd,BC}	4,76±1,54 ^{d,C}	8,28±0,89 ^{a,AB}	7,04±1,10 ^{b,A}	5,72±1,21 ^{c,A}	4,84±0,94 ^{d,BC}
	120	7,78±1,12 ^{a,AB}	6,32±1,57 ^{b,D}	5,74±1,49 ^{bed,ABC}	5,04±1,77 ^{d,ABC}	7,22±1,61 ^{a,C}	6,24±1,30 ^{bc,A}	5,92±1,22 ^{bcd,A}	5,36±1,50 ^{cd,AB}
Ağızda Erime	1	7,70±1,19 ^{a,CD}	6,02±2,25 ^{bc,AB}	5,02±1,87 ^{c,CD}	5,08±1,65 ^{c,AB}	7,84±1,10 ^{a,B}	6,38±2,07 ^{b,A}	5,98±2,09 ^{bc,AB}	5,32±1,85 ^{bc,A}
	30	8,20±0,61 ^{a,AB}	7,24±1,92 ^{b,A}	6,56±1,84 ^{bc,A}	4,94±1,81 ^{e,B}	8,46±0,14 ^{a,A}	6,58±2,19 ^{bc,A}	6,00±2,04 ^{cd,A}	5,08±1,65 ^{de,A}
	45	8,06±0,83 ^{a,ABC}	6,72±2,02 ^{b,AB}	5,84±2,10 ^{bc,ABC}	5,52±2,09 ^{c,AB}	8,20±0,97 ^{a,AB}	6,48±2,15 ^{bc,A}	5,48±1,99 ^{c,AB}	5,48±1,91 ^{c,A}
	60	8,38±0,42 ^{a,A}	7,30±1,94 ^{b,A}	6,28±1,99 ^{bc,AB}	6,22±1,81 ^{bc,A}	8,32±0,50 ^{a,AB}	6,64±2,09 ^{bc,A}	6,26±1,98 ^{bc,A}	5,70±2,09 ^{c,A}
	75	8,10±1,02 ^{ab,AB} C	7,24±2,06 ^{bc,A}	6,06±2,09 ^{d,ABC}	5,96±2,07 ^{d,AB}	8,32±0,50 ^{a,AB}	6,24±2,04 ^{cd,A}	6,08±1,98 ^{d,A}	5,86±2,04 ^{d,A}
	90	7,54±1,22 ^{a,D}	5,56±2,14 ^{b,B}	5,20±1,98 ^{b,BCD}	5,02±1,72 ^{b,B}	8,04±0,96 ^{a,AB}	5,62±2,20 ^{b,A}	4,84±1,74 ^{b,BC}	5,12±2,04 ^{b,A}
	105	8,20±0,61 ^{a,AB}	5,74±2,19 ^{b,B}	4,60±1,44 ^{c,D}	3,68±1,11 ^{d,C}	8,26±0,56 ^{a,AB}	5,62±2,01 ^{b,A}	3,92±1,04 ^{cd,D}	3,60±0,50 ^{d,B}
	120	8,02±1,04 ^{a,ABC}	6,44±2,02 ^{bc,AB}	5,90±2,02 ^{cd,ABC}	5,20±2,17 ^{d,AB}	7,24±1,85 ^{ab,C}	6,42±1,89 ^{bc,A}	5,46±2,10 ^{cd,AB}	5,36±1,86 ^{cd,A}

Tablo 17. Depolama Süresince Dondurma Örneklerinin Duyusal Özelliklerine Ait Ortalama Değerler ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları* (devamı)

Özellikler	Depolama (gün)	Örnekler							
		K	KH1	KH2	KH3	P	PH1	PH2	PH3
Lezzet	1	7,60±1,19 ^{a,C}	6,44±1,61 ^{b,C}	6,06±1,73 ^{b,B}	5,86±1,59 ^{b,AB}	7,61±1,56 ^{a,AB}	6,66±1,60 ^{b,AB}	6,16±1,69 ^{b,AB}	5,97±1,77 ^{b,A}
	30	7,88±1,24 ^{a,BC}	6,96±0,89 ^{b,BC}	6,60±1,47 ^{b,AB}	5,36±1,35 ^{c,AB}	7,32±1,46 ^{ab,BC}	6,60±1,19 ^{b,AB}	5,88±0,97 ^{c,AB}	5,48±1,05 ^{c,A}
	45	7,96±1,06 ^{a,BC}	7,00±1,19 ^{b,BC}	6,72±1,34 ^{bc,AB}	6,20±1,55 ^{cd,A}	8,30±0,74 ^{a,A}	7,16±1,11 ^{b,A}	6,68±1,44 ^{bc,A}	5,76±1,42 ^{d,A}
	60	8,80±0,41 ^{a,A}	7,12±1,17 ^{b,ABC}	6,68±0,85 ^{b,AB}	5,88±1,01 ^{c,A}	8,28±0,68 ^{a,A}	6,80±1,29 ^{b,AB}	6,64±1,52 ^{b,AB}	5,84±1,28 ^{c,A}
	75	8,32±1,31 ^{a,AB}	7,80±1,26 ^{a,A}	7,04±1,40 ^{b,A}	5,68±1,28 ^{c,AB}	8,20±1,12 ^{a,A}	5,68±1,70 ^{c,C}	6,32±0,99 ^{bc,AB}	5,76±1,30 ^{c,A}
	90	7,96±1,21 ^{a,BC}	7,23±0,96 ^{ab,AB}	6,24±1,20 ^{cd,AB}	5,70±1,43 ^{d,AB}	7,87±1,54 ^{a,AB}	6,84±1,46 ^{bc,AB}	6,13±1,31 ^{cd,AB}	6,00±1,44 ^{d,A}
	105	8,28±1,10 ^{a,AB}	7,52±1,23 ^{b,AB}	6,80±0,82 ^{c,AB}	5,84±1,03 ^{cd,A}	8,08±1,29 ^{ab,AB}	6,64±1,25 ^{e,AB}	6,16±0,99 ^{cde,AB}	6,08±1,41 ^{de,A}
	120	8,03±0,98 ^{a,BC}	6,42±1,44 ^{bc,AB}	6,05±1,66 ^{bcd,B}	5,00±1,29 ^{e,B}	6,71±1,61 ^{b,C}	6,06±1,57 ^{bed,BC}	5,80±1,47 ^{cde,B}	5,31±1,61 ^{de,A}
Şekerlilik	1	7,58±1,32 ^{a,B}	6,89±1,49 ^{ab,C}	7,06±1,11 ^{ab,A}	6,49±1,45 ^{a,AB}	7,69±1,32 ^{a,ABC}	7,02±1,18 ^{ab,A}	6,97±1,31 ^{ab,AB}	6,97±1,24 ^{ab,A}
	30	7,60±1,58 ^{a,AB}	7,38±1,01 ^{ab,BC}	6,52±1,42 ^{cd,A}	6,12±1,13 ^{d,B}	7,40±1,44 ^{ab,C}	7,08±0,95 ^{bc,A}	6,24±1,13 ^{d,BC}	6,06±1,08 ^{d,AB}
	45	7,96±0,68 ^{a,AB}	7,40±1,19 ^{ab,BC}	6,92±1,41 ^{bc,A}	6,54±1,41 ^{cd,AB}	8,08±1,00 ^{a,ABC}	7,57±0,87 ^{ab,A}	6,68±1,28 ^{cd,ABC}	6,14±1,45 ^{d,AB}
	60	8,60±0,87 ^{a,A}	7,52±1,26 ^{bc,ABC}	6,72±1,21 ^{de,A}	6,28±1,17 ^{e,AB}	8,08±0,70 ^{ab,ABC}	7,16±1,28 ^{cd,A}	7,12±1,36 ^{cd,A}	6,48±1,08 ^{de,AB}
	75	8,20±1,12 ^{a,AB}	8,12±0,78 ^{a,A}	7,16±1,18 ^{b,A}	6,08±1,41 ^{c,B}	8,20±0,71 ^{a,AB}	6,84±1,40 ^{b,A}	6,84±0,99 ^{b,ABC}	6,00±1,71 ^{c,B}
	90	7,68±1,41 ^{ab,B}	7,76±0,72 ^{a,AB}	6,96±1,10 ^{bc,A}	7,04±1,34 ^{b,A}	7,90±1,19 ^{a,ABC}	7,23±0,96 ^{ab,A}	6,96±1,13 ^{bc,AB}	6,33±1,39 ^{c,AB}
	105	8,20±1,12 ^{a,AB}	7,88±1,05 ^{a,AB}	7,20±1,26 ^{b,A}	6,32±1,44 ^{c,AB}	8,32±0,95 ^{a,A}	7,12±1,09 ^{b,A}	6,64±1,25 ^{bc,ABC}	6,08±1,41 ^{c,AB}
	120	7,86±1,13 ^{a,B}	7,22±1,31 ^{abc,BC}	6,44±1,73 ^{cd,A}	5,88±1,20 ^{d,B}	7,52±1,08 ^{ab,BC}	7,06±1,47 ^{bc,A}	6,12±1,48 ^{d,C}	6,08±1,41 ^{d,AB}
Genel Kabul Edilebilirlik	1	7,70±1,19 ^{a,C}	6,66±1,77 ^{b,CD}	6,35±1,37 ^{b,A}	5,77±1,46 ^{b,AB}	7,91±1,37 ^{a,AB}	6,74±1,63 ^{b,ABC}	6,19±1,50 ^{b,A}	5,98±1,57 ^{b,A}
	30	8,00±1,08 ^{a,BC}	7,44±0,87 ^{b,AB}	6,08±1,41 ^{c,A}	5,12±1,39 ^{d,B}	7,88±1,20 ^{ab,AB}	7,28±1,17 ^{b,AB}	6,16±0,85 ^{c,A}	5,28±1,14 ^{d,A}
	45	8,12±0,88 ^{a,BC}	7,32±1,14 ^{b,ABC}	6,67±1,27 ^{bc,A}	6,06±1,64 ^{d,A}	8,52±0,59 ^{a,A}	7,36±0,99 ^{b,A}	6,57±1,25 ^{c,A}	5,80±1,29 ^{d,A}
	60	8,80±0,41 ^{a,A}	7,52±1,12 ^{b,AB}	6,60±1,08 ^{cd,A}	6,06±1,59 ^{d,A}	8,36±0,70 ^{a,A}	7,00±1,35 ^{bc,ABC}	6,72±1,43 ^{cd,A}	6,10±1,52 ^{d,A}
	75	8,56±0,71 ^{a,AB}	7,88±1,20 ^{a,A}	6,80±1,38 ^{b,A}	5,80±1,35 ^{c,AB}	8,44±0,92 ^{a,A}	6,44±1,36 ^{bc,BC}	6,12±1,27 ^{bc,A}	5,96±1,31 ^{c,A}
	90	8,04±0,98 ^{a,BC}	7,08±1,15 ^{b,BCD}	6,39±1,31 ^{abc,A}	5,83±1,39 ^{cd,AB}	8,19±1,12 ^{a,A}	6,60±1,44 ^{bc,ABC}	6,31±1,27 ^{abc,A}	5,75±1,25 ^{d,A}
	105	8,40±0,76 ^{a,AB}	7,56±0,92 ^{b,AB}	6,68±1,07 ^{cd,A}	5,92±1,15 ^{e,AB}	8,36±0,91 ^{a,A}	6,96±1,10 ^{c,ABC}	6,32±0,99 ^{de,A}	6,00±1,15 ^{e,A}
	120	8,12±1,01 ^{a,BC}	6,40±1,50 ^{c,D}	6,20±1,53 ^{cd,A}	5,40±1,12 ^{d,AB}	7,36±1,22 ^{b,B}	6,20±1,47 ^{cd,C}	6,09±1,45 ^{cd,A}	5,82±1,35 ^{cd,A}

*a-f: Aynı satırda (→) farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

*A-D: Aynı sütunda (↓) farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

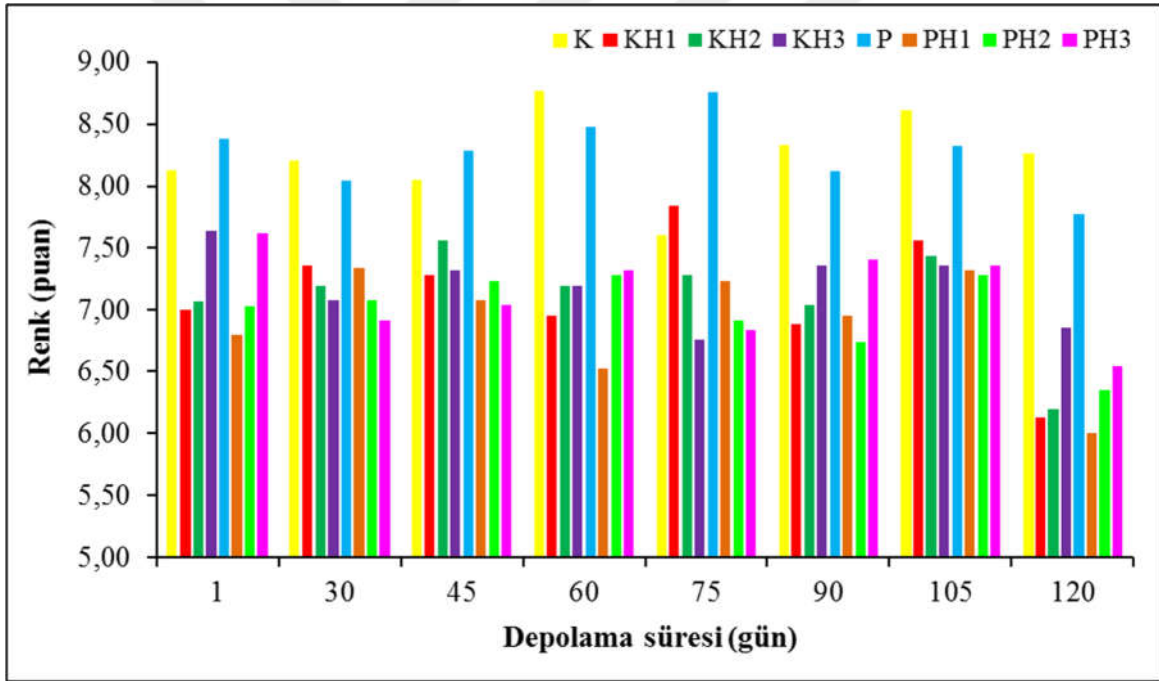
Tablo 18. Dondurma Örneklerinin Duyusal Özelliklerine Ait Genel Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları *

		N	Renk	Tekstür	Sakızimsılık	Ağızda Erime	Lezzet	Şekerlilik	Genel Kabul Edilebilirlik
Dondurma Örnekleri	K	225	8,36±0,96 ^a	8,26±0,93 ^a	8,14±0,97 ^a	7,64±0,74 ^a	8,12±1,10 ^a	8,01±1,09 ^a	8,23±0,92 ^a
	KH1	225	7,13±1,52 ^{bc}	7,19±1,15 ^b	7,04±1,28 ^b	6,28±1,91 ^b	7,06±1,29 ^c	7,52±1,17 ^b	7,23±1,30 ^b
	KH2	225	7,13±1,28 ^{bc}	6,17±1,33 ^d	5,85±1,41 ^d	5,55±1,80 ^c	6,52±1,36 ^d	6,87±1,32 ^d	6,48±1,32 ^d
	KH3	225	7,21±1,33 ^b	5,74±1,52 ^e	5,21±1,47 ^e	5,12±1,79 ^d	5,69±1,34 ^f	6,34±1,33 ^e	5,76±1,42 ^e
	P	225	8,27±1,00 ^a	8,30±1,28 ^a	8,17±1,14 ^a	7,68±0,84 ^a	7,80±1,38 ^b	7,90±1,10 ^a	8,13±1,08 ^a
	PH1	225	6,92±1,43 ^c	6,81±1,28 ^c	6,78±1,38 ^c	6,04±1,86 ^b	6,55±1,45 ^d	7,13±1,16 ^c	6,82±1,36 ^c
	PH2	225	7,00±1,30 ^{bc}	6,22±1,29 ^d	5,95±1,22 ^d	5,38±1,82 ^{cd}	6,22±1,33 ^e	6,69±1,27 ^d	6,31±1,26 ^d
	PH3	225	7,13±1,28 ^{bc}	5,82±1,32 ^e	5,33±1,39 ^e	5,11±1,76 ^d	5,77±1,41 ^f	6,26±1,36 ^e	5,84±1,33 ^e
Depolama Süresi (gün)	1	200	7,46±1,34 ^a	6,79±1,51 ^b	6,54±1,50 ^{bc}	5,98±1,83 ^{cd}	6,52±1,68 ^b	7,06±1,31 ^{ab}	6,65±1,63 ^{cd}
	30	200	7,42±1,47 ^a	6,44±1,64 ^c	6,22±1,86 ^c	6,40±1,84 ^{ab}	6,52±1,45 ^b	6,85±1,29 ^{bc}	6,67±1,56 ^{cd}
	45	200	7,48±1,16 ^a	7,07±1,46 ^a	6,64±1,58 ^{ab}	6,25±1,87 ^{abc}	6,97±1,46 ^a	7,16±1,34 ^a	7,06±1,46 ^{ab}
	60	200	7,47±1,37 ^a	6,97±1,51 ^a	6,98±1,49 ^a	6,63±1,74 ^a	7,01±1,45 ^a	7,25±1,34 ^a	7,15±1,52 ^a
	75	200	7,53±1,23 ^a	6,94±1,62 ^a	6,93±1,71 ^a	6,48±1,80 ^a	6,85±1,67 ^{ab}	7,18±1,46 ^a	7,00±1,59 ^{ab}
	90	200	7,36±1,47 ^a	6,84±1,63 ^a	6,52±1,78 ^{bc}	5,70±1,89 ^d	6,75±1,54 ^{ab}	7,24±1,26 ^a	6,78±1,51 ^{bc}
	105	200	7,66±1,14 ^a	6,96±1,37 ^a	6,42±1,76 ^{bc}	5,31±2,01 ^e	6,93±1,43 ^a	7,22±1,42 ^a	7,03±1,36 ^{ab}
	120	200	6,78±1,64 ^b	6,49±1,60 ^{bc}	6,21±1,68 ^c	6,06±1,87 ^{bcd}	6,17±1,68 ^c	6,77±1,51 ^c	6,45±1,56 ^d

*a-f: Aynı sütunda (↓) farklı üstel harfler ile gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Renk

Depolama süresince dondurma örneklerine ait renk puanları Tablo 17 ve Şekil 26'da verilmiştir. Buna göre en düşük renk puanı (6,00) depolamanın 120. gününde PH3 örneğinde belirlenirken, en yüksek renk puanı (8,76) depolamanın 60. gününde K ve 75. gününde P örneğinde belirlenmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre (Tablo 16), örnek (HP ve probiyotik ilavesinin) ve depolama değişkeninin renk puanları üzerine olan etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,01$). Kontrol grup dondurma örneklerinin renk özellikleri, HP içeren dondurma örneklerinde kıyasla daha çok beğenilmiştir. Bununla birlikte, %30 HP içeren dondurma örneklerin renk puanları, %10 ve %20 HP içeren örneklere kıyasla daha yüksek bulunmuştur (Tablo 18). Probiyotik ilavesinin renk puanları üzerine olan etkisi değişkenlik göstermiştir ($p<0,01$). Depolamanın renk puanları üzerine olan etkisi ise 105. güne kadar önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). Buna göre, tüm dondurma örnekleri 105 günlük depolama süresince renk özelliklerini korumuştur.

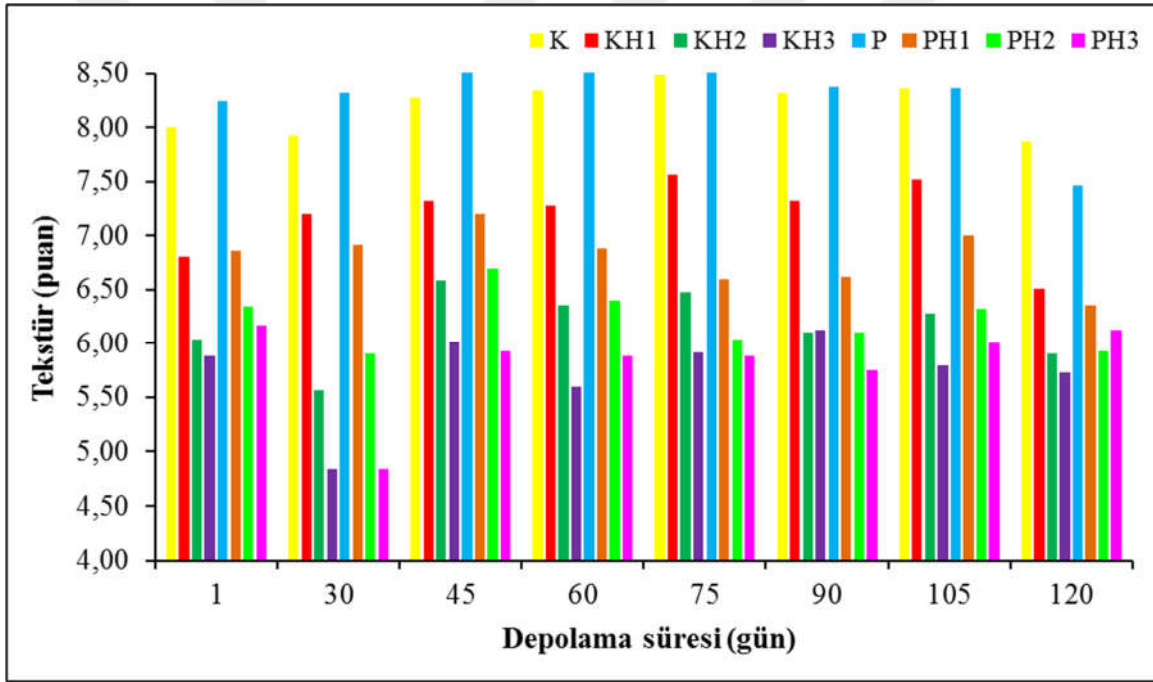


Şekil 26. Dondurma örneklerinde depolama süresince renk puanlarının değişimi

Tekstür

Depolama süresince dondurma örneklerine ait tekstür puanları Tablo 17 ve Şekil 27'de verilmiştir. Buna göre; en düşük tekstür puanı depolamanın 30. gününde KH3 ve PH3 kodlu örneklerde (4,84) belirlenirken, en yüksek tekstür puanını 75. günde P örneğinde (8,56) tespit edilmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre (Tablo 16), örnek (havuç ve probiyotik ilavesinin) ve depolama değişkeninin tekstür puanları üzerine olan etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,01$).

Duncan çoklu karşılaştırmalı test sonuçları Tablo 18’de verilmiş olup; tekstür bakımından K ile P, KH2 ile PH2 ve KH3 ile PH3 kodlu dondurma örnekleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). Dondurma örneklerinde havuç miktarı artışıyla birlikte, tekstür puanının azaldığı görülmüştür. Bu durum, havucun lifli yapısından dolayı dondurmanın yapısında pütürlü bir doku oluşturması ve meyve konsantrasyonu artışı ile pütürlülük hissinin panelistler tarafından daha çok hissedilmiş olmasından kaynaklanmıştır. Ayrıca; havuç miktarı artışı ile birlikte dondurma örneklerinde kurumadde miktarının azalması ve nem oranının artmasına bağlı olarak dondurmanın yapısal ve kristal özellikleri etkilenmiş olabilir. Probiyotik ilavesi tekstür puanını sadece %10 HP içeren örnekte etkilemiştir ($p<0,01$). Depolamanın ise tekstür puanları üzerine olan etkisi değişkenlik göstermekle birlikte, sadece depolamanın 1., 30. ve 120. günlerinde örnekler arasında tekstür bakımından fark görülmüştür ($p<0,01$) (Tablo 18).

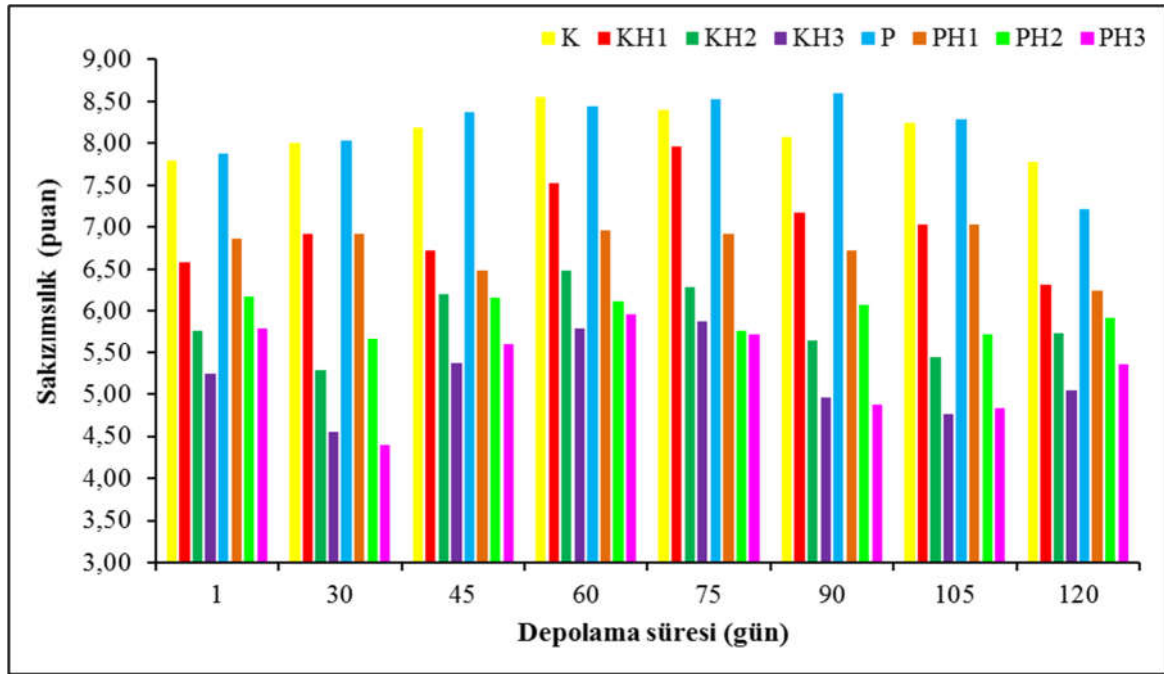


Şekil 27. Dondurma örneklerinde depolama süresince tekstür puanlarının değişimi

Sakızımsılık

Depolama süresince dondurma örneklerine ait sakızımsılık puanları Tablo 17 ve Şekil 28’de verilmiştir. Buna göre; en düşük sakızımsılık puanı depolamanın 30. gününde PH3 kodlu örnekte (4,40) belirlenirken, en yüksek sakızımsızlık puanı depolamanın 90. gününde P örneğinde (8,60) tespit edilmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre (Tablo 16) örnek (havuç ve probiyotik ilavesinin) ve depolama değişkeninin sakızımsılık puanları üzerine olan etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,01$).

Tablo 18’de verilen Duncan çoklu karşılaştırmalı test sonuçlarına göre; sakızımsılık özelliği bakımından K ile P, KH2 ile PH2 ve KH3 ile PH3 kodlu dondurma örnekleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). Dondurma örneklerinde havuç konsantrasyonundaki artışla birlikte, sakızımsılık puanının azaldığı görülmüştür. Bu durum, havucun toplam miks kütlesinin önemli bir kısmını oluşturması ve dondurma örneklerinde kurumadde miktarını düşürmüş olmasından kaynaklanmış olabilir. Ayrıca; havucun lifli yapısından dolayı dondurmada pütürlü bir yapının oluşması ve havuçda bulunan liflerin miksteki serbest suyu bağlayarak dondurmanın emülsiyon sistemini etkilemesi sakızımsılık özelliğini zayıflatmış olabilir. Probiyotik ilavesi sakızımsılık puanını sadece %10 HP içeren örnekte etkilemiştir ($p<0,01$). Depolama süresinin ise sakızımsılık puanı üzerine olan etkisi değişkenlik göstermiştir ($p<0,01$).



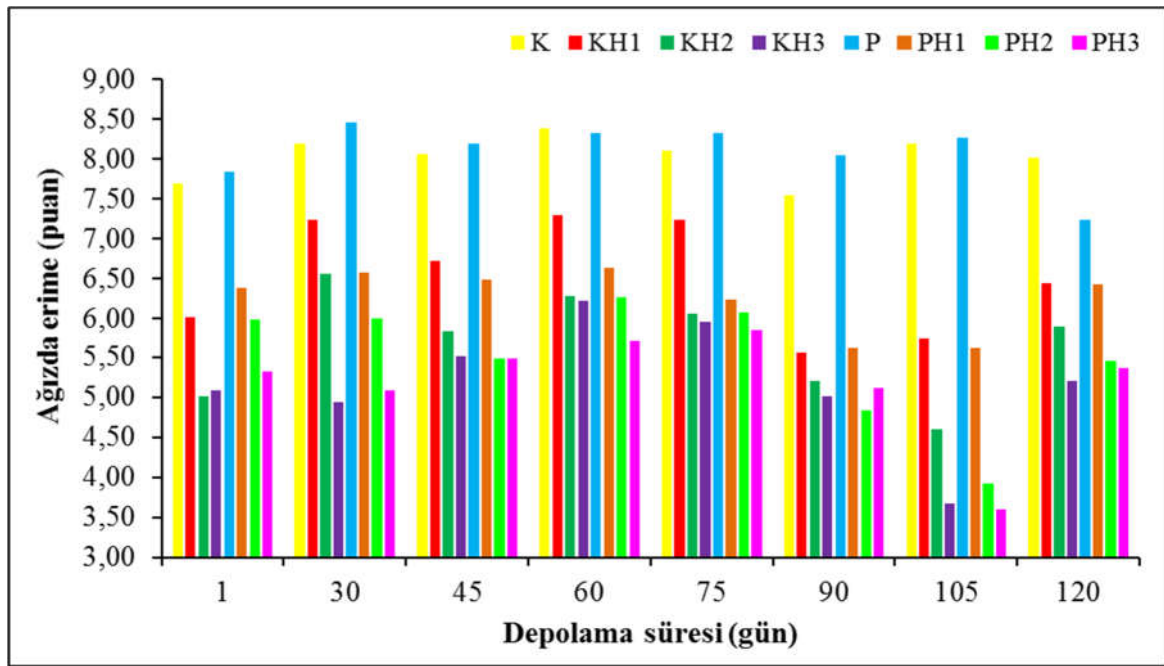
Şekil 28. Dondurma örneklerinde depolama süresince sakızımsılık puanlarının değişimi

Ağızda erime

Depolama süresince dondurma örneklerine ait ağızda erime puanları Tablo 17 ve Şekil 29’da verilmiştir. Buna göre; en düşük ağızda erime puanı (3,60) depolamanın 105. gününde PH3 örneğinde belirlenirken, en yüksek ağızda erime puanı (8,46) depolamanın 30. gününde P örneğinde tespit edilmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre (Tablo 16) örnek (havuç ve probiyotik ilavesinin) ve depolama değişkeninin ağızda erime puanları üzerine olan etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,01$).

Tablo 18’de verilen Duncan çoklu karşılaştırmalı test sonuçlarına göre; ağızda erime özelliği bakımından K ile P, KH1 ile PH1 ve KH3 ile PH3 kodlu dondurma örnekleri arasındaki

fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). Dondurma örneklerinde havuç konsantrasyonundaki artışla birlikte, ağızda erime puanının azaldığı görülmüştür. Bu durum, toplam miks kütlesinin önemli bir kısmını oluşturan havucun dondurmanın kurumade miktarı ve yapısal özellikleri üzerine olan etkisinden kaynaklanmış olabilir. Ayrıca, havucun ağızda vermiş olduğu pütürlülük hissi, bu değerlendirmeyi yaparken panelistleri etkilemiş olabilir. Oysaki yapılan erime analizleri sonuçlarında, havuç ilaveli dondurma örneklerinde erime oranının kontrol gruplara kıyasla daha düşük olduğu ve havuçlu dondurmaların oda sıcaklığında daha geç eridiği tespit edilmiştir. Probiyotik ilavesi ağızda erime puanını sadece %20 HP içeren örnekte etkilemiştir ($p<0,01$). Depolama süresinin ise ağızda erime puanı üzerine olan etkisi değişkenlik göstermiştir ($p<0,01$).



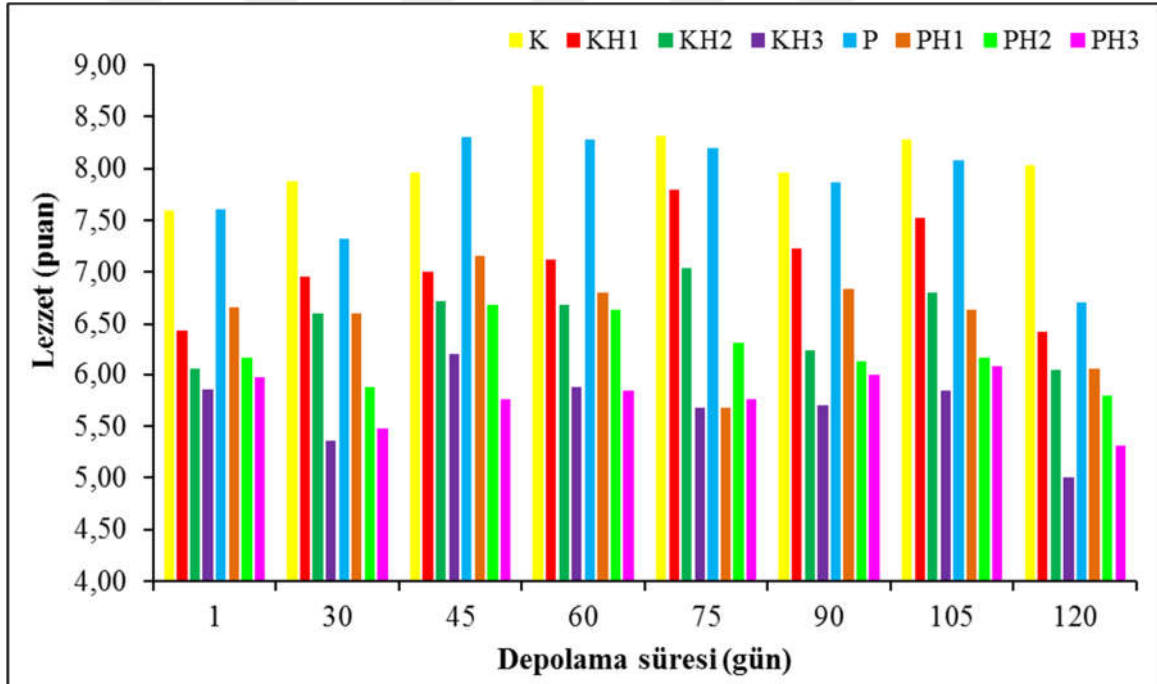
Şekil 29. Dondurma örneklerinde depolama süresince ağızda erime puanlarının değişimi

Lezzet

Depolama süresince dondurma örneklerine ait lezzet puanları Tablo 17 ve Şekil 30'da verilmiştir. Buna göre; en düşük lezzet puanı (5,0) depolamanın 120. gününde KH3 örneğinde belirlenirken, en yüksek lezzet puanı (8,80) depolamanın 60. gününde K örneğinde belirlenmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre (Tablo 16) örnek (havuç ve probiyotik ilavesinin) ve depolama değişkeninin lezzet puanları üzerine olan etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p<0,01$).

Tablo 18'de verilen Duncan çoklu karşılaştırmalı test sonuçlarına göre; lezzet özelliği bakımından KH2 ile PH1, KH3 ile PH3 kodlu dondurma örnekleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). Dondurma örneklerinde havuç konsantrasyonundaki

artışla birlikte, lezzet puanının azaldığı görülmüştür. Bu durum, havucun toplam miks kütlesinin önemli bir kısmını oluşturması ve dondurma örneklerinde kurumadde miktarını düşürmüş olmasından kaynaklanmış olabilir. Ayrıca; havucun aromasının zayıf olması ve tüketicilerin daha çok aroması yükek meyvelerden (çilek, vişne, limon vb.) üretilen dondurmaları tercih etme eğilimleri de etken olabilir. Probiyotik ilaveli dondurma örneklerinde lezzet puanları, klasik grup örneklerle göre daha düşük bulunmuştur ($p<0,01$). Bu durum, muhtemelen bu örneklerde probiyotiğin metabolik aktivitesine bağlı olarak asitliğin yüksek olması ve dondurmada ekşimsi/fermente bir tat oluşması ile ilgilidir. Depolama süresinin ise lezzet puanı üzerine olan etkisi değişkenlik göstermekle birlikte ($p<0,01$), genel olarak depolama süresince lezzet puanında bir artış görülmüştür. Bu durum; deplamaya bağlı olarak havucun dondurmada daha özdeşleşmesi ve/veya panalistler tarafından yapılan tekrarlı duyu analizi sonucunda havuçlu dondurmanın damakta benimsenmesi ve kabulünün artmasından kaynaklanmış olabilir.

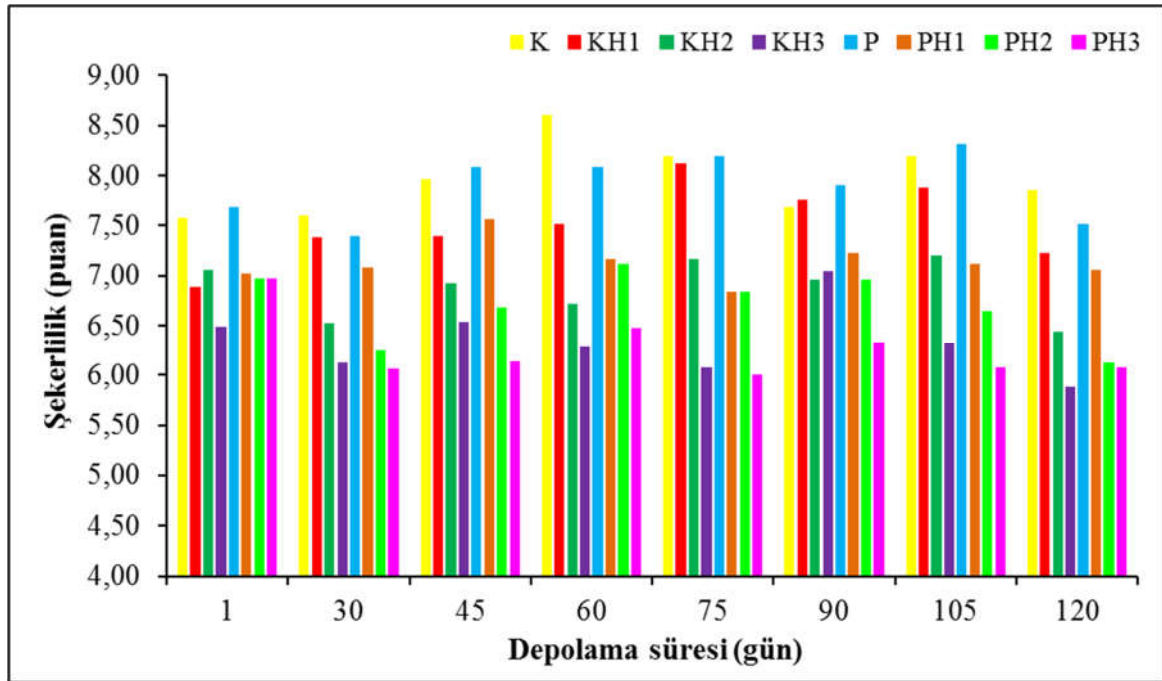


Şekil 30. Dondurma örneklerinde depolama süresince lezzet puanlarının değişimi

Şekerlilik

Depolama süresince dondurma örneklerine ait şekerlilik puanları Tablo 17 ve Şekil 31’de verilmiştir. Buna göre; en düşük lezzet puanı (5,88) depolamanın 120. gününde KH3 örneğinde belirlenirken, en yüksek şekerlilik puanı (8,60) depolamanın 60. gününde K örneğinde belirlenmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre (Tablo 16) örnek (havuç ve probiyotik ilavesinin) ve depolama değişkeninin lezzet puanları üzerine olan etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,01$).

Duncan çoklu karşılaştırmalı test sonuçlarına göre (Tablo 18); şekerlilik özelliği bakımından K ile P, KH2 ile PH2, KH3 ile PH3 kodlu dondurma örnekleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). Dondurma örneklerinde havuç konsantrasyonundaki artışla birlikte, şekerlilik puanının azaldığı görülmüştür. Bu durum, havucun düşük kurumadde içeriğine sahip olmasından ve şeker oranının az olmasından kaynaklanmıştır. Dolayısıyla; toplam miks kütlesinin önemli bir kısmını oluşturan havuç, konsantrasyonlar arasındaki artışa bağlı olarak dondurmada şekerliliği azaltmış ve bu durum panelistler tarafından hissedilebilmiştir. Probiyotik ilavesi şekerlilik puanını sadece %10 HP içeren örnekte etkilemiştir ($p<0,01$). Depolama süresinin ise şekerlilik puanı üzerine olan etkisi değişkenlik göstermekle birlikte, sadece depolamanın 1., 30. ve 120. günlerinde örnekler arasında şekerlilik bakımından fark görülmüştür ($p<0,01$) (Tablo 18).



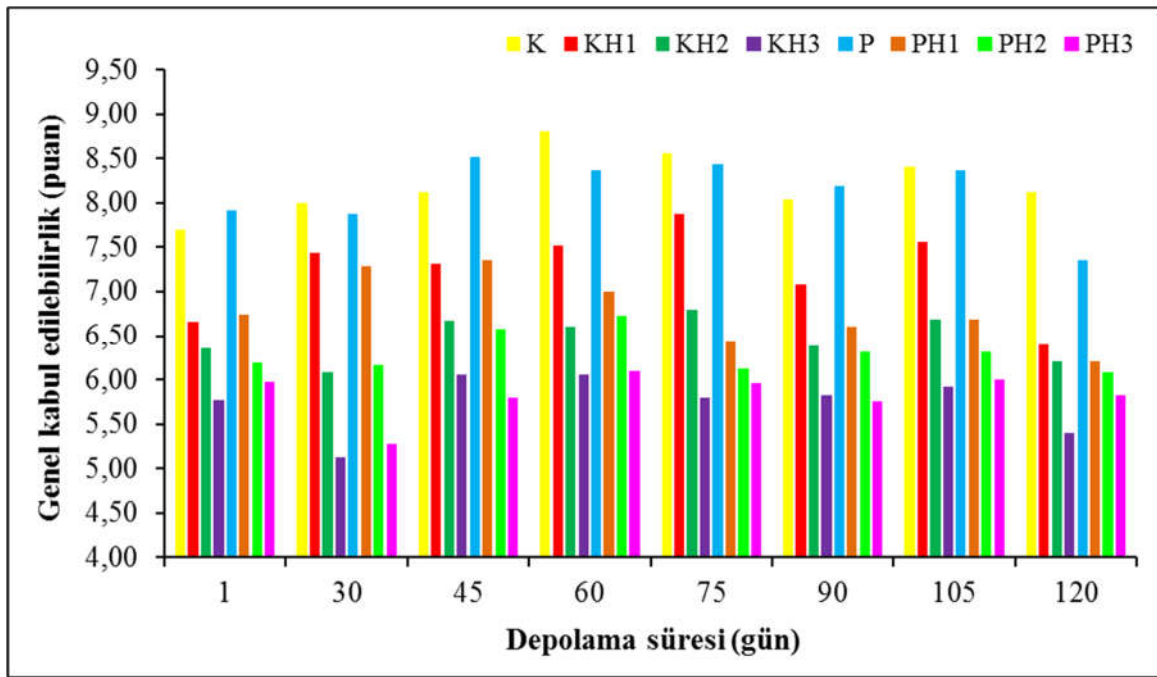
Şekil 31. Dondurma örneklerinde depolama süresince şekerlilik puanlarının değişimi

Genel kabul edilebilirlik

Depolama süresince dondurma örneklerine ait genel kabul edilebilirlik puanları Tablo 17 ve Şekil 32’de verilmiştir. Buna göre; en düşük lezzet puanı (5,12) depolamanın 30. gününde KH3 örneğinde belirlenirken, en yüksek genel kabul edilebilirlik puanı (8,80) depolamanın 60. gününde K örneğinde belirlenmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre (Tablo 16) örnek (havuç ve probiyotik ilavesinin) ve depolama değişkeninin lezzet puanları üzerine olan etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,01$).

Tablo 18’de verilen Duncan çoklu karşılaştırmalı test sonuçlarına göre; genel kabul edilebilirlik özelliği bakımından K ile P, KH2 ile PH2, KH3 ile PH3 kodlu dondurma örnekleri

arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). Dondurma örneklerinde havuç konsözelliğine bağlı olarak dondurma kalitesinde belirgin farklılıklar oluşturmamasından kaynaklanmıştır. Kütlece önemli miktarda kullanılan havuç dondurmanın; tekstür, sakızlımsılık, ağızda erime lezzet ve şekerlilik gibi duysal özellikleri üzerinde de belirgin farklılıklar oluşturduğu için genel beğeni puanında bu parametrelere paralellik göstermiştir. Benzer şekilde, Karaman *et al.* (2014) %24'ün üzerindeki konsantrasyonlarda Trabzon hurması ilavesinin, dondurma örneklerinde genel kabul edilebilirlik puanlarını düşürdüğünü bildirmişlerdir. Probiyotik ilavesi genel kabul edilebilirlik puanını sadece %10 HP içeren örnekte etkilemiştir ($p<0,01$). Depolama süresinin ise genel kabul edilebilirlik puanı üzerine olan etkisi değişkenlik göstermiştir ($p<0,01$).



Şekil 32. Dondurma örneklerinde depolama süresince genel kabul edilebilirlik puanlarının değişimi

Sonuç olarak; duysal parametreler bakımından HP içeren tüm örnekler 9 puan üzerinden 5 ile 7 aralığında değerler almış olup, kontrol örneklerden sonra en çok %10 HP içeren örnekler (KH1 ve PH1) panelistler tarafından beğenilmiştir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu araştırmada, çocuklar ve gençler başta olmak üzere toplumun her kesimi tarafından sevilerek tüketilen dondurmaya çeşitli fonksiyonel özellikler kazandırmak amaçlanmıştır. Bu amaçla, özellikle çocukların çok severek tüketmediği ve/veya sert bir sebze olması nedeniyle tüketiminde güçlüklerin yaşandığı havucun; lifli yapısını, doğal turuncu rengini, besinsel ve sağlık yararlarını *Bifidobacterium* BB-12 ile bir araya getirerek, doğal ve fonksiyonel özellikleri artırılmış dondurma formülasyonları geliştirilmiştir.

Araştırma; 8 farklı dondurma çeşidi [kontrol dondurma (K), %10 HP ilaveli dondurma (KH1), %20 HP ilaveli dondurma (KH2), %30 HP ilaveli dondurma (KH3), probiyotik kontrol dondurma (P), %10 HP ilaveli probiyotik dondurma (PH1), %20 HP ilaveli probiyotik dondurma (PH2) ve %30 HP ilaveli probiyotik dondurma (PH3)] $\times$ 9 depolama periyodu (1., 15., 30., 45., 60., 75., 90., 105. ve 120. günler) $\times$ 2 tekerrür şeklinde faktöriyel düzende Tam Şansa Bağlı Deneme planına göre kurulup yürütülmüştür. Üretilen fonksiyonel dondurmalarda yapılan analizler sonucunda, HP ilavesinin *Bifidobacterium* BB-12'nin canlılığı ve dondurmanın kalite özellikleri üzerine olan etkileri belirlenmiştir. Yapılan araştırma sonucunda, elde edilen önemli sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

1. Bu araştırmada dondurmaya fonksiyonel özellik kazandırmak ve havuca alternatif tüketim şekli oluşturmak amacıyla kullanılan havuçda; pH 6,57, kurumadde %10,13, kül %0,53, protein %132 ve β karoten 71,34 mg/100g olarak tespit edilmiştir. HP'de yapılan mikrobiyolojik analiz sonucunda koliform grubu bakteri (< 1 log kob/g) ve maya küf sayısı (< 2 log kob/g) ise ölçülebilir sınırın altında bulunmuştur.
2. HP ilavesi dondurma örneklerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerini önemli derece etkilemiştir ($p < 0,01$). Dondurma örneklerinde HP konsantrasyonundaki artışla birlikte; toplam kurumadde (%25,53-30,88), yağ (%3,82-5,47), protein (%3,19-3,96), kül (%0,63-0,70), hacim artışı (%25,23-41,23), erime oranı (30. dakikada %15,69-44,26, 45. dakikada %35,99-93,64) ve viskozite değerleri (20 rpm'de 8474-13987 cP, 50 rpm'de 3781-6875 cP) azalırken; ilk damlama süresi (774-1240 saniye), tamamen erime süresi (4006-8298 saniye) ve β -karoten miktarı (0.13-12.94 mg/100 g) önemli ölçüde artmıştır ($p < 0,01$).
3. Klasik grup dondurma örneklerinde HP ilavesi pH (6,65-6,76) ve titrasyon asitliğini (%0,11-0,15) etkilemezken ($p > 0,05$), probiyotik grup dondurma örneklerinde HP ve *Bifidobacterium* BB-12 ilavesi pH (5,75-5,97) ve titrasyon asitliği (%0,22-0,32) değerlerini önemli derecede etkilemiştir.

4. HP ilavesi dondurma örneklerinin renk özelliklerini önemli derece etkilemiştir ($p<0,01$). Dondurma örneklerinde HP konsantrasyonundaki artışla birlikte L^* (72,83-87,43) ve H° değerleri (70,22-107,45) azalırken; a^* (-2,81-11,39), b^* (8,83-32,04) ve C^* (9,11-33,60) değerleri artmıştır ($p<0,01$). Renk değerleri üzerine depolamanın etkisi ise önemsiz ($p>0,05$) bulunmuş olup, dondurmaların renk özellikleri depolama süresince stabilitesini korumuştur.
5. HP ilavesi probiyotik dondurma örneklerinde *Bifidobacterium* BB-12 sayısını önemli derece etkilemiştir ($p<0,01$). Probiyotik dondurma örneklerinde *Bifidobacterium* BB-12 sayısı 7,80-8,09 log kob/g aralığında değişim göstermiş olup, depolamanın 15. günden sonra probiyotik sayısında nispi miktarda (0,11-0,30 log kob/g aralığında) bir azalma görülmüştür. %10 HP ilavesi probiyotik sayısını etkilemezken, %20 ve %30 HP ilavesi probiyotik sayısını nispi miktarda düşürmüştür. Ancak, %30 HP içeren probiyotik dondurma örneğinde (PH3) canlılık oranı en yüksek (%98,65) bulunmuştur. Probiyotik içeren tüm dondurma örneklerinde (P, PH1, PH2 ve PH3) en az 120 günlük depolama sürecinde *Bifidobacterium* BB-12 sayısının 10^7 kob/g'ın altına düşmediği belirlenmiştir.
6. Dondurma örneklerinde mikrobiyolojik kaliteyi belirlemek amacıyla depolamanın 1. ve 120. günlerinde yapılan mikrobiyolojik analiz sonucunda tüm dondurma örneklerinde koliform bakteri (<1 log kob/g) ve maya-küf (< 2 log kob/g) tespit edilmemiştir.
7. HP ilavesi dondurma örneklerinin duyuşal özelliklerini önemli derece etkilemiştir ($p<0,01$). Kontrol örnekler (K ve P) tüm duyuşal parametreler bakımından en yüksek puanlara sahiptir. K ve P örnekleri arasında, tüm parametreler (lezzet hariç) bakımından istatistiksel olarak bir fark bulunamamıştır ($p<0,05$). Dondurma örneklerinde HP konsantrasyonundaki artışla birlikte; tekstür (5.74-7.19), sakızimsılık (5.21-7.04), ağızda erime (5.11-6.28), lezzet (5.69-7.06), şekerlilik (6.26-7.52) ve genel kabul edilebilirlik (5.76-7.23) puanlarında bir düşüş görülmüştür. Ancak, %30 HP içeren dondurma örneklerin renk puanları, %10 ve %20 HP içeren örneklere kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Duyuşal parametreler bakımından ise HP içeren tüm örnekler 9 puan üzerinden 5 ile 7 aralığında değerler almış olup, kontrol örneklerden sonra en çok %10 HP içeren örnekler (KH1 ve PH1) panelistler tarafından beğenilmiştir.

Havucun, sağlık faydalarından ve renk özelliklerinden daha çok faydalanılmak isteniyorsa yüksek oranlarda (%20 ve 30) kullanımı tercih edilmelidir (Burada dondurma

kalitesi göz önünde bulundurulmalıdır). Ancak, havuç düşük kuru madde içerdiği için, dondurma üretiminde yüksek konsantrasyonlarda kullanımı miks bileşimini seyreltmekte ve dondurmanın çeşitli kalite özelliklerini zayıflatmaktadır. Dondurmanın hem kalite özellikleri hem de sağlık yararlarını artırmak için havucun, farklı gıda işleme teknikleriyle (havuç suyu konsantresi ve/veya havuç tozu gibi formlarda) dondurma miksine dâhil edilmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir. Havuçlu dondurmanın özellikle renk ve tat-aroma özelliklerini daha da geliştirmek ve genel tüketici beğenisini artırmak amacıyla, havuçtan elde edilen renk maddesi (β -karoten) ve aroma maddesi kullanımının pozitif etkiler sağlayacağı düşünülmektedir. Böylece; bu yönde yapılacak araştırmalar ile havuçlu dondurmanın hem kalite özellikleri hem de duyuşal özellikleri daha da geliştirilebilir ve tüketici beğenisi artırılabilir.

Sonuç olarak; tüm kalite parametreleri dikkate alındığında havucun, fonksiyonel dondurma üretiminde en az %10 oranında değerlendirilebileceği ortaya konulmuştur. Bu nedenlerle, havuç dondurma üretiminde yeni bir tat sağlamak ve rengi geliştirmek için uygun bir fonksiyonel katkı maddesi kaynağı olarak kullanılabilir.

KAYNAKLAR

- Agarwal, S. and Prasad, R., 2013. Effect of stabilizer on sensory characteristics and microbial analysis of low-fat frozen yoghurt incorporated with carrot pulp. *International Journal of Agriculture and Food Science Technology*, 4 (8), 797-806.
- Aime, D.B., Arntfield, S.D., Malcolmson, L.J. and Ryland, D., 2001. Textural analysis of fat reduced vanilla ice cream products. *Food Research International*, 34 (2-3), 237-246.
- Akal, C. ve Yetişemiyen A., 2020. Probiyotik ve prebiyotik tüketiminin laktoz intoleransı üzerine etkileri. *Gıda*, 45 (2), 380-389.
- Akalın, A.S., Kesenkaş, H., Dinkci, N., Ünal, G., Özer, E. and Kınık, O., 2017. Enrichment of probiotic ice cream with different dietary fibers: Structural characteristics and culture viability. *Journal of Dairy Science*, 101, 37-46.
- Akca, S. and Akpınar, A., 2021. The effects of grape, pomegranate, sesame seed powder and their oils on probiotic ice cream: Total phenolic contents, antioxidant activity and probiotic viability. *Food Bioscience*, 42, 101203, 1-9.
- Akdeniz, N., Sahin, S. and Sumnu, G., 2005. Effects of different batter formulations on the quality of deep-fat-fried carrot slices. *European Food Research and Technology*, 221 (1-2), 99-105.
- Akdeniz Oktay B. ve Özbaş, Z.Y., 2020. Fermente gıdaların insan sağlığı üzerindeki etkileri. *Gıda*, 45 (6), 1215-1226.
- Akın, M.B., Akın, M.S. and Kırmacı, Z., 2007. Effects of inulin and sugar levels on the viability of yogurt and probiotic bacteria and the physical and sensory characteristics in probiotic ice-cream. *Food Chemistry*, 104, 93-99.
- Akubor, P.I., 2011. Physicochemical, microbiological and sensory properties of yoghurt supplemented with carrot juice. *Nigerian Journal of Nutritional Sciences*, 32 (1), 15-19.
- Altuğ, T., 1993. Duyusal Test Teknikleri. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Ders Kitapları Yayınları No: 28, 56 s, İzmir.
- AOAC., 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 2 Vol.. 15th ed. Washington, DC.
- Arai, O., Sakaki, M. and Sugimoto, T., 1996. Effectiveness of yogurt incorporated with enteric bifidobacteria. *Food Industry*, 39 (1), 53-56.
- Arbuckle, W.S., 1986. Ice cream (4th Edition). Van Nostrand Reinhold, New York.
- Arslaner, A. ve Salık, M.A., 2017. Ceviz ezmesi ve dut kurusu tozu ilavesiyle üretilen düşük kalorili dondurmanın bazı kalite niteliklerinin belirlenmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 48 (1), 57-64.
- Ateteallah, A.H., Abd-Elkarim, N. And Hassan, N.A., 2019. Effect of adding beetroot juice and carrot pulps on rheological, chemical, nutritional and organoleptic properties of ice cream. *Journal of Food and Dairy Sciences*, 10 (6), 175-179.
- Ayar, A., Sicramaz, H., Ozturk, S. and Yilmaz, S.O., 2017. Probiotic properties of ice creams produced with dietary fibres from by-products of the food industry. *International Journal of Dairy Technology*, 71 (1), 174-182.
- Badıllı, A., 2020. Dondurma Üretiminde Süttozu Yerine Nohut Ununun Kullanılabilme Olanaklarının Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa.

- Balthazar, C.F., Silva, H.L.A., Vieira, A.H., Neto, R.P.C., Cappato, L.P., Coimbra, P.T., Moraes, J., Andrade, M.M., Calado, V.M.A., Granato, D., Freitas, M.Q., Tavares, M.I. B., Raices, R.S.L., Silva, M.C. and Cruz, A.G., 2017. Assessing the effects of different prebiotic dietary oligosaccharides in sheep milk ice cream. *Food Research International*, 91, 38-46.
- Bao, B. and Chang, K.C., 1994. Carrot pulp chemical composition, color, and water-holding capacity as affected by blanching. *Journal of Food Science*, 59 (6), 1159-1161.
- Beuchad, L.R., Mann, D.A. and Gurtler, J.B., 2007. Comparison of dry sheet media and conventional agar media methods for enumerating yeasts and molds in food. *Journal of Food Protection*, 70 (11), 2661-2664.
- Bhat, Z. and Bhat, H., 2011. Milk and dairy products as functional foods: A review. *International Journal of Dairy Science*, 6 (1), 1-12.
- Bodyfelt, F.W., Tobias, J. and Trout, G.M., 1988. *The Sensory Evaluation of Dairy Products*. Van Nostrand reinhold, 598, New York.
- Bruno, F.A., Lankaputhra, W.E.V. and Shah, N.P., 2002. Growth, viability, and activity of *Bifidobacterium* spp. in skim milk containing prebiotics. *Journal of Food Science*, 67 (7), 2740-2744.
- Butnariu, M., 2016. Methods of analysis (extraction, separation, identification and quantification) of carotenoids from natural products. *Journal of Ecosystem & Ecography*, 6 (2), 1-19.
- Cemeroğlu, B., 2010. *Gıda Analizleri 2. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No: 34, 657s, Ankara.*
- Chantaro, P., Devahastin, S. and Chiewchan, N., 2008. Production of antioxidant high dietary fiber powder from carrot peels. *LWT-Food Science and Technology*, 41 (10), 1987-1994.
- Chen, B.H., Peng, H.Y. and Chen, H.E., 1995. Changes of carotenoids, color, and vitamin A contents during processing of carrot juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43 (7), 1912-1918.
- Chunthaworn, S., Achariyaviriya, S., Achariyaviriya, A. and Namsanguan, K., 2012. Colour kinetics of longan flesh drying at high temperature. *Procedia Engineering*, 32, 104-111.
- Collado, M.C. and Sanz, Y., 2005. Induction of acid resistance in bifidobacterium: A mechanism for improving desirable traits of potentially probiotic strains. *Journal of Applied Microbiology*, 103 (4), 1147-1157.
- Cotrell, J.F.L., Pass, G. and Phillips, G.O., 1979. Assessment of polysaccharides as ice cream stabilizers. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 30, 1085-1089.
- Craighead, A.F., Caughey, A.B., Chaudhuri, A., Yieh, L., Hersh, A.R., Dukhovny, D., 2020. Cost-effectiveness of probiotics for necrotizing enterocolitis prevention in very low birth weight infants. *Journal of Perinatology*, 40, 1652-1661.
- Cruz, A.G., Antunes, A.E.C., Sousa, A.L.O.P., Faria, J.A.F., and Saad, S.M.I., 2009. Ice cream as a probiotic food carrier. *Food Research International*, 42 (9), 1233-1239.
- Çakmakçı, S., Öz, E., Çakıroğlu, K., Polat, A., Gülçin, İ., Ilgaz Ş., Seyyed Cheraghi, K. and Özhamamcı, İ., 2019. Probiotic shelf life, antioxidant, sensory, physical and chemical properties of yogurts produced with *Lactobacillus acidophilus* and green tea powder. *Kafkas University Veterinary Faculty Journal*, 25 (5), 673-682.

- Çakmakçı, S., Tahmas Kahyaoğlu, D., Erkaya, T., Çebi, K. and Hayaloğlu, A.A., 2014. β -carotene contents and quality properties of set type yoghurt supplemented with carrot juice and sugar. *Journal of Food Processing and Preservation*, 38 (3), 1155-1163.
- Çakmakçı, S., Topdaş, E.F., Kalın, P., Han, H., Şekerci, P., Köse, L.P. and Gülçin, İ., 2015. Antioxidant capacity and functionality of oleaster (*Elaeagnus angustifolia* L.) flour and crust in a new kind of fruity ice cream. *International Journal of Food Science and Technology*, 50, 472-481.
- Çakmakçı, S., Toptaş, E.F., Çakır, Y. and Kalın, P., 2016. Functionality of kumquat (*Fortunella margarita*) in the production of fruity ice cream. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96, 1451-1458.
- D'Angelo, C., Reale, M. and Costantini, E., 2017. Microbiota and probiotics in health and HIV infection. *Nutrients*, 9(6), 615, 1-15.
- Dağlı, A., 2006. Yoğurt Dondurması Üretiminde Peyniraltı Suyu Tozu Kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Daneshi, M., Ehsani, M. R., Razavi, S.H. and Labbafi, M., 2013. Effect of refrigerated storage on the probiotic survival and sensory properties of milk/carrot juice mix drink. *Electronic Journal of Biotechnology*, 16 (5), 5-5.
- Daşnik, F., 2014. Glikoz Oksidaz ve Askorbik Asit İlavesinin Simbiyotik Dondurmalarındaki Probiyotik Bakterilerin Canlılığı Üzerine Etkileri. Fen Bilimleri Enstitüsü, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa.
- Demir, N., Savaş Bahçeci, K. and Acar, J., 2007. The effect of processing method on the characteristics of carrot juice. *Journal of Food Quality*, 30, 813-822.
- Demir, Ş., 2019. Ayva Çekirdeği Ekstraktının Dondurma Üretiminde Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Pamukkale Üniversitesi, Denizli.
- Dervişoğlu, M., 2006. Influence of hazelnut flour and skin addition on the physical, chemical and sensory properties of vanilla ice cream. *International Journal of Food Science and Technology*, 41 (6), 657-661.
- Dervişoğlu, M. and Yazıcı, F., 2006. The effect of citrus fibre on the physical, chemical and sensory properties of ice cream. *Food Science and Technology International*, 12 (2), 159-164.
- Durak, M., 2006, Yoğurt Dondurmasının Fizikokimyasal, Duyusal ve Mikrobiyolojik Özelliklerine Yaban Mersinin Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
- Erbaş, M., 2006. Yeni bir gıda grubu olarak fonksiyonel gıdalar. Türkiye 9. Gıda Kongresi, 24-26.
- Ergun, M. and Süslüoğlu, Z., 2018. Evaluating carrot as a functional Food. *Middle East Journal of Science*, 4 (2), 113-119.
- Erkaya Kotan, T., 2018. Mineral composition and some quality characteristics of ice creams manufactured with the addition of blueberry. *Gıda*, 43 (4), 635-643.
- Erkaya, T., Dağdemir, E. and Şengül, M., 2012. Influence of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) addition on the chemical and sensory characteristics and mineral concentrations of ice cream. *Food Research International*, 45, 331-335.
- Evlice, E., Erdoğuş, F. ve Yatkın, G., 2020. Bazı havuç çeşitlerinin kök-ur nematodu türlerine (*Meloidogyne* spp. Goeldi, 1982) karşı reaksiyonu. *Bitki Koruma Bülteni*, 60 (1), 25-30.

- FAO., 2011. Human Vitamin and Mineral Requirements. Report of A Joint FAO/WHO Expert Consultation, Bangkok, Thailand. Food and Agriculture Organization of the United Nations. [Http://www.Fao.Org/3/Ay2809e](http://www.Fao.Org/3/Ay2809e). (2011), Accessed 04.11.2018
- Fernandes, I.A.A., Ponhozi, I.B., Meira, A.P., Bergamin, G.P. and Gomes, R.G., 2021. Characterization of *Aiphanes aculeata* fruit pulp and application in ice cream formulations. Research, Society and Development, 10 (5), 1-11.
- Fritzen-Freire, C.B., Prudêncio, E.S., Pinto, S.S., Muñoz, I.B. and Amboni, R.D.M.C., 2013. Effect of microencapsulation on survival of *Bifidobacterium* BB-12 exposed to simulated gastrointestinal conditions and heat treatments. LWT-Food Science and Technology, 50 (1), 39-44.
- Godward, G., Sultana, K., Kailasapathy, K., Peiris, P., Arumugaswamy, R. and Reynolds, N., 2000. The importance of strain selection on the viability of probiotic bacteria in dairy foods. Milchwissenschaft, 55 (8), 441-445.
- Goff, H. D, Verespei, E. and Smith, A.K., 1999. A study of fat and air structures in ice cream. International Dairy Journal, 9, 817-829.
- Goff, H.D. and Hartel, R.W., 2013. Ice Cream (Seventh Edition), Springer New York Heidelberg Dordrecht London.
- Góral, M., Kozłowicz, K., Pankiewicz, U. and Góral, D., 2018. Magnesium enriched lactic acid bacteria as a carrier for probiotic ice cream production. Food Chemistry, 239, 1151-1159.
- Gökırmaklı, Ç., Üçgül, B. ve Güzel-Seydim, Z.B., 2021. Fonksiyonel gıda kavramına yeni bir bakış: Postbiyotikler. Gıda, 46 (4), 872-882.
- Gürsoy, O. ve Kınık, Ö., 2004. Fonksiyonel gıda ingrediyei olarak probiyotikler ve yasal düzenlemeler için Japonya modeli. Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi, 34, 200-209.
- Güven, M. and Karaca, O.B., 2002. The effects of the varying sugar content and fruit concentration on the physical properties of vanilla and fruit ice-cream type frozen yogurts. International Journal of Dairy Technology, 55(1), 27-31.
- Hagen, M. and Narvhus, J.A., 1999. Production of ice cream containing probiotic bacteria. Milchwissenschaft, 54 (5), 265-268.
- Haghani, S., Hadidi, M., Pouramin, S., Adinepour, F., Hasiri, Z., Moreno, A., Munekata, P.E.S. and Lorenzo, J.M., 2021. Application of cornelian cherry (*Cornus mas* L.) peel in probiotic ice cream: Functionality and viability during storage. Antioxidants, 10, 1777, 1-11.
- Halkman, K., 2005. Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları. Başak Matbaacılık, Ankara.
- Harrigan, W.F., 1998. Laboratory Methods in Food Microbiology (3rd Ed.) San Diego, California, USA.
- Hashemi, M., Arı, H.R.G. and Shekarforoush, S., 2015. Preparation and evaluation of low-calorie functional ice cream containing inulin, lactulose and *Bifidobacterium lactis*. International Journal of Dairy Technology, 68 (2), 183-189.
- Hassan, M.F.Y. and Barakat, H., 2018. Effect of carrot and pumpkin pulps adding on chemical, rheological, nutritional and organoleptic properties of ice cream. Food and Nutrition Sciences, 9, 969-982.
- Heinonen, M.I., 1990. Carotenoids and provitamin A activity of carrot (*Daucus carota* L.) cultivars. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 38 (3), 609-612.

- Hekmat, S. and McMahon, D.J., 1992. Survival of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium bifidum* in ice cream for use as a probiotic food. *Journal of Dairy Science*, 75 (6), 1415-1422.
- Hezer, F., 2019. Farklı Oranlarda Semizotu İlavesinin Dondurmanın Fiziksel, Kimyasal ve Duyusal Özelliklerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gümüşhane Üniversitesi, Gümüşhane.
- IDF., 1992. International Standard 163. General standard of identity for fermented milks. International Dairy Federation, Brussels.
- Ikauniece, D., 2015. Effects of dairy cow diet supplementation with carrots on milk composition, concentration of cow blood serum carotenes, and butter oil fat-soluble antioxidative substances. *Agronomy Research*, 13 (4), 879-891.
- Jungersen, M., Wind, A., Johansen, E., Christensen, J.E., Stuer-Lauridsen, B. and Eskesen, D., 2014. The science behind the Probiotic strain *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12. *Microorganisms*, 2, 92-110.
- Kahveci Erdoğan, A., 2016. Dondurma Üretiminde Balkabağından Elde Edilen Lif Konsantresinin Kullanılması, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Kailasaphaty, K. and Sultana, K., 2003. Survival and beta d-galactosidase activity of encapsulated and free *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium lactis* in ice-cream. *Australian Journal of Dairy Technology*, 58, 223-227.
- Kalicka, D., Znamirska, A., Pawlos, M., Buniowska, M. and Szajnar, K., 2019. Physical and sensory characteristics and probiotic survival in ice cream sweetened with various polyols. *International Journal of Dairy Technology*, 72 (3), 456-465.
- Karaman, S., Toker, Ö.S., Yüksel, F., Çam, M., Kayacier, A. and Doğan, M., 2014. Physicochemical, bioactive, and sensory properties of persimmon-based ice cream: Technique for order preference by similarity to ideal solution to determine optimum concentration. *Journal of Dairy Science*, 97 (1), 97-110.
- Kasım, R. and Kasım, M.U., 2019. Farklı renklerin gücü “Havuç”. International Marmara Sciences Congress (Autumn). Proceedings Book (Natural and Applied Sciences, S. 615-622).
- Kavaz Yüksel, A., Şat, İ.G. and Yüksel, M., 2015. The effect of terebinth (*Pistacia terebinthus* L.) coffee addition on the chemical and physical characteristics, colour values, organic acid profiles, mineral compositions and sensory properties of ice creams. *Journal of Food Science and Technology*, 52 (12), 8023-8031.
- Kesenkaş, H., Akbulut, N., Yerlikaya, O., Akpınar, A. ve Açu, M., 2013. Kefir dondurması üretiminde soya sütünün kullanım olanakları üzerine bir araştırma. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 50 (1), 1-12.
- Khalil, N., Ashour, M., Fikry, S., Singab, A. N. and Salama, O., 2018. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oils of selected apiaceous fruits. *Future Journal of Pharmaceutical Sciences*, 4 (1), 88-92.
- Kocsis, T., Molnár, B., Németh, Hegyi P., Szakács Z., Bálint A., Garami A., Soós A., Márta K. and Solymár, M., 2020. Probiotics have beneficial metabolic effects in patients with type 2 diabetes mellitus: A meta-analysis of randomized clinical trials. *Scientific Reports*, 10 (1), 11787.
- Kowalczyk, M., Znamirska, A. and Buniowska, M., 2021. Probiotic sheep milk ice cream with inulin and apple fiber. *Foods*, 10, 678, 1-13.

- Krasaekoopt, W., Bhandari, B. and Deeth, H., 2003. Evaluation of encapsulation techniques of probiotics for yoghurt: A review. *International Dairy Journal*, 13 (1), 3-23.
- Kurt, A. and Atalar, I., 2018. Effects of quince seed on the rheological, structural and sensory characteristics of ice cream. *Food Hydrocolloids*, 82, 186-195.
- Kurt, A., Çakmakçı, S. and Çağlar, A., 2012. Süt ve Mamülleri Muayene ve Analiz Metotları Rehberi (10. Basım). Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 252/D, 238 s, Erzurum.
- Laudadio, V., Lorusso, V., Lastella, N.M.B., Dhama, K., Karthik, K., Tiwari, R., Alam, G. M. and Tufarelli, V., 2015. Enhancement of nutraceutical value of table eggs through poultry feeding strategies. *International Journal of Pharmacology*, 11, 201-212.
- Limsuwan, T., Paekul, N., Thongtan, J. and Tangkanakul, P., 2014. Total phenolic compounds, antioxidant activity and nutritional values of sugar-free and reduced-fat milk-based ice cream enriched with selected herb ingredients. *KKU Research Journal*, 19(4), 515-526.
- Maus, J.E. and Ingham, S.C., 2003. Employment of stressful conditions during culture production to enhance subsequent cold -and acid-tolerance of Bifidobacteria. *Journal of Applied Microbiology*, 95 (1), 146-154.
- Metin, M., 2013. Süt ve Mamülleri Analiz Yöntemleri (8. Baskı). Ege Üniversitesi Yayınları, Rektörlük Yayın No: 9, Ege Üniversitesi Basımevi, 439 s, İzmir.
- Morelli, L., 2007. In vitro assessment of probiotic bacteria: from survival to functionality. *International Dairy Journal*, 17 (11), 1278-1283.
- Moriano, M.E. and Alamprese, C., 2017. Honey, trehalose and erythritol as sucrose alternative sweeteners for artisanal ice cream a pilot study. *LWT-Food Science and Technology*, 75, 329-334.
- Muse, M.R. and Hartel, R.W., 2004. Ice cream structural elements that affect melting rate and hardness. *Journal of Dairy Science*, 87, 1-10.
- Nasr, W.I.A., 2021. Making ice cream fortified with sapota fruit pulp as a functional dairy product. *Journal of Food and Dairy Sciences*, 12 (2), 37-41.
- Nguyen, T.M.P., Lee, Y.K. and Zhou, W., 2012. Effect of high intensity ultrasound on carbohydrate metabolism of bifidobacteria in milk fermentation. *Food Chemistry*, 130 (4), 866-874.
- Nicolle, C., Cardinault, N., Aprikian, O., Busserolles, J., Grolier, P., Rock, E., Demigné, C., Mazur, A., Scalbert, A., Amouroux, P. and Rémésy, C., 2003. Effect of carrot intake on cholesterol metabolism and on antioxidant status in cholesterol-fed rat. *European Journal of Nutrition*, 42 (5), 254-261.
- Nurdağ, K., 2021. Yağı Azaltılmış Dondurma Üretiminde Yağ İkamesi Olarak Bitkisel Unlardan (Börülce, Karabuğday, Sarı Mercimek ve Yulaf) Yararlanma Olanakları. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa.
- Olives Barba, A.I., Camara Hurtado, M., Sanchez Mata, M.C., Fernandez Ruiz, V. and Lo'pez Saenz de Tejada, M., 2016. Application of a UV-vis detection-HPLC method for a rapid determination of lycopene and b-carotene in vegetables. *Food Chemistry*, 95, 328-336.
- Öztürk, Z. ve Gündüz, G.T., 2018. Gıda kaynaklı patojenlerin inhibisyonunda probiyotik mikroorganizmaların kullanımı. *Gıda*, 43 (4), 533-548.
- Peasura, N., Sinchaipanit, P., Sangsuriyawong, A. and Disnil, S., 2020. Effect of pumpkin on quality, nutritional and organoleptic properties of ice cream. *Agriculture and Natural Resources*, 54 (5), 521-528.

- Pinto, S.S., Fritzen-Freire, C.B., Muñoz, I.B., Barreto, P.L., Prudêncio, E.S., Amboni, R.D., 2012. Effects of the addition of microencapsulated *Bifidobacterium* BB-12 on the properties of frozen yogurt. *Journal of Food Engineering*, 111 (4), 563-569.
- Rabo, A.B.D.F., Azzam, M.A. and Dewidar, O.M., 2019. Whey/broken chickpea extract for manufacture of probiotic frozen yoghurt. *Current Research in Nutrition and Food Science*, 7 (3), 807-818.
- Roobab, U., Batool, Z., Manzoor, M.F., Shabbir, M.A., Khan, M.R. and Aadil, R.M., 2020. Sources, formulations, advanced delivery and health benefits of probiotics. *Current Opinion in Food Science*, 32, 17-28.
- Sagdic, O., Ozturk, I., Cankurt, H. and Tornuk, F., 2012. Interaction between some phenolic compounds and probiotic bacterium in functional ice cream production. *Food and Bioprocess Technology*, 5 (8), 2964-2971.
- Salem, S.A., Hamad, E.M. and Ashoush, I.S., 2016. Effect of partial fat replacement by whey protein, oat, wheat germ and modified starch on sensory properties, viscosity and antioxidant activity of reduced fat ice cream. *Food and Nutrition Sciences*, 7, 397-404.
- Salık, M.A. ve Çakmakçı, S., 2021. Zeytin (*Olea europaea* L.) yaprağının fonksiyonel özellikleri ve gıdalarda kullanım potansiyeli. *Gıda*, 46 (6), 1481-1493.
- Salık, M.A., 2019. Cimin Üzümü (*Vitis vinifera* L.) ve Kemah Cevizi (*Juglans regia* L.) Karışımı (Saruç) ile Üretilen Probiyotik (*Saccharomyces boulardii*) Dondurmaların Bazı Kalite Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bayburt Üniversitesi, Bayburt.
- Salwa, A.A., Galal, E.A. and Neimat, A.E., 2004. Carrot yogurt: Sensory, chemical, microbiological properties and consumer acceptance. *Pakistan Journal of Nutrition*, 3 (6), 322-330.
- Sayar, E., Şengül, M. and Ürkek, B., 2022. Antioxidant capacity and rheological, textural properties of ice cream produced from camel's milk with blueberry. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(3), e16346.
- Shah, N.P., 2007. Functional cultures and health benefits. *International Dairy Journal*, 17, 1262-1277.
- Sharma, K.D., Karki, S., Thakur, N.S. and Attri, S., 2012. Chemical composition, functional properties and processing of carrot-a review. *Journal of Food Science and Technology*, 49 (1), 22-32.
- Shaviklo, G. R., Thorkelsson, G., Sveinsdottir, K., Rafipour, F., 2011. Chemical properties and sensory quality of ice cream fortified with fish protein. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91, 1199-1204.
- Shori, A.B., 2017. Microencapsulation improved probiotics survival during gastric transit. *HAYATI Journal of Biosciences*, 24, 1-5.
- Silva Faresin, L., Devos, R.J.B., Reinehr, C.O. and Colla, L.M., 2022. Development of ice cream with reduction of sugar and fat by the addition of inulin, *Spirulina platensis* or phycocyanin. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 27, 100445, 1-9.
- Silva, P.D.L., Bezerra, M.F., Santos, K.M.O. and Correia, R.T.P., 2015. Potentially probiotic ice cream from goat's milk: Characterization and cell viability during processing, storage and simulated gastrointestinal conditions. *LWT-Food Science and Technology*, 62, 452-457.

- Singh, A.K., Rai, D.C., Singh, U.P. and Kumar, S., 2018. Effect of different variables on physico-chemical properties of Ashwagandha enriched strawberry pulp ice cream. *The Pharma Innovation Journal*, 7 (4), 440-443.
- Singh, B., Panesar, P.S. and Nanda, V., 2006. Utilization of carrot pomace for the preparation of a value added product. *World Journal of Dairy & Food Sciences*, 1 (1), 22-27.
- Sniffen, J.C., McFarland, L.V., Evans, C.T. and Goldstein, E.J.C., 2018. Choosing an appropriate probiotic product for your patient: An evidencebased practical guide. *PLoS One*, 13(12), e0209205.
- Soukoulis, C., Fisk, I.D. and Bohn, T., 2014. Ice cream as a vehicle for incorporating health-promoting ingredients: conceptualization and overview of quality and storage stability. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13, 627-655.
- Soukoulis, C., Lebesi, D. and Tzia, C., 2009. Enrichment of ice cream with dietary fibre: effects on rheological properties, ice crystallisation and glass transition phenomena. *Food Chemistry*, 115 (2), 665-671.
- Stanton, C., Desmond, C., Coakley, M., Collins, J. K., Fitzgerald, G. and Ross, R.P., 2003. Challenges Facing Development of Probiotic-Containing Functional Foods. In E.R. Farnworth (Ed.), *Handbook of Fermented Functional Foods* (Pp. 27–58): CRC Press.
- Sun-Waterhouse, D., Edmonds, L., Wadhwa, S. S. and Wibisono, R., 2013. Producing ice cream using a substantial amount of juice from kiwifruit with green, gold or red flesh. *Food Research International*, 50, 647-656.
- Şanlıdere Aloglu, H., Gökgöz, Y. ve Bayraktar, M., 2018. Kocayemiş (Dağ çileği-*Arbutus unedo* L.) meyveli dondurma üretimi, fiziksel, kimyasal ve duyuşal parametreler açısından irdelenmesi. *Gıda*, 43 (6), 1030-1039.
- Şimşek, E. 2016. Gobdin ve *Bifidobacterium bifidum* ilavesiyle Üretilen Dondurmaların Probiyotik Raf Ömrü ve Kalite Özelliklerinin Tespiti. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Tamminen, M., Salminen, S. and Ouwehand, A.C., 2013. Fermentation of carrot juice by probiotics: Viability and preservation of adhesion. *International Journal of Biotechnology for Wellness Industries*, 2 (1), 10-15.
- Topdaş, E.F., Çakmakçı, S. and Çakıroğlu, K., 2017. The antioxidant activity, vitamin C contents, physical, chemical and sensory properties of ice cream supplemented with cornelian cherry (*Cornus mas* L.) paste. *Kafkas University Veterinary Faculty Journal*, 23 (5), 691-697.
- Tripathi, M.K. and Giri, S.K., 2014. Probiotic functional foods: Survival of probiotics during processing and storage. *Journal of Functional Foods*, 9, 225-241.
- Turgut, T. and Çakmakçı, S., 2009. Investigation of the possible use of probiotics in ice cream manufacture. *International Journal of Dairy Technology*, 62 (3), 444-451.
- Türk Gıda Kodeksi., 2017. Dondurma Tebliği (Taslak/2017). <https://www.tarim.gov.tr/Mevzuat/Turk-Gida-Kodeksi>
- Udomsinka, A. Chalermchaiwat, P., Suttinsunsanee, U., Chamchan, R., Jittinnandana, S., Chemthong, C. and Onnom, N., 2019. Development of reduced fat purple sweet potato ice cream mix powder. *International Conference on 4th Industrial Revolution and Its Impacts*. 27-30 March 2019. Walailak University. Thailand.
- Ürkek, B., Şengül, M., Akgül, H.İ. and Kotan, T.E., 2019. Antioxidant activity, physiochemical and sensory characteristics of ice cream incorporated with sloe berry (*Prunus spinosa* L.). *International Journal of Food Engineering*, 15, 11-12.

- Vukić, D., Pavlić, B., Vukić, V. Ilić, M., Kanurić, K., Bjekić, M. and Zeković, Z., 2021. Antioxidative capacity of fresh kombucha cheese fortified with sage herbal dust and its preparations. *Journal of Food Science and Technology*, 1-10.
- Xiao, J., Wang, T., Xu, Y. Gu X., Li D., Niu K., Wang T., Zhao J., Zhou R. and Wang H.L., 2020. Long-term probiotic intervention mitigates memory dysfunction through a novel H3K27me3-based mechanism in lead-exposed rats. *Transl Psychiatry*, 10 (25), 1-18.
- Yang, J.J., Yu, D. and Xiang, Y.B., 2020. Association of dietary fiber and yogurt consumption with lung cancer risk: A pooled analysis. *JAMA Oncol*, 6(2), e194107.
- Yıldız, A., Demir, P. and Arslan, A., 2020. Use of Pumpkin and Its Effect on Quality in Ice Cream Production. *Kocatepe Veterinary Journal*, 13 (2), 130-139.
- Yücegönül, G., 2020. Dondurma Üretiminde Stabilizör Olarak Boswellia Carterii (Akgünlük) Sakızının Salep (Orchidaceae) ve Diğer Stabilizörlere Alternatif Olarak Kullanım Olanaklarının Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa.
- Zhang, D. And Hamauzu, Y., 2004. Phenolic compounds and their antioxidant properties in different tissues of carrots (*Daucus carota* L.). *Journal of Food Agriculture and Environment*, 2, 95-100.
- Zhang, Y., Gu, Y. and Ren, H., 2020. Gut microbiome-related effects of berberine and probiotics on type 2 diabetes (the premote study). *Nat Commun*, 11 (5015), 1-12.
- Ziemer C.J. and Gibson G.R., 1998. An overview of probiotics, prebiotics and symbiotics in the functional food concept: perspectives and future strategies. *International Dairy Journal*, 8, 473-479.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Kübra TAŞBAŞI
Doğum Yeri ve Tarihi	
Eğitim Durumu	
Lisans Öğrenimi	
Y. Lisans Öğrenimi	
İş Deneyimi	
Stajlar	
Projeler	
Çalıştığı Kurumlar	
İletişim	
E-Posta Adresi	
Tarih	16.06.2022