T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DONDURMA ÜRETİMİNDE SÜT TOZUNA İKAME OLARAK BEZELYE PROTEİN İZOLATI KULLANIM OLANAKLARI

Firdevs AVKAN

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2020

T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DONDURMA ÜRETİMİNDE SÜT TOZUNA İKAME OLARAK BEZELYE PROTEİN İZOLATI KULLANIM OLANAKLARI

Firdevs AVKAN

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2020

Prof. Dr. Mutlu Buket AKIN danışmanlığında Firdevs AVKAN' ın hazırladığı **'Dondurma Üretiminde Süt Tozuna İkame Olarak Bezelye Protein İzolatı Kullanım Olanakları'** konulu bu çalışma 20/07/2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman : Prof. Dr. Mutlu Buket AKIN …….....

Üye : Prof. Dr. M. Serdar AKIN ……..……

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Aslı ÇELİKEL-GÜNGÖR ……...

Bu Tezin Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.

Doç. Dr. İsmail HİLALİ
Enstitü Müdürü

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

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
ŞEKİLLER DİZİNİ iv
ÇİZELGELER DİZİNİ v
1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 5
2.1. Bitkisel Protein Kaynakları ve Bezelye Proteini 5
2.1.1 Vegan/Vejetaryen beslenmesinde bezelye proteininin yeri ve önemi 7
2.1.2. Bezelye proteininin gıdalarda kullanımı 11
2.2. Dondurma Hakkında Genel Bilgiler 15
2.2.1. Bitkisel proteinler/sütler ile üretilen dondurmalar 18
3. MATERYAL ve YÖNTEM 25
3.1. Materyal 25
3.2. Yöntem 25
3.2.1. Dondurma üretimi 25
3.2.2. Analitik yöntemler 28
3.2.2.1. pH tayini 28
3.2.2.2. Titrasyon asitliği 28
3.2.2.3. Kurumadde tayini 28
3.2.2.4. Yağ tayini 28
3.2.2.5. Protein tayini 28
3.2.2.6. Viskozite tayini 29
3.2.2.7. Hacim artışı tayini 29
3.2.2.8. Renk ölçümü 29
3.2.2.9. İlk damlama ve tamamen erime süreleri 29
3.2.2.10. Erime oranları 30
3.2.2.11. Duyusal analizler 30
3.2.2.12. İstatistiksel analizler 30
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA 31
4.1. Dondurmaların Kimyasal Özellikleri 31
4.1.1. Dondurmaların pH ve titrasyon asitliği değerleri 31
4.1.2. Dondurmaların kurumadde değerleri 32
4.1.3. Dondurmaların protein oranları 33
4.1.4. Dondurmaların yağ oranları 33
4.2. Dondurmaların Fiziksel Özellikleri 34
4.2.1. Dondurmaların viskozite değerleri 34
4.2.2. Dondurmaların hacim artışı değerleri 38
4.2.3. Dondurmaların ilk damlama ve tamamen erime süreleri 40
4.2.4. Dondurmaların erime oranları 44
4.3. Renk (L*, a*, b*) 51
4.4. Dondurmaların Tekstürel Özellikleri 56
4.4.1. Sertlik 56
4.4.2. Dış yapışkanlık 59
4.4.3. Elastikiyet 60
4.4.4. İç yapışkanlık 62
4.4.5. Sakızımsılık 65
4.5. Dondurmaların Duyusal Özellikleri 67
4.5.1. Dondurmaların soğukluk şiddeti puanları 67
4.5.2. Dondurmaların sıkılık puanları 70
4.5.3. Dondurmaların viskozite puanları 72
4.5.4. Dondurmaların pürüzsüzlük puanları 74
4.5.5. Dondurmaların renk ve görünüş puanları 75

4.5.6 Dondurmaların ağız dolgunluğu puanları 77
4.5.7.Dondurmaların tat ve koku puanları 79
4.5.8. Dondurmaların genel kabul edilebilirlik puanları 82
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER 85
KAYNAKLAR 89
ÖZGEÇMİŞ 99

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

DONDURMA ÜRETİMİNDE SÜT TOZUNA İKAME OLARAK BEZELYE PROTEİN İZOLATI KULLANIM OLANAKLARI

Firdevs AVKAN

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mutlu Buket AKIN
Yıl: 2020, Sayfa:101

Bu çalışmada fonksiyonel dondurma üretiminde hayvansal proteinlere bir alternatif olan bezelye protein izolatının kullanım olanaklarını araştırmak amaçlanmış ve farklı oranlarda bezelye proteini ilavesinin dondurmanın fizikokimyasal, tekstürel ve duyusal özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Ayrıca, bezelye proteini ve bitkisel yağ kullanılarak yeni bir formülasyon ile vejetaryen/vegan dondurma üretilebilme olanakları araştırılmıştır.

Bu amaçla farklı oranlarda bezelye protein izolatı ile hazırlanan 6 ayrı dondurma üretilmiş (A: %0 (kontrol), B: %6, C: %12, D: %25, E: %100 bezelye protein izolatı ve süt yağı içeren, F: %100 bezelye protein izolatı ve bitkisel yağ içeren dondurmalar) ve depolamanın 1., 30. ve 60. günlerinde dondurmaların fiziksel, kimyasal, tekstürel ve duyusal analizleri gerçekleştirilmiştir.

Analizlerden elde edilen sonuçlara göre bezelye protein izolatı ilavesi dondurmaların fizikokimyasal, tekstürel ve duyusal özelliklerini; depolama süresi de hacim artışı, elastikiyet, iç yapışkanlık ve sakızımsılık değerlerini önemli düzeyde etkilemiştir ($p<0.05$). Yağ tipi renk ve görünüş puanları dışındaki hiçbir özelliği etkilememiştir.

Elde edilen veriler bezelye protein izolatı ilavesinin dondurmaların fiziksel ve tekstürel özelliklerini iyileştirdiğini, fakat duyusal özelliklerini olumsuz yönde etkilediğini göstermiştir. Bununla birlikte, düşük oranlarda (%6 ve %12) ilave edilen bezelye protein izolatının duyusal özelliklerde önemli değişikliklere neden olmadığı belirlenmiştir. Bezelye protein izolatı ilavesiyle üretilecek dondurmaların duyusal olarak kabul görebilmesi için şekilde aroma maddesi ilave edilmesi önerilebilir. Çalışmamızda bezelye protein izolatının duyusal açıdan vegan tip dondurma üretimine uygun olmadığı da belirlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Fonksiyonel Dondurma, Bezelye Protein İzolatı, Kalite

ABSTRACT

MSc Thesis

USAGE OF PEA PROTEIN ISOLATE INSTEAD OF MILK POWDER IN ICE CREAM PRODUCTION

Firdevs AVKAN

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Mutlu Buket AKIN
Year: 2020, Page:101

In this study, it was aimed to investigate the possibilities of using pea protein isolate, which is an alternative to animal proteins in the production of functional ice cream, and the effects of adding different amounts of pea protein isolate on the physicochemical, textural and sensory properties of ice cream were investigated. In addition, the possibilities of producing vegetarian / vegan ice cream prepared with a new formulation using pea protein and vegetable fat were investigated.

For this purpose, 6 different ice creams were produced with different proportions of pea protein isolate (A: 0% (control), B: 6%, C: 12%, D: 25%, E: 100% pea protein isolate and milk fat, F: 100% pea protein isolate and vegetable fat) and physical, chemical, textural and sensory analysis of ice creams were carried out on the 1st, 30th and 60th days of storage.

According to the results obtained from the analysis, the addition of pea protein isolate has affected the physicochemical, textural and sensory properties of ice cream; storage time significantly has affected overrun, elasticity, cohesiveness and gumminess values also ($p < 0.05$). Fat type has not affected any properties of ice creams but colour and appearance.

The data obtained showed that the addition of pea protein isolate improves the physical and textural properties of ice creams, but negatively affects their sensory properties. However, it was determined that pea protein isolate added at low rates (6% and 12%) did not cause significant changes in sensory properties. It may be suggested to add flavoring agent into ice cream produced with pea portein isolate. In this way the ice cream can be organoleptically accepted. In our study, it was also determined that pea protein isolate was not suitable for vegan type ice cream production in terms of sensory properties.

KEYWORDS: Functional Ice Cream, Pea Protein Isolate, Quality

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans Tez çalışmamın planlanmasından başlayarak; konusunun seçiminde, uygulamasında ve diğer tüm aşamalarda yardımlarını ve desteğini esirgemeyen; bilgi, tecrübe ve tavsiyeleriyle yol gösteren kıymetli ve saygıdeğer danışman hocam Sayın Prof. Dr. Mutlu Buket AKIN' a,

Çalışmalar sırasında yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Musa Serdar AKIN' a,

Tezime katkılarından dolayı Jüri Üyesi Sayın Dr. Öğr. Üyesi Aslı ÇELİKEL GÜNGÖR'e,

Tez çalışmamda bana yardımcı olan Harran Üniversitesi Gıda Mühendisliği doktora öğrencisi Feride DAŞNİK ŞEKER'e ve çalışmalar sırasında yardımcı olan yüksek lisans arkadaşlarıma,

Daima yanımda olan, desteklerini hep gördüğüm ve hissettiğim sevgili annem Figen AVKAN ve babam Şükrü AVKAN'a

Tüm içtenliğimle teşekkür eder, şükranlarımı sunarım.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3. 1. Dondurma Üretimi Akış Şeması 27
Şekil 4. 1. Dondurmaların viskozitesinde depolama süresi boyunca görülen değişimler 37
Şekil 4. 2. Dondurmaların hacim artışında depolama süresi boyunca görülen değişimler 39
Şekil 4. 3 Dondurmaların ilk damlama süresinde depolama süresi boyunca görülen değişimler 43
Şekil 4. 4. Dondurmaların tamamen süresinde depolama süresi boyunca görülen değişimler 44
Şekil 4. 5. Dondurmaların 15. dk erime oranında (%) depolama süresi boyunca görülen değişimler 45
Şekil 4. 6. Dondurmaların 30. dk erime oranında (%) depolama süresi boyunca görülen değişimler 46
Şekil 4. 7. Dondurmaların 45. dk erime oranında (%) depolama süresi boyunca görülen değişimler 47
Şekil 4. 8. Dondurmaların 60. dk erime oranında (%) depolama süresi boyunca görülen değişimler 48
Şekil 4. 9. Dondurmaların 75. dk erime oranında (%) depolama süresi boyunca görülen değişimler 48
Şekil 4. 10. Dondurmaların 90. dk erime oranında (%) depolama süresi boyunca görülen değişimler 49
Şekil 4. 11. Dondurmaların 105. dk erime oranında (%) depolama süresi boyunca görülen değişimler 50
Şekil 4. 12. Dondurmaların L* değerlerinde depolama süresi boyunca görülen değişimler 52
Şekil 4. 13. Dondurmaların a* değerlerinde depolama süresi boyunca görülen değişimler 54
Şekil 4. 14. Dondurmaların b* değerlerinde depolama süresi boyunca görülen değişimler 55
Şekil 4. 15. Dondurmaların sertlik değerlerinde depolama süresi boyunca görülen değişimler 58
Şekil 4. 16. Dondurmaların dış yapışkanlık değerlerinde depolama süresi boyunca görülen değişimler 60
Şekil 4. 17. Dondurmaların elastikiyet değerlerinde depolama süresi boyunca görülen değişimler 61
Şekil 4. 18. Dondurmaların iç yapışkanlık değerlerinde depolama süresi boyunca görülen değişimler 64
Şekil 4. 19. Dondurmaların sakızımsızlık değerlerinde depolama süresi boyunca görülen değişimler 66
Şekil 4. 20. Dondurmaların soğukluk puanlarında depolama süresi boyunca görülen değişimler 68
Şekil 4. 21. Dondurmaların sıkılık puanlarında depolama süresi boyunca görülen değişimler 71
Şekil 4.22. Dondurmaların viskozite puanlarında depolama süresi boyunca görülen değişimler 73
Şekil 4. 23. Dondurmaların pürüzsüzlük puanlarında depolama süresi boyunca görülen değişimler 75
Şekil 4. 24. Dondurmaların renk ve görünüş puanlarında depolama süresi boyunca görülen değişimler 77
Şekil 4. 25. Dondurmaların ağız dolgunluğu puanlarında depolama süresi boyunca görülen değişimler 79
Şekil 4. 26. Dondurmaların tat ve koku puanlarında depolama süresi boyunca görülen değişimler 81
Şekil 4. 27. Dondurmaların genel kabul edilebilirlik puanlarında depolama süresi boyunca görülen değişimler 84

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 2.1. Bazı baklagil tanelerinin soya küspesiyle karşılaştırılması 9
Çizelge 2.2. Bezelye ve Yumurtanın Amino Asit Kompozisyonu 10
Çizelge 2.3. Bazı bitkisel ve hayvansal proteinlerin kaliteleri 11
Çizelge 2.4. Dondurma bileşimi ve ürün özellikleri 17
Çizelge 3.1. Miks Formülasyonu 26
Çizelge 4.1. Dondurmaların Kimyasal Özelliklerine Ait Bazı Değerler 31
Çizelge 4.2. Dondurmaların Fiziksel Özellikleri 36
Çizelge 4.3. Dondurmaların Erime Oranları (%) 41
Çizelge 4.4. Dondurmaların Renk (Hunter Lab) Değerleri 51
Çizelge 4.5. Dondurmaların Tekstürel Özellikleri 57
Çizelge 4.6. Dondurmaların Duyusal Özellikleri 69

1. GİRİŞ

Süt endüstrisi, gelişmekte olan ülkeler başta olmak üzere dünya çapında önemli fırsatlar sunan, ulusal ve uluslararası yatırımları kendine yönelten bir pazar haline gelmiştir. Dünyada endüstriyel olarak değişmeye başlayan süt ürünleri üretimi, tüketimi ve çeşitliliği; özellikle 1970'li yılların sonlarına doğru artış göstermiştir. Süt ürünlerinin üretiminde görülen bu varyasyon tüm dünyada süt ürünlerinin tüketim miktarını ve ticaret koşullarını da etkilemiştir. 1980'li yıllara kadar süt ürünlerinin dünya çapındaki ticaretinde ağırlıklı olarak peynir ve tereyağı yer alırken son yıllarda bu ürünlere ek olarak süt tozu, dondurma ve yoğurt gibi ürünler de dış ticarette önem kazanmaya başlamaktadır (Terin, 2014).

Besleyici değerlerinin yanı sıra keyif ve mutluluk veren ürünler üreten dondurma sektörünün bu denli hızlı büyümesi, yüksek kalite bilinci ve tüketici beklentilerine göre hizmet veren dondurma endüstrisi tarafından büyük bir yaratıcılıkla her geçen gün farklı görünüş, tat, şekil ve yapıdaki ürünlerin tüketime sunulmasından kaynaklanmaktadır (Şimşek ve ark., 2006).

Genellikle herkes tarafından sevilerek tüketilen bir gıda olan dondurmanın fizikokimyasal özelliklerinin belirlenebilmesi için yapılan araştırmalar, farklı miks formülasyonları geliştirilerek bu mikslerden üretilen dondurmalara odaklı çok sayıda bilimsel çalışmaları da beraberinde getirmektedir (Karaman 2009). Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler dondurma konusunda çalışmalar yapılmasını teşvik etmiş ve bu ülkelerdeki dondurma sektörü de tüketim oranı yüksek olan gıdalar arasında yer alan dondurma ve dondurma benzeri gıda ürünlerinin türevlerini arttırmıştır (Dervişoğlu ve Yazıcı, 2001).

İnsan sağlığı ve sağlıklı yaşamın devamlılığı ile gıda arasındaki yakın ilişki; gıdaların sağlıklı bir beslenme açısından değerlendirilmesine yönelik araştırmaları, dolayısı ile "Fonksiyonel Gıda " kavramını ortaya çıkarmış ve fonksiyonel gıdalara olan ilginin artmasına yol açmıştır (Ackurt ve ark.,1999; Kim ve ark., 2006). Yüksek

besleyici değere sahip olan dondurmanın da içerisinde yer aldığı pek çok gıda, günümüzde lezzet ve besin içeriklerinin yanı sıra, fonksiyonel yarar sağlayıp sağlayamadıklarına göre de değerlendirilmektedir.

Fonksiyonel gıdalara olan talebin gün geçtikçe artması, tüketicilerin daha dengeli ve kaliteli bir yaşam sürdürebilmeleri için sağlıklı gıda ürünlerine olan eğilimlerinin artması ile yakından ilişkilidir (Tokuç ve ark., 2008). Sağlıklı ve dengeli gıda tüketimi bilincinin gelişmesine bağlı olarak ortaya çıkan tüketici talebindeki sürekli artış; fonksiyonel gıdalara olan ilgiyi arttırmış ve bu konuda yapılan araştırmalara son yıllarda hız kazandırmıştır (Akın ve ark., 2009; Badıllı, 2020).

Fonksiyonel gıda terimi; "besleyici özelliklerinin yanı sıra vücudumuza fizyolojik yararlar sağlayan, sentetik katkı maddeleri içermeyen ve kronik hastalık riskini azaltabilen gıdalar" olarak tanımlanabilir. Bu terim sağlık ile gıda arasında yakın bir ilişki olduğunu vurgulayan bir terimdir (Coşkun, 2005). Günümüze kadar çeşitli formlarda birçok fonksiyonel gıda ürünü pazara sunulmuştur. Bu gıdaların birçoğu yapısında bir veya daha fazla karakteristik fonksiyonel bileşen içermektedirler. Bu bileşenler diyet lifler, şeker alkolleri, oligosakkaritler, peptitler ve proteinler, antioksidanlar, prebiyotik ve probiyotikler, kolinler, glikozitler ve isoprenoidler, fitokimyasallar ile çoklu doymamış yağ asitlerini içermektedir. Son yıllarda bitkisel kaynaklı proteinlerin kullanımı da fonksiyonel gıda üretimine dahil olmuş ve bu amaçla sağlığı koruyucu, iyileştirmeye yönelik ve protein içeriği arttırılmış gıdaların üretimine hız verilmiştir. (Ackurt ve ark., 1999; Çakır, 2005 ; Hafif, 2019; Badıllı, 2020).

Günümüze kadar protein ihtiyacının daha çok hayvansal proteinden karşılanmasına rağmen son yıllarda obezite hastalığının artması, hayvansal kaynaklı hastalıkların ve antibiyotik ile beslenmiş hayvan sayısının artması gibi nedenlerle bitkisel proteinlere duyulan ihtiyaç artış göstermektedir. Ayrıca et fiyatlarının giderek yükselmesi de insanların bu kapsamdaki tüketimini sınırlandırmaktadır (Aiking, 2011). Yüksek ve kaliteli protein içeren hayvansal protein kaynakları, çok

sık tüketildiğinde kanser, kalp ve damar rahatsızlıkları gibi hastalıkların oluşmasına neden olan doymuş yağ asidi ve kolesterol gibi bileşenleri de yüksek oranda içermektedir. Bu tür hayvansal proteinlerin üretimi için harcanan su ve enerji miktarının, bitkisel protein üretimi için harcanan su ve enerji miktarından oldukça fazla olması ve hayvan sayısındaki artışın iklim değişikliğini önemli ölçüde etkileyen sera gazı salınımın artışına neden olması gibi çevreye olan olumsuz etkilerinden (Asgar ve ark., 2010; González ve ark., 2011) ve artan gıda fiyatlarından ya da büyük olasılıkla bu ikisinin bir araya gelmesinden dolayı, Batı ülkelerindeki tüketiciler daha az hayvansal protein ve daha fazla bitkisel protein tüketmeye yönelmişlerdir (Pimentel ve Pimentel, 2003; Aiking, 2011).

Bunlar dışında yüksek oranda protein içeriğine sahip olan yeşil yapraklı sebzelerin de besleyici değerlerinin yüksek olması önemli bir bitkisel protein kaynağı olmasını sağlamıştır. Bitkisel protein kaynakları içerisinde yağlı tohumlar (soya fasulyesi, kolza/kanola tohumu), bakliyatlar (bezelye, nohut, mercimek, acı bakla), tahıllar (pirinç kepeği, buğday, yulaf), yeşil bitkiler ile yapraklar yer almaktadır (Çetiner ve Bilek, 2018). Beslenme açısından bakıldığı zaman baklagiller %18 ile %32 arasında (kuru ağırlık bazında) yüksek protein içeriğine sahiptir. Temel bir besin kaynağı olarak hareket etmelerinin yanı sıra, bakliyat proteinleri; amino asitler ve biyoaktif peptitler, çok çeşitli gıdaların geliştirilmesine yardımcı olmak için su tutma, köpüklenme, yağ bağlama ve jelleşme özelliklerine sahip oldukları için önemli fonksiyonlara hizmet edebilmektedirler (Boye ve ark., 2010).

Serin ve ılıman iklimlerde yetişen ve bir baklagil bitkisi olan bezelye *(Pisum sativum L.)*, havanın serbest azotunu bitkilerin alabileceği forma dönüştürmesinin yanı sıra, tanelerinin %18-30 gibi yüksek oranda protein içermesi, karbonhidratlarca yeterli; demir, kalsiyum ve özellikle fosfor içeriğince zengin olması; ayrıca çeşitli vitaminleri de içermesi bakımından iyi bir bitkisel protein kaynağıdır (Akçin, 1988). Bezelye proteinlerinin kolayca erişilebilir olması, hayvansal proteinlere karşı sürdürülebilir bir alternatif oluşturabilmesini sağlamaktadır. Çünkü yüksek bir besin değerine sahiptir ve alerjik değildirler (Sabate ve Soret, 2014).

Dünyada çevre koruma bilincinin gelişmesi ile bitkisel protein kaynaklarının kullanımına olan talep artmıştır. Ayrıca sağlıklı beslenme eğilimindeki arayışlar tüketim ihtiyacının bitkisel kaynaklı besinlerden sağlandığı bir beslenme tarzı olan vejetaryenliğin popülerite kazanmasına neden olmuştur. Bu beslenme tarzını benimseyerek bitkisel kaynaklı gıda ürünlerini tüketen, hayvansal gıdaları (kırmızı et, balık, tavuk, süt ve sütten yapılan ürünler, yumurta gibi) sınırlı miktarda veya hiç tüketmeyen vejateryan/veganlar için bezelye alternatif bir protein kaynağı olarak değerlendirilmektedir. Bezelye proteini içerdiği esansiyel amino asitler sayesinde fonksiyonel ürünlerin geliştirilmesinde de yüksek bir potansiyele sahiptir. Bezelye proteinleri aynı zamanda köpük bağlama, emülsifikasyon, jelleşme gibi fonksiyonel özelikleri sayesinde ilave edildiği ürünün fiziksel ve tekstürel özelliklerini de iyileştirmektedir (Yavuz ve Özçelik, 2016).

Buradan hareketle çalışmamızda fonksiyonel dondurma üretiminde hayvansal proteinlere yeni bir alternatif olan bezelye protein izolatının kullanım olanaklarını araştırmak amaçlanmış ve farklı oranlarda bezelye proteini ilavesinin dondurmanın fizikokimyasal, tekstürel ve duyusal özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Ayrıca, bezelye proteini ve bitkisel yağ kullanılarak yeni bir formülasyon ile vejetaryen/vegan dondurma üretilebilir mi sorusuna da bu çalışma ile cevap bulunması hedeflenmiştir. Bu amaçla farklı oranlarda bezelye protein izolatı ile hazırlanan 6 ayrı dondurma üretilmiş ve 60 gün süre ile depolanarak, depolamanın 1., 30. ve 60. günlerinde fiziksel, kimyasal, tekstürel ve duyusal özellikleri belirlenmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Bitkisel Protein Kaynakları ve Bezelye Proteini

Vücut organlarının en küçük birimi olan hücrelerin esas yapısını oluşturan proteinler; deri, kemik, kas ve organlar gibi farklı dokularda da bulunurlar. Bebeklik, çocukluk, yetişkinlik ve gebelik dönemleri boyunca yeni dokuların yapımı ve onarımı için vücudun sürekli proteine ihtiyacı vardır. Kas, kemik dokularının korunması, güçlenmesi, yıpranmış vücut hücrelerinin onarılması en önemli görevleridir. Ayrıca, immün sistemi güçlendirerek hastalıklara karşı direnç sağlarlar. Proteinler, vücutta depolanarak saklanamazlar. Bu sebeple gün içerisinde düzenli olarak tüketilmelidirler (Karabudak, 2012).

Vücudun protein dengesini negatif etkileyen protein yetersizliği durumunda, vücut mevcut dokularını kullanarak işlevlerini sürdürmeye çalışır. Bunun sonucunda başta bebekler olmak üzere çocuklar ve ergenlerde büyüme durur, gecikir, vücut ağırlığı azalmaya başlar. Vücut direncindeki azalma hastalıklara yakalanma olasılığını veya sıklığını arttırır, hastalıkların seyrini uzatır. Günlük diyetin, gereksinme duyulan miktarda protein içeriğine sahip olması yeterli değildir. Vücudun birçok proteini sentezleyebilmesi için tüketilen besinlerin yeterli çeşitte ve miktarda elzem aminoasitleri de barındırması gerekir. Hayvansal kaynaklı besinlerde elzem amino asitler, gereksinmeye uygun miktarlarda bulunurken; bu miktar bitkisel kaynaklardan bazılarında sınırlıdır (Karabudak, 2012).

Bitkisel proteinler genellikle depo proteinleri olarak adlandırılmaktadır. Depo proteinleri bitki fizyolojisi ile metabolizmasına etki etmekte ve ayrıca bitkisel protein kaynakların fonksiyonel özelliklerini ve besleyici değerlerini de belirlemektedir (Saldamlı ve Temiz, 2017).

Bitkisel proteinler gıdalarda kullanılması üzere protein konsantresi (protein içeriği %48─70) veya izolatı (protein içeriği %90 ve üzeri) olarak üretilmektedir (Moure ve ark., 2006; Sari ve ark., 2015). Ticari olarak üretilen bitkisel protein kaynakları genellikle tahıllar, yağlı tohumlar ve bakliyatlardır (Asgar ve ark., 2010). Bunlar dışında yüksek oranda protein içeren yeşil yapraklı sebzelerin de besleyici değerlerinin yüksek olması önemli bir bitkisel protein kaynağı olmalarını sağlamıştır. Bitkisel protein kaynakları içerisinde bakliyatlar (nohut, bezelye, mercimek, acı bakla), yağlı tohumlar (soya fasulyesi, kolza/kanola tohumu), tahıllar (yulaf, pirinç kepeği, buğday), çekirdekler, yeşil bitkiler ile yapraklar yer almaktadır (Çetiner ve Bilek, 2018).

Bakliyatlar içerisinde ticari olarak en çok kullanılan bitkisel protein bezelye proteinidir. Yetiştirilebilir geniş alana sahip olması ve kabuğunun taneden kolayca ayrılabilmesi bu durumun nedenlerindendir (Day, 2013). Ilıman iklimde yetiştirilebilmesinden dolayı bezelye proteinleri, soya proteinlerine alternatif olarak giderek daha çok kullanılmaktadır (Çetiner ve Bilek, 2018).

Taze bezelyede nişasta ile protein oranı yüksek seviyededir. Taze bezelye tanesi% 70-80 seviyelerinde su ve % 20-30 seviyelerinde kuru madde içermektedir. Kurumadde içerisindeki protein oranı %6-8'i, karbonhidrat oranı %12-15, yağ oranı %0.3-0.5, selüloz oranı %1-3 ve mineral madde oranı %0.5-2 seviyelerinde bulunmaktadır. Kuru tanelerdeki protein oranı %18-20, su oranı %6-16, karbonhidrat oranı %20-60, yağ oranı %1-6, selüloz oranı %2-10 ve mineral madde oranı %2-10 seviyelerindedir (Gidergelmez, 2018). Bezelyede bulunan ve toplam proteinlerin %65─80'ini içeren visilin (7S globülin) ve legumin (11S globülin) bezelyenin iki ana depo proteinleridir ve yüksek emülsifiye edici özelliğe sahiptirler (Liang ve Tang, 2013). Bu kapsamda vegan/vejetaryen beslenme açısından da bezelye proteini değer kazanmaktadır.

2.1.1 Vegan/Vejetaryen beslenmesinde bezelye proteininin yeri ve önemi

Beslenme; büyüme ve yaşamın devamlılığıyla birlikte sağlığın korunabilmesi için besin maddelerinin organizmaya alınmasıdır. İyi dengelenmiş bir diyet ise beslenme alışkanlığını ve bu sağlık koşullarını olumlu yönde etkileyecek olan önemli bir faktördür. Buna bağlı olarak gün içinde tüketilen besinler, elde edildikleri kaynaklara göre iki gruba ayrılır:

1) Bitkisel kaynaklı besinler; meyveler, sert kabuklu meyveler (fıstık, ceviz, fındık, badem vb.) kurubaklagiller (mercimek, bakla, nohut vb.) ve sebzeler,

2) Hayvansal kaynaklı besinler; süt ve ürünleri (yoğurt, ayran, peynir, kefir vb.), su ürünleri (midye, balık vb.), kırmızı et, kümes hayvanları (ördek, tavuk, hindi vb), ve yumurtadır (Yokoyama ve ark., 2014).

Bu besinlerin her biri sağlık için fayda sağlayabilecek pek çok bileşeni içermektedir. Bu bileşenlere de **besin ögeleri** denir. Besin ögeleri; protein, karbonhidrat, yağ, mineraller, vitaminler ve sudan oluşmaktadır. Vücudumuzda bu besin ögelerinin bileşiminden meydana gelmektedir. Sağlıklı yaşamın sürdürülebilmesi için bu besin öğelerini içeren gıda ürünlerinin her gün tüketilmesi gerekir (Tunçay ve ark., 2016).

Vejetaryenlik, sağlıklı bir diyet kapsamında tüketim ihtiyacının bitkisel kaynaklı gıdalardan karşılandığı bir beslenme tarzıdır. Vejetaryen ise; bitkisel kaynaklı gıda ürünlerini tüketen, hayvansal gıda ürünlerini (tavuk, balık, kırmızı et, süt ve ürünleri, yumurta vb.) sınırlı miktarda veya hiç tüketmeyen kişilere verilen isimdir (Karabudak, 2012).

Vejetaryen diyeti uygulayan bireylerin, diyetinde özellikle eti çok tüketenlere göre kalp-damar hastalık riski ile kan basıncı ve hipertansiyon riski düşüktür. Vejetaryen diyeti uygulayan bireyler, et içeren diyetle beslenen bireylere kıyasla daha az sıklıkta kansere yakalanmaktadır. Ayrıca vejetaryen diyeti, yeterli miktarda az yağlı süt ürünlerini içerdiği zaman yeteri kadar kalsiyum alımını sağlar ve

osteoporosiz riskini azaltır. Şeker hastalığı (diyabet), yüksek posalı vejetaryen diyeti uygulayanlarda, düşük posalı diyet uygulayanlara göre daha az görülmektedir. Vejetaryen beslenme alışkanlığı sürdürenler, safra ve böbrek taşları için de düşük risk grubundadırlar (Karabudak, 2012).

Sağlıklı bir yaşam tarzını benimseyen vejetaryenlik her zaman bu anlamda ilerlemez. Vejetaryen bireyler besin çeşitliliklerini ve dengesini iyi ayarlayamazlarsa demir mineralinin alımında eksiklik yaşayabilirler. Vejetaryen diyetlerindeki B_{12} vitamini yetersizliği de anemiye neden olmakta ve sinir ağında geri dönüşü olmayan zararlar bırakabilmektedir. Büyüme çağındaki çocuk, genç ve yetişkin vejetaryenler süt ve ürünlerini yetersiz tükettiklerinde yetersiz kalsiyum alımına bağlı olarak kemik sağlıkları riske girecektir. Besin çeşitliliğinin ve dengesinin sağlanamadığı; B_{12} vitamini ihtiyacını karşılayacak kadar süt ve yumurta gibi hayvansal kaynaklı gıdalar tüketilmediğinde homosistein seviyesinin yükselmesine bağlı olarak kalp-damar hastalıklarına neden olan bir risk faktörü ortaya çıkabilir (Karabudak, 2012; Ongan ve ark., 2015; Cramer ve ark., 2017;).

Bu nedenle vejetaryenlerin özellikle veganların, en az bir öğününde elzem aminoasit ihtiyacını karşılayabilmek için farklı bitkisel kaynaklı proteinlere ihtiyaçları olur. Vejetaryenler, bu eksikliği bazı bitkisel besinleri karıştırarak tükettiklerinde gidermiş olurlar ve diyetlerinin protein dengesini korumuş olurlar. Bununla birlikte bu besinler, içerdikleri proteinin kalitesi ve miktarı bakımından farklılıklar gösterirler. Hayvansal kaynaklı gıda ürünleri, proteinin yoğun olduğu kaynaklardandır (Pilis ve ark., 2014).

Vejetaryen olarak oluşturulan bir diyet, dengeli bir beslenme şeklini takip ettiği zaman sağlık için yararlıdır ve uygulaması da kolay olacaktır. Çoğunlukla tahıl ürünleri, kuru baklagiller, sebzeler ve meyveler üzerinde yoğunlaşan vejetaryen diyeti, yüksek posalı ve düşük yağ içeriklidir. Vejetaryenlerin de sağlıklı yetişkinlerde olduğu gibi günlük protein gereksinmesi, beden ağırlığının kilogramı başına 1 gramdır. Vejetaryen bireyler diyetlerini özellikle protein açısından dikkatli

düzenledikleri takdirde besleyici değer açısından yeterli ve sağlıkları üzerinde olumlu etkileri olacaktır (Karabudak, 2012).

Günümüzde vejeteryan beslenmesinde yaygın olarak soya fasulyesi küspesi kullanılmaktadır. Bezelye, soya fasulyesi küspesiyle karşılaştırıldığında düşük protein (NRC, 2001) ve yüksek nişasta içeriğine sahiptir (Valentine ve Bartsch 1990). Soya küspesinde ham protein %45–55 arasında iken; bezelyenin ham proteini %25.1'dir (Çizelge 2.1). Bezelyede asit çözücülerde çözünmeyen lif (ADF) (%9.1) ve nötr çözücülerde çözünmeyen lif (NDF) (%18.5) soya küspesinden (%6.1 ve %10.0) yüksektir. Bu iki yem hammaddesinin metabolik enerji içerikleri aynıdır (3.42 Mcal/kg). Kalsiyum ve fosfor düzeyi, bezelyede %0.12 ve 0.46 iken soya küspesinde %0.38 ve 0.78'dir (Anonymous, 2007).

Çizelge 2.1. Bazı baklagil tanelerinin soya küspesiyle karşılaştırılması (Kuru maddeye dayalı) (Anonymous, 2007; Ayaşan, 2009).

Parametreler	Bezelye	Bakla	Kanola Küspesi	Soya Küspesi
Ham protein, %	25.1	30.6	38.9	45-55
Ham yağ, %	1.5	1.2	3.9	3.4
Kül, %	3.7	-	6.8	6.5
ADF, %	9.1	11.2	19.1	6.1
NDF, %	18.5	15.2	23.6	10
Lignin, %	0.94	0.3	5.7	0.8
Nişasta, %	52	39.3	5.8	-
Kalsiyum, %	0.12	0.12	0.7	0.38
Fosfor, %	0.46	0.44	1.2	0.78
Metabolik Enerji, Mcal/kg	3.42	3.2	2.94	3.42

Bezelye proteinleri, tahıllarda çok düşük düzeyde bulunan lisin amino asidi bakımından zengin olup bu esansiyel amino asit yönünden hemen hemen yumurta/sığır eti proteinine eşdeğerdir. Buna karşılık bezelye proteinleri metionin amino asidi bakımından tahıllara oranla fakirdir. Vejetaryen diyetinde bezelye proteinlerinin, eksiklik gösterdikleri temel amino asitleri tamamlayabilmek için bu amino asitlerce zengin olan gıdalarla kombine edilerek tüketilmesi tavsiye edilmektedir. Örneğin bezelyenin tahıllarla kombine edilmesi her ikisinin protein kalitesini de artırmaktadır (Savage ve Deo, 1989; Mouhamad ve ark., 2016).

Bezelye hem insanlar hem de hayvanlar için değerli bir protein kaynağıdır. Bitkisel proteinlerin kalitesi esansiyel amino asit içeriğine ve sindirilebilirliğine göre değişmektedir. Bezelye ve tam protein olarak kabul edilen yumurtanın toplam azot ve amino asit düzeyleri Çizelge 2.2.'de verilmiştir. Çizelge 2.2. incelendiğinde bezelyenin treonin, arjinin ve fenilalanin amino asit düzeylerinin yumurtaya yakın veya daha yüksek olduğu olduğu görülmüştür. Bezelye proteininde bulunan aminoasitler yumurta proteini referans alındığında kükürtlü esansiyel aminoasitler hariç yetişkin bir insanın aminoasit ihtiyacını karşılayacak düzeydedir.

Çizelge 2.2. Bezelye ve Yumurtanın Amino Asit Kompozisyonu (g/100 g N) (Savage ve Deo; 1989)

Aminoasit	Bezelye	Yumurta
Esansiyel Amino asitler		
Treonin	3.4-6.8	3.7-5.1
Valin	4.1-7.0	6.8-7.4
Metionin	0.6-2.8	4.0-4.1
Sistein	0.2-3.5	1.1-2.5
İzölösin	3.2-6.2	5.6-8.0
Lösin	6.6-10.9	8.8-9.2
Tirozin	2.6-5.5	3.7-4.6
Fenilalanin	4.2-6.9	6.0-6.4
Lisin	6.2-12.3	7.0-7.3
Histidin	2.2-4.6	2.1-2.7
Arjinin	6.2-14.9	5.3-5.8
Triptofan	0.7-1.9	1.5
Esansiyel Olmayan Amino asitler		
Prolin	3.5-6	3.4-6.7
Aspartik asit	10.6-18.9	8.3-10.5
Serin	4.5-7.8	5.9-7.1
Glutamik asit	15.0-27.9	15-15.4
Glisin	3.6-7.3	3.0-3.9
Alanin	3.9-7.4	6.4-7.0

Yemeklik tane baklagil proteinlerinin sindirilebilirlik dereceleri incelendiğinde bezelyenin sindirilebilirlik oranı %71-94 iken, nohutun sindirilebilirlik oranı %76-90, fasulyenin sindirilebilirlik oranı %69-84 ve mercimeğin sindirilebilirlik oranı da %80-93 olarak tespit edilmiştir (Williams ve Nakkoul, 1983). Proteaz inhibitörleri ince bağırsak sindirimine dayanıklı olup proteazları bağlayarak dışkı ile atılımlarını arttırırlar. Baklagil tanelerinde kükürt kapsayan amino asitlerin yararlanılabilirliği bu nedenle düşük olup baklagil tanelerine dayalı beslemede kükürt eksikliği oluşabilmektedir (Pekşen ve Artık, 2005). Bu maddeler pişirme ve kavurma sırasında ısı ile parçalanırlar (Ma ve ark, 2017). Pişirilen bezelye proteinlerinin sindirilebilirliği çiğ olanlara göre %4 ile 10.1 düzeyinde artış gösterdiği

bildirilmektedir. Bazı bitkisel ve hayvansal protein kaliteleri ve sindirilebilirlikleri Çizelge 2.3.'te gösterilmiştir.

Çizelge 2.3. Bazı bitkisel ve hayvansal proteinlerin kaliteleri (Hoffman ve Falvo, 2004).

	Sindirilebilirlik (%)	Biyolojik Değer	Net Protein Kullanımı	Protein Verim Oranı
Çiğ Bezelye	78.7-84.8	56.8-71.5	44.7-60.7	0.4-2.7
Pişmiş Bezelye	61.0-91.0	48.0-64.5	42.5-55.0	0.6-2.2
Et Proteini	92	80	73	2.9
Yumurta	100	100	94	3.9
Süt Proteini	100	91	82	2.5
Soya Proteini	100	74	61	2.2
Buğday Gluteni	25	64	67	0.8

2.1.2. Bezelye proteininin gıdalarda kullanımı

Yapılan kaynak araştırmasında bitkisel protein kaynaklı süt ürünleri üretiminde bezelye proteininin kullanıldığı çok fazla sayıda çalışmaya rastlanılmamıştır. Bununla beraber son yıllarda bezelye bitkisinin önem kazanmasıyla birlikte konuyla ilgili yapılan çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Morales-Polanco ve ark. (2017) yaptığı bir çalışmada yulaf ve bezelye protein izolatı içeren krakerler üretilmiş ve üretilen krakerlerin ticari olarak üretilen krakerlere kıyasla, daha yüksek oranda besleyici içeriğe sahip olduğu bildirilmiştir. Ayrıca yapılan analizler sonucunda üretilen krakerlerin dokusal özelliklerin, ticari olarak üretilen krakerlerden daha iyi olduğu belirtilmiştir.

Igor Bodnar ve ark. (2019), et benzeri ürün bileşeni hazırlanmasında bezelye ve soya proteinlerinin, glüten ile oluşturduğu yapıyı karşılaştırmıştır. Çalışmada bezelye proteini-gluten karışımı, soya proteini-gluten karışımı araştırılmıştır. Araştırmada soya protein isolatı (SPI) jellerinin, bezelye protein isolatı jellerine (PPI) göre daha güçlü yapıda olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak buğday glüteni ile harmanlanmış bezelye protein isolatı kesildiğinde ve ısıtıldığında farklı morfoloji gösterdiği; düşük sıcaklıkta lifsiz ve zayıf; yüksek sıcaklıkta güçlü ve katmanlı bir

ürün verdiği belirtilmiştir. Buna karşılık soya protein isolatı buğday glüteni harmanları, bezelye proteini ile harmanlamadan üç kat daha güçlü sonuç verdiği bildirilmiştir. Tavuk eti ile karşılaştırmada da aynı sonuca varılmıştır. Bu çalışma ile bezelye protein izolatı ve buğday proteini karışımlarının pişmiş tavuk etine benzer bir matris kuvveti olan lifli et ürünleri üretimine bir fırsat sunulabileceği gösterilmiştir.

Burke ve ark. (2019) ham, çimlendirilmiş ve kızartılmış bezelye unu ilavesi ile elde edilen ekmeklerin hamur ve pişirme özelliklerini incelemiştir. Çalışmaya göre bezelye unu ilavesi, ekmeklerin protein oranını %8.4'ten %10.1-10.8'e yükseltmiştir. Ham bezelye unu karışımı, hazırlanan diğer un karışımı oranlarına göre önemli ölçüde daha düşük bir bozulma değerine sahip olmuş ve bunun çiğ bezelye ununda bulunan amiloz içeriğinin bir sonucu olacağı bildirilmiştir. Sonuçlar bezelye ununun ekmek yapımında protein içeriğini arttırdığını ve bezelye proteininin kullanım potansiyelinin yüksek olduğunu göstermiştir.

Burger ve Zhang (2019) bezelye proteininin gıdalarda emülgatör olarak kullanımını araştırmışlardır. Asidik koşullarda bezelye proteinlerinin emülsiyonları jel benzeri bir ağ ile stabilize ettiği ve önemli ölçüde kararlı olduğu gösterilmiştir. Bezelye proteinlerinin emülsiyonlaştırma özellikleri, aynı emülsiyon sistemleri ve aynı ölçüm yöntemlerini kullanan diğer protein kaynaklarıyla karşılaştırıldığında, örneğin, bezelye proteinlerinin kuru baklagil tohumlarından nohut ve mercimek proteini izolatları ile benzer emülsifikasyon fonksiyonelliğine sahip olduğunu bulmuşlardır. Çalışmada ticari bezelye proteinleri, süt ve patates proteinleri ile de karşılaştırılmış ve süt ile patates proteinlerinin bezelyeye oranla daha küçük damlacıklar üretilebildiği bulunmuştur. İlaveten, özel bir izolasyon yöntemi kullanılmadığı sürece bezelye proteininin süt ve yumurta gibi geleneksel emülgatörlere göre daha düşük etkiye sahip olduğu açıklanmıştır.

Lopez-Baron ve ark. (2018), hidrolize edilmiş bezelye proteinlerinin, in vitro koşullarda buğday nişastasının sindirilebilirliğini azalttığını keşfetmişlerdir. Bezelye proteinlerinin buğday unu amilolizine etkisi ekstrüde edilmiş numunelerde buğday

nişastasının sindirilebilirliği, doğal veya hidrolize bezelye proteini içeren veya içermeyen bir in vitro gastro-intestinal sindirim sistemi ile değerlendirilmiştir. Hidrolize edilmiş ancak doğal olmayan bezelye proteininin; buğday unu nişastasının in vitro koşullarda sindirilebilirlik oranını bastırdığı bulunmuştur. Hidrolize bezelye proteini eklendiğinde sistem için salınan çözünür nişasta ve glikoz miktarının hem doğal bezelye proteinine hem de kontrole (buğday unu) kıyasla, sindirimin erken zaman noktalarında önemli ölçüde azaldığı gözlenmiş, gözlenen etkinin yüksek sayıda düşük molekül ağırlıklı protein ve peptidlerin (<15 kDa) bir sonucu olduğu ileri sürülmüştür. Yapılan bu çalışma, düşük glisemik gıdalarda nişasta sindirimini azaltmak için bitki protein sistemlerinin optimizasyonunun temelini oluşturmaktadır. Araştırmacılar düşük glisemik gıda ürünlerini formüle etmek için bir bileşen olarak proteaz ile hidrolize edilen bezelye proteini kullanılabileceğini bildirmiştir.

Shah ve ark. (2019) hidrofobik olarak değiştirilmiş bezelye proteinlerinin yumurtasız keklerde emülgatör olarak kullanım olanaklarını araştırmışlardır. Keklerde yumurta yerine geçen maddelerin araştırılması konusu son zamanlarda ivme kazanmış ve proteinlerin kombinasyonu ile polisakkaritler ve emülgatörler bu amaç için incelenmiştir. Bezelye (*Pisum sativum, L.*) proteinleri (PP); süksinik anhidrit (SA), n-oktenil süksinik anhidrit (OSA) ve dodesenil süksinik anhidrit (DDSA) ile N-sübstitüsyonları ile hidrofobik olarak değiştirilmiş, yumurtasız kek hamuru all-in yöntemi ile hazırlandıktan sonra taze pişirilen kekler oda sıcaklığında soğutulmuş ve analiz edilmiştir. İncelenen türevler arasında, kabarma, gözenek sayısı, kütle yoğunluğu, renk ve doku bakımından en iyi kalitede taze kekleri PP-SA kombinasyonu ve ikinci sırada da PP-OSA kombinasyonu vermiştir.

Wee ve ark. (2019), erişteye eklenen doğal ve denatüre bezelye proteinlerinin eriştenin fiziksel ve duyusal karakterizasyonu üzerine etkisini incelemişlerdir. Katlanmış bir yapıya sahip denatüre proteinlerin nişasta ile daha fazla etkileşime sahip olacağı, dolayısıyla jelatinleşme ve ardından glikoz salınımının doğal proteinlere kıyasla daha düşük olacağı varsayılmıştır. Sonuçlar, buğday şehriye matrisine denatüre bezelye proteini ilavesinin, daha düşük bir jelatinleşme derecesi ve proteinin nişasta matrisine görsel olarak daha fazla bağlanması ile desteklendiğini

ve in vitro koşullarda glikoz salınımında bir azalma meydana getirdiğini göstermiştir. Doğal proteinin erişteye eklenmesi jelatinleşme derecesi ve glukoz salınımı üzerinde daha az etkili olmuştur. Her iki proteinin eklenmesinin, ürün dokusu ve duyusal özellikleri üzerinde ihmal edilebilir bir etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar, bulgular denatüre bezelye proteininin gerçek bir gıda sistemine eklenmesinin nişasta sindirilebilirliğini azaltma potansiyeline sahip olduğunu gösterse de, bu bulguların diğer bitki proteinleri veya ekmek veya makarna gibi karbonhidratlı yiyecekler için geçerli olmayabileceğini bildirmişlerdir. Ek olarak, denatüre (ve doğal) protein ilavesinin nişasta sindirilebilirliği üzerindeki küçük etkisinin, nişasta ve protein arasındaki zayıf etkileşime bağlı olabileceği ve bu jelatinleşmeyi, glikoz salınımını önemli ölçüde azaltmak için yeterince sınırlandıracak kadar güçlü olmayabileceği bildirilmiştir.

Jansen-Alves ve ark. (2019), bezelye proteini ile üretilen propolis mikropartiküllerinin antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerinin karakterizasyonunu incelemişlerdir. Antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteler sağlayan, yüksek oranda biyoaktif bileşik içeriğine sahip olan propolisin gıdalarda kullanımı, bu bileşiklerin işleme koşullarına duyarlılığı ile sınırlı olduğu ve ayrıca tat ve kokuları da yoğun olduğu için; mikro kapsüllemenin, biyoaktif bileşikleri koruyabileceğini ve duyusal özellikleri maskeleyerek yiyeceklerde propolisin uygulanmasını kolaylaştırabileceğini bildirmişlerdir. Taşıyıcı olarak farklı konsantrasyonlarda propolis özü (PE) ve bezelye proteini (CPP) kullanılarak spreyle kurutmuş ve mikropartiküller üretmişlerdir. Daha sonra, mikropartiküllerin antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteleri değerlendirerek, en iyi PE konsantrasyonu %5 (ağırlık/hacim) ve CPP, %2 (ağırlık/hacim) olduğunu ve en yüksek kapsülleme verimini sunmasına rağmen, tüm mikropartiküllerin, PE'den daha düşük antioksidan aktivite sergilediklerini belirtmişlerdir. Daha yüksek CPP konsantrasyonlarının kullanılması, atomizasyon işlemi sırasında fenolik bileşiklerin kaybına neden olmuş olabileceğini; PE'nin, Gram pozitif ve Gram negatif bakterilere karşı antimikrobiyal aktivite gösterdiğini savunmuşlardır. %2 bezelye proteini ve %5 propolis ekstresi içeren mikropartiküller, en iyi kapsülleme etkinliğinin yanı sıra daha yüksek verim göstermiştir.

2.2. Dondurma Hakkında Genel Bilgiler

2005 yılında yürürlüğe giren Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği Dondurma Tebliği'nde dondurma; **"**Dondurma karışımının (içerisinde tat ve çeşidine göre, süt ve/veya süt ürünlerini, içme suyu, şeker ve izin verilen katkı maddelerini bulunduran, istenildiğinde salep, yumurta ve/veya yumurta ürünleri, aroma maddeleri ve çeşni maddeleri gibi bileşenleri içeren, henüz dondurulmamış haldeki karışım ürününü) pastörizasyon sonrası, tekniğine uygun olarak işlenmesi ve dondurulması ile elde edilen, yumuşak halde ya da sertleştirildikten sonra tüketime sunulan ürün**"** şeklinde tanımlanmaktadır (Anonim, 2017).

İlk dondurmanın üretimi ile modern anlamda ilk dondurmanın üretimi hakkında çeşitli bilgiler bulunmaktadır. İlk defa Çinliler tarafından yapılan, çeşitli meyvelerle zenginleştirilmiş ve modern anlamda dondurma sayılabilecek "dondurulmuş şerbet"; daha sonra Arabistan, İran ve oradan Anadolu'ya geçtiği; 12. yüzyılın sonlarına doğru ise Marco Polo'nun Çin'e gerçekleştirdiği seyahat esnasında bu ürünün Venedik'e götürülerek buradan da Avrupa'ya (Almanya, Fransa, İngiltere vs.) yayılmış olabileceği tahmin edilmektedir (Akın, 2009). Bazı araştırmacılar, İtalya' da süt ve balın karıştırıldıktan sonra dondurulduğu bilgisini içeren 1560 tarihli bir belgeden bahsetmektedir (Tekinşen ve Tekinşen, 2008).

Dondurmanın Türklerdeki gelişimi tetkik edildiğinde, Osmanlı mutfak kültüründe yer alan sütlü tatlılarda ve dondurmada Balkanlar'dan gelenlerin etkileri olduğu tahmin edilmektedir. Dondurmanın insanlar tarafından tüketilmeye başlamasından çok daha önce keşfedilen şekerin 19. yüzyıl başlarında, şeker pancarından elde edilmesi ile birlikte maliyetinin azalmasıyla, dondurma üretimi hızla yayılma göstermiş, 1900'ün başlarında ilk defa Kahramanmaraş ve İstanbul'da dondurma üretimi yapılmaya başlanmıştır (Anonim, 2018). Mevlevi dedesi olan Ali Eşref Dede'ye ait 1856 tarihli yazma eser Osmanlı'da dondurma yapımı ile ilgili ilk eserdir. Eser üç çeşit dondurma tarifi içermekte ve dondurma hakkında bilgiler "Süt Dondurması" başlığı altında verilmektedir (Akın, 2009). 1920 yılının ilk yarısından sonra Halep'ten gelerek Kahramanmaraş'a yerleşen Hacı Mehmet adında bir kişi

tarafından ilk defa "salepli dondurma" nın yapıldığı, bundan 4-5 yıl sonra ise Kel Ali (Kıyak) (1912- 2006) olarak tanınan şahsın salepli dondurmaya özlü düzgün bir yapı vermek için dondurmayı dövme demir kaşık yardımıyla karıştırarak Kahramanmaraş'ın ünlü dövme dondurmasının temelini attığı bildirilmiştir (Anonim, 2018). Türkiye'de gerçekleşen ilk modern dondurma üretiminin 1957'de açılan Atatürk Orman Çiftliği Pastörize Süt ve Mamulleri Fabrikası tarafından yapıldığı, daha sonraki zamanlarda ise dondurma pazarının yerli ve yabancı markalarla ilerleme gösterdiği bilinmektedir (Tekinşen ve Tekinşen, 2008).

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde, dondurmaya ait hem yapısal ve duyusal özellikleri geliştirmek hem de besleyici değerini ve insan sağlığı üzerine ilgili olumlu özelliklerini arttırmak için stabilizör, meyve şurupları, emülgatör ve şeker ilavesiyle elde edilen fermente süt ürünlerinden çeşitli dondurmalar elde etmeye yönelik çalışmalar yürütülmektedir (Demir, 2001).

Türk Gıda Kodeksi Dondurma Tebliği'ndeki (Taslak/2017) verilere göre dondurmalar bileşiminin içerdiği kurumadde ve yağ oranları göz önüne alındığında Çizelge 2.4'de verildiği gibi sınıflandırılmaktadır (Anonim, 2017).

Dondurma bileşimi farklılık göstermekle birlikte iyi kalitede bir dondurmanın ortalama olarak %12 yağ, %11 yağsız süt kurumadde, %15 şeker, %0.3 stabilizatör ve emülgatör ve %38 toplam kurumadde içermesi gerektiği bildirilmektedir (Şimşek ve ark, 2006). Bileşimine bağlı olarak dondurmanın besin ve enerji değerleri farklılık göstermektedir. Hammaddesi esas olarak süt olmakla beraber dondurma, süt bileşenlerinin birçoğunu farklı oranlarda içermektedir. Dondurma bileşiminde A, D, E, K, B_2, B_6, B_{12} ve C gibi çok çeşitli vitaminler ve yeterli sayılabilecek düzeyde Ca, P, Mg, Na, K, I, Mn ve Zn gibi bazı mineral maddeler bulunmaktadır. Dondurma formülasyonuna yapılan tüm katkı ve ilaveler dondurmanın besleyici değerini arttırabilmektedir. Besleyici değerinin yanında dondurma mükemmel bir enerji kaynağıdır (Ergin, 2013). Dondurma süte göre yağı 3-4 kat, proteini 1.2-1.6 kat, karbonhidratları da 4 kat daha fazla içeren kompleks bir gıdadır. Meyveli, kuru yemişli ve sade çeşitlerinin yanı sıra fazla kalori almaktan kaçınan, kalp ve şeker

hastalarına yönelik diyetetik ve diyabetik dondurmaların da içinde olduğu 250'ye yakın çeşitte dondurma üretildiği bildirilmektedir (Tekinşen ve Tekinşen, 2008).

Çizelge 2.4 Dondurma bileşimi ve ürün özellikleri (Anonim 2017).

Ürün Grupları	Toplam Kurumadde 1 (Ağırlıkça %) (En az)	Süt Yağı (Ağırlıkça %)	Yağsız Süt Kurumaddesi(Ağırlıkça %) (En az)
Yağsız Dondurma	31	Süt Yağı <0,5	8
Az Yağlı Dondurma	31	0,5<Süt Yağı<3	8
Yarım Yağlı Dondurma	31	3<Süt Yağı<8	8
Yağlı Dondurma	36	8<Süt Yağı<12	8
Tam Yağlı Dondurma	40	Süt Yağı ≥12	8

Kısa sürede çok hızlı bir büyüme ve gelişme gösteren dondurma sektörü, tüm dünya için yeni bir kavramdır. Ambalajlı Süt ve Süt Ürünleri Sanayicileri Derneği'nin (ASÜD) yaptığı açıklamada Türkiye'de üretilen dondurmanın 2017'de 367 bin ton olduğu, takiben 2018 yılında bu üretimin 382 bin tona, tüketimin ise 369 bin tona ulaşması beklendiği bildirilmektedir. Son 10 yılda dondurma tüketimin kişi başına büyük bir artış seyrederek 1,1 litreden 4.6 litreye yükseldiği tespit edilmiştir. Ancak veriler diğer ülkelerle karşılaştırıldığında oldukça düşük kalmaktadır. ASÜD'den yapılan açıklamada dondurma sektörünün dünyadaki pazarının 70 milyar dolar olduğu ve kişi başı tüketimin yılda yaklaşık 25-26 litre ile en büyük dondurma tüketicisinin ABD olduğunu belirtilmiş ve kişi başı dondurma tüketiminde ABD'yi sırasıyla Yeni Zelanda, Avustralya, İsveç, İngiltere, Norveç, İtalya ve Finlandiya'nın takip ettiğini belirtmişlerdir. Yapılan açıklamanın devamında Avrupa Birliği (AB) ülkeleri arasında İsveç'in bir yıl içerisinde kişi başına yaklaşık 10 litre ile en yüksek kişi başına dondurma tüketim miktarına sahip olan ülke olduğu ve AB ülkelerinde yıllık kişi başına ortalama dondurma tüketim miktarının 7 litre olduğu bildirilmiştir. (Anonim, 2018). Dondurma, AB ülkelerinde ve ABD'de sağlık üzerine olumlu etkilerinden ve besleyici niteliğinden dolayı tercih edilirken, ülkemizde özellikle yaz aylarında daha çok serinletici özelliği ile ön plana çıkmaktadır. Dondurma

tüketiminin ülkemizde gelişmiş ülkelerden daha az olması, mevsimsel olarak tüketilmesinin yanı sıra alternatif oluşturabilecek Türk tatlılarının tüketimiyle de ilişkilendirilmektedir (Koyun, 2009). Ayrıca ülkemizde dondurma tüketiminin yüzde 80'ini 6-25 yaş arası nüfusun tükettiği bildirilmektedir (Sakkaoğlu, 2018).

2.2.1. Bitkisel proteinler/sütler ile üretilen dondurmalar

Günümüzde sağlıklı yaşam ile dengeli ve sağlıklı beslenme konuları önemli hale gelmiş olup, gün geçtikçe artan bilinçli tüketici grupları, gıdaların kaliteli ve güvenilir olmasının yanında ek faydalar da talep etmektedirler. Bu taleplerin temel kaynağı, sağlıklı yaşamın sürdürülebilmesinde yardımcı olan ve sağlık sorunlarını önleyici gıdaları tüketme isteğidir (Köroğlu, 2015). Ülkelerde tüketilen fonksiyonel gıda grupları incelendiğinde, en üst sırada süt ve süt ürünlerinin yer aldığı görülmekte olup buna paralel olarak süt ve süt ürünlerine fonksiyonel özellik kazandırılması yönünde yapılmış çalışmaların sayısı da artış göstermektedir. Bu ürünler içerisinde, oldukça yüksek besin değerine sahip olması ve bileşimi en kolay değiştirilebilen süt ürünlerinden biri olması sebebiyle dondurmanın önemli bir yeri bulunmaktadır (Türkmen, 2019).

Birbirinden farklı bileşenler kullanılarak dondurmayı fonksiyonel hale getirmek mümkündür. Sık kullanılan yöntemler dikkate alındığında, fonksiyonel dondurma çeşitleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

1. Probiyotik, prebiyotik ve sinbiyotik dondurma
2. Diyet liflerce zenginleştirilmiş dondurma
3. Omega-3 yağ asitlerince zenginleştirilmiş dondurma
4. Antioksidan kapasitesi artırılmış dondurma
5. Peyniraltı suyu ile dondurma
6. Yağ ve/veya şeker içeriği azaltılmış dondurma
7. Mineral maddeler açısından zenginleştirilmiş dondurma
8. Diğer yöntemlerle fonksiyonel hale getirilmiş dondurmalar

Prindiville ve ark. (2000), ürettikleri yağsız ve kakao yağı ile peynir altı suyu proteini kullanılarak ürettikleri az yağlı çikolatalı dondurma örneklerinin fiziksel, kimyasal ve duyusal özelliklerini araştırmışlardır. Kakao yağı içeren dondurma örneklerinin daha buzlu ve zamanla daha az kremsi yapıda olduğunu bildirmişlerdir. Tüketilebilirlik açısından süt yağı içinde kakao yağının dengeli bir çikolata ve kremimsi tat elde edilebileceğini göstermişlerdir.

Lomolino ve ark. (2002) süt proteini ve stabilizör kullanarak ürettikleri geleneksel dondurma üretimine uygun 3 tip dondurma ile birlikte inülin ve patates proteini içeren 2 vegan tip dondurma formülasyonu oluşturmuş, ürettikleri 5 farklı dondurmanın buz kristali yapısı ile erime özelliklerini incelemişlerdir. Stabilizör varlığında süt proteinlerinin daha yüksek hacim artışı ve daha küçük buz kristalleri oluştuğunu bildirmişlerdir. Patates proteinleri ilave edilen dondurma örneklerinin ise termal strese karşı daha dayanıklı olduğunu ve çalışmanın dondurmanın genel kalite, erime özellikleri ve kararlılığı açısından farklı formülasyonlar oluşturulabileceğini tespit etmişlerdir.

Friedeck ve ark. (2003) soya proteini ilavesinin az yağlı süt bazlı dondurmanın dokusu ve lezzeti üzerine etkilerini incelemişlerdir. %0, %2 ve %4 soya proteini izolatı (SPI) ile formüle edilen az yağlı dondurma karışımlarında SPI ile güçlendirilmiş karışımın, kontrol örneğine göre aldehit, lakton ve bazı ısı sonucu oluşan bileşen yoğunluklarının daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Duyusal analizde eğitimli dokuz paneliste (2 erkek 7 kadın) ve 18 ile 65 yaş arasında tüketicilere (43 erkek/58 kadın) yer vererek, soya proteini ile üretilen dondurmaların klasik dondurma ile benzer doku ve lezzette olduğunu ayrıca soya proteini ile güçlendirilmiş az yağlı sütlü dondurmanın tüketiciler tarafından yüksek ilgi gördüğünü belirtmişlerdir.

Dervişoğlu ve ark. (2005) sağlık üzerine olumlu etkileri bulunan bileşenleri içeren yağsız soya ununun, çilek aromalı dondurmaların fiziksel, kimyasal ve duyusal özelliklerine etkisini araştırmışlardır. Bu çalışmanın sonucunda soya ununun dondurmalarda azot, pH ve b* renk değerini arttırdığını, titrasyon asitliği, hacim artışı,

L^* ve a^* renk değerlerini ise azalttığını ifade etmişlerdir. Ayrıca dondurmada yağsız soya unu ilavesi arttıkça, dondurmaların viskozite değerlerinin azaldığı bildirilmiştir.

Akesowan ve ark. (2009), farklı oranlarda soya protein izolatı ve süt tozu ilave edilerek üretilen dondurma örneklerinin fiziksel ve duyusal özelliklerini incelemişlerdir. Soya protein izolatı artışına bağlı olarak dondurma örneklerinde viskozite ve sertliğin artış gösterdiğini, ayrıca kontrol örneğine kıyasla daha koyu renk elde edildiğini bildirmişlerdir. Soya protein izolatı oranındaki azalmaya bağlı olarak erime özelliklerinin azaldığını ifade etmişlerdir. Yapılan duyusal analizlerde soya protein izolatının pürüzsülük değerlerini azalttığı buna karşılık sakızımsılık değerini arttırdığı sonucuna varmışlardır.

Sutar ve ark. (2009), yedi farklı çeşit soya fasulyesi ile ürettikleri dondurmaların özelliklerini incelemişlerdir. Karbonhidrat içeriğinin çeşitler arasında %14.83 ile %20.26; pH'ın 6.71 ile 8.36 değerler aralığında değiştiğini bildirmişlerdir. Soya bazlı dondurma örneklerinin düz bir dokuya sahip olduğunu ve yüksek erime direnci gösterdiklerini; ayrıca örneklerde hafif kireçli ve/veya hafif fasulye tadı oluştuğunu belirtmişlerdir. Bu şekilde geliştirilen bir ürünün fasulye tadı oluşturmasına karşın tekstürel ve kompozisyon özellikleri süt bazlı dondurmaya benzer özellik gösterdiğini ve soya dondurmasının organik bir ürün olarak değerlendirilebileceğini saptamışlardır.

Graças Pereira ve ark. (2011), yağsız süt tozu ve soya ekstraktının dondurmanın kalitesi üzerine etkisini incelemişlerdir. Artan soya ekstraktına bağlı olarak hacim artışının azaldığını, sertlik değerinin ise arttığını bildirmişlerdir. Oluşturdukları formülasyonda soya ekstraktı içeren dondurmaların daha fazla erime direnci ve daha fazla miktarda küçük buz kristali elde edildiğini, %20 oranında soya ekstraktı ikamesinin dondurmanın duyusal özelliklerinde kabul edilebilir bir seviye olduğunu tespit etmişlerdir.

Santana ve ark. (2011), yeşil hindistan cevizi küspesinin çikolatalı dondurmadaki kullanım olanağını araştırmışlardır. Çalışmalarında taze küspe (FP),

dondurularak kurutulmuş posa (FD) ve yağsız dondurularak kurutulmuş posanın (DFD) dondurmanın fonksiyonel özellikleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Yeşil hindistan cevizi küspesinin; yağ, süt, emülgatör ve stabilizörün yerini alabildiğini ve duyusal panelistlerin %93'ü tarafından onaylanarak gerçek ürüne çok benzer bir sonuç verdiğini bulmuşlardır. Dondurma üretimi için kullanılan yeşil hindistan cevizi küspesinin düşük pH değerlerinde bile köpük oluşturma ve emülsiyonlaştırma kapasitelerine sahip olduğunu göstermişlerdir. Bununla birlikte, Hindistan cevizi küspesinin bileşimi, proteinler, lipitler ve karbonhidratlar, gerçek bir dondurmanın özelliklerine sahip bir ürünün üretilmesini mümkün kıldığını ayrıca dondurularak kurutulmuş bu küspenin, lipitli ve lipitsiz formülasyonları karşılaştırmaya izin verdiğini ancak neredeyse tatsız ve kokusuz olan ve farklı tatlara sahip dondurma benzeri ürünleri formüle ederek üretmek için uygun olanın ise taze küspe olduğunu bildirmişlerdir.

Igutti ve ark. (2011), dondurmanın nihai formülasyonunu oluşturan süt, yağ, stabilizör ve emülgatör yerine; yeşil hindistan cevizi küspesi, kakao tozu, sükroz, su, karagenan, guar ve hidrojene bitkisel yağ içeren dondurma üretimi gerçekleştirmişlerdir. Laktoz içermeyen ve az yağlı bir ürün olan yeşil hindistan cevizinin, laktoz veya süt proteinleri içeren ürünleri tüketemeyen insanlara yönelik iyi bir alternatif oluşturabileceğini ayrıca yeşil hindistan cevizi küspesindeki proteinlerin ve karbonhidratların, emülsifiye edici ve dengeleyici özelliklerinin; kolesterol ve laktoz içermeyen, az yağlı dondurma üretimine önemli olumlu katkılar yapacağını bildirmişlerdir.

Ahanian ve ark. (2014), ürettikleri susamlı dondurmalarda yağsız süt yerine soya sütü kullanım olanaklarını araştırmış, dondurmalarda fiziksel, kimyasal ve duyusal değerleri incelemişlerdir. Soya sütünün ikame olarak kullanılmasının artan oranına bağlı olarak toplam kurumadde, protein, pH, yağ, hacim artışı ve viskoziteyi arttırmasına rağmen asitlik ve yağsız katı madde miktarını azalttığını belirlemişlerdir. Ayrıca %50 oranına kadar soya sütü ilavesinin dondurmanın lezzet, doku, renk ve genel kabul edilebilirliğini istatistiksel açıdan önemli derecede etkilemediğini ifade etmişlerdir.

Sun ve ark. (2015), soya protein izolatı ve selüloz nanofier kullanarak ürettikleri dondurmalarda reoloik ve duusal özellikleri değerlendirmişlerdir. Toplam katı madd miktarını %8'e sabitledikleri dondurma örneklerinde daha yüksek selüloz nanofiber- soya protein izolatı kompleksine bağlı olarak daha yüksek viskozite değeri elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Rrieskorn ve ark. (2016), Amerika Birleşik Devletleri'nde kardiyovasküler hastalık oranının arttığını ve diyette doymuş yağın azalmasının yanı sıra artan diyet lifi miktarının bu hastalıkla mücadeleye yardımcı olabileceğini tespit etmişlerdir. İki örnekli üreterek, çalışmalarını 18 yaş ve/veya daha üstü katılımcılar gönüllü olarak değerlendirmişlerdir. Dondurma üretiminde birinci örneklerinde krem şanti yerine hindistan cevizi sütü kullanmış fakat her iki örneğe de yağ içeriğini azaltarak besinsel değeri arttırmak için pancar küspesi ilave etmişlerdir. Değerlendirmelerin sonucuna göre ahududu/pancar dondurması örneğinin, hindistan cevizi sütü ilaveli dondurma örneğine göre daha az yağlı, daha az asidik, daha az viskoz ve daha az sert olduğunu ifade ederek, düşük yağlı ahududu/pancar dondurmasının sürdürülebilir sağlık için iyi bir alternatif olabileceğini belirtmişlerdir.

Matias ve ark. (2016), peynir altı suyu protein izolatı (WPI) yerine soya sütü içeren sinbiyotik dondurma üretimi gerçekleştirmişlerdir. Çalışmalarında elmalı dondurma üretimi için laktoz içeriği azaltılmış bir ortamda probiyotik mikroorganizmaların canlılığını korumayı hedefleyerek, *Lactobacillus acidophilus* La-5 ve *Bifidobacterium animalis lactis subsp.* BB-12'nin gastrointestinal (GI) koşullara karşı canlılığını ve direncini incelemişlerdir. pH artışının soya proteinlerinin varlığı ile açıklanabileceğini ve *L. acidophilus* LA-5 ile *Bifidobacterium* BB-12'nin depolamaya uygunluğunun her periyot için 7.5 log CFU / g'nin üzerinde olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca soya sütü ve / veya WPI + inülin içeren dondurmaların laktoz intoleransı veya laktoz duyarlılığı geniş derecelerde değişen bireyler için sinbiyotik bir ürün yelpazesi oluşturabileceğini bildirmişlerdir.

Aboulfazli ve ark. (2016), inek sütüne alternatif olarak bitkisel süt (soya ve hindistan cevizi sütü) içeren dondurma üretmiş ve bu dondurmalara *Lactobacillus acidophilus* (LA-5) veya *Bifidobacterium bifidum* (BB-12) aşılamışlardır. pH değerinin bitkisel sütten yapılan dondurma örneklerinde inek sütünden yapılanlara göre daha hızlı düştüğünü ve inek sütünün (LA-5 1.09 $\log_{10}$ cfu/g) soya veya hindistancevizi sütü (LA-5 1.29 $\log_{10}$ cfu/g) ile değiştirilmesinin probiyotik miktarını arttırdığını bildirmişlerdir ($p < 0.05$). Hem soya hem de hindistan cevizi sütü dondurmalarının, daha zengin bir amino asit ve BB-12 ve LA-5'in gelişimi için inek sütü dondurmasından daha fazla şeker içeriğine (özellikle laktoz ve sükroz) sahip olması nedeniyle yeni bir fonksiyonel gıda üretimi sağlayabileceğini tespit etmişlerdir.

Liu ve ark. (2018), soya proteini ve ksantan sakızını kombine ederek dondurma üretimi gerçekleştirmişlerdir. Dondurma örneklerinde soya proteinine bağlı olarak çözünürlük, yağ tutma kapasitesi ve köpükleme kapasitesinde artış olduğunu belirtmişlerdir. Soya proteini/ksantan sakızı kombinasyonunun dondurmanın sıkılığını arttırdığını ve uygun şekilde yapılanmasını sağladığını ifade etmişlerdir.

Goral ve ark. (2018), dondurma üretimi için stabilizör olarak seçilen inülin ile keçiboynuzu sakızının dondurma sürecindeki etkilerini; ayrıca seçilen hindistan cevizi sütünün dondurmanın fizikokimyasal özellikleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Stabilizörün artan miktarının dondurmanın kriyoskopik sıcaklığında düşüşe neden olduğunu ayrıca kurumadde, kül, su ve karbonhidrat miktarını çok az etkilediğini bununla birlikte yüksek miktarda protein içeriğine sahip olan hindistan cevizi sütünün ise yüksek yağ içeriğine sahip dondurma ürettiğini bildirmişlerdir. hindistan cevizi sütü ile üretilen dondurma ile hayvansal ürün kullanılmadan, geleneksel dondurma üretimine benzer bir üretim gerçekleştirilebileceğini göstermişlerdir.

Sivasankari ve ark. (2019), protein konsantrelerinin ekstraksiyonu için en ucuz kaynaklardan biri olan bakliyatlardan nohut ve bezelye proteinlerini konsantre etmişler ve %5 ve 10'luk konsantrasyonlarda dondurma formülasyonlarına ilave

ederek dondurma üretmişlerdir. %5 oranındaki protein konsantresi ilavesinin dondurmaların duyusal özelliklerini iyileştirdiğini, buna karşılık %10 oranındaki protein konsantresi ilavesinin dondurmaların duyusal özelliklerini olumsuz yönde etkilediğini belirlemişlerdir. Araştırmacılar ayrıca, bakliyat proteini ile zenginleştirilmiş dondurmaların protein miktarının (11.76 g/100g), kontrol örneğinin içerdiği protein miktarından (4.90 g/100g) daha yüksek olduğunu göstermişlerdir.

Badıllı (2020), dondurma üretiminde süt tozu yerine nohut unu ilavesinin kullanım olanaklarını araştırdığı çalışmada, farklı oranlarda nohut unu ilavesinin ve depolama süresinin, dondurmaların fiziksel, kimyasal, tekstürel ve duyusal özellikleri üzrine etkilerini incelemiştir. Nohut unu ilavesine bağlı olarak viskozite değerinin, ilk damlama ve tamamen erime sürelerinin kontrol örneğine kıyasla daha yüksek olduğunu ancak protein oranı üzerine etkisinin önemsiz olduğunu bildirmiştir. Nohut unu ilavesinin dondurmanın yapısını depolama süresince iyileştirdiğini ve geliştirdiğini ifade etmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Dondurma üretiminde materyal olarak süt tozu (Pınar Süt A.Ş., İzmir), krema (%35 yağlı) (Pınar Süt A.Ş., İzmir), ticari toz şeker, vanilin, Guar gum (E 412), Keçiboynuzu Gamı (E 410), Sodium alginat (E 401), Karragenan (E 407) karışımından oluşan stabilizatör (Tito); lesitin (Koza Gıda, Emülsifying Paste) bitkisel yağ (Vita) ve bezelye protein izolatı (Alfasol A.Ş., Türkiye) kullanılmıştır. Kullanılan bezelye protein izolatının firma tarafından beyan edilen bileşimi %85 protein, %0 karbonhidrat, %7 Lif ve %5 yağ, süt tozunun bileşimi ise %36 protein, %52 karbonhidrat ve %1.25 yağ'dır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Dondurma üretimi

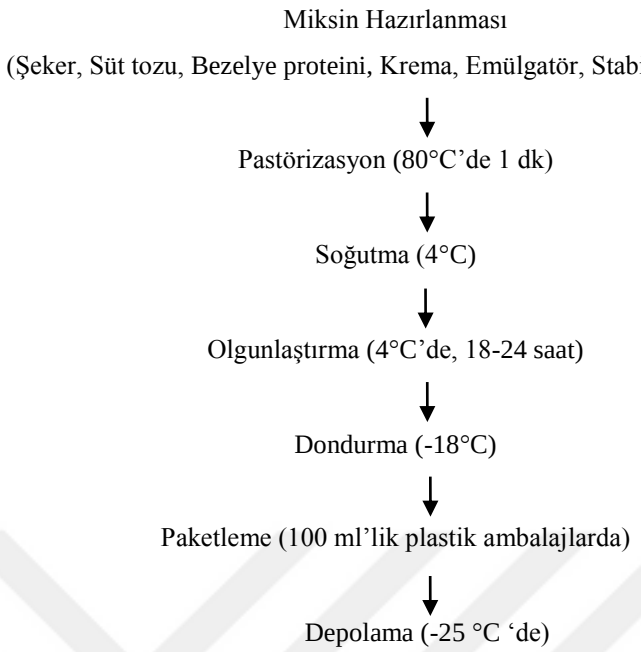
Yapılan ön denemelerde duyusal olarak kabul edilebilecek bezelye protein izolatı ilavesinin üst sınırının %25 olduğu belirlenmiş ve dondurmalar %0 (kontrol), %6, %12 ve %25 oranlarında bezelye protein izolatı içerecek şekilde formüle edilmiştir. Pozitif kontrol olarak da %100 bezelye protein izolatı içeren bir dondurma üretilmiştir. Ayrıca, vegan beslenme biçimine uygun olarak %100 bezelye protein izolatı ve tamamen bitkisel yağ kullanılarak bir dondurma daha olmak üzere toplam 6 örnek hazırlanmıştır.

Dondurma miksleri yağsız kurumadde içeriği %11, yağ içeriği %4, şeker içeriği %18, stabilizör içeriği %0.8, emülgatör içeriği %0.2 olacak şekilde formüle edilmiştir (Miks formülasyonu Çizelge 3.1'de verilmiştir).

Çizelge 3.1. Miks Formülasyonu

Dondurma	Yağsız Kurumadde (%11)		Şeker (%)	Krema (%)	Bitkisel Yağ (%)	Emülgatör (%)	Stabilizatör (%)	Vanilin (%)
	Süt Tozu (%)	Bezelye Potein İzolatı (%)						
A	100	0	18	4	0	0.2	0.8	0.2
B	94	6	18	4	0	0.2	0.8	0.2
C	88	12	18	4	0	0.2	0.8	0.2
D	75	25	18	4	0	0.2	0.8	0.2
E	0	100	18	4	0	0.2	0.8	0.2
F	0	100	18	0	4	0.2	0.8	0.2

Dondurma miksleri Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Süt ve Ürünleri Araştırma Laboratuvarında hazırlanmıştır. Dondurma üretimi için bir gün önce hazırlanan miksler 80°C'de 1dk süreyle ısıl işleme tabi tutulduktan sonra elektrikli karıştırıcı yardımıyla homojenize edilmiş, sonrasında 4°C'ye soğutulmuş ve bu sıcaklık derecesinde 18-24 saat süreyle olgunlaştırılmıştır. Olgunlaşan miksler daha sonra batch tipi dondurma makinesinde dondurularak 100 ml.lik plastik amalajlarda paketlenmiştir. Paketlenen dondurmalar -25°C'de 60 gün süreyle depolanmıştır. Depolamanın 1., 30. ve 60. günlerinde dondurmaların fiziksel, kimyasal, tekstürel ve duyusal analizleri gerçekleştirilmiştir. Çalışma iki tekrarlı, analizler paralel olarak yapılmıştır. Dondurma örneklerinin üretim akış şeması Şekil 3.1.' de verilmiştir.



Şekil 3. 1. Dondurma Üretimi Akış Şeması

* A: %100 Süt Tozu (kontrol), B: %6 Bezelye protein izolatı ilave edilmiş miks, C: %12 Bezelye protein izolatı ilave edilmiş miks, D: %25 Bezelye protein izolatı ilave edilmiş miks, D: %100 Bezelye protein izolatı ilave edilmiş miks, F: %100 Bezelye protein izolatı ve bitkisel yağ ilave edilmiş miks

3.2.2. Analitik yöntemler

3.2.2.1. pH tayini

Miks ve dondurmalarda pH değeri ölçülmek üzere ino Lab WTW (Weilheim, Germany) marka pH metre kullanılmıştır (Oysun, 1996).

3.2.2.2. Titrasyon asitliği

Miks ve dondurmalarda asitlik tayini alkali titrasyon yöntemi ile tespit edilmiş ve sonuçlar % laktik asit cinsinden belirtilmiştir (IDF, 1982).

3.2.2.3. Kurumadde tayini

Miks ve dondurmalarda belirlenen kurumadde oranı gravimetrik yöntem kullanılarak tespit edilmiş ve sonuçlar % olarak ifade edilmiştir (IDF, 1982).

3.2.2.4. Yağ tayini

Yağ oranı 0.8 taksimatlı süt bütirometresi ile gerber yöntemine göre belirlenmiş ve % olarak ifade edilmiştir (Metin, 2016).

3.2.2.5. Protein tayini

Azot miktarı (%) mikrokjeldahl yöntemiyle bulunmuştur. Bulunan değer aşağıdaki formülde yerine konularak (3.1) % protein hesaplanmıştır (Bradley ve ark., 1993).

$$\% \text{ Protein} = [[0{,}14 \times (V1-V2)] / m] \times 6.38 \quad (3.1)$$

V1 = Titrasyonda harcanan HCl çözeltisinin hacmi (ml)
V2 = Şahit deneyde titrasyonda harcanan HCl çözeltisinin hacmi (ml)
m = Alınan örneğin ağırlığı (g)

3.2.2.6. Viskozite tayini

Dondurma örneklerinde viskozite ölçümleri, bir Brookfield viskozimetre (Model DV-1+; Brookfield Engineering Labortories, Inc., MA) ile 4°C`de gerçekleştirilmiştir. Viskozimetre, 2.5 rpm (5 numaralı spindel)'de çalıştırılmış ve her ölçüm beş paralel olarak 10 s sonunda okunan değerler alınmış ve sonuçlar cP olarak kaydedilmiştir (Dervişoğlu ve ark., 2005).

3.2.2.7. Hacim artışı tayini

Dondurmalarda hacim artışı analizi, 100 ml'lık miks ve dondurmalar kullanılarak yapılmış ve aşağıda belirtilen formülle (3.2) hesaplanmıştır (Jimenez-Florez ve ark., 1993).

Hacim artısı (%) = [(dondurma hacmi-miks hacmi) / miks hacmi] x 100 (3.2)

3.2.2.8. Renk ölçümü

Dondurma örneklerinde renk ölçümü Renk-Hunter cihazı (Hunterlab EZMQC) kullanılarak yapılmıştır. Uygulanan sisteme göre L değeri 0-100 arasındadır ve aydınlık ile karanlık değerini verir. 0 siyah olarak 100 beyaz olarak değerlendirilir. Yine a'nın pozitif (+) değerleri kırmızılığı belirtirken, negatif (-) değerleri yeşilliği; b'nin pozitif (+) değerleri sarılığı, negatif (-) değerleri de maviliği göstermektedir (Çelik ve ark. 2009).

3.2.2.9. İlk damlama ve tamamen erime süreleri

Dondurma örneklerinde erime testi, Abd El-Rahman ve ark. 'dan (1997) modifiye edilmiştir. -24ºC'de 5 gün bekletilen 80 g'lık, dondurması örnekleri, 2.5 mm gözenekli metal tel elek üzerine bırakılmış ve 24±2 ºC sıcaklıktaki bir kabinde erimeye bırakılan dondurmalardan ilk damlalarının düştüğü ve tamamen eridikleri süreler tespit edilmiştir.

3.2.2.10. Erime oranları

Dondurma örneklerinde erime oranını belirlemek amacıyla Cottrell (1979) tarafından bildirilen yöntem kullanılmıştır. Dondurmalar içerisinde bulundukları plastik kaptan alınarak ağırlıkları belirlenmiş (25 g) ve üzerinde 2.5 mm boyutunda gözenekli tel süzgeç bulunan beherler üzerine yerleştirilmiştir. Beherlerin altına eriyen kısımlar birikmiş ve ardından 15, 30, 45, 60, 75, 90 ve 105. dakikalardaki beherde toplanan eriyen kısımların ağırlığı ölçülmüştür. Sonuçlar aşağıda belirtilen formül ile hesaplanmış (3.3) ve % olarak ifade edilmiştir:

Erime Oranı (%) = (Eriyen Kısmın Ağırlığı/Dondurmanın Ağırlığı) x 100 (3.3)

3.2.2.11. Duyusal analizler

Dondurma örneklerinde duyusal değerlendirmeler Aime ve ark. (2001) tarafından önerilen yönteme göre 7 panelistin katılımı ile gerçekleştirilmiştir.

3.2.2.12. İstatistiksel analizler

İki tekerrürlü olarak gerçekleştirilen denemede örneklerin fiziksel, kimyasal ve duyusal sonuçları SPSS 9.0 paket programı kullanılarak "Basit faktöriyel deneme deseni" ne (6x3x2) (Dondurma çeşidi x Depolama süresi x Tekerrür) göre istatistiksel analize tabi tutulmuştur. Örnekler arasında farklılık olup olmadığını saptamak için varyans analizi yapılıp, bu analizde önemli olanlar TUKEY testine tabi tutulmuştur (Bek ve Efe, 1995). Duyusal analizlerin değerlendirmelerinde Kruskal Wallis sıra puanları kullanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Dondurmaların Kimyasal Özellikleri

Dondurmaların kimyasal özelliklerine ait ortalama değerler, standart sapmalarıyla birlikte Çizelge 4. 1' de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Dondurmaların Kimyasal Özelliklerine Ait Bazı Değerler (n=2)**

Örnek	pH	Titrasyon Asitliği (% L.A)	Kurumadde (%)	Protein (%)	Yağ (%)
A	6.57 ± 0.010^{a}	0.24 ± 0.010^{c}	35.58 ± 0.07^{a}	3.99 ± 0.03^{a}	4.13 ± 0.030^{a}
B	6.57 ± 0.020^{a}	0.24 ± 0.015^{bc}	35.07 ± 0.075^{a}	4.29 ± 0.06^{b}	4.13 ± 0.025^{a}
C	6.65 ± 0.020^{a}	0.21 ± 0.005^{abc}	35.39 ± 0.055^{a}	4.58 ± 0.04^{c}	4.18 ± 0.025^{a}
D	6.69 ± 0.000^{a}	0.20 ± 0.005^{a}	35.22 ± 0.035^{a}	5.04 ± 0.13^{d}	4.13 ± 0.025^{a}
E	6.94 ± 0.095^{b1}	0.20 ± 0.010^{ab1}	35.25 ± 0.015^{a1}	9.61 ± 0.04^{e1}	4.18 ± 0.025^{a1}
F	7.00 ± 0.045^{b1}	0.19 ± 0.010^{a1}	35.29 ± 0.015^{a1}	9.53 ± 0.09^{e1}	4.18 ± 0.025^{a1}

**A: Kontrol, B: %6, C: %12, D: %25; E: %100 bezelye protein izolatı içeren dondurmalar; F: %100 bezelye protein izolatı ve bitkisel yağ içeren dondurma
** Farklı harfle gösterilen değerler bezelye protein oranına göre, farklı rakamla gösterilen değerler yağ tipine göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (α: 0.05)

4.1.1. Dondurmaların pH ve titrasyon asitliği değerleri

Dondurmaların pH değerleri 6.57 ile 7.0 arasında değişmiştir. Dondurmalardaki bezelye protein izolatı oranı artıkça dondurmaların pH değerlerinin de arttığı görülmüştür. Tamamen bezelye proteini ile üretilen dondurmaların pH değerleri kontrol örneğine göre daha yüksek bulunmuş ve bu örneklerin istatistiksel olarak da farklı grupta yer aldığı belirlenmiştir ($p<0.05$). Bu sonucun bezelyenin pH'sı ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Kurutulmuş bezelyenin pH değerinin 6.48-6.80 arasında olduğu bildirilmektedir (Anonim, 2020).

Dervişoğlu ve ark. (2005) soya sütü oranı arttıkça, Graças-Pereira ve ark. (2011); Ahanian ve ark. (2014) soya proteini arttıkça; Sivasankari ve ark. (2019)

nohut ve bezelye proteini arttıkça dondurmaların pH değerlerinin yükseldiğini bildirmişlerdir.

Bezelye protein izolatı ilavesi dondurmaların titrasyon asitliğini de önemli düzeyde etkilemiştir ($p<0.05$). En düşük titrasyon asitliği değerine tamamen bezelye protein izolatı ile üretilen dondurmalar sahip olurken, en yüksek titrasyon asitliği değerine kontrol (tamamen süt tozu ile üretilen) örneği sahip olmuştur. Bu sonuç da bezelyenin pH değeri ile ilişkilendirilebilir. Graças-Pereira ve ark. (2011); Ahanian ve ark. (2014) soya proteini arttıkça; Sivasankari ve ark. (2019) nohut proteini arttıkça ilave edilen bakliyat proteinlerinin pH değerlerine bağlı olarak dondurmaların titrasyon asitliklerinde bir miktar azalma olduğunu bildirmişlerdir.

Kontrol örneği (A) ile kıyaslandığında bezelyenin pH değerine bağlı olarak vegan tip dondurmanın (F örneği) pH değerinin daha yüksek, titrasyon asitliği değerinin ise daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bu sonucun kullanılan yağlardaki serbest yağ asitleri miktarı ile ilişkili olabileceği tahmin edilmektedir. Tamamen bezelye proteini ve süt yağı ile üretilen örnekle (E) karşılaştırdığımızda ise bitkisel yağ ile üretilen vegan tip dondurmanın (F) pH ve titrasyon asitliklerinin birbirlerine çok yakın olduğu tespit edilmiş ve titrasyon asitliklerine göre vegan tip dondurma (F örneği) istatistiksel olarak E örneği ile aynı grupta yer almıştır ($p>0.05$). Öztürk ve ark. (2014) bitkisel yağ ile ürettikleri mellorine tip dondurmaların pH değerlerinin 7.68 olduğunu belirlemişlerdir.

4.1.2. Dondurmaların kurumadde değerleri

Dondurmaların kurumadde içerikleri %35.07 ile %35.58 arasında değişmiştir (Çizelge 4. 1). Dondurma örneklerinin kurumadde değerleri arasında çok az farklılık bulunmuş ve bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Vegan tip dondurmanın (F) kurumadde içeriği kontrol örneğinden (A) daha düşük, tamamen bezelye protein izolatı ve süt yağı kullanılarak üretilen dondurmadan (E) çok az yüksek bulunmuştur. Dondurma örneklerinin kurumaddeleri arasındaki bu düşük orandaki farkın süt tozu ile bezelye protein izolatı arasındaki kurumadde

farklılığından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Ahanian ve ark. (2014) farklı oranlarda soya sütü ve yağsız süt karışımları ile ürettikleri dondurmalardaki soya sütü ve yağsız sütün kurumadde içeriklerine bağlı olarak ortaya çıkan çok düşük orandaki kurumadde farkının istatistiksel açıdan önemli olduğunu bildirmişlerdir.

4.1.3. Dondurmaların protein oranları

Dondurmaların protein içerikleri %3.99 ile %9.61 arasında değişmiş olup, ilave edilen bezelye protein izolatı ile örneklerin protein içerikleri arasında pozitif bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Çizelge 4.1'de görüldüğü gibi bezelye protein izolatı oranı arttıkça örneklerin protein içerikleri de artmıştır. Tamamen bezelye protein izolatı ile üretilen dondurmaların (E ve F örnekleri) protein içeriklerinin kontrol örneğinin (A) neredeyse 3 katı kadar yüksek olduğu bulunmuştur. Bu sonuç, bezelye protein izolatı ile süt tozunun protein içerikleri ile ilişkilidir. Materyal ve metot kısmında verilen süt tozu ve bezelye protein izolatının bileşimleri incelendiğinde bezelye proteinin süt tozunun neredeyse 2.5 katı kadar protein içerdiği görülmektedir. Sivasankari ve ark. (2019) da nohut ve bezele proteini oranına bağlı olarak dondurmaların protein değerlerinin kontrol örneğine göre 2.5-3 kat fazla olduğunu saptamışlardır. Bitkisel yağ kullanılarak üretilen vegan tip dondurmanın (F örneği) protein içeriği ile süt yağı kullanılarak tamamen bezelye protein izolatından üretilen dondurmaların (E örneği) protein değerleri arasında yağ tipine bağlı olarak istatistiksel manada önemli bir fark meydana gelmemiştir ($p>0.05$).

4.1.4. Dondurmaların yağ oranları

Dondurmaların yağ oranları %4.13 ile %4.18 arasında değişmiş olup bezelye protein izolatı ilavesinin örneklerin yağ içeriklerine etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Miks formülasyonunda dondurmaların yağ içerikleri %4'e standardize edilirken süt tozu ile bezelye proteinindeki yağ miktarları ve bitkisel

yağdaki yağ oranı hesaba katıldığı için örneklerin yağ içeriklerinde bir fark ortaya çıkmamıştır.

4.2. Dondurmaların Fiziksel Özellikleri

Dondurmaların fiziksel özelliklerinde depolama süresince görülen değişiklikler standart hatalarıyla birlikte Çizelge 4. 2'de verilmiştir.

4.2.1. Dondurmaların viskozite değerleri

Viskozite veya akmaya karşı gösterilen direnç, dondurma miskinin en önemli özelliklerinden biridir. Dövülebilme niteliğiyle dondurmaya verilen havanın tutulması açısından miksin belirli bir viskozite değerine sahip olması gerekmektedir (Güven ve Karaca, 2002).

Hazırlanan mikslerin viskoziteleri 4616 ile 20875 cP arasında değişmiştir (Çizelge 4. 2). Mikslere ilave edilen bezelye protein izolatı oranı arttıkça miks viskozitelerinin arttığı belirlenmiştir ($p<0.05$). Bilindiği gibi viskozite üzerinde ürünün bileşiminde yer alan emülsiyon ve kolloid fazdaki maddeler oldukça etkilidir (Dervişoğlu ve ark., 2005). Bu nedenle ürünlerdeki protein ve içeriği arttıkça viskozite değerleri de artmaktadır. Tamamen bezelye protein izolatı ile üretilen mikslerin (E ve F örnekleri) viskoziteleri kontrol örneğine göre oldukça yüksek çıkarken, bitkisel yağ kullanılarak tamamen bezelye protein izolatından üretilen miksler (F örneği) ile süt yağı kullanılarak (E örneği) tamamen bezelye protein izolatından üretilen mikslerin viskoziteleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır ($p>0.05$).

Mikslerin dondurulması sırasında donmuş su moleküllerinin bir kısmının ve havanın donmuş miks içinde tutulması nedeniyle (Goff, 2013) dondurma viskozitesinde düşüş görülmektedir.

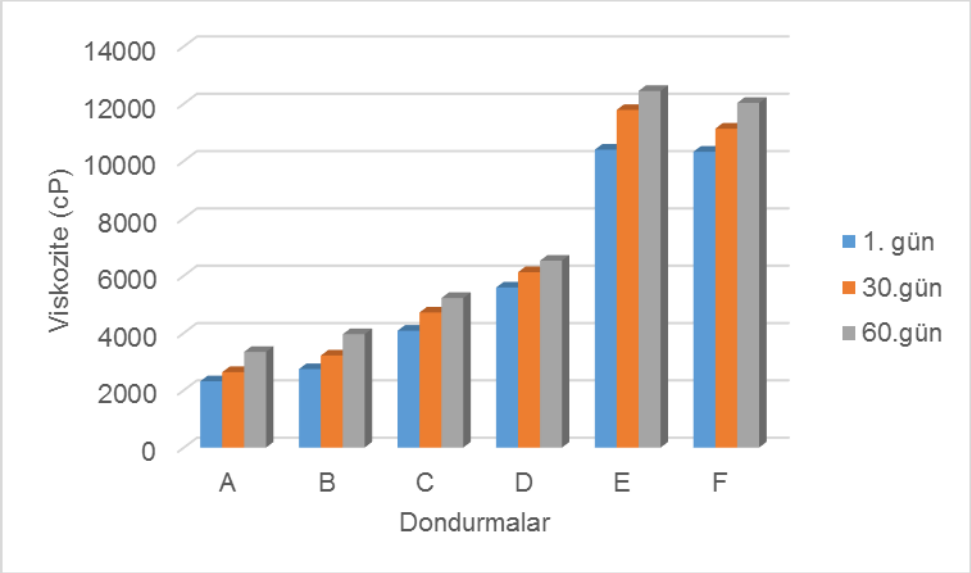
Dondurmaların viskozite değerlerinde depolama süresince görülen değişiklikler Çizelge 4.2 ve Şekil 4. 1'de verilmiştir. Dondurmalara ilave edilen bezelye protein izolatı ile viskozite değerleri arasında pozitif bir korelasyon olduğu belirlenmiş ve dondurmaların viskozite değerleri üzerine bezelye protein izolatı ilavesinin etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur ($p<0.05$). Bu sonuç, bezeyle proteinlerinin yüksek su tutma ve suyu bağlama özelliği nedeni (Boye ve ark., 2010) ile daha kararlı bir jel matrisi oluşturmasına bağlanabilir. Bitkisel protein ilavesiyle veya protein içeriği yüksek sütlerle dondurma üretimi üzerine yapılan birçok araştırmada da dondurmaların viskozitesinde benzer bulgular elde edilmiştir (Dervişoğlu ve ark., 2005; Akesowan, 2009; Roccia ve ark., 2009; Graças-Pereira ve ark., 2011; Ahanian ve ark., 2014).

Kontrol örneği ile kıyaslandığında bitkisel yağ ile üretilen vegan tip dondurmanın (F) viskozitesinin çok yüksek olduğu ($p<0.05$), buna karşılık tamamen bezelye protein izolatı kullanılarak üretilen dondurmaların (E) viskozitesi ile arasında önemli bir fark olmadığı ($p>0.05$) belirlenmiştir. Dondurmaların yağ içerikleri aynı olduğu için viskoziteleri üzerinde etkili olan faktör protein miktarı olmuştur. E örneğinin viskozitesi F örneğine göre biraz daha yüksek olmasına rağmen aralarında yağ tipine bağlı olarak istatistiksel açıdan fark çıkmamıştır. Genel olarak akışkanlık azaldıkça ürünlerin viskozitesi artmaktadır. Bu nedenle katı yağların viskozitesi sıvı yağlara göre daha yüksektir. Ancak üretimde bitkisel katı yağ kullanıldığı için örnekler arasındaki farklılığın düşük olduğu tahmin edilmektedir. Nazaruddin ve ark. (2008) farklı tip bitkisel yağlarla ürettikleri dondurmaların viskozitelerinin 147 ile 347 cp arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Çizelge 4.2. Dondurmaların Fiziksel Özellikleri**(n=2)

Örnek	Depolama Süresi (gün)	Miks Viskozitesi (cP)	Viskozite (cP)	Hacim Artışı (%)	İlk Damlama Süresi (sn)	Tamamen Erime Süresi (sn)
A	1.	4616±159^{a}	2314±175.2^{a1}	33.15±0.32^{d2}	560±40^{b1}	3325±25^{b1}
	30	-	2634±18.4^{a1}	32.93±0.29^{d12}	1200±30^{b1}	3875±25^{b1}
	60	-	3338±93.6^{a1}	31.62±0.25^{d1}	1020±60^{b1}	3510±50^{b1}
B	1.	4939±98^{a}	2738±62.4^{a1}	32.55±0.45^{d2}	935±5^{bc1}	4175±25^{c1}
	30	-	3213±113.6^{a1}	32.14±0.27^{d12}	1275±25^{bc1}	4449±29^{c1}
	60	-	3957±120^{a1}	31.03±0.18^{d1}	1075±55^{bc1}	4255±25^{c1}
C	1.	8146±55^{b}	4079±19.8^{b1}	27.92±0.15^{c2}	970±10^{c1}	4628±27.5^{d1}
	30	-	4713±59.8^{b1}	27.22±0.32^{c12}	1245±45^{c1}	4847±7.5^{d1}
	60	-	5219±61^{b1}	26.90±0.16^{c1}	1280±20^{c1}	4735±25^{d1}
D	1.	10287±172^{c}	5586±220.4^{c1}	22.40±0.30^{b2}	1195±35^{d1}	5720±30^{e1}
	30	-	6121±132.4^{c1}	21.99±0.21^{b12}	1575±45^{d1}	6042±31.5^{e1}
	60	-	6521±251.6^{c1}	21.03±0.31^{b1}	1525±35^{d1}	5775±25^{e1}
E	1.	20875±114^{dA}	10397±68.5^{d1A}	16.79±0.26^{a2A}	-	-
	30	-	11782±93^{d1A}	16.07±0.32 ^{a12A}	-	-
	60	-	12445±66.5^{d1A}	15.88±0.17^{a1A}	-	-
F	1.	20856±99^{dA}	10322±56^{d1A}	16.06±0.35^{a2A}	-	-
	30	-	11129±95^{d1A}	15.73±0.15^{a12A}	-	-
	60	-	12027±29.5^{d1A}	15.51±0.25^{a1A}	-	-

*****A: Kontrol, B: %6, C: %12, D: %25; E: %100 bezelye protein izolatı içeren dondurmalar; F: %100 bezelye protein izolatı ve bitkisel yağ içeren dondurma
** Farklı küçük harfle gösterilen değerler bezelye protein izolatı oranına göre, farklı büyük harfle gösterilen değerler yağ tipine göre, farklı rakamla gösterilen değerler de depolama süresine göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (α: 0.05)



Şekil 4. 1. Dondurmaların viskozitesinde depolama süresi boyunca görülen değişimler

(*A: Kontrol, B: %6, C: %12, D: %25; E: %100 bezelye protein izolatı içeren dondurmalar; F: %100 bezelye protein izolatı ve bitkisel yağ içeren dondurma)

Depolama süresi boyunca dondurmaların viskozitesinde sürekli olarak artış olduğu tespit edilmiş ve bu artış istatistiksel açıdan da anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Proteinler su ile etkileşmekte ve hidrasyonları viskozitede artışa neden olmaktadır. (Michael Dennis Sharp, 2009). Ahanian ve ark. (2014), depolama sırasında soya proteinlerinin su emilimi nedeniyle karışımın hidrasyonunu artırdığını ve karışımdaki soya proteinleri arttıkça karbonhidrat ve polisakkaritler gibi diğer bileşenlerin de jelin yapısını şekillendirdiğini ve böylece dondurmaların viskozitesinde artışa neden olduğunu bildirmişlerdir. Bezelye proteinlerinin de benzer şekilde hareket ettiği ve böylece depolama süresince dondurmaların viskozitesini arttırdığı tahmin edilmektedir.

Badıllı (2020), süt tozuna ikame olarak farklı oranlarda nohut unu ilave ederek ürettiği dondurmaların kontrol dondurmalarından (yarım yağlı ve tam yağlı) daha yüksek viskozite değerlerine sahip olduğunu görmüştür. Özellikle dondurmalara

ilave edilen nohut unu oranı arttıkça viskozite değerlerinin daha da yükseldiğini bildirmiştir.

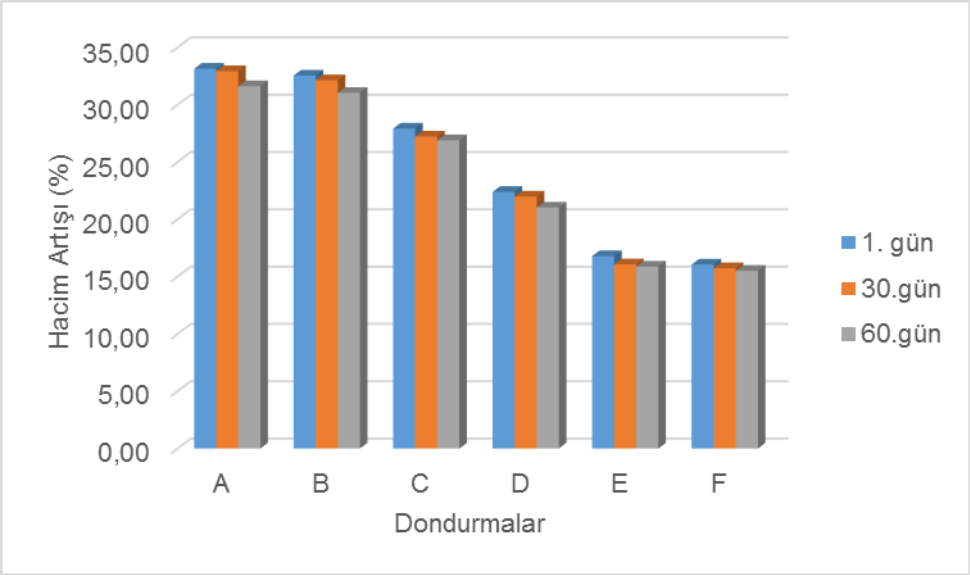
4.2.2. Dondurmaların hacim artışı değerleri

Hacim artış oranı dondurma içinde hapsedilen hava hakkında bilgi vermektedir. Hacim artışı yalnız dondurma kıvamını etkilemekle kalmayıp dondurmanın yenilebilme yeteneğini, besin değerini ve randımanını da yakından ilgilendirmektedir. Miksin dondurulması sırasında dondurma içerisine verilen bir miktar hava, dondurmanın hacminde artış meydana getirmektedir. Esas olarak havadan ibaret olan bu artış "hacim artışı (overrun)" olarak ifade edilmekte ve yüzde ile gösterilmektedir. Hacim artışının verim üzerine etkisinin yanı sıra dondurmanın yapı, tekstür ve lezzeti üzerine de etkisi bulunmaktadır (Gürsel ve Karacabey, 1998).

Dondurmalarda saptanan hacim artış oranları %15.51±0.25 ile %33.15±0.32 arasında değişmiştir (Çizelge 4. 2). Bezelye protein izolatı oranı dondurmaların hacim artışlarında önemli değişikliklere neden olmuştur ($p<0.05$). Elde edilen veriler bezelye protein izolatı miktarı ile hacim artışı arasında ters bir orantı olduğunu göstermektedir. Düşük oranda (%6) ilave edilen bezelye protein izolatı dondurmaların hacim artışı değerlerini etkilemezken, oranın artmasıyla birlikte, özellikte tamamen bezelye protein izolatı ile üretilen dondurmalarda, dondurma işlemi sırasında havanın miks içerisine nüfuz etmesini olumsuz yönde etkileyen oldukça viskoz bir yapı oluşmuş ve bu örneklerdeki hacim artışı oldukça düşük seviyelerde olmuştur. Protein miktarının az olduğu dondurma örneklerinde zayıf jel yapısından kaynaklanan düşük viskozitenin, hava tutma kapasitesini ve hacim artışını arttırdığı (Sivasankari ve ark., 2019; Aloğlu, 2019); artan bezelye protein izolatı miktarı ile birlikte dokunun daha kararlı/sıkı hale geldiği ve hacim artışının protein miktarının artmasına bağlı olarak azalış gösterdiği düşünülmektedir.

Bitkisel yağ ile üretilen vegan tip dondurma (F), kontrol örneğine göre daha düşük hacim artışı göstermiş, bununla birlikte süt yağı ve tamamen bezelye protein izolatı kullanılarak üretilen dondurmaların (E) hacim artışı ile arasında önemli bir

fark olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Gönç ve ark. (1988), dondurma üretiminde süt yağı yerine bitkisel yağ kullanarak ürettikleri dondurmalarda; viskozitenin margarin artışına paralel olarak arttığını belirtmişlerdir. Viskozite ve hacim artışı arasındaki ters orantı göz önüne alındığında tamamen bitkisel yağ kullanılarak üretilen F örneğindeki düşük hacim artışının yüksek viskozite değerinden ileri geldiği söylenebilir.



Şekil 4. 2. Dondurmaların hacim artışında depolama süresi boyunca görülen değişimler

(*A: Kontrol, B: %6, C: %12, D: %25; E: %100 bezelye protein izolatı içeren dondurmalar; F: %100 bezelye protein izolatı ve bitkisel yağ içeren dondurma**)**

Igutti ve ark. (2011), ürettikleri yeşil Hindistan cevizi katkılı çikolatalı dondurmada düşük hacim artışının, kuvvetli jel yapısına bağlı olarak dokuda tutulan havanın az olmasından kaynaklandığını saptamışlardır.

Graças Pereıra ve ark., (2011) soya ekstresi ilave ederek ürettikleri dondurmalarda artan soya ekstresi miktarı ile hacim artışının azaldığını ve bunun nedeninin soya ekstresine bağlı olarak artan viskozitenin hacim artışını azaltması olduğunu bildirmişlerdir.

Badıllı (2020), süt tozuna ikame olarak farklı oranlarda nohut unu ilavesi ile ürettiği dondurmaların hacim artışı oranları yarım yağlı kontrol örneklerinden daha düşük, tam yağlı kontrol örneğinden ise daha yüksek olduğunu belirtmiş ve ilave edilen nohut unu miktarı arttıkça hacim artışı oranlarında azalma saptamıştır. Bu sonucun nohut unu ilavesine bağlı olarak mikslerin çırpılma kapasitesinde azalmaya neden olan ve viskoz davranış sergileyen nohut unu bileşimindeki protein ve karbonhidratlardan (nişasta, çözünür ve çözünür olamayan lifler vb.) kaynaklanmış olabileceğini ifade etmiştir.

Depolama süresi boyunca dondurmaların hacim artışlarında düzenli bir azalış olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.2) ($p<0.05$). Bu sonucun depolama sırasında örneklerde meydana gelen viskozite artışı ile ilişkili olduğu tahmin edilmektedir. Graçes-Pereira ve ark. (2011), Sivasankari ve ark. (2019), Aloğlu, (2019) ve Badıllı, (2020) artan viskozitenin dondurmaların hacim artışını azalttığını bildirmişlerdir. Gracas-Pereira ve ark., (2011) depolama sırasında düşük sıcaklığın dondurmanın yapısındaki sıkılığı artırdığını; buna bağlı olarak da hacim artışında azalmaya neden olabileceğini bildirmişlerdir.

4.2.3. Dondurmaların ilk damlama ve tamamen erime süreleri

İlk damlama süresi, dondurmaların yapısı hakkında bilgi veren bir parametre olup tüketim sırasındaki dayanıklılığın göstergesidir (Bolliger ve ark., 2000). Dondurmanın erimesi su moleküllerinin serbest hareketi ile ilgili bir prosestir (El Nagar ve ark., 2002). Dondurmada hızlı erimeye; toplam kurumadde miktarının az olması, stabilizör miktarındaki yetersizlik ve dondurma işleminin yeterli yapılmaması neden olmaktadır (Tekinşen, 2000).

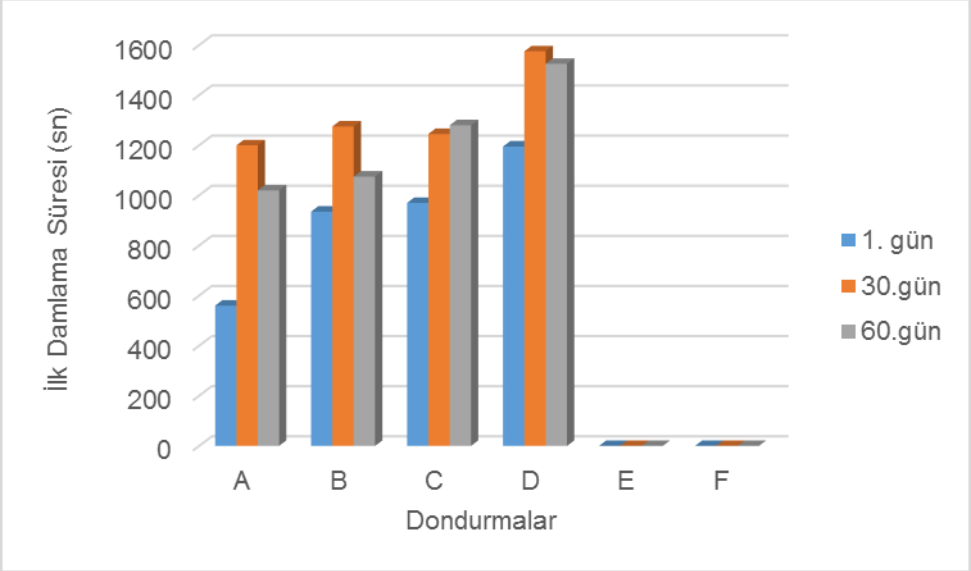
Çizelge 4.3. Dondurmaların Erime Oranları (%) **(n=2)

Örnek	Depolama Süresi (gün)	15. dk Erime Oranı (%)	30. dk Erime Oranı (%)	45 dk Erime Oranı (%)	60 dk Erime Oranı (%)	75 dk Erime Oranı (%)	90 dk Erime Oranı (%)	105 dk Erime Oranı (%)
A	1.	7.59 ± 0.415^{b1}	37.97 ± 1.595^{d1}	81.42 ± 0.895^{d1}	100.00 ± 0^{d1}	-	-	-
	30.	5.17 ± 0.19^{b1}	30.08 ± 0^{d1}	76.66 ± 0.96^{d1}	93.49 ± 1.49^{d1}	100.00 ± 0^{d1}	-	-
	60.	6.96 ± 0^{b1}	35.92 ± 1.055^{d1}	79.84 ± 0.925^{d1}	100.00 ± 0^{d1}	-	-	-
B	1.	0.00 ± 0^{a1}	16.62 ± 1.08^{c1}	41.49 ± 1.145^{c1}	85.98 ± 3.805^{c1}	100.00 ± 0^{d1}	-	-
	30.	0.00 ± 0^{a1}	13.27 ± 1.125^{c1}	36.08 ± 1.025^{c1}	82.60 ± 5.265^{c1}	100.00 ± 0^{d1}	-	-
	60.	0.00 ± 0^{a1}	13.83 ± 1.715^{c1}	37.43 ± 1.445^{c1}	84.28 ± 0.835^{c1}	100.00 ± 0^{d1}	-	-
C	1.	0.00 ± 0^{a1}	9.17 ± 0.49^{bc1}	37.63 ± 0.865^{c1}	61.16 ± 1.415^{b1}	98.28 ± 0.515^{c1}	100.00 ± 0^{c1}	-
	30.	0.00 ± 0^{a1}	7.95 ± 0.405^{bc1}	34.69 ± 0.855^{c1}	53.36 ± 1.08^{b1}	91.84 ± 0.645^{c1}	100.00 ± 0^{c1}	-
	60.	0.00 ± 0^{a1}	8.67 ± 0.545^{bc1}	36.92 ± 2.78^{c1}	58.22 ± 0.26^{b1}	97.45 ± 0.26^{c1}	100.00 ± 0^{c1}	-
D	1.	0.00 ± 0^{a1}	5.95 ± 0.87^{ab1}	33.72 ± 0.88^{b1}	59.43 ± 0.545^{b1}	83.91 ± 0.605^{b1}	94.81 ± 0.41^{b1}	100.00 ± 0^{b1}
	30.	0.00 ± 0^{a1}	5.59 ± 0.575^{ab1}	28.75 ± 0.675^{b1}	53.45 ± 0.39^{b1}	79.50 ± 1.28^{b1}	90.80 ± 0.44^{b1}	100.00 ± 0^{b1}
	60.	0.00 ± 0^{a1}	5.71 ± 1.23^{ab1}	32.39 ± 1.225^{b1}	55.91 ± 1.015^{b1}	81.67 ± 0.56^{b1}	93.19 ± 0.28^{b1}	100.00 ± 0^{b1}
E	1.	0.00 ± 0^{a1A}	0.00 ± 0^{a1A}	0.00 ± 0^{a1A}	0.00 ± 0^{a1A}	0.00 ± 0^{a1A}	0.00 ± 0^{a1A}	0.00 ± 0^{a1A}
	30.	0.00 ± 0^{a1A}	0.00 ± 0^{a1A}	0.00 ± 0^{a1A}	0.00 ± 0^{a1A}	0.00 ± 0^{a1A}	0.00 ± 0^{a1A}	0.00 ± 0^{a1A}
	60.	0.00 ± 0^{a1A}	0.00 ± 0^{a1A}	0.00 ± 0^{a1A}	0.00 ± 0^{a1A}	0.00 ± 0^{a1A}	0.00 ± 0^{a1A}	0.00 ± 0^{a1A}
F	1.	0.00 ± 0^{a1A}	0.00 ± 0^{a1A}	0.00 ± 0^{a1A}	0.00 ± 0^{a1A}	0.00 ± 0^{a1A}	0.00 ± 0^{a1A}	0.00 ± 0^{a1A}
	30.	0.00 ± 0^{a1A}	0.00 ± 0^{a1A}	0.00 ± 0^{a1A}	0.00 ± 0^{a1A}	0.00 ± 0^{a1A}	0.00 ± 0^{a1A}	0.00 ± 0^{a1A}
	60.	0.00 ± 0^{a1A}	0.00 ± 0^{a1A}	0.00 ± 0^{a1A}	0.00 ± 0^{a1A}	0.00 ± 0^{a1A}	0.00 ± 0^{a1A}	0.00 ± 0^{a1A}

*****A: Kontrol, B: %6, C: %12, D: %25; E: %100 bezelye protein izolatı içeren dondurmalar; F: %100 bezelye protein izolatı ve bitkisel yağ içeren dondurma
** Farklı küçük harfle gösterilen değerler bezelye protein izolatı oranına göre, farklı büyük harfle gösterilen değerler yağ tipine göre, farklı rakamla gösterilen değerler de depolama süresine göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (α: 0.05)

Çizelge 4.2' de görüldüğü gibi üretilen dondurmaların ilk damlama süreleri 560±40 sn ile 1575±45 sn ve tamamen erime süreleri 3325±25 sn ile 6042±31.5 sn arasında değişiklik göstermiştir. Bezelye protein izolatı ilavesinin dondurmaların ilk damlama ve tamamen erime süreleri üzerine etkileri istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Üretilen dondurmalardan %100 bezelye protein izolatı içeren E örneği ile %100 bezelye protein izolatı ve bitkisel yağ içeren F örneğinde 105 dakika boyunca herhangi bir damlama/erime görülmemiştir (Şekil 4.3 ve 4.4). Diğer örnekler arasında ilk damlama süresi en uzun olan örnek %25 bezelye protein izolatı içeren D örneği, en kısa süren örnek %100 oranında süt tozu içeren A örneği olarak saptanmıştır.

Bezelye protein izolatı miktarındaki artışın dondurmaların ilk damlama ve tamamen erime sürelerini sürekli olarak uzamasına neden olduğu belirlenmiştir. Protein ilavesi dondurmaların akış direncinde artışa neden olmakta (Graças-Pereira ve ark, 2011) ve proteinlerin oluşturduğu ağ yapısını suyu tutarak hareket edemez hale getirmektedir (Lomolino, 2020). Kontrol örneğinde bezelye protein izolatı ilaveli örneklere kıyasla ilk damlamanın ve tamamen erimenin daha kısa sürede görülmesinin bu sebeple olduğu düşünülmektedir. Bunun yanı sıra, bezelye protein izolatı bileşiminde yer alan liflerin (%7) de suyu bağlayarak dondurmaların erimelerini yavaşlattığı tahmin edilmektedir. Kontrol örneğine (A) kıyasla bitkisel yağ ile üretilen vegan tip dondurma (F) ile süt yağı ve tamamen bezelye protein izolatı kullanılarak üretilen dondurmalarda (E) erime gözlenmemiştir. F ve E örnekleri karşılaştırıldığında dondurmaların erime davranışlarında yağ tipinin bir fark oluşturmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$). Prindiville ve ark. (2000) süt yağı, kakao yağı ve peynir altı suyu protein yağı kullanarak ürettikleri az yağlı ve yağsız çikolatalı dondurmalarda saf hali ile oda sıcaklığında kakao yağının süt yağından daha katı halde olmasına rağmen süt yağı ile üretilen örneklerin kakao yağı ile üretilen örneklere göre daha yavaş eridiğini, bunun yağ globüllerinin hava hücre duvarlarında toplanmasından kaynaklanmış olabileceğini belirtmişlerdir.



Şekil 4. 3 Dondurmaların ilk damlama süresinde depolama süresi boyunca görülen değişimler

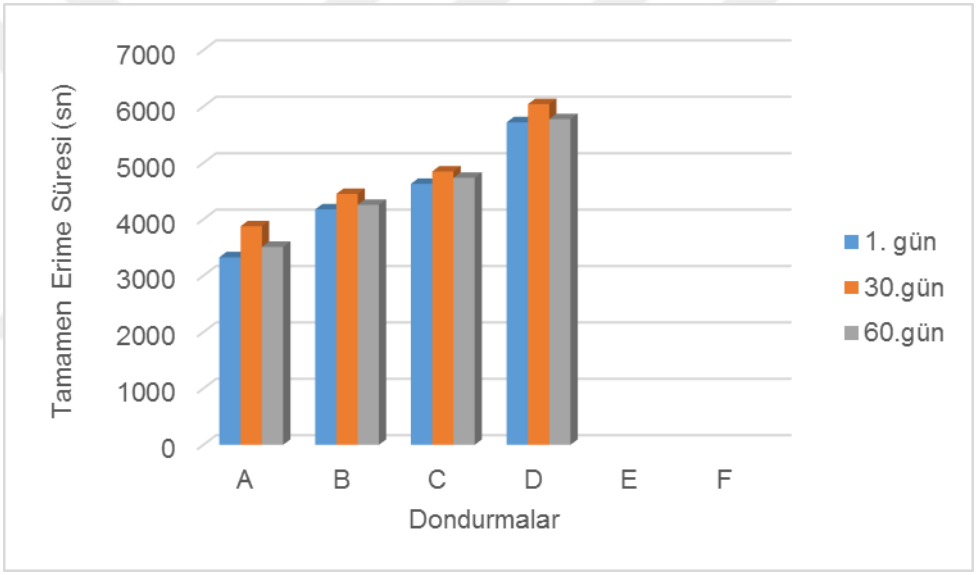
(A: Kontrol, B: %6, C: %12, D: %25; E: %100 bezelye protein izolatı içeren dondurmalar; F: %100 bezelye protein izolatı ve bitkisel yağ içeren dondurma)

Dervişoğlu ve ark. (2005) soya protein konsantresi ilave ederek ürettikleri çilekli dondurmada soya protein konsantresi miktarının artmasına bağlı olarak protein artışı ile oluşan viskoz yapının ilk damlama süresini önemli ölçüde uzattığını bildirmişlerdir.

Góral ve ark. (2018) ürettikleri hindistan cevizi sütü bazlı dondurmada tamamen erime süresindeki gecikmenin polisakkarit içeriği bakımından zengin hindistan cevizi sütünün keçiboynuzu zamkı ile oluşturduğu kombinasyonunun sıkı jel yapısına bağlı olabileceğini bildirmişlerdir.

Badıllı (2020), ürettiği dondurmalarda ilave edilen nohut unu miktarı arttıkça daha uzun bir ilk damlama süresine sahip olduğunu tespit etmiştir. Bunun da nohut unu bileşiminde yer alan protein ve karbonhidratların (nişasta, lif vb.) su molekülleri ile olan bağları geliştirip, jel yapıdaki çapraz bağlarda artış sağlamasına dolayısıyla dondurmanın erimeye karşı olan direncinin arttırmasından kaynaklanmış olabileceğini ifade etmiştir.

Depolama süresi boyunca dondurmaların ilk damlama ve tamamen erime sürelerinin 30.günde uzadığı, depolama sonunda ise biraz kısaldığı, fakat ilk güne kıyasla daha uzun olduğu tespit edilmiş ve bu değişim istatistiksel açıdan da önemli bulunmuştur (Şekil 4.3 ve 4.4) ($p<0.05$). Düşük sıcaklıkta depolamanın dondurmaların daha sıkı bir yapı kazanmasına neden olması, ayrıca bezelye protein izolatında bulunan proteinlerin ve liflerin suyu bağlayarak serbest suyun hareketini önlemesi ve böylece erimeye karşı direnci artırması nedeniyle depolama süresince ilk damlama ve tamamen erime sürelerinde bir artış olduğu tahmin edilmektedir



Şekil 4. 4. Dondurmaların tamamen süresinde depolama süresi boyunca görülen değişimler

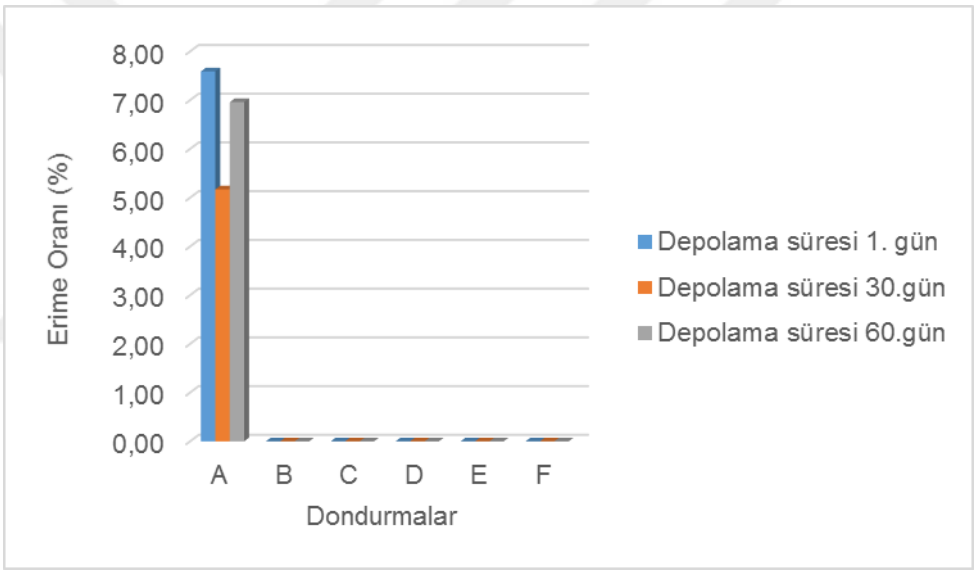
(*A: Kontrol, B: %6, C: %12, D: %25; E: %100 bezelye protein izolatı içeren dondurmalar; F: %100 bezelye protein izolatı ve bitkisel yağ içeren dondurma)

4.2.4. Dondurmaların erime oranları

Sıcaklık farkından kaynaklı dalgalanmalardan en fazla etkilenen özellik olarak bilinen erime özelliği, aynı zamanda üretilen dondurmaların nakliyesi ve depolama süresince dondurmanın dayanıklılığının bir ölçütü olarak değerlendirilmektedir (Erkaya ve ark., 2012). Dondurma erimeye bırakıldığında, ortamdaki sıcak hava

dondurma içerisine nüfuz etmekte ve üründe bulunan buz kristalleri erimeye başlamaktadır. Buz kristallerinin erimesi ile ortaya çıkan su, donmamış serum fazına yayılmakta ve sonuç olarak oluşan çözelti dondurmadan akmaya başlamaktadır (Muse ve Hartel, 2004).

Üretilen dondurmaların 15, 30, 45, 60, 75, 90 ve 105. dakika sonundaki erime oranları Çizelge 4. 3 'te verilmiştir. Bezelye protein izolatı ilavesi dondurmaların erime davranışlarını önemli düzeyde etkilemiştir ($p<0.05$). İlk 15 dk içinde yalnızca kontrol (A) örneğinde erime gerçekleşirken erime oranı %6.96±0 ile %7.59±0.415 arasında değişiklik göstermiştir (Şekil 4. 5).

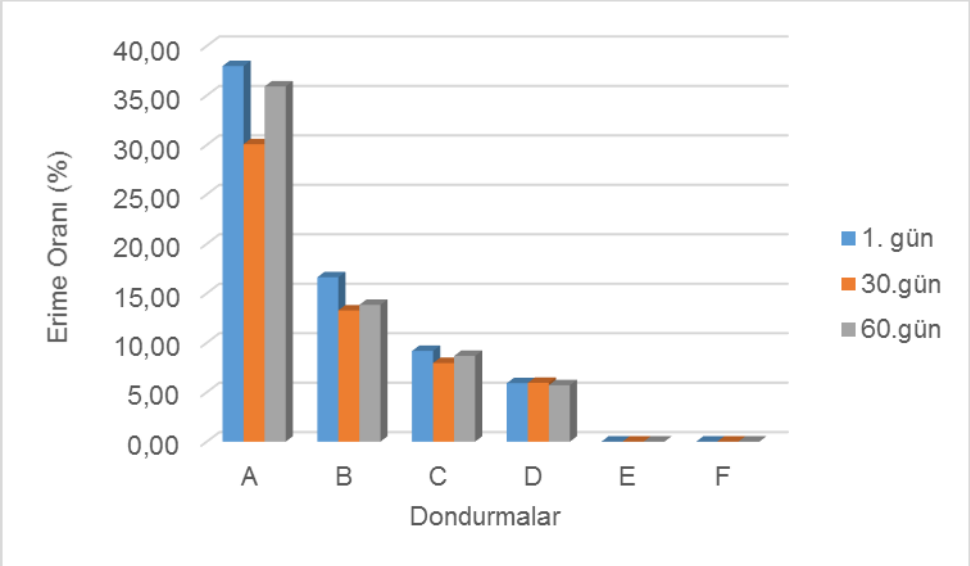


Şekil 4. 5. Dondurmaların 15. dk erime oranında (%) depolama süresi boyunca görülen değişimler

(A: Kontrol, B: %6, C: %12, D: %25; E: %100 bezelye protein izolatı içeren dondurmalar; F: %100 bezelye protein izolatı ve bitkisel yağ içeren dondurma)

30. dakikada B, C ve D örneklerinde de erime başlamış olup erime oranlarının sırasıyla %13.27±1.125 ile 16.62±1.08, %7.95±0.405 ile 9.17±0.49 ve %5.59±0.575 ile 5.95±0.87 arasında değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 4.6). A örneğindeki 30. dakikadaki erime oranı %30.08±0 ile 37.97±1.595 arasında olmuştur. Örneklerin 30. dakikadaki erime oranları karşılaştırıldığında erime oranının bezelye protein izolatı miktarı ile negatif kolerasyon içerisinde olduğu ve %100

bezelye protein izolatı kullanılarak üretilen E ve F örneklerinde analiz süresi boyunca erime gözlemlenmemiştir.



Şekil 4. 6. Dondurmaların 30. dk erime oranında (%) depolama süresi boyunca görülen değişimler

(*A: Kontrol, B: %6, C: %12, D: %25; E: %100 bezelye protein izolatı içeren dondurmalar; F: %100 bezelye protein izolatı ve bitkisel yağ içeren dondurma)

Dondurmaların erime davranışlarında 45., 60. ve 75. dakikalarda da aynı eğilimin devam ettiği belirlenmiştir. 60. dakikada kontrol örneği (30. Gün hariç), 75. dakikada da %6 oranında bezelye protein izolatı ilave edilen B örneği tamamen erimiştir. C örneği 90. dakikada, D örneği ise 105. dakikada tamamen erimiştir (Şekil 4.7, 4.8, 4.9, 4, 10 ve 4. 11). Bu sonuç bezelye protein izolatının içerdiği protein ve lifler nedeni ile dondurmaların viskozitesini arttırması ve suyu bağlaması ile ilişkilendirilebilir. El-Nagar ve ark. (2002) ile Akın ve ark. (2007) inülin ilavesinin dondurmalardaki serbest suyu bağlayarak viskoziteyi artırdığını ve erimeyi yavaşlattığını bildirmişlerdir.

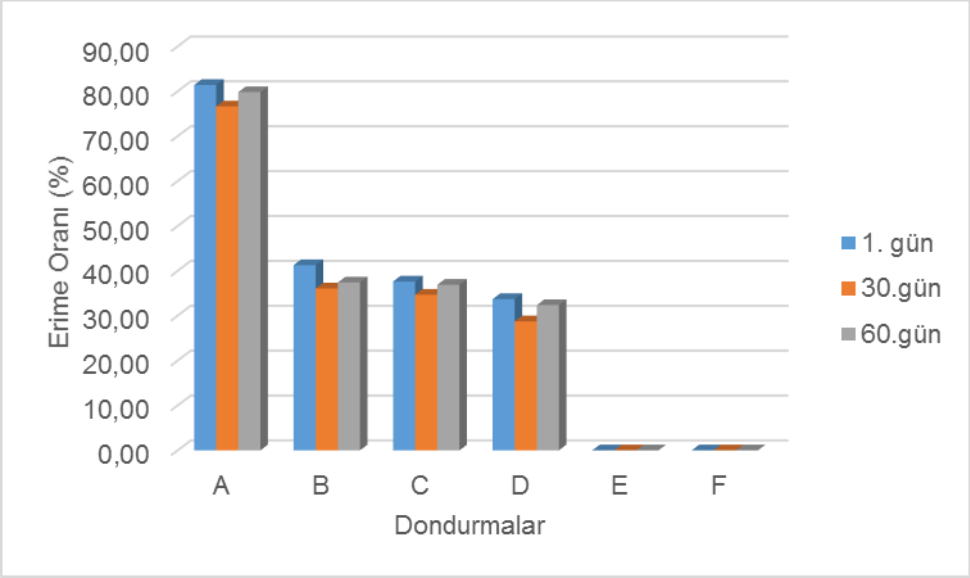
Viskozitenin yüksek olmasının, dondurmanın erimeye karşı direncini artırdığı da belirtilmektedir (Kaya ve Tekin, 2001). Muse ve Hartel (2004), yüksek viskoziteye sahip örneklerde ortam sıcaklığı etkisi ile buz kristallerinin erimesiyle oluşan suyun, serum fazı ile karışmasıyla ortaya çıkan sıvı fazın daha yoğun

olmasına bağlı olarak erimenin gecikeceğini bildirmişlerdir. Buna bağlı olarak bezelye protein izolatı miktarı ile artış gösteren viskozitenin de (Çizelge 4.2 ve Şekil 4.2), dondurmaların erime oranları ile negatif kolerasyon içerisinde olduğu belirlenmiştir.

Lomolino ve ark. (2020) çalışmalarında patates proteini kullanarak ürettikleri vegan dondurmalarda erime oranının patates proteini miktarına bağlı olarak azaldığını ve bitkisel proteinlerin dondurmanın yapısını daha kararlı hale getirdiğini bildirmişlerdir.

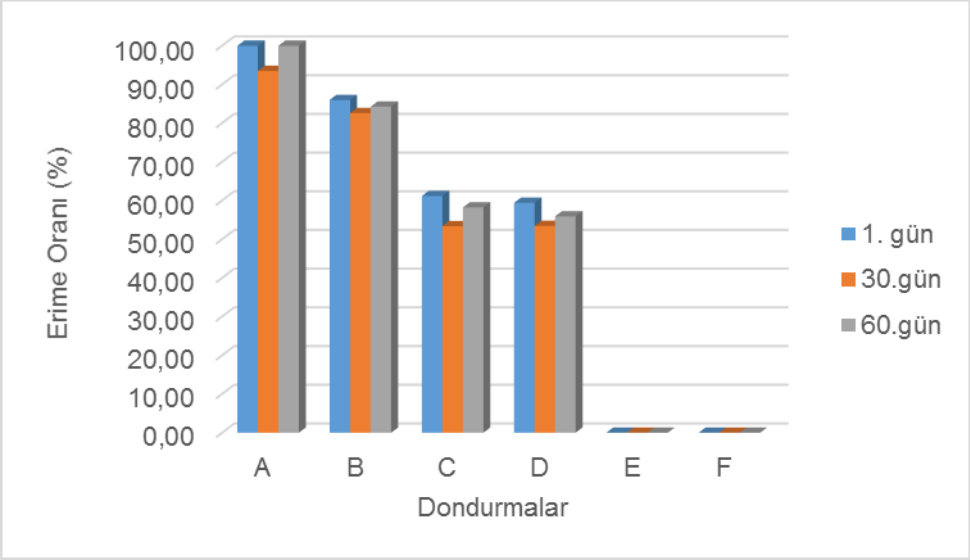
Sutar ve ark. (2010) soya fasulyesi ile ürettikleri dondurmalarda erime direncinin soyaya bağlı olarak arttığını bildirmişlerdir. Bezelye protein izolatının da aynı şekilde çalışarak miktarına bağlı olarak dondurmalarda erime direncini arttırdığı ve erime oranını azalttığı düşünülmektedir.

Chen ve ark. (2019) soya proteini ile ürettikleri dondurmalarda 90. dakikada tamamen erime görüldüğünü bildirmişlerdir.



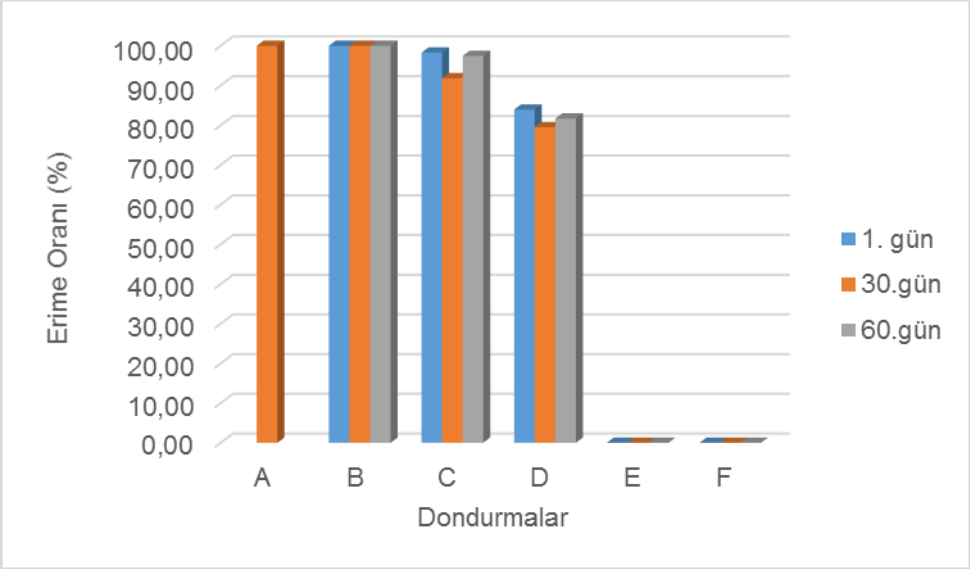
Şekil 4. 7. Dondurmaların 45. dk erime oranında (%) depolama süresi boyunca görülen değişimler

(A: Kontrol, B: %6, C: %12, D: %25; E: %100 bezelye protein izolatı içeren dondurmalar; F: %100 bezelye protein izolatı ve bitkisel yağ içeren dondurma)



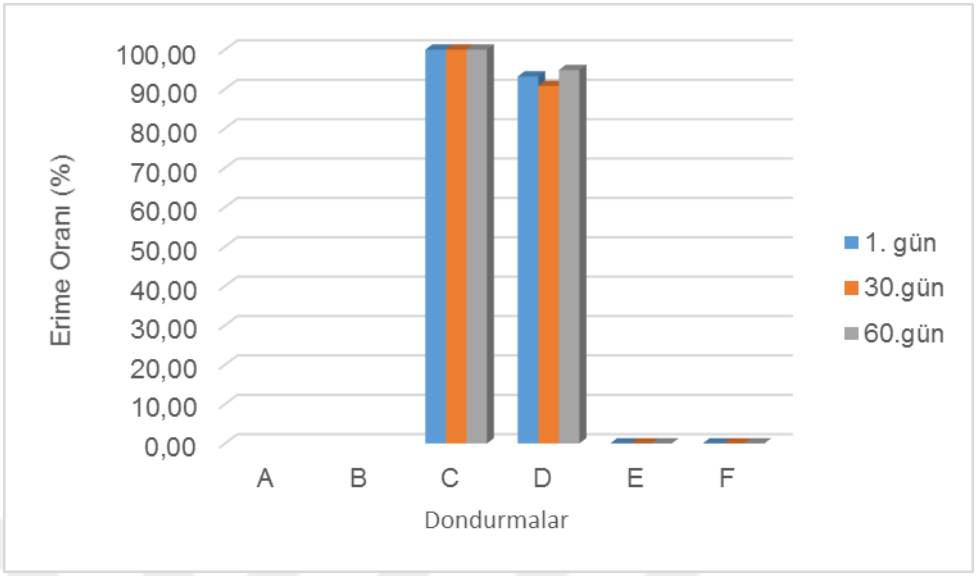
Şekil 4. 8. Dondurmaların 60. dk erime oranında (%) depolama süresi boyunca görülen değişimler

(A: Kontrol, B: %6, C: %12, D: %25; E: %100 bezelye protein izolatı içeren dondurmalar; F: %100 bezelye protein izolatı ve bitkisel yağ içeren dondurma)



Şekil 4. 9. Dondurmaların 75. dk erime oranında (%) depolama süresi boyunca görülen değişimler

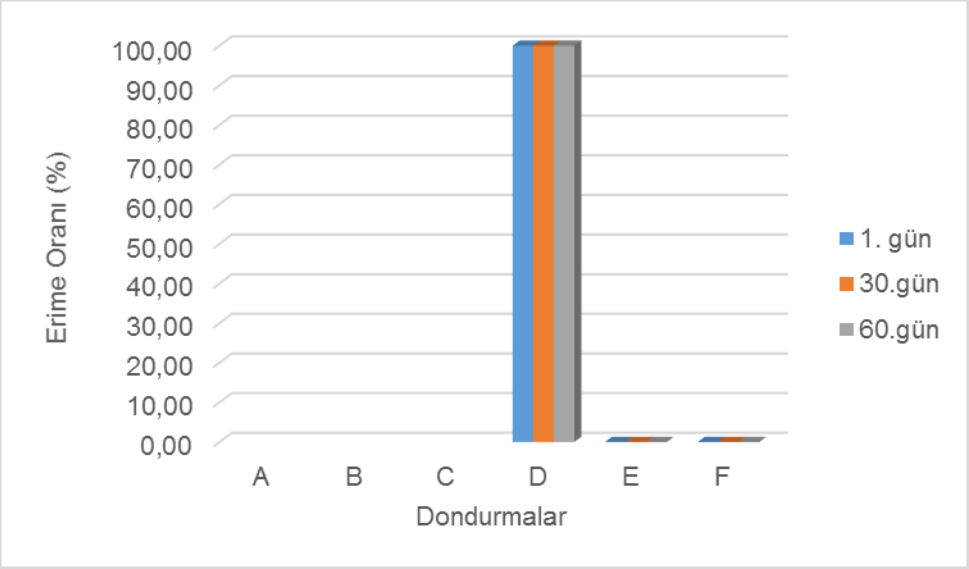
(A: Kontrol, B: %6, C: %12, D: %25; E: %100 bezelye protein izolatı içeren dondurmalar; F: %100 bezelye protein izolatı ve bitkisel yağ içeren dondurma)



Şekil 4. 10. Dondurmaların 90. dk erime oranında (%) depolama süresi boyunca görülen değişimler

(A: Kontrol, B: %6, C: %12, D: %25; E: %100 bezelye protein izolatı içeren dondurmalar; F: %100 bezelye protein izolatı ve bitkisel yağ içeren dondurma)

Tamamen bezelye protein izolatı ile üretilen dondurmalarda (E ve F örnekleri) 120. dakikada bile erime olmadığı tespit edilmiştir. Hassan ve Barakat (2018) yüksek miktarda balkabağı lifi ile üretilen dondurmalarda havanın dondurma matriksine girmesini önleyen ve bu nedenle yüksek erime direncine sahip kompakt bir yapının oluştuğunu bildirmiştir. Gürpınar (2019) da yüksek oranda (%3) balkabağı lifi ile üretilen dondurmalarda yapının bozulmasına rağmen tel süzgeçten hiç damla geçmediğini tespit etmiştir. Hyvönen ve ark. (2003) farklı oranlarda bitkisel yağ kullanarak ürettikleri çilek aromalı dondurmalarda bitkisel yağ miktarındaki artışa bağlı olarak erimenin geciktiğini, bununda buz kristallerinin yağ kristallerine oranla daha düşük sıcaklıklarda erimesinden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Kontrol örneği ile kıyaslandığında tamamen bitkisel yağ kullanılarak üretilen %100 bezelye protein izolatı içeren vegan tip dondurma (F) örneğinde erime gerçekleşmemiş olmasında bezelye protein izolatı ile birlikte bitkisel yağ kullanımının erimeye engel olduğu tahmin edilmektedir.



Şekil 4. 11. Dondurmaların 105. dk erime oranında (%) depolama süresi boyunca görülen değişimler

(A: Kontrol, B: %6, C: %12, D: %25; E: %100 bezelye protein izolatı içeren dondurmalar; F: %100 bezelye protein izolatı ve bitkisel yağ içeren dondurma**)**

Depolama süresi boyunca dondurmaların erime oranları önce azalış, sonra artış göstermiştir ($p<0.05$). Bununla birlikte, genel olarak dondurmaların erime oranlarının depolamanın sonunda ilk güne kıyasla azaldığı belirlenmiştir. Bu sonuç, düşük sıcaklıkta depolama sırasında örneklerdeki viskozite artışına ve bu nedenle erime dirençlerinin artmasının yanı sıra, depolama sırasında sıcaklık dalgalanmalarına bağlı olarak yeni buz kristallerinin oluşmasına da bağlanabilir. Muse ve Hartel (2004), yüksek viskoziteli örneklerde ortam sıcaklığı etkisi ile buz kristallerinin erimesiyle oluşan suyun, serum fazı ile karışması sonucu ortaya çıkan sıvı fazın daha yoğun olmasına bağlı olarak da erimenin gecikeceğini bildirmişlerdir. Graças-Pereira ve ark. (2011) erime hızının buz kristallerinin boyutu ile ilişkili olduğunu bildirmiştir. Çok sayıda küçük buz kristalinin bulunması erime sırasında daha fazla engelle karşılaşmasına neden olduğu için eriyen sıvının akış yolunu bozar. Bunun sonucunda da dondurmanın erime hızı yavaşlar.

4.3. Renk (L*, a*, b*)

L*a*b sistemi, renk ölçümü yapılmak istenen örneğin rengini tutarlı ve çok hızlı bir şekilde ölçen, ayrıca örneklerin temel sınıflandırmasının yapılabilmesi için uluslararası kabul edilirliği olan bir sistemdir (Brewer ve ark, 2001). Bu sistemde L değeri beyazlığı veya parlaklığı ifade etmekte olup, L değeri arttıkça örneklerin beyazlığı veya parlaklığı artmaktadır. a değeri yeşilliğin/kırmızılığın ifadesidir ve a değerinin artması örneğin kırmızılığının arttığını göstermektedir. b değeri ise sarılığın/maviliğin göstergesi olup, b değerinin artması ile örneğin sarılığının arttığı anlaşılmaktadır. Çizelge 4.4.'te dondurmaların renk değerlerinde depolama süresince görülen değişiklikler standart sapmaları ile birlikte verilmiştir.

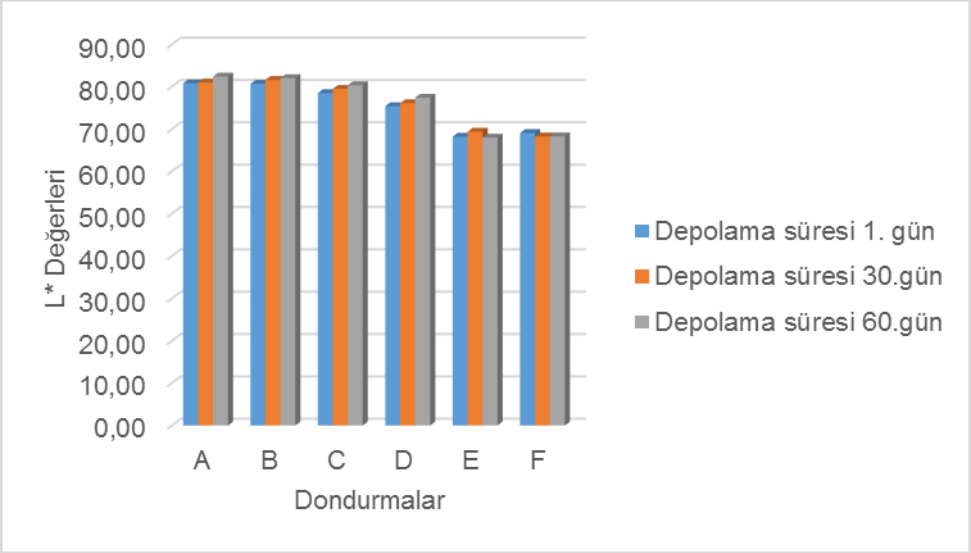
Çizelge 4.4. Dondurmaların Renk (Hunter Lab) Değerleri**(n=2)

Örnek	Depolama Süresi (gün)	L*	a*	b*
A	1.	80.82±0.42^{d1}	-1.40±0.06^{a1}	11.00±0.095^{a1}
	30	81.01±0.295^{d1}	-1.49±0.05^{a1}	10.84±0.13^{a1}
	60	82.41±0.16^{d1}	-1.26±0.02^{a1}	11.01±0.03^{a1}
B	1.	80.71±0.185^{d1}	-0.37±0.065^{b1}	11.89±0.08^{b1}
	30	81.59±0.34^{d1}	-0.47±0.035^{b1}	12.06±0.01^{b1}
	60	82.02±0.175^{d1}	-0.37±0.055^{b1}	11.57±0.1^{b1}
C	1.	78.50±0.02^{c1}	0.29±0.1^{c1}	12.72±0.035^{c1}
	30	79.50±0.575^{c1}	0.27±0.02^{c1}	12.43±0.405^{c1}
	60	80.35±0.47^{c1}	0.31±0.035^{c1}	12.65±0.045^{c1}
D	1.	75.40±0.415^{b1}	1.22±0.065^{d1}	14.34±0.255^{d1}
	30	76.12±0.835^{b1}	1.19±0.015^{d1}	14.80±0.02^{d1}
	60	77.42±0.02^{b1}	1.14±0.02^{d1}	14.66±0.095^{d1}
E	1.	68.21±0.55^{a1A}	3.66±0.095^{e1A}	18.62±0.03^{e1A}
	30	69.38±0.2^{a1A}	3.68±0.04^{e1A}	18.46±0.105^{e1A}
	60	68.00±0.785^{a1A}	3.55±0.055^{e1A}	18.66±0.09^{e1A}
F	1.	69.09±0.545^{a1A}	3.65±0.02^{e1A}	18.48±0.215^{e1A}
	30	68.26±0.725^{a1A}	3.70±0.16^{e1A}	18.71±0.085^{e1A}
	60	68.30±0.99^{a1A}	3.66±0.105^{e1A}	18.38±0.06^{e1A}

**A: Kontrol, B: %6, C: %12, D: %25; E: %100 bezelye protein izolatı içeren dondurmalar; F: %100 bezelye protein izolatı ve bitkisel yağ içeren dondurma

** Farklı küçük harfle gösterilen değerler bezelye protein izolatı oranına göre, farklı büyük harfle gösterilen değerler yağ tipine göre, farklı rakamla gösterilen değerler de depolama süresine göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (α: 0.05)

Dondurmaların L* değerleri 68.00±0.785 ile 82.41±0.16 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.4. ve Şekil 4.12). En yüksek L* değeri en parlak veya en beyaz örnek olan ve %100 süt tozu ile üretilen A örneğinde tespit edilmiştir. Dondurma örnekleri ilave edilen bezelye protein izolatı miktarı artışına bağlı olarak L* değerlerinin sürekli bir azalış gösterdiği saptanmıştır ($p<0.05$). Tamamen bezelye proteini ile üretilen dondurmalar (E ve F örnekleri) kontrole göre çok düşük L* renk değerine sahip olmuştur. E ve F örnekleri birbirleri ile kıyaslandığında kullanılan yağ tipine göre L* renk değeri açısından aralarında farklılık olmadığı görülmüştür ($p>0.05$). Bu sonuç, bezelye protein izolatının rengi ile ilgili olması yanında Maillard reaksiyonunun etkisinden de kaynaklanmış olabilir. Akesowan (2009) ürettiği soya protein izolatı ilaveli dondurmalarda %100 soya protein izolatı içeren örneklerin en düşük L* değerine sahip olduğunu ve bu değerin numuneyi daha karanlık gösterdiğini ayrıca soya protein izolatındaki aldehitlerle reaksiyona giren amin bileşenlerinin Miallard reaksiyonu yoluyla oluşturduğu koyu renk bileşenlerin de parlaklığı azalttığını bildirmiştir.



Şekil 4. 12. Dondurmaların L* değerlerinde depolama süresi boyunca görülen değişimler

(A: Kontrol, B: %6, C: %12, D: %25; E: %100 bezelye protein izolatı içeren dondurmalar; F: %100 bezelye protein izolatı ve bitkisel yağ içeren dondurma)

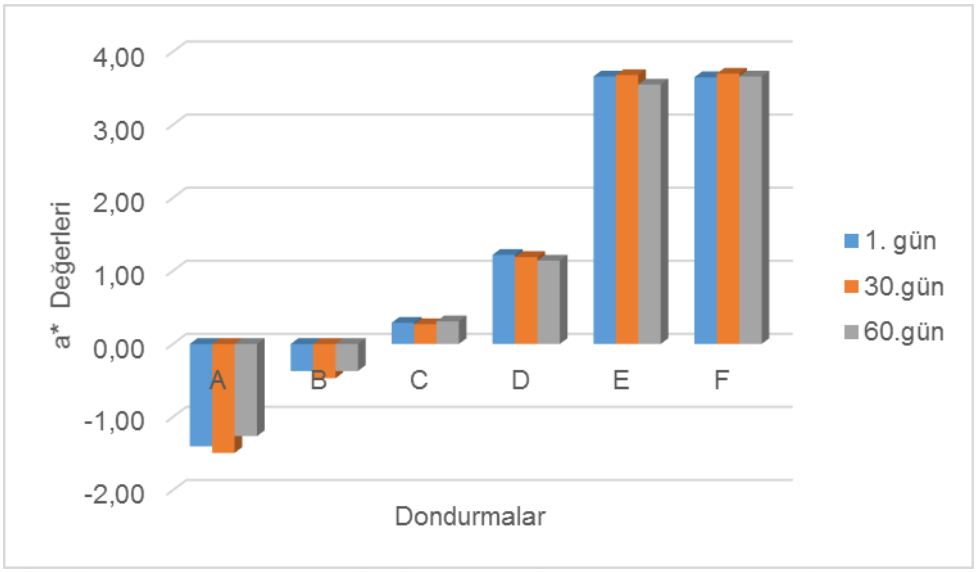
Dervişoğlu ve ark. (2005) dondurmalara ilave edilen soya proteini oranı, Sivasankari ve ark. (2019) da nohut ve bezelye protein konsantresi oranı arttıkça örneklerin L* değerlerinin düştüğünü bildirmişlerdir.

Depolama süresi boyunca tüm dondurmaların L* renk değerlerinin yükseldiği, ancak bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ($p>0.05$) belirlenmiştir.

Dondurmaların a* renk değeri 0.27±0.02 ile 3.70±0.16 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4. 4). Bezelye protein izolatı oranı arttıkça dondurmaların a* değerlerinin yükseldiği belirlenmiş ve en yüksek a* değerleri %100 bezelye protein izolatı içeren E ve F örneklerinde görülmüştür. Bezelye protein izolatının yeşilimsi/kahverengi rengi dondurmaların renginde önemli bir değişiklik yaratmıştır. Bunun sonucunda da yeşillik/kırmızılık göstergesi olan a* değeri, yüksek oranda bezelye protein izolatı içeren örneklerde daha yüksek olarak tespit edilmiştir. a* renk değeri açısından da tamamen bezelye protein izolatı ile üretilen vegan tip dondurma (F) ile süt yağı ve tamamen bezelye protein izolatı ile üretilen örnek arasında (E) istatistiki bir fark olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$).

Sivasankari ve ark. (2019) nohut ve bezelye protein konsantresi miktarının artışına bağlı olarak ürettikleri dondurmaların a* değerlerinde artış olduğunu bildirmişlerdir.

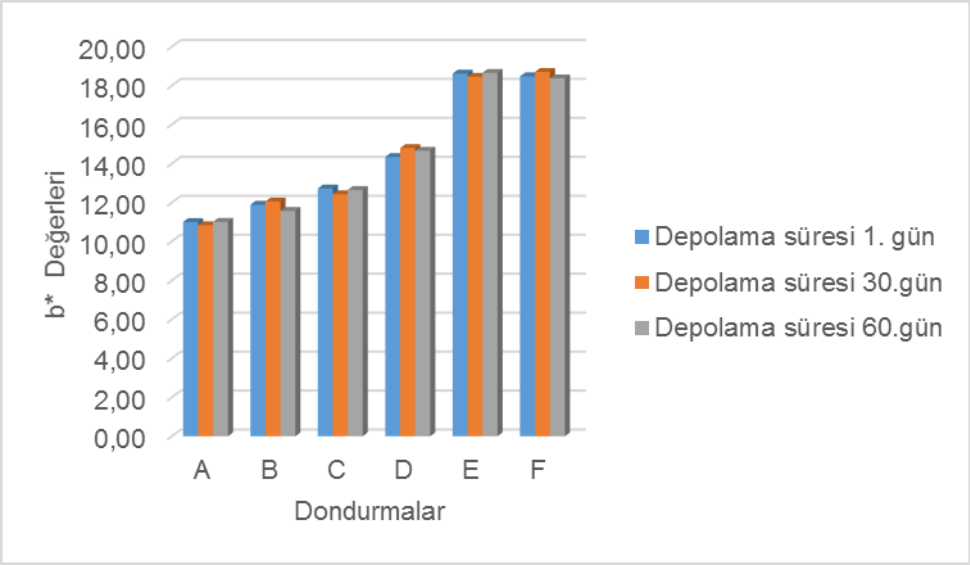
Depolama süresi boyunca örneklerin a* değerlerinde görülen düzenli olmayan değişiklikler istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$) (Şekil 4.13).



Şekil 4. 13. Dondurmaların a* değerlerinde depolama süresi boyunca görülen değişimler

(A: Kontrol, B: %6, C: %12, D: %25; E: %100 bezelye protein izolatı içeren dondurmalar; F: %100 bezelye protein izolatı ve bitkisel yağ içeren dondurma)

Dondurmaların b* değerleri 10.84±0.13 ile 18.71±0.085 arasında değişiklik göstermiş (Çizelge 4. 4.) ve bezelye protein izolatı ilavesi örneklerin b* değerleri arasında istatistiksel olarak da önemli farklılıklar ($p<0.05$) yaratmıştır. Bezelye protein izolatı oranı ile örneklerin b* değerleri arasında pozitif bir korelasyon olduğu görülmüş ve %100 bezelye protein izolatı ile üretilen E ve F örneklerinin en sarı renge sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.14). Elde edilen veriler b* renk değerleri üzerinde etkili faktörün bezelye protein izolatı olduğunu ve kullanılan yağ tipinin dondurmaların b* renk değerlerini etkilemediğini göstermiştir ($p>0.05$).



Şekil 4. 14. Dondurmaların b* değerlerinde depolama süresi boyunca görülen değişimler

(A: Kontrol, B: %6, C: %12, D: %25; E: %100 bezelye protein izolatı içeren dondurmalar; F: %100 bezelye protein izolatı ve bitkisel yağ içeren dondurma)

Akesowan (2009) ürettiği dondurmalarda süt tozu ile üretilen dondurmaların beyaz; soya protein izolatı ilave edilen dondurma örneklerinde ise orandaki artışa bağlı olarak dondurmaların renginin açık kahverengi/yeşil renge doğru değiştiğini tespit etmiştir. Sivasankari ve ark. (2019) yaptıkları çalışmada bakliyat protein miktarının artışına bağlı olarak ürettikleri dondurmaların a* ve b* değerlerinde artış olduğunu bildirmişlerdir.

Buna karşılık Dervişoğlu ve ark. (2005), en yüksek b* değerini kontrol dondurmalarının sahip olduğunu ve ilave edilen soya proteini oranı arttıkça dondurmaların b* değerlerinin düştüğünü bildirmiştir.

Depolama süresince örneklerin b* değerlerinde düzenli olmayan artış ve azalışlar olduğu saptanmış, fakat bu değişimler dondurmalar arasında istatistiksel olarak farklılık meydana getirmemiştir ($p>0.05$).

4.4. Dondurmaların Tekstürel Özellikleri

Gıdaların tekstürel yapısı, gıda maddesine kontrollü bir kuvvet uygulanması ile ürünün mekanik özelliklerinde meydana gelen değişimlerin incelenmesi prensibinden yola çıkılarak analiz edilmektedir. Dondurmaların tekstür profil analizleri (TPA) özellikleri; sertlik, dış yapışkanlık, elastikiyet iç yapışkanlık, ve sakızımsılık olmak üzere beş farklı parametreye göre değerlendirilmiş ve elde edilen TPA değerleri standart sapmalarıyla birlikte Çizelge 4.5.'te verilmiştir.

4.4.1. Sertlik

Sertlik (hardness) değerleri, dondurmada belirli bir deformasyon oluşturmak için gerekli olan gücü ifade etmektedir (Bourne 1978; Bahramparvar ve ark. 2013). Dondurmada ölçülen sertlik değeri; toplam kurumadde içeriği, donma noktası, hacim artışı ve kullanılan stabilizörün çeşidi gibi nedenlerle değişiklik göstermektedir (Goff ve Hartel 2013).

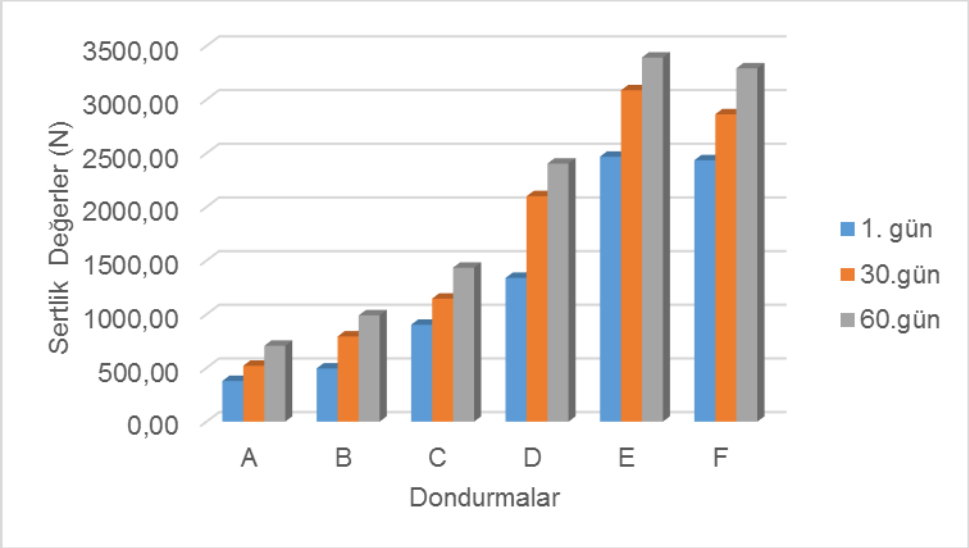
Dondurma örneklerinin sertlik değerleri 378±13 N ile 3391±84.685 N arasında değişmiştir. En yüksek sertlik değeri %100 bezelye protein izolatı içeren E ve F örneklerinde tespit edilmiştir. Örnekler arasındaki sertlik değeri farkı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Viskozitedeki artışın sertlik değeriyle pozitif kolerasyon göstermesi nedeniyle (Muse ve Hartel, 2004) bezelye protein izolatı miktarına bağlı olarak artan viskozitenin (Çizelge 4.2 ve Şekil 4.1) dondurmalardaki sertlik değerini arttırdığı düşünülmektedir. İlaveten, hacim artışı ile sertlik değeri arasında da negatif bir korelasyon mevcuttur. Wilbey ve ark. (1998), yüksek hacim artışı değerine sahip olan dondurmanın daha yumuşak olacağını belirtmişlerdir. Dondurmada bezelye protein izolatı miktarına bağlı olarak azalan hacim artışı değerinin (Çizelge 4.2) düşük sertlik değerine neden olduğu tahmin edilmektedir. Bu sonuç, uygulanan kuvvete karşı daha az direnç gösteren daha büyük hacimli yapının varlığından kaynaklanmaktadır (Regand ve Goff, 2003).

Çizelge 4.5. Dondurmaların Tekstürel Özellikleri**(n=2)

Örnek	Depolama Süresi (gün)	Sertlik (N)	Dış Yapışkanlık (mj)	Elastikiyet (mm)	İç Yapışkanlık	Sakızımsılık (N)
A	1.	378±13^{a1}	-104±7^{c1}	0.88±0.005^{a1}	0.13±0.02^{a1}	49.43±9.31^{a1}
	30	520±22^{a1}	-124±8^{c1}	0.94±0.012^{a12}	0.18±0.006^{a2}	96.01±7.02^{a12}
	60	707±13^{a1}	-268±3^{c1}	0.95±0.0012^{a2}	0.24±0.013^{a2}	171.87±12.48^{a2}
B	1.	495±16^{a1}	-216.14±6.40^{c1}	0.95±0.011^{b1}	0.18±0.024^{ab1}	86.60±8.74^{ab1}
	30	793±54^{a1}	-245.32±13.21^{c1}	0.96±0.009^{b12}	0.22±0.004^{ab2}	173.61±8.82^{ab12}
	60	990±18^{a1}	-316.01±11.90^{c1}	0.97±0.007^{b2}	0.24±0.009^{ab2}	239.75±13.36^{ab2}
C	1.	902±38.135^{b1}	-282.29±12.10^{b1}	0.95±0.007^{b1}	0.22±0.007^{bc1}	201.99±14.39b^{1}
	30	1145±53.795^{b1}	-312.52±6.10^{b1}	0.96±0.004^{b12}	0.25±0.013^{bc2}	292.26±28.01^{b12}
	60	1433±27.09^{b1}	-626.90±21.11^{b1}	0.98±0.003^{b2}	0.27±0.008^{bc2}	389.44±18.11^{b2}
D	1.	1338±117.72^{c1}	-435.90±1.92^{b1}	0.96±0.006^{b1}	0.25±0.004^{cd1}	332.26±24.57^{c1}
	30	2099±35.645^{c1}	-481.98±3.57^{b1}	0.97±0.003^{b12}	0.29±0.004^{cd2}	598.30±1.76^{c12}
	60	2403±44.625^{c1}	-835.18±25.89^{b1}	0.97±0.011^{b2}	0.29±0.006^{cd2}	623.20±23.40^{c2}
E	1.	2467±87.78^{d1A}	-2339.45±49.32^{a1A}	0.97±0.004^{d1A}	0.25±0.0005^{cd1A}	891.53±10.83^{d1A}
	30	3085±37.275^{d1A}	-2494.53±23.20^{a1A}	0.98±0.002^{d12A}	0.29±0.007^{cd2A}	1108.47±7.34^{d12A}
	60	3391±84.685^{d1A}	-2873.92±5.24^{a1A}	1.00±0.001^{d2A}	0.33±0.006^{cd2A}	699.24±1.44^{d2A}
F	1.	2435±88.355^{e1A}	-2292.53±57.60^{a1A}	1.00±0.00^{d1A}	0.26±0.004^{d1A}	635.19±13.32^{d1A}
	30	2863±43.77^{e1A}	-2627.47±24.52^{a1A}	0.99±0.008^{d12A}	0.29±0.006^{d2A}	830.05±4.49^{d12A}
	60	3291±87.705^{e1A}	-3001.56±30.81^{a1A}	1.00±0.001^{d2A}	0.34±0.010^{d2A}	1106.79±1.76^{d2A}

*****A: Kontrol, B: %6, C: %12, D: %25; E: %100 bezelye protein izolatı içeren dondurmalar; F: %100 bezelye protein izolatı ve bitkisel yağ içeren dondurma
** Farklı küçük harfle gösterilen değerler bezelye protein izolatı oranına göre, farklı büyük harfle gösterilen değerler yağ tipine göre, farklı rakamla gösterilen değerler de depolama süresine göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (α: 0.05)

Akesowan (2009) enstrümantal olarak ölçülen sertlik değerlerini soya protein izolatı içeren dondurma örneklerinde kontrol örneğine göre daha yüksek bulmuştur. Bu sonucun soya protein izolatının yüksek su tutma kapasitesine bağlı olarak oluşturduğu daha kararlı jel yapısından kaynaklandığını belirtmiştir.



Şekil 4. 15. Dondurmaların sertlik değerlerinde depolama süresi boyunca görülen değişimler

(A: Kontrol, B: %6, C: %12, D: %25; E: %100 bezelye protein izolatı içeren dondurmalar; F: %100 bezelye protein izolatı ve bitkisel yağ içeren dondurma)

Badıllı (2020), süt tozu yerine farklı oranlarda nohut unu ilavesi ile ürettiği dondurmalarda nohut unu oranındaki artışa bağlı olarak sertlik değerlerinin arttırdığını bildirmiştir.

Vegan tip dondurma örneğinin (F) sertlik değerinin süt yağı ve tamamen bezelye protein izolatı ile üretilen örneğin (E) sertlik değerine çok yakın olduğu ve kullanılan yağ tipinin dondurmaların sertlik değerini etkilemediği belirlenmiştir ($p>0.05$).

Dondurmaların sertlik değerleri, depolama süresi boyunca düzenli olarak artış göstermiştir (şekil 4.15). Bu sonucun düşük sıcaklıkta depolama ile birlikte

dondurmaların sıkılığında meydana gelen artış (Graças Pereıra ve ark., 2011) ile ilişkili olduğu tahmin edilmektedir. Ayrıca, depolama sırasında sıcaklık dalgalanmalarına bağlı olarak dondurmalarda yeni buz kristallerinin oluşmuş olabilir. Adhikari ve ark. (2020) dondurmanın içinde bulunan buz kristali boyutlarının dondurmanın sertliğini etkileyebileceğini belirtmişlerdir. Dondurmada ne kadar çok buz olursa, probun penetrasyon derinliği o kadar düşük olmakta, bu da örneğin yüksek sertlik değeri göstermesine sebep olmaktadır (Muse ve Hartel, 2004; Sofjan ve Hartel, 2004).

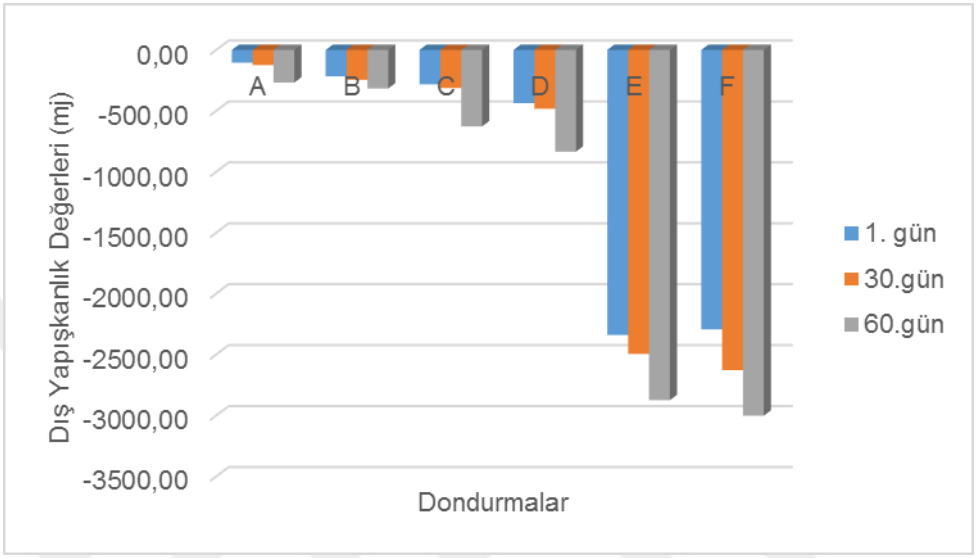
4.4.2. Dış yapışkanlık

Gıda yüzeyi ile temas eden yüzey arasındaki çekim kuvvetini ortadan kaldıran kuvvet (Truong ve ark., 2002; Eren, 2016) olarak tanımlanan dış yapışkanlık; birinci sıkıştırma sırasındaki negatif kuvvet alanı olarak da ifade edilmektedir (Antoniou ve ark., 2000).

Dondurmaların tekstür profil analizi sonucu elde edilen dış yapışkanlık değerleri standart sapmaları ile birlikte Çizelge 4.5'te, depolama süresince örneklerin dış yapışkanlık değerlerinde tespit edilen değişiklikler de Şekil 4.16'da verilmiştir. En düşük dış yapışkanlık değeri -104±7 c1 mj ile kontrol örneğinde, en yüksek dış yapışkanlık değeri ise -3001.56±30.81 mj ile tamamen bezelye protein izolatı ve bitkisel yağ kullanılarak üretilen F örneğinde saptanmıştır. Bezelye protein izolatı ilavesi dondurmaların dış yapışkanlık değerlerini önemli ($p<0.05$) düzeyde etkilemiş ve bezelye protein izolatı oranı arttıkça örneklerin dış yapışkanlık değerlerinin artış gösterdiği belirlenmiştir. Sun ve ark. (2015), soya protein izolatı kullanarak ürettikleri dondurmalarda dış yapışkanlık değerinin daima sertlik ile ilişkili olduğunu ve sertlik azaldıkça dış yapışkanlık değerinin de düştüğünü belirtmişlerdir.

Vegan tip dondurma (F örneği) ile süt yağı ve tamamen bezelye proteini ile üretilen dondurmanın (E örneği) dış yapışkanlık değerleri istatistiksel olarak aynı grup içerisinde yer almış ve yağ tipinin dondurmaların dış yapışkanlık değerlerini önemli düzeyde etkilemediği tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Dış yapışkanlık değerlerinde depolama süresi boyunca düzenli bir artış olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.16) ve bu artış istatistiksel açıdan da anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Dış yapışkanlık değerleri sertlik değerleri ile ilişkili olduğu için depolama süresi boyunca artan sertliğe paralel olarak dış yapışkanlık değerleri de artmıştır.



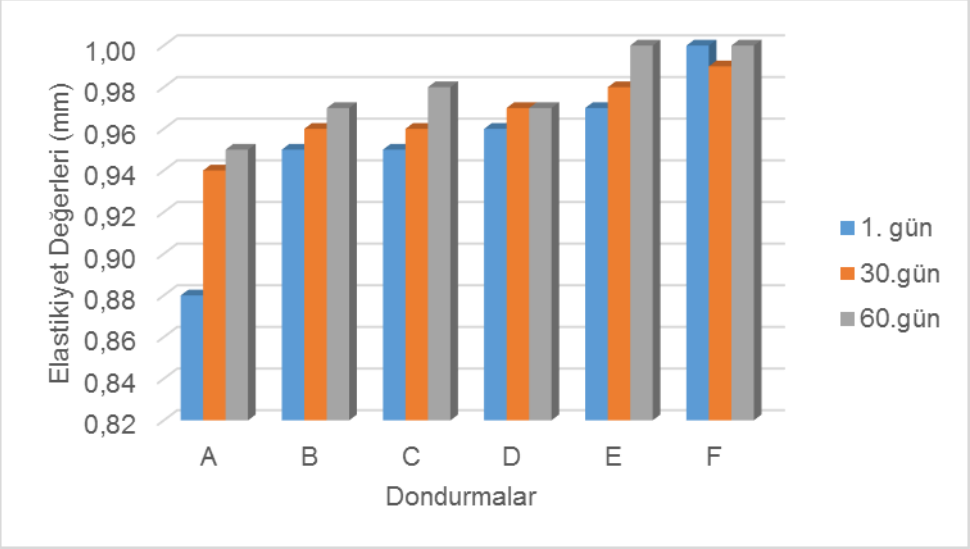
Şekil 4. 16. Dondurmaların dış yapışkanlık değerlerinde depolama süresi boyunca görülen değişimler

(*A: Kontrol, B: %6, C: %12, D: %25; E: %100 bezelye protein izolatı içeren dondurmalar; F: %100 bezelye protein izolatı ve bitkisel yağ içeren dondurma)

4.4.3. Elastikiyet

Dondurmanın birinci sıkıştırma sonrası eski halini alma oranı olarak tanımlanan elastikiyet, dondurma üzerine uygulanan deformasyon kuvvetinin ortadan kaldırılmasının ardından yapının orijinal durumuna geri dönebilme derecesi olarak da ifade edilmektedir (Ertaş ve Doğruer, 2010; Eren, 2016). Viskoelastik özellikteki örnekler uygulanan basıncın kalkmasının ardından başlangıçtaki şekline dönme eğilimindedir. Eğer ikinci sıkıştırmadan önceki süre stresi ortadan kaldırmak için yeterince uzunsa, örneğin eski şeklini kazanması %100'e yakın olmaktadır (Sun ve ark., 2015).

Dondurma örneklerinin elastikiyet değerleri Çizelge 4.5 ve Şekil 4.17.'de verilmiştir. Çizelge 4.5'te görüleceği üzere dondurmanın elastikiyet değerleri 0.88±0.005 mm ile 1.00±0.001 mm arasında değişmiştir. En düşük elastikiyet değerini %100 süt tozu ile üretilen A örneği alırken; en yüksek elastikiyet değerini %100 bezelye protein izolatı ile üretilen E ve F örnekleri almıştır. Üretilen dondurmalarda elastikiyet değerlerinin, sertlik ve dış yapışkanlık değerleri ile paralel bir değişim içinde olduğu görülmektedir. Genel olarak sert ürünler yumuşak ürünlere göre daha az elastiktir. İstatistiksel analizler de dondurmaların elastikiyet değerleri üzerine bezelye protein izolatı ilavesinin etkisinin önemli olduğunu göstermiştir ($p<0.05$). Vegan tip dondurma örneği (F) süt yağı ve tamamen bezelye protein izolatı kullanılarak üretilen dondurma (E) ile kıyaslandığında yağ tipinin elastikiyet değerlerini etkilemediği ($p>0.05$) ve bu dondurmaların aynı istatistiksel grupta yer aldığı görülmektedir.



Şekil 4. 17. Dondurmaların elastikiyet değerlerinde depolama süresi boyunca görülen değişimler

(A: Kontrol, B: %6, C: %12, D: %25; E: %100 bezelye protein izolatı içeren dondurmalar; F: %100 bezelye protein izolatı ve bitkisel yağ içeren dondurma)

Sun ve ark. (2015), soya protein izolatı ve selüloz ilaveli dondurmaların elastikiyet değerlerinde çok az farklılık olmakla birlikte soya protein izolatı oranı arttıkça örneklerin elastikiyet değerlerinin yükseldiğini bildirmişlerdir.

El-Zeini ve ark. (2016), dondurmaların dış yapışkanlık değerleri ile elastikiyet değerleri arasında paralel bir değişim olduğunu tespit etmişlerdir.

Depolama süresi boyunca örneklerin sertliğindeki artışa paralel olarak elastikiyet değerlerinin de bir miktar yükseldiği ve bu yükselişin istatistiksel olarak da anlamlı olduğu ($p<0.05$) saptanmıştır.

4.4.4. İç yapışkanlık

İç yapışkanlık, gıdanın iç yapısını şekillendiren iç bağların dayanıklılığı ya da güçlülüğü olarak tanımlanmaktadır (Ertaş ve Doğruer, 2010). İç yapışkanlık, protein misellerindeki (3-boyutlu protein-yağ matriksini oluşturan) iç bağların kuvvetinin ölçüsü olarak bilinmektedir (Szczesniak, 1963; Tunick, 2000).

Bezelye protein izolatı ilaveli dondurmaların iç yapışkanlık değerleri 0.13±0.02 değeri ile 0.34±0.010 değeri arasında değişmiştir (Çizelge 4.5). En yüksek iç yapışkanlık değeri %100 bezelye protein izolatı ilaveli F örneğinde saptanırken; en düşük iç yapışkanlık değeri %100 süt tozu ile üretilen A örneğinde saptanmıştır. Yapılan İstatistiksel analizler bezelye protein izolatı ilavesinin dondurmanın iç yapışkanlık değeri üzerine etkisinin önemli olduğunu göstermiştir ($p<0.05$). Dondurmalara ilave edilen bezelye protein izolatı miktarı arttıkça iç yapışkanlık değerinin arttığı tespit edilmiştir (Şekil 4.18). Dondurmalarda artan protein oranına bağlı olarak daha sıkı bir 3-boyutlu protein-yağ matriksi oluştuğu tahmin edilmektedir. İlaveten, bezelye protein izolatında bulunan liflerin de suyu bağlayarak daha viskoz ve sıkı bir yapı oluşturduğu ve böylece iç yapışkanlık değerlerinde artışa neden olduğu düşünülmektedir.

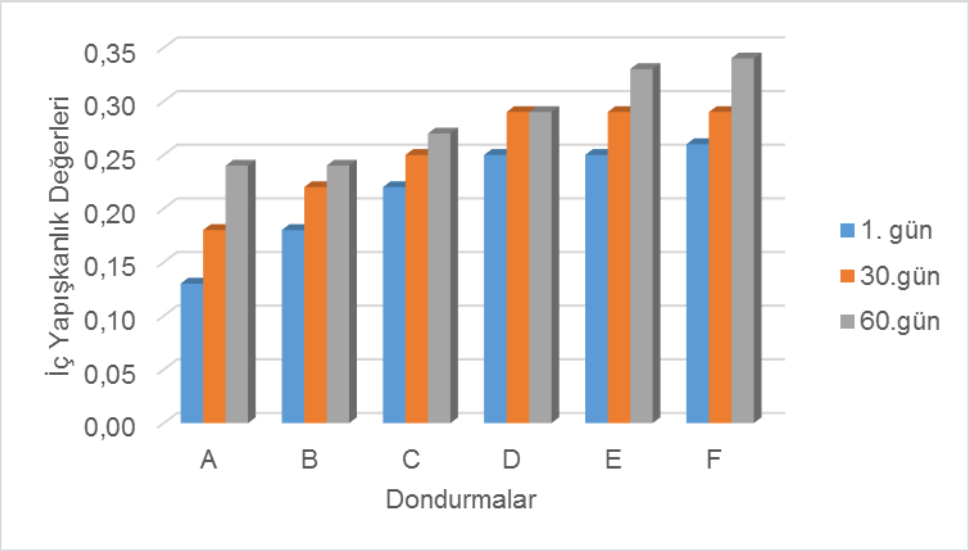
Farklı oranlarda yumurta akı ve yumurta sarısı tozu ilavesi ile üretilen dondurmalarda protein oranı arttıkça iç yapışkanlık değerlerinin yükseldiği belirlenmiştir (Aloğlu, 2019).

Sun ve ark. (2015), soya proteinin doğal viskoz yapısından ve selülozun bir stabilizer gibi davranarak suyu bağlaması nedeni ile soya protein izolatı oranındaki artışın dondurmaların iç yapışkanlık değerlerini arttırdığını bildirmişlerdir.

El-Nagar ve ark. (2002) da inülin ilaveli yoğurt dondurmalarında, inulinin higroskopik özelliği nedeniyle stabilizör benzeri bir işlev gördüğünü ve miksin viskozitesini arttırdığını, buna bağlı olarak daha viskoz bir yapının oluştuğunu ve sonuç olarak yoğurt dondurmasının iç yapışkanlık değerini arttırdığını ifade etmişlerdir.

Badıllı (2020), süt tozuna ikame olarak nohut unu ilavesinin kullanım olanaklarını araştırdığı çalışmada, dondurmalara ilave edilen nohut unu miktarının artışına bağlı olarak iç yapışkanlık değerinde tespit ettiği yükselişin nohut ununun bileşiminde yer alan proteinlerin ve polisakkaritlerin su molekülleriyle olan bağları geliştirip jel yapısındaki çapraz bağları arttırarak dondurmanın yapısını olumlu etkilemesinden kaynaklandığını ifade etmiştir.

Dondurma üretiminde stabilizör olarak salep yerine konjak bitkisi sakızının kullanılabilme olanaklarını araştırıldığı çalışmada, sertlik değerleri yüksek olan dondurmaların iç yapışkanlık değerlerinin de yüksek olduğunu belirtilmiştir (Abay, 2017).



Şekil 4. 18. Dondurmaların iç yapışkanlık değerlerinde depolama süresi boyunca görülen değişimler

(A: Kontrol, B: %6, C: %12, D: %25; E: %100 bezelye protein izolatı içeren dondurmalar; F: %100 bezelye protein izolatı ve bitkisel yağ içeren dondurma)

El-Zeini ve ark. (2016), dondurmaların sertlik değerleri ile iç yapışkanlık değerleri arasında da pozitif bir korelasyon olduğunu bildirilmektedir

İsmail ve ark. (2013), inülin takviyesi ile ürettikleri az yağlı dondurma örneklerinde iç yapışkanlık değerlerindeki artışın dondurmadaki stabilizör karışımlarının kendi aralarındaki ve/veya proteinler ile stabilizörler arasındaki jel kuvvetini arttırmaya yönelik etkileşiminden kaynaklandığını belirtmişlerdir.

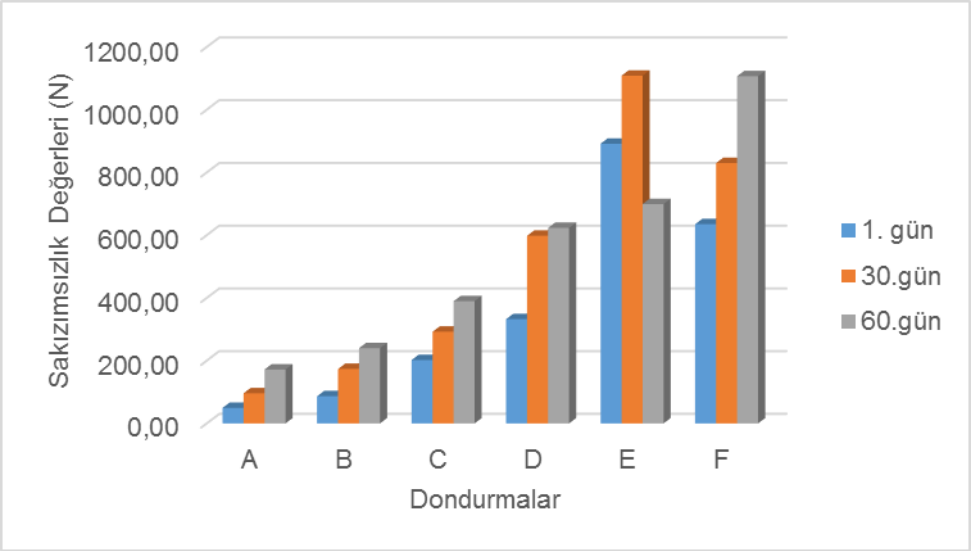
Vegan tip dondurmaların (F) iç yapışkanlık değeri %100 bezelye proteini ve süt yağı ile üretilen E örneğine göre biraz daha yüksek bulunmuş, fakat yağ tipinin dondurmaların iç yapışkanlık değerine etkisinin istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$). Sıvı yağlar protein matriksindeki boşlukları ağ yapıyı kırmadan doldururken, katı yağlar boşlukları doldururken protein ağında kırılmalara yol açmakta ve iç bağlarda zayıflama meydana getirmektedir (Ramel ve Marangoni, 2018). Bunun sonucunda da iç yapışkanlık değerleri düşmektedir. Çalışmada kullandığımız bitkisel yağ katı olduğu için süt yağı ile benzer etki göstermiş ve örnekler arasında fark görülmemiştir.

Depolama süresi boyunca dondurmaların iç yapışkanlık değerlerinin sürekli olarak arttığı tespit edilmiştir ($p<0.05$) (Şekil 4.18). Bu artışın depolama esnasında dondurmada proteinler, stabilizörler ve/veya lifler arasındaki ve/veya stabilizör karışımlarının kendi aralarındaki jel kuvvetini arttırmaya yönelik etkileşimden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Dondurmalarda depolama süresince iç yapışkanlık değerlerinin arttığı başka çalışmalarda da bildirilmiştir (El-Zeini ve ark., 2016; Abay, 2017; Aloğlu, 2019).

4.4.5. Sakızımsılık

İç yapışkanlık ile sertlik değerleri kullanılarak hesaplanan (sertlik x iç yapışkanlık) sakızımsılık, yarı katı bir besin maddesini yutulmaya hazır hale getirmek için uygulanan gerekli parçalama kuvveti olarak tanımlanmaktadır (Ertaş ve Doğruer, 2010; El-zeini ve ark., 2016; Sun ve ark., 2015; Eren, 2016; Aloğlu, 2019; Badıllı, 2020).

Bezelye protein izolatı ilaveli dondurmaların sakızımsılık değerleri Çizelge 4.5. ve Şekil 4.19.'da verilmiştir. Değerler 49±9 ile 1108.47±7.34 arasında değişiklik göstermiştir. Çizelgeden de takip edilebileceği gibi en yüksek sakızımsılık değeri %100 bezelye protein izolatı ilaveli E örneğinde görülürken; en düşük sakızımsılık değeri %100 süt tozu ile üretilen A örneğinde görülmüştür. Dondurmaların sakızımsılık değerleri üzerine bezelye protein izolatı ilavesinin etkisi istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Beklendiği gibi örneklerin sakızımsılık değerleri ile bezelye protein izolatı oranı arasında pozitif bir korelasyon olduğu belirlenmiştir. İlave edilen bezelye protein izolatı oranının artmasıyla birlikte proteinler arasındaki iç bağların artması ve/veya liflerin suyu bağlamaları sonucu artan sertlik ve iç yapışkanlık değerleri sonucu sakızımsılık değerlerinin de artış gösterdiği tahmin edilmektedir.



Şekil 4. 19. Dondurmaların sakızımsızlık değerlerinde depolama süresi boyunca görülen değişimler

(A: Kontrol, B: %6, C: %12, D: %25; E: %100 bezelye protein izolatı içeren dondurmalar; F: %100 bezelye protein izolatı ve bitkisel yağ içeren dondurma)

El-zeini ve ark. (2016), dondurma üzerine yaptıkları araştırmalarında sakızımsılık değerlerinin iç yapışkanlık ve sertlik değerleri ile paralel bir değişim gösterdiğini bildirmişlerdir.

Badıllı (2020), süt tozuna ikame olarak nohut unu ilavesinin dondurmanın sakızımsızlık değerinde, sertlik ve iç yapışkanlık değerlerinde olduğu gibi artış gösterdğini bildirmiştir.

Vegan tip dondurma (F örneği) ile süt yağı ve tamamen bezelye protein izolatı kullanılarak üretilen dondurmaların (E örneği) sakızımsılık değerleri arasında yağ tipine göre istatistiksel açıdan bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Depolama süresi boyunca artan sertlik ve iç yapışkanlık değerlerine paralel olarak dondurmaların sakızımsılık değerleri de artmış ve bu artış istatistiki olarak da önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Düşük sıcaklıkta artan viskozite ve sıkılığın bu sonuca neden olduğu tahmin edilmektedir.

4.5. Dondurmaların Duyusal Özellikleri

Direk olarak tüketiciye hitap eden ve ürünün satışında son derece önemli bir role sahip olan duyusal kalite kontrolü, insanların duyu organları ile çeşitli özelliklerinin değerlendirilmesidir (Ertaş ve Doğruer, 2010; Sarıoğlu, 2015). Dondurmaların duyusal özellikleri; soğukluk şiddeti, sıkılık, viskozite, pürüzsüzlük, renk ve görünüş, ağız dolgunluğu, tat ve koku ve genel kabul edilebilirlik olmak üzere 8 farklı parametreye göre panelistler tarafından değerlendirilmiş ve elde edilen duyusal puanlar standart hatalarıyla birlikte Çizelge 4.6'da verilmiştir.

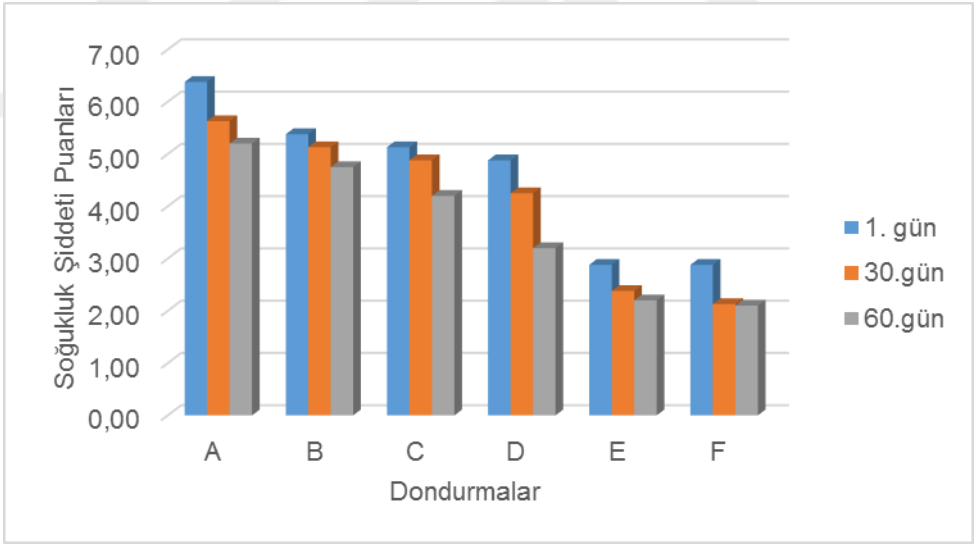
4.5.1. Dondurmaların soğukluk şiddeti puanları

Soğukluk şiddeti; dondurmanın ağızda erimesi sırasında ortaya çıkan soğuk etki olarak ifade edilmektedir. Dondurma ağızda döndürülürken oldukça keskin bir soğukluk hissi ortaya çıkıyorsa aşırı soğuk, düşük derecede soğukluk hissi ortaya çıkıyorsa hafif soğuk olarak tanımlanmaktadır (Aime ve ark., 2001; Alibekiroğlu, 2014).

Dondurmaların soğukluk şiddeti puanları 2.10±0.1 ile 6.38±0.375 arasında değişmiştir (Çizelge 4.6 ve Şekil 4.20) En yüksek soğukluk şiddeti puanını %100 oranında süt tozu ile üretilen A örneği alırken, en düşük soğukluk şiddeti puanına %100 oranında bezelye protein izolatı içeren E ve F örnekleri sahip olmuştur. Yapılan istatistiksel analizlerde bezelye protein izolatı oranı ile soğukluk şiddeti puanları arasında negatif bir korelasyon olduğu tespit edilmiş ve bezelye protein izolatı ilavesinin dondurmaların soğukluk şiddeti puanları üzerine etkisinin önemli olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Dondurma ağızda erirken, ağızda anlık soğukluk hissi veren büyük buz kristalleri kalır. Genel olarak yüksek oranda yağ içeren dondurmalarda daha düşük soğukluk şiddeti hissedildiği bildirilmiştir (Aime ve ark., 2001). Bunun nedeni dondurmadaki yağ oranı azaldığında, büyük buz kristallerinin oluşmasına neden olan su miktarının artmasıdır (Bodyfelt ve ark., 1988). Sonuç olarak dondurmadaki soğukluk şiddeti yağ miktarının yoğunluğuna, dolayısıyla kurumadde içeriğine bağlı olarak değişmekte ve kurumadde miktarı arttıkça

azalmaktadır (Aime ve ark., 2001). Bezelye protein izolatındaki proteinlerin ve liflerin serbest suyu bağlayarak büyük buz kristallerinin oluşumunu azalttığı tahmin edilmektedir. Aime ve ark. (2001) bezelye nişastası ilave ederek ürettikleri yağı azaltılmış dondurmalarda nişastanın suyu bağlayarak büyük buz kristalleri oluşumunu engellediğini ve böylece dondurmaların soğukluk hissini azalttığını bildirmişlerdir.

Badıllı (2020), dondurma üretiminde süt tozuna ikame olarak nohut unu kullanım olanaklarını araştırdığı çalışmada nohut unu miktarının soğukluk şiddeti puanı ile ters bir orantı içerisinde olduğunu bununda bileşiminde yer alan protein, nişasta ve liflerin dondurmadaki serbest suyu bağlayarak dondurmanın yapısında büyük buz kristallerinin oluşmasına olarak daha az soğukluk hissi vermesinden kaynaklanmış olabileceğini ifade etmiştir.



Şekil 4. 20. Dondurmaların soğukluk puanlarında depolama süresi boyunca görülen değişimler

(A: Kontrol, B: %6, C: %12, D: %25; E: %100 bezelye protein izolatı içeren dondurmalar; F: %100 bezelye protein izolatı ve bitkisel yağ içeren dondurma)

Çizelge 4.6. Dondurmaların Duyusal Özellikleri (Puan)**(n=2)

Örnek	Depolama Süresi (gün)	Soğukluk Şiddeti	Sıkılık	Viskozite	Pürüzsüzlük	Renk ve Görünüş	Ağız Dolgunluğu	Tat-Koku	Genel Kabul edilebilirlik
A	1.	6.38 ± 0.375^{d1}	6.63 ± 0.125^{a1}	6.38 ± 0.125^{a1}	8.50 ± 0^{c1}	9.20 ± 0.2^{e1}	6.38 ± 0.125^{a1}	8.75 ± 0.25^{d1}	9.63 ± 0.125^{d1}
	30	5.63 ± 0.125^{d1}	6.25 ± 0.25^{a1}	6.58 ± 0.175^{a1}	8.13 ± 0.125^{c1}	8.75 ± 0^{e1}	6.38 ± 0.125^{a1}	8.67 ± 0.085^{d1}	9.38 ± 0.125^{d1}
	60	5.20 ± 0.2^{d1}	7.20 ± 0.2^{a1}	6.25 ± 0.25^{a1}	8.00 ± 0^{c1}	8.25 ± 0.25^{e1}	5.30 ± 0.3^{a1}	8.25 ± 0.25^{d1}	8.90 ± 0.1^{d1}
B	1.	5.38 ± 0.125^{c1}	6.50 ± 0^{ab1}	6.50 ± 0.25^{a1}	7.00 ± 0.25^{b1}	8.53 ± 0.275^{d1}	5.88 ± 0.125^{a1}	7.63 ± 0.125^{c1}	8.90 ± 0.1^{c1}
	30	5.13 ± 0.125^{c1}	7.25 ± 0.25^{ab1}	7.25 ± 0.25^{a1}	7.50 ± 0^{b1}	7.88 ± 0.125^{d1}	7.00 ± 0^{a1}	7.88 ± 0.125^{c1}	8.25 ± 0^{c1}
	60	4.75 ± 0.25^{c1}	7.40 ± 0.4^{ab1}	6.70 ± 0.3^{a1}	8.10 ± 0.1^{b1}	6.38 ± 0.125^{d1}	6.45 ± 0.05^{a1}	7.25 ± 0.25^{c1}	7.75 ± 0^{c1}
C	1.	5.13 ± 0.125^{c1}	6.88 ± 0.125^{b1}	6.63 ± 0.375^{bc1}	7.75 ± 0.25^{b1}	7.68 ± 0.075^{d1}	7.25 ± 0.25^{b1}	7.33 ± 0.075^{c1}	7.75 ± 0.25^{b1}
	30	4.88 ± 0.125^{c1}	7.38 ± 0.125^{b1}	7.80 ± 0.2^{bc1}	7.03 ± 0.225^{b1}	7.63 ± 0.125^{d1}	7.45 ± 0.05^{b1}	7.38 ± 0.125^{c1}	6.88 ± 0.125^{b1}
	60	4.20 ± 0.2^{c1}	7.90 ± 0.1^{b1}	7.38 ± 0.125^{bc1}	6.63 ± 0.375^{b1}	6.38 ± 0.125^{d1}	7.13 ± 0.125^{b1}	7.13 ± 0.125^{c1}	6.10 ± 0.1^{b1}
D	1.	4.88 ± 0.125^{b1}	7.50 ± 0.25^{b1}	6.75 ± 0.25^{c1}	6.63 ± 0.125^{b1}	6.80 ± 0.2^{c1}	7.38 ± 0.125^{b1}	6.75 ± 0.25^{b1}	6.35 ± 0.15^{b1}
	30	4.25 ± 0^{b1}	7.63 ± 0.375^{b1}	8.13 ± 0.125^{c1}	6.88 ± 0.125^{b1}	6.50 ± 0.25^{c1}	7.63 ± 0.125^{b1}	6.38 ± 0.125^{b1}	6.23 ± 0.025^{b1}
	60	3.20 ± 0.2^{b1}	7.70 ± 0.3^{b1}	7.45 ± 0.05^{c1}	7.00 ± 0^{b1}	5.75 ± 0.25^{c1}	7.13 ± 0.125^{b1}	6.03 ± 0.225^{b1}	6.63 ± 0.125^{b1}
E	1.	2.88 ± 0.125^{a1A}	8.13 ± 0.125^{c1A}	8.13 ± 0.125^{d1A}	4.50 ± 0^{a1A}	4.78 ± 0.025^{b1A}	8.25 ± 0.25^{c1A}	3.50 ± 0.25^{a1A}	4.75 ± 0^{a1A}
	30	2.38 ± 0.125^{a1A}	9.13 ± 0.125^{c1A}	9.13 ± 0.125^{d1A}	4.50 ± 0^{a1A}	4.38 ± 0.125^{b1A}	8.90 ± 0.1^{c1A}	3.13 ± 0.125^{a1A}	3.50 ± 0.25^{a1A}
	60	2.20 ± 0.2^{a1A}	9.60 ± 0.4^{c1A}	8.60 ± 0.4^{d1A}	6.10 ± 0.1^{a1A}	4.13 ± 0.125^{b1A}	8.13 ± 0.125^{c1A}	2.65 ± 0.15^{a1A}	3.20 ± 0.2^{a1A}
F	1.	2.88 ± 0.125^{a1A}	8.63 ± 0.125^{c1A}	8.25 ± 0.25^{d1A}	4.25 ± 0^{a1A}	4.38 ± 0.125^{a1B}	8.75 ± 0.25^{c1A}	3.50 ± 0.25^{a1A}	4.63 ± 0.125^{a1A}
	30	2.13 ± 0.125^{a1A}	9.25 ± 0^{c1A}	8.60 ± 0.4^{d1A}	4.25 ± 0^{a1A}	3.50 ± 0.25^{a1B}	8.78 ± 0.025^{c1A}	3.13 ± 0.125^{a1A}	3.75 ± 0^{a1A}
	60	2.10 ± 0.1^{a1A}	9.50 ± 0.5^{c1A}	9.00 ± 0^{d1A}	5.90 ± 0.1^{a1A}	3.10 ± 0.1^{a1B}	8.63 ± 0.125^{c1A}	2.40 ± 0.4^{a1A}	3.50 ± 0.5^{a1A}

***** A: Kontrol, B: %6, C: %12, D: %25; E: %100 bezelye protein izolatı içeren dondurmalar; F: %100 bezelye protein izolatı ve bitkisel yağ içeren dondurma

** Farklı küçük harfle gösterilen değerler bezelye protein izolatı oranına göre, farklı büyük harfle gösterilen değerler yağ tipine göre, farklı rakamla gösterilen değerler de depolama süresine göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (α: 0.05)

Vegan tip dondurmanın (F) soğukluk şiddeti puanı tamamen bezelye protein izolatı kullanılarak üretilen dondurmaların (E) soğukluk şiddeti puanı ile karşılaştırıldığında aralarında yağ tipine göre önemli bir fark olmadığı ($p>0.05$) tespit edilmiştir.

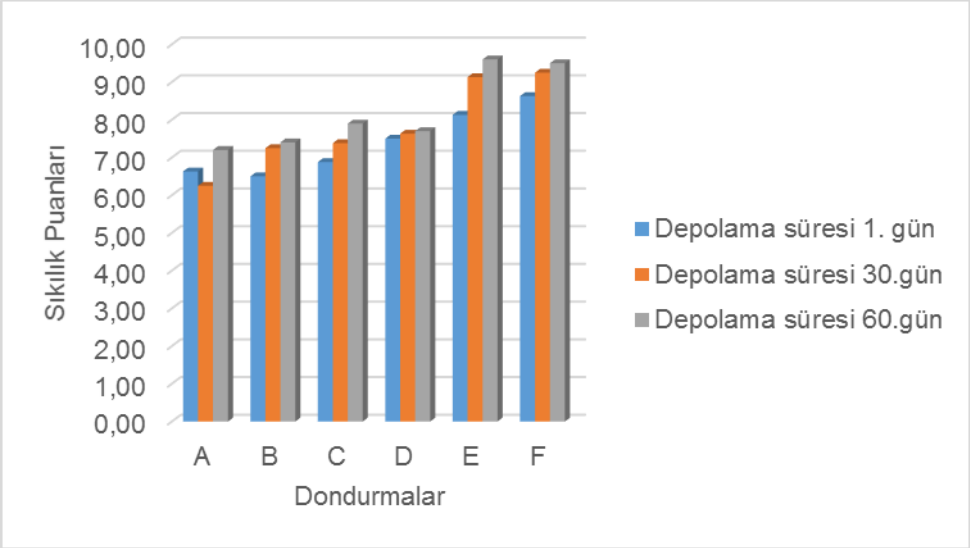
Depolama süresi boyunca dondurmaların soğukluk şiddeti puanlarının düzenli olarak azaldığı belirlenmiş ve bu azalma istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Bu durumun dondurmalardaki stabilizör ve protein arasındaki interaksiyonların depolama süresinde gelişmesi sonucu dondurmanın yapısını iyileştirmesinden kaynaklanabileceği tahmin edilmektedir. Aloğlu (2019) da yumurta akı ve yumurta sarısı tozu ile ürettiği dondurmaların soğukluk şiddeti puanlarında depolama süresince görülen azalmanın stabilizör ve proteinler arasındaki etkileşimler sonucu yapının iyileşmesinden kaynaklanabileceğini bildirmiştir.

4.5.2. Dondurmaların sıkılık puanları

Sıkılık, dondurma örneklerinin damak ile dil arasında bastırılarak düzleştirmesi için sarf edilen kuvvet şeklinde tanımlanmaktadır. Dondurmayı düzleştirmek için daha çok kuvvet uygulanıyorsa sıkı (sert), daha az kuvvet uygulanıyorsa yumuşak, olarak ifade edilmektedir (Daşnik, 2014).

Dondurmaların sıkılık puanları 6.25±0.25 ile 9.60±0.4 arasında değişmiştir (Çizelge 4.6 ve Şekil 4.21). En yüksek sıkılık puanına %100 bezelye protein izolatı içeren E ve F örnekleri; en düşük sıkılık puanına ise %100 süt tozu ile üretilen A örneği sahip olmuştur. Sıkılık puanlarına bezelye proteini izolatı ilavesinin etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Dondurmanın sıkılık özelliği genellikle hacim artışı değeri ile ters orantı göstermektedir (Rossa ve ark, 2012). Yüksek oranda bezelye protein izolatı kullanılarak üretilen dondurmalarda, havanın miks içerisine nüfuz etme oranı azaldığı için hacim artışı az olmuş ve daha sıkı bir yapı oluşmuştur. Sonuç olarak, bezelye protein izolatı ilavesi ile üretilen dondurmaların sıkılık puanları da kontrol örneğine göre yüksek bulunmuştur.

Örneklerin sıkılılık puanlarının viskozite, hacim artışı ve sertlik değerleri ile paralellik gösterdiği de belirlenmiştir.



Şekil 4. 21. Dondurmaların sıkılık puanlarında depolama süresi boyunca görülen değişimler

(A: Kontrol, B: %6, C: %12, D: %25; E: %100 bezelye protein izolatı içeren dondurmalar; F: %100 bezelye protein izolatı ve bitkisel yağ içeren dondurma)

Liu ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada soya protein izolatı miktarının sıkılık değerini önemli ölçüde etkilediğini/arttırdığını bildirmişlerdir. Sivasankari ve ark. (2019) nohut ve bezelye proteini ile ürettikleri dondurmalarda protein oranı arttıkça örneklerin tekstür puanlarının düştüğünü bildirmişlerdir.

Aime ve ark. (2001), modifiye bezelye nişasta ilavesinin, azaltılmış yağlı dondurma ürünlerinde artan buz kristali hacmi sorununun üstesinden gelebildiğini dondurmaların sıkılık puanlarında artışa neden olduğunu bildirmişlerdir.

Badıllı (2020), Dondurmalara eklediği farklı oranlarda nohut unu ilavesinin dondurmaların sıkılık puanlarını olumlu yönde önemli katkı yaptığını ve en yüksek sıkılık puanlarını nohut unu ilaveli örneklerin aldığını bildirmiştir.

Vegan tip dondurmanın (F) sıkılık puanı ile süt yağı ve tamamen bezelye protein izolatı kullanılarak üretilen dondurmaların (E) sıkılık puanı ile arasında

önemli bir fark olmadığı ($p>0.05$) tespit edilmiştir. Bulgularımızdan farklı olarak Choo ve ark. (2010) hindistan cevizi yağı ile fomüle ettikleri dondurma örneklerinde hindistan cevizi yağındaki artışa bağlı olarak sıkılık gözlemlendiğini bildirmişlerdir.

Dondurmaların viskozite ve sertlik değerlerindeki artışla birlikte sıkılık puanlarının da depolama süresi boyunca arttığı belirlenmiştir (A örneğinin 30. günü hariç) ve depolama süresinin örneklerin sıkılık puanlarına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

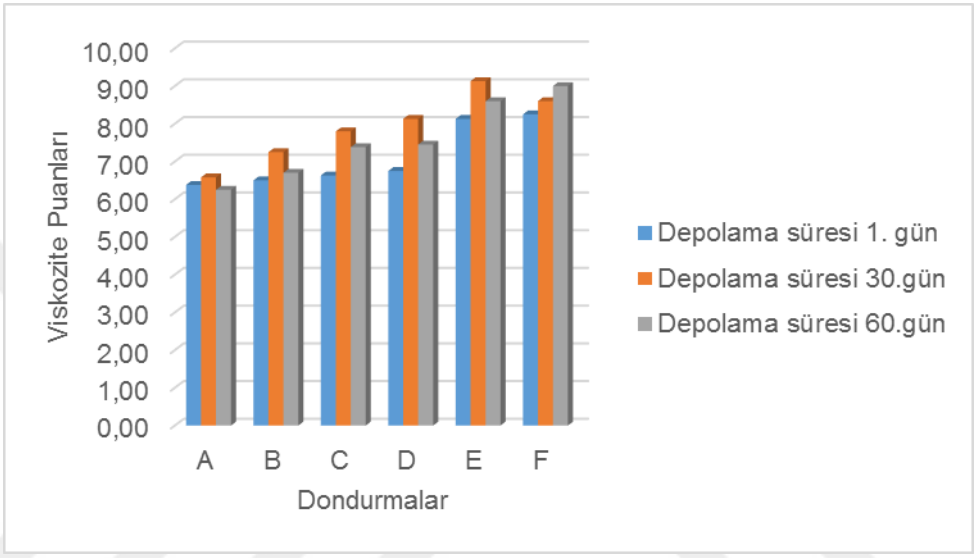
4.5.3. Dondurmaların viskozite puanları

Viskozite dondurmanın ağızdaki hareketi esnasında erimeye karşı göstermiş olduğu direnç olarak tanımlanmaktadır. Genel olarak duyusal kalite ve özellikle tekstür değerlendirmesi üzerinde büyük etkisi olan dondurmanın fiziksel özelliği görünen viskozitedir. Görünen viskozite dondurmanın kısmen erimesinde önemli bir faktördür, çünkü bir dondurma örneğinin kişinin ağzında nasıl tepki verdiğini etkiler. Dondurmanın dil, üst damak ve dişlerin verdiği mekanik kuvvete karşı direnci, dondurma tekstürünün genel algısını belirleyecektir (Aime ve ark., 2001). Dil ile damak arasındaki harekete karşı direncin artması, erimemesi ve yapışması dondurma örneklerinin yüksek viskozite; örneğin çok hızlı bir şekilde erimesi harekete karşı çok az bir direnç göstermesi ve yapışmaması ise düşük viskozite olarak tanımlanmaktadır (Göncü, 2012).

Çizelge 4.6'da görüldüğü gibi dondurmaların panelistlerce verilen viskozite puanları 6.25±0.25 ile 9.13±0.125 arasında değişmektedir. Panelistler en yüksek viskozite puanını %100 oranında bezelye protein izolatı içeren E ve F örneklerine, en düşük viskozite puanını da %100 süt tozu içeren A örneğine vermiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda bezelye protein izolatı ilavesinin dondurmaların viskozite puanları üzerine etkisinin önemli olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Dondurmalara ilave edilen bezelye protein izolatı oranı arttıkça, proteinlerin ve liflerin suyu bağlaması sonucu, örneklerin viskozite puanları da artmıştır. Elde edilen

bu sonuçların aletsel viskozite ölçümleri ile de uyum içinde olduğu görülmüştür (Çizelge 4.6).

Dondurmaların viskozite puanları depolama boyunca düzenli olmayan değişimler göstermiş (Şekil 4.22) ve bu değişimler istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).



Şekil 4.22. Dondurmaların viskozite puanlarında depolama süresi boyunca görülen değişimler

(A: Kontrol, B: %6, C: %12, D: %25; E: %100 bezelye protein izolatı içeren dondurmalar; F: %100 bezelye protein izolatı ve bitkisel yağ içeren dondurma)

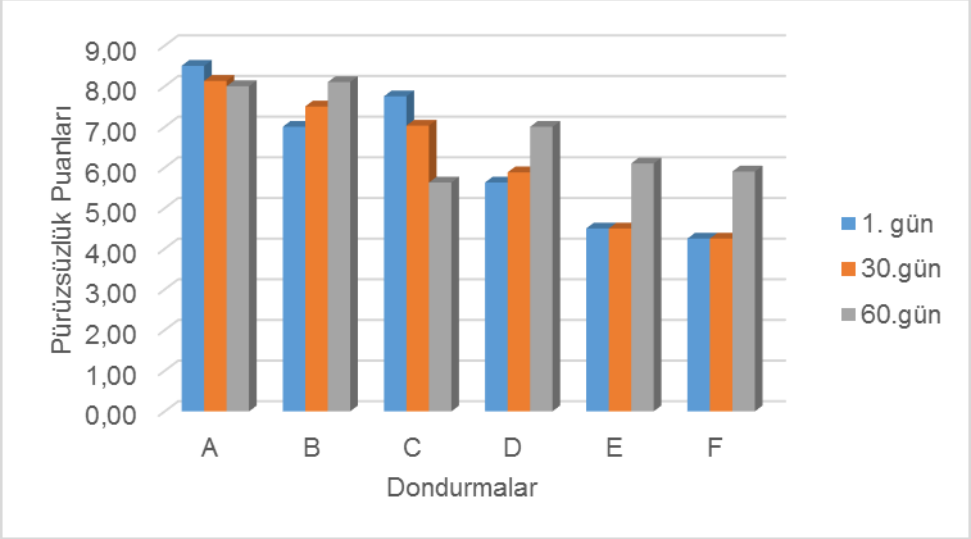
Badıllı (2020), süt tozuna ikame olarak nohut unu kullanarak ürettiği dondurmalarda farklı oranlarda nohut unu ilavesinin dondurmaların yapısını olumlu yönde etkilediğinden viskozite puanlarını da olumlu etkilemiş olabileceğini ve bunun da nohut unu ilaveli dondurmaların nişasta ve lif içeriğinin yüksek olmasından ve dolayısıyla bu bileşenlerin yüksek su tutma kapasitelerine bağlı olarak miks ve dondurmaların viskozitelerinde artış sağlamak suretiyle dondurmanın yapısının iyileşmesinde önemli bir paya sahip olmasından ileri gelmiş olabileceğini bildirmiştir.

4.5.4. Dondurmaların pürüzsüzlük puanları

Dondurmaların pürüzsüzlük derecesi örneklerin ağıza alındıktan sonra damağa yayılması yoluyla değerlendirilir. Pürüzsüz yapıdaki bir dondurma homojen bir şekilde ağızda yayılarak yumuşak bir his oluştururken, pürüzsüz olmayan dondurma kalın ve kumlu bir his bırakır (Aime ve ark., 2001; Alibekiroğlu, 2014). Düzgün ve homojen bir yapıya sahip dondurma; ağızda hoş, kremamsı bir his bırakmaktadır. Kumsu yapı, dondurma miksinin soğutma işlemi süresi içinde laktozun bir kısmının kristalleşmesinden kaynaklanmaktadır (Pentince, 1992)

En yüksek pürüzsüzlük puanını 8.50±0 ile %100 süt tozu ile üretilen A örneği ve en düşük pürüzsüzlük puanını da 4.25±0 ile %100 bezelye protein izolatı ilaveli E ve F örnekleri almıştır (Çizelge 4.6 ve Şekil 4.23). Yapılan istatistiksel analizler sonucunda bezelye proteini ilavesinin dondurmaların pürüzsüzlük puanları üzerine etkisinin anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Dondurmalara ilave edilen bezelye protein izolatı oranı arttıkça örneklerin pürüzsüzlük puanları düşmüştür. Bu durum bezelye protein izolatındaki yağsız kurumaddeyi oluşturan bileşenler ile süt tozundaki yağsız kurumaddeyi oluşturan bileşenlerin farklı olmasından kaynaklanmış olabilir. Ahanian ve ark. (2014) soya sütü ve süt karışımlarıyla ürettikleri dondurmalarda sütte bulunan kazeinin uygun bir tekstür oluştururken, soya sütündeki proteinlerin kaba ve kumlu bir tekstüre neden olduğunu bildirmişlerdir. Bezelye protein izolatında bulunan proteinler ve liflerin de aynı şekilde kaba ve kumlu bir yapı oluşturdukları ve bu nedenle dondurmaların pürüzsüzlük puanlarında düşüşe neden oldukları tahmin edilmektedir.

Dervişoğlu ve ark. (2005) %3'ün üzerinde soya proteini ilavesinin; Ahanian ve ark. (2014) soya sütü ilavesinin; Sivasankari ve ark. (2019) bezelye ve nohut proteini ilavesinin dondurmaların dondurmaların yapı ve tekstür puanlarını düşürdüğünü bildirmişlerdir. Buna karşılık Graças-Pereira ve ark. (2011) soya ekstraktı ilavesinin dondurmaların yapı ve tekstür puanlarını etkilemediğini bildirmiştir.



Şekil 4. 23. Dondurmaların pürüzsüzlük puanlarında depolama süresi boyunca görülen değişimler

(A: Kontrol, B: %6, C: %12, D: %25; E: %100 bezelye protein izolatı içeren dondurmalar; F: %100 bezelye protein izolatı ve bitkisel yağ içeren dondurma)

Vegan tip dondurma (F) ile süt yağı ve tamamen bezelye protein izolatı ile üretilen dondurmaların pürüzsüzlük puanları istatistiksel olarak aynı grup içerisinde yer almış ve yağ tipinin dondurmaların pürüzsüzlük puanlarına etkisi anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$).

Depolama süresi boyunca dondurmaların pürüzsüzlük puanlarında düzenli olmayan değişiklikler olduğu belirlenmiş ve bu değişiklikler istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$).

4.5.5. Dondurmaların renk ve görünüş puanları

Dondurmaların renk ve görünüş puanları panelistlerce mattan parlağa ve açık renkten koyu renge doğru olacak şekilde değerlendirilmiştir (Çizelge 4.6). En yüksek renk ve görünüş puanına 9.20±0.2 puan ile A örneği, en düşük renk ve görünüş puanına da 3.10±0.1 puan ile F örneği sahip olmuştur. Bezelye protein izolatı oranı ile dondurmaların renk ve görünüş puanları arasında negatif bir korelasyon olduğu belirlenmiş ve bezelye protein izolatı ilavesinin dondurmaların renk ve görünüş

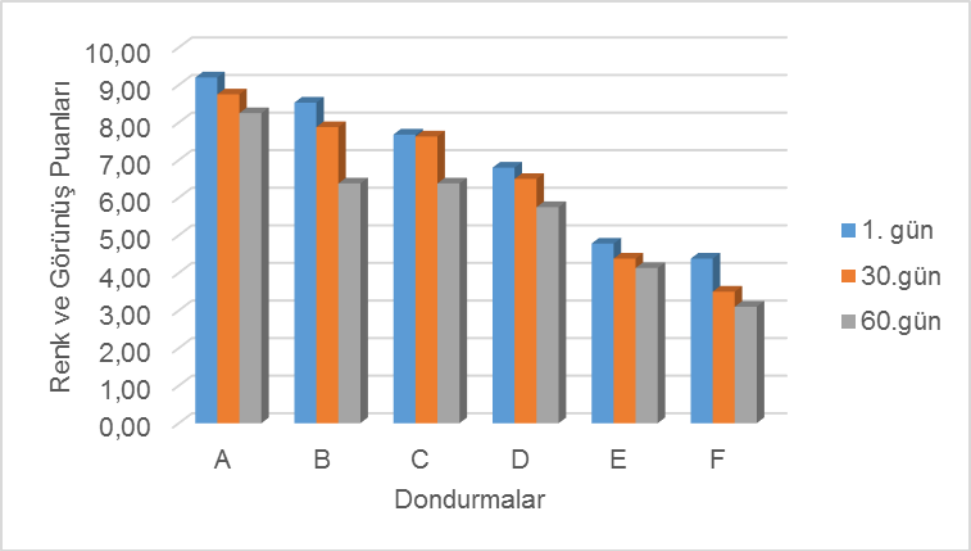
puanları üzerine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Bezelye protein izolatı dondurmaların açık yeşilden koyu haki ve kahverengiye kadar değişen tonlarda renklere sahip olmasına neden olmuş ve bu sebeple bezelye protein izolatı içeren dondurmalar kontrol örneğine göre daha düşük puanlar almıştır.

Bulgularımıza paralel olarak; Öztürk ve ark. (2014) mellorine tip dondurmalarda ilave edilen sebze suyu oranı arttıkça örneklerin renk ve görünüş puanlarının düştüğünü bildirmişlerdir. Liu ve ark. (2018) ürettikleri dondurmada soya protein izolatı ilavesinin dondurmalarda sarı renk gelişimine neden olduğunu belirtmişlerdir. Sivansankari ve ark. (2019) da dondurmalara ilave edilen nohut ve bezelye protein oranı arttıkça renk puanlarının düştüğünü belirlemişlerdir.

Buna karşılık bulgularımızdan farklı olarak; Friedeck ve ark (2003) %4 oranında soya proteini ilave edilen vanilyalı ve çikolatalı dondurmaların görünüş puanlarının kontrol örneklerinden farklı olmadığını bildirmiştir. Dervişoğlu ve ark. (2005) da farklı oranlarda soya protein konsantresi ve çilek aroması ilavesiyle ürettikleri dondurmalarda soya protein konsantresinin dondurmaların görünüş puanlarını iyileştirdiğini bildirmişlerdir.

Bitkisel yağ ile üretilen vegan tip dondurma (F), tamamen bezelye proteini ve süt yağı kullanılarak üretilen dondurmaya (E) göre panelistlerce daha mat olarak algılanması sebebiyle daha düşük puanlar almış ve aradaki bu fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p>0.05$). Sacchi ve ark. (2019), zeytinyağı kullanarak ürettikleri dondurmalarda kontrol örneğine kıyasla sarı renk yoğunluğunun fazla olduğunu bunun zeytinyağının tipik renginden ileri gelmiş olabileceğini belirtmişlerdir.

Dondurmaların renk ve görünüş puanları depolama süresi boyunca düşüş göstermekle birlikte (Şekil 4. 24) bu düşüşün istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$). Bu sonucun depolama sırasında örneklerin renklerindeki parlaklığın azalarak daha mat algılanması ile ilişkili olabileceği tahmin edilmektedir.



Şekil 4. 24. Dondurmaların renk ve görünüş puanlarında depolama süresi boyunca görülen değişimler

(A: Kontrol, B: %6, C: %12, D: %25; E: %100 bezelye protein izolatı içeren dondurmalar; F: %100 bezelye protein izolatı ve bitkisel yağ içeren dondurma)

4.5.6 Dondurmaların ağız dolgunluğu puanları

Ağız dolgunluğu; dondurma örneklerinin ağıza alındıktan sonra, dairesel şekilde hareket ettirilip yutulmasının ardından ağızda kalan film tabakasının yoğunluğu, olarak ifade edilmektedir (Aime ve ark., 2001; Daşnik, 2014). Dondurmalara panel üyeleri tarafından verilmiş olan ağız dolgunluğu puanları 5.30±0.3 ile 8.90±0.1 arasında değişmiştir (Çizelge 4.6). En yüksek ağız dolgunluğu puanlarını E ve F örnekleri, en düşük puanı A örneği almış ve bezelye proteinı izolatı ilavesinin ağız dolgunluğu puanlarına etkisi anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Ağız dolgunluğunun dondurmaların yağ içeriği ile ilgili olduğu ve yağ içeriği arttıkça ağız dolgunluğunun arttığı bildirilmektedir. İlaveten, yağ ikamesi gibi davranan su bağlayıcı ajanlar da ağız dolgunluğunun daha yoğun hissedilmesini sağlamaktadır (Specter ve Setser, 1994; Aime ve ark., 2001). Bezelye protein izolatındaki lifler ve proteinler suyu bağlayarak yağ ikamesi gibi davranmış ve suyu bağlayarak dondurmaların erimesini yavaşlatmış olduğundan bezelye protein izolatı oranı

arttıkça dondurmaların ağız dolgunluğunun daha yoğun hissedildiği tahmin edilmektedir.

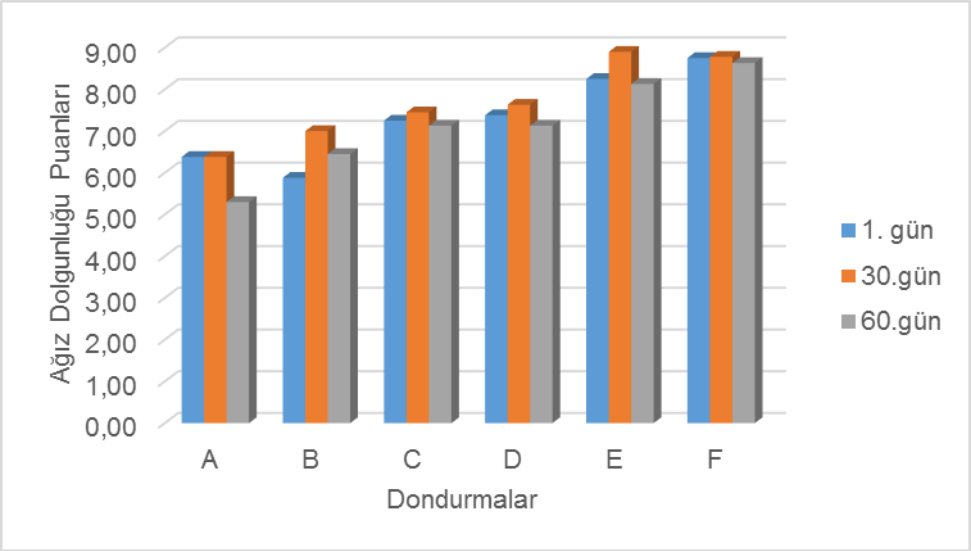
Aime ve ark. (2001) bezelye nişastası ilave edilen yağı azaltılmış dondurmaların ağız dolgunluğu puanlarının tam yağlı kontrol örneği ile aynı olduğunu bildirmiştir.

Alaoğlu (2019) yumurta sarısı ve yumurta akı tozu ilave ederek ürettiği dondurmalarda yumurta proteinlerinin, dondurma bileşiminde yer alan süt proteinleri ve stabilizörlerle oluşturduğu intraksiyonlar sonucu su bağlama kapasitesini artırdığını, ayrıca oluşturdukları çapraz bağların daha yüksek kohezyon etkisi yaratması nedeniyle dondurmaların yapısını iyileştirerek ağız dolgunluğu puanlarını yükselttiğini bildirmiştir.

Badıllı (2020), farklı oranlarda nohut unu ilavesinin dondurmaların ağız dolgunluğu puanlarına olumlu katkı yaptığını tespit etmiş ve bunun da nohut ununun içermiş olduğu protein ve karbonhidratların özellikle polisakkaritlerin dondurma bileşiminde yer alan süt proteinleri ve stabilizörlerle oluşturduğu intraksiyonlarla ilgili olarak su bağlama kapasitesindeki artışa ilaveten, oluşturdukları çapraz bağların daha yüksek kohezyon etkisi yaratmasına dolayısıyla dondurmanın yapısının iyileşerek ağız dolgunluğu puanlarının daha yüksek olması şeklinde açıklamıştır.

Bitkisel yağ kullanılarak üretilen vegan tip dondurmaların (F) ağız dolgunluğu puanları ile tamamen bezelye protein izolatı ve süt yağı ile üretilen dondurmalara (E örneği) göre biraz yüksek olmakla birlikte her iki dondurmanın da istatistiksel olarak aynı grupta yer aldığı tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Dondurmaların ağız dolgunluğu puanları depolamanın 30. gününde artış (A örneği hariç), 60. gününde ise azalış göstermiş (Şekil 4. 25), fakat ağız dolgunluğu puanlarına depolama süresinin etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$).



Şekil 4. 25. Dondurmaların ağız dolgunluğu puanlarında depolama süresi boyunca görülen değişimler

(A: Kontrol, B: %6, C: %12, D: %25; E: %100 bezelye protein izolatı içeren dondurmalar; F: %100 bezelye protein izolatı ve bitkisel yağ içeren dondurma)

Aloğlu (2019), yağlı ve yağı azaltılmış kontrol örneklerinde ağız doldunluğu puanlarının 60 günlük depolama süresi boyunca yükseldiğini, buna karşılık yumurta akı ve sarısı tozu ilaveli dondurmaların ağız dolgunluğu puanlarının depolamanın 30. gününe kadar yükseldiğini, daha sonra düştüğünü bildirmiştir.

4.5.7.Dondurmaların tat ve koku puanları

Bir ürünün tüketiciler tarafından kabul edilmesinde en etkili duyusal parametrelerden birisi ürünün tadı ve kokusudur. Koku ağıza alınan bir gıda maddesinden çıkan uçucu bileşiklerin koklama yoluyla algılanması, tat- ağızda çözünen maddelerin tatma yoluyla algılanması ayrıca ağız ve geniz boşluğundaki sinirlerin uyarılması ile algılanan acı hissi, burukluk gibi kavramlardan oluşmaktadır.

Dondurmaların tat ve koku puanları 2.40±0.4 ile 8.75±0.25 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.6). Panelistler en yüksek tat ve koku puanını A örneğine (kontrol), en düşük tat ve koku puanını ise E ve F örneklerine (tamamen bezelye

protein izolatı ile üretilen dondurmalar) vermiştir. Bezelye protein izolatı ilavesi dondurmaların tat ve koku puanlarını önemli düzeyde etkilemiş ($p<0.05$) ve dondurmalara ilave edilen bezelye protein izolatı oranı arttıkça tat ve koku puanlarının düştüğü saptanmıştır. Bezelyenin kendine özgü bakliyat tat ve kokusunun dondurmaların doğal tat ve kokusunu değiştirdiği ve bu nedenle panelistler tarafından beğenilmediği belirlenmiştir. Düşük düzeyde bezelye protein izolatı ilave edilen örneklerde bu tat ve kokunun belirgin olmadığı ve bu örneklerin (B ve C) tat ve koku puanlarının kontrol örneğine yakın olduğu tespit edilmiştir. Ancak tamamen bezelye proteini ile üretilen dondurmaların (E ve F örnekleri) tat ve koku puanları kontrole göre oldukça düşük bulunmuştur.

Friedeck ve ark. (2003), soya proteini içeren dondurma örneklerinde aldehitlerin, laktonların ve ısı sonucu oluşan bazı bileşenlerin dondurmanın lezzeti üzerine istenmeyen tat/koku verdiğini bildirmişler ve duyusal değerlendirmelerde soya proteini ilaveli dondurmalarda heksanal aromasının çimenli bir tada neden olduğunu belirlemişlerdir. İlaveten, dondurma üretiminde ısıl işlem sonucu oluşan ve pirolin ve tiazole gibi soya proteini bileşenlerinin güçlü kokuya neden olduğunu bildirmişlerdir.

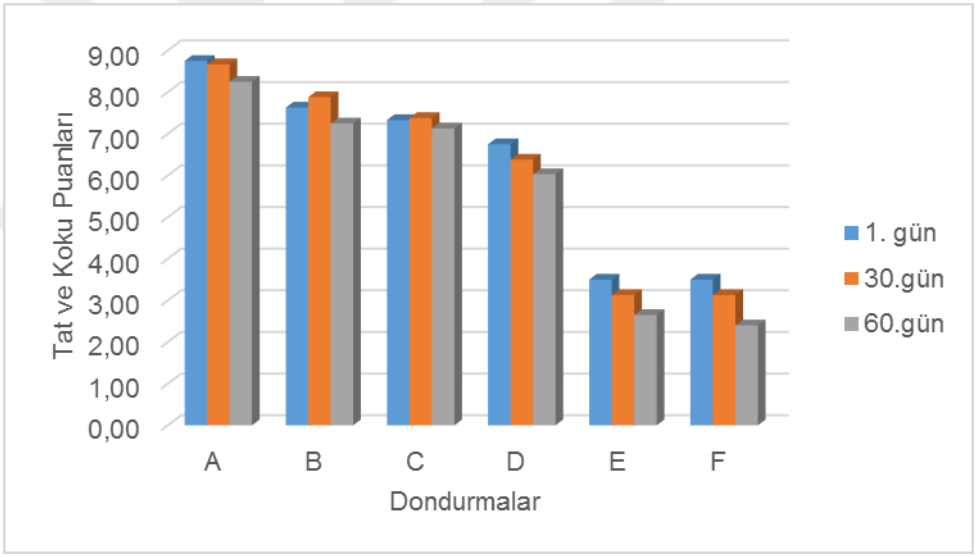
Dervişoğlu ve ark. (2005) düşük düzeyde (%1.5) ilave edilen soya protein konsantresinin kontrole yakın tat puanı aldığını, ilave edilen oran arttıkça puanların düştüğünü bildirmişlerdir. Özellikle %4.5 oranında ilave edilen soya protein konsantresinde hissedilen soya aroması nedeniyle tat puanlarının oldukça düştüğünü belirlemişlerdir. Bununla birlikte, araştırmacılar dondurmaya ilave edilen çilek aromasının soya tadını baskıladığını ve %1.5 soya protein konsantresi ile üretilen çilek aromalı (%0.01) dondurmaların kontrolden daha çok beğenildiğini tespit etmişlerdir.

Graças Pereira ve ark. (2011) ilave edilen soya ektraktı oranı arttıkça dondurmalarda hissedilen soya aroması nedeniyle aroma puanlarının düştüğünü belirlemişlerdir. Öztürk ve ark. (2014) mellorine tip dondurmalarda ilave edilen sebze suyu miktarı arttıkça dondurmaların tat ve koku puanlarının düştüğünü tespit

etmişlerdir. Sivasankari ve ark. (2019) dondurmalara ilave edilen bezelye ve nohut proteini oranı arttıkça dondurmaların tat puanlarının düştüğünü bildirmişlerdir.

Tamamen bezelye protein izolatı ile üretilen vegan tip dondurma (F), süt yağı kullanılarak tamamen bezelye proteini ile üretilen örnekle (E) karşılaştırıldığında kullanılan yağ tipinin örneklerin tat ve koku puanlarını istatistiksel açıdan etkilemediği ($p>0.05$) ve her iki dondurmanın aynı grupta yer aldığı görülmektedir.

Dondurmaların tat ve koku puanları depolama süresi boyunca sürekli olarak düşüş göstermiş (Şekil 4.26) olmasına rağmen, bu düşüşün istatistiksel olarak önemli olmadığı saptanmıştır ($p>0.05$).



Şekil 4. 26. Dondurmaların tat ve koku puanlarında depolama süresi boyunca görülen değişimler

(A: Kontrol, B: %6, C: %12, D: %25; E: %100 bezelye protein izolatı içeren dondurmalar; F: %100 bezelye protein izolatı ve bitkisel yağ içeren dondurma)

Hyvönen ve ark. (2003) çilekli dondurma üretiminde bitkisel yağ kullanım olanaklarını araştırmış ve aroma salınımının bitkisel yağ içeren dondurmalarda süt yağı içeren dondurmalara göre daha fazla algılandığını belirtmişlerdir. Vegan tüketimine uygun olması amacıyla bezelye protein izolatı ve tamamen bitkisel

yağdan üretilen F örneğinde, bitkisel yağ ilavesinin çeşitli aromalarla takviye edilerek tat ve koku açısından tüketilebilirliğinin arttırılabileceği tahmin edilmektedir.

Sacchi ve ark. (2019), yaptıkları çalışmada dondurma üretiminde kullanılan zeytinyağının; 'keskin', 'zeytin meyvesi' ve 'kesilmiş çimen' notlarının ortaya çıkmasına neden olduğunu bildirmişlerdir.

4.5.8. Dondurmaların genel kabul edilebilirlik puanları

Dondurmaların genel kabul edilebilirlik puanları Çizelge 4.6'da verilmiştir. En yüksek genel kabul edilebilirlik puanını 9.63±0.125 ile %100 süt tozu ile üretilen A örneği, en düşük genel kabul edilebilirlik puanını da 3.20±0.2 ile E örneği almıştır. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda bezelye protein izolatı ilavesinin dondurmaların genel kabul edilebilirlik puanları üzerine etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Bezelye protein izolatı oranı ile dondurmaların genel kabul edilebilirlik puanları arasında negatif bir korelasyon olduğu belirlenmiştir. Düşük oranda bezelye protein izolatı ilave edilen B örneğinin genel kabul edilebilirlik puanı kontrole (A) yakın bulunurken, oran artıkça örneklerin kabul edilebilirliğinin azaldığı tespit edilmiştir. Tamamen bezelye proteini ile üretilen örneklerin kabul edilebilirliği kontrole göre oldukça düşük olmuştur. Bu sonuç bezelye protein izolatının kendine özgü aroması ile ilişkilendirilebilir. Bezelye protein izolatı % 80'in üzerinde protein içerir ve besleyici değerinden dolayı gıda endüstrisinde büyük ilgi görür. Bununla birlikte, protein izolatı elde etmek için, bezelye enzimatik olmayan Maillard gibi reaksiyonları teşvik eden bir dizi pH ve sıcaklık işlemlerini içeren dönüşümlere uğrar (Boye ve ark, 2010). Bezelye protein ekstraksiyonu ve işlenmesi sırasında, endojen koku aktif bileşiklerin konsantrasyonunun önemli ölçüde azaldığı bildirilmiştir; bununla birlikte, Maillard reaksiyonu ve lipit degradasyonundan kaynaklanan (E) -2-oktenal, (E, E) -3,5-oktadien-2-on ve 4-etilbenzaldehit gibi diğer koku bileşiklerinin konsantrasyonda artış olduğu bildirilmiştir (Azarnia ve ark., 2011; Murat ve ark., 2013; Trikusuma ve ark., 2020). Bezelye protein izolatının içerdiği bu aroma

bileşenlerinin dondurmaların genel kabul edilebilirliğini olumsuz yönde etkilediği tahmin edilmektedir.

Friedeck ve ark. (2003) soya proteini ilavesinin dondurmaların genel kabul edilebilirlik puanlarını düşürdüğünü, fakat soya proteini ile takviye edilen çikolatalı dondurmalarda genel kabul edilebilirlik puanlarının kontrol örneğine yakın olduğunu belirlemişlerdir.

Graças Pereira ve ark. (2011) soya ektraktı oranı arttıkça dondurmaların genel kabul edilebilirliğinin azaldığını bildirmişlerdir.

Ahanian ve ark. (2014) inek sütü yerine soya sütü ikamesinin susamlı dondurmaların fizikokimyasal ve duyusal özellikleri üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada; soya sütü oranı arttıkça dondurmaların genel kabul edilebilirlik puanlarının azaldığını bildirmişlerdir.

Sivasankari ve ark. (2019) bezelye ve nohut proteini oranı arttıkça dondurmaların genel kabul edilebilirlik puanlarının düştüğünü bildirmişlerdir.

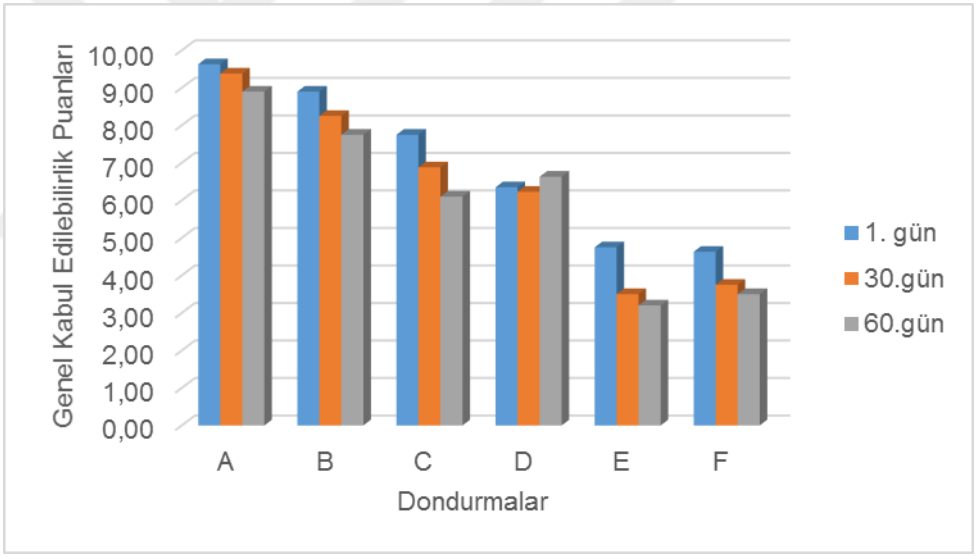
Badıllı (2020), süt tozuna ikame olarak nohut unu ilavesi ile ürettiği dondurmalardan en çok beğenilen %10 nohut unu ilaveli ve %5 nohut unu ilaveli örneklerin olduğunu ve genel kabul edilebilirlik puanlarının depolama süresince sürekli olarak artış gösterdiğini bildirmiştir.

Tamamen bezelye protein izolatı ilavesiyle üretilen vegan tip dondurmalar (F) süt yağı ve tamamen bezelye proteini ile üretilen (E) dondurma ile kıyaslandığında yağ tipinin genel kabul edilebilirlik puanlarını etkilemediği ve her iki dondurmanın da aynı grupta yer aldığı tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Gönç ve ark. (1988), dondurma üretiminde süt yağı yerine bitkisel yağ kullanımı konusunda yaptıkları çalışmada; krema yerine kullanılan margarin miktarının artmasıyla dondurma örneklerinin duyusal niteliklerinin bozulduğunu, bu

durumun özellikle %60 ve daha yukarı oranlarda margarin kullanımıyla belirgin hale geldiğini bildirmişlerdir.

Depolama süresi boyunca dondurmaların genel kabul edilebilirlik puanlarında görülen değişiklikler Şekil 4.27'de verilmiştir. Dondurmaların genel kabul edilebilirlik puanları depolama süresi boyunca azalma göstermiş (60. gün D örneği hariç) olmasına rağmen, depolama süresinin dondurmaların genel kabul edilebilirlik puanlarına etkisi istatistiki anlamda önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Bu sonucun depolama süresinde örneklerin tat ve kokularındaki değişimle ilgili olduğu tahmin edilmektedir. Webb ve ark. (1974), depolama sırasında dondurmalarda oksitlenmiş ve metalik bir tat geliştiğini bildirmişlerdir.



Şekil 4. 27. Dondurmaların genel kabul edilebilirlik puanlarında depolama süresi boyunca görülen değişimler

(A: Kontrol, B: %6, C: %12, D: %25; E: %100 bezelye protein izolatı içeren dondurmalar; F: %100 bezelye protein izolatı ve bitkisel yağ içeren dondurma)

Abdullah ve ark. (2003), soya sütü ve inek sütü karışımlarının dondurmaların kalitesine etkisini araştırdıkları çalışmada genel kabul edilebilirlik puanlarının depolama süresince düştüğünü ifade etmişlerdir.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışmada fonksiyonel dondurma üretiminde hayvansal proteinlere yeni bir alternatif olan bezelye protein izolatının kullanım olanaklarını araştırmak amaçlanmış ve farklı oranlarda bezelye proteini ilavesinin dondurmanın fizikokimyasal, tekstürel ve duyusal özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Ayrıca, bezelye proteini ve bitkisel yağ kullanılarak yeni bir formülasyon ile vejetaryen/vegan dondurma üretilip üretilemeyeceği araştırılmıştır.

Bu amaçla farklı oranlarda bezelye protein izolatı ile hazırlanan 6 ayrı dondurma üretilmiştir (A: %0 (kontrol), B: %6 , C: %12, D: %25, E: %100 bezelye protein izolatı ve süt yağı içeren, F: %100 bezelye protein izolatı ve bitkisel yağ içeren dondurmalar). Dondurma miksleri yağsız kurumadde içeriği %11, yağ içeriği %4, şeker içeriği %18, stabilizör içeriği %0.8, emülgatör içeriği %0.2 olacak şekilde formüle edilmiştir. Dondurma üretimi için bir gün önce hazırlanan miksler 80°C'de 1dk süreyle ısıl işleme tabi tutulduktan sonra elektrikli karıştırıcı yardımıyla homojenize edilmiş, 4°C'ye soğutulmuş ve 24 saat süreyle olgunlaştırılmıştır. Olgunlaşan miksler daha sonra batch tipi dondurma makinesinde dondurularak paketlenmiştir. Paketlenen dondurmalar -25°C'de 60 gün süreyle depolanmıştır. Depolamanın 1., 30. ve 60. günlerinde dondurmaların fiziksel, kimyasal, tekstürel ve duyusal analizleri gerçekleştirilmiştir. Çalışma iki tekrarlı olarak yapılmıştır.

Analizlerden elde edilen sonuçlara göre bezelye protein izolatı ilavesi dondurmaların pH, titrasyon asitliği, protein,viskozite, hacim artışı, ilk damlama ve tamamen erime süreleri, erime oranlarını (15., 30., 45., 60., 75., ve 90. dakikalardaki), L*, a* ve b* renk değerlerini, sertlik, dış yapışkanlık, elastikiyet, iç yapışkanlık ve sakızımsılık değerleri ile soğukluk şiddeti, sıkılık, viskozite, pürüzsüslük, renk ve görünüş, ağız dolgunluğu, tat- koku ve genel kabul edilebilirlik puanlarını önemli düzeyde etkilemiştir ($p<0.05$).

Bezelye protein izolatı oranı arttıkça dondurmaların pH değerleri ve protein içerikleri artmış, titrasyon asitlikleri azalmıştır. Tamamen bezelye protein izolatı ile üretilen dondurmaların pH değerleri ve protein içerikleri kontrole göre önemle düzeyde yüksek bulunurken, titrasyon asitliği değerleri düşük olarak saptanmıştır. Tamamen bezelye proteini ile üretilen dondurmalar kendi aralarında kıyaslandığında pH ve protein değerlerine göre aynı grupta yer aldıkları, yani yağ tipinin (bitkisel ve süt yağı) bu özellikleri etkilemediği belirlenmiştir.

Bezelye protein izolatı ilavesi genel olarak dondurmaların fiziksel özelliklerini iyileştirmiştir. Bezelye protein izolatı oranı arttıkça dondurmaların viskozitesinin arttığı, ilk damlama ve tamamen erime sürelerinin uzadığı, buna karşılık hacim artışı ve erime oranlarının azaldığı saptanmıştır. Kontrol ile karşılaştırıldığında tamamen bezelye protein izolatı ile üretilen örneklerin viskozitesinin 5-6 kat daha fazla olduğu, buna karşılık hacim artışlarının kontrolün yaklaşık olarak yarısı düzeyinde gerçekleştiği belirlenmiştir. Ayrıca bu örneklerde erime görülmemiştir. Bitkisel yağ kullanılarak üretilen vegan tip dondurmanın (F) fiziksel özelliklerinin süt yağı kullanılarak tamamen bezelye protein izolatı ile üretilen dondurmadan (E) farklı olmadığı da tespit edilmiştir.

Bezelye protein izolatı oranı arttıkça dondurmaların L* renk değerleri azalmış, a* ve b* renk değerleri ise artmıştır. Tamamen bezelye protein izolatı ile üretilen dondurmalar (E ve F örnekleri) renk değerleri açısından kontrol örneği ile kıyaslandığında L* renk değerlerinin oldukça düşük, a* ve b* renk değerlerinin ise yüksek olduğu belirlenmiştir. Üretimde birkisel yağ veya süt yağı kullanılmasının dondurmaların renk değerlerini etkilemediği ve E (süt yağı kullanılarak tamamen bezelye protein izolatı ile üretilen dondurma) ve F (bitkisel yağ ile üretilen vegan tip dondurma) örneklerinin istatistiksel olarak aynı grupta yer aldığı tespit edilmiştir.

Bezelye protein izolatı oranı ile dondurmaların sertlik, dış yapışkanlık, elastikiyet, iç yapışkanlık ve sakızımsılık değerleri arasında pozitif bir korelasyon olduğu belirlenmiş ve bezelye protein izolatı oranı arttıkça bu değerler de artmıştır.

Tamamen bezelye protein izolatı ile üretilen dondurmalar (E ve F örnekleri) tekstürel özellikler açısından kontrol örneğine göre daha yüksek değerler almış ve bezelye protein izolatı ilavesinin dondurmaların tekstürel özelliklerini iyileştirdiği belirlenmiştir. Ayrıca, bitkisel yağ ile üretilen vegan tip dondurmaların (F) tekstürel özelliklerinin (sertlik hariç) istatistiksel açıdan süt yağı kullanılarak tamamen bezelye protein izolatı ile üretilen dondurmalardan (E) farklı olmadığı tespit edilmiştir.

Bezelye protein izolatı oranı arttıkça sıkılık, viskozite ve ağız dolgunluğu puanları yükselmiş, soğukluk şiddeti, pürüzsüzlük, renk ve görünüş, tat- koku ve genel kabul edilebilirlik puanları düşmüştür. Tamamen bezelye protein izolatı ile üretilen dondurmalar (E ve F örnekleri) duyusal özellikler açısından kontrol örneğine göre oldukça düşük puanlar alırken, bitkisel yağ ile üretilen vegan tip dondurmaların (F) duyusal özellikleri ile süt yağı kullanılarak tamamen bezelye protein izolatı ile üretilen dondurmaların (E) birbirinden farklı olmadığı tespit edilmiştir.

Yağ tipi dondurmaların yalnızca renk ve görünüş puanlarını etkilemiştir ($p<0.05$). Bitkisel yağ ile üretilen vegan tip dondurmaların renk puanları; süt yağı ve tamamen bezelye proteini ile üretilen dondurmalardan biraz daha düşük bulunmuştur.

Depolama süresinin dondurmaların hacim artışı, elastikiyet, iç yapışkanlık ve sakızımsılık değerlerini önemli düzeyde etkilerken ($p<0.05$), viskozite, ilk damlama ve tamamen erime süreleri, erime oranlarını (15., 30., 45., 60., 75., ve 90. dakikalardaki), L*, a* ve b* renk değerlerini, sertlik, dış yapışkanlık, soğukluk şiddeti, sıkılık, viskozite, pürüzsüslük, renk ve görünüş, ağız dolgunluğu, tat- koku ve genel kabul edilebilirlik puanlarını istatsitiksel olarak etkilememiştir ($p>0.05$). Dondurmaların hacim artışları depolama süresi boyunca azalırken, elastikiyet, iç yapışkanlık ve sakızımsılık değerleri depolama süresi boyunca artış göstermiştir.

Sonuç olarak, yağ içeriği azaltılmış dondurma üretiminde süttozuna ikame olarak bezelye protein izolatı ilavesinin dondurmaların fiziksel ve tekstürel özelliklerini iyileştirdiği, fakat yüksek oranlardaki bezelye protein izolatı ilavesinin duyusal

özellikleri olumsuz yönde etkilediği ve bezelye protein izolatının duyusal açıdan vegan tip dondurma üretimine uygun olmadığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte, yağ içeriği azaltılmış dondurma üretiminde süttozu yerine %6 ve %12 bezelye protein izolatı ilavesinin fonksiyonel yeni bir ürün geliştirmede önemli bir uygulama potansiyelinin olabileceği sonucuna varılmıştır.

Yine, düşük oranlarda ilave edilecek bezelye protein izolatının dondurma üretiminde gerek yağ ikamesi olarak gerekse yeni bir fonksiyonel ürün geliştirmek amacıyla farklı oranlarda ve bazı aroma ve/veya meyvelerle birlikte kullanılmasına yönelik çalışmaların yapılarak dondurma kalitesine olan etkilerinin araştırılması da yerinde olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

ABAY, S.Ç., 2017. Dondurma Üretiminde Stabilizör Olarak Konjak Bitkisi (Amorphophallus Konjac) Sakızının Salep (Orchidaceae) Yerine Kullanılabilme Olanaklarının Araştırılması. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. Şanlıurfa, 93s.

ABD EL-RAHMAN, A. M., MADKOR, S. A., IBRAHİM, F. S. and KILARA, A., 1997. Physical Characteristics of Frozen Desserts Made with Cream, Anhydrous Milk Fat, or Milk Fat Fractions. Journal Dairy Science, 80: 1926-1935.

ABDULLAH, M., REHMAN, S., ZUBAIR, H., SEED, H.M., KOUSAR, S., SHAHID, M., 2003. Effect of Skım Mılk in Soymılk Blend on the Qualıty of Ice Cream. Pakistan Journal Of Nutrıtıon, 2(5):305-311.

ABOULFAZLİ, F., BAKR SHORİ, A., BABA, A.S., 2016. Effects of The Replacement of Cow Milk With Vegetable Milk On Probiotics and Nutritional Profile of Fermented İce Cream. LWT - Food Science and Technology, 70: 261-270.

AÇKURT, F., LÖKER, M. AND BRİNGEL, G. , 1999. Soya ve Soya Ürünlerinin Beslenme ve Sağlık Açısından Önemi . Gıda . Dünya Yayıncılık Mart 1999.

ADHİKARİ, B.M., TRUONG, T., PRAKASH, S., BANSAL, N., BHANDARI, B., 2020. Impact of incorporation of CO_2 on the melting, texture and sensory attributes of soft-serve ice cream. International Dairy Journal, 38s.

AHANIAN, B., POURAHMAD, R., MIRAHMADI, F., 2014. Effect Of Substituting Soy Mılk Instead of Skım Mılk On Physıcochemıcal and Sensory Propertıes of Sesame Ice Cream. Indian Journal of Scientific Research, 7(1): 1134-1143.

AIME, D.B., ARNTFIELD, S.D., MALCOMSON, L.J., and RAYLAND, D., 2001. Textural Analysis of Fat Reduced Vanilla Ice Cream Products. Food Researce Internetional, 34:237-246.

AIKING, H., 2011. Future protein supply. Trends in Food Science & Technology, 22: 112- 120s.

AKÇİN A., 1988. Yemeklik Tane Baklagiller. S. Ü. Yayınları:43, Ziraat Fakültesi Yayınları, 8.377, Konya.

AKESOWAN, A., 2009. Influence of Soy Protein Isolate on Physical and Sensory Properties of Ice Cream. Thai Journal of Agricultural Science, 42(1): 1-6.

AKIN, M.B., AKIN, M.S., VARDAN, H., EREN, L. 2009. Emülsiyon Tekniği ile Tereyağ İçerisinde Kapsüllenen *Lactobacillus Acidohilus* ve *Bifidobacterium Bifidum*'un Stirred Tip Meyveli Yoğurtlarda ve in Vitro Koşullarda Canlı Kalma Süresinin Araştırılması. TÜBİTAK Projesi Sonuç Raporu. Proje No: 108O004, Şanlıurfa.

AKIN, N. 2009. Dondurma Bilimi ve Teknolojisi. Damla Ofset, Konya, Türkiye.

AKİN, M.B., AKİN, M.S AND KİRMACI, Z. 2007. Effects of inulin and sugar levels on the viability of yoğurt and probiotic bacteria and the physical and sensory characteristics in probiotic ice cream. Food Chemistry, 104 (1): 93-99.

ALİBEKİROĞLU, R., 2014. Farklı Oranlarda Taurin ve İnülin İlavesinin Probiyotik Yoğurt Dondurmalarının Fizikokimyasal, Duyusal ve Mikrobiyolojik

Özelliklerine Etkisi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 91s .

ALOĞLU, F. Ş., 2019. Dondurma Üretiminde Yağ İkamesi Olarak Yumurta Akı Ve Sarısı Tozundan Yararlanma Olanakları. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 91s.

ANONİM, 2017. Türk Gıda Kodeksi Dondurma Tebliği (Taslak/2017). https://www.tarim.gov.tr/Mevzuat/Turk-Gida-Kodeksi.

ANONİM, 2018. https://www.dunya.com/dunya-gida (Erişim tarihi: 12.07.2018).

ANONİM, 2020. pH Value of Various Foods and Food Stuffs. www.orientaldetox.com/ph-of-foods.html. (Erişim tarihi: 17.06.2020).

ANONYMOUS, 2007. Pea Outlook for 2007. The Feed pea focus, Canada's Feed PeaNewsletter.http://www.saskpulse.com/media/pdfs/070405_March_Issue_2.pdf. (Erişim Tarihi: 09.09.2009).

ANTONIOU, K.D., PETRİDES, D., RAPHAEDLİDES., BEN OMAR, Z., KESTELOOT, R., 2000. Texture Assesment of Frenc Cheeses. Journal Of Food Science, 65(1): 168-172.

ASGAR, M.A., FAZILAH, A., HUDA, N., BHAT, R., KARIM, A.A., 2010. Nonmeat Protein Alternatives as Meat Extenders and Meat Analogs. In Food Science and Food Safety, 9:513-529.

AYAŞAN, T., 2009. Süt İneklerinin Beslenmesinde Süt Üre Nitrojenin Önemi. Gaziosmanpaşa Universitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 26 (2): 27-33.

AZARNIA, S., BOYE, J., WARKENTIN, T., MALCOLMSON, L., 2011. Volatile Flavour Profile Changes in Selected Field Pea Cultivars as Affected by Crop Year and Processing. Food Chemistry, 124(1):326-335.

BADILLI, A., 2020. Dondurma Üretiminde Süttozu Yerine Nohut Ununun Kullanılabilme Olanaklarının Araştırılması. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 104s.

BAHRAMPARVAR, M., TEHRANİ, M.M., RAZAVİ, S.M.A. 2013. Effects of A Novel Stabilizer Blend and Presence of k-Carrageenan on Some Properties of Vanilla Ice Cream During Storage. Food Bioscience, 3: 10-18.

BEK, Y., ve EFE, E., 1995. Araştırma ve Deneme Metotları. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Notları. Adana, (71): 200s.

BODNAR, I., DEKKERS, B., ERNİ, P., SCHREUDERS, F., BOOM, R., GOOT, A.J., 2019. Comparing Structuring Potential of Pea and Soy Protein With Gluten For Meat Analogue Preparation. Journal of Food Engineerin, 261: 32-39.

BODYFELT, M.S., TOBIAS, J., TROUT, G.M., 1988. The Sensory Evaluation of Dairy Products. Van Nostrad Reinhold, New York, 598.

BOHN, T., CARRİERE, F., DAY, L., DEGLAİRE, A., EGGER, L., FREİTAS, D., MENARD, O., 2017. Correlation Between İn Vitro And İn Vivo Data On Food Digestion. What Can We Predict With Static in Vitro Digestion Models? Critical Reviews in Food Science and Nutrition,1-23.

BOLLIGER, S., GOFF, H.D., WİLDSOMER, H., THARP, B.W., 2000. Relationships Between İce Cream Mix Viscosity And Ice Crystal Growth in Ice Cream. International Dairy Journal, 11: 791-797.

BOURNE, M. 1978. Texture Profile Analysis. Food Technology, 32 (7): 62-66.

BOYE, J. I., AKSAY, S., ROUFİK, S., RİBÉREAU, S., MONDOR, M., FARNWORTH, E., 2010. Comparison of the functional properties of pea,

chickpea and lentil protein concentrates processed using ultrafiltration and isoelectric precipitation techniques. Food Research International, 43(2): 537-546.

BOYE, J., ZARE, F., PLETCH, A., 2010. Pulse proteins: Processing, characterization, functional properties and applications in food and feed. Food research international, 43: 414-431.

BRADLEY, R.L., ARNOLD, J., BARBANO, M., SEMERAD, R.G., SMITH, D.E., VINES, B.K., 1993. Chemical and Physical Methods. In: Marshall RT (ed) Standard Methods for the Examination of Dairy Products, 16th edn, American Public Health Association, Washington, DC, 474–519.

BREWER, M.S., ZHU, L.G., BIDNER, B., MEİSİNGER, D.J., MCKEITH, F.K., 2001. Measuring Pork Color: Effects Of Bloom Time, Muscle, pH and Relationship to Instrumental Parameters. Meat Science, 57(2):169-176.

BURGER, T.G., ZHANG, Y., 2019. Recent Progress In The Utilization Of Pea Protein as an Emulsifier for Food Applications. Trends in Food Science & Technology, 86:25-33.

BURKE, R., MİLLAR, K.A., BARRY-RYAN, C., McCARTHY, S., GALLAGHER, H., 2019. Dough Properties And Baking Characteristics of White Bread, as Affected by Addition of Raw, Germinated and Toasted Pea Flour. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 56s.

CHEN, W., LİANG, G., Lİ, X., HE, Z., ZENG, M., GAO, D., QIN, F., GOFF, H.D., CHEN, J., 2019. Effects of Soy Proteins And Hydrolysates on Fat Globule Coalescence and Meltdown Properties of Ice Cream. Food Hydrocolloids. 94: 279-286.

CHOO, S.Y., LEONG, S.K., HENNA LU, F.S., 2010. Physicochemical and Sensory Properties Of İce-Cream Formulated With Virgin Coconut Oil. Food Sci. Technol. Int., 16 (6): 531-541.

COŞKUN, T., 2005. Fonksiyonel Besinlerin Sağlığımız Üzerine Etkileri. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi, 48: 69-84.

COTTRELL, J.I.L., PASS, G., PHILLIPS, G.O., 1979. The Effect of Stabilizers on the Viscosity of an Ice Cream Mix. Journal of Food Science and Agriculture, 31: 1066-1070.

CRAMER, H., KESSLER, CS., SUNDBERG, T., LEACH, MJ., SCHUMANN, D., ADAMS, J., LAUCHE, R., 2017. Characteristics of Americans Choosing Vegetarian and Vegan Diets for Health Reasons. Journal of Nutrition Education and Behavior, 49 (7): 561-568.

ÇAKIR, İ., 2005. Fonksiyonel Gıdalar ve Probiyotikler. 4. Gıda Mühendisligi Kongresi, Ankara.

ÇELİK, Ş., CANKURT, H., DOĞAN, C., 2009. Safran İlavesinin Sade Dondurmanın Bazı Özellikleri Üzerine Etkisi. Harran Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Araştırma. 63200, Şanlıurfa. 7s.

ÇETİNER, M., ERSUS BİLEK, S., 2018. Bitkisel Protein Kaynakları. Çukurova Tarım Gıda Bil. Der., 33(2): 111-126.

DAŞNİK, F., 2014.Glukoz Oksidaz Ve Askorbik Asit İlavesinin, Simbiyotik Dondurmalardaki Probiyotik Bakterilerin Canlılığı Üzerine Etkileri. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 67s.

DAY, L., 2013. Proteins from land plants- potential resources for human nutrition and food security. Trends in Food Science & Technology, 32: 25-42.

DEMİR, M. 2001. Kefir Dondurması Üretimi ve Üretilen Dondurmaların Duyusal, Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Antalya, 87s.

DERVİŞOĞLU, M., YAZICI, F., 2001. Kolalı Dondurma Üretimi. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, (25):283-289.

DERVİŞOĞLU, M.,YAZICI, F., AYDEMİR, O., 2005. The Effect of Soy Protein Concentrate Addition on the Physical, Chemical, and Sensory Properties of Stawberry Flavored Ice Cream. European Food Research and Technology, 221: 446-470.

EL-NAGAR, G., CLOWES, G, TUDORİCA, C.M., KURI, V., C.S., BRENNAN., 2002. Rheological Quality and Stability of Yog-ice Cream With Added Inulin. International Journal of Dairy Technology, 55: 89-93.

EL-ZEİNİ, H.M.,EL-ABD, M.M., AZ, M. and EL-GHANY, Y.F., 2016. Effect of Incorporating Whey Protein Concentrate on Chemical, Rheological and Textural Properties of Ice Cream. Journal Food Processing and Technology, 7(2): 546-553.

EREN KARAHAN, L., 2016. Farklı Oran ve Üretim AŞamalarında Mikrobiyal Transglutaminaz İlavesinin Yarım Yağlı Beyaz Peynirin Özellikleri Üzerine Etkileri. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Şanlıurfa, 153s.

ERGİN, F. 2013. Farklı Sıcaklık-Süre Kombinasyonlarında Isıl Strese Maruz Bırakılan *L. acidophilus*'un Dondurma Üretiminde Kullanımının Araştırılması, Akdeniz Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi, Antalya, 72s.

ERKAYA, T., DAĞDEMİR, E., 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.

ERTAŞ, N., DOĞRUER, Y., 2010. Besinlerde Tekstür. Erciyes Üniversitesi. Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 7(1): 35-42.

FRİEDECK, K.G., KARAGUL-YUCEER, Y. and M.A. DRAKE. 2003. Soy protein fortification of a low-fat dairy-based ice cream. Journal of Food Science, 68: 2651-2657.

GİDERGELMEZ, M. Ö., 2018. Kahramanmaraş Koşullarında Değişik Bezelye Çeşitleri İle Yabani Bezelye Türlerinin Verim Ve Verim Unsurlarının İncelenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, 48s.

GOFF, H.D., HARTEL, R.W., 2013. Ice Cream. 7th Edition, Springer, US ,462s.

GONZALEZ, N.J., ADHIKARI, K., SANCHO-MADRIZ, M. F., 2011. Sensory Characteristics of Peach-flavored Yogurt Drinks Containing Prebiotics and Synbiotics. LWT. Food Science and Technology, 44: 158-163.

GÓRAL, M., KOZŁOWİCZ, K., PANKİEWİCZ, U., GÓRAL, D., KLUZA, F. AND WÓJTOWİCZ, A., 2018. Impact of stabilizers on the freezing process, and physicochemical and organoleptic properties of coconut milk-based ice cream. LWT - Food Science and Technology, 92; 516-522.

GÖNCÜ, B., 2012 Dondurma Üretiminde Stabilizör Olarak Mikrobiyal Transglutaminazdan Yararlanma Olanakları. Harran Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 87s.

GÖNÇ, S., OKTAR, E., ENFİYECİ, A.S., 1988. Dondurmalarda Süt Yagı Yerine Bitkisel Yag Kullanım Olanakları Üzerine Bir Araştırma. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 25 (1): 10-22.

GRAÇAS PEREIRA, G.D., RESENDE, J.V.D., ABREU, L.R.D., OLIVEIRA GIAROLA, T.M.D., PERRONE, I.T., 2011. Influence of The Partial Substitution Of Skim Milk Powder For Soy Extract on Ice Cream Structure And Quality. Eur Food Res. Technol., 232:1093-1102.

GÜRPINAR, S., 2019. Meyve Lifleri Kullanımının Dondurmanın Kalitesi Ve Besinsel Özellikleri Üzerine Etkisi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum,87s.

GÜRSEL, A., KARACABEY, A., 1998. Dondurma Teknolojisine İlişkin Hesaplamalar, Reçeteler ve Kalite Kontrol Testleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü, Ankara, Türkiye, 98s.

GÜVEN, M., KARACA, O.B., 2002. The Effects of 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.

HAFİF, O., 2019. Farklı Oranlarda Kinoa (Chenopodium Quinoa Willd.) Unu İlavesinin Probiyotik Yoğurtların Fizikokimyasal, Tekstürel, Mikrobiyolojik Ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 92s.

HASSAN, M.F.Y., 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.

HOFFMAN, J.R., FALVO, M.J., 2004. Protein-Which Is Best? Journal of Sports Science and Medicine, 3: 118-130.

HYVONEN, L., LINNA, M., TUORİLA, H., DIJKSTERHUIS, G., 2003. Perception of melting and flavor release of ice cream containing different types and contents of fat. Journal Dairy Science, 86:1130-1138.

IDF, 1982. Determination of the Total Solid Content (Cheese and Processed Cheese). IDF Standard 4A, Brussels: International Dairy Federation.

IGUTTİ, A.M., PEREİRA, A.C.I., FABİANO, L., SİLVA, R.A.F., RİBEİRO, E.P., 2011. Substitution of İngredients by Green Coconut (*Cocos nucifera L*) Pulp in Ice Cream Formulation. Procedia Food Science, 1610-1617.

İSMAİL, E.A., AL-SALEH, A.A., METWALLİ, A.A.M., 2013. Effect of Inulin Supplementation on Rheological Properties of Low-Fat Ice Cream. Life Science Journal, 10(3): 1742-1746.

JANSEN-ALVES, J., MAİA, D.S.V., KRUMREİCH, F.D., CRİSEL-CARDOSO, M.M., FİORAVANTE, J.B., SİLVA, W.P., BORGES, C.D., ZAMBİAZİ, R.C., 2019. Propolis Microparticles Produced With Pea Protein: Characterization and Evaluation of Antioxidant and Antimicrobial Activities. Food Hydrocolloids, 87: 703-711.

JARMAN HİLL, G., GORMAN, M.A., VANBEBER, A.D., 2007. "All-Natural" and "Organıc Foods": Knowledge And Buyıng Practıces Of Specıalty Foods Supermarket Customers. Poster Session: Science/Educatıon/Management/Foodservıce/Culınary/Research. Department of Nutritional Sciences, Texas Christian University, Fort Worth, TX. August 2007 Suppl 3-Abstracts, 8: (107).

JIMENEZ-FLOREZ, R., KLIPFEL, N.J., and TOBIAS, J., 1993. Ice Cream and Frozen Desserts. In: Hui H.Y. (ed). Dairy Science and Tchnology Handbook. 2. Product Manufacturing VCH Publishers, New York, 57-159.

KARABUDAK, E., 2012. Vejetaryen Beslenme. Sağlık Bakanlığı Yayın No: 726. ISBN: 978-975-590-242-5.

KARAMAN, S., 2009. Çay veya bazı bitki çayları İle aromatize edilmiş dondurma üretim olanaklarının araştırılması. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri, 99s.

KAYA, S., TEKİN, A.R., 2001. The Effect of Salep Content on The Rheological Characteristics of A Typical İce Cream Mix. Journal Of Food Engineering, 47(1):59-62.

KIR, R., 2007. Farklı Tip Yağ Kullanımının Dondurmanın Fiziksel, Kimyasal Ve Duyusal Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 73s.

KIM, H.W., KIM, N.S., KWON, M.K., REAME, N.E., 2006. Intake of Dietary Soy İsoflavones in Relation to Perimenstrual Symptoms of Korean Women Living in The USA. Nursing and Health Sciences, 8(2):108-113.

KOYUN, A. 2009. Endüstriyel Dondurma Üretiminde Yağsız Süt Tozu Yerine, Peyniraltı Suyu Protein Konsantresi Kullanımının Dondurmaya Uygunluğunun Araştırılması. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 55s.

KÖROĞLU, Ö. 2015. Kefir Dondurması Üretimi Üzerine Bir Çalışma. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, 55s.

KURT, A., ÇAKMAKÇI, S. VE ÇAĞLAR, A. 1993. Süt ve Mamulleri Muayene ve Analiz Metotları Rehberi. Atatürk Üniversitesi Yayınları, No: 252, Erzurum, 238s.

LIANG, H. N., TANG, C. H., 2013. pH-Dependent Emulsifying Properties of Pea [Pisum Sativum (L.)] Proteins. Food Hydrocolloids, 33: 309-319.

LIU, R., WANG, L., LİU, Y., WU, T., ZHANG, M., 2018. Fabricating Soy Protein Hydrolysate/Xanthan Gum as Fat Replacer in Ice Cream By Combined Enzymatic And Heat-Shearing Treatment. Food Hydrocolloids, doi: 10.1016/j.foodhyd.2018.01.031.

LOMOLINO, G., ZANNONI, S., ZABARA, A., DA LIO, M.,ISEPPI, A., 2020. Ice recrystallisation and melting in ice cream with different proteins levels and subjected to thermal fluctuation. International Dairy Journal, https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2019.104557.

LOPEZ-BARON, N., SAGNELLİ, D., BLENNOW, A., HOLSE, M., GAO, J., SAABY, L., MÜLLERTZ, A., JESPERSEN, B., VASANTHAN, T., 2018. Hydrolysed Pea Proteins Mitigate İn Vitro Wheat Starch Digestibility. Food Hydrocolloids,79: 117-126.

MA, Z., BOYE, J.I., HU, X., 2017. In Vitro Digestibility, Protein Composition And Techno-Functional Properties Of Saskatchewan Grown Yellow Field Peas (Pisum Sativum L.) As Affected By Processing. Food Research International, 92:64-78.

MATIAS, N.S., PADILHA, M., BEDANI, R., SAAD, S.M.I., 2016. In vitro gastrointestinal resistance of Lactobacillus acidophilus La-5 and

Bifidobacterium animalis Bb-12 in soy and/or milk-based synbiotic apple ice creams. International Journal of Food Microbiology, 83-98.

METİN, M., 2016. Süt ve Mamülleri Analiz Yöntemleri. Ege Üniversitesi Yayınları, 10. Baskı, Rektörlük Yayın No:9, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 439s.

MICHAEL DENNIS SHARP, B.S., 2009. Analysis of Vanilla Compounds in Vanilla Extracts and Model Vanilla Ice Cream Mixes Using Novel Technology. Graduate Program in Food Science and Technology, 5-40.

MORALES─POLANCO, E., CAMPOS-VEGA, R., GAYTÁN-MARTÍNEZ, M., ENRİQUEZ, L. G., LOARCA-PİÑA, G., 2017. Functional and textural properties of a dehulled oat (*Avena sativa L*) and pea (*Pisum sativum*) protein isolate cracker. LWT-Food Science and Technology, 86: 418-423.

MOUHAMAD, R; IQBAL, M; QAMAR, M; MUTLAG, L; RAZAQ, I; ABBAS, M; HUSSAİN, F, 2016. Effect Of Gravistimulation On Amino Acid Profile Of Pea, Rice, Corn, Wheat During Early Growth Stages. 244-251.

MOURE, A., SİNEİRO, J., DOMÍNGUEZ, H., PARAJÓ, J. C., 2006. Functionality of Oilseed Protein Products: A Review. Food Research İnternational, 39: 945-963.

MURAT, C., RUBİNİ, A., RİCCİONİ, C., DE LA VARGA, H., AKROUME, E., BELFİORİ, B., GUARAGNO, M., LE TACON, F., ROBİN, C., HALKETT, F., MARTİN, F., FRANCESCO PAOLOCCİ, F., 2013. Fine-Scale Spatial Genetic Structure of the Black Truffle (*Tuber Melanosporum*) Investigated With Neutral Microsatellites and Functional Mating Type Genes. New Phytologist, 199: 176–187.

MUSE, M.R. AND HARTEL, R.W., 2004. Ice Cream Structural Elements That Affect Melting Rate And Hardness. Journal Of Dairy Sccience, 87; 1-10.

NAZARUDDİN, R., SYALIZA, A.S., ROSNANI, A.I.W., 2008. The Effect of Vegetable Fat on The Physicochemical Characteristics of Dates Ice Cream. International Journal of Dairy Technology, 61: 265-269.

NRC, 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle (7th ed.), National Academies Press, Washington, DC.

ONGAN, D., ERSOY, G., 2015. Vegetarian athletes: Special requirements. International Journal of Human Sciences, 9 (1): 261-270. Available at https://j-humansciences.com/ ojs/index.php/ijhs/article/download/1668/843. Accessed 21 March 2018.

OYSUN, G. 1996. Süt Ürünlerinde Analiz Yöntemleri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 504. Ofset Basımevi. Genişletilmiş II. Baskı, İzmir, 230s.

ÖZTÜRK, G., DOĞAN, M., TOKER Ö.S., 2014. Physicochemical, Functional And Sensory Properties Of Mellorine Enriched With Different Vegetable Juices and TOPSIS Approach To Determine Optimum Juice Concentration. Food Bioscience, 7: 45-55.

PEKŞEN, E., ARTIK, C., 2005. Antibesinsel Maddeler Ve Yemeklik Tane Baklagillerin Besleyici Değerleri. Ondokuzmayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi. Samsun, 110-120.

PENTINCE, J.H., 1992. Dairy Rheology- A Concise Guide. VCH Publishers, Inc. 220 east 23rd Street 9th Flor Newyork 10010. 163s.

PILIS, W., STEC, K., ZYCH, M., PILIS, A., 2014. Health benefits and risk associated with adopting a vegetarian diet. Rocz Panstw Zakl Hig, 65(1): 9-14.

PIMENTEL, D., PIMENTEL, M., 2003. Sustainability of Meat-Based and Plant-Based Diets and The Environment. The American Journal of Clinical Nutrition, 78:660-663.

PRINDIVILLE, E.A., MARSHALL, R.T., HEYMANN, H., 2000. Effect of Milk Fat, Cocoa Butter, and Whey Protein Fat Replacers on the Sensory Properties of Lowfat and Nonfat Chocolate Ice Cream1. Journal Dairy Science, 83: 2216-2223.

RAMEL, P.R., MARANGONI, A.G., 2018. Engineering the Rheological and Thermomechanical Properties of Model İmitation Cheese Using Particle Fillers. Journal of Food Engineering, 235: 9-15.

REGAND, A., GOFF, HD., 2003. Structure And İce Recrystallization İn Frozen Stabilized İce Cream Model Systems. Food Hydrocolloids, 17: 95-102.

RIESKORN, C., PETERS, K., LİTTLE, R., TERRY, P., 2016. The Effects of Coconut Milk and Beet Puree on the Nutritional, Physical and Sensory Characteristics of Raspberry Ice Cream. Poster Session: Food/Nutrition Science; Education; Management; Food Services/Culinary; Research. Journal Of The Academy Of Nutrıtıon And Dıetetıcs. Samford University. September 2016 Suppl 1-Abstracts, (9): 116.

ROCCİA, P., RİBOTTA, P., PEREZ, G., LEON, A.E., 2009. Influence of soy protein on rheological properties and water retention capacity of wheat glüten. LWT- Food Science and Technology, 42(1):358-362.

ROSSA, N.R.,BURIN, V.M., BORDIGNON-LUIZ, M.T., 2012. Effect of Microbial Transglutaminase on Functional and Rheological Properties of Ice Cream With Different Fat Contents. LWT – Food Science and Technology, 48: 224-230.

SABATE, J., SORET, S., 2014. Sustainability of Plant-Based Diets: Back to The Future. American Journal of Clinical Nutrition, 1:476-82.

SACCHI, R., CAPORASO, N., SQUADRILLI, G.A., PADUANO, A., AMBROSINO, M.L., CAVELLA, S., GENOVESE, A., 2019. Sensory Profile, Biophenolic and Volatile Compounds of an Artisanal Ice Cream (‘Gelato’) Functionalised Using Extra Virgin Olive Oil. International Journal of Gastronomy and Food Science, 18: 100173.

SAKKAOĞLU, B., 2018. Dondurma Dört Mevsim Tüketilmeli. https://www.aa.com.tr/tr/yasam/dondurma-dort-mevsim-tuketilmeli/1168021. (Erişim tarihi: 16.06.2020).

SALDAMLI, İ. & TEMİZ, A., 2017. Amino Asitler, Peptitler, Proteinler. Gıda Kimyası, Saldamlı, İ. (baş ed.), Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, Türkiye, 227-317.

SANTANA, I.A., RİBEİRO, E.P., IGUTİ, A.M., 2011. Evaluation of Green Coconut (*Cocos Nucifera* L.) Pulp For Use as Milk, Fat And Emulsifier Replacer in Ice Cream. Procedia Food Science, 1447-1453.

SARIOĞLU, A.Y., 2015. Düşük Kalorili Dondurma Üretiminde Doğal Tatlandırıcı Olarak Stevya Ekstraktı Kullanımının Ürünün Kalite Kriterleri Üzerine Etkisi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir, 127s.

SARI, Y., W, MULDER., W. J, SANDERS, J. P., BRUİNS, M. E., 2015. Towards Plant Protein Refinery:Review on Protein Extraction Using Alkali and Potential Enzymatic Assistance. Biotechnology Journal, 10: 1138-1157.

SAVAGE, G.P and DEO, S. 1989. The Nutritional Value of Peas (*Pisum Sativuum*). A literature review. In Nutrition Abstracts and Reviews (Series A), 59: 66-88.

SCHREUDERS, F.K.G., DEKKERS, B.L., BODNAR, I., ERNİ, P., BOOM, R.M., VAN DER GOOT, A.J., 2019. Comparing Structuring Potential of Pea and Soy Protein With Gluten for Meat Analogue Preparation. Journal of Food Engineering, 261:32-39.

SHAH, N.N., UMESH, K.V., SİNGHAL, R.S., 2019. Hydrophobically Modified Pea Proteins: Synthesis, Characterization and Evaluation as Emulsifiers in Eggless Cake. Journal of Food Engineering, 255: 15-23.

SIVASANKARI, R., HEMALATHA, G., AMUTHA, S., MURUGAN, M., VANNİARAJAN, C., UMAMAHESVARİ, T., 2019. Physical and Sensory Properties of Ice Cream as Influenced by Pulse Protein Concentrates. European Journal of Nutrition & Food Safety, 9(4): 322-328.

SOFJAN, P.R., HARTEL, R.W., 2004. Effects of Overrun on Structural And Physical Characteristics of Ice Cream. International Dairy Journal, 14: 255-262.

SPECTER, S. E., SETSER, C. S., 1994. Sensory and Physical Properties of a Reduced-Calorie Frozen Dessert System Made With Milk Fat and Sucrose Substitutes. Journal of Dairy Science, 77:708–717.

SUN L., CHEN, W., LİU, Y., Lİ, J., YU, H., 2015. Soy protein isolate/cellulose nanofiber complex gels as fat substitutes: rheological and textural properties and extent of cream imitation. Cellulose, 22:2619-2627.

SUTAR, N., SUTAR, P., SINGH, G., 2009. Evaluation of different soybean varieties for manufacture of soy ice cream. International Journal of Dairy Technology, 63:136-142.

SZCZESNIAK, A.S., 1963. Classification of Textural Characteristics. Journal of Food Science. Presented at the 22nd Annual Meeting of the Institute of Food Technologists, Miami Beach, Florida, June, 10-14.

ŞİMŞEK, O., TUNCAY, İ., BİLGİN, B., 2006. Endüstriyel Dondurma Üretiminde Farklı Stabilizatör Kullanımının Dondurma Kalitesine Etkisi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, (3):55-63.

TEKİNŞEN, O. C., 2000. Süt ürünleri teknolojisi (3.baskı). Selçuk Üniversitesi Basımevi, Konya, 329s.

TEKİNŞEN, O.C., TEKİNŞEN, K.K. 2008. Dondurma: Temel Bilgiler, Teknoloji, Kalite Kontrolü. Selçuk Üniversitesi Basımevi, Konya,189 s.

TERİN, M., 2014. Dünya Süt ve Süt Ürünleri Üretim, Tüketim, Fiyat ve Ticaretindeki Gelişmeler. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 4(3): 53-63.

TOKUÇ, K., DEMİRCİ, M., BİLGİN, B., ARICI, M., 2008. Bebek Orijinli Lactobacillus spp. Kullanarak Probiyotik Dondurma Üretimi ve Depolama Süresince Probiyotik Bakteri Canlılığı ile Diğer Bazı Özelliklerin Belirlenmesi. Türkiye 10. Gıda Kongresi; 21-23 Mayıs, Erzurum, 101-104.

TRIKUSUMA, M., PARAVISINI, L., PETERSON, D.G., 2020. Identification of Aroma Compounds in Pea Protein UHT Beverages. Food Chemistry, 312:126082.

TRUONG, V.D., DAUBERT C.R., DRAKE M.A., BEXTER, S.R., 2002. Vane Eheometry for Textural Characterization of Cheddar Cheese. Journal of Food Science, 47: 631-636.

TUNÇAY, G.Y., BULUT, M., 2016. Bir Yaşam Tarzı Olarak Vejeteryan ve Vejeteryanlık. (Vegan and vegetarianism as a lifestyle). Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi, 13 (1); 831-843.

TUNICK, M., 2000. Rheology of Dairy Foods That Gel, Stretch, and Fracture. Journal of Food Science, 83 : 1892-1898.

TÜRKMEN, N., 2019. Bazı Yabani Orkide Türlerinden Elde Edilen Saleplerin Maraş Usulü Dondurma Üretiminde Kullanım Olanaklarının Araştırılması. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 186s.

VALENTINE, S. C., BARTSCH, B. D., 1990. Milk Production by Dairy Cows Fed Legume Grains or Barley Grain with or without Urea as Supplements to a Cereal Hay Based Diet. Australian Journal of Experimental Agriculture, 30 (1): 7–10.

WEBB, B.H., JOHNSON, A.H., ALFRED, J.A., 1974. Fundamentals of Dairy Chemistry. Avi Publishing Company, Includes Bibliographies and Index. 2 ed. The AVI Pub. Co., Inc., NY. ISBN-13: 978-0-442-20489-1.

WEE , M.S.M., LOUD, D.E., TAN, V.W.K., FORDE, C.G., 2019. Physical And Sensory Characterisation Of Noodles With Added Native And Denatured Pea Protein İsolate. Food Chemistry, 294:152-159.

WILBEY, R. A., COOKE, T., DIMOS, G., 1998. Effects of Solute Concentration, Overrun and Storage on the Hardness of Ice Cream: Proedings of the International Symposium Held in Athens, Greece, 18-19 September 1997. W. Buch-Heim, Ed. International Dairy Federation, Brussels, Belgium, 186-187.

WILLIAMS, P., NAKKOUL, H., 1983. Some New Concepts of Food Legume Quality Evaluation At ICARDA. Proceedings of the International Workshop on Faba Beans, Kabuli Chickpeas and Lentils in the 1980s, 16-20 May., ICARDA, Aleppo/Syria, 395s.

YAVUZ, M., ÖZÇELİK, B., 2016. Bitkisel Protein İzolatlarının Fonksiyonel Özellikleri. Derleme Makale. Akademik Gıda, 14(4) :424-430.

YOKOYAMA, Y., NİSHİMURA, K., BARNARD, N.D., 2014. Vegetarian Diets and Blood Pressure: A metaanalysis. JAMA Intern. Med., 174: 577-587.

,

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	**:**	Firdevs AVKAN
Uyruğu	**:**	T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi	**:**	Gaziantep/Nizip 20.04.1994
Telefon	**:**	05348519141
Fax	**:**	
e-mail	**:**	Firdevs_avkan@hotmail.com

EĞİTİM

Derece	**Adı, İl, İlçe**	**Bitirme Yılı**
Lise	Hasan Çapan Anadolu Lisesi, Gaziantep, Nizip	2012
Üniversite	İnönü Üniversitesi, Malatya	2017
Yüksek Lisans	Harran Üniversitesi, Şanlıurfa	2020

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görevi**
2017	Ceremony Gıda	Gıda Mühendisi

UZMANLIK ALANI

Süt ve Süt Ürünleri

YABANCI DİLLER

İngilizce

YAYINLAR

AKIN, M.B., **AVKAN, F.,** 2019. Vegan/Vegetaryen Beslenmesinde Protein Kaynağı Olarak Bezelyenin Yeri ve Önemi. Uluslararası Gıda, Tarım Ve Hayvancılık Kongresi, 19-22.09, Gaziantep, 14s.

AVKAN, F., AKIN, M.B., AKIN, M.S., DAŞNİK-ŞEKER, F., 2019. Lactobacillus Acidophilus, Lactobacillus Casei Ve Bifidobacterium Animalis Subsp. Lactis (Bifidobacterium Bb-12) İçin Potansiyel Prebiyotik Olarak Kinoa Unu. Uluslararası Gap Gıda, Tarım Ve Veteriner Bilimleri Kongresi, 29.11-01.12, Şanlıurfa, 9s.

AVKAN F., AKIN M. S., AKIN M. B., FEDAİ Ç., 2019. Usage Of Oat, Buckwheat And Whole Brown Rıce Flours As A Prebiotic For *Lactobacillus casei*/ *Lactobacillus acidophilus, Lactobacillus casei* Ve *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* (*Bifidobacterium* Bb-12) İçin Potansiyel Prebiyotik Olarak Kinoa Unu. 1. Uluslararası Gap Gıda, Tarım Ve Veteriner Bilimleri Kongresi, 29 Kasım-1 Aralık 2019, Şanlıurfa.

AVKAN F., AKIN M. S., AKIN M. B., FEDAİ Ç., 2019. Yulaf, Karabuğday Ve Kepekli Esmer Pirinç Unlarının *Lactobacillus casei* İçin Prebiyotik Olarak Kullanımı/Usage Of Oat, Buckwheat And Whole Brown Rıce Flours As A Prebıotıc For *Lactobacıllus casei.* 1. Uluslararası Gap Gıda, Tarım Ve Veteriner Bilimleri Kongresi, 29 Kasım-1 Aralık 2019, Şanlıurfa.

AÇIKLAMA: Bu tezden üretilen "**Vegan/Vegetaryen Beslenmesinde Protein Kaynağı Olarak Bezelyenin Yeri Ve Önemi (The Importance of Pea as a Protein Source in Vegan/Vegeterian Nutrition)"** başlıklı bildiri 19-22 Eylül 2019 tarihleri arasında Gaziantep'te düzenlenen Uluslararası Gıda, Tarım ve Hayvancılık Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.