

**YAĞ ASİTLERİNCE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ  
BİTKİSEL YAĞLI SÜTLÜ BUZ ÜRETİMİ**

**Buket Tuğçe HARPUTLUGİL**



T.C.  
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YAĞ ASİTLERİNCE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ  
BİTKİSEL YAĞLI SÜTLÜ BUZ ÜRETİMİ**

Buket Tuğçe HARPOTLUGİL  
000-501-908-012

Prof. Dr. Tülay ÖZCAN  
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2023  
Her Hakkı Saklıdır

## TEZ ONAYI

Buket Tuğçe HARPUTLUGİL tarafından hazırlanan “YAĞ ASİTLERİNCE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ BİTKİSEL YAĞLI SÜTLÜ BUZ ÜRETİMİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman :** Prof. Dr. Tülay ÖZCAN

**Başkan :** Prof. Dr. Tülay ÖZCAN İmza  
0000-0002-0223-3807  
Bursa Uludağ Üniversitesi  
Ziraat Fakültesi  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

**Üye :** Prof. Dr. Lütfiye YILMAZ ERSAN İmza  
0000-0002-8482-5055  
Bursa Uludağ Üniversitesi  
Ziraat Fakültesi  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

**Üye :** Doç. Dr. Gökhan AKARCA İmza  
0000-0002-5055-2722  
Afyon Kocatepe Üniversitesi  
Mühendislik Fakültesi  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

**Yukarıdaki sonucu onaylarım**

**Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN**

**Enstitü Müdürü**

**22/05/2023**

**B.U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;**

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

**beyan ederim.**

**22/05/2023**

**Buket Tuğçe HARPURLUGİL**

**TEZ YAYINLANMA  
FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI**

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezin/raporun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kâğıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma izni Bursa Uludağ Üniversitesi'ne aittir. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet hakları ile tezin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları tarafımıza ait olacaktır. Tezde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığını ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederiz.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan “**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**” kapsamında, yönerge tarafından belirtilen kısıtlamalar olmadığı takdirde tezin YÖK Ulusal Tez Merkezi / B.U.Ü. Kütüphanesi Açık Erişim Sistemi ve üye olunan diğer veri tabanlarının (Proquest veri tabanı gibi) erişimine açılması uygundur.

Danışman Adı-Soyadı  
Tarih

Öğrencinin Adı-Soyadı  
Tarih

İmza

Bu bölüme kişinin kendi el yazısı ile okudum  
anladım yazmalı ve imzalanmalıdır.

İmza

Bu bölüme kişinin kendi el yazısı ile okudum  
anladım yazmalı ve imzalanmalıdır.

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### YAĞ ASİTLERİNCE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ BİTKİSEL YAĞLI SÜTLÜ BUZ ÜRETİMİ

**Buket Tuğçe HARPUTLUGİL**

Bursa Uludağ Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

**Danışman:** Prof. Dr. Tülay ÖZCAN

Bu çalışmada, yağ asitlerince zengin fonksiyonel yağların ilavesi ile bitkisel yağlı sütlü buz üretiminin gerçekleştirilmesi, elde edilen ürünün bileşiminin ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bitkisel yağlı sütlü buz üretiminde; fonksiyonel yağ olarak palm yağı, fındık yağı, ceviz yağı, chia tohumu yağı, keten tohumu yağı ve kabak çekirdeği yağı kullanılmıştır. Fonksiyonel yağların ilavesi ile üretilen ürünlerin fizikokimyasal, tekstürel ve duyuşal özellikleri ile ısı şok öncesi ve sonrası erime miktarı ve süresi depolama boyunca genel anlamda benzer özellikler göstermiştir. Dış yapışkanlık, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik nitelikleri değişmiştir. Duyusal değerler yüksek kabul edilebilirlik göstermekle beraber, fındık ve ceviz yağı ilave edilen örnekler diğer örneklere göre panelistler tarafından daha çok tercih edilmiştir. Kabak çekirdeği yağı ise daha düşük derecede beğenilmiştir. Sütlü buz örnekleri ilave yağın bileşimine özgü farklı doymuşluk ve zincir uzunluğuna sahip yağ asidi bileşimi göstermiştir. Çalışma sonucunda yağ asitleri profilinin zenginleştirilmesine ek olarak, ürüne farklı bitkisel kaynaklı yağların eklenmesi ile duyuşal niteliklerin kabul edilebilir düzeyde olduğu ve fonksiyonel bitkisel yağlı sütlü buz ürünlerinin geliştirebileceği saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Sütlü buz, yağ asidi, palm yağı, fındık yağı, ceviz yağı, chia tohumu yağı, keten tohumu yağı, kabak çekirdeği yağı

**2023, xii + 95 sayfa.**

## ABSTRACT

MSc Thesis

### **PRODUCTION OF MILK ICE WITH VEGETABLE OIL, ENRICHED IN FATTY ACIDS**

**Buket Tuğçe HARPUTLUGİL**

Bursa Uludağ University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Food Engineering

**Supervisor:** Prof. Dr. Tülay ÖZCAN

In this study, it was aimed to produce vegetable oil milk ice with the addition of functional oils rich in fatty acids, and to determine the composition and technological properties of the obtained product. In the production of vegetable oil milk ice; palm oil, hazelnut oil, walnut oil, chia seed oil, flaxseed oil and pumpkin seed oil were used as functional oils. The physicochemical, textural and sensory properties of the products produced with the addition of functional oils, as well as the amount and time of melting before and after thermal shock, generally showed similar properties during storage. Adhesiveness, gumminess and chewiness qualities have changed. Although the sensory values were highly acceptable, the samples with added hazelnut and walnut oil were preferred more by the panelists than the other samples. Pumpkin seed oil, on the other hand, was less appreciated. Milk ice samples showed fatty acid composition with different saturation and chain length specific to the composition of the added oil. As a result of the study, in addition to enriching the fatty acid profile, it was determined that the sensory qualities were at an acceptable level with the addition of different vegetable oils to the product and that functional vegetable oil milk ice products could be improved.

**Key words:** Milk ice, fatty acids, palm oil, hazelnut oil, walnut oil, chia seed oil, flaxseed oil, pumpkin seed oil

**2023, xii + 95 pages.**

## ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Tülay ÖZCAN danışmanlığında tarafımda hazırlanmış, Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'ne yüksek lisans tezi olarak sunulmuştur. Çalışmada yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütlü buz ürününün olarak geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Yüksek lisans eğitimim boyunca desteğini ve bilgisini esirgemeyen, çalışkanlığını ve azmini örnek aldığım değerli hocam Prof. Dr. Tülay ÖZCAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmama katkıları için Golf Dondurma (NATURA Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş.) firmasına ve yetkililerine, bu aşamada bana yardımcı olan Merve DEMİRAY TEYMUROĞLU, Gökçe KESER, Miray ÖZCAN, Melike CİNİVİZ ve Hilal DÖNMEZ'e teşekkür ederim.

Hayatım boyunca her an yanımda varlıklarını ve desteklerini hissettiğim aileme teşekkürlerimi sunarım.

Tezimi anneme ve babama ithaf ediyorum.

Buket Tuğçe HARPUTLUGİL  
22/05/2023



## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	vi
ABSTRACT.....	vii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER .....	ix
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ .....	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI .....	6
2.1. Yenilebilir Buzlu Ürünler .....	6
2.2. Fonksiyonel Yağlar ve Yağ Asitleri.....	10
2.1.1. Palm yağı: Bileşimi ve özellikleri.....	15
2.1.2. Fındık yağı: Bileşimi ve özellikleri .....	18
2.1.3 Ceviz yağı: Bileşimi ve özellikleri.....	21
2.1.4. Chia tohumu yağı: Bileşimi ve özellikleri .....	24
2.1.5 Keten tohumu yağı: Bileşimi ve özellikleri .....	26
2.1.6. Kabak çekirdeği yağı: Bileşimi ve özellikleri.....	29
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	32
3.1. Materyal .....	32
3.1.1. Bitkisel yağlı sütlü buz miksini oluşturan bileşenler .....	32
3.1.2. Bitkisel yağlar .....	33
3.2. Yöntem.....	33
3.2.1. Deneme deseni.....	33
3.2.2. Bitkisel yağlı sütlü buz miksini hazırlanması .....	34
3.2.3. Bitkisel yağlı sütlü buz üretimi .....	34
3.3. Bitkisel Yağlı Sütlü Buz Örneklerine Uygulanan Analizler .....	34
3.3.1. Fiziko-kimyasal analizler.....	35
Kurumadde analizi.....	35
pH analizi.....	35
Yağ analizi .....	35
Protein analizi .....	36

Yağ asitleri profili analizi .....	36
Asit sayısı değeri analizi .....	37
Renk Analizi .....	37
3.3.2. Erime analizleri.....	38
3.3.3. Isıl şok analizi .....	38
3.3.4. Tekstürel analizler.....	39
3.3.5. Duyusal analizler .....	40
3.3.6. İstatistiksel analizler .....	40
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	41
4.1. Fizikokimyasal Özellikler .....	41
4.1.1. Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin kurumadde değerleri.....	41
4.1.2. Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin pH değerleri.....	43
4.1.3. Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin yağ değerleri.....	44
4.1.4. Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin protein değerleri .....	46
4.1.5. Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin yağ asitleri profili değerleri .....	48
4.1.6. Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin asit sayısı değerleri .....	52
4.1.7. Sütlü buz örneklerinin renk değerleri .....	54
4.2. Sütlü Buz Örneklerinin Erime Özellikleri.....	59
4.3. Sütlü Buz Örneklerinin Isıl Şok Özellikleri .....	61
4.4. Sütlü Buz Örneklerinin Tekstürel Özellikleri .....	65
4.5. Bitkisel Yağlı Sütlü Buz Örneklerinin Duyusal Özellikleri.....	71
5. SONUÇ .....	80
KAYNAKLAR .....	83
ÖZGEÇMİŞ .....	95

## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

<b>Simgeler</b>	<b>Açıklama</b>
dk	Dakika
g	Gram
g.s	Gramsaniye
g/L	Gram/Litre
kg	Kilogram
L	Litre
µm	Mikrometre
mg	Miligram
mL	Mililitre
mm	Milimetre
mL	Mililitre
mm	Milimetre
s	Saniye
°C	Santigrat Derece
cm	Santimetre
%	Yüzde
NaCl	Sodyum Klorür
ns	Not Significant (Önemli Değil)

<b>Kısaltmalar</b>	<b>Açıklama</b>
ANOVA	Analiysis of Varience (Varyans Analizi)
EFSA	European Food Safety Authority (Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi)
FAO	Food and Agriculture Organization (Gıda ve Tarım Örgütü)
FDA	Food and Drug Administration (Gıda ve İlaç Dairesi)
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
WHO	World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)
LSD	Least Significant Difference (En Küçük Anlamlı Fark)
QDA	Kantitatif Tanımlama Analizi

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Şekil 2.1. Yağ asitlerinin bileşimi.....	11
Şekil 2.2. Omega 3 ve Omega 6 yağ asitlerinin pozitif etki sağladığı..... hastalıklar.....	12
Şekil 2.3. Çalışmada kullanılan çeşitli fonksiyonel yağlar:..... a) palm yağı, b) fındık yağı, c) ceviz yağı, d) chia tohumu. yağı, e) keten tohumu yağı, f) kabak çekirdeği yağı.....	15
Şekil 3.1. Hunter renk sistemindeki parametrelerin skalası.....	37
Şekil 3.2. Erime testi için deney düzeneği.....	39
Şekil 3.3. Duyusal analiz test örneklerinin görünümü.....	40
Şekil 4.1. Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerindeki depolama süresi boyunca kurumadde değerlerindeki değişim.....	42
Şekil 4.2. Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerindeki depolama süresi boyunca pH değerlerindeki değişim	44
Şekil 4.3. Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerindeki depolama süresi boyunca yağ değerlerindeki değişim.....	46
Şekil 4.4. Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerindeki depolama süresi boyunca protein değerlerindeki değişim.....	48
Şekil 4.5. Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerindeki asit sayısı değerlerindeki değişim.....	54
Şekil 4.6. Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerindeki depolama süresi boyunca a) L*, b) a*, c) b* değerlerindeki değişimi.....	57
Şekil 4.7. Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerindeki depolama süresi boyunca a) erime miktarı ve b) ilk damlama süresi değişimi...	61
Şekil 4.8. Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerindeki depolama süresi boyunca ısı şok dayanım testi sonrası a) erime miktarı ve b) ilk damlama süresi değişimi.....	64
Şekil 4.9. Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerindeki depolama süresi boyunca a) sertlik, b) dış yapışkanlık ve c) iç yapışkanlık..... özelliklerindeki değişim.....	69
Şekil 4.10. Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerindeki depolama süresi boyunca a) esneklik, b) sakızimsılık ve c) çiğnenebilirlik..... özelliklerindeki değişim.....	70
Şekil 4.11. Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerindeki depolama süresi boyunca elastikiyet özelliğindeki değişim.....	71
Şekil 4.12. Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerindeki duyusal genel kabul edilebilirlik değerlerinin değerlendirilmesi.....	79
Şekil 4.13. Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerindeki depolama süresi boyunca duyusal satın alma niyetinin değerlendirilmesi.....	79

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Çizelge 2.1. Palm yağı ve palm çekirdeği yağının yağ asidi bileşimi.....	16
Çizelge 2.2. Palm yağının fizikokimyasal özellikleri.....	17
Çizelge 2.3. Fındık yağının yağ asidi bileşimi.....	19
Çizelge 2.4. Ceviz yağının yağ asidi bileşimi.....	22
Çizelge 2.5. Chia tohumu ortalama besin bileşenleri.....	24
Çizelge 2.6. Chia tohumu yağının yağ asitleri bileşimi.....	25
Çizelge 2.7. Keten tohumunun bileşimi.....	27
Çizelge 2.8. Keten tohumu yağının yağ asidi bileşimi.....	28
Çizelge 2.9. Kabak çekirdeği yağının fizikokimyasal özellikleri.....	30
Çizelge 2.10. Kabak çekirdeği yağının bazı besin değerleri .....	31
Çizelge 2.11. Kabak çekirdeği yağının yağ asitleri bileşimi.....	31
Çizelge 3.1. Bitkisel yağlı sütlü buz miksinin özellikleri.....	32
Çizelge 3.2. Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerine ait deneme deseni.....	33
Çizelge 4.1. Yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin kurumadde değerlerine ilişkin LSD testi sonuçları.....	42
Çizelge 4.2. Yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin pH değerlerine ilişkin LSD testi sonuçları.....	43
Çizelge 4.3. Yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin yağ değerlerine ilişkin LSD testi sonuçları.....	45
Çizelge 4.4. Yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin protein değerlerine ilişkin LSD testi sonuçları.....	47
Çizelge 4.5. Yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin yağ asitleri bileşimi I (%) .....	50
Çizelge 4.6. Yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin yağ asitleri bileşimi II (%).....	52
Çizelge 4.7 Yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin zincir uzunluğuna göre yağ asitleri bileşimi.....	51
Çizelge 4.8. Yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin doymuşluk dercesine göre yağ asitleri bileşimi...	52
Çizelge 4.9. Yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin omega yağ asitleri bileşimi .....	52
Çizelge 4.10. Yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin asit sayısı değerlerine ilişkin LSD testi sonuçları.....	53
Çizelge 4.11. Yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin L*,a*,b* değerlerine ilişkin LSD testi sonuçları.....	56
Çizelge 4.12. Yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin $\Delta E^*$ H° ve C* değerlerine ilişkin LSD testi sonuçları.....	58
Çizelge 4.13. Yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin WI* YI* ve BI* değerlerine ilişkin LSD testi sonuçları.....	59
Çizelge 4.14. Yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütlü buz	60

	örneklerinin erime miktarı ve ilk damlama süresi değerlerine ilişkin LSD testi sonuçları.....	
Çizelge	4.15. Yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin ısı şok dayanım testi sonrası erime miktarı ve ilk damlama süresi değerlerine ilişkin LSD testi sonuçları.....	63
Çizelge	4.16. Yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin tekstürel özelliklerine ait varyans analiz testi sonuçları.....	68
Çizelge	4. 17. Yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin duyu sal kantitatif tanımlayıcı analiz (QDA) değerlendirme sonuçları.....	76
Çizelge	4.18. Yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin duyu sal kantitatif tanımlayıcı analiz (QDA) değerlendirme sonuçları.....	77
Çizelge	4.19. Yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin tüketici beğenisi değerlerine (hedonik) ait varyans analizi sonuçları.....	78

## 1. GİRİŞ

Fonksiyonel gıdalar ve bazı biyoaktif gıda bileşenlerinin insan sağlığı üzerindeki olumlu etkisi tüketicilerin ilgisini çekmeye devam etmektedir. Günlük beslenmede yer alan yiyeceklerin pek çoğu doğal temel bileşikler açısından zengin olmasına rağmen, sağlık kalitesini artıran nutrasötik bileşenler ile zenginleştirilmiş gıda pazarı sürekli olarak büyümektedir (Goyal vd., 2014; Temple, 2022). Biyoaktif bileşenler arasında, insan diyetindeki temel unsurlar olarak omega-3 (n-3), omega-6 (n-6) ve PUFA'lar, memelilerin hücre zarlarındaki biyolojik yapıların birincil bileşenleri olarak görev almakta ve önemli metabolik etkilerde bulunmaktadır (Vella vd., 2013; Ganesan vd., 2014; Wood vd., 2022).

Dondurma, sütlü buz ve sorbe gibi ürünler, dondurulmuş sütlü tatlı kategorisinde en çok tüketilen gıdalar arasındadır. Konjuge linoleik asit (CLA), omega yağ asitleri, diyet lifi ve antioksidanların insan sağlığı üzerindeki olumlu etkileri, donmuş tatlılarda bu bileşiklerin kullanılmasını olanaklı hale getirmektedir (Goff & Hartel, 2013; Shen vd., 2022).

Yağlar gıdalarda doğal olarak bulunmakta ve beslenmede önemli bir rol oynamaktadır. Besinsel yağlar, enerji sağlamakta, yağda çözünen vitaminleri (A, D, E ve K) içermekte, antioksidan ve terapötik bileşiklerin kaynağını oluşturmaktadır. Yağlar ayrıca beyin ve hücre zarlarının yapısal bileşenleri olarak da görev almaktadırlar. Teknolojik anlamda ise yağlar, yiyeceklerin lezzetini artırma, tekstürel özelliklerini iyileştirme ve pişirme sırasında ısı iletimini sağlama gibi özellikleri ile çeşitli gıdaların hazırlanmasında etkili olmaktadır (Haque vd., 2016).

Yağ asitleri, bir hidrokarbon zinciri ve bir terminal karboksil grubundan oluşan, özellikle katı ve sıvı yağlarda esterler formunda bulunan bir karboksilik asit şeklindedirler. Bu grupta yer alan doymuş yağ asitleri, karbon zinciri boyunca herhangi bir çift bağ veya diğer işlevsel grupları içermemektedir. Yağ asidinde bir veya daha fazla çift bağ bulunuyorsa, yağlar tekli veya çoklu doymamış olarak sınıflandırılmaktadır. İnsan metabolizmasının omega-3 ( $\omega$ -3) ve omega-6 ( $\omega$ -6) yağ asitlerini, diğer yağ asitlerinden oluşturamaması nedeni ile bu fonksiyonel bileşenler diyetle dahil edilmesi gereken

doymamış “Temel Yağ Asitleri” (EFA'lar) olarak tanımlanmaktadır (Wijendran & Hayes, 2004; Froyen & Burns-Whitmore, 2020).

Kalp ve beyin fonksiyonlarında, normal büyüme ve gelişmede önemli rol oynamakta olan  $\omega$ -3 ve  $\omega$ -6 yağ asitleri çoklu doymamış yağ asitleri olduğundan, n-3 PUFA'lar ve n-6 PUFA'lar sırası ile omega-3 ve omega-6 yağ asitleri olarak ifade edilmektedir (Binkoski vd., 2005; Shrestha vd., 2020).

Bitkisel yağlarda, kabuklu yemişlerde ve tohumlarda bulunan omega-6 yağ asitleri, sağlıklı beslenme modelinin faydalı bir parçasını oluşturmaktadırlar. Linoleik ve araşidonik asit, kolesterol seviyelerini düşürmede önemli rol oynayan omega-6 yağ asitlerindedir. Alfa ( $\alpha$ ) linolenik ve dokosaheksaenoik asit (DHA), omega-3 yağ asitleri, özellikle diyetdeki doymuş yağları ya da trans yağları değiştirmek için kullanıldığında ve önerilen miktarlarda tüketildiğinde önemli sağlık yararları sağlamaktadır. Birkaç çalışmanın meta-analizi, doymuş yağların PUFA ile değiştirilmesinin kalp hastalığı riskini %24 oranında azalttığını göstermektedir. Diyetdeki doymuş yağlar, omega-6 PUFA ile değiştirildiğinde, kan kolesterol seviyesinin düştüğü belirtilmektedir (Bucher vd., 2002; Harris vd., 2007; Hamilton vd., 2020).

Omega-3 yağ asitleri grubu; eikosapentaenoik asit (EPA), dokosaheksaenoik asit (DHA) ve  $\alpha$ -linolenik asit (ALA) gibi çoklu doymamış yağ asitlerini içermektedir. Omega-3 yağ asitleri, sağlıklı ve kaliteli bir yaşam tarzını destekleyen temel besin bileşenleridir. Omega-3 yağ asidi tüketiminin insanlarda kalp-damar hastalıklarını ve inflamasyonu azalttığı, diyabet, hipertansiyon, kanser, otoimmün hastalıklar ve artrit gibi bazı kronik hastalıkları önlediği çalışmalarda saptanmıştır (Larsson vd., 2004; Honda & Kabashima, 2019; Djuricic & Calder, 2021). Son zamanlarda, dondurulmuş sütü tatlılarda balık, keten tohumu, pirinç kepeği ve alg yağı gibi omega-3 yağ asitleri açısından zengin yağların kullanımı ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır (Gonzalez, 2003; Chee vd., 2007; Song vd., 2011; Marapana vd., 2018; Gumus & Gharibzahedi, 2021; Pandule vd., 2021; Patel vd. 2022).



Omega-3 yağ asitlerinden  $\alpha$ -linolenik asit (ALA), yer fıstığı, keten tohumu ve soya fasulyesi yağı gibi bitkisel kaynaklarda bulunurken, eikosapentaenoik asit (EPA) ve dokosaheksaenoik asit (DHA) özellikle somon, uskumru, göl alabalığı, ringa balığı, sardalya gibi soğuk suda yaşayan yağlı balıkların bileşiminde yer almaktadır. Zeytinyağı ve keten tohumu yağı omega-6 yağ asitlerinden linoleik asit'i içermektedir. Omega-6 yağ asitlerinin diğer iki formu ise gama-linolenik asit (GLA) ve araşidonik asit (ARA)'dır. GLA bitkisel kaynaklı yağlarda, ARA ise birçok hayvansal gıdanın bileşiminde yer almaktadır (Haque ve vd., 2016; Borow vd., 2017).

Omega-9 ( $\omega$ -9) yağ asitlerinin kaynağı olan oleik asit,  $\omega$ -3 ve  $\omega$ -6'lar kadar dikat çekmese de glikoz ve lipit seviyesini düzenleyerek ve ayrıca inflamasyonu engelleyerek kalp-damar rahatsızlıkları üzerinde önemli etkide bulunmaktadır (Johnson & Bradford, 2014).

Omega-3 ve omega-6 yağ asitleri esansiyel biyoaktif bileşiklerdir ve bunların mutlaka beslenmede yer alması gerekmektedir. Bu yağ asitleri aynı metabolik enzimler için etkide bulunurlar, bu nedenle de n-6: n-3 oranı, takip eden eikosanoidlerin (hormonlar) oranını önemli ölçüde etkilemekte (örn. prostaglandinler, lökotrienler, tromboksanlar vb.) ve vücudun metabolik işlevlerini değiştirebilmektedir (Tribole vd., 2006).

n-6 metabolitleri, n-3 metabolitlerinden önemli ölçüde daha fazla inflamatuvar etki göstermektedir (özellikle araşidonik asit). Bu,  $\omega$ -3 ve  $\omega$ -6'nın dengeli bir oranda tüketilmesini gerektirmektedir.  $\omega$ -6:  $\omega$ -3 dengesinde sağlık için olumlu oranlar 1 : 1 ile 4 : 1 arasındadır. Modern diyetlerde  $\omega$ -6'nın  $\omega$ -3'e oranı yaklaşık 15 : 1 iken, 2 : 1 ve 4 : 1 oranları kalp-damar hastalıklarından ölüm oranının azalması, romatoid artritli hastalarda inflamasyonun baskılanması ve meme kanseri riskinin azaltılması ile ilişkilendirilmiştir (Okuyama, 2001; Baeza-Jim'enez vd., 2017).

Riediger vd. (2009), yüksek yağlı bir beslenmede diyetteki  $\omega$ -6:  $\omega$ -3 yağ asitleri oranını düşürerek sağlık yararlarının elde edilebileceğini belirtmektedirler. Araştırmacılar,  $\omega$ -6 :  $\omega$ -3 yağ asitlerinin diyetteki oranını düşürmenin,  $\omega$ -3 yağ asitlerinin kaynağı ne olursa

olsun farelerde kalp-damar ve metabolik riskleri önemli ölçüde azaltabileceğini açıklamışlardır.

Su ürünleri, beslenme açısından yağ asitlerinin en zengin kaynaklarını oluşturmaktadır (Belitz vd., 2009). Bu nedenle,  $\omega$ -3 balık yağı tüketiminin artması fonksiyonel etkisi nedeni ile sağlık açısından tüm beslenme sistemlerinde önerilmektedir (Gidding vd., 2005; Shaviklo vd., 2020). Genel olarak, taze balığın balık kokusu ve tadı, lezzeti açısından arzu edilen bir özelliktir, ancak balık aroması işlenmiş diğer gıda ürünlerinde istenilen bir özellik değildir (Shaviklo, 2011). Bununla birlikte, PUFA alımının sağlık yararlarına rağmen, yağ asitlerinin doymamış zincir yapısı özelliklerinden dolayı kolayca peroksitlere ve insan için sağlıksız olan diğer lipid oksidasyon yan ürünlerine dönüşebildiği de bilinmektedir (Ganesan vd., 2014).

Süt ürünleri arasında dondurma ve dondurulmuş tatlılar,  $\omega$ -3 ve  $\omega$ -6 yağ asitleri kaynakları ile zenginleştirme için en uygun gıdalardır. Çünkü bunlar soğuk ve donmuş koşullarda üretilip depolanmakta ve işlenmekte, paketlenme, depolama ve dağıtım sırasında oksidasyona karşı güçlü bir şekilde korunmaktadır (Nielsen vd., 2009; Shaviklo vd., 2011; Ullah vd., 2017, Minj & Dogra, 2020).

Tüketicilerin severek tükettiği yeni dondurma ve dondurulmuş tatlı formülasyonlarının geliştirilmesi gıda sanayinde yenilikçi gelişmeler sağlamaktadır. Bu çalışmada,  $\omega$ -3,  $\omega$ -6 ve  $\omega$ -9 gibi fonksiyonel yağ asitlerince zengin palm yağı, fındık yağı, ceviz yağı, chia tohumu yağı, keten tohumu yağı ve kabak çekirdeği yağı ile zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütlü buz üretimi, sütlü buzun fonksiyonel ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Türk Gıda Kodeksi Yenilebilir Buzlu Ürünler Tebliği (Tebliğ No: 2005/43)'n de Yenilebilir buzlu ürünler: buz karışımları ve sütlü buz ürünlerini, buz karışımları ise: içme suyu, şeker ve gerektiğinde izin verilen katkı maddeleri, aroma ve çeşni maddelerinin kullanılmasıyla hazırlanan ürünü ifade etmektedir.

Sütlü buz ürünleri: Süt ve/veya süt ürünleri, içme suyu, şeker, süt proteinleri, süt yağı ve/veya bitkisel yağ ve/veya yumurta yağı ile gerektiğinde izin verilen katkı maddeleri, aroma ve çeşni maddeleri gibi bileşenleri içeren ürünü tanımlamaktadır.

Aynı tebliğde, Bitkisel yağlı sütlü buz: Sütlü buz ürünleri genel tanımına uyan, bitkisel yağ ve/veya süt yağı ve/veya yumurta yağını ağırlıkça en az %5 oranında içeren ve süt proteini dışında protein içermeyen ve süt proteini içeriği ağırlıkça en az %2,2 olan sütlü buz ürünlerini ifade etmektedir.

Bu amaçlar doğrultusunda çalışmada;

1. Biyoaktif bileşenler, omega-3, omega-6 ve omega-9 gibi yağ asitlerince zengin palm yağı, fındık yağı, ceviz yağı, chia tohumu yağı, keten tohumu yağı ve kabak çekirdeği yağı'nın alternatif fonksiyonel katkı maddesi olarak bitkisel yağlı sütlü buz üretiminde kullanımının araştırılması,
2. Ticari bileşimde üretilen ve palm yağı içeren kontrol örneği ile birlikte, fındık yağı, ceviz yağı, chia tohumu yağı, keten tohumu yağı ve kabak çekirdeği yağı içeren bitkisel yağlı sütlü buz ürününün bileşimi ve biyoterapötik özelliklerinin incelenmesi,
3. Fındık yağı, ceviz yağı, chia tohumu yağı, keten tohumu yağı ve kabak çekirdeği yağı'nın bitkisel yağ bazlı ürünlerde genel olarak kullanılan palm yağının yerine kullanımının ve bitkisel yağlı sütlü buzun teknolojik kalite özelliklerine etkisinin araştırılması,
4. Palm yağı, fındık yağı, ceviz yağı, chia tohumu yağı, keten tohumu yağı ve kabak çekirdeği yağı içeren bitkisel yağlı sütlü buzun yağ asidi bileşimi ve oksidasyon stabilitesinin incelenmesi,
5. Esansiyel yağlar ile zenginleştirilmiş, palm yağı, fındık yağı, ceviz yağı, chia tohumu yağı, keten tohumu yağı ve kabak çekirdeği yağı içeren bitkisel yağlı sütlü buzun fonksiyonel, fizikokimyasal, tekstürel ve duyuşsal kalite özelliklerinin belirlenmesi gerçekleştirilmiştir.

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

### 2.1. Yenilebilir Buzlu Ürünler

Dondurulmuş tatlılar ve farklı türde dondurmalar özellikle yüksek sıcaklıklarda popüler, her yaş grubu tarafından tüketilen ve tercih edilen ürünlerdir. Sorbeler ve sütlü buzlar ise, vejeteryanlar, günlük kalori alımını azaltmak isteyen ve farklı tatlar arayan tüketiciler için uygun farklı alternatifler olarak görülmektedir (Medeiros & Bolini, 2021; Petkova vd., 2022).

Her geçen gün artan sağlık bilinci ile birlikte, fonksiyonel ve alternatif ürün beklentisinde olan çağdaş tüketici ve üreticiler katma değeri yüksek yeni ürünler arayışı içerisinde. Dondurulmuş tatlılar, bileşime eklenen biyoaktif içerikli katkılara bağlı olarak çok sayıda tat alternatifi ile sağlıklı dondurulmuş ürünler olarak beslenmemizde yer tutmaktadır. Yeni ürün geliştirme, tüketici odaklı çeşitli ürünleri piyasaya sunmayı hedef alan trend bir araştırma alanıdır. Sağlıklı dondurma ve buzlu ürün alternatifleri, daha uzun raf ömrüne sahip veya belirli bileşenlerden oluşan (inülin, antioksidanlar, vitaminler, esansiyel yağ asitleri, amino asitler vb.) katma değeri yüksek ürünler grubuna girmektedir (Fayed vd., 2020; Kim vd., 2021; López-Martínez vd., 2021).

Türk Gıda Kodeksi Yenilebilir Buzlu Ürünler Tebliği (Tebliğ No: 2005/43)'ne göre;  
Yenilebilir buzlu ürünler: Buz karışımları ve sütlü buz ürünlerini kapsamaktadır.

Buz karışımları: İçme suyu, şeker ve gerektiğinde izin verilen katkı maddeleri, aroma ve çeşni maddelerinin kullanılmasıyla hazırlanan ürünü,

Sütlü buz ürünleri: Süt ve/veya süt ürünleri, içme suyu, şeker, süt proteinleri, süt yağı ve/veya bitkisel yağ ve/veya yumurta yağı ile gerektiğinde izin verilen katkı maddeleri, aroma ve çeşni maddeleri gibi bileşenleri içeren ürünü tanımlamaktadır.

Yenilebilir buzlu ürünler piyasaya sunuş ve bileşimlerine göre;

-Su buzu: Buz karışımları genel tanımına uyan, meyve ve/veya aroma maddeleri içeren, kuru maddesi ağırlıkça en az %12 olan buz karışımlarını,

-Meyveli buz: Buz karışımları genel tanımına uyan, kuru maddesi ağırlıkça en az %12 olan ve ağırlıkça en az %15 meyve içeren buz karışımlarını,

-Sorbe: Buz karışımları genel tanımına uyan, kuru maddesi ağırlıkça en az %12 olan ve ağırlıkça en az %25 meyve içeren buz karışımlarını,

-Sütlü buz: Sütlü buz ürünleri genel tanımına uyan, ağırlıkça en az %2,5 süt yağı ve ağırlıkça en az %6 yağsız süt kuru maddesi içeren, süt orjinli olmayan protein ve yağ içermeyen sütlü buz ürünlerini,

-Bitkisel yağlı sütlü buz: Sütlü buz ürünleri genel tanımına uyan, bitkisel yağ ve/veya süt yağı ve/veya yumurta yağını ağırlıkça en az %5 oranında içeren ve süt proteini dışında protein içermeyen ve süt proteini içeriği ağırlıkça en az %2,2 olan sütlü buz ürünlerini ifade etmektedir (Anonim, 2005).

Bitkisel yağlı sütlü buz, sütlü buzdan farklı olarak süt yağı yerine bitkisel yağ içermektedir. Bitkisel yağlı sütlü buzların içeriğindeki bitkisel yağların fonksiyonel özelliğe sahip olmaları bu ürünlerin de sağlıklı gıda olarak tüketilebilmelerine olanak sağlamaktadır. Yenilebilir bitkisel yağlı sütlü buzlarda istenilen reolojik ve duyuşal özellikler, uzun raf ömrü, erimeye karşı direnç, ağızda homojen bir yayılım ve soğukluk hissi için ürün sistemlerinde stabilizatör, emülgatörler ve farklı biyoaktif kaynakların ilavesinden yararlanılmaktadır (Marshall vd., 2003; Karasu vd., 2009).

Dondurma ve benzeri buzlu ürünler, farklı yaş grupları arasında popüler, lezzetli ve besin değeri yüksek dondurulmuş tatlılardır. Bileşimleri şeker, yağ, emülgatör, stabilizatör, su, yumurta ürünleri, mısır şurubu, dekstroz ve lezzet maddelerinden oluşmaktadır. Bu son üründe katı, sıvı ve havaya bağlı üç fazdan oluşan bir ağı şekillendirmektedir. Dondurulmuş ürünler, katı ve sıvı fazların mikro-kristalize ağı formunda olduğu yapısal bir özelliğe sahip bulunmaktadır. Sıvı faz, dağınık formdaki hava hücreleri ve gömülü formdaki buz kristallerini içermektedir. Sıvı fazda süt proteinleri, çözünen ve çözilemeyen tuzlar, yağ partikülleri, stabilizatör ve şekerler bulunmaktadır. Stabilizatörler ve emülgatörler bu kompleks karışımın viskozitesini artırarak ve serbest su moleküllerinin hareketini sınırlayarak tekstür üzerine etkili olmaktadır (Syed vd., 2018). Bu nedenle dondurma ve benzeri ürünler çok karmaşık fizikokimyasal bir gıda sistemidir. Dondurma, dondurulmuş şekerlemeler, sorbe, şerbet, dondurulmuş muhallebi,

sütsüz dondurulmuş tatlı benzeri ürünler, buzlu süt, süt içermeyen bitkisel yağlı dondurma bu sütlü dondurulmuş tatlılar kategorisinde yer almaktadır (Nazaruddin vd., 2008; Goff & Hartel, 2013).

Dondurma ve benzeri ürünlerin yapısının oluşturulması, ön ısıtma, homojenizasyon, pastörizasyon, olgunlaştırma, dondurma ve sertleştirme adımlarını içeren bir proses sürecinin yanı sıra formülasyonda kullanılan çeşitli bileşenlerin ilavesi ile gerçekleştirilmektedir (Nazaruddin vd., 2008).

Süt yağı dondurulmuş tatlılar için oldukça önemli bir miks bileşenidir. Süt yağı, dondurmadaki lezzet profilini ve duyuşal özellikleri geliştirirken, ağızda pürüzsüzlük oluşturan karakteristik tekstürün oluşumu ve erime özelliklerine de katkıda bulunmaktadır. İngiltere’de, Avrupa’nın bazı bölgelerinde ve Latin Amerika’da bitkisel yağlar da, dondurma çeşitlerinde yağ kaynağı olarak yaygın olarak kullanılmaktadır. Üretimde kullanılacak yağ kaynaklarının seçiminde dikkat edilen faktörler; yağın kristal yapısı ve değişen sıcaklık koşullarında kristalleşme özelliği, özellikle soğutma ve dondurma sıcaklıklarında sıcaklığa bağlı olarak yağın erime profili, trigliserit içeriği, yağın aroması ve saflığı olarak sayılabilmektedir (Goff & Hartel, 2013).

Özellikle yağ, dondurma ve karıştırma sırasında dondurmanın özelliklerine, özellikle kısmen birleştirilmiş sürekli üç boyutlu homojenize kürecik-ağ yapısına büyük ölçüde katkıda bulunmaktadır. Yağ küreciklerinin bir kısmı hava kabarcıklarını çevrelemekte ve böylece hava fazı stabilize edilmektedir. Ayrıca, artan yağ agregasyonu oranı gelişmiş erime direnci de göstermektedir (Bolliger vd., 2000).

Dondurma çeşitleri karmaşık fizikokimyasal ve kolloidal sistemlerdir. Karışım, koloidal bir sistem ve çözünmüş katılar içeren bir su içinde yağ emülsiyonudur; donmuş ürün, buz kristalleri, yağ kürecikleri ve dondurma karışımına eklenen tüm diğer bileşenleri içeren dağılmış bir faza sahip köpüklü/hacimli bir sistem yapısındadır. Dondurmanın yapısı elektron mikroskobu ile karakterize edildiğinde, dondurmanın ana bileşenleri ve ortalama boyutları; hava hücreleri (60 µm), buz kristalleri (34 µm), yağ kürecikleri (2 µm) ve hava hücreleri arasındaki duvar kalınlığı (9 µm) olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte, bu

bileşenlerin boyutları, bileşenlerin özelliğine, karışımı işleme koşullarına ve dondurma üretim prosedürlerine bağlı olarak büyük ölçüde değişmektedir (Tong & Berner, 2016).

Dondurulmuş matrisler, donmamış bir serum fazı, hava kabarcıkları, buz kristalleri ve yağ kürelerinden oluşan çok fazlı sistemler olarak da tanımlanmaktadır. Çırpma/dövme ve dondurma işlemi sırasında, dönen sıyrıcı bıçakların neden olduğu çarpışmalar sırasında karışımdaki yağ küreciklerinin bir kısmı birbirine yapışarak küçük kümeler ve sonrasında büyük yağ kürecikleri kümelerini oluşturmaktadır. Bu süreç kısmi birleşme olarak da bilinmektedir. Kısmen birleşmiş yağ küresi kümeleri, hava hücrelerini çevreleme, stabilize etme ve dondurma işlemi boyunca yarı sürekli bir ağ veya yağ matrisi oluşturmada sorumlu olmaktadır. Bu yapının, kalıplama, ağızda pürüzsüz ve kremi bir his, depolama sırasında büzülme ve erimeye karşı direnç üzerinde etkisi bulunmaktadır (Acı ve Özcan, 2007; Goff & Hartel, 2013).

Katı ve sıvı yağlar, lipidler olarak da bilinmekle birlikte, triaçilgliseroller, diaçilgliseroller, monoasilgliseroller, serbest yağ asitleri, steroller ve fosfolipidler dahil olmak üzere çok sayıda farklı türde molekülleri içermektedir (McClements, 2016).

Triaçilgliseroller, temel olarak yapısını oluşturan yağ asitlerinin doğasına bağlı olarak belirli bir sıcaklıkta katı (kristal) veya sıvı olabilme özelliğine sahiptirler. Doymuş yağ asitleri bakımından zengin triaçilgliseroller oda sıcaklığında (25°C/77°F) katı iken, kısa zincirli ve/veya doymamış yağ asitleri bakımından zengin triaçilgliseroller oda sıcaklığında sıvı özellik göstermektedirler (Cagliari vd., 2011).

Dondurma sırasında optimum kısmi birleşme için, bir dondurma karışımının 4-5°C (39-41°F) arasında optimum bir katı : sıvı yağ oranı içermesi oldukça önemlidir. Sıvı yağ bileşeninin, çarpışma sırasında globülleri bir arada tuttuğu düşünüldüğünden, çok fazla katı yağ yetersiz kısmi birleşmeye yol açmakta, ancak çok fazla sıvı yağ ise, istenen kümelenmiş yapıyı oluşturmayarak kısmi bir birleşme ile sonuçlanmaktadır (Sung & Goff, 2010).

Pastörizasyon ve homojenizasyondan sonra, bir dondurma karışımı hızla 4°C'nin (39°F) altına soğutulmakta ve bu sıcaklıkta 4-24 saat arasında olgunlaştırılmaktadır. Bu soğutma ve olgunlaşma sürecinde yağ kristalleşmektedir. Yetersiz olgunlaştırılmış karışımlar daha az kristalize yağa sahip olmakta, çırpma ve dondurma aşaması sırasında optimal kısmi birleşme daha az gerçekleşmektedir. Tüketim sırasında, dondurmadaki yağ, ağızdaki sıcaklıkta (yaklaşık 37°C/99°F) yavaş ve neredeyse tamamen erime özelliği göstermelidir. Bu sıcaklığın üzerinde eriyen bitkisel yağlar yeterince erimediğinden, ağızda mumsu veya yağlı bir his oluşturabilmektedir (Amri, 2011).

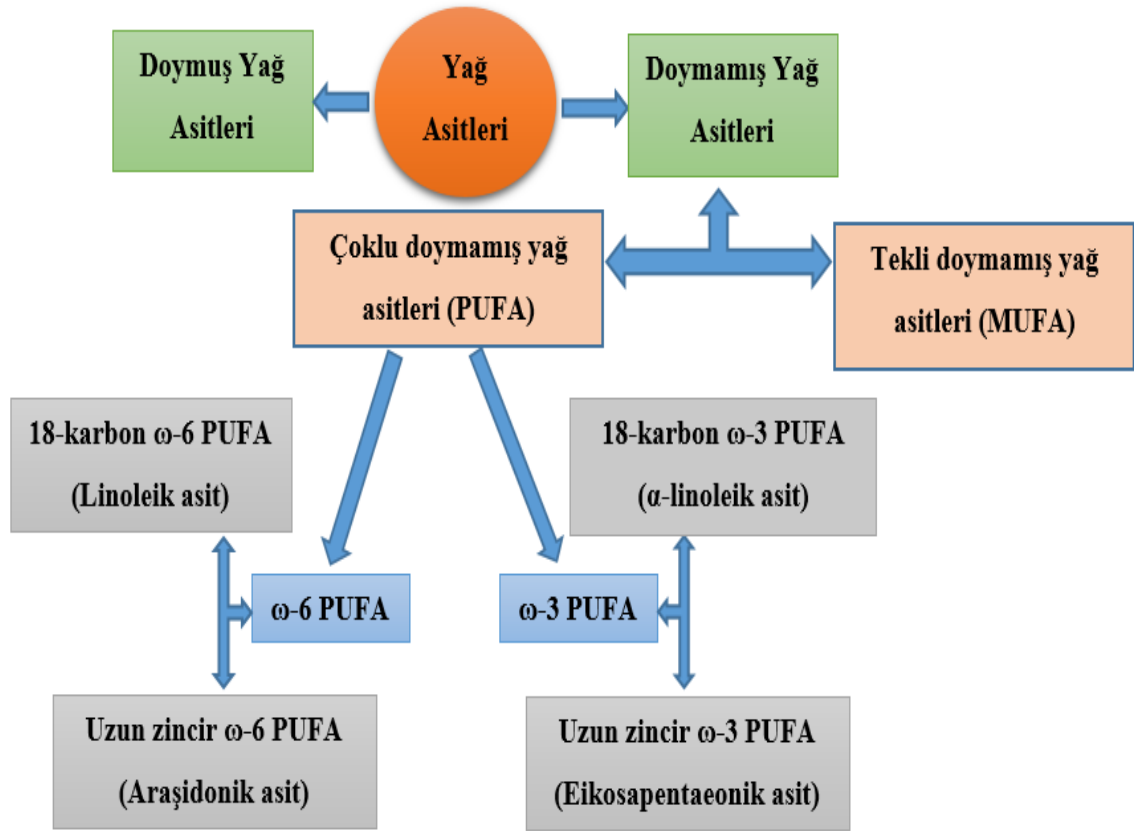
Dondurulmuş tatlılara, probiyotik ve prebiyotikler, süt kaynaklı katkıları, diyet lifleri, esansiyel yağ asitleri, mineral maddelerin ilavesi, yağ ve/veya şeker içeriğinin azaltılması ve antioksidan kapasitesinin artırılması ile fonksiyonel özellik kazandırılabilir (Türkmen & Gürsoy, 2017).

## **2.2. Fonksiyonel Yağlar ve Yağ Asitleri**

Yağ asitleri, hücreler, dokular ve organlar için yapısal anlamda çeşitli biyoaktif bileşenler için kaynak sağlamaktadırlar. Yağ asidi molekülünün metil ucundan itibaren sayılan ilk çift bağın konumuna göre esansiyel yağ asitleri omega grubu yani  $\omega$ -6 ve  $\omega$ -3 yağ asitlerine ayrılabilir.  $\omega$ -6 yağ asitlerinde bu çift bağ 6. ve 7. karbon atomları arasında oluşmakta,  $\omega$ -3 yağ asitlerinde ise 3. ve 4. karbon atomları arasında yer almaktadır (Şekil 2.1) (Saini ve Keum, 2018).

Dokosaheksaenoik asit (DHA; 22:6n-3), eikosapentaenoik asit (EPA; 20:5n-3) ve alinolenik asit (ALA; 18:3n-3),  $\omega$ -3 ailesinin en önemli üyeleridir.  $\omega$ -3 yağ asitleri, insanlarda lipit metabolizmasını düzenleyerek kardiyovasküler hastalık riskini, Alzheimer ve Parkinson hastalığı dahil nörolojik bozuklukların yanı sıra yaşa bağlı makula dejenerasyonu ve kuru göz hastalığının ilerlemesini azaltmaktadır (Kerdiles vd., 2017). Ayrıca geniş bir anti-inflamatuar etki spektrumuna sahip özelliği ile inflamasyonla ilişkili hastalıklara karşı etkili bileşenler olarak bilinmektedir (Şekil 2.2) (Giacobbe vd., 2020).





**Şekil 2.1.** Yağ asitlerinin bileşimi

ALA, uzun zincirli  $\omega$ -3 yağ asitlerinin sentezi için bir öncüdür, ancak insan vücudunda üretilmediği için diyet yoluyla alınması gerekmektedir, bu da onu esansiyel bir yağ asidi yapmaktadır. Keten tohumu, kolza tohumu, soya fasulyesi ve chia tohumu gibi bitkisel yağlar ve yumurta önemli bir ALA kaynağını oluşturmaktadır. İnsanlar ALA'yı DHA ve EPA'ya dönüştürebilse de, oran bu yağ asitlerinin günlük ihtiyacını karşılamak için çok düşük kalmaktadır (Patel vd., 2022).

DHA ve EPA'nın önemli kaynakları arasında deniz ürünleri, balık yağları, yumurtalar ve deniz yosunu veya mikroalgler bulunmaktadır.  $\omega$ -3 yağ asitlerinin (EPA ve DHA) minimum günlük tüketimi 0,5 g'dır, ancak ideal miktar iki ila üç kat daha fazla olarak açıklanmaktadır (Kris-Etherton vd., 2009). Gerekli günlük kalori alımının (2500 Kcal) %20-35'ini karşılamak için toplam yağın en az %0,5-1,0'i DHA ve EPA formunda olmalıdır. Kalori kısıtlamaları lipit alımını azalttığına, ALA ve stearidonik asit (SDA; C18:4n-3) gibi daha az etkili  $\omega$ -3 PUFA'lar dahil olmak üzere takviye yolu ile  $\omega$ -3 çoklu

doymamış yağ asitlerinin (PUFA'lar) oranı artırılmalıdır. Örneğin, azaltılmış veya düşük yağlı bir diyet uygulayan bireylerin, diyet lipidlerinin %3-10'a kadarının  $\omega$ -3 PUFA olması gerektiği belirtilmektedir (Hamilton vd., 2020).



**Şekil 2.2.** Omega 3 ve Omega 6 yağ asitlerinin olumlu etki sağladığı hastalıklar

ALA'ya benzer şekilde, linoleik asit (LA; 18:2n-6),  $\omega$ -6 yağ asitlerinin ana bileşimidir ve insan vücudunda sentezlenememektedir. Diyet yolu ile emildikten sonra LA, araşidonik aside dönüştürülmektedir (AA; 20:4n-6). Genel olarak  $\omega$ -6 yağ asitleri, ayçiçeği, soya fasulyesi ve fındık türevi yağlar gibi bitki kaynaklarından ve ayrıca domuz eti, domuz yağı ve hindi gibi hayvansal kaynaklardan elde edilmektedir (Scanferlato vd., 2019). Çalışmalar, LA tüketiminin kemik, kalp hastalığı, diyabet ve kan basıncı ile ters orantılı olduğunu göstermektedir (Ng & Schooling, 2020). Düşük yoğunluklu lipoprotein-kolesteroldeki spesifik azalmaya bağlı olarak kan kolesterol seviyelerinde azalma sağlamak, LA'nın önemli bir metabolik özelliğini oluşturmaktadır. LA aynı zamanda nöral gelişim için gerekli olan AA'nın ve nöronal membran fosfolipidlerinin önemli bir

bileşeni olan  $\gamma$ -linolenik asidin (GLA; C18n-6) öncüsü olarak da işlev görmektedir (Hooper vd., 2018).

Spesifik olarak GLA, prostaglandin sentezi için bir substrat görevi görerek sinir kan akışının korunmasında kritik bir rol oynamaktadır (Poursani vd., 2020). Romatoid artrit ve atopik dermatit gibi kronik inflamatuvar hastalıkların semptomlarını hafiflettiği bildirilmektedir. Klinik deneyler, GLA'nın kalp hastalığı, obezite, alkolizm, depresyon, şizofreni, Parkinson hastalığı ve çoklu skleroz tedavisini iyileştirdiğini göstermiştir. Ek olarak, sitokrom-C oksidaz COX-2 ve prointerleukin-1'in ekspresyonunu azaltarak inflamatuvar yanıtları azaltabilmektedir (Sathasivam vd., 2019).

Uygun nöronal gelişimi sağlamak ve çoğu kronik bozukluğu önlemek için 1:1 ya da 2:1  $\omega$ -6: $\omega$ -3 yağ asitleri oranı korunmalıdır. Çünkü bu oran, sistemik inflamasyonun yanı sıra adipogenez, lipid homeostazı ve yağ dokularının esmerleşmesi yolu ile vücut yağ metabolizmalarını etkilemektedir.  $\omega$ -6'nın  $\omega$ -3 yağ asitlerine oranının artmasının, eritrosit zarındaki fosfolipidlerin ve AA eikosanoid metabolitlerinin artması nedeni ile obeziteye yol açtığı saptanmıştır (Simopoulos, 2016).

Yüksek bir  $\omega$ -6: $\omega$ -3 oranı, proinflamatuvar sitokinlerin salgılanmasını uyarabilmekte, böylece düşük dereceli inflamasyonu indükleyebilmekte ve majör depresyon bozukluklarında hipotalamik-hipofiz-adrenal eksenini teşvik edebilmektedir.  $\omega$ -6: $\omega$ -3 oranı ayrıca matris bağlantı bölgesi bağlayıcı proteinleri, yapı iskelesi/matris bağlantı bölgesi bağlayıcı protein 1'i ve CCAAT-yer değiştirme proteini/kesilmiş homeobox'ı modüle etmektedir. Bu da, hücre büyümesini değiştiren içsel bir sinyal iletim mekanizmasını düzenlemektedir. Buna göre, diyetlerde  $\omega$ -6: $\omega$ -3 oranını azaltarak,  $\omega$ -3 açısından zengin ancak  $\omega$ -6 PUFA'lar açısından fakir bir diyet tüketen premenopozal kadınlarda meme kanseri riski azaldığı gibi, kanser hücresi metabolizmasının da etkilendiği belirtilmektedir. Yüksek bir  $\omega$ -3: $\omega$ -6 oranı ile azaltılmış meme kanseri riski arasındaki bağlantı,  $\omega$ -6 PUFA'ların kanserojen etkisine karşı koyan  $\omega$ -3 PUFA'ların pro-anjiyogenez ve mitozla bağlantılı inflamatuvar eikozanoidler etkisine ve bunların anti-kanserojen aktivitesine bağlı olarak açıklanmaktadır (Nindrea vd., 2019).

Sekonder kardiyovasküler hastalığa bağlı mortalitede %70'lik bir azalmanın 4:1  $\omega$ -6: $\omega$ -3 oranı ile ilişkili olduğu bulunmuştur. Benzer şekilde, kolorektal kanser hastalarında 2,5:1 oranının hücre büyümesini yavaşlattığı saptanmıştır; 2:1 ila 3:1  $\omega$ -6: $\omega$ -3 oranı ise romatoid artrit hastalarında enflamasyonu engellemiştir. Ayrıca 5:1  $\omega$ -6: $\omega$ -3 oranının astım üzerinde yararlı bir etkisi olduğu, 10:1  $\omega$ -6: $\omega$ -3 oranının ise olumsuz bir etkisi olduğu bildirilmiştir (Mariamenatu & Abdu, 2021). Genel olarak 1:1 ya da 5:1  $\omega$ -6: $\omega$ -3 yağ asidi oranı insan sağlığı için en uygun olarak kabul edilmiştir (Lupette & Benning, 2020). Sağlıklı beslenme ve kronik hastalıklardan korunma için tüm yaş dönemlerinde besinlerle yağ alımının %1-2'sinin omega-3 yağ asitlerinden sağlanması, omega-3 ve omega-6 yağ asitlerinin 1:5 oranının korunması önerilmektedir (Anonim, 2022).

Hem karasal hem de deniz ekosistemlerinde bitkiler,  $\omega$ -3 PUFA'ların ana kaynağını oluşturmaktadır. ALA, hem bitki (örneğin; keten tohumu, soya fasulyesi ve kolza yağı) hem de hayvan kaynaklı çeşitli gıdalarda en fazla bulunan  $\omega$ -3 PUFA'dır ve EPA ve DHA için öncü görevi görmektedir. Bu ikisi esas olarak deniz yosunları tarafından üretilmekte ve ayrıca besin zincirinde yoğunlaşmaktadır. Sonuç olarak, balık ve balık yağları, EPA ve DHA'nın en önemli besin kaynaklarını oluşturmaktadır (Ganesan vd., 2014).

Esansiyel yağ asitleri ile zenginleştirilmiş süt ürünleri tüketiciler için cazip fırsatlar sunmaktadır. Bu nedenle çeşitli özel tasarım süt ürünleri geliştirilmiş ve insan sağlığı üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir (Şekil 2.3).

Omega-3 yağ asitlerini hapsetmek için mikroenkapsülasyon ve ayrıca emülsifikasyon gibi bazı zenginleştirme tekniklerinin kullanımının yoğurdun su tutma kapasitesi ve tekstüründe artış, daha düşük oksidasyon ve sinerez oranı ile kalitesini geliştirdiği belirlenmiştir. Fonksiyonel  $\omega$ -3 yağ asitleri ile yoğurdun fortifikasyonu, biyoyararlanımı artırırken aynı zamanda serum lipidemik profilini ve obezite ile ilişkili risk faktörlerini de azaltmıştır (Gumus & Gharibzahedi, 2021). Dondurmada doymamış yağ asitlerinin içeriğini artırmak için çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Pehlivanoğlu vd., 2018). Dondurmanın oksidatif stabilitesinin, standart dondurmaya göre doymamış yağ asitlerinin içeriğindeki artışla azaldığı belirlenmiştir (Iqbal vd., 2022).



**Şekil 2.3.** Çalışmada kullanılan çeşitli fonksiyonel yağlar: a) Palm yağı, b) Fındık yağı, c) Ceviz yağı, d) Chia tohumu yağı, e) Keten tohumu yağı, f) Kabak çekirdeği yağı

### 2.2.1. Palm Yağı: Bileşimi ve Özellikleri

Dünya çapında yağlara yönelik artan talep ile birlikte palm yağı, küresel yenilebilir bitkisel yağ arzına önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır. Palm yağı, *Elaeis guineensis* isimli palm ağacının meyvesinden elde edilen bir yağdır. Palm ağacı, başta Malezya ve Endonezya olmak üzere Nijerya, Tayland, Kolombiya, Papua Yeni Gine, Fildişi Sahilleri, Hindistan, Brezilya ve Ekvador'da yaygın olarak bulunmaktadır. Bitkisel kaynaklı olmasına rağmen yüksek oranda doymuş yağ asitleri içermektedir. Palm bitkisi diğer yağlı tohumlara göre birim alan başına 10 kata kadar daha fazla yağ üretmektedir. Düşük maliyetli de olduğu için özellikle gıda endüstrisinde birçok hazır üründe kullanılmaktadır (Sambanthamurthi vd., 2000; Dumont vd., 2015).

Palm meyvesinden tohumlardan elde edilen palm çekirdeği yağı ve mezokarptan elde edilen palm yağı şeklinde iki farklı yağ türü elde edilmektedir. Palm meyvesinin mezokarpında bulunan yenilebilir yağ, en yaygın bilinen ıslak veya kuru işlemler olmak üzere farklı yöntemlerle ekstrakte edilebilmektedir. Islak veya kuru işlemlerle ekstrakte edilen ham palm yağı (kızıl hurma yağı olarak da bilinir), triasilgliseroller (TAG'ler), E vitamini, karotenoidler, fitosteroller, fosfolipidler, serbest yağ asitlerini içermektedir.

Ham palm yağı, stabilitesine ve besin özelliklerine katkıda bulunan karotenoidler (500–700 ppm), tokoferoller ve tokotrienoller (600–1200 ppm) açısından en zengin doğal kaynağı oluşturmaktadır (Sambanthamurti vd., 2000; Edem vd., 2002, Sundram vd., 2003, Souganidis vd., 2013; Dumont vd., 2015). Esas olarak reaktif oksijen türlerine karşı gösterdiği antioksidan özellik, yaşlanmada, kardiyovasküler hastalıkların ve kanserin önlenmesinde rol oynamaktadır. Ayrıca, tokotrienollerin kolesterol sentezinin doğal inhibitörleri olduğu da belirtilmektedir (Edem vd., 2002; Ong & Goh, 2002; Sen vd., 2007).

Palm yağı ve palm çekirdeği yağı, proses uygulamalarına bağlı olarak farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip bulunmaktadır (Ong & Goh, 2002). Çizelge 2.1’de belirtildiği gibi, palm çekirdeği yağı, çoğunlukla laurik ve miristik asitler olmak üzere %85 SFA içerirken, palm yağı çoğunlukla palmitik asit (PA, %44) ve daha düşük miktarlarda stearik asit (%5), %40 tekli doymamış yağ asitleri (MUFA’lar), çoğunlukla oleik asit ve %10 çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA’lar), çoğunlukla linoleik asitler olmak üzere %50 SFA içermektedir (Sambanthamurti vd., 2000; Gee, 2007).

**Çizelge 2.1.** Palm yağı ve palm çekirdeği yağının yağ asidi bileşimi (Edem, 2002).

<b>Yağ Asitleri</b>	<b>Palm Yağı</b>	<b>Palm Çekirdeği Yağı</b>
Kaproik Asit (6:0)	-	0,2
Kaprilik Asit (8:0)	-	3,3
Kaprik Asit (10:0)	-	3,5
Laurik Asit (12:0)	0,2	47,8
Miristik Asit (14:0)	1,1	16,3
Palmitik Asit (16:0)	44	8,5
Stearik Asit (18:0)	4,5	2,4
Oleik Asit (18:1)	39,2	15,4
Linoleik Asit (18:2)	10,1	2,4
Linolenik Asit (18:3)	0,4	-
Araşidik Asit (20:0)	0,1	0,1
Toplam SFA	49,9	82,1
Toplam MUFA	39,2	15,4
Toplam PUFA	10,5	2,4

Son yıllarda, palm yağının gıda endüstrilerindeki uygulamaları, bitmiş ürünlerde sağladığı doku, koku ve nötr tat nedeni ile artmaktadır. İki ana fraksiyonu, düşük erime noktalı sıvı fraksiyon (palm olein, %65-75) ve yüksek erime noktalı katı fraksiyon (palm stearin, %30-%35) olarak bilinmektedir. Farklı palm yağı fraksiyonları gıda endüstrisinde farklı şekillerde kullanılmaktadır. Palm olein kızartma için yemeklik yağda (230°C'lik yüksek dumanlanma noktası nedeni ile) ve margarinlerde kullanılmakta, palm stearin Hindistan'da tereyağı ikamesi olarak kullanılan katı yağlar ve hidrojene yağlar gibi gıda uygulamalarında; palm olein ise mayonez üretiminde kullanılmaktadır (Dumont vd., 2015). Fiziksel özellikler katıldığı ürünün özelliklerini de etkilemektedir. Palm yağının fizikokimyasal özellikleri Çizelge 2.2'de belirtilmektedir (Duman & Keser, 2018).

**Çizelge 2.2.** Palm yağının fizikokimyasal özellikleri (Duman & Keser, 2018).

<b>Özellik</b>	<b>Değer</b>	<b>Alt-Üst</b>
50°C'de Yoğunluk (g/mL)	-	0,892-0,899
Erime Noktası (°C)	37,5	33,0-45,0
110°C'de Oksidatif Stabilité İndeksi	16,9	16,6-19,0
Dumanlanma Noktası (°C)	-	230,0-235,0
Donma Noktası (°C)	-	35,0-42,0
Katı Yağ İndeksi (%)		
10°C	34,5	30,0-39,0
21,1°C	14,0	11,5-17,0
26,7°C	11,0	8,0-14,0
33,3°C	7,4	4,0-11,0
37,8°C	5,6	2,5-9,0
40°C	4,7	2,0-7,0
Viskozite (cP)	45,0	45,0-49,0

Palm yağının genellikle kullanıldığı ürünler: fırınlanmış ürünler, şekerlemeler, kekler, peynir türevleri, cipsler, çikolata, kurabiyeler, yemeklik yağlar, krakerler, donutlar, dondurulmuş yemekler (krep, turta, pizza, patates), dondurma, endüstriyel kızartma yağları, hazır erişte ve yulaf ezmeleri, margarinler, mikrodalgada patlamış mısır, süt ürünü olmayan kremler, fıstık ezmesi, salata sosları, atıştırmalıklar, çorbalar, takviyeler/vitaminler ve sebze yağları şeklinde sayılabilmektedir (Dumont & Ngadi, 2015).

Kemenady vd. (2019) tarafından yapılan bir çalışmada dondurmada PY/PKY (30:70 w/w) oranında palm yağı ve palm çekirdeği yağının karışımları kullanılmıştır. Çalışmada, dondurmadaki yağ karışımı %5, 8, 10 ve 12 arasında değişmiştir. Palm yağının katı yağ içeriği (SFC) özellikleri süt yağının SFC'sine benzemektedir. Dondurmada yağ karışımı oranı arttıkça, dokunun ısı şokuna karşı daha fazla kararlı olduğu ve dondurmanın kepçe ile alınmasını kolaylaştırdığı belirlenmiştir. Optimum yağ karışımı ilavesinin %8 oranında olduğu saptanmıştır. Dondurma formülasyonundaki palm yağı karışımı, iyileştirilmiş erime ve ağız hissi özellikleri sağlamıştır.

Palm yağının dondurmada kullanıldığı başka bir çalışmada, vanilya aromalı dondurma, kısmen süt yağının palm yağı ile değiştirilmesi ile hazırlanmıştır. Palm yağı üç farklı oranda F1 (%1 palm yağı ve %3,5 süt yağı), F2 (%2 palm yağı ve %2,5 süt yağı) ve F3 (%3 palm yağı ve %1,5 süt yağı) şeklinde karışıma dahil edilmiştir. Bitkisel yağ ilavesinin dondurmanın fizikokimyasal ve duyu özelliklerine etkisi belirlenmiştir. Palm yağının F3 reçetesinde dahil edilmesinin, dondurmanın bileşim özellikleri, pH ve asitliği, lezzet ve erime kalitesi puanları ve toplam tüketici beğenisi üzerinde herhangi bir olumsuz etkisi olmadığı saptanmıştır (Nadeem vd., 2009).

### **2.2.2. Fındık Yağı: Bileşimi ve Özellikleri**

Fındık, Türkiye, İtalya, İspanya ve ABD'de üretimi yaygın olan bir bitki türüdür. Dünya fındık üretiminin yaklaşık %70'ini oluşturan Türkiye'de 2021 yılında 684.000 ton fındık üretilmiştir (Anonim, 2021). Fındık, besin değeri ve yağ asidi bileşimi nedeni ile mükemmel bir kaynak olarak kabul edilmektedir (Özdemir & Akıncı 2004; Crews vd., 2005; Karabulut vd., 2005). Ayrıca, fındık yağı da aynı iyi bir bitkisel besin ve doğal antioksidanlardan alfa-tokoferol kaynağı olarak tanımlanmaktadır (Alasalvar vd., 2003; Bacchetta vd., 2013).

Fındık yağındaki bir diğer önemli bileşen ise steroldür. Sterol bazlı fındık yağlarında  $\beta$ -sitosterol, kampesterol,  $\Delta^5$ -avenasterol ve stigmasterol önemli biyoaktif içeriklerdir. Ham ve rafine fındık yağlarındaki toplam sterol içeriği 1057-1832 ppm arasında değişmektedir (Alasalvar vd., 2003; Crews vd., 2005).



Fındık yağı aromasının, çeşitli kimyasal sınıflara ait birkaç uçucu bileşikten oluştuğu ve bu gruplar içinde aldehitler, alkoller ve furanların aromaya en fazla katkı sağlayanlar olduğu saptanmıştır. Fındık yağı, biyoaktif özelliklerinden sorumlu fenolik bileşikler açısından da oldukça zengindir. Fındık yağında fazla miktarda bulunan spesifik fenolik bileşikler protokateşik asit, kateşin, kafeik asit, ferulik asit, naringenin ve luteolin'dir. Bu fenolik bileşiklerin varlığı aynı zamanda yağın yüksek antioksidan kapasitesine sahip olmasına da sebep olmaktadır (Selli vd., 2022).

Fındık %56'ya kadar yağ içermektedir. Yeni Zelanda, Britanya, İspanya, İtalya ve Türkiye'de yetiştirilen fındık yağlarının yağ asidi içeriği %73-83 arasında değişen oleik asit içeriğine sahip bulunmaktadır (Çizelge 2.3). Fındık yağının oleik içeriği zeytinyağına çok benzemektedir. Fındık yağı, 450 ppm'e kadar tokoferol ve tokotrienol içermektedir ve bu, ayçiçeği, mısır ve yerfıstığı yağlarının içerdiği orandan daha fazla olarak saptanmıştır (List, 2022).

**Çizelge 2.3.** Fındık yağının yağ asidi bileşimi (Lu vd., 2019).

Yağ Asidi Grubu	Yağ Asidi Adı	Kompozisyon	Oran (%)	Toplam (%)
Doymuş Yağ Asitleri	Miristik Asit	C14:0	0,03	7,52
	Pentadekanoik Asit	C15:0	0,01	
	Palmitik Asit	C16:0	4,96	
	Margarik Asit	C17:0	0,04	
	Stearik Asit	C18:0	2,46	
	Lignoserik Asit	C24:0	0,01	
Tekli Doymamış Yağ Asitleri	Oleik Asit ( $\omega$ -9)	C18:1	80,6	80,9
	Palmitoleik Asit	C16:1	0,15	
	Gadoleik Asit	C20:1	0,19	
Çoklu Doymamış Yağ Asitleri	Linoleik Asit ( $\omega$ -6)	C18:2	11,2	11,5
	Linolenik Asit ( $\omega$ -3)	C18:3	0,27	
Trans Yağ	Konjuge Linolenik Asit	Trans C18:2	0,13	0,13
	Trans-Oktadekatrienoik Asit	Trans C18:3		

Ramezani vd. (2022) yaptıkları bir çalışmada badem sütü, fındık yağı ve üzüm suyu bazlı fonksiyonel dondurma formülasyonunun optimizasyonunu gerçekleştirmişlerdir. Dondurma formülasyonunu etkileyen parametreler arasındaki fonksiyonel ilişki, Box Bancon deneysel tasarımı kullanılarak belirlenmiştir. Bu çalışmada optimizasyonun amacı, dondurmanın tüketici kabulünde önemli kalite göstergelerinden biri olan en yüksek hacim artışına ve en yüksek erime direncine ulaşmak olarak belirlenmiştir. Seçilen modellemeye göre optimal formülasyonun %10,57 fındık yağı, %63,26 badem sütü ve %25,81 üzüm suyu içerdiği tespit edilmiştir. Dondurma karışımında badem sütü, üzüm suyu ve fındık yağının bulunması, tüketiciler tarafından beğenilebilirliğini, dondurmanın sertliği, artan hacim ve erime direnci gibi etkili özelliklerini iyileştirmiştir. Badem sütü, viskozitesini ve protein içeriğini yükselterek hacmi artırmış ve erime noktasını düşürmüştür. Fındık yağı ilavesinin toplam kalite parametrelerini arttırdığı saptanmıştır. Sonuç olarak, nutrasötik özelliklere sahip bitkisel bazlı bileşiklerin, dondurma formülasyonlarında kullanılabileceği ve dondurmanın tekstür ve erime özelliklerinin stabilize edildiği biyoterapötik ürünlerin üretilmesinin sağlanabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Ekinci vd. (2008) çeşitli probiyotik bakteri ve bitkisel yağların kültür ilaveli kremada kullanılmasının konjuge linoleik asit (KLA) içeren yağ asidi profilleri üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. *L. acidophilus*, *B. bifidum*, *S. thermophilus* ve *L. bulgaricus*, *P. thoenii* (*jensenii*), *P. jensenii* ve karışık kültür (*L. acidophilus*, *B. bifidum*, *S. thermophilus* ve *L. bulgaricus*) krema örneklerinin fermantasyonunda %2 oranında kullanılmıştır. Krema örnekleri %2 oranında ayçiçek yağı, soya yağı ve fındık yağı ile zenginleştirilmiş, mikrobiyal canlılık ve yağ asidi profili analizi gerçekleştirilmiştir. %52 süt yağı içeren krema örneklerinin tümünde probiyotik bakteri gelişimi  $10^6$  cfu/g'dan daha yüksek olarak belirlenmiştir. Örneklerde bütirik, kaproik ve kaprik asit gibi kısa zincirli yağ asitlerinin konsantrasyonları kullanılan kültürlerle göre farklılık gösterirken, uzun zincirli doymamış yağ asitleri oranı bitkisel yağ ilavesinden önemli ölçüde etkilenmiştir. En yüksek KLA içeriği, 0,73 mg KLA/g yağ içeren *B. bifidum* ile üretilen örnekte elde edilmiştir. Farklı bitkisel yağlarının KLA konsantrasyonu üzerindeki etkisi önemli olarak saptanmıştır. Bitkisel yağlar ve fındık yağı, probiyotik bakteriler ile

oluşturduğu etkileşim ile birlikte yağ asitlerince zenginleştirilmiş fonksiyonel süt ürünlerinin geliştirilmesi için önemli bir alternatif katkı bileşeni olarak açıklanmıştır.

Güven vd. (2017) farklı yağ kombinasyonları kullanımının dondurmanın tekstürel ve duyuşal özelliklerine etkisini incelemiştir. Yaptıkları çalışmada; süt yağı, fındık yağı ve zeytinyağını farklı konsantrasyonlarda karıştırarak toplam %12 yağ elde etmişlerdir. Kontrol örneği %12 süt yağı içerirken, diğer formülasyonlar yağ içeriği olarak farklı oranlarda süt yağı, fındık yağı ve zeytinyağı içermiştir. Süt yağı, fındık yağı ve zeytinyağının farklı oranlarının kombinasyonu sırasıyla %süt yağı, %fındık yağı ve %zeytinyağı olarak verilmiştir; 12:0:0, 0:12:0, 0:0:12, 6:6:0, 6:0:6, 0:6:6, 4:4:4. pH, serbest asitlik, toplam kurumadde, b\* değeri ve hacim artış hızı istatistiksel olarak önemli olarak saptanmıştır (p<0.05). Duyusal değerlendirmede, %50 fındık yağı-%50 zeytinyağı örnekleri en yüksek renk ve görünüm puanlarına sahip olmuştur. Tekstür puanlarında en yüksek puan, %50 süt yağı-%50 fındık yağı ve %50 süt yağı-%50 zeytinyağı kullanılan örneklerde belirlenmiştir. Toplam kalite kriterlerinde en çok tercih edilen ise %50 süt yağı-%50 zeytinyağı örneği olmuştur.

### 2.2.3. Ceviz Yağı: Bileşimi ve Özellikleri

Ceviz ağacı (*Juglans regia* L., *Juglandaceae*) Güneydoğu Avrupa, Asya, Hindistan ve Çin'de daha çok bulunan bir bitki türüdür. Ceviz ağacının bazı türleri ise son yıllarda Avrupa, Kuzey Amerika, Kuzey Afrika ve Doğu Asya'da yetiştirilmektedir. Ceviz yağının cilt üzerindeki faydalı etkisi yüzyıllardır bilinmektedir ve kozmetik endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ceviz yağı, kuru cilt kremlerinin, kırışıklık önleyici ve yaşlanma önleyici ürünlerin bir bileşenidir ve nemlendirici özelliğinin yanı sıra antioksidan etki de göstermektedir. Ceviz yağının kullanımı, esansiyel yağ asitleri özellikle yüksek linoleik ve linolenik asit içeriğinden de kaynaklanmaktadır (Espin vd., 2000).

Ceviz, tekli doymamış yağ asitleri ve  $\omega$ -3 ve  $\omega$ -6 gibi çoklu doymamış yağ asitlerince zengin bir besindir ve çoklu doymamış yağ asitlerini dengeli bir konsantrasyonda (4:1) içermektedir (Çizelge 2.4). Ceviz bileşiminde A, E, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C, folik asit, pantotenik asit,

niacin, demir, magnezyum, bakır, çinko ve fosforu yüksek oranda içermektedir. Ayrıca, %13,6-22,3 oranında protein, %56,4-70,6 oranında yağ ve %2 mineral madde bileşiminde bulunmaktadır (Amaral vd., 2003; Patel, 2005).

**Çizelge 2.4.** Ceviz yağının yağ asidi bileşimi (Tsamouris vd., 2001).

<b>Yağ Asitleri (metil esterleri olarak)</b>		<b>Toplam Yağ Asidi (%)</b>
Tetradekanoik	(C14:0)	0,1
Pentadekanoik	(C15:0)	0,1
9-Heksadekenoik	(C16:1)	0,4
Heksadekanoik	(C16:0)	10,4
Heptadekanoik	(C17:0)	0,1
9,12-Oktadekadienoik	(C18:2)	74,0
9,12,15-Oktadekatrienoik	(C18:3)	10,0
Oktadekenoik	(C18:1)	tr*
Oktadekanoik	(C18:0)	3,9
11,14-Eikosadinoik	(C20:2)	tr
Nonadekanoik	(C19:0)	tr
11-Eikosenoik	(C20:1)	0,6
Eikosenoik	(C20:0)	0,3
Heneikosenoik	(C21:0)	tr
Dokosenoik	(C22:0)	0,1
<b>Total</b>		<b>100,0</b>
<b>Doymuş</b>		<b>15,0</b>
<b>Doymamış</b>		<b>85,0</b>
<b>Doymamış/Doymuş Oranı</b>		<b>5,7</b>
<b>MUFA**</b>		<b>1,0</b>
<b>PUFA***</b>		<b>84,0</b>

\* tr: iz miktarda

\*\* **MUFA:** Tekli doymamış yağ asitleri

\*\*\* **PUFA:** Çoklu doymamış yağ asitleri

Günlük olarak tüketilen gıdalarda yetersiz erişilebilirlik nedeni ile doymamış yağ asitlerinin gıdalara zenginleştirme amacı ile eklenmesi yeni fonksiyonel gıdaların geliştirilmesine olanak sağlamaktadır. Bu amaçla Turek & Wszolek (2021) çalışmalarında, soğuk pres ceviz ve *Camelina sativa* yağı (ketencik) ilavesinin kefirin bileşimi ve kalite özelliklerini nasıl etkilediğini araştırmışlardır. Kefirin bileşimde bulunan mikroorganizmaların konjuge linoleik asit (KLA) ve diğer yağ asitlerini

oluşturma yetenekleri incelenmiştir. Kefire bitkisel yağ ilavesi, mikroorganizma sayısı/gelişimi ve tekstür parametrelerinin değişimini etkilememiştir. Ancak, ceviz yağı katkısının özellikle duyuşal özelliklerinden dolayı ketencik yağına göre daha kabul edilebilir olduğu belirlenmiştir. Kefir danelerinin fermantasyonu KLA içeriğini artırmamıştır. Bununla birlikte, fermantasyon sonunda bazı yağ asitleri içeriğinde önemli artışlar saptanmıştır. Bu araştırma sonuçları, özellikle ceviz yağının,  $\omega$ -3 ve  $\omega$ -6 yağ asitleri ile zenginleştirilmiş fonksiyonel gıda olarak fermente süt ürünlerinin geliştirilmesinde kullanılabileceğini ortaya koymuştur.

Yapılan bir çalışmada guar gum kullanılarak yoğurdun ceviz ve keten tohumu yağları ile zenginleştirilmesi amaçlanmıştır. Yoğurtlarda yağ ilavesi serum ayrılması, antioksidan aktivite ve malondialdehit oluşumunu arttırırken mikrobiyal sayıyı azaltmıştır. Gum ilavesi, yoğurt örneklerinin pH'ını, sinerezisi önemli ölçüde ( $P < 0.05$ ) düşürmüş ve oksidatif stabiliteyi, antioksidan aktiviteyi artırmış, mikrobiyal içerik üzerinde ise önemli ( $P > 0.05$ ) bir etki görülmemiştir. Tüm yoğurt örnekleri, gum ve yağ konsantrasyonundaki artışla artan akma gerilimi ile psödo plastik akış davranışı göstermiştir. Gum ve yağ ilavesi, yoğurtların  $G'$ ,  $G''$  ve viskozitesini arttırmıştır. Ceviz yağı takviyeli yoğurtlarda, tüm örneklere göre önemli ölçüde ( $P < 0.05$ ) daha yüksek MUFA ve PUFA seviyeleri saptanmıştır. Ceviz yağı takviyesi, keten tohumu yağı takviyesinden daha yüksek duyuşal parametreler ve üstün genel kalite özellikleri göstermiştir. Bu nedenle ceviz yağı, yoğurtların esansiyel yağ asitleri ile zenginleştirilmesi için keten tohumu yağından daha iyi bir seçenek olarak belirlenmiştir (Bada vd., 2004).

Yapılan bir çalışmada, sağlık üzerine yararlı etkileri ve ekonomik değeri nedeni ile, Hint cevizi yağının, balık yağı kullanımının yerini alabileceği belirtilmiştir. Bu nedenle, dondurmadaki doymamış yağ asidi içeriği Hint cevizi yağı kullanarak ikame edildiğinde, dondurmanın besin değeri esansiyel yağ asitleri ( $\omega$ -3,  $\omega$ -6 ve  $\omega$ -9) ile zenginleştirilmiştir. Formüle edilmiş dondurmanın fizikokimyasal özelliklerinin stabilitesi, 21. ve 42. günlerde depolama boyunca analiz edilmiştir. Dondurma, Hint cevizi yağının temel yağ asidi içeriğini iyi ve stabil durumda korumaya uygun olan düşük sıcaklıkta saklama koşullarında istenilen özelliğe sahip olmuştur (Goh vd., 2006).

#### 2.2.4. Chia Tohumu Yağı: Bileşimi ve Özellikleri

Chia (*Salvia hispanica* L.), nane familyasından (*Lamia ceae*) tropik ve subtropik iklimlerde yetişen, minik, tatsız ve beyaz veya koyu kahverengi tohumlar üreten otsu bir bitkidir. Chia tohumları yaklaşık 1,9-2 mm uzunluğunda, 1-1,4 mm genişliğinde ve 0,8-1 mm kalınlığında oval şekle sahiptirler (Ixtaina vd., 2008). Meksika, Amerika, Kanada, Şili, Avustralya, Yeni Zelanda ve Güneydoğu Asya’da farklı amaçlar için yaygın olarak yetiştirilmekte olan Chia tohumunun ticari üretiminin 550-600 kg/ha olduğu tahmin edilmektedir (Jamboonsri vd., 2012).

Chia tohumu bileşiminde 91-93 g/100 g kurumadde, 32-39 g/100 g yağ, 22-24 g/100 g protein, 26-41 g/100 g karbonhidrat, 18-30 g/100 g diyet lifi, 4-6 g/100 g kül ve diğer bileşenler olarak vitamin ve antioksidanlar gibi içeriğe sahip bulunmaktadır (Çizelge 2.5) (Ixtaina vd., 2011).

Chia tohum yağı, doymuş yağ asitlerinin (palmitik ve stearik asitler) düşük oluşu, yeterli linoleik asit konsantrasyonu (%18-20) ve yüksek alfa-linolenik yağ asitleri içeriği (%55-60) ile fonksiyonel değer taşımaktadır (Çizelge 2.6)(Ixtaina vd., 2010).

**Çizelge 2.5.** Chia tohumunun ortalama besin bileşenleri (Erdoğan & Geçgel, 2019).

Bileşenler	Oranlar (%)
Toplam Karbonhidrat	42,1
Toplam Diyet Lifi	34,4
Toplam Yağ	30,7
Protein	16,5
Nem	5,8
Kül	4,8

Chia'nın kullanımı temel olarak, unlu ürünler, şekerlemeler, çerez aperatifleri, salata sosları, tahıl barları, meyve suları, ekmekler, jöleler, yoğurt ve emülsiyonlar gibi farklı gıda formülasyonlarına dahil edilmesi ve sağlık takviyesi şeklindedir. Araştırmalarda, *Salvia hispanica* L.' den elde edilen tohumların ve biyokimyasal bileşenlerinin serum lipid seviyesinin korunması, tokluk indeksinin artması, kardiyovasküler hastalıklar,

iltihaplanma, sinir sistemi bozuklukları ve diyabetten korunmada etkili olduğunu açıklanmaktadır (Jin & Nieman vd., 2010).

**Çizelge 2.6.** Chia tohumu yağının yağ asitleri bileşimi (Erdoğan & Geçgel, 2019).

<b>Doymuş Yağ Asitleri (SFA)</b>	<b>(g/100 g)</b>	<b>Tekli Doymamış Yağ Asitleri (MUFA)</b>	<b>(g/100 g)</b>	<b>Çoklu Doymamış Yağ Asitleri (PUFA)</b>	<b>(g/100 g)</b>
14:0	0,030	14:1	0,030	18:2	5,835
15:0	0,030	16:1	0,029	18:3	17,83
16:0	2,170	17:1	0,000		
17:0	0,063	18:1	2,203		
18:0	0,912	20:1	0,046		
20:0	0,093				
22:0	0,032				
<b>Toplam (g/100 g)</b>	<b>3,330</b>	<b>Toplam (g/100 g)</b>	<b>2,309</b>	<b>Toplam (g/100 g)</b>	<b>23,665</b>

Chia (*Salvia hispanica* L.) tohum yağı çoklu doymamış  $\omega$ -3 yağ asitlerinin iyi bir kaynağı olarak kardiyak, hepatik, hipotansif, antialerjik ve antidiyabetik etki göstermektedir. Chia yağının olein/düşük erime fraksiyonu, daha yüksek  $\omega$ -3 yağ asitleri konsantrasyonuna sahip bulunmaktadır. Bu nedenle, chia yağının olein fraksiyonunun, dondurmanın  $\omega$ -3 yağ asitleri, oksidatif stabilitesi ve duyuşal özellikleri üzerindeki çeşitli konsantrasyonlarının etkisi Ullah vd. (2017) tarafından araştırılmıştır. Dondurma örnekleri, sırasıyla %5, %10, %15 ve %20 konsantrasyonlarında (T1, T2, T3 ve T4) chia yağının olein fraksiyonu ile süt yağı kısmen değiştirilerek hazırlanmıştır. %100 süt yağından hazırlanan dondurma kontrol grubu olarak incelenmiştir. -18°C'de 60 gün süre ile saklanan dondurma örnekleri, depolama süresinin 0., 30. ve 60. günlerinde analiz edilmiştir. Dondurma örneklerinin yağ asidi profili, toplam fenolik içerikleri, toplam flavonoid, serbest yağ asitleri, peroksit değeri, anisidin değeri ve duyuşal özellikleri incelenmiştir. Dondurmanın chia yağının olein fraksiyonu ile takviyesi,  $\omega$ -3 yağ asitlerinin konsantrasyonunu arttırmış ve dondurmanın antioksidan özelliğini geliştirmiştir. Sonuç olarak chia yağının olein fraksiyonu ile dondurmanın omega-3 yağ asitleri ve antioksidan özellikleri bakımından iyileştirilebileceği belirlenmiştir.

Yapılan bir çalışma, soğuk pres chia tohumu yağı yan ürünlerinin (CSOB) düşük yağlı bir dondurma formülasyonunda yağ ikamesi ve stabilizatör olarak kullanımını araştırmayı amaçlamaktadır. Çalışmada dondurma emülsiyon karışımları %0,2-0,4 ksantan gum (XG), %2,5-12,5 yağ ve %1-3 CSOB kullanılarak formüle edilmiştir. Az yağlı (LF-IC) ve tam yağlı kontrol örnekleri (FF-IC), sabit kesme, frequency sweep ve 3-ITT (üç aralıklı tiksotropi testi), reolojik özellikler, termal özellikler, emülsiyon stabilitesi, ışık mikroskobu görüntüleri ve duyu kalite açısından optimum bir formülasyonla (CBLF-IC) üretilen örnekler ile karşılaştırılmıştır. CBLF-IC, FF-IC'ye benzer reolojik davranış göstermiştir. CBLF-IC karışımı, FF-IC ve LF-IC'nin kinden daha yüksek emülsiyon stabilitesi, daha düşük poli-dağılma indeksi (PDI) değeri ve yağ globül çapları sergilemiştir. Örneklerin termal özellikleri, bir dondurma karışımına CSOB eklenmesinden önemli ölçüde etkilenmiştir (Atik vd., 2021).

#### **2.2.5. Keten Tohumu Yağı: Bileşimi ve Özellikleri**

Keten (*Linum usitatissimum*), *Linaceae* familyasında *Linum* cinsinin en yaygın türleri arasındadır. Haziran-Ağustos ayları arasında ipeksi, mavimsi veya sarı çiçekler açan bir bitkidir. Tohum epidermisinde %3-10 oranında müsilaj bulunmaktadır (Lei vd., 2013).

Keten tohumu yassı ve oval bir şekle (2,5x5,0x1,5mm) ve koyu renklerden sarı renge kadar farklı bir görünüme sahip olup, tohumun %55'i embriyo, %36'sı kabuk ve endospermden ve %4'ü embriyo çekirdeğinden oluşmaktadır. Keten yağı ve keten tohumu yağı, bitkinin tohumlarından elde edilmektedir. Keten tohumu yağı zengin bir alfa-linolenik asit kaynağı olarak bilinmektedir. Keten tohumu yağındaki alfa-linolenik asit konsantrasyonu yaklaşık %40-60 aralığında değişmektedir. Keten tohumu yağında daha düşük oranlarda linoleik asit ve oleik asit (her biri yaklaşık %15) de bulunmaktadır. Ayrıca keten tohumu, değişen miktarlarda lignan ve secoisolariciresinol diglycoside (SDG) içermektedir (Alp, 2021).



**Çizelge 2.7.** Keten tohumunun bileşimi (Singh, 2011)

<b>Besin Bileşenleri</b>		<b>Bütün Keten Tohumu (%)</b>				<b>Kaba Un (%)</b>	<b>Tam Yağlı Un (%)</b>
Nem	6,5	7,1-8,3	7	6	-	-	4,5
Yağ	37,1	31,9-37,8	41	30-45	40-45	10-12	37
Protein	20,3	26,9-31,6	20	20-25	24-26	43-47	22,4
Karbonhidrat	28,9	-	-	30-35	25-27	34-38	-
Toplama Diyet Lifi	4,8	36,7	28	10	-	-	8,2
Çözünmeyen Lif	-	30	-	-	-	-	-
Çözünür Lif	-	10	-	-	-	-	-
Mineraller	2,4	-	4	4	~4,0	~7,0	-
Enerji	530	-	-	-	-	-	-
Kalsiyum, mg	170	-	-	-	-	-	-
Fosfor, mg	370	-	-	-	-	-	-
Demir, mg	2,7	-	-	-	-	-	-
Karoten, mg	30	-	-	-	-	-	-
Tiamin, mg	0,23	-	-	-	-	-	-
Riboflavin, mg	0,07	-	-	-	-	-	-
Niksin, mg	1,0	-	-	-	-	-	-

Fonksiyonel beslenmede keten tohumu yağı esansiyel bileşenleri ile önem taşımaktadır. Bileşiminde düşük oranda doymuş yağ asitleri (tüm yağ asitlerinin %9'u), orta düzeyde tekli doymuş yağ asitleri (yaklaşık %18) ve yüksek oranda doymamış yağ asitleri (yaklaşık %73) bulunmaktadır. Keten tohumu yağı gıda takviyesi olarak  $\omega$ -3 yağ asidi, özellikle yüksek düzeyde ALA ( $\alpha$ -linolenic acid) ve düşük düzeyde  $\omega$ -6 yağ asitleri içermesi açısından önemlidir. Keten tohumunun protein içeriği ise %20-30 arasında değişmekte olup, yüksek oranda globulin (linin ve conlinin) ve gluten içermektedir. Protein olmayan nitrojen oranı, toplam nitrojen içeriğinin %21,7'sini oluşturmaktadır. Günümüzde keten tohumu, içeriğindeki  $\alpha$ -linolenik asit, lignan ve diyet lifleri varlığı ile gıda endüstrisinde fonksiyonel katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Tohum yağları arasında keten tohumu, yüksek  $\alpha$ -linoleik asit (ALA, 18:3n-3) ve lignan içeriği ile dikkat çekmektedir. Keten tohumu %35-45 oranında yağ içermektedir ve bu bileşimin %45-52'sini ALA oluşturmaktadır (Çizelge 2.7), (Çizelge 2.8)(Duran, 2020).

**Çizelge 2.8.** Keten tohumu yağının yağ asidi bileşimi (Singh, 2011)

<b>Yağ Asitleri</b>	<b>Bütün Keten Tohumu (%)</b>			<b>Keten Tohumu Yağı (%)</b>	
Palmitik Asit (C16:0)	4,6-6,3	-	4,21-8,71	6	5
Stearik Asit (C18:0)	3,3-6,1	-	3,52-8,17	2,5	3,6
Oleik Asit (C18:1)	19,3-29,4	3,6 g	22,17-41,72	19	19,5
Linoleik Asit (C18:2)	14	3,2 g	4,82-19,13	24,1	15,6
Linolenik Asit (C18:3)		11,4 g	33,22-54,79	47,4	55,8

Esansiyel yağ içeriği ile keten tohumu yağı, antiinflamatuvar, antitrombotik, antikanserojen ve antiaritmik etki göstermektedir (Madhusudhan, 2000).

Keten tohumu, %5-6 oranında palmitik asit (16:0), %3-6 oranında stearik asit (18:0), %19-29 oranında oleik asit (18:1 n-9), %14-18 oranında linoleik asit (18:2 n-6) ve %45-52 oranında ALA (18:3 n-3) içermektedir (Singh, 2011).

Yapılan bir çalışmada, dondurma içeriğinin  $\alpha$ -linolenik asit (ALA,  $\omega$ -3 yağ asidi) ile zenginleştirilmesi için mikrokapsüle edilmiş keten tohumu yağı tozu (MKTY) kullanılmıştır. İşleme parametreleri, dondurma karışımının homojenizasyonu, oran (%3, 4 ve 5) ve ilave tatlar (vanilya, tereyağlı viski ve çilek) açısından optimize edilmiştir. Genel olarak, depolama boyunca dondurmada oksidatif anlamda kararlı bir yapı olduğu saptanmıştır (Gowda vd., 2018).

Yapılan bir diğer çalışmada, ALA içeriği artırılmış tereyağı, keten tohumu yağı ve keten tohumu peynir altı suyu protein konsantresi emülsiyonu kullanılarak geliştirilmiştir (Pandule vd., 2021).

Süt yağının yerini almak üzere farklı miktarlarda keten tohumu yağı (%0, %3, %6, %9 ve %12 a/a) kullanılarak %12 (w/w) yağlı dondurma formülasyonu hazırlanmıştır. Erime hızı, dondurmanın tesktürü, yağ globüllerinin partikül boyutu ve dondurmanın mikro yapısı incelenmiştir. Dondurmada keten tohumu yağı oranının artırılması dondurmanın erime hızının artmasına ve dondurma sertliğinin azalmasına neden olmuştur. Bunlar,

keten tohumu yağının düşük erime sıcaklığına ve değişken yağ topaklaşması derecesine bağlanmıştır. Yüksek oranda süt yağı içeren dondurmada, yağ kürecikleri, kısmi birleşme yerine büyük ölçüde topaklaşma nedeni ile büyük parçacıklar oluşturmuştur. Keten tohumu yağı oranı arttıkça yağ flokülasyonunun derecesi azalmıştır. %12 keten tohumu yağı içeren dondurmada yağ birleşmesi gözlenmiştir. Yağ topakları hava hücrelerini stabilize etmiş ve dondurmanın köpük yapısını güçlendirmiştir (Goh vd, 2006).

Yapılan bir çalışmada, keten tohumu yağının, yağı azaltılmış dondurmaların fizikokimyasal ve duyuşsal özelliklerine olan etkisi ve depolama sonrasında dondurmalarındaki stabilite araştırılmıştır. Süt yağının sırasıyla %2,5, %5,0 ve %7,5 (w/w) seviyelerinde keten tohumu yağı ile ikame edilmesi ile üç formülasyon (F1, F2, F3) geliştirilmiştir. Örnekler, duyuşsal değerlendirme, erime, titre edilebilir asitlik, pH, toplam kurumadde, protein ve yağ asitleri kompozisyonu açısından incelenmiştir. Keten tohumu yağının dondurmaya ilave edilmesi, dondurmaların fizikokimyasal özellikleri üzerinde bir etki göstermemiştir. Ancak dondurmanın rengini sarıya doğru arttırmış, tatlılığı, pürüzsüzlüğü ve kremsiliği azaltmıştır. Ayrıca, keten tohumu yağı ilavesi dondurmaların aroma, tat, tekstür ve genel kabul edilebilirliğini azaltmıştır ( $P<0.05$ ). Keten tohumu yağı ikamesinin en fazla kabul edilebilir seviyesi %2,5 olarak belirlenmiştir (Lim vd., 2010).

#### **2.2.6. Kabak Çekirdeği Yağı: Bileşimi ve Özellikleri**

*Cucurbita* cinsine ve *Cucurbitaceae* familyasına ait kabak türleri *Cucurbita moschata*, *Cucurbita pepo* ve *Cucurbita maxima* olarak sınıflandırılmaktadır (Okada & Mitsuhashi, 2002). Kabak, yüksek besin ve önemli farmasötik değerlere sahip yaprak ve tohum içeren tropikal bir sebzedir (Nkang vd., 2004). A, C ve E gibi vitaminler ve antioksidanlar açısından zengin olan meyveleri, çiçekleri ve tohumları sebze olarak tüketilmektedir. Kabak bileşenlerinin özleri (kabuk, et, tohum yağı ve yağı alınmış tohum küspesi) antimikrobiyal, antiviral, sitotoksik ve antitümör aktiviteler olarak karakterize edilebilen çeşitli biyolojik aktivitelere sahip bulunmaktadır (Badr vd., 2011).

Kabak çekirdeğindeki temel iz mineral madde çinko, serbest radikal oluşumunu nötralize etme veya lipitlerin, proteinlerin ve DNA moleküllerinin demir veya bakır bağlama

bölgelerini doğrudan tutma yeteneğine etki eden bir antioksidan görevi görmektedir (Amara vd., 2008).

Kabak çekirdeği yağı koyu yeşil renkli olup, %43,8, %33,1, %13,4 ve %7,8 majör nispi dağılımı ile oleik, linoleik, palmitik ve stearik dahil olmak üzere yüksek miktarda serbest yağ asidi içermektedir ve bileşimine göre fiziksel özellikler göstermektedir (Çizelge 2.9) (Çizelge 2.10), (Çizelge 2.11)(Badr vd., 2011).

**Çizelge 2.9.** Kabak çekirdeği yağının fizikokimyasal özellikleri (Ardabili vd., 2011).

Özellik	Değerler
Renk	Yeşilimsi-kahverengi
Oda Sıcaklığındaki Durumu	Sıvı
Isı Değeri	40,4 ± 0,68 MJ/kg
Özgül Ağırlık (30°C)	0,9151 ± 0,0002 g/cm <sup>3</sup>
Kırılma İndeksi (30°C)	1,4662 ± 0,0001
Dinamik Viskozite (30°C)	93,66 ± 0,48 cP
Asit Değeri	0,78 ± 0,02 mg KOH/g
Serbest Yağ Asidi (Oleik asit)	%0,39 ± 0,01
Peroksit Değeri	10,85 ± 0,62 meq O <sub>2</sub> /kg yağ
İyot Sayısı	104,36 ± 0,04 g I <sub>2</sub> /100 g
Sabunlaşma Değeri	190,69 ± 1,40 mg KOH/g
Sabunlaşmayan Madde	%5,73 ± 0,82

Kabak çekirdeği yağı, içerdiği antioksidanlar, bazı kanser türlerinin önlenmesi, hipertansiyonun ilerlemesinin geciktirilmesi ve *Diabetes mellitusun* hafifletilmesi gibi insan sağlığına yararlı etkileri olan fenolikler ve tokoferoller gibi bazı biyoaktif bileşenler nedeni ile fonksiyonel gıda yağı olarak bilinmektedir. Ayrıca, kabak çekirdeği yağı, protein, esansiyel yağ asitleri, çoklu doymamış yağ asitleri, omega 3, 6 ve 9, karotenler, lutein, karotenoidler ve β- ve γ-tokoferoller, fitosteroller, vitaminler, çinko ve selenyum gibi eser elementler için besin takviyesi olarak da kullanılmaktadır (Gossell vd., 2006, Tsai vd., 2006). Ayrıca, *Cucurbita maxima*'nın tohumlarında ve çiçeklerinde cucurbita-5, 24-dienol, α- ve β-amirin ve steroller gibi çeşitli triterpenler de bulunmaktadır (Kikuchi vd., 2013).

**Çizelge 2.10.** Kabak çekirdeği yağının bazı besin değerleri (Stevenson vd., 2007).

<b>Özellikler</b>	<b>Değerler</b>
Besinsel Enerji	2,339 kJ (559 kcal)
Toplam Yağ	100,0 g
Doymuş Yağ Asidi	18,0 g
Tekli-Doymamış Yağ Asidi	26,6 g
Çoklu-Doymamış Yağ Asidi	53,3 g
$\alpha$ -tocopherol	2,7-7,5 mg
$\delta$ -tocopherol	3,53-110,97 mg
$\gamma$ -tocopherol	7,49-49,28 mg
K Vitamini	7,3 $\mu$ g

**Çizelge 2.11.** Kabak çekirdeği yağının yağ asitleri bileşimi (Stevenson vd., 2007).

<b>Yağ Asidi</b>	<b>Değerler (%)</b>
Miristik Asit (C14:0)	0,09-0,27
Palmitik Asit (C16:0)	12,60-18,40
Palmitoleik Asit (C16:1)	0,12-0,52
Stearik Asit (C18:0)	5,10-8,50
Oleik Asit (C18:1)	17,00-39,50
Linoleik Asit (C18:2)	18,10-62,80
Linolenik Asit (C18:3)	0,34-0,82
Araşidik Asit (C20:0)	0,26-1,12
Gadoleik Asit (C20:1)	0,00-0,17
Behenik Asit (C22:0)	0,12-0,58

Kabak çekirdeği yağının dondurma ve benzeri buzlu ürünlerde kullanımı ile ilgili çalışmaya rastlanılmamış, bu ilaveler daha çok kabak tozu ya da püresi şeklinde olmuştur.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Bitkisel yağlı sütlü buz miksini oluşturan bileşenler

Bitkisel yağlı sütlü buz üretimi Golf Dondurma A.Ş. (Bursa)'de gerçekleştirilmiş ve hammadde bazı bileşenler tedarikçi firmalardan temin edilmiştir. Bitkisel yağlı sütlü buz miksini oluşturan bileşenler aşağıda verilmektedir:

- Su
- Şeker
- Süt tozu
- Bitkisel yağ
- Glikoz şurubu
- Peynir altı suyu konsantresi
- Emülgatör
- Stabilizatör

Çizege 3.1.'de üretimde kullanılacak bitkisel yağlı sütlü buz miksini planlanan ve hesaplanan özellikleri verilmektedir.

**Çizelge 3.1.** Bitkisel yağlı sütlü buz miksini özellikleri

Özellik	Değer
Toplam Kurumadde (%)	32,48
Toplam Yağ (%)	5,90
Doymuş Yağ (%)	2,89
Toplam Protein (%)	2,44
Süt Proteini (%)	2,42
Karbonhidrat (%)	20,33
Şeker (%)	17,19
Lif (%)	0,25
Laktoz (%)	2,83
Enerji (kj/kcal)	607/245

### 3.1.2. Bitkisel yağlar

Çalışmada, bitkisel yağ olarak Cargill (Bursa) firmasından temin edilen palm yağı, Tarım Kredi Birlik (Bursa) firmasından temin edilen fındık yağı ve ceviz yağı, Ege Natura (Manisa) firmasından temin edilen chia tohumu yağı ve kabak çekirdeği yağı ve ayrıca Gökçek Şifa (İstanbul) firmasından temin edilen Keten tohumu yağı kullanılmıştır.

## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Deneme deseni

Çalışmada tesadüf parselleri deneme deseni kullanılarak 6 farklı tip bitkisel yağlı sütlü buz üretimi gerçekleştirilmiştir. Standart üretim palm yağı içeren örnek kontrol grubu örnek olarak kabul edilmiştir. Depolama süresinin 1. 30. ve 60. günlerinde fizikokimyasal, tekstürel, duyuusal ve istatistiksel analizler yapılmıştır. Çizelge 3.2.'de çalışmada kullanılan sütlü buz örneklerine ait deneme deseni görülmektedir. Türk Gıda Kodeksi Yenilebilir Buzlu Ürünler Tebliği (Tebliğ No: 2005/43)'ne göre; bitkisel yağlı sütlü buz ürünlerinin bitkisel yağı, ağırlıkça en az %5 oranında içermesi gerektiği ifade edilmektedir (Anonim, 2005). Bu sebeple, bitkisel yağlı sütlü buz üretiminde her bir yağ çeşidinden (palm yağı, fındık yağı, ceviz yağı, chia tohumu yağı, keten tohumu yağı ve kabak çekirdeği yağı) %5,5 oranında kullanılmıştır.

**Çizelge 3.2.** Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerine ait deneme deseni

Bitkisel Yağlı Sütlü Buz Çeşidi	Uygulama	Depolama Süresi (Gün)		
		1	30	60
<b>IK</b>	Palm yağı/Kontrol			
<b>IH</b>	Fındık yağı			
<b>IW</b>	Ceviz yağı			
<b>IC</b>	Chia tohumu yağı			
<b>IF</b>	Keten tohumu yağı			
<b>IP</b>	Kabak çekirdeği yağı			

### **3.2.2. Bitkisel yağlı sütlü buz miksinin hazırlanması**

Su, şeker, süt tozu, bitkisel yağ, glikoz şurubu, peynir altı suyu konsantresi, emülgatör ve stabilizörler miks hazırlama kabına aynı anda eklenmiştir. Kontrol örneğinde %5,5 oranında palm yağı, diğer mikslerde %5,5 oranında sırasıyla fındık yağı, ceviz yağı, chia tohumu yağı, keten tohumu yağı ve kabak çekirdeği yağı kullanılmıştır. Bileşenlerin tam olarak karışması ve çözünmesi için karıştırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Karışıma ön ısıtma işlemi uygulanmış, karışım 55°C sıcaklığa getirilmiş ve bu sıcaklıkta 20 dk bekletilmiştir. Emülgatör ve stabilizörlerin aktivasyonu ve olgunlaştırma için bu bekletme işlemi uygulanmış ve hazırlanan mikslere pastörizasyon ünitesine gönderilmek üzere hazır hale gelmiştir.

### **3.2.3. Bitkisel yağlı sütlü buz üretimi**

Hazırlanan bitkisel yağlı sütlü buz miksleri ön ısıtma işleminin ardından 60-65°C sıcaklıklarda pastörizasyon ünitesine alınmıştır. Pastörizasyon işlemi 85°C'de 60 sn süre ile uygulanmıştır. Pastörizasyon ünitesinden 4-8°C sıcaklığında çıkan mikslere homojenizatöre gönderilmiş ve 180 bar basınç ve 75°C'de homojenize edilmiştir. Homojenizatörden çıkan mikslere dinlendirme tanklarına alınmıştır. Dinlendirme tanklarında 4-8°C sıcaklıkta minimum 4 saat mikslere dinlendirilmiştir. Ardından freezere gönderilen mikslere -3°C'de %80 oranında steril hava verilmiştir. Havalandırma işlemi sonrası dolumu yapılan mikslere soğutma tüneline gönderilmiştir. Soğutma tüneline -36°C'de 45 dakika dönerli bantta hareket eden bitkisel yağlı sütlü buzlar soğutma tüneli çıkışında -18°C merkez sıcaklığına ulaşmıştır ve bitkisel yağlı sütlü buz üretim süreci tamamlanmıştır. Hazırlanan bitkisel yağlı sütlü buzlar -36°C'de 60 gün boyunca depolanmaya devam etmiştir.

### **3.3. Bitkisel Yağlı Sütlü Buz Örneklerine Uygulanan Analizler**

Çalışmada, hazırlanan bitkisel yağlı sütlü buzlar 1., 30. ve 60. günlerde kurumadde, yağ, pH, protein, renk ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $\Delta E^*$ ,  $H^o$ ,  $C^*$ ,  $WI^*$ ,  $YI^*$  ve  $BI^*$ ), tekstür (sertlik, iç yapışkanlık, dış yapışkanlık esneklik, çiğnenebilirlik ve sakızimsılık), erime oranı, ısıtıl



şok ve duyuşsal analizlere tabi tutulmuştur. 1. gün örneklerinde üretim sonrasında yağ asitleri profili ve asitlik sayısı analizleri gerçekleştirilmiştir.

### **3.3.1. Fizikokimyasal analizler**

#### ***Kurumadde analizi***

Kurumadde tayini için kullanılacak olan kurutma kapları 105°C'deki etüvde 1 saat kurutulmuş ve ardından 30 dakika desikatörde bekletilerek oda sıcaklığında sabit ağırlığa gelmeleri sağlanmıştır. Kurutma kaplarına 5 g olacak şekilde bitkisel yağlı sütlü buz örneği ilave edilerek 105°C'de tartımlar arası fark 0,2 mg oluncaya kadar kurutulmuştur. Kurutma sonunda kurumadde % kurumadde cinsinden hesaplanmıştır (AOAC, 2000).

$$\% \text{ Kurumadde} = ((A1-A)/(A2-A)) \times 100$$

A = Kurutma kabı ağırlığı (g)

A1 = Kurutma kabı ve kurutulmuş örnek ağırlığı (g)

A2 = Örnek ve kurutma kabı ağırlığı (g)

#### ***pH analizi***

Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinde depolama boyunca pH değeri, Mettler Toledo SevenCompact™ marka masa tipi pH metre ile (Giessen, Germany) ölçülmüştür. Cihaz oda sıcaklığında (20°C) pH 4 ve pH 7'lik tampon çözeltilerle kalibre edildikten sonra, cihazın elektrodu bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin içerisine daldırılarak pH değerleri ölçülmüş ve kaydedilmiştir (AOAC, 2000).

#### ***Yağ analizi***

Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinde depolama süresince yağ analizi Gerber yağ analizi yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Örneklerde bulunan protein ve zor çözünen tuzlar derişik sülfirik asit ve amil alkolde çözüldürülmüş, 10 dk santrifüj işleminin sonrası

parçalanmış yağ emülsiyonu su banyosunda 60-65°C sıcaklıkta 5 dk bekletilerek 1stılmıştır. Bütrometrede okunan değer kaydedilmiştir (AOAC, 2000).

### ***Protein analizi***

Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinde depolama süresince protein analizi DA 7250 NIR (Diode Array NIR Instrument-AzoM) cihazı (Manchester M1 4ET, UK) ile yapılmıştır. Cihazın yaklaşık 5 cm yüksekliğindeki haznesine bitkisel yağlı sütlü buz örnekleri tartılarak ölçüm yapılması için yerleştirilmiş ve azot miktarının belirlenmesi sağlanmıştır. Cihaz tarafından bulunan değer 6,38 faktörü ile çarpılarak protein miktarı bulunmuştur (AOAC, 2000).

### ***Yağ asitleri profili analizi***

Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin yağ asitleri profili GC-FID ile gerçekleştirilmiştir. Gonzalez vd. (2013) ve Ceylan & Ozcan (2020)'nin belirttiği yönteme göre GC analiz koşulları aşağıda verilmiştir. Yağ asitleri kompozisyonu standart yağ asitlerinin (FAME-mix, Sigma Aldrich, St. Louis, MO, ABD) alıkoyma süreleriyle karşılaştırılarak belirlenmiştir. GC-FID çalışma koşulları aşağıdaki gibi uygulanmıştır.

<b>Cihaz</b>	Gaz Kromatografisi Agilent 6890 N ECD/ FID Detektörlü Split/ Splitless bloğuna sahip
<b>Kolon</b>	HP 88 100x 0,25mm x 0,20µm
<b>Fırın Sıcaklık Programı</b>	120°C/1dk, 10 °C/dk 175°C/10dk, 3°C/dk 210°C/5dk 5 °C/dk ve 240°C 5dk
<b>Enjektör Sıcaklığı</b>	250 °C
<b>Detektör Sıcaklığı</b>	280 °C
<b>Enjeksiyon Miktarı</b>	1 µL
<b>Taşıyıcı Gaz</b>	Helyum, 2 mL/dk

### *Asit sayısı değeri analizi*

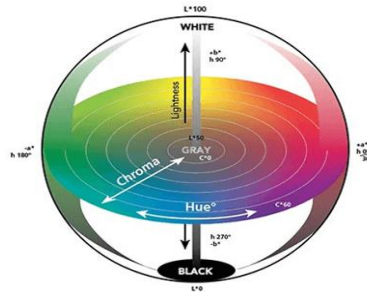
Analiz için 5 g örnek, 250 mL hacimli bir erlenmayere 0,01 g duyarlılıkla tartılmış ve üzerine 50 mL etanol-dietileter karışımı (eşit hacimde etanol ve dietileter karıştırılmış ve nötrale edilmiştir) ilave edilerek fenolftaleine karşı 0,1 N etil alkollü potasyum hidroksit çözeltisi ile 30 saniye uçuk pembe renk oluşana kadar titre edilmiştir. Harcanan KOH çözeltisinin hacmi belirlenerek asit değeri miktarı aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır (Park vd., 2014).

$$\text{Asit Değeri (mg KOH/g)} = (S \times N \times 56,1) / m$$

- S = KOH çözeltisinden harcanan miktar, mL  
N = KOH çözeltisinin normalitesi  
56,1 = KOH' in molekül ağırlığı  
m = Örnek miktarı, g

### *Renk analizi*

Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinde renk tayini MSEZ-4500L HunterLab (Virginia, ABD) cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Homojen hale getirilen örneklerde okuma 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Ölçüm sonucunda L\* (parlaklık), a\* (+kırmızı/-yeşillik) ve b\* (+sarı/-mavilik) değerleri belirlenmiştir. Şekil 2.4'te Hunter renk sistemindeki parametrelerin (L\*, a\*, b\*) skalası verilmektedir.



**Şekil 3.1.** Hunter renk sistemindeki parametrelerin skalası

Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinde renk tonu (Hue açısı)  $H^\circ = \tan^{-1} (b^*/a^*)$  formülü, doygunluk indeksi ya da kroma değeri  $C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$  formülü, sarılık indeksi  $YI^* = [(142,86b^*)/L^*]$  formülü, beyazlık indeksi  $WI^* = \sqrt{(100-L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}}$  formülü ve kahverengilik indeksi ise  $BI = [(100*(x-0,31))/0,17]$  formülü ve  $x = [(a + (1,75*L))/((5,645*L) + (a - (3,012*b)))]$  değeri ile hesaplanmıştır. Toplam renk farklılığı (TCD) aşağıdaki eşitlik ile hesaplanarak  $\Delta E^*$  şeklinde ifade edilmiştir (Kurtuldu & Ozcan, 2018).

$$TCD (\Delta E) = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

$\Delta E^*$  = Örneklerde meydana gelen toplam renk farklılığı

$\Delta L^*$  = Siyah-beyaz renk değişimi

$\Delta a^*$  = Kırmızı-yeşil renk değişimi

$\Delta b^*$  = Sarı-mavi renk değişimi

### 3.3.2. Erime analizleri

Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinde depolama süresinin 1. 30. ve 60. günlerinde erime analizi gerçekleştirilmiştir. Erime analizi için her bir örnekten 250 gram dikdörtgen kesitler kesilerek  $-36^\circ\text{C}$  sıcaklıktaki derin dondurucuda 24 saat boyunca bekletilmiştir. Merkez sıcaklıkları  $-18^\circ\text{C}$ 'a gelen örnekler sonrasında oda sıcaklığına ( $24^\circ\text{C}$ ) getirilmiştir. Terazı üzerine yerleştirilen üç ayaklı tel üzerine 250 gramlık bitkisel yağlı sütlü buz örnekleri bırakılmış ve 60 dk boyunca ortam sıcaklığındaki erime miktarı ölçülmüştür (Şekil 3.2) (Goh vd., 2006).

### 3.3.3. Isıl şok analizi

Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinde depolama süresince 1. 30. ve 60. günlerde ısıl şok analizi yapılmıştır. Isıl şok analizi için kontrol örneği ve her bir deneme örneğinden 250 gram dikdörtgen kesitler kesilerek  $-36^\circ\text{C}$  sıcaklıkta derin dondurucuda 24 saat boyunca bekletilmiştir. Merkez sıcaklıkları  $-18^\circ\text{C}$ 'a gelen ve sabitlenen örnekler  $34^\circ\text{C}$ 'lik etüvde 1 saat, ardından tekrar  $-18^\circ\text{C}$ 'lik dondurucuda 24 saat bekletilmiştir. Aynı işlem 4 kez tekrarlanmıştır. 4. günün sonunda terazı üzerine yerleştirilen üç ayaklı tel üzerine 250

gramlık bitkisel yağlı sütlü buz bırakılmış ve 60 dk boyunca ortam sıcaklığındaki erime miktarı ölçülmüştür (Goh vd., 2006).



**Şekil 3.2.** Erime testi için deney düzeneği

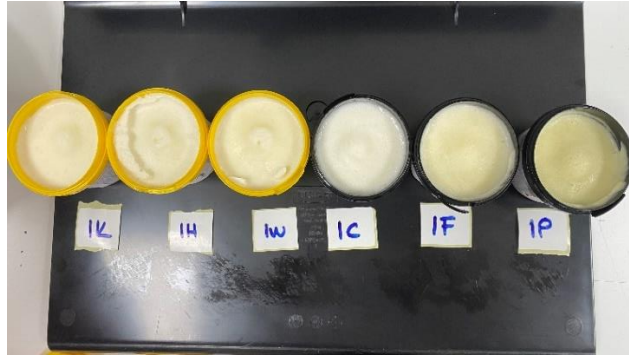
### 3.3.4. Tekstürel analizler

Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin tekstürel özelliklerinin belirlenmesi amacı ile TA.XT plus Texture Analyser (Stable Micro Systems Ltd., UK) cihazı kullanılarak ölçümler yapılmıştır. Analiz işleminde 36 mm çapındaki silindirik prob kullanılmıştır. Örneklerin standart olması amacıyla analizde derinliği 50 mm olan 100 mL'lik polipropilen kaplar kullanılmıştır. Bitkisel yağlı sütlü buz örnekleri  $-10^{\circ}\text{C}$ 'a getirilmiş ve bu sıcaklık derecesinde tekstür analizleri gerçekleştirilmiştir.

Ölçüm sonucunda değerlendirilen parametreler; sertlik (hardness; g), esneklik (springiness), dış yapışkanlık (adhesiveness, gs), sakızımsılık (gumminess), çiğnenebilirlik (chewiness), iç yapışkanlık (cohesiveness) ve elastikiyet (resilince) şeklindedir. Sertlik, örneğe birinci sıkıştırma uygulanan maksimum kuvvet; dış yapışkanlık, birinci sıkıştırma sonrasındaki negatif kuvvet alanı, iç yapışkanlık, uygulanan ikinci sıkıştırma sonrasındaki pozitif alanın, birinci sıkıştırma sonrasındaki pozitif alana oranı; esneklik, birinci baskı ile ikinci baskı arasında geçen zaman içinde yüksekliğindeki geri dönüşüm; sakızımsılık, sertlik x iç yapışkanlık ve çiğnenebilirlik; sertlik x iç yapışkanlık x esneklik olarak belirlenmiştir (Pon vd., 2015).

### 3.3.5. Duyusal analizler

Üretilen bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin (IK, IH, IW, IC, IF, IP) tüketici beğenisini ve tüketim kalitesini belirlemek amacı ile Sacchi vd. (2019) ve Tagliamonte vd. (2023) tarafından kullanılan analiz skalaları modifiye edilerek duyusal analiz gerçekleştirilmiştir. Örnekler, eğitilmiş panelist grubunun değerlendirmesine sunulmuştur. Örneklerde, 'görünüş', 'yapı', 'pürüzsüzlük', 'koku', 'tat', 'renk', 'aroma', 'erime kalitesi', 'soğukluk hissi', 'ağızda kalan tat', 'genel kabul edilebilirlik', 'satın alma niyeti' değerleri 1-5 puan aralığında hedonik cetvel kullanılarak duyusal olarak değerlendirilmiştir. Duyusal özelliklerinin belirlenmesinde ayrıca kantitatif tanımlama analizi (QDA) kullanılmış ve örnekler 'temel tatlar', 'aromatik tatlar' ve 'tekstürel özellikler' başlıkları altında 0-15 puan aralığında değerlendirilmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Duyusal analiz test örneklerinin görünümü

### 3.3.6. İstatistiksel analizler

Çalışmada, palm yağı, fındık yağı, ceviz yağı, chia tohumu yağı, keten tohumu yağı ve kabak çekirdeği yağı içeren örnekler arasındaki ürün çeşitleri ve depolama boyunca farklılıkların belirlenmesi amacıyla Minitab17 İstatistik Programı kullanılarak varyans analizi (ANOVA, Analysis of Variance) yapılmıştır. İstatistiksel olarak önemli düzeyde görülen farklılıkların karşılaştırılması amacıyla çoklu karşılaştırma testlerinden Fischer LSD testi (Least Significant Difference) kullanılmış ve  $p < 0,01$  ve  $p < 0,05$  düzeyinde karşılaştırmalar gerçekleştirilmiştir.

## **4. BULGULAR ve TARTIŞMA**

### **4.1. Fizikokimyasal Özellikler**

#### **4.1.1. Bitkisel Yağlı Sütü Buz Örneklerinin Kurumadde Değerleri**

Dondurma ve bitkisel yağlı sütü buzlu gibi ürünlerin genel anlamda kurumadmesini oluşturan şeker, yağ, yağsız kuru madde içeriği, emülgatörler ve stabilizörler ile diğer aroma katkıları ürünün tesktürel, duysal ve erime özellikleri gibi kalitesini etkileyen en önemli bileşenlerdir. Bitkisel yağlı sütü-buz karışımlarında su da, toplam kurumadde yerine geçmektedir ve miks hesaplarında dikkate alınmaktadır (Marshall vd., 2003; Asres vd., 2022).

Esansiyel yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütü buz örneklerinin kurumadde değerlerine ait varyans analizleri sonuçları Çizelge 4.1'de verilmiştir. Varyans analizleri değerlendirildiğinde bitkisel yağlı sütü buz örneklerinin kurumadde değerleri arasındaki farklılık örnek çeşidi, depolama süresi, örnek çeşidi ve depolama süresi interaksiyonu açısından istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,01$ ) (Çizelge 4.1).

Bitkisel yağlı sütü buz örneklerinin kurumadde değerlerine ait LSD testi sonuçları incelendiğinde; en yüksek kurumadde oranı %36,24 ile kabak çekirdeği yağı içeren (IP) örneklerinde; en düşük kurumadde oranı ise %35,42 ile IK ve %35,49 ile IW örneklerinde belirlenmiştir (Çizelge 4.1).

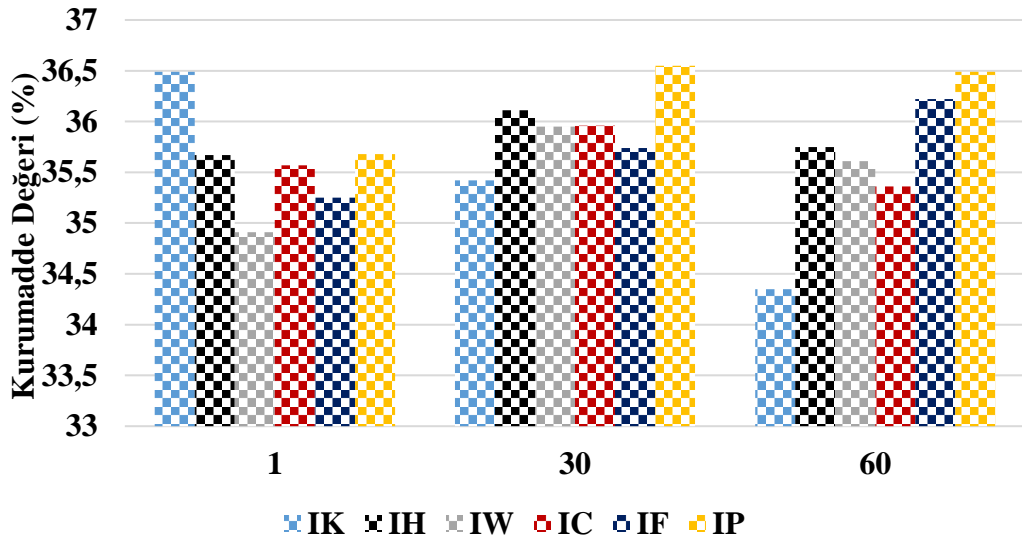
Örneklerin depolama süresine ait LSD testi değerleri incelendiğinde en yüksek kurumadde oranı depolamanın 30. gününde belirlenmiştir, ancak diğer dönemler arasında belirgin bir farklılık saptanmamıştır (Çizelge 4.1).

Esansiyel yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yapılı sütü buz örneklerinin depolama süresi boyunca kurumadde değerlerinde meydana gelen değişim Şekil 4.1'de verilmiştir.

**Çizelge 4.1.** Yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin kurumadde değerlerine ilişkin LSD testi sonuçları

Bitkisel Yağlı Sütlü Buz Çeşidi	N	Kurumadde (%)
IK	9	35,42 <sup>c</sup>
IH	9	35,84 <sup>b</sup>
IW	9	35,49 <sup>c</sup>
IC	9	35,63 <sup>bc</sup>
IF	9	35,73 <sup>b</sup>
IP	9	36,24 <sup>a</sup>
<b>Depolama Süresi (Gün)</b>		
1	18	35,59 <sup>ab</sup>
30	18	35,95 <sup>a</sup>
60	18	35,63 <sup>ab</sup>
<b>Anova</b>		
Örnek (Ö)	5	**
Depolama Süresi (D)	3	**
Ö x D	15	**

(\*) p<0,05 düzeyinde önemli, (\*\*) p<0,01 düzeyinde önemli, (ns) önemli değil  
Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır.



**Şekil 4.1.** Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerindeki depolama süresi boyunca kurumadde değerlerindeki değişim



#### 4.1.2. Bitkisel Yağlı Sütü Buz Örneklerinin pH Değerleri

Dondurma bazlı mikserin doğal asitliği proteinler, mineraller (sitratar ve fosfatlar) ve çözünen gazlardan kaynaklanmaktadır. İlave katkı bileşenleri ve yağların asitlik derecesi de bitkisel yağlı sütü buz karışımlarının pH değerini etkilemektedir (Marshall vd., 2003).

Yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütü buz örneklerinin pH değerlerine ait varyans analizleri sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Varyans analizi değerlendirildiğinde bitkisel yağlı sütü buz örneklerinin pH değerleri arasındaki farklılık örnek çeşidi, depolama süresi, örnek çeşidi ve depolama süresi etkileşimini açısından istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,01$ ) (Çizelge 4.2).

**Çizelge 4.2.** Yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütü buz örneklerinin pH değerlerine ilişkin LSD testi sonuçları

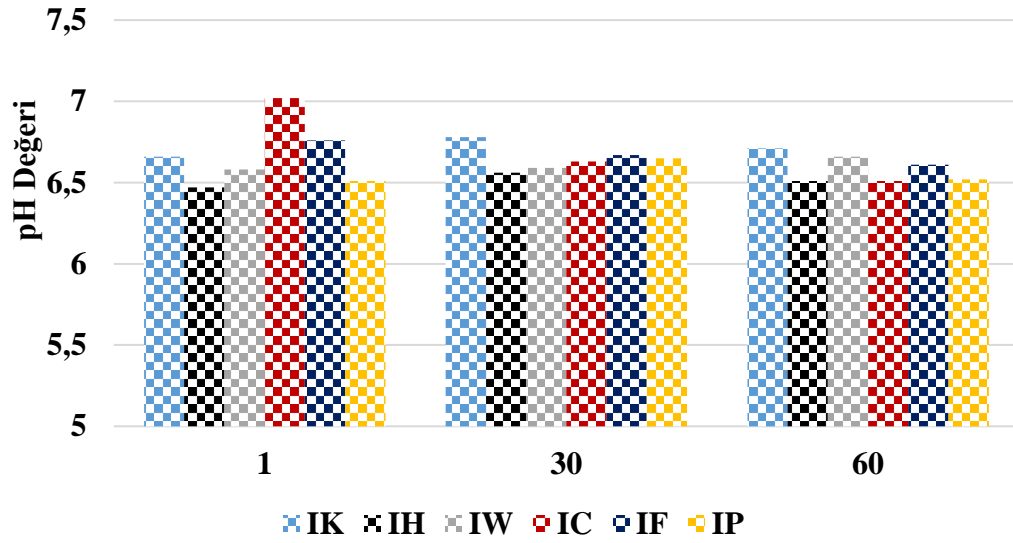
Bitkisel Yağlı Sütü Buz Çeşidi	N	pH
IK	9	6,71 <sup>a</sup>
IH	9	6,52 <sup>e</sup>
IW	9	6,61 <sup>c</sup>
IC	9	6,72 <sup>a</sup>
IF	9	6,68 <sup>b</sup>
IP	9	6,56 <sup>d</sup>
<b>Depolama Süresi (Gün)</b>		
1	18	6,67 <sup>a</sup>
30	18	6,65 <sup>ab</sup>
60	18	6,59 <sup>b</sup>
<b>Anova</b>		
Örnek (Ö)	5	**
Depolama Süresi (D)	3	**
Ö x D	15	**

(\*)  $p<0,05$  düzeyinde önemli, (\*\*)  $p<0,01$  düzeyinde önemli, (ns) önemli değil  
Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır.

Bitkisel yağlı sütü buz örneklerinin pH değerlerine ait LSD testi sonuçları incelendiğinde; en yüksek pH değeri 6,71 değeri ile palm yağı içeren (IK) ve 6,72 değeri ile chia tohumu yağı içeren (IC) örneklerinde; en düşük pH değeri ise 6,52 ile fındık yağı (IH) içeren örneklerde belirlenmiştir (Çizelge 4.2).

Örneklerin depolama süresine ait LSD testi değerleri incelendiğinde pH değeri depolama boyunca azalmıştır, yağ asidi bileşimi ve yağ kaynağına göre değişim göstermiştir (Çizelge 4.2).

Esansiyel yağ asitlerince zenginleştirilmiş sütlü buz örneklerinin depolama süresi boyunca pH değerlerinde meydana gelen değişim Şekil 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.2. Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerindeki depolama süresi boyunca pH değerlerindeki değişim

#### 4.1.3. Bitkisel Yağlı Sütlü Buz Örneklerinin Yağ Değerleri

Süt bazlı dondurma benzeri ürünlerde yağ fizikokimyasal özellikler, erime ve aroma algısı üzerinde önemli derecede etkili olmaktadır. Yağın kaynağı ve ergime derecesi ise tekstür ve overrun özelliklerini belirlemektedir (Umelo vd., 2014).

Esansiyel yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin yağ değerlerine ait varyans analizleri sonuçları Çizelge 4.3’de verilmiştir. Varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin yağ değerleri arasındaki farklılık örnek çeşidi, örnek çeşidi ve depolama süresi interaksyonu açısından

istatistiksel olarak önemli ( $p<0,01$ ), depolama süresi açısından ise önemsiz (ns) bulunmuştur (Çizelge 4.3).

**Çizelge 4.3.** Yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütü buz örneklerinin yağ değerlerine ilişkin LSD testi sonuçları

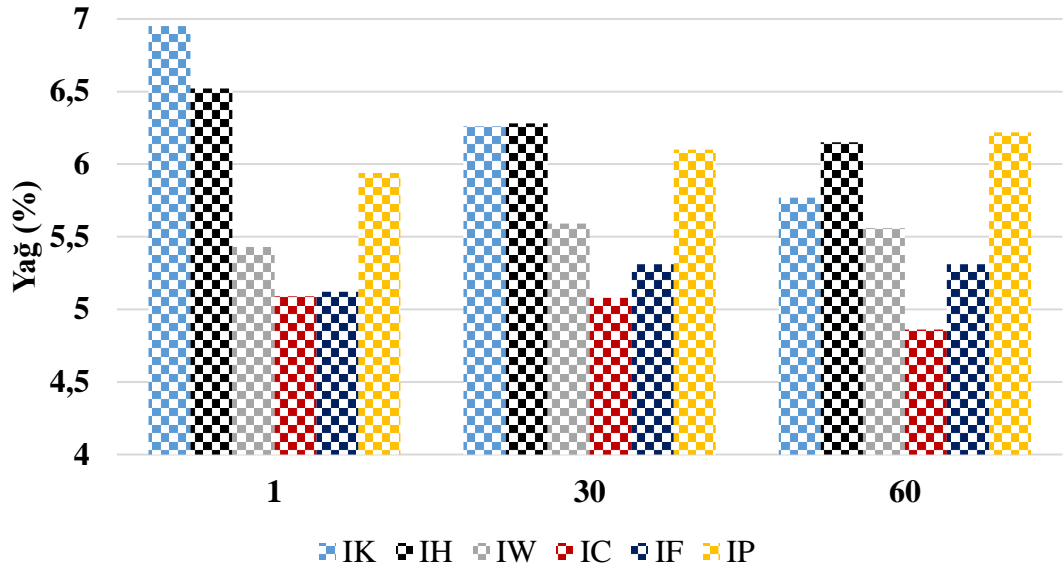
Bitkisel Yağlı Sütü Buz Çeşidi	N	Yağ (%)
IK	9	6,33 <sup>a</sup>
IH	9	6,32 <sup>a</sup>
IW	9	5,53 <sup>c</sup>
IC	9	5,01 <sup>e</sup>
IF	9	5,25 <sup>d</sup>
IP	9	6,09 <sup>b</sup>
<b>Depolama Süresi (Gün)</b>		
1	18	5,84 <sup>a</sup>
30	18	5,77 <sup>a</sup>
60	18	5,65 <sup>a</sup>
<b>Anova</b>		
Örnek (Ö)	5	**
Depolama Süresi (D)	3	ns
Ö x D	15	**

( \*)  $p<0,05$  düzeyinde önemli, ( \*\* )  $p<0,01$  düzeyinde önemli, (ns) önemli değil  
Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır.

Yağ ürüne zengin bir tat, renk, yapı ve doku kazandırmaktadır. Bitkisel yağlı sütü buz örneklerinin yağ değerlerine ait LSD testi sonuçları incelendiğinde; en yüksek yağ oranı %6,33 ile palm yağı içeren kontrol (IK) ve %6,32 değeri ile fındık yağı içeren örneklerde (IH); en düşük yağ oranı ise %5,01 ile chia yağı içeren (IC) örneklerde saptanmıştır ve yağın kaynağına göre değişim göstermiştir (Çizelge 4.3).

Örneklerin depolama süresine ait LSD testi değerleri incelendiğinde yağ oranı açısından belirgin bir farklılık saptanmamıştır (Çizelge 4.3).

Esansiyel yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütü buz örneklerinin depolama süresi boyunca yağ değerlerindeki değişim Şekil 4.3’de verilmiştir.



**Şekil 4.3.** Bitkisel yağlı sütü buz örneklerindeki depolama süresi boyunca yağ değerlerindeki değişim

#### 4.1.4. Bitkisel Yağlı Sütü Buz Örneklerinin Protein Değerleri

Bitkisel yağlı sütü buz örneklerinde proteinin kaynağını karışıma katılan katkı maddelerinin bileşimi oluşturmaktadır. Kullanılan protein kaynağı ürünün fizikokimyasal ve tekstürel özellikleri ile partikül boyutu üzerinde önemli derecede etkili olmaktadır. Protein ayrıca, küçük hava kabarcıklarının oluşumunu kolaylaştırmakta ve dondurmanın yapısını etkileyen havanın karışımdaki fonksiyonunu değiştirmektedir. Ayrıca karışımdaki yağ moleküllerini de süspanse ederek yağın emülsifiye edilmesine yardımcı olmaktadır (Asres vd., 2022).

Bitkisel yağlı sütü buz örneklerinin protein değerlerine ait varyans analizleri sonuçları Çizelge 4.4'de verilmiştir. Varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde bitkisel yağlı sütü buz örneklerinin protein değerleri arasındaki farklılık örnek çeşidi, depolama süresi, örnek çeşidi ve depolama süresi interaksyonu açısından istatistiksel olarak önemli ( $p < 0,01$ ) bulunmuştur (Çizelge 4.4).

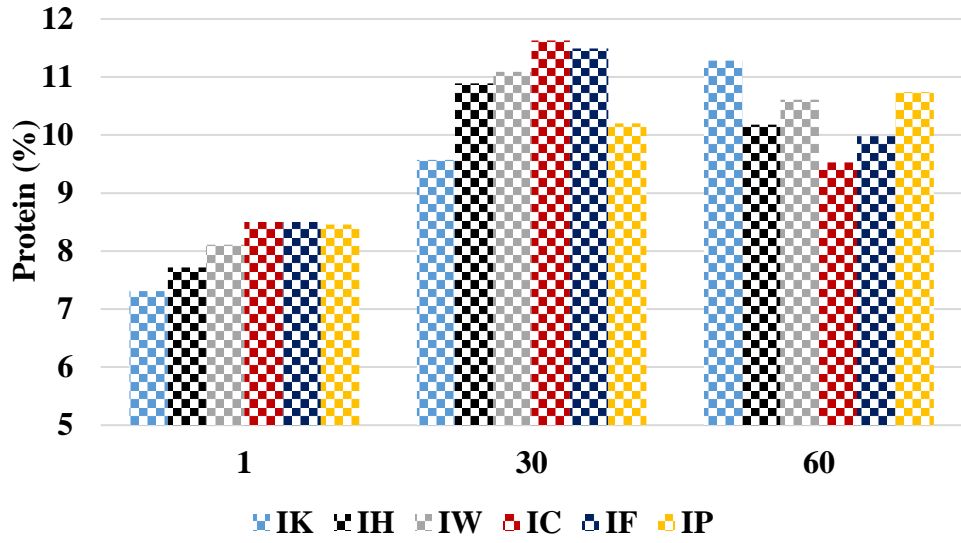
Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin protein değerlerine ait LSD testi sonuçları incelendiğinde; en yüksek protein oranı %9,86 ile keten tohumu yağı içeren kontrol (IF) ve en düşük protein oranı ise IK ve IH örneklerinde saptanmıştır (Çizelge 4.4).

Örneklerin depolama süresine ait LSD testi değerleri incelendiğinde protein oranı açısından belirgin bir farklılık saptanmamıştır (Çizelge 4.4). Dinlendirme, işleme ve depolamanın bu minör değişimde etkili olduğu düşünülmektedir. Esansiyel yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin depolama süresi boyunca protein değerlerindeki değişim Şekil 4.4’de verilmiştir.

**Çizelge 4.4.** Yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin protein değerlerine ilişkin LSD testi sonuçları

<b>Bitkisel Yağlı Sütlü Buz Çeşidi</b>	<b>N</b>	<b>Protein (%)</b>
<b>IK</b>	9	9,32 <sup>b</sup>
<b>IH</b>	9	9,37 <sup>b</sup>
<b>IW</b>	9	9,76 <sup>ab</sup>
<b>IC</b>	9	9,75 <sup>ab</sup>
<b>IF</b>	9	9,86 <sup>a</sup>
<b>IP</b>	9	9,73 <sup>ab</sup>
<b>Depolama Süresi (Gün)</b>		
<b>1</b>	18	8,10 <sup>b</sup>
<b>30</b>	18	10,81 <sup>a</sup>
<b>60</b>	18	10,39 <sup>a</sup>
<b>Anova</b>		
<b>Örnek (Ö)</b>	5	**
<b>Depolama Süresi (D)</b>	3	**
<b>Ö x D</b>	15	**

(\*) p<0,05 düzeyinde önemli, (\*\*) p<0,01 düzeyinde önemli, (ns) önemli değil  
Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır.



**Şekil 4.4.** Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerindeki depolama süresi boyunca protein değerlerindeki değişim

#### 4.1.5. Bitkisel Yağlı Sütlü Buz Örneklerinin Yağ Asitleri Profili Değerleri

Yağ asitlerinin temel kaynakları bitkisel yağlar, süt ürünleri, et ürünleri, tahıllar, yağlı balıklar veya balık yağları olarak sayılabilir. Serbest ve karmaşık lipidlerin bir parçası olan yağ asitleri, ana metabolik yakıt enerjinin depolanması, taşınması ve temel bileşenler olarak da tüm hücre zarlarının yapısı ve gen düzenleyicileri olarak metabolizmadaki reaksiyonlarda kilit görevler üstlenmişlerdir. Yağ asitleri, vücuttaki toplam enerji alımının %30-35'ini oluşturmaktadırlar. En yaygın olarak bulunan doymuş yağ asidi, hayvansal ürünler, bitkiler ve mikroorganizmalar için palmitik asittir (16:0). Stearik asit (18:0) hayvanlarda ve bazı mantarlarda önemli bir yağ asididir. Oleik asit (18:1 n-9) bitki ve hayvanlarda en yaygın monoenoik yağ asididir ve mikroorganizmalarda da bulunmaktadır (Rustan & Drevon, 2005).

Linoleik asit (18:2 n-6) bitkilerde bulunan önemli bir yağ asididir, hayvanlarda ise esas olarak diyetle yer alan bitkilerden ve yağ asitlerinin bileşiminden organizmaya geçmekte ve metabolize olmaktadır. Araşidonik asit (20:4 n-6) hayvanlarda zar fosfolipidlerinin bileşiminde yer almaktadır. Bitkilerde (soya fasulyesi yağı ve kolza), tohum yağları ve

alglerlerde alfa-linolenik asit(18:3 n-3) bulunmaktadır. Eikosapentaenoik asit (EPA; 20:5 n-3) ve dokosaheksaenoik asit (DHA; 22:6 n-3) deniz yosunu, yağlı balıklar ve balık yağlarında yüksek konsantrasyonlarda bulunan başlıca yağ asitleridir (Patel vd, 2022).

Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.6'da esansiyel yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütü buz örneklerinin yağ asitleri bileşimi verilmiştir.

Çizelge 4.7'de yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütü buz örneklerinin zincir uzunluğuna göre yağ asitleri bileşimi, Çizelge 4.8'de doymuşluk derecesine göre yağ asitleri bileşimi ve Çizelge 4.9'da omega yağ asitleri içeriği verilmektedir.

Esansiyel yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütü buz örneklerinin yağ asitleri profili değerlerine ait analiz sonuçları değerlendirildiğinde; bütirik asit, kaprilik asit, laurik asit, miristik asit, pentadekanoik, palmitik, araşidonik ve trikosanoik asitler en fazla palm yağı içeren IK örneğinde saptanmıştır. Linoleik asit, arişidik asit, aikosenoik asit, heneikosanoik, eikosadienoik, eikosatrienoik ve behenik asit oranı en fazla chia tohumu yağı içeren örnekte (IC) belirlenirken,  $\alpha$ -linolenik asit ve en fazla fındık yağı içeren örneklerde (IH) ve keten tohumu yağı içeren örneklerde (IF) belirlenmiştir. Kaprik asit ve oleik asit en fazla ceviz yağı içeren (IW) bitkisel yağlı sütü buz örneklerinde saptanmıştır. Stearik, eikosadienoik ve dokosahegzaenoik asitler en fazla kabak çekirdeği yağı (IP) içeren sütü buz örneklerinde tespit edilmiştir (Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.6).

Bitkisel yağlı sütü buz örneklerinin zincir uzunluğuna göre yağ asitleri kompozisyonu incelendiğinde kısa zincirli yağ asitleri (SCFA) oranı ve orta zincirli yağ asitleri (MCFA) oranı en yüksek palm yağı içeren örneklerde (IK), uzun zincirli yağ asitleri (LCFA) oranı en yüksek fındık yağı içeren örneklerde (IH), çok uzun zincirli yağ asitleri (VLCFA) oranı ise en fazla chia tohumu yağı içeren örneklerde (IC) saptanmıştır ( $p<0,01$ )(Çizelge 4.7).

**Çizelge 4.5.** Yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin yağ asitleri bileşimi I (%)

<b>Yağ Asitleri</b>	<b>IK</b>	<b>IH</b>	<b>IW</b>	<b>IC</b>	<b>IF</b>	<b>IP</b>
<b>SCFA</b>						
Bütirik Asit (C4:0)	0,08	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Kaproik Asit (C6:0)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
<b>MCFA</b>						
Kaprilik Asit (C8:0)	0,06	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Kaprik Asit (C10:0)	0,10	0,07	0,67	0,07	0,07	0,07
Undekanoik Asit (C11:0)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Laurik Asit (C12:0)	0,47	0,09	0,10	0,10	0,09	0,11
Tridekanoik Asit (C13:0)	0,13	<0,05	0,15	0,10	0,15	0,18
Miristik Asit (C14:0)	0,96	0,38	0,40	0,38	0,37	0,44
Miristoleik Asit (C14:1)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Pentadekanoik (C15:0)	0,07	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Pentadekonoik (C15:1)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
<b>LCFA</b>						
Palmitik Asit (C16:0)	25,90	9,60	8,45	9,62	8,30	12,4
Palmitoleik Asit (C16:1)	0,32	0,18	0,27	0,2	0,14	0,14
Margarik Asit (C17:0)	0,09	0,06	0,06	0,07	0,07	0,10
Heptadesenoseik (C17:1)	0,06	0,06	0,09	<0,05	<0,05	0,06
Stearik Asit (C18:0)	5,65	5,16	4,51	4,82	5,64	7,53
trans Elaidik Asit (C18:1t)	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Oleik Asit (C18:1c)	46,20	7,00	72,90	18,50	16,60	25,70
trans Linolelaidik Asit (C18:2t)	< 0,05	0,28	< 0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Linoleik Asit (C18:2c )	14,70	16,50	11,80	53,10	14,80	31,90
trans Linolenik Asit (C18:3t)	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	<0,05
γ Linolenik Asit (C18:3n6)	< 0,05	0,12	< 0,05	<0,05	<0,05	<0,05



**Çizelge 4.6.** Yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütü buz örneklerinin yağ asitleri bileşimi II (%)

Yağ Asitleri	IK	IH	IW	IC	IF	IP
<b>VLCFA</b>						
Arişidik Asit (C20:0)	0,18	0,24	< 0,05	1,77	0,17	0,06
$\alpha$ -Linolenik Asit (C18:3n3)	3,27	59,2	0,14	9,65	53,00	19,90
Eikosenoik (C20:1)	0,8	< 0,05	0,12	0,33	<0,05	0,22
Heneikosanoik (C21:0)	< 0,05	0,08	< 0,05	0,05	<0,05	<0,05
Eikosadienoik (C20:2)	< 0,05	0,05	0,28	0,3	<0,05	0,53
Eikosatrienoik (C20:3n6)	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,14	<0,05	< 0,05
Behenik Asit (C22:0)	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,18	<0,05	<0,05
Eikosatrienoik (C20:3n3)	< 0,05	0,06	< 0,05	< 0,05	< 0,05	<0,05
Erusik Asit (C22:1)	< 0,05	0,07	< 0,05	0,08	0,14	< 0,05
Araşidonik (C20:4)	0,26	< 0,05	0,05	<0,05	<0,05	0,13
Trikosanoik (C23:0)	0,24	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Dokosadienoik (C22:2)	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Eikosapentaenoik (C20:5)	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Lignoserik Asit (C24:0)	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Nervonik Asit (C24:1)	< 0,05	0,08	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Dokosahegzaenoik (C22:6)	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,16
Omega 3	3,27	0,14	9,70	59,20	53,00	20,10
Omega 6	14,90	11,90	53,30	16,9	14,80	32,00
Omega 9	47,00	73,00	18,90	7,10	16,80	25,90

**Çizelge 4.7.** Yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütü buz örneklerinin zincir uzunluğuna göre yağ asitleri bileşimi (%)

Yağ Asitleri	IK	IH	IW	IC	IF	IP	<i>P Değeri</i>
<b>SCFA</b>	0,12 <sup>a</sup>	0,08 <sup>b</sup>	0,08 <sup>b</sup>	0,08 <sup>b</sup>	0,08 <sup>b</sup>	0,08 <sup>b</sup>	**
<b>MCFA</b>	1,91 <sup>a</sup>	1,52 <sup>b</sup>	0,85 <sup>e</sup>	0,78 <sup>f</sup>	0,88 <sup>d</sup>	1,00 <sup>c</sup>	**
<b>LCFA</b>	93,08 <sup>b</sup>	98,24 <sup>a</sup>	86,51 <sup>c</sup>	39,04 <sup>f</sup>	45,75 <sup>e</sup>	77,99 <sup>d</sup>	**
<b>VLCFA</b>	5,19 <sup>e</sup>	1,06 <sup>f</sup>	12,82 <sup>d</sup>	60,14 <sup>a</sup>	53,83 <sup>b</sup>	21,40 <sup>c</sup>	**

(\*) p<0,05 düzeyinde önemli, (\*\*) p<0,01 düzeyinde önemli, (ns) önemli değil  
Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır.

Bitkisel yağlı sütü buz örneklerinin doymuşluk derecesine göre yağ asitleri kompozisyonu incelendiğinde doymuş yağ asitleri (SAFA) oranı en yüksek palm yağı içeren örneklerde (IK), tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) oranı en yüksek fındık yağı içeren örneklerde (IH), çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) oranı en yüksek chia tohumu yağı içeren örneklerde (IC) saptanmıştır (Çizelge 4.8).

**Çizelge 4.8.** Yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütü buz örneklerinin doymuşluk derecesine göre yağ asitleri bileşimi (%)

Yağ Asitleri	IK	IH	IW	IC	IF	IP	P Değeri
SAFA	34,00 <sup>a</sup>	13,90 <sup>f</sup>	17,30 <sup>c</sup>	15,90 <sup>d</sup>	15,00 <sup>e</sup>	21,10 <sup>b</sup>	**
MUFA	47,50 <sup>b</sup>	73,50 <sup>a</sup>	19,20 <sup>d</sup>	7,50 <sup>f</sup>	17,00 <sup>e</sup>	26,20 <sup>c</sup>	**
PUFA	18,20 <sup>e</sup>	12,30 <sup>f</sup>	63,20 <sup>c</sup>	76,20 <sup>a</sup>	67,80 <sup>b</sup>	52,60 <sup>d</sup>	**

(\*) p<0,05 düzeyinde önemli, (\*\*) p<0,01 düzeyinde önemli, (ns) önemli değil  
Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır.

Bitkisel yağlı sütü buz örneklerinin omega yağ asitleri kompozisyonu incelendiğinde omega-3 yağ asitleri oranı en yüksek chia tohumu yağı içeren örneklerde (IC), omega-6 yağ asitleri oranı en yüksek ceviz yağı içeren örneklerde (IW), omega-9 yağ asitleri oranı en yüksek fındık yağı içeren örneklerde (IH), omega-6/omega-3 oranı ise en yüksek fındık yağı içeren örneklerde (IH) saptanmıştır (Çizelge 4.9).

**Çizelge 4.9.** Yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütü buz örneklerinin omega yağ asitleri bileşimi (%)

Yağ Asitleri	IK	IH	IW	IC	IF	IP	P Değeri
Omega 3	3,27 <sup>e</sup>	0,14 <sup>f</sup>	9,70 <sup>d</sup>	59,20 <sup>a</sup>	53,00 <sup>b</sup>	20,10 <sup>c</sup>	**
Omega 6	14,90 <sup>d</sup>	11,90 <sup>f</sup>	53,30 <sup>a</sup>	16,90 <sup>c</sup>	14,80 <sup>e</sup>	32,00 <sup>b</sup>	**
Omega 9	47,00 <sup>b</sup>	73,00 <sup>a</sup>	18,90 <sup>d</sup>	7,10 <sup>f</sup>	16,80 <sup>e</sup>	25,90 <sup>c</sup>	**
Omega6/ Omega 3	4,56 <sup>c</sup>	85,00 <sup>a</sup>	5,49 <sup>b</sup>	0,29 <sup>e</sup>	0,28 <sup>f</sup>	1,59 <sup>d</sup>	**

(\*) p<0,05 düzeyinde önemli, (\*\*) p<0,01 düzeyinde önemli, (ns) önemli değil  
Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır.

#### 4.1.6. Bitkisel Yağlı Sütü Buz Örneklerinin Asit Sayısı Değerleri

Serbest yağ asitleri ya da asit sayısı (FFA), bitkisel yağlardaki trigliseritlerin (TG) hidroliz ürünleridir. Bu tür bir reaksiyon, lipaz enziminin etkisi ile meydana gelmekte ve işleme/depolama koşullarına (yüksek sıcaklık, bağıl nem ve doku hasarı) bağlı olarak şekillenmektedir. Enzimin kaynağı yağın elde edildiği doku olabileceği gibi mikroorganizmalar ve diğer hücrelerden gelen bir kontaminant da olabilmektedir. Asitlik derecesini ölçmek için bilinen yöntem, bir gram örnekteki asidik fraksiyonu nötralize etmek için gereken potasyum hidroksit (miligram KOH) miktarı olarak adlandırılan "asit değeri (AV- g yağ)" dir.

Esansiyel yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütü buz örneklerinin asit sayısı değerlerine ait varyans analizleri sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir. Varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde bitkisel yağlı sütü buz örneklerinin asit sayısı değerleri arasındaki farklılık örnek çeşidi açısından istatistiksel olarak önemli ( $p<0,05$ ) bulunmuştur (Çizelge 4.10).

**Çizelge 4.10.** Yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütü buz örneklerinin serbest yağ asitliği değerlerine ilişkin LSD testi sonuçları

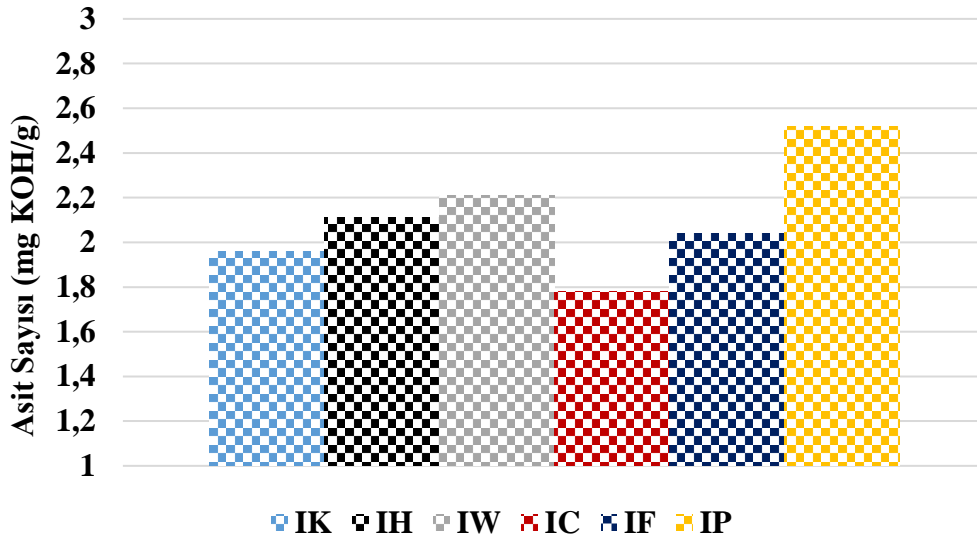
Bitkisel Yağlı Sütü Buz Çeşidi	N	Asit Sayısı (mg KOH/g)
IK	3	1,96 <sup>b</sup>
IH	3	2,11 <sup>ab</sup>
IW	3	2,21 <sup>ab</sup>
IC	3	1,78 <sup>b</sup>
IF	3	2,04 <sup>ab</sup>
IP	3	2,52 <sup>a</sup>
Anova		
Örnek (Ö)	-	*

(\*)  $p<0,05$  düzeyinde önemli, (\*\*)  $p<0,01$  düzeyinde önemli, (ns) önemli değil  
Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır.

Bitkisel yağlı sütü buz örneklerinin asit sayısı değerlerine ait LSD testi sonuçları incelendiğinde; en yüksek asit sayısı değeri 2,52 mg KOH/g ile kabak çekirdeği yağı içeren örneklerde (IP), en düşük asit sayısı değeri ise 1,78 mg KOH/g ile chia tohumu

yağı içeren (IC) örneklerde saptanmıştır (Çizelge 4.10). Örneklere ait sonuçlar incelendiğinde genel anlamda asit değeri oranı açısından belirgin bir farklılık saptanmamıştır (Çizelge 4.10).

Esansiyel yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin asit sayısı değerlerindeki değişim Şekil 4.5’de verilmiştir.



Şekil 4.5. Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin serbest yağ asitliği değerlerindeki değişim

#### 4.1.7. Bitkisel Yağlı Sütlü Buz Örneklerinin Renk değerleri

Renk, tat ve lezzetin de korelasyonu ile birlikte gıda kalitesinin değerlendirilmesinde dikkati çeken duyuşal bir parametredir. Ürünün dış görünümünü, tadını ve dokusunu iyileştirmek, güvenliği, tazeliği ve besin değeri konusunda bilgi vermek ve tüketiciyi bu ürünü satın almaya ikna etmek açısından gıdanın rengi ve görsel algısı oldukça önemlidir. Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin renk değerlerinin ölçülmesinde L\* (parlaklık) a\* (kırmızılık/yeşillik), b\* (sarılık/mavilik), C\* (doygunluk), H° (renk tonu), ve  $\Delta E^*$  (renk farklılığı), WI\* (beyazlık indeksi), YI\* (sarılık indkesi), BI\* (kahverengilik indeksi) değeri olmak üzere kalite parametreleri belirlenmiştir.

Yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerlerine ait varyans analizleri sonuçları Çizelge 4.11'de verilmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri arasındaki farklılık depolama süresi, örnek çeşidi ve depolama süresi interaksyonu açısından istatistiksel olarak önemsiz (ns), örnek çeşidi açısından önemli ( $p<0,01$ ) bulunmuştur.

Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin  $L^*$  değerlerine ait LSD testi sonuçları incelendiğinde; en yüksek  $L^*$  değeri 89,75 değeri ile chia tohumu yağı içeren (IC) ve 89,45 değeri ile ceviz yağı içeren (IW) örneklerde; en düşük  $L^*$  değeri ise 80,43 ile kabak çekirdeği yağı (IP) içeren örneklerde belirlenmiştir. Örneklerin  $a^*$  değerlerine ait LSD testi sonuçları incelendiğinde; en yüksek  $a^*$  değeri -0,53 değeri ile keten tohumu yağı içeren (IF) ve -0,67 değeri ile chia tohumu yağı içeren (IC) örneklerde; en düşük  $a^*$  değeri ise -4,03 ile kabak çekirdeği yağı (IP) içeren örneklerde belirlenmiştir. Örneklerin  $b^*$  değerlerine ait LSD testi sonuçları incelendiğinde; en yüksek  $b^*$  değeri 24,66 değeri ile kabak çekirdeği yağı içeren (IP) örneklerde; en düşük  $b^*$  değeri ise 12,26 değeri ile fındık yağı (IH) içeren örneklerde belirlenmiştir. İlave edilen yağların kendilerine özgü renkleri bu değişimde etkili olmuştur (Çizelge 4.11).

Örneklerin depolama süresine ait LSD testi değerleri incelendiğinde  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinde depolama süresince önemli değişim gözlenmemiştir (Çizelge 4.11).

Esansiyel yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin depolama süresi boyunca  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinde meydana gelen değişim Şekil 4.6'da verilmiştir.

Yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin  $\Delta E^*$ ,  $H^*$ ,  $C^*$  değerlerine ait varyans analizleri sonuçları Çizelge 4.12'de verilmiştir. Varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin  $\Delta E^*$ ,  $H^*$  ve  $C^*$  değerleri arasındaki farklılık depolama süresi, örnek çeşidi ve depolama süresi interaksyonu açısından istatistiksel olarak önemsiz (ns), örnek çeşidi açısından önemli ( $p<0,01$ ) bulunmuştur.

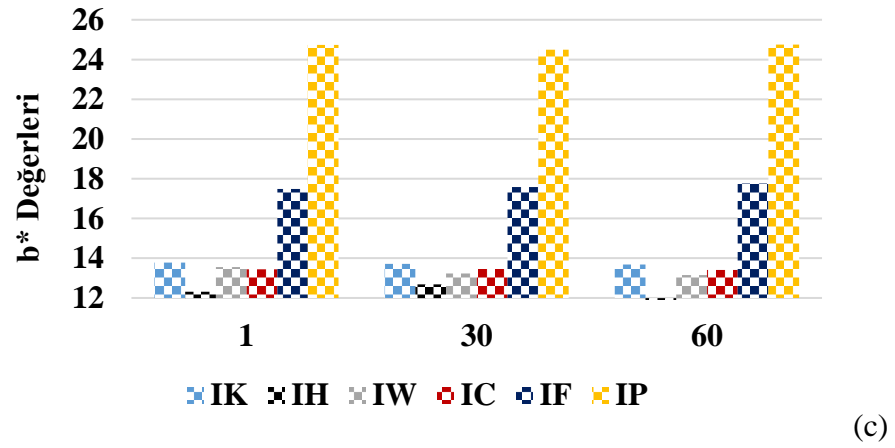
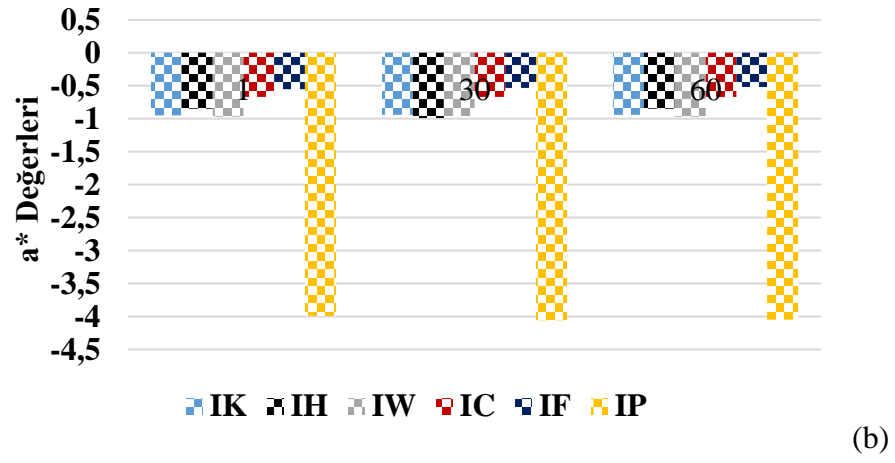
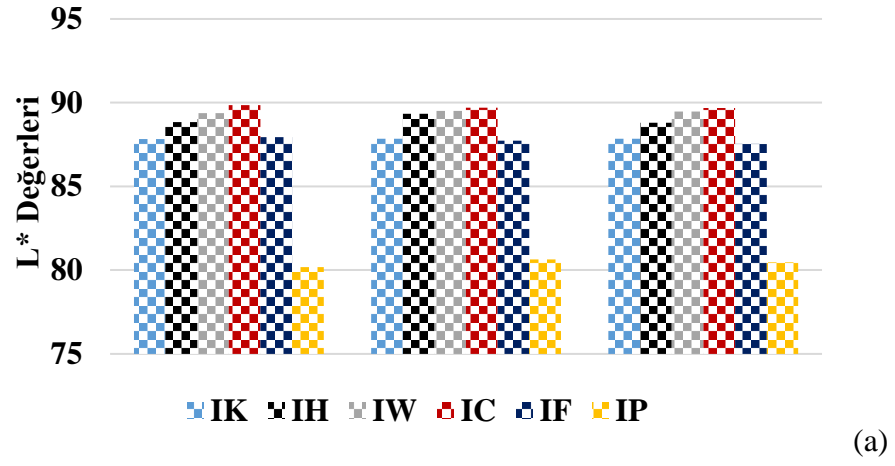
**Çizelge 4.11.** Yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin L\*,a\*,b\* değerlerine ilişkin LSD testi sonuçları

Bitkisel Yağlı Sütlü Buz Çeşidi	N	L*	a*	b*
IK	9	87,83 <sup>c</sup>	-0,94 <sup>b</sup>	13,72 <sup>c</sup>
IH	9	88,99 <sup>b</sup>	-0,89 <sup>b</sup>	12,26 <sup>d</sup>
IW	9	89,45 <sup>ab</sup>	-0,97 <sup>b</sup>	13,31 <sup>c</sup>
IC	9	89,75 <sup>a</sup>	-0,67 <sup>a</sup>	13,43 <sup>c</sup>
IF	9	87,75 <sup>c</sup>	-0,53 <sup>a</sup>	17,61 <sup>b</sup>
IP	9	80,43 <sup>d</sup>	-4,03 <sup>c</sup>	24,66 <sup>a</sup>
<b>Depolama Süresi (Gün)</b>				
1	18	87,34 <sup>a</sup>	-1,33 <sup>a</sup>	15,89 <sup>a</sup>
30	18	87,46 <sup>a</sup>	-1,36 <sup>a</sup>	15,86 <sup>a</sup>
60	18	87,30 <sup>a</sup>	-1,33 <sup>a</sup>	15,76 <sup>a</sup>
<b>Anova</b>				
Örnek (Ö)	5	**	**	**
Depolama Süresi (D)	3	ns	ns	ns
Ö x D	15	ns	ns	ns

(\*) p<0,05 düzeyinde önemli, (\*\*) p<0,01 düzeyinde önemli, (ns) önemli değil  
Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır.

Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin  $\Delta E^*$  değerlerine ait LSD testi sonuçları incelendiğinde; en yüksek  $\Delta E^*$  değeri 13,58 değeri ile kabak çekirdeği yağı içeren (IP) örneklerde; en düşük  $\Delta E^*$  değeri ise palm yağı (IK) içeren örneklerde belirlenmiştir. Örneklerin  $H^o$  değerlerine ait LSD testi sonuçları incelendiğinde; en yüksek  $H^o$  değeri -80,72 değeri ile kabak çekirdeği yağı içeren (IP) örneklerde; en düşük  $H^o$  değeri ise -88,27 değeri ile keten tohumu yağı (IF) içeren örneklerde saptanmıştır. Örneklerin  $C^*$  değerlerine ait LSD testi sonuçları incelendiğinde; en yüksek  $C^*$  değeri 24,99 değeri ile kabak çekirdeği yağı içeren (IP) örneklerde; en düşük  $C^*$  değeri ise 12,29 değeri ile fındık yağı (IH) içeren örneklerde tespit edilmiştir (Çizelge 4.12).

Örneklerin depolama süresine ait LSD testi değerleri incelendiğinde  $\Delta E^*$ ,  $H^o$  ve  $C^*$  değerlerinde depolama süresince değişim saptanmamıştır (Çizelge 4.12).



**Şekil 4.6.** Bitkisel yağlı sütü buz örneklerindeki depolama süresi boyunca a) L\*, b) a\*, c) b\* değerleri değişimi

Yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin WI\*, YI\*, BI\* değerlerine ait varyans analizleri sonuçları Çizelge 4.13’de verilmiştir. Varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin WI\*, YI\* ve BI\* değerleri arasındaki farklılık depolama süresi, örnek çeşidi ve depolama süresi interaksiyonu açısından istatistiksel olarak önemsiz (ns), örnek çeşidi açısından ise önemli ( $p<0,01$ ) bulunmuştur.

**Çizelge 4.12.** Yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin  $\Delta E^*$   $H^o$  ve  $C^*$  değerlerine ilişkin LSD testi sonuçları.

Bitkisel Yağlı Sütlü Buz Çeşidi	N	$\Delta E^*$	$H^o$	$C^*$
IK	9	0,00 <sup>d</sup>	-86,07 <sup>b</sup>	13,76 <sup>c</sup>
IH	9	2,05 <sup>c</sup>	-85,84 <sup>b</sup>	12,29 <sup>d</sup>
IW	9	1,75 <sup>c</sup>	-85,84 <sup>b</sup>	13,35 <sup>c</sup>
IC	9	2,07 <sup>c</sup>	-86,59 <sup>b</sup>	13,45 <sup>c</sup>
IF	9	3,92 <sup>b</sup>	-88,27 <sup>c</sup>	17,62 <sup>b</sup>
IP	9	13,58 <sup>a</sup>	-80,72 <sup>a</sup>	24,99 <sup>a</sup>
<b>Depolama Süresi (Gün)</b>				
1	18	3,86 <sup>a</sup>	-85,69 <sup>a</sup>	15,96 <sup>a</sup>
30	18	3,84 <sup>a</sup>	-85,30 <sup>a</sup>	15,94 <sup>a</sup>
60	18	3,98 <sup>a</sup>	-85,67 <sup>a</sup>	15,83 <sup>a</sup>
<b>Anova</b>				
Örnek (Ö)	5	**	**	**
Depolama Süresi (D)	3	ns	ns	ns
Ö x D	15	ns	ns	ns

(\*)  $p<0,05$  düzeyinde önemli, (\*\*)  $p<0,01$  düzeyinde önemli, (ns) önemli değil  
Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır.

Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin WI\* değerlerine ait LSD testi sonuçları incelendiğinde; en yüksek beyazlık indeksi WI\* değeri 90,19 değeri ile chia tohumu yağı içeren (IC) örneklerde; en düşük WI\* değeri ise 83,64 değeri ile kabak çekirdeği yağı (IP) içeren örneklerde belirlenmiştir. Örneklerin sarılık indeksi YI\* değerlerine ait LSD testi sonuçları incelendiğinde; en yüksek YI\* değeri 43,81 değeri ile kabak çekirdeği yağı içeren (IP) örneklerde; en düşük YI\* değeri ise 19,68 değeri ile fındık yağı (IH) içeren örneklerde saptanmıştır. Örneklerin BI\* değerlerine ait LSD testi sonuçları incelendiğinde; en yüksek BI\* değeri 31,71 değeri ile kabak çekirdeği yağı içeren (IP)



örneklerde; en düşük BI\* değeri ise 13,72 değeri ile yine fındık yağı (IH) içeren örneklerde belirlenmiştir (Çizelge 4.13).

Örneklerin depolama süresince WI\*, YI\* ve BI\* değerlerinde değişim tespit edilmemiştir (Çizelge 4.13).

**Çizelge 4.13.** Yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin WI\* YI° ve BI\* değerlerine ilişkin LSD testi sonuçları

Bitkisel Yağlı Sütlü Buz Çeşidi	N	WI*	YI*	BI*
IK	9	88,34 <sup>b</sup>	22,32 <sup>c</sup>	15,79 <sup>c</sup>
IH	9	89,29 <sup>ab</sup>	19,68 <sup>d</sup>	13,72 <sup>d</sup>
IW	9	89,32 <sup>ab</sup>	21,26 <sup>c</sup>	14,92 <sup>c</sup>
IC	9	90,19 <sup>a</sup>	21,38 <sup>c</sup>	15,27 <sup>c</sup>
IF	9	88,94 <sup>b</sup>	28,67 <sup>b</sup>	21,41 <sup>b</sup>
IP	9	83,64 <sup>c</sup>	43,81 <sup>a</sup>	31,71 <sup>a</sup>
<b>Depolama Süresi (Gün)</b>				
1	18	88,36 <sup>a</sup>	26,29 <sup>a</sup>	18,89 <sup>a</sup>
30	18	88,47 <sup>a</sup>	26,19 <sup>a</sup>	18,78 <sup>a</sup>
60	18	88,03 <sup>a</sup>	26,08 <sup>a</sup>	18,73 <sup>a</sup>
<b>Anova</b>				
Örnek (Ö)	5	**	**	**
Depolama Süresi (D)	3	ns	ns	ns
Ö x D	15	ns	ns	ns

(\* ) p<0,05 düzeyinde önemli, ( \*\* ) p<0,01 düzeyinde önemli, (ns) önemli değil Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır.

#### 4.2. Bitkisel Yağlı Sütlü Buz Örneklerinin Erime Özellikleri

Sütlü buz/dondurmalarda mikroyapı ve yağ küreciklerinin bu ağ yapısı içindeki fiziki konumu, çapı ve kümeleşme oranı erime özelliklerini etkilemektedir. Erime oranı, hava hücrelerin boyutu, emülsiyon kapasitesi ve erime hızı ile de korelasyon göstermektedir (Bolliger vd., 2000; Muse & Hartel, 2004).

Esansiyel yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin erime özelliklerine ait varyans analizleri sonuçları Çizelge 4.14'de verilmiştir. Varyans analizi

sonuçları değerlendirildiğinde bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin erime miktarı ve ilk damlama süresi değerleri arasındaki farklılık örnek çeşidi ve depolama süresi açısından istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,01$ ) (Çizelge 4.14).

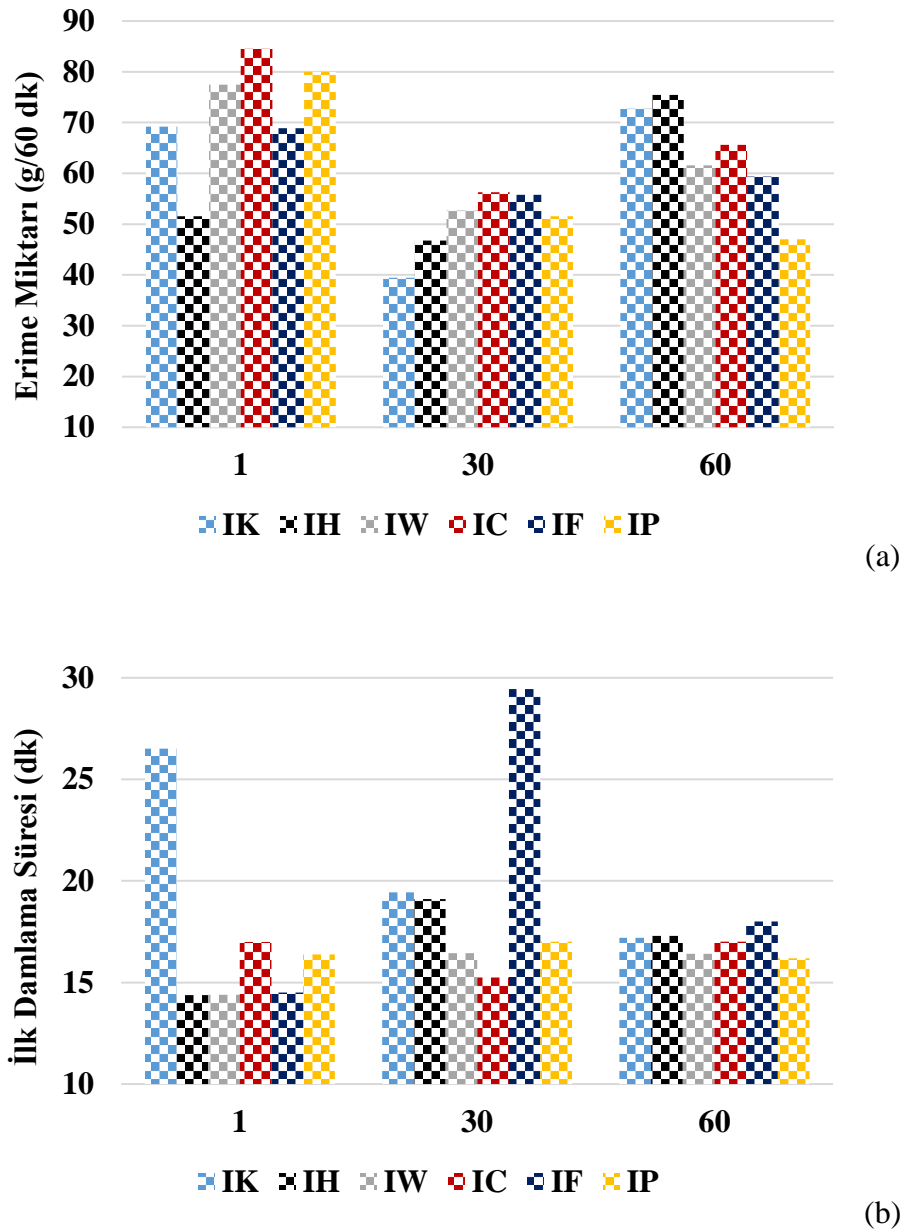
**Çizelge 4.14.** Yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin erime miktarı ve ilk damlama süresi değerlerine ilişkin LSD testi sonuçları

Bitkisel Yağlı Sütlü Buz Çeşidi	N	Erime Miktarı (g/60 dk)	İlk Damlama Süresi (dk)
IK	9	60,50 <sup>ab</sup>	21,05 <sup>a</sup>
IH	9	57,93 <sup>b</sup>	16,93 <sup>b</sup>
IW	9	63,90 <sup>ab</sup>	15,75 <sup>b</sup>
IC	9	68,81 <sup>a</sup>	16,41 <sup>b</sup>
IF	9	61,35 <sup>ab</sup>	20,65 <sup>a</sup>
IP	9	50,90 <sup>c</sup>	16,53 <sup>b</sup>
<b>Depolama Süresi (Gün)</b>			
1	18	71,84 <sup>a</sup>	17,20 <sup>ab</sup>
30	18	50,43 <sup>ab</sup>	19,45 <sup>a</sup>
60	18	59,31 <sup>ab</sup>	17,02 <sup>ab</sup>
<b>Anova</b>			
Örnek (Ö)	5	**	**
Depolama Süresi (D)	3	**	**
Ö x D	15	ns	ns

(\*)  $p<0,05$  düzeyinde önemli, (\*\*)  $p<0,01$  düzeyinde önemli, (ns) önemli değil  
Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır.

Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin erime miktarı değerlerine ait LSD testi sonuçları incelendiğinde; en yüksek erime miktarı 68,81 g değeri ile chia tohumu yağı içeren (IC) örneklerde; en düşük erime miktarı değeri ise 50,90 g değeri ile kabak çekirdeği yağı içeren (IP) örneklerde tespit edilmiştir. Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin ilk damlama süresi değerlerine ait LSD testi sonuçları incelendiğinde; ilk damlama süresi 21,05 dk değeri ile palm yağı içeren (IK) ve 20,65 dk ile keten tohumu yağı içeren örneklerde diğerlerinden daha yüksek ve uzun olarak saptanmıştır. Chia tohumu yağı içeren (IC) örnekler yüksek ürün erime oranı ile doğru orantılı olarak daha kısa sürede erime (ilk damlama süresi) göstermiştir. Burada yağın bileşimi ve viskozitesi etkili olmuştur. Depolama boyunca büyük bir değişim saptanmamıştır (Çizelge 4.14).

Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerindeki depolama süresi boyunca a)erime miktarı ve b)ilk damlama süresi değişimi Şekil 4.7' de verilmektedir.



Şekil 4.7. Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerindeki depolama süresi boyunca a)erime miktarı ve b)ilk damlama süresi değişimi

### 4.3. Bitkisel Yağlı Sütli Buz Örneklerinin Isıl Şok Dayanım Özellikleri

Isı şoku (sıcaklık dalgalanması) dondurma benzeri ürünlerde buzun yeniden kristalleşmesine neden olmaktadır ve buz kristali boyutunu etkilemektedir. Stabilizatörler ve emülgatörler viskoziteyi artırarak ve dondurmadaki serbest su moleküllerinin hareketini sınırlayarak yüksek ısı şoku direnci sağlayan makro moleküllerdir (Ilansuriyan & Shanmugam, 2018).

Esansiyel yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütli buz örneklerinin ısı şok dayanım testi sonrası erime özelliklerine ait varyans analizleri sonuçları Çizelge 4.15’de verilmiştir. Varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde bitkisel yağlı sütli buz örneklerinin ilk damlama süresi ve erime miktarı değerleri arasındaki farklılık örnek çeşidi açısından istatistiksel olarak önemli ( $p<0,01$ ) ve depolama süresi açısından önemsiz (ns) bulunmuştur.

Bitkisel yağlı sütli buz örneklerinin ısı şok dayanım testi sonrası erime miktarı değerlerine ait LSD testi sonuçları incelendiğinde; en yüksek erime miktarı 54,17 g değeri ile chia tohumu yağı içeren (IC) örneklerde; en düşük erime miktarı değeri ise 38,13 g değeri ile kabak çekirdeği yağı içeren (IP) örneklerde saptanmıştır.

Bitkisel yağlı sütli buz örneklerinin ısı dayanım testi sonrası ilk damlama süresi değerlerine ait LSD testi sonuçları incelendiğinde ise; en yüksek ilk damlama süresi 14,42 dk değeri ile palm yağı içeren (IK) örneklerde; en düşük ilk damlama süresi değeri ise 11,17 dk değeri ile kabak çekirdeği yağı içeren (IP) örneklerde belirlenmiştir (Çizelge 4.15).

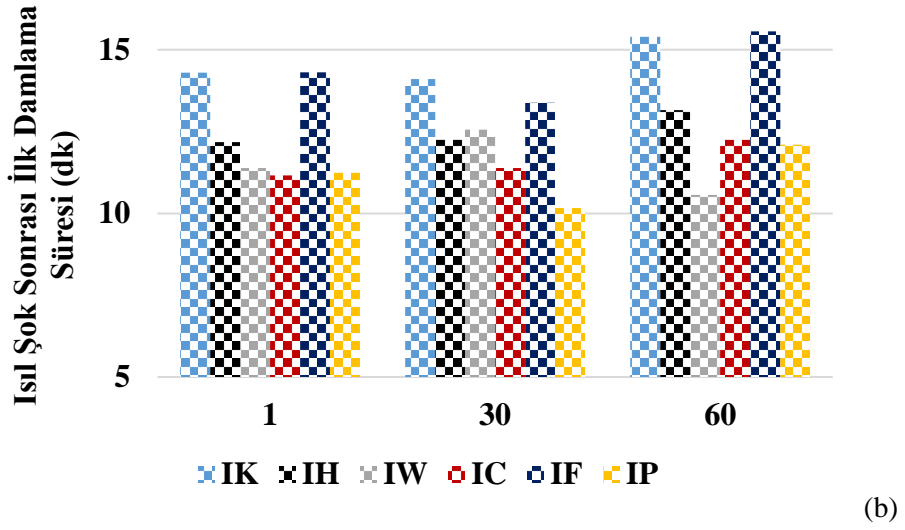
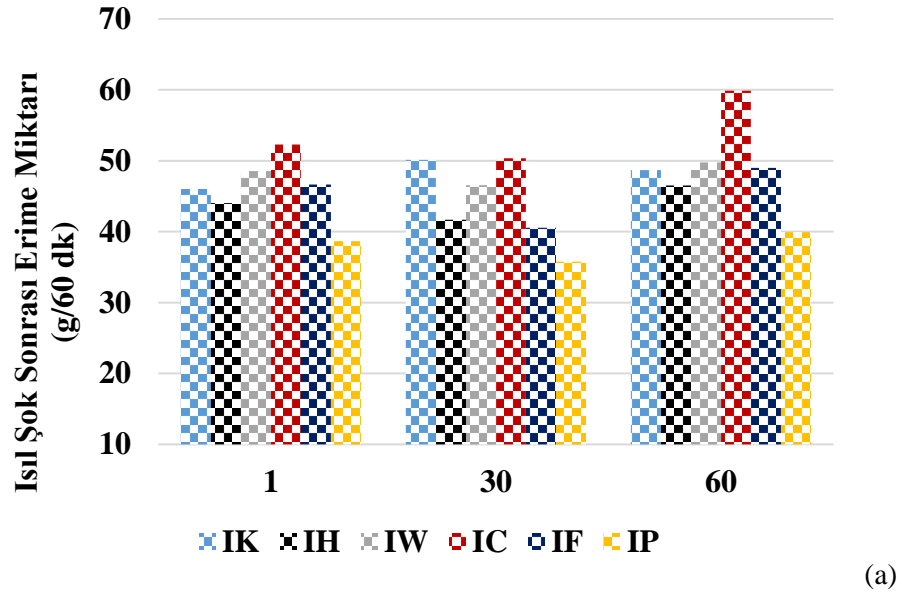
Isıl şoka direnç depolama ve taşıma sırasındaki sıcaklık değişikliklerinde ürünü korumaktadır. Soğuk zincir, ürünün saklanması/taşınması aşamasında ve beklenmedik durumlarda elektrik kesintileri nedeni ile oluşan termal şoklar, açık buzdolabı ortamı, termal koruma olmadan yapılan taşımalar ürünün kalitesini etkilediğinden, ısı şok dayanım testi sütli buz benzeri ürünler için oldukça önemlidir ve miks bileşimi buna göre modifiye edilmelidir (Kasprzyk vd., 2016).

**Çizelge 4.15.** Yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin ısıl şok dayanım testi sonrası erime miktarı ve ilk damlama süresi değerlerine ilişkin LSD testi sonuçları

<b>Bitkisel Yağlı Sütlü Buz Çeşidi</b>	<b>N</b>	<b>Erime Miktarı (g/60 dk)</b>	<b>İlk Damlama Süresi (dk)</b>
<b>İK</b>	9	48,27 <sup>b</sup>	14,60 <sup>a</sup>
<b>IH</b>	9	44,08 <sup>b</sup>	12,53 <sup>b</sup>
<b>IW</b>	9	48,31 <sup>b</sup>	11,50 <sup>b</sup>
<b>IC</b>	9	54,17 <sup>a</sup>	11,59 <sup>b</sup>
<b>IF</b>	9	45,39 <sup>b</sup>	14,42 <sup>a</sup>
<b>IP</b>	9	38,13 <sup>c</sup>	11,17 <sup>bc</sup>
<b>Depolama Süresi (Gün)</b>			
<b>1</b>	18	46,03 <sup>a</sup>	12,43 <sup>a</sup>
<b>30</b>	18	44,18 <sup>a</sup>	12,31 <sup>a</sup>
<b>60</b>	18	48,96 <sup>a</sup>	13,17 <sup>a</sup>
<b>Anova</b>			
<b>Örnek (Ö)</b>	5	**	**
<b>Depolama Süresi (D)</b>	3	ns	ns
<b>Ö x D</b>	15	ns	ns

( \* ) p<0,05 düzeyinde önemli, ( \*\* ) p<0,01 düzeyinde önemli, (ns) önemli değil  
Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır.

Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerindeki depolama süresi boyunca ısıl şok dayanım testi sonrası a) erime miktarı ve b) ilk damlama süresi değişimi Şekil 4.8' de verilmektedir.



**Şekil 4.8.** Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerindeki depolama süresi boyunca ısı şok dayanım testi sonrası a) erime miktarı ve b) ilk damlama süresi değişimi

#### 4.4. Bitkisel Yağlı Sütlü Buz Örneklerinin Tekstürel Özellikleri

Dondurma ve sütlü buz ürünlerinin kompleks kolloidal sistemler olması nedeni ile, üretimi süresince arzu edilen tat, ağız hissi, lezzet ve tekstürü ile ilgili birçok özelliği göz önünde bulundurulduğunda yapısal özellikleri ve hacmi ürünün kalitesini etkilemektedir (Syed vd., 2018).

Esansiyel yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin tekstürel analiz değerlerine ait varyans analizleri sonuçları Çizelge 4.16'da verilmiştir. Varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin sertlik (hardness) değerleri arasındaki farklılık örnek çeşidi, örnek çeşidi ve depolama süresi interaksyonu açısından istatistiksel olarak önemsiz (ns), depolama süresi açısından önemli ( $p<0,01$ ) bulunmuştur.

Gıda maddesinin yüzeyi ile temas ettiği yüzey (dış, dil, damak veya prop) arasındaki çekim kuvvetini yenmek için gerekli işi tanımlayan dış yapışkanlık ya da tutunabilirlik (Baysal & Ozcan, 2020) değerleri arasındaki farklılık örnek çeşidi ve depolama süresi interaksyonu açısından istatistiksel olarak önemsiz (ns), örnek çeşidi ve depolama süresi açısından önemli ( $p<0,01$ ) olarak belirlenmiştir.

Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin iç yapışkanlık (cohesiveness) değerleri arasındaki farklılık örnek çeşidi ve depolama süresi interaksyonu, örnek çeşidi ve depolama süresi açısından istatistiksel olarak önemsiz (ns) bulunmuştur.

Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin esneklik (springiness) değerleri arasındaki farklılık örnek çeşidi, örnek çeşidi ve depolama süresi interaksyonu açısından istatistiksel olarak önemsiz (ns), depolama süresi açısından önemli ( $p<0,01$ ) saptanmıştır.

Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin sakızımsılık (gumminess) değerleri arasındaki farklılık örnek çeşidi ve depolama süresi interaksyonu açısından istatistiksel olarak önemsiz (ns), örnek çeşidi ve depolama süresi açısından önemli ( $p<0,01$ ) bulunmuştur.

Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin çiğnenebilirlik (chewiness) değerleri arasındaki farklılık örnek çeşidi ve depolama süresi interaksyonu açısından istatistiksel olarak önemsiz (ns), depolama süresi açısından önemli ( $p<0,01$ ), örnek çeşidi açısından önemli ( $p<0,05$ ) olarak belirlenmiştir.

Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin elastikiyet (resilience) değerleri arasındaki farklılık örnek çeşidi, örnek çeşidi ve depolama süresi interaksyonu açısından istatistiksel olarak önemsiz (ns), depolama süresi açısından önemli ( $p<0,01$ ) bulunmuştur.

Dondurulmuş karışımı oluşturan maddeler, diğer bileşenler ile birlikte kullanıldığında tek başına olduklarının dışında sinerjik etkiler gösterebilmektedir. Stabilizatörler ve emülgatör gibi bileşenler de, yapıyı korumaya yardımcı, erimeyi azaltan, serbest suyu bağlayan, çırpma yeteneğini geliştiren, dondurulmuş karışımlarda kıvam arttıran ve emülsiyonu sağlayan çeşitli aktif mekanizmaları ile tekstürü etkilemektedir (Syed vd., 2018). Bu interaksyonların ve kullanılan yağ katkılarının zincir uzunluğu ve doymuşluk derecesine göre yağ asitleri bileşiminin tekstürel değişimler üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir.

Yapıda belirli bir deformasyonu sağlamak için uygulanması gereken kuvvet sertlik olarak tanımlanmaktadır (Baysal & Ozcan, 2020). Duyusal olarak ise, azı dişleri arasında gıdanın sıkıştırılması için gereken güçtür. Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin sertlik değerlerine ait LSD testi sonuçları incelendiğinde; sertlik değeri tüm örneklerde benzer olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.16).

Dış yapışkanlık değerlerine ait sonuçlar incelendiğinde; en yüksek dış yapışkanlık değeri chia tohumu yağı (IC), ceviz yağı (IW) ve fındık yağı (IH) içeren örneklerde tespit edilmiştir. En düşük değer ise palm yağı içeren örneklerde belirlenmiştir (Çizelge 4.16).

Gıda maddesinin yapısını oluşturan iç bağların gücünü açıklayan iç yapışkanlık ve deforme edici kuvvet kaldırıldıktan sonra deformasyondan önceki haline dönme hızı olarak tanımlanan esneklik değerleri açısından tüm örneklerde benzer sonuçlar bulunmuştur (Çizelge 4.16).



Sakızımsılık, bir gıda maddesinin yutmaya hazır hale gelene kadar deformasyonu için gerekli enerji değeridir. Sakızımsılık değerlerine ait LSD testi sonuçları incelendiğinde; en yüksek sakızımsılık keten tohumu yağı (IF), chia tohumu yağı (IC) ve fındık yağı (IH) içeren örneklerde tespit edilmiştir (Çizelge 4.16).

Çiğnenebilirlik değerlerine ait sonuçlar incelendiğinde; en yüksek çiğnenebilirlik değeri chia tohumu yağı (IC), keten tohumu yağı (IF), ceviz yağı (IW) ve fındık yağı (IH) ve kabak çekirdeği yağı (IP) içeren örneklerde saptanmıştır. Elastikiyet değerlerine ait LSD testi sonuçları incelendiğinde tüm örneklerde benzer sonuçlar tespit edilmiştir (Çizelge 4.16). Değişen yağ bileşimi, buz kristali boyutu, buz fazı hacmi ve reolojik dengenin dondurma benzeri ürünlerin tekstürünü etkilediği Muse & Hartel (2004) tarafından vurgulanmaktadır.

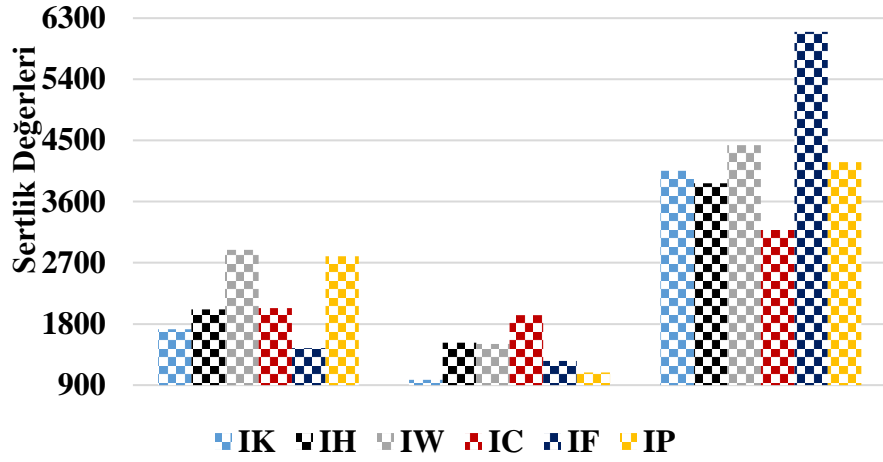
Örneklerin depolama süresine ait LSD testi değerleri incelendiğinde sertlik, dış yapışkanlık, iç yapışkanlık, esneklik, sakızımsılık, çiğnenebilirlik ve elastikiyet değerlerinde belirgin farklılıklar saptanmıştır ( $p<0,01$ ). Sertlik, esneklik, sakızımsılık, çiğnenebilirlik ve elastikiyet depolama boyunca artarken, dış yapışkanlık ise azalmıştır (Çizelge 4.16).

Esansiyel yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin depolama süresi boyunca a) sertlik, b) dış yapışkanlık ve c) iç yapışkanlık değerlerinde meydana gelen değişim Şekil 4.9'da, d) esneklik, e) sakızımsılık ve f) çiğnenebilirlik değerlerinde meydana gelen değişim Şekil 4.10'da, esansiyel yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin depolama süresi boyunca g) elastikiyet değerinde meydana gelen değişim ise Şekil 4.11'de verilmiştir.

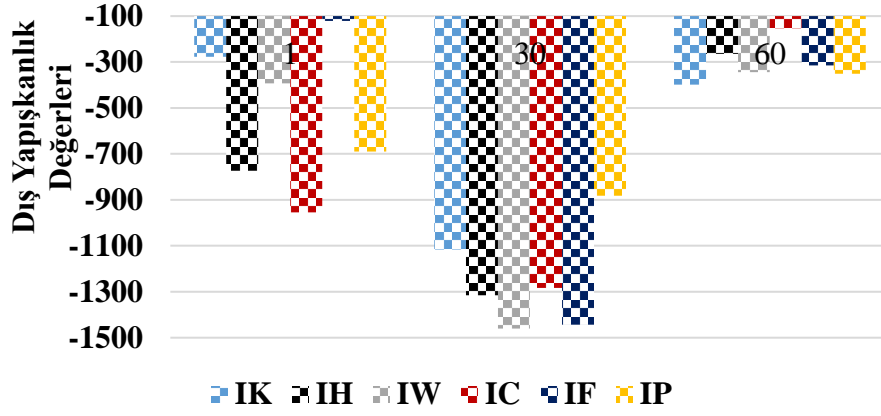
**Çizelge 4.16.** Yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin tekstürel özelliklerine ait varyans analiz testi sonuçları

Bitkisel Yağlı Sütlü Buz Çeşidi	N	Sertlik (Hardness, g)	Dış Yapışkanlık (Adhesiveness, gs <sup>-1</sup> )	İç Yapışkanlık (Cohesiveness)	Esneklik (Springiness, mm)	Sakızımsılık (Gumminess, gs <sup>-1</sup> )	Çiğnenebilirlik (Chewiness, gmm <sup>-1</sup> )	Elastikiyet (Resilience)
<b>IK</b>	9	2227,30 <sup>a</sup>	-596,90 <sup>c</sup>	0,26 <sup>a</sup>	0,55 <sup>a</sup>	575,10 <sup>c</sup>	378,70 <sup>b</sup>	0,05 <sup>a</sup>
<b>IH</b>	9	2470,30 <sup>a</sup>	-784,50 <sup>a</sup>	0,27 <sup>a</sup>	0,54 <sup>a</sup>	794,80 <sup>a</sup>	536,30 <sup>a</sup>	0,06 <sup>a</sup>
<b>IW</b>	9	2943,70 <sup>a</sup>	-732,40 <sup>a</sup>	0,22 <sup>a</sup>	0,53 <sup>a</sup>	685,00 <sup>b</sup>	356,60 <sup>b</sup>	0,05 <sup>a</sup>
<b>IC</b>	9	2380,50 <sup>a</sup>	-797,00 <sup>a</sup>	0,27 <sup>a</sup>	0,56 <sup>a</sup>	708,90 <sup>a</sup>	499,50 <sup>a</sup>	0,05 <sup>a</sup>
<b>IF</b>	9	2933,30 <sup>a</sup>	-627,90 <sup>b</sup>	0,30 <sup>a</sup>	0,52 <sup>a</sup>	819,90 <sup>a</sup>	517,70 <sup>a</sup>	0,07 <sup>a</sup>
<b>IP</b>	9	2686,90 <sup>a</sup>	-640,80 <sup>b</sup>	0,25 <sup>a</sup>	0,63 <sup>a</sup>	556,40 <sup>c</sup>	429,90 <sup>a</sup>	0,04 <sup>a</sup>
<b>Depolama Süresi (Gün)</b>								
<b>1</b>	18	2149,90 <sup>b</sup>	-534,90 <sup>b</sup>	0,28 <sup>a</sup>	0,43 <sup>b</sup>	540,50 <sup>b</sup>	316,70 <sup>b</sup>	0,06 <sup>b</sup>
<b>30</b>	18	1368,10 <sup>b</sup>	-1250,90 <sup>a</sup>	0,23 <sup>a</sup>	0,44 <sup>b</sup>	237,90 <sup>c</sup>	115,30 <sup>b</sup>	0,03 <sup>c</sup>
<b>60</b>	18	4303,10 <sup>a</sup>	-304,10 <sup>c</sup>	0,28 <sup>a</sup>	0,79 <sup>a</sup>	1291,70 <sup>a</sup>	927,40 <sup>a</sup>	0,08 <sup>a</sup>
<b>Anova</b>								
<b>Örnek (Ö)</b>	5	ns	**	ns	ns	**	*	ns
<b>Depolama Süresi (D)</b>	3	**	**	ns	**	**	**	**
<b>Ö x D</b>	15	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

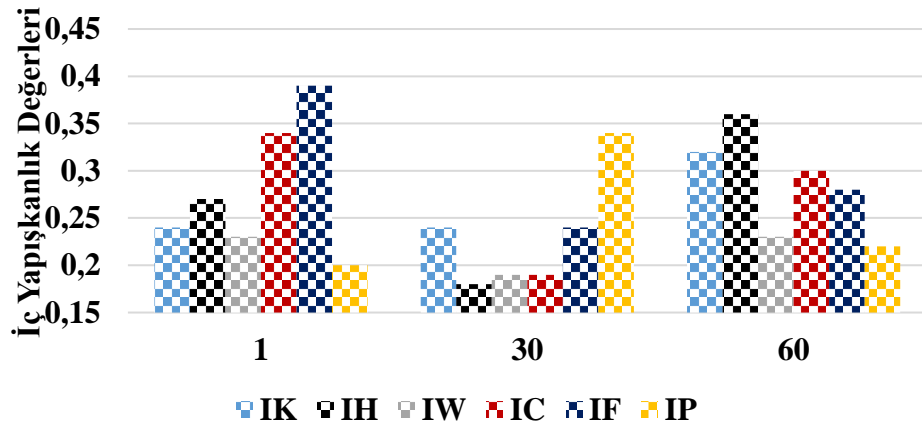
(\*) p<0,05 düzeyinde önemli, (\*\*) p<0,01 düzeyinde önemli, (ns) önemli değil. Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır.



(a)

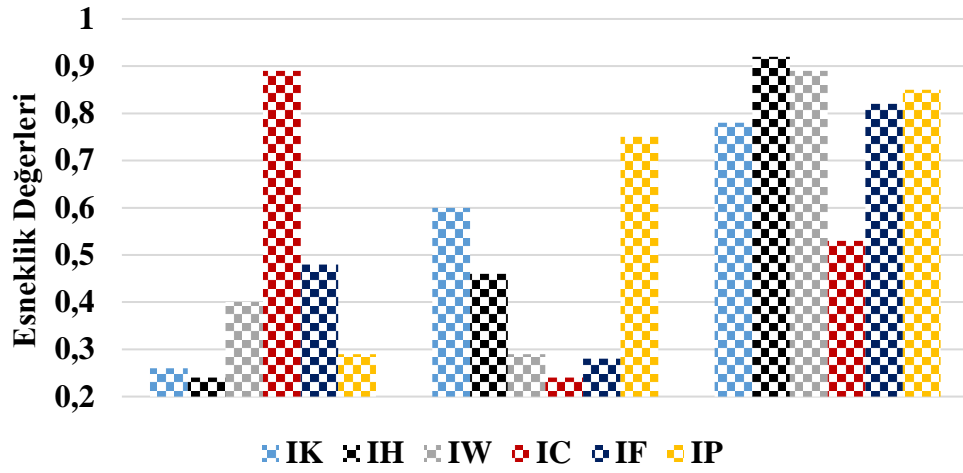


(b)

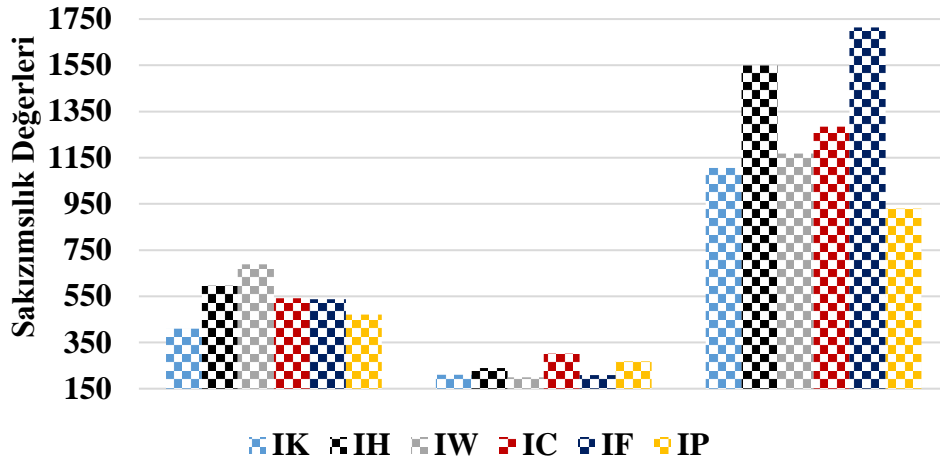


(c)

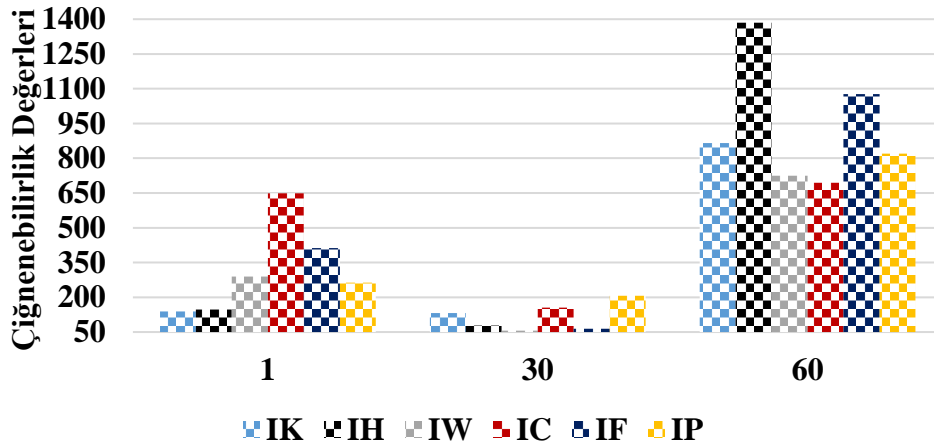
Şekil 4.9. Bitkisel yağlı sütü buz örneklerindeki depolama süresi boyunca a) sertlik, b) dış yapışkanlık ve c) iç yapışkanlık özelliklerindeki değişim



(a)

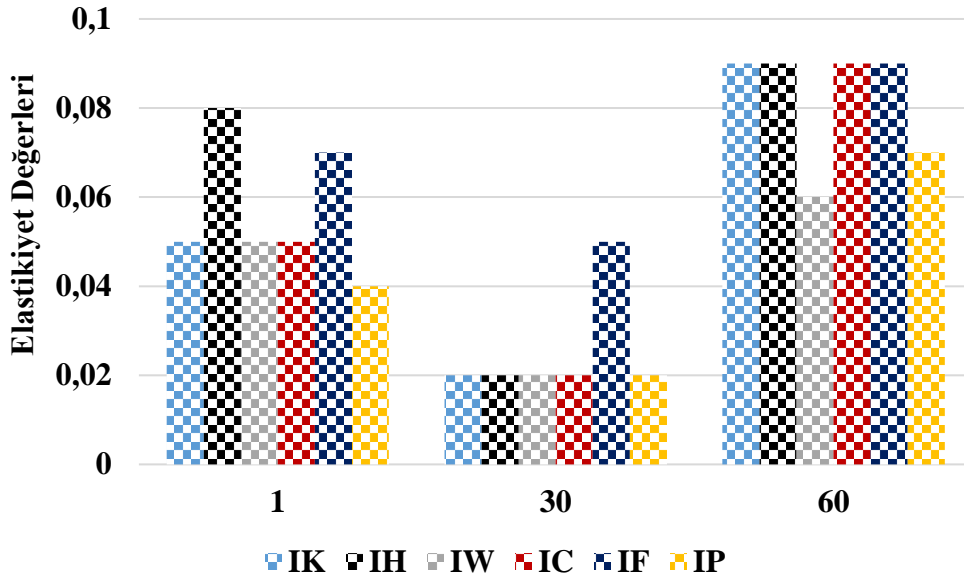


(b)



(c)

**Şekil 4.10.** Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerindeki depolama süresi boyunca a) esneklik, b) sakızimsılık ve c) çiğnenebilirlik özelliklerindeki değişim.



**Şekil 4.11.** Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerindeki depolama süresi boyunca elastikiyet özelliğindeki değişim

#### 4.5. Bitkisel Yağlı Sütlü Buz Örneklerinin Duyusal Özellikleri

Yeni ürün geliştirmenin prensipleri, ürünün tadı, dokusu ve görünümü gibi duysal niteliklerin tüketici tutumları ve sağlık önyargılarıyla bütünleşmesini gerektirmektedir. Duyusal ve davranışsal değişkenler ürün satışını ve gıda tüketimini etkileyen faktörler arasında sayılmaktadır. Duyusal değerlendirmede, gıda ile etkileşimde olan reolojik, tribiyolojik faktörler ve lipofilik yapının tat molekülleri tarafından algılanma derecesi de tercihleri belirlemektedir (Keser & Ozcan, 2020).

Yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin duysal kantitatif tanımlayıcı analiz (QDA) değerleri Çizelge 17 ve Çizelge 18 de verilmiştir. Panelistlerin genel olarak değerlendirilmesinde, bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinde okside tat, metalik tat, pişmiş süt tadının düşük derecedeki yoğunlukta hissedildiğine dair sonuçlar elde edilmiştir. Süt yağı, vanilya, ağızda hissedilen karakteristik yoğun aroma maddelerinde ise panelistler orta derece tat hissettiklerini belirtmişlerdir.

Fındık yağı (IH), ceviz yağı (IW), chia tohumu yağı (IC) ve keten tohumu yağı (IF) kullanılan sütlü buz örneklerinde bu yağlara özgü spesifik tat ve aroma orta derece hissedilirken, kabak çekirdeği yağı (IP) aroması örneklerde yüksek yoğunlukta kaydedilmiştir (9-11). Palm yağı içeren örneklerde yüksek düzeyde vanilya aroması belirtilmiştir (10-12). Fındık yağı, ceviz yağı, chia tohumu yağı, keten tohumu yağı ve kabak çekirdeği yağı kullanılan örneklerde depolama süresince hissedilen fındık, ceviz, chia tohumu, keten tohumu ve kabak çekirdeği aromalarının artış gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.17).

Tatlılığın tüm örneklerde orta derece yoğunlukta hissedildiği (8-10) ve depolama süresince hissedilen tatlılık derecesinde azalma olduğu görülmüştür. Acılık düşük yoğunlukta hissedilmiştir (4>). Örneklerde depolama süresi boyunca ekşi ve umami tat düşük derecede hissedilmiştir (0,5>).

Acılık, ekşilik, okside ve umami tat kabak çekirdeği yağı içeren IP örneğinde az da olsa hissedilmiştir. Süt yağı aroması ve tatlılık palm yağı içeren örnekte (IK) daha fazla algılanmıştır. Karamelize tat IW örneğinde (0,9>) ve pişmiş süt tadı IH örneğinde kaydedilmiştir (0,3>).

Tüm örneklerde kıvamlılık özelliği (kaşıkla ve ağızda) ve kaşık girintisi özelliği orta derecenin üzerinde yoğunlukta hissedilmiştir ve depolama süresince belirli bir değişim gözlenmemiştir (~9). Buz kristali varlığı tüm örneklerde düşük düzeyde hissedilmiş ve depolama boyunca önze azalan sonra artan bir eğilim göstermiştir (0,5>). Pütürlü yapı sadece IP örneğinde düşük düzeyde görülmüştür (1-2).

Kremamsılık ve yapışkanlık özellikleri tüm örneklerde orta derece yoğunlukta hissedilmiş ve depolama boyunca belirgin farklılık saptanmamıştır (7-8). Yüzey parlaklığı tüm örneklerde orta derece yoğunlukta hissedilmiş ve depolama süresi boyunca hissedilen yoğunlukta azalma olduğu tespit edilmiştir (7-8). Taneli yapı (1>), hava kabarcığı (1-2) ve yağ sızması (0,05>) özellikleri tüm örneklerde en düşük yoğunlukta hissedilmiş veya hissedilmemiştir (Çizelge 4.18).

Esansiyel yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin duyuşal tüketici beğeni değerlerine (hedonik) ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.19'da verilmiştir.

Varyans analizleri sonuçları değerlendirildiğinde bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin görünüş/dış yüzey tekstürü, iç yapı tekstürü/yoğunluk değerleri, pürüzsüzlük ve erime kalitesi değerleri arasındaki farklılık örnek çeşidi, örnek çeşidi ve depolama süresi interaksyonu ve depolama süresi açısından istatistiksel olarak önemsiz (ns) bulunmuştur. Bitkisel yağlı sütlü buz örnekleri ilave edilen esansiyel yağ içerikli yağın ilavesi ile aynı derecede beğenilmiştir Çizelge 4.19).

Varyans analizleri değerlendirildiğinde bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin koku değerleri arasındaki farklılık örnek çeşidi ve depolama süresi interaksyonu açısından istatistiksel olarak önemsiz (ns), örnek çeşidi ve depolama süresi açısından önemli ( $p<0,01$ ) bulunmuştur. Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin koku değerlerine ait LSD testi sonuçları incelendiğinde; en yüksek koku değeri IK örneğinde ve IH örneğinde tespit edilmiştir. Beğeni depolama boyunca azalmıştır (Çizelge 4.19).

Varyans analizleri değerlendirildiğinde bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin tat değerleri arasındaki farklılık örnek çeşidi ve depolama süresi interaksyonu açısından istatistiksel olarak önemsiz (ns), örnek çeşidi ve depolama süresi açısından önemli ( $p<0,01$ ) bulunmuştur. Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin tat değerlerine ait LSD testi sonuçları incelendiğinde; en yüksek tat değeri IK, IH, IW ve IF örneklerinde saptanmış, depolama boyunca artmıştır (Çizelge 4.19).

Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin renk değerleri arasındaki farklılık örnek çeşidi, depolama süresi, örnek çeşidi ve depolama süresi interaksyonu açısından istatistiksel olarak önemli ( $p<0,01$ ) bulunmuştur. Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin renk değerlerine ait LSD testi sonuçları incelendiğinde, renk değerleri genel olarak örneklerde beğeni toplamıştır ancak en düşük renk değeri ise 4,46 değeri ile IP örneğinde tespit edilmiştir, beğeni depolama sonu azalmıştır (Çizelge 4.19).

Sütlü buz örneklerinin aroma değerleri arasındaki farklılık örnek çeşidi ve depolama süresi açısından istatistiksel olarak önemli ( $p<0,01$ ), örnek çeşidi ve depolama süresi interaksyonu açısından önemsiz (ns) bulunmuştur. Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin aroma değerlerine ait LSD testi sonuçları incelendiğinde aroma değerleri genel olarak tüm örneklerde benzerdir, depolama sonunda bu değer biraz azalmıştır (Çizelge 4.19).

Sütlü buz örneklerinin soğukluk hissi değerleri arasındaki varyans analizi farklılığı örnek çeşidi ve örnek çeşidi ve depolama süresi interaksyonu açısından istatistiksel olarak önemsiz (ns), depolama süresi açısından önemli ( $p<0,01$ ) bulunmuştur. Bitkisel yağlı sütlü buz örnekleri benzer özellikler göstermiştir ve soğukluk hissi depolama sonu azalmıştır (Çizelge 4.19).

Varyans analizleri değerlendirildiğinde bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin aftertaste değerleri arasındaki farklılık örnek çeşidi ve depolama süresi interaksyonu açısından istatistiksel olarak önemsiz (ns), örnek çeşidi ve depolama süresi açısından önemli ( $p<0,01$ ) bulunmuştur. Sütlü buz örnekleri benzer aftertaste değerleri gösterirken beğeni 60 günlük depolama sonunda biraz düşmüştür (Çizelge 4.19).

Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin genel kabul edilebilirlik değerleri arasındaki farklılık örnek çeşidi ve depolama süresi interaksyonu açısından istatistiksel olarak önemsiz (ns), örnek çeşidi ve depolama süresi açısından önemli ( $p<0,01$ ) bulunmuştur. Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin genel kabul edilebilirlik değerlerine ait LSD testi sonuçları incelendiğinde; en yüksek genel kabul edilebilirlik değeri 4,93 değeri ile IK örneğinde; en düşük genel kabul edilebilirlik değeri ise 3,96 değeri ile IP örneğinde tespit edilmiştir. Diğer örnekler (IH, IW, IC ve IF) IK'ya yakın değerde beğeni toplamıştır (Çizelge 4.19).

Esansiyel yağ asitleri ile zenginleştirilmiş sütlü buz örneklerinin satın alma niyeti değerleri arasındaki farklılık örnek çeşidi ve depolama süresi interaksyonu açısından istatistiksel olarak önemsiz (ns), örnek çeşidi ve depolama süresi açısından önemli ( $p<0,01$ ) bulunmuştur.



Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin satın alma niyeti değerlerine ait LSD testi sonuçları incelendiğinde; en yüksek satın alma niyeti değeri IK örneğinde ve IH örneğinde; en düşük satın alma niyeti değeri ise diğer örneklerden (4<) biraz düşük olarak 3,97 değeri ile IP örneğinde tespit edilmiştir. Kabak çekirdeği yağının yüksek polifenol içeriği, yoğun tat ve aroması ile rengi genel puanların düşmesinde etkili olmuştur (Cavallo vd., 2019).

Genel kabul edilebilirlik ve satın alma niyeti depolama sonu az bir düşüş göstermiştir (Çizelge 4.19). Ayrıca panelistler tarafından depolama sonunda chia ve keten tohumu yağı içeren örneklerde burukluk ve kabak çekirdeği yağı çeren örneklerde ise hafif acılık rapor edilmiştir. Genel olarak fındık ve ceviz yağı bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinde yağ ikamesi olarak beğeni toplamıştır.

**Çizelge 4.17.** Yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin duyuusal kantitatif tanımlayıcı analiz (QDA) değerlendirme sonuçları

ÇEŞİTLER	IK			IH			IW			IC			IF			IP		
	1	30	60	1	30	60	1	30	60	1	30	60	1	30	60	1	30	60
<b>Aromatik tatlar</b>																		
Vanilya	11,57	1,43	11,1	8,5	3,86	6,71	8,09	2,57	7	5	2	5,71	6,43	4,29	6,43	5,29	2,57	5,29
Pişmiş Süt Tadı	3,71	0	1	3,29	0	0,43	1,86	0	0	0,43	0	0	0,43	0	0	0,43	0	0
Süt Yağı	3	1,14	8,71	3,14	3,43	5,43	2,71	2,57	6,29	2,71	2,29	4,57	2,57	3,43	4,86	2,71	3,43	4
Karemelize	0,14	0	0	0,14	0	0	1,14	0	0	0,14	0	0	0	0	0	0,14	0	0
Okside	0,14	0	0	0,14	0	0	0,14	0	0	0,14	0	1,14	0	0	0,29	1	0	2
Metalik	0,14	0	0	0,14	0	0	0,14	0	0	0,14	0	0,43	0	0	0,14	0,71	0	1,14
Protein Katkısı Aroması	0,14	0	0	0,14	0	0	0,14	0	0	0,14	0	0	0	0	0	0,14	0	1
Buruk	0,14	0	1,14	2,29	0	0,43	1,57	0	0,71	4	0,29	2	2,29	0	1,86	2,14	0	3,43
Ağızda Yoğun Aroma	8,57	7,71	8,29	10	7,14	8,14	10,7	7,29	7,43	8,14	8,86	8	6,29	8,14	6,71	9,2	10,86	8
Süt Aroması	7,86	8	6,14	5,86	7,57	4,14	5,43	7,29	4,42	4,57	6,57	3,57	4,71	6,71	3,14	4,14	6,14	3,71
Yumurta Aroması	0,14	0	0	1,57	0	0	0,14	0	0	0	0	0	0,14	0	0	0,14	0	0
Karmaşık	0,14	0	0	0,14	0	0	1,57	0	0,57	2,14	0	2,14	0,14	0	1,43	0,14	0	2,71
Kirecimsi	0,14	0	0	0,14	0	0	0,14	0	0	0	0	0	0	0	0	0,14	0	0
Yağ Aroması	1,14	0	2,86	2	0	5,57	1,29	0	4,57	1,14	0	5	1,14	0	5	2,29	0	6
Fındık Aroması	0,14	0	0	5,86	7,57	9,71	0,14	0	0	0	0	0	0	0	0	0,14	0	0
Ceviz Aroması	0,14	0	0	0,14	0	0	7,14	7,57	9,71	2,14	0	0	0	0	0	0,14	0	0
Chia Tohumu Aroması	0,14	0	0	0,14	0	0	0,14	0	0	9,86	9,43	11,86	1,43	0	0	0,14	0	0
Keten Tohumu Aroması	0,14	0	0	0,14	0	0	0,14	0	0	2,14	0	0	7,14	9,14	9,14	0,14	0	0
Kabak Çekirdeği Aroması	0,14	0	0	0,14	0	0	0,14	0	0	0	0	0	0	0	9,14	11,71	12,86	
Bütirik Asit Tadı	0,14	0	1,71	0,14	0	1,14	0,14	0	1	0	0	2,14	0	0	2	0,29	0	1,14

0: En düşük yoğunluk

7-8: Orta derecede yoğunluk

15: En yüksek yoğunluk

**Çizelge 4.18.** Yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin duyuusal kantitatif tanımlayıcı analiz (QDA) değerlendirmesi sonuçları

ÇEŞİTLER	IK			IH			IW			IC			IF			IP		
	1	30	60	1	30	60	1	30	60	1	30	60	1	30	60	1	30	60
<b>Temel tatlar</b>																		
Tatlı	12	8,14	10,4	12	7,64	9,57	12	7,74	8,86	10	8	8	10,9	8,07	7,86	9,14	6,74	7,07
Acı	0,29	0	0	0,71	0	1,43	1	0	0,43	1,71	2,14	3,57	0,57	0,79	1	3,43	2,89	5
Ekşi	0,29	0	0	0,29	0	0	0,14	0	0	0,14	0	0,29	0,14	0	0,29	0,29	0	0,29
Umami	0,14	0	0	0,14	0	0,29	0,14	0	0,43	0,14	0	0	0,14	0	1,29	0,71	0	0,71
<b>Tekstürel Özellikler</b>	0,14	0	0	0,14	0	0	0,14	0	0	0,14	0	1,14	0	0	0,29	1	0	2
Kıvamlı (kaşıkla)	9,86	8,14	10	10	7,57	10	10	7,29	10	10	7,29	10,14	10,1	7,29	9,86	10	7,29	9,86
Kıvamlı (ağızda)	10,43	8,14	10	10,3	7,57	10	10,3	7,29	10	10,3	7,29	10,14	10,3	7,29	9,86	9,27	7,29	9,71
Kaşık Girintisi	10,71	8	10	11,4	7,14	10	11,4	7,29	10	11,4	7,29	9,86	11,4	7,29	9,57	11,36	7,29	9,71
Buz Kristali Varlığı	1,43	0	1,14	1,43	0	0	1,43	0,29	1	1,14	0,29	1	1,29	0	1	1,29	0	1,43
Pütürlü Yapı	2	0	0,29	0,43	0	0	0,29	0,29	0	0,29	0,29	1	0,14	0	1	1,57	0,43	2,29
Kremamsılık	8,43	5,71	6,86	9,43	6,43	7,43	9,57	5	6	10,4	5	5,14	10,9	5,43	6,29	10,71	5	5,86
Yapışkanlık	5,86	7,86	3,14	5,71	6,57	4,29	5,64	7,29	3,14	6,14	7,29	3	6,29	7,29	4	6,14	7,29	3,14
Yüzey Parlaklığı	9,71	8,14	7,43	10,9	8,43	7,29	10,7	7,29	6,43	10,6	7,86	7,43	10,7	7,57	7,71	10,14	6,71	0,86
Taneli Yapı	1	0	0	1,86	0	0	0,29	0	0	0,29	0	0	0,29	0	0	1,71	0	0
Hava Kabarcığı/Havalı	1,43	1,14	1,14	1,29	3,43	1,14	1,28	2	1,14	1,28	2	1,14	1,29	3,43	2,29	1,29	3,43	1,14
Yağ Sızması	0,14	0	0	0,14	0	0	0,14	0	0	0,14	0	0	0,14	0	0	0,14	0	0

0: En düşük yoğunluk

7-8: Orta derecede yoğunluk

15: En yüksek yoğunluk

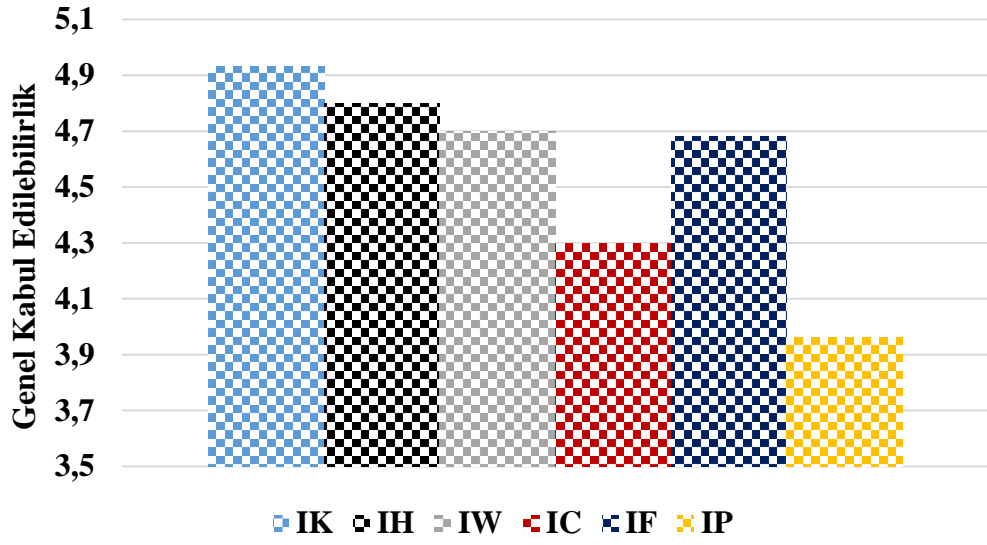
**Çizelge 4.19.** Yağ asitlerince zenginleştirilmiş bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin tüketici beğenisi değerlerine (hedonik) ait varyans analizi sonuçları

Bitkisel Yağlı Sütlü Buz Çeşidi	N	Görünüş/Dış YüzeY Tekstürü	İç Yapı Tekstürü/ Yoğunluk	Pürüzsüzlük	Koku	Tat	Renk	Aroma	Erime Kalitesi	Soğukluk Hissi	Aftertaste	Genel Kabul Edilebilirlik	Satın Alma Niyeti
<b>İK</b>	21	4,97 <sup>a</sup>	4,91 <sup>a</sup>	4,97 <sup>a</sup>	4,95 <sup>a</sup>	4,95 <sup>a</sup>	5,00 <sup>a</sup>	4,99 <sup>a</sup>	4,97 <sup>a</sup>	4,95 <sup>a</sup>	4,94 <sup>a</sup>	4,93 <sup>a</sup>	4,88 <sup>a</sup>
<b>İH</b>	21	5,00 <sup>a</sup>	4,95 <sup>a</sup>	5,00 <sup>a</sup>	4,81 <sup>ab</sup>	4,67 <sup>a</sup>	4,95 <sup>a</sup>	4,76 <sup>a</sup>	5,00 <sup>a</sup>	4,90 <sup>a</sup>	4,83 <sup>a</sup>	4,80 <sup>ab</sup>	4,81 <sup>a</sup>
<b>IW</b>	21	5,00 <sup>a</sup>	4,94 <sup>a</sup>	4,93 <sup>a</sup>	4,75 <sup>c</sup>	4,59 <sup>a</sup>	5,00 <sup>a</sup>	4,60 <sup>a</sup>	4,92 <sup>a</sup>	4,89 <sup>a</sup>	4,67 <sup>a</sup>	4,70 <sup>ab</sup>	4,67 <sup>b</sup>
<b>İC</b>	21	5,00 <sup>a</sup>	4,92 <sup>a</sup>	4,93 <sup>a</sup>	4,34 <sup>d</sup>	3,79 <sup>b</sup>	4,89 <sup>a</sup>	3,95 <sup>b</sup>	4,79 <sup>a</sup>	4,78 <sup>a</sup>	4,43 <sup>ab</sup>	4,30 <sup>bc</sup>	4,05 <sup>c</sup>
<b>İF</b>	21	5,00 <sup>a</sup>	4,92 <sup>a</sup>	4,92 <sup>a</sup>	4,75 <sup>c</sup>	4,50 <sup>a</sup>	4,90 <sup>a</sup>	4,55 <sup>ab</sup>	4,79 <sup>a</sup>	4,88 <sup>a</sup>	4,71 <sup>a</sup>	4,68 <sup>ab</sup>	4,61 <sup>c</sup>
<b>İP</b>	21	4,77 <sup>a</sup>	4,86 <sup>a</sup>	4,91 <sup>a</sup>	4,21 <sup>d</sup>	3,67 <sup>b</sup>	4,46 <sup>b</sup>	3,93 <sup>b</sup>	4,72 <sup>a</sup>	4,76 <sup>a</sup>	4,02 <sup>b</sup>	3,96 <sup>c</sup>	3,97 <sup>cd</sup>
<b>Depolama Süresi (G)</b>													
<b>1</b>	42	4,96 <sup>a</sup>	4,94 <sup>a</sup>	4,98 <sup>a</sup>	4,70 <sup>a</sup>	4,23 <sup>b</sup>	5,00 <sup>a</sup>	4,37 <sup>b</sup>	4,86 <sup>a</sup>	5,00 <sup>a</sup>	4,49 <sup>ab</sup>	4,51 <sup>ab</sup>	4,36 <sup>b</sup>
<b>30</b>	42	4,99 <sup>a</sup>	4,98 <sup>a</sup>	4,98 <sup>a</sup>	4,96 <sup>a</sup>	4,93 <sup>a</sup>	4,97 <sup>a</sup>	4,89 <sup>a</sup>	4,97 <sup>a</sup>	4,99 <sup>a</sup>	4,91 <sup>a</sup>	4,92 <sup>a</sup>	4,91 <sup>a</sup>
<b>60</b>	42	4,92 <sup>a</sup>	4,84 <sup>a</sup>	4,88 <sup>a</sup>	4,25 <sup>b</sup>	3,93 <sup>a</sup>	4,63 <sup>b</sup>	4,12 <sup>b</sup>	4,77 <sup>a</sup>	4,59 <sup>b</sup>	4,40 <sup>b</sup>	4,26 <sup>b</sup>	4,23 <sup>b</sup>
<b>Anova</b>													
<b>Örnek (Ö)</b>	5	ns	ns	ns	**	**	**	**	ns	ns	**	**	**
<b>Depolama Süresi (D)</b>	3	ns	ns	ns	**	**	**	**	ns	**	**	**	**
<b>Ö x D</b>	15	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns

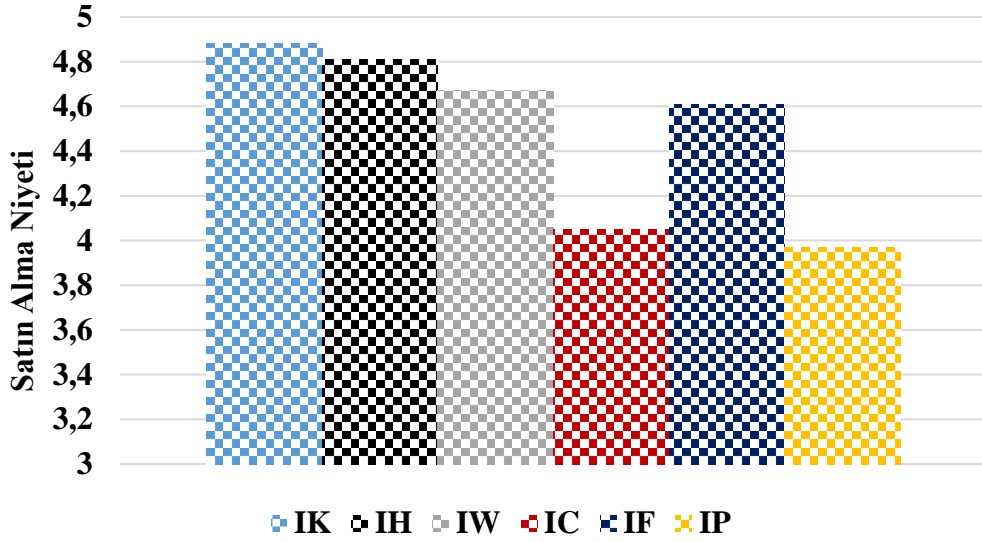
(\*) p<0,05 düzeyinde önemli, (\*\*) p<0,01 düzeyinde önemli, (ns) önemli değil. Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır.

+ Tüketici Beğenisi; 5-Çok beğendim, 4- Beğendim, 3- Ne beğendim ne beğenmedim, orta, 2- Beğenmedim, 1- Hiç beğenmedim

\*\*Satın Alma Niyeti; 5-Kesinlikle alırım, 4-Alırım, 3-Belki alırım, belki almam, 2-Almam, 1-Asla almam



Şekil 4.12. Bitkisel yağlı sütü buz örneklerindeki duyusal genel kabul edilebilirlik değerlerinin değerlendirilmesi



Şekil 4.13. Bitkisel yağlı sütü buz örneklerindeki depolama süresi boyunca duyusal satın alma niyetinin değerlendirilmesi

## 5. SONUÇ

Yenilikçi/tasarım gıdalar, geleneksel besin değerlerinin yanı sıra ek sağlık yararları sağlayan bileşikleri içeren zenginleştirilmiş gıdaları tanımlamaktadırlar. Ayrıca “fonksiyonel” veya “güçlendirilmiş” gıdalar olarak da adlandırılırlar ve çeşitli hastalıkların riskini azaltmak için geleneksel tıpta uzun yıllardır bir kullanım geçmişine sahiptirler. Nutrasötik özellikteki bu alternatif gıdaların tercihi, beslenme alışkanlıklarını değiştirme ihtiyacını ortadan kaldırmakta ve yeterli miktarda besin bileşeni yeni ürünler ile diyetlerdeki eksiklikleri gidermektedir. Bu sayede insanlar için gıdayı sağlamak ve açlığı gidermenin yanı sıra beslenme kaynaklı kronik hastalıkların önlenmesi ve yaşam kalitesinin artması da sağlanmaktadır.

Son yıllarda nüfus artış hızına bağlı olarak doğada mevcut kaynakların aşırı miktarda kullanımı ve artan gıda üretimi beraberinde çevresel, sosyal ve ekonomik pek çok sorunu getirmektedir. Gelecek nesillerin yeterli gıdaya ulaşabilmesi için birçok üründe çevreci, ekonomik ve besleyici olan yeni alternatifler ortaya çıkmaktadır.

Süt sektöründe süt bileşenlerinin alternatiflerine olan talebin giderek artmasındaki en önemli faktörler hayvansal gıda üretimi ile bağlantılı olan sera gazı emisyonu, laktoz intoleransı, inek sütü proteini alerjisi, hiperkolesterolemi gibi sağlık sorunları ve vegan/vejeteryan diyet tercihleri olmaktadır. Yapılan çalışmalar içerisinde pek çok gıdada olduğu gibi süt ve süt ürünleri de besin içeriği zenginleştirme çalışmaları yapılan ürünler içerisinde yer almaktadır. Bunda tüketicilerin beslenme konusunda farkındalığının artması ve fonksiyonel özellikleri geliştirilmiş gıdaları tercih etmesi etkili olmaktadır.

Esansiyel yağ asitleri ve  $\omega$ -3 yağ asitleri ile daha sağlıklı hale getirilmiş gıdalar, kolay erişilebilirlikleri ve uzun zincirli PUFA'lara atfedilen sağlık yararları konusunda artan tüketici bilinci nedeniyle fonksiyonel gıda pazarından giderek artan bir pay almaktadır.  $\omega$ -6 yağ asitlerinin etkisini dengelemek için, özellikle ALA'nın EPA ve DHA'ya düşük oranda dönüşümü göz önüne alındığında, yeterli miktarda  $\omega$ -3 yağ asidi alımı gerekmektedir. Bu, belirtilen yağ asitleri bakımından zengin ve yeterli gıda kaynaklarının tüketimini zorunlu hale getirmektedir. Bu anlamda tüketici beklentilerinde  $\omega$ -3 ve  $\omega$ -6 PUFA'larla zenginleştirilmiş çeşitli gıdaların geliştirilmesine yönelik ilgi artmaktadır.

Türk Gıda Kodeksi Yenilebilir Buzlu Ürünler Tebliği (Tebliğ No: 2005/43)'n de bitkisel yağlı sütlü buz; sütlü buz ürünleri genel tanımına uyan, bitkisel yağ ve/veya süt yağı ve/veya yumurta yağını ağırlıkça en az %5 oranında içeren ve süt proteini dışında protein içermeyen ve süt proteini içeriği ağırlıkça en az %2,2 olan sütlü buz ürünlerini ifade etmektedir.

Bu çalışmada, esansiyel yağ asitleri, omega-3, omega-6, omega-9 ve biyoaktif bileşenlerce zengin palm yağı, fındık yağı, ceviz yağı, chia tohumu yağı, keten tohumu yağı ve kabak çekirdeği yağı'nın alternatif fonksiyonel katkı maddesi olarak bitkisel yağlı sütlü buz üretiminde kullanımının araştırılması ve ticari bileşimde palm yağı içeren kontrol örneği ile karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Araştırma sonucunda, miks bileşiminin standardize edilmiş olmasına bağlı olarak, örneklerde fizikokimyasal ve tekstürel açıdan genel anlamda benzer değerler saptanmıştır. Ancak, dış yapışkanlık, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik gibi spesifik dokusal ve duysal özellikler ile bağlantılı parametreler de değişimler belirlenmiştir.

Örneklerde ilave yağın karakteristik yağ asitleri özelliklerine bağlı olarak değişen SAFA, MUFA, omega-3, omega-6, omega-9 oranları saptanmıştır. SCFA, MCFA, LCFA ve VLCFA değerleri de palm yağı, fındık yağı, ceviz yağı, chia tohumu yağı, keten tohumu yağı ve kabak çekirdeği yağının bileşimine göre değişkenlik göstermiştir.

Zincir uzunluğuna göre yağ asitleri kompozisyonu incelendiğinde kısa zincirli yağ asitleri (SCFA) oranı ve orta zincirli yağ asitleri (MCFA) oranı en yüksek palm yağı içeren örneklerde (IK), uzun zincirli yağ asitleri (LCFA) oranı en yüksek fındık yağı içeren örneklerde (IH), çok uzun zincirli yağ asitleri (VLCFA) oranı ise en fazla chia tohumu yağı içeren örneklerde (IC) saptanmıştır.

Bitkisel yağlı sütlü buz örneklerinin doymuşluk derecesine göre yağ asitleri bileşimi incelendiğinde doymuş yağ asitleri (SAFA) oranı en yüksek palm yağı içeren örneklerde (IK), tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) oranı en yüksek fındık yağı içeren örneklerde

(IH), çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) oranı en yüksek chia tohumu yağı içeren örneklerde (IC) belirlenmiştir. Omega-3 yağ asitleri oranı en yüksek chia tohumu yağı içeren örneklerde (IC), omega-6 yağ asitleri oranı en yüksek ceviz yağı içeren örneklerde (IW), omega-9 yağ asitleri oranı ve omega-6/omega-3 oranı ise yine en yüksek fındık yağı içeren örneklerde (IH) tespit edilmiştir.

Oksidasyonun derecesini ifade eden asit sayısı (mg KOH/g) değeri doymuş yağ asidi oranı yüksek olan palm yağı içeren örneklerde (IK) daha düşük olarak saptanmıştır.

Termal şok sütlü buzun kalitesinde değişikliklere ve suyun yeniden kristalleşmesine neden olabilmektedir. Tekrarlanan termal şoklara karşı dondurma benzeri ürünlerin direnci oldukça önemlidir. İlave edilen esansiyel yağ katkıları sütlü buz örneklerinde erime miktarı, ilk damlama süresi ve ısı şok sonrası erime oranlarında belirgin farklılıklar yaratmamıştır. Doymuş yağ içeriği yüksek palm yağı içeren örnekler (IK) biraz daha yüksek bir direnç gösterirken, chia tohumu yağı içeren örnekler (IC) diğerlerine göre daha kısa sürede erime göstermiştir.

Duyusal olarak örnekler genel anlamda benzer ve yüksek beğeni almış, ancak kabak çekirdeği yağı içeren örnekler (IP) için panelistlerin beğeni tercihleri azalmıştır.

Son yıllarda, sürdürülebilir gıda ve beslenme anlayışı ile birlikte değişen ihtiyaçları karşılamak ve sağlıklı gıdaların tüketicilere ulaşmasını sağlamak için alternatif kaynakların kullanımı ile ilgili araştırmalar devam etmektedir. Sonuç olarak esansiyel yağ asitlerince zengin palm yağı, fındık yağı, ceviz yağı, chia tohumu yağı, keten tohumu yağı ve kabak çekirdeği yağı ilavesi ile üretilen sütlü buzların süt yağı ya da palm yağı ile üretilenlere göre iyi bir alternatif olarak kullanılabileceği saptanmıştır. Yeni formüle edilmiş bitkisel yağlı fonksiyonel dondurma bazlı ürünlerde, daha iyi erime direnci sergileyen ve tüketiciler için trend olan sağlık yaklaşımlarına cevap veren proses tekniklerinin, ürün formülasyonlarının ve ambalajların optimize edilmesinin de daha sonraki çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.



## KAYNAKLAR

- Acı, C., Özcan, T. (2007). Dondurmada buz kristallerinin oluşumunu etkileyen faktörler. *U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21 (2), 1-12.
- Alasalvar, C., Shahidi, F., Ohshima, T., Wanasundara, U., Yurttaş, H.C., Liyanapathirana, C.M., Rodrigues, F.B. (2003). Turkish tumbul hazelnut (*Corylus avellana* L.) 2. Lipid caharacteristics and oxidative stability. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 3797-3805.
- Alp, H. (2021). Flax seed. *Gastroenterology Pancreatology and Hepatobiliary Disorders*. 5(5), 1-2.
- Amaral, J.S., Casal, S., Pereira, J.A., Seabra, R.M., Oliveira, B.P.P. (2003). Determination of sterol and fatty acid compositions, oxidative stability, and nutritional value of six walnut (*Juglans regia* L.) cultivars grown in Portugal. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51 (26), 7698-7702.
- Amara, S., Abdelmelek, H., Garrel, C., Guiraud, P., Douki, T. (2008). Preventive effect of zinc against cadmium-induced oxidative stress in the rat testis. *Journal of Reproduction and Development*, 54(2), 129-134.
- Amri, I.N. (2011). The lauric (Coconut and Palm Kernel) oils. *Oils in Food Technology, Composition Properties, and Uses*, (2), 169-197.
- Anonim, (2005). Türk Gıda Kodeksi Yenilebilir Buzlu Ürünler Tebliği, (Tebliğ No: 2005/43).
- Anonim, (2021). Ürün Raporu Fındık. *Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü*, 26.
- Anonim, (2022). Ulusal beslenme konseyi yağ bilim komisyonu raporu. Sağlık Bakanlığı Yayın No: 1225, Ankara, 84s.
- AOAC, (2000). Official Methods of Analysis of AOAC International, Maryland, USA.
- Ardabili, A.G., Farhoosh, R., Khodaparast, M.H. (2011). Chemical composition and physicochemical properties of pumpkin seeds (*Cucurbita pepo* Subsp. *pepo* Var. *Styriaka*) Grown in Iran. *Journal of Agricultural Science and Techology*, 13, 1053-1063.
- Asres, A.M., Woldemariam, H.W., Gemechu, F.G. (2022). Physicochemical and sensory properties of ice cream prepared using sweet lupin and soymilk as alternatives to cow milk. *International Journal of Food Properties*, 25 (1), 278-287.
- Atik, J., Diddens, D., Thienenkamp, J.H., Brunklaus, G., Winter, M., Paillard, E. (2021). Cation assisted Lithium-Ion transport for high performance PEO-based ternary

solid polymer electrolytes. *Angewandte Chemie (International Edition in English)*, 60 (21), 11919-11927.

- Bacchetta, L., Aramini, M., Zini, A., Di Giammatteo, V., Spera, D., Drogoudi, P., Rovira, M., Silva, A.P., Solar, A., Botta, R. (2013). Fatty acids and alpha-tocopherol composition in hazelnut (*Corylus avellana* L.): Achemometric approach to emphasize the quality of European germplasm. *Euphytica*, 191, 57-73.
- Baeza-Jiménez, R., Lopez-Martínez, L.X., García-Varela, R., García, H.S. (2017). Lipids in fruits and vegetables: Chemistry and biological activities. *Fruit and Vegetable Phytochemicals, Chemistry and Human Health*, 1, 423-449.
- Bada, J.C., Leon-Camacho, M., Prieto, M., Alonso, L. (2004). Characterization of oils of hazelnuts from Asturias, Spain. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 106, 294-300.
- Badr, S.E., Shaaban, M., Elkholy, Y.M., Helal, M.H., Hamza, A.S., Masoud, M.S., El Safty, M.M. (2011). Chemical composition and biological activity of ripe pumpkin fruits (*Cucurbita pepo* L.) cultivated in Egyptian habitats, *Natural Product Research, Formerly Natural Product Letters*, 25(16), 1524-1539.
- Baysal, S., Ozcan, T. (2020). Characterization and consumer liking of white cheeses from different milk fermentation: Correlation between sensory and instrumental analyses. *International Food Research Journal*, 27(6), 1132-1140.
- Belitz, H.D., Grosch, W., Ans Schieberle, P. (2009). Milk and dairy products. *Food Chemistry*, 498-545.
- Binkoski, A. E., Kris-Etherton, P.M., Wilson, T.A. (2005). Balance of unsaturated fatty acids is important to a cholesterol-lowering diet: Comparison of mid-oleic sunflower oil and olive oil on cardiovascular disease risk factors. *Journal of the American Dietetic Association*, 105, 1080-1086.
- Bolliger S., Goff H. D., Tharp B. W. (2000). Correlation between colloidal properties of ice cream mix and ice cream. *International Dairy Journal*, 105, 303-309.
- Borow, K.M., Mason, R.P., Vijayaraghavan, K. (2017). Eicosapentaenoic acid as a potential therapeutic approach to reduce cardiovascular risk in patients with endstage renal disease on hemodialysis: A review. *CardioRenal Medical*, 8, 18-30.
- Bucher, H.C., Peter, H., Christian, S., Meier, G. (2002). n-3 polyunsaturated fatty acids in coronary heart disease: a meta-analysis of randomized controlled trials. *The American Journal of Medicine*, 112 (4), 298-304.
- Cagliari, A., Zolet, A., Maraschin, F. S., Andrade, C., Pinheiro, M.M., Margis, R. (2011). Evolutionary view of acyl-CoA diacylglycerol acyltransferase (DGAT), a key enzyme in neutral lipid biosynthesis. *BMC Evolutionary Biology*, 11, 263.

- Cavallo, C., Cicia, G., Del Giudice, T., Sacchi, R., Vecchio, R. (2019). Consumers' perceptions and preferences for bitterness in vegetable foods: The case of extra-virgin olive oil and Brassicaceae-A narrative review. *Nutrients*, 11(5), 1164.
- Ceylan, O., Ozcan, T. (2020). Effect of the cream cooling temperature and acidification method on the crystallization and textural properties of butter. *LWT-Food Science and Technology*, 132, 109806.
- Chee, C.P., Djordjevic, D., Faraji, H., Decker, E.A., Hollender, R., McClements, D.J. (2007). Sensory properties of vanilla and strawberry flavoured ice cream supplemented with omega-3 fatty acids. *Milchwissenschaft-Milk Science International*, 62, 66-69.
- Crews, C., Hough, P., Godward, J., Brereton, P., Lees, M., Guiet, S., Winkelmann, W. (2005). Study of the main constituents of some authentic hazelnut oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 4843-4852.
- Duman, E., Keser, E. (2018). Palm yağı ve sağlık üzerine etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 9 (3), 54-58.
- Dumont, M.J., Ngadi, M. (2015). Palm Oil: Processing, characterization and utilization in the food industry. *Food Bioscience*, 10, 26-41.
- Duran, D. (2020). The Pharmacological Evaluation of Flax Seed Oil. *Journal of Current Medical Research and Opinion*, 3, 459-464.
- Djuricic P.C., Calder. (2021). Beneficial outcomes of omega-6 and omega-3 polyunsaturated fatty acids on human health: *Nutrients*, 13, 2421.
- Edem, D.O. (2002). Palm Oil: Biochemical, physiological, nutritional, hematological, and toxicological aspects: A review. *Plant Foods Human Nutrition*, 57, 319-341.
- Ekinci, Y.F., Okur, O.D., Ertekin, B., Seydim, Z.G. (2008). Effects of probiotic bacteria and oils on fatty acid profiles of cultured cream. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 110 (3), 216-224.
- Erdoğdu, M., Geçgel, Ü. (2019). Chia tohumu (*Salvia hispanica* L.) ve yağının fizikokimyasal özellikleri ve gıda sektöründe değerlendirilmesi. *Journal of Food and Feed Science- Technology* 21, 9-17.
- Espin J.C., Soler-Rivas C., Wichers H.J. (2000). Prepared from Triticum (wheat germ) lipids and its characterization of the total free radical scavenger ca- activity against human leukemic cell lines. *Journal of Food Science and Technology*, 48, 648-656.
- Fayed, A., Abo El-Naga, M., Khallaf, M., Eid, M. (2020). Value addition to frozen desserts through incorporation of pumpkin solids and uf milk permeate. *Arab Universities Journal of Agricultural Sciences*, 28, 857-870.

- Froyen, E., Burns-Whitmore, B. (2020). The effects of linoleic acid consumption on lipid risk markers for cardiovascular disease in healthy individuals: A review of human intervention trials. *Nutrients*, 12, 2329.
- Ganesan, B., Brothersen, C., McMahon, D.J. (2014). Fortification of foods with  $\Omega$ -3 polyunsaturated fatty acids. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1, 98-114.
- Gee, P.T. (2007). Analytical characteristics of crude and refined palmo and fractions *European Journal of Lipid Science and Technology*, 109, 373-379.
- Giacobbe, D. R., Vena, A., Bassetti, M. (2020). The novel Chinese coronavirus (2019-nCoV) infections: Challenges for fighting the storm. *European Journal of Clinical Investment*, 50 (3), 13209.
- Gidding, S.S., Dennison, B.A., Birch, L.L., Daniels, S.R., Gilman, M.W., Lichtenstein, A.H., Rattay, K.T., Steinberger, J., Stettler, N., Horn, L.V. (2005). Dietary recommendations for children and adolescents. *Journal of American Heart Association*, 112, 2061-2075.
- Goff, H.D., Hartel, R.W. (2013). Ice Cream. *New York: Springer*, 371.
- Goh, K.T., Ye, A., Dale, N. (2006). Characterisation of ice cream containing flax seed oil. *International Journal of Food Science and Technology* 41, 946-953
- Gonzalez, S., Duncan, S.E., Keefe, S.F.O., Sumner, S.S., Herbein, J.H. (2003). Oxidation and textural characteristics of butter and ice-cream with modified fatty acid profiles. *Journal of Dairy Science*, 86, 70-77.
- Gossell-Williams, M., Davis, A., O'Connor, N. (2006). Inhibition of testosterone-induced hyperplasia of the prostate of sprague-dawley rats by pumpkin seed oil. *Journal of Medicinal Food*, 9 (2), 284-286.
- Goyal, A., Sharma, V., Upadhyay, N., Gill, S., Sihag, M. (2014). Flaxand flaxseed oil: An ancient medicine & modern functional food. *Journal of Food Science and Technology*, 51, 1633-1653.
- Gowda, A., Sharma, V., Goyal, A., Singh, A.K., Arora, S. (2018). Process optimization and oxidative stability of omega-3 ice cream fortified with flaxseed oil microcapsules. *Journal of Food Science and Technology*, 55, 1705-1715.
- Gumus, C.E., Gharibzahedi, S.M.T. (2021). Yogurts supplemented with lipid emulsions rich in omega-3 fatty acids: New insights into the fortification, microencapsulation, quality properties, and health-promoting effects. *Trends in Food Science and Technology*, 110, 267-279.
- Güven M., Kalender M., Taşpınar T. (2017). Effect of using different kinds and ratios of vegetable oils on ice cream quality characteristics. *Foods*, (7), 104.

- Hamilton, H.A., Newton, R., Auchterlonie, N.A., Müller, D. B. (2020). Systems approach to quantify the global omega-3 fatty acid cycle. *Nature Food*, 1, 59-62.
- Haque, M.M., Rahman, M.N, Alam, M.J., Akter, S. (2016). Possible approach for maintaining effective omega-6/ omega-3 fatty acid ratio from mixed vegetable oils. *Journal of Environmental Sciences and Natural Resources*, 9 (2), 65-69.
- Harris, W.S., Poston, W.C., Haddock, C.K. (2007). Tissue n-3 and n-6 fatty acids and risk for coronary heart disease events. *Atherosclerosis*, 193, 1-10.
- Honda, T., Kabashima, K. (2019). Prostanoids and leukotrienes in pathophysiology of atopic dermatitis and psoriasis. *International Immunology*, 31, 589-595.
- Hooper, L., Song, F., Worthington, H.V., Summerbell, C.D., Moore, H.J., Biswas, P. (2018). Omega-3 fatty acids for the primary and secondary prevention of cardiovascular disease. *The cochrane database of systematic reviews*, 3 (3), 3177.
- Iqbal, M.W., Riaz, T., Mahmood, S., Bilal, M., Manzoor, M.F., Qamar, S.A., Qi, X. (2022). Fucoidan-based nanomaterial and its multifunctional role for pharmaceutical and biomedical applications. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 5, 1-27.
- Ilsanuriyan, P., Shanmugam, M. (2018). Rheological, physiochemical and sensory properties of no fat to high fat ice creams samples prepared using stabilizer/emulsifier blends created with liquid and powder polysorbate-80. *Food Ingredients Group, Research and Development Division, AquAgri Processing Private Limited, B5, SIPCOT Industrial Complex, Manamadurai - 630 606*.
- Ixtaina, V.Y., Nolasco, S.M., Tomas, M.C. (2008). Physical properties of chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. *Industrial Crops and Products*, 28, 286-93.
- Ixtaina, V.Y., Vega, A., Nolasco, S.M., Tomás, M.C., Gimeno, M., Bárzana, E., Tecante, A. (2010). Supercritical carbon dioxide extraction of oil from Mexican chia seed (*Salvia hispanica* L.): Characterization and process optimization. *Journal of Supercritical Fluids*, 55, 192-99.
- Ixtaina, V.Y., Martinez, M.L., Spotorno, V., Mateo, C.M., Maestri, D.M., Diehl, B.W.K., Nolasco, S.M., Tomas, M.C. (2011). Characterization of chia seed oils obtained by pressing and solvent extraction. *Journal of Food Compositiom Analyses*, 24, 166-74.
- Jamboonsri, W., Phillips, T.D., Geneve, R.L., Cahill, J.P., Hildebrand, D.F. (2012). Extending the range of an ancient crop, *Salvia hispanica* L. -a new  $\omega$ 3 source. *Genetic Resource and Crop Evolution*, 59, 171-78.
- Jensen, R.G. (1996). The lipids in human milk. *Progress in Lipid Research*, 35, 53-92.

- Jin, F., Nieman, D.C., Sha, W., Xie, G., Qiu, Y., Jia, W. (2010). Supplementation of milled chia seeds increases plasma ALA and EPA in postmenopausal women. *Plant Foods Human Nutrition*, 67, 105-110.
- Johnson, C.N., Bradford. (2014). Omega-3, omega-6 and omega-9 fatty acids: implications for cardiovascular and other diseases. *Journal of Glycomics and Lipidomics*, 4(4), 2153-0637.
- Karabulut, I., Topcu, A., Yorulmaz, A., Tekin, A., Sivri Özyay, D. (2005). Effects of the industrial refining process on some properties of hazelnut oil. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 107, 476-480.
- Karasu, S. (2009). Yenilebilir bitkisel yağlı sütlü buzun reolojik özelliklerinin optimize edilmesi. *Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences*, 66 s.
- Kerdiles, H., Rembold, F., Gallego, J. (2017). Comparison of global land cover datasets for cropland monitoring, *Remote Sensing*, 9 (11), 1118.
- Keser, G., Ozcan, T. (2020). Determining product development and consumer strategies with food texture - aroma interactions. *International Journal of Scientific and Technological Research*, 6, 10, 29-54.
- Khaizura, M., Loo, Y., Rukayadi, Y., Kuan, C., Chieng, B., Radu, S. (2018). In vitro antimicrobial activity of green synthesized silver nanoparticles against selected gram-negative foodborne pathogens. *Frontiers in Microbiology*, 9, 1565.
- Kikuchi, T., Takebayashi, M., Shinto, M., Yamada, T., Tanaka, R. (2013). Three new multiflorane-type triterpenes from pumpkin (*Cucurbita maxima*) seeds. *Molecules*, 18 (5), 5568-5579.
- Kris-Etherton, P., Rimm, E., Harris, W.S., Mozaffarian, D., Rudel, L.L., Appel, L.J., Engler, M.M., Sacks, F. (2009). Omega-6 fatty acids and risk for cardiovascular disease. *Circulation*, 119, 902-907.
- Kim, S., Meyers, S.L., Silva, J.L., Schilling, M.W., Wood, L.S. (2021). Sensory and nutritional characteristics of concept frozen desserts made from underutilized sweetpotato roots. *Horttechnology*, 31, 259-265.
- Kurtuldu, O., Ozcan, T. (2018). Effect of  $\beta$ -glucan on the properties of probiotic set yoghurt with *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* strain Bb-12. *International Journal of Dairy Technology*, 71 (1), 157-166.
- Larsson, S.C., Kumlin, M., Ingelman-Sundberg, M., Wolk A. (2004). Dietary long-chain n-3 fatty acids for the prevention of cancer: a review of potential mechanisms. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 79 (6), 935-945.

- Lei, L., Spradling, A. (2013). Female mice lack adult germ-line stem cells but sustain oogenesis using stable primordial follicles. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 120, 1915-2023.
- Lim, C.W., Norziah, M.H., Lu, H.F.S. (2010). Effect of flaxseed oil towards physicochemical and sensory characteristic of reduced fat ice creams and its stability in ice creams upon storage. *International Food Research Journal*, 17 (2), 393-403.
- List, J. A., Kraft, M.A., Livingston, J.A., Sadoff, S. (2022). Online Tutoring by College volunteers: experimental evidence from a pilot program. *American Economic Association Papers and Proceedings*, 112, 614-18.
- López-Martínez, M.I., Moreno-Fernández, S., Miguel, M. (2021). Development of Functional Ice Cream with Egg White Hydrolysates. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 25, 100334.
- Lu, J.H., Hsia, K., Lin, C.H., Chen, C.C., Yang, H.Y., Lin, M.H. (2019). Dietary supplementation with hazelnut oil reduces serum hyperlipidemia and ameliorates the progression of nonalcoholic fatty liver disease in hamsters fed a high-cholesterol diet. *Nutrients*, 11 (9), 2224.
- Lupette, J., Benning, C. (2020). Human health benefits of very-long-chain polyunsaturated fatty acids from microalgae, *Biochimie*, 178, 15-25.
- Madhusudhan, M.S., Sanchez, R., Pieper, U., Melo, F., Eswar, N., Sali, A. (2000). Protein structure modeling for structural genomics. *Nature Structural Biology*, 7, 986- 990.
- Marapana, R.A.U.J., Shanika, K.D.S., Kodagoda, K.H.G.K. (2018). Development of an omega- 3 fortified ice cream by using ground flaxseeds and microencapsulated fish oil as the source of omega-3. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 3, 58-64.
- Mariamnatu, A.H., Abdu, E.M. (2021). Overconsumption of omega-6 polyunsaturated fatty acids (PUFAs) versus deficiency of omega-3 PUFAs in modern-day diets: The disturbing factor for their “Balanced antagonistic metabolic functions” in the human body. *Journal of Lipids*, 17, 8848161.
- Marshall, R.T., Goff, H.D., Hartel, R.W. (2003). Ice Cream. *Open Journal of Animal Sciences*, 5, 11-54.
- McClements, D.J. (2016). Food emulsions principles, practices and techniques. *Food Emulsions*, 2, 714.
- Medeiros, A.C.D., Bolini, H.M.A. (2021). Plant-based frozen desserts: Temporal sensory profile and preference. *Brazilian Journal of Food and Technology*, 24, 2020037.

- Minj, J., Sudhakaran, A., Kumari, A. (2020). Significance of fortification of beneficial natural ingredients in milk and milk products. *Dairy processing: Advanced Research to Applications*, 87-118.
- Muse, M.R., Hartel, R.W. (2004). Ice cream structural elements that affect melting rate and hardness. *Journal of Dairy Science*, 87, 1-10.
- Nadeem, M., Abdullah, M., Ellahi, M.Y. (2009). Effect of milk fat replacement with pal olein on physico chemical and sensory characteristics of ice cream. *Pakistan Journal of Science*, 61, 210-214.
- Nazaruddin, A., Syaliza, A.S., Rosnani, A. (2008). The effect of vegetable fat on the physicochemical characteristics of dates ice cream. *International Journal of Dairy Technology*, 8, 11.
- Nielsen, N.S., Klein, A., Jacobsen, C. (2009). Effect of ingredients on oxidative stability of fish oil-enriched drinking yoghurt. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 111, 337-345.
- Ng, E., Ho, P.C., Yeung, W.S.B., Schooling, M. (2020). Age-specific reference ranges of serum anti-müllerian hormone in healthy women and its application in diagnosis of polycystic ovary syndrome: A population study. *International Journal of Obstetrics and Gynaecology*, 127, 6.
- Nindrea, R.D., Aryandono, T., Lazuardi, L., Dwiprahasto, I. (2019). Protective effect of omega-3 fatty acids in fish consumption against breast cancer in Asian patients: A meta-analysis. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, 20 (2), 327-332.
- Nkang, A., Omokaro, D., Egbe, A., Amanke, G. (2004). Variations in fatty acid proportions during desiccation of *Telfairia occidentalis* seeds harvested at physiological and agronomic maturity. *African Journal of Biotechnology*, 2(2), 33-39.
- Okada M., Mitsuhashi, H. (2002). *Newly Revised Illustrated Medicinal Plants of World*. Hokuryukan Publishing Co., Ltd., Tokyo, Japan.
- Okuyama, H. (2001). High n-6 to n-3 ratio of dietary fatty acids rather than serum cholesterol as a major risk factor for coronary heart disease. *European Journal Lipid Science Technology*, 103, 418-422.
- Ong, A.S., Goh, S.H. (2002). Palm oil: A healthful and cost-effective dietary component. *Food and Nutrition Bulletin*, 23, 11-22.
- Ozkan, G., Koyuncu, M.A. (2005). Physical and chemical composition of some walnut (*Juglans regia* L) genotypes grown in Turkey. *Grasas y Aceites*, 56 (2), 141-146.
- Özdemir, F., Akıncı, İ. (2004). Physical and nutritional properties of four major commercial Turkish hazelnut varieties. *Journal of Food Engineering*, 63, 341-347.



- Pandule, V.S., Sharma, M., Devaraja, H.C., Surendra Nath, B. (2021). Omega-3 fatty acid-fortified butter: Preparation and characterisation of textural, sensory, thermal and physico-chemical properties. *International Journal Dairy Technology*, 74, 181-191.
- Park, J.M., Shin J.H., Bak, D.J., Kim, N.K., Lim, K.S., Yang, C.Y., Kim, J.M. (2014). Determination of shelf life for butter and cheese products in actual and accelerated conditions. *Korean Journal of Food Science Annual*, 34 (2), 245-251.
- Patel, S., Sawant Desai, V., Kelkar Mane, J., Enman, U., Rova, P., Christakopoulos, L., Matsakas. (2022). Futuristic food fortification with a balanced ratio of dietary  $\omega$ -3/ $\omega$ -6 omega fatty acids for the prevention of lifestyle diseases. *Trends in Food Science and Technology* 120, 140-153.
- Patel, G. (2005). Essential fats in walnuts are good for heart and diabetes. *Journal of The American Dietetic Association*, 105(7), 1096-1097.
- Pehlivanoğlu, H., Demirci, M., Toker, O. S., Konar, N., Karasu, S., Sagdic, O. (2018). Oleogels, a promising structured oil for decreasing saturated fatty acid concentrations: Production and food-based applications. *Critical reviews in food science and nutrition*, 58 (8), 1330-1341.
- Petkova, P., Doykina, I., Alexieva, D., Mihaylova, A., Popova. (2022). Characterization of fruit sorbet matrices with added value from zizyphus jujuba and stevia rebaudiana. *Foods*, 11, 2748.
- Pimentel, D., Burgess, M. (2013). Soil erosion threatens food production. *Agriculture*, 3(3), 443-463.
- Pon, S.Y., Lee, W.J., Chong, G.H. (2015). Textural and rheological properties of stevia ice cream. *International Food Research Journal*, 22(4), 1544-1549.
- Poursani, P., Razavi, S.M.A., Tehrani, M., Javidi, F. (2020). Rheological, physical, and sensory properties of non-fat ice creams as affected by selected fat replacers. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45, 2-11.
- Rajasekaran, A., Kalaivani, M. (2013). Designer foods and their benefits: A review. *Journal of Food Science and Technology*, 50, 1-16.
- Ramezani, M., Jafarian, S., Ahmadi, M., Nasirarie, L.R. (2022). Optimization of vegetable ice cream formulation based on almond milk and hazelnut oil. *Journal of Food Technology and Nutrition*, 19, 93-108.
- Riediger, N.D., Azordegan, N., Harris-Janz, S., Ma, D.W., Suh, M., Moghadasian, M.H. (2009). Designer oils low in n-6:n-3 fatty acid ratio beneficially modifies cardiovascular risks in mice. *European Journal Nutrition*, 31, 120-125.

- Rustan, A.C., Drevon, C.A., (2005). Leptin expression in human primary skeletal muscle cells is reduced during differentiation. *Journal of cellular biochemistry*, 96 (1), 89-96.
- Tagliamonte, S., Luca, L.D., Donato, A., Paduano, A., Balivo, A., Genovese, A., Romano, R., Paola Vitaglione, R., Sacchi, R. (2023). A ‘Mediterranean ice-cream’: sensory and nutritional aspects of replacing milk cream with extra virgin olive oil. *Journal of Functional Foods*, 102, 105470.
- Tong, S., Berner, L.A. (2016). Dairy processing and products. *Reference Module in Food Science*, 8, 596.
- Sambanthamurthi, R., Sundram, K., Tan, Y.A. (2000). Chemistry and biochemistry of palm oil. *Progress in Lipid Research*, 39 (6), 507-58.
- Sacchi, R., Caporaso, N., Squadrilli, G.A., Paduano, A., Ambrosino, M.L., Cavella, S. (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 (2), 100173.
- Saini, R.K., Keum, Y. (2018). Omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acids: Dietary sources, metabolism, and significance. *Life Sciences*, 203, 255-267.
- Sathasivam, R., Radhakrishnan, R., Hashem, A., Abdullah, E.F. (2019). Microalgae metabolites: A rich source for food and medicine. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 26 (4), 709-722.
- Selli, M.E., Heard, A., Landmann, J.H., Hansen, A.R., Papadopoulou, A. (2022). Antigen glycosylation regulates efficacy of CAR T cells targeting CD19. *Nature Communications*, 13, 3367.
- Scanferlato, R., Bortolotti, M., Sansone, A. (2019). Hexadecenoic fatty acid positional isomers and de novo PUFA synthesis in colon cancer cells. *International Journal of Molecular Science*, 20(4), 832.
- Sen, C.K, Khanna, S., Roy, S. (2007). Tocotrienols in health and disease: The other half of the natural vitamin E family. *Molecular Aspects of Medicine*, 28, 692-728.
- Shaviklo, G.R., Thorkelsson, G., Arason, S., Sveinsdottir, K., Rafipour, F. (2011). Chemical properties and sensory quality of ice cream fortified with fish protein. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 7, 1199–1204.
- Shaviklo A.R., Seyed-Nejad S.R., Mahdavi Adeli H.R. (2020). Determination of optimum level of omega 3 fish oil plus vitamin E and their effects on oxidative and sensory shelf stability in a traditional Persian ice cream formulation using a computer-aided statistical programme. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 19(1), 151-166.

- Shen, S., Gong, C., Jin, K., Zhou, L., Xiao, Y., Ma, L. (2022). Omega-3 fatty acid supplementation and coronary heart disease risks: a metaanalysis of randomized controlled clinical trials. *Frontiers in Nutrition*, 9, 809311.
- Shrestha, N., Sleep, S.L., Cuffe, J.S.M., Holland, O.J., Perkins, A.V., Yau, S.Y., McAinch, A.J., Hryciw, D.H. (2020). Role of omega-6 and omega-3 fatty acids in fetal programming. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, 47, 907-915.
- Simopoulos, A.P. (2016). An increase in the omega-6/omega-3 fatty acid ratio increases the risk for obesity. *Nutrients*, 8(3), 128.
- Singh, K.K., Mridula, D., Rehal, J., Barnwal, P. (2011). Flaxseed: A potential source of food, feed and fiber. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51(3), 210-222.
- Song, D., Khouryieh, H., Abughazaleh, A.A., Salem, M.M.E., Hassan, O., Ibrahim, S.A. (2011). Sensory properties and viability of probiotic microorganisms in chocolate ice cream supplemented with omega-3 fatty acids. *Milchwissenschaft-Milk Science International*, 66, 172-175.
- Souganidis, E., Laillou, A., Leyvraz, M., Moench-Pfanner, R. (2013). A comparison of retinyl palmitate and red palm oil  $\beta$ -carotene as strategies to address Vitamin A deficiency. *Nutrients*, 15, 3257-3271.
- Stevenson, D.G., Eller, F.J., Wang, L., Jane, J.L., Wang, T., Inglett, G.E. (2007). Oil and tocopherol content and composition of pumpkin seed oil in 12 cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(10), 4005-4013.
- Sundram, K., Sambanthamurthi, R., Tan, Y.A. (2003). Palm fruit chemistry and nutrition. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 12, 355-362.
- Sung, K.K., Goff, H.D. (2010). Effect of solid fat content on structure in ice creams containing palm kernel oil and high-Oleic sunflower oil. *Journal of Food Science*, 75 (3), 274-9.
- Syed, H.S., Pal, N., Khan, F.A. (2018). Review of solar photovoltaic and wind hybrid energy systems for sizing strategies optimization techniques and cost analysis methodologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 937-947.
- Temple, N.J. 2022. A rational definition for functional foods: A perspective. *Frontiers in Nutrition*, 9, 1-4.
- Turek, K., Wszolek, M. (2021). Comparative study of walnut and *Camelina sativa* oil as a functional components for the unsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid enrichment of kefir. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 147 (7), 111681.

- Türkmen, N., Gürsoy, A. (2017). Fonksiyonel Dondurma. *Akademik Gıda* 15(4), 386-395.
- Tsai, Y.S., Tong, Y., Cheng, J., Lee, C. (2006). Pumpkin seed oil and phytosterol-F can block testosterone/prazosin-induced prostate growth in rats. *Urologia Internationalis*, 77(3), 269-274.
- Tsamouris, G., Hatziantoniou, S., Demetzos, C. (2014). Lipid analysis of greek walnut oil (*Juglans regia* L.). *A Journal of Biosciences*, (1), 209.
- Tribole, E.F. (2006). Excess omega-6 fats thwart health benefits from Omega-3 fats. *British Medical Journal*, 332, 752-756.
- Ullah, R., Nadeem, M., Imran, M. (2017). Omega-3 fatty acids and oxidative stability of ice cream supplemented with olein fraction of chia (*Salvia hispanica* L.) oil. *Lipids in Health and Disease*, 16, 34.
- Umelo, M.C., Uzoukwu, A.E., Odimegwu, E.N., Agunwah, I., Njoku, N., Alagbaoso, S. (2014). Proximate, physicochemical and sensory evaluation of ice cream from blends of cow milk and tigernut (*Cyperus esculentus*) milk. *International Journal of Science Research Innovation and Technology*, 1(4), 63-76.
- Vella, M.N., Stratton, L.M., Sheeshka, J., Duncan, A.M. (2013). Exploration of functional food consumption in older adults in relation to food matrices, bioactive ingredients, and health. *Journal of Nutrition in Gerontology and Geriatrics*, 32, 122-144.
- Wijendran, V., Hayes, K.C. (2004). Dietary n-6 and n-3 fatty acid balance and cardiovascular health. *Annual Review Nutrition*, 24, 597-615.
- Wood, A.H.R., Zulyniak, M.A., Chappell, H.F. (2022). Dietary and supplemental longchain omega-3 fatty acids as moderators of cognitive impairment and Alzheimer's disease. *European Journal of Nutrition*, 61, 589-604.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Buket Tuğçe HARPUTLUGİL  
Doğum Yeri ve Tarihi : Elazığ /29.08.1991  
Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu  
Lise : Mehmet Koloğlu Anadolu Lisesi (2005-2009)  
Lisans : Ege Üniversitesi (2010-2015)  
Yüksek Lisans : Bursa Uludağ Üniversitesi (2020-2023)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar : ZEY-TUR-SAN Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş. (2016-2019)  
NATURA Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş. (Golf Dondurma)  
(2019-2022)  
PLADİS GLOBAL Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş. (2023-)

İletişim (e-posta) : buket.harputlugil@gmail.com

Yayınları :

Ozcan, T. and **Harputlugil, T.** (2021). Environmental Effects of Dairy Industry Wastes and Their Biotechnological Evaluation. Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludag University, 35(2), s. 415-433. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/bursauludagziraat>