

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI



MANDA SÜTÜNDEN OLEOJEL İLAVELİ FONKSİYONEL
DONDURMA ÜRETİMİ

Yüksek Lisans Tezi

Figen ÖNDER

Danışman

Prof. Dr. Fehmi YAZICI

II. Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Şirin OBA İLTER

Bu çalışma Ondokuz Mayıs Üniversitesi tarafından 1904.20.005 proje numarası ile desteklenmiştir.

SAMSUN
2022

TEZ KABUL VE ONAYI

Figen ÖNDER tarafından, Prof. Dr. Fehmi YAZICI ve Dr. Öğr. Üyesi Şirin OBA İLTER danışmanlığında hazırlanan “MANDA SÜTÜNDEN OLEOJEL İLAVELİ FONKSİYONEL DONDURMA ÜRETİMİ” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından 22.03.2022 tarihinde yapılan sınav sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

	Unvanı Adı Soyadı Üniversitesi Ana Bilim/Ana Sanat Dalı	İmza	Sonuç
Başkan	Prof. Dr. Hasan TEMİZ Ondokuz Mayıs Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı		<input checked="" type="checkbox"/>
			Kabul
			<input type="checkbox"/>
			Ret
Üye	Prof. Dr. Fehmi YAZICI Ondokuz Mayıs Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı		<input checked="" type="checkbox"/>
			Kabul
			<input type="checkbox"/>
			Ret
Üye	Doç. Dr. İlyas ATALAR Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü		<input checked="" type="checkbox"/>
			Kabul
			<input type="checkbox"/>
			Ret
Üye	Dr. Öğr. Üyesi Şirin OBA İLTER Amasya Üniversitesi Suluova Meslek Yüksek Okulu Gıda İşleme Bölümü		<input checked="" type="checkbox"/>
			Kabul
			<input type="checkbox"/>
			Ret

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

ONAY
... / ... / ...
Prof. Dr. Ali BOLAT
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Hazırladığım Yüksek Lisans tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin Kaynaklar 'da gösterilenlerden oluştuğunu, her unsurun enstitü yazım kılavuzuna uygun yazıldığını ve TÜBİTAK Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Yönetmeliği'nin 3. bölüm 9. maddesinde belirtilen durumlara aykırı davranılmadığını taahhüt ve beyan ederim.

Etik Kurul Gerekli mi ?

Evet (Gerekli ise ekler kısmına ekleyiniz)

Hayır

İmza
13/ 05/ 2022
Figen ÖNDER

TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI

Tez Başlığı: MANDA SÜTÜNDEN OLEOJEL İLAVELİ FONKSİYONEL DONDURMA ÜRETİMİ

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışması için şahsım tarafından 11.01.2022 tarihinde intihal tespit programından alınmış olan özgünlük raporu sonucunda;

Benzerlik oranı : % 9

Tek kaynak oranı : % 2 çıkmıştır.

İmza
13/ 05/ 2022
Prof. Dr. Fehmi YAZICI

ÖZET

MANDA SÜTÜNDEN OLEOJEL İLAVELİ FONKSİYONEL DONDURMA ÜRETİMİ

Figen ÖNDER

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans, Mayıs/2022

Danışman: Prof. Dr. Fehmi YAZICI

II. Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Şirin OBA İLTER

Dondurmada pürüzsüz doku ve erime sırasında çökmeye karşı direnci ile karakterize edilen yapının oluşabilmesi %10-14 arasında bulunan katı yağ içeriğine bağlıdır. Dondurma ürünlerindeki doymuş yağ asitlerinin yüksek içeriği diyetle tüketilmesi sonucu sağlık açısından sakınca yaratabileceğine dair çalışmalar yapılmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada dondurma üretiminde manda süt kreması yerine oleojel kullanımının dondurmanın kalitesine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla 2 farklı incir ve nar çekirdek yağ oleojellerinin 3 farklı oranı süt kreması yerine ikamesiyle dondurmalar üretilmiştir. Bu amaçla incir ve nar çekirdek yağ oleojellerinin 3 farklı oranda (%5, %10, 14; w/w) süt kreması yerine ilave edilmesiyle dondurmalar üretilmiştir ve tekstür, erime oranı, renk, duyuşal özellikleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Dondurma için kullanılacak oleojellerin farklı bileşenler ile oluşturulan formülasyonlarının optimizasyonu "D-optimal" deneysel tasarımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir ve bağımsız değişken parametreleri keçiyoynuzu gamı (X_1 , 0.05-0.3g/100g), balmumu (X_2 , 0.05-0.3g/100g), ve karnauba vaks (X_3 , 0.4-0.9g/100g) seçilirken kristalizasyon zamanı ölçümü, serbest yağ asitliği, tekstürel özellikleri, DSC ile termal özelliklerinin belirlenmesi ve GC-MS ile aroma ve uçucu profillerinin belirlenmesi ise yanıt olarak belirlenmiştir. Sonuçlar, doğrusal karışım ve karnauba vaks ile balmumu konsantrasyonlarının, daha karmaşık ve güçlü ağ oluşumu nedeniyle oleojellerin tekstürel özellikleri üzerinde etkisinin önemli olduğunu gösterilmiştir. İncir çekirdek yağ oleojellerinin en yüksek T_{pik} değeri 139.56°C bulunurken en düşük ise 57.74°C olarak gözlemlenmiştir. Optimum formülasyonu belirlenen incir ve nar çekirdek yağ oleojelleri dondurma üretiminde %5, %10 ve %14 olmak üzere farklı oranlarda kullanılmıştır. Tekstür analiz sonuçlarına göre %10 nar çekirdek yağ oleojel ilaveli örneğin sertlik değeri 641.73±45.87 N iken %10 incir çekirdek yağ ilaveli oleojelin sertlik değeri 569.04±34.42 N olarak bulunmuş olup en sert dondurmalar olarak belirlenmiştir. Genel olarak, optimum oleojel formülasyonu ile oleojellerin dondurma üretimine dahil edilmesi sağlıklı ticari dondurmaların üretilebilmesi için uygundur.

Anahtar Sözcükler: Nar ve incir çekirdek yağı, Dondurma, Oleojel, Optimizasyon

ABSTRACT

OLEOGEL ADDED FUNCTIONAL ICE CREAM PRODUCTION FROM BUFFALO MILK

Figen ÖNDER

Ondokuz Mayıs University

Institute of Graduate Studies

Department of Food Engineering

Master, May/2022

Supervisor: Prof. Dr. Fehmi YAZICI

II. Supervisor: Assist. Prof. Dr. Şirin OBA İLTER

The structure's formation, characterized by its smooth texture and resistance to collapse during melting in ice cream, depends on the solid fat content of 10-14%. Studies show that the high content of saturated fatty acids in ice cream products may cause health problems due to dietary consumption. For this reason, in this study, the influences of the oleogel use of the oleogel use instead of mandate milk cream in the production of ice cream were investigated. This study produced ice creams using fig and pomegranate seed oil oleogels in 3 different ratios (5%, 10%, and 14%) instead of milk cream. The effects of different ratios of different oleogels on the texture, melting rate, color, and sensory properties of ice cream were investigated. Optimization of the formulations of oleogels to be used for ice cream with different components was carried out using the "D-optimal" experimental design. As independent variables, the carob (X_1 , 0.05-0.3g / 100g), wax (X_2 , 0.05-0.3g / 100g), and carnauba wax (X_3 , 0.4-0.9g / 100g) was selected. Crystalization time measurement, free fatty acidity, textured properties, DSC and thermal properties and aroma and essential profiles with GC-MS were determined in response. The results have shown the effect of wax concentrations with carnauba wax due to more complex and powerful network formation on the texturable properties of oleogels. The highest peak value of fig seed oil oleogels was found at 139.56°C, and the lowest was 57.74°C. Fig and pomegranate seed oil oleogels, the optimum formulation of which was determined, were used in ice cream production at 5%, 10%, and 14%. According to the texture analysis results, the hardness value of the sample with 5% pomegranate seed oil oleogel addition was 414.30±36.82 N. In comparison, the hardness value of the oleogel with 5% fig seed oil was found to be 367.67±67 N, and it was determined as the hardest ice creams. In general, incorporating oleogels into ice cream production with optimum oleogel formulation is suitable for producing healthy commercial ice creams.

Keywords: Pomegranate and fig seed oil, Ice cream, Oleogel, Optimization

ÖN SÖZ VE TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinden ve tamamlanmasına kadar geçen sürede her türlü konuda değerli bilgilerini benimle paylaşan, çok değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Fehmi YAZICI (Ondokuz Mayıs Üniversitesi Gıda Mühendisliği A.B.D)' ya

Yüksek lisans öğrenimim ve tez çalışmam süresince deneyim ve bilgileri ile bana yol gösteren, hiçbir konuda desteğini esirgemeyen ve danışmanlığında çalışmaktan mutlu olduğum değerli eş danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Şirin OBA İLTER (Amasya Üniversitesi Suluova M.Y.O Gıda İşleme Bölümü)' e

Yüksek lisans eğitimimi tamamladığım Ondokuz Mayıs Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'ne ve deneyim ve bilgileri ile bana yol gösteren hocam Sayın Arş. Gör. Ayşegül BEŞİR' e

Laboratuvar çalışmalarımı yürüttüğüm Amasya Üniversitesi Merkezi Araştırma Uygulama Laboratuvarı Merkezi' ne ve burada çalışırken bilgi ve deneyimleri ile bana yol gösteren desteklerini esirgemeyen değerli hocalarıma

Vermiş oldukları finansal destek ile bu çalışmanın yürütülmesini Ondokuz Mayıs Üniversitesi Proje Yönetimi Ofisi (PYO) Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne (Proje No: BAP 1904.20.005)

Çalışmalarım boyunca desteğini hep yanında hissettiğim beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan ve gösterdiği fedakarlıklar neticesinde sonuçlandırdığım bu tezim için aileme

İçtenlikle saygı ve teşekkürlerimi sunarım

Figen ÖNDER

İÇİNDEKİLER

TEZ KABUL VE ONAYI	i
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI	ii
TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI.....	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT	iv
ÖN SÖZ VE TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
TABLolar DİZİNİ	x
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER.....	3
2.1. Oleojelasyon.....	3
2.2. Oleojel Jel Oluşum Mekanizması.....	4
2.3. Oleojel Üretiminde Kullanılan Organojelatörler	10
2.3.1. Monoasilgliseroller (MAG).....	12
2.3.2. Yağ Asitleri Ve Yağ Alkolleri.....	12
2.3.3. γ -Orizanol ve Fitosteroller	13
2.3.4. Sorbitan Monostearat ve Lesitin	13
2.3.5. Seramidler	13
2.3.6. Bitki Bazlı Balmumları	14
2.3.7 Keçiboynuzu gamı	16
2.4. Oleojelin Sağlık Üzerine Etkileri	16
2.5. Gıda Endüstrisinde Oleojel uygulamaları	18
2.6. Nar Çekirdeği Yağı.....	22
2.7. İncir Çekirdeği Yağı	24
2.8. Manda Sütü	27
2.9. Dondurma	28
3. MATERYAL VE YÖNTEM	32
3.1 Materyal.....	32
3.1.1 Oleojel.....	32
3.1.2. Dondurma.....	32
3.2. Yöntem	32
3.2.1. Oleojel Üretimi	32
3.2.2. Yüzey-Yanıt Yöntemi ile Oleojel Deneme Deseninin Oluşturulması	34
3.2.3. Dondurma Miksinin Hazırlanması.....	38
Şekil 3. 3. Dondurma üretim akış şeması	40
3.3. Oleojel Analizleri	41
3.3.1. Kuru madde Analizi.....	41
3.3.2. Su Aktivitesi analizi.....	41
3.3.3. Renk Analizi.....	41
3.3.4. Kristalizasyon zamanı ölçümü (KOZ)	41
3.3.5. Santrifüj Stabilite Testi	41
3.3.6. Serbest yağ asitliği	42
3.3.7. Tekstür Profil Analizi	42
3.3.8. DSC ile Termal Özelliklerin Belirlenmesi	43
3.3.9. GC-MS ile aroma ve uçucu profillerinin belirlenmesi.....	43
3.4. Dondurma Analizleri	44
3.4.1. pH Tayini	44
3.4.2. Titrasyon Asitliği Tayini	44
3.4.3. Kurumadde Tayini	45

3.4.4. Yağ Tayini.....	45
3.4.5. Erime Oranı.....	45
3.4.6. Tekstürel analiz.....	45
3.4.7. Renk Ölçümü.....	46
3.4.8. Duyusal Analizler.....	46
3.4.9. İstatistiksel Analizler.....	47
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	48
4.1. Oleojel Analizleri.....	48
4.1.1. Nar ve İncir Çekirdeği Yağı Oleojellerinin Su Aktivitesi Özellikleri.....	48
4.1.2. Nar ve İncir Çekirdeği Yağı Oleojellerinin Kuru Madde Özellikleri.....	51
4.1.3. Nar ve İncir Çekirdeği Yağı Oleojellerinin Kristalizasyon Zamanı Özellikleri ve Santrifüj Stabilite Testi.....	54
4.1.4. Nar ve İncir Çekirdeği Yağı Oleojellerinin Serbest Yağ Asitliği Değerleri.....	58
4.1.5. Nar ve İncir Çekirdeği Yağı Oleojellerinin Sertlik Özellikleri.....	62
4.1.6. Nar ve İncir Çekirdeği Yağı Oleojellerinin Renk Özellikleri.....	67
4.1.7. Nar ve İncir Çekirdeği Yağı Oleojellerinin DSC ile Termal Özelliklerin Belirlenmesi ve Oksidatif İndüksiyon Zamanı Ölçümü.....	72
4.1.8. Nar ve İncir Çekirdeği Yağı Oleojellerinin GC-MS ile Aroma Profillerinin Belirlenmesi.....	79
4.1.9. Nar ve İncir Çekirdeği Yağı Oleojellerinin Optimum Nokta Belirlenmesi.....	86
4.2. Dondurma Analizleri.....	90
4.2.1. Dondurmaya Oleojel İlavesinin pH Üzerine Etkisi.....	91
4.2.2. Dondurmaya Oleojel İlavesinin Titrasyon Asitliği Üzerine Etkisi.....	93
4.2.3. Dondurmaya Oleojel İlavesinin Kuru Madde Üzerine Etkisi.....	95
4.2.4. Dondurmaya Oleojel İlavesinin Yağ Üzerine Etkisi.....	97
4.2.5. Dondurmaya Oleojel İlavesinin Erime Oranı Üzerine Etkisi.....	99
4.2.6. Dondurmaya Oleojel İlavesinin Tekstürel (Sertlik) Üzerine Etkisi.....	104
4.2.7. Dondurmaya Oleojel İlavesinin Renk (<i>L</i> , <i>a*</i> , <i>b*</i>) Üzerine Etkisi.....	106
4.2.8. Dondurmaya Oleojel İlavesinin Duyusal Analiz Üzerine Etkisi.....	111
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	117
KAYNAKLAR.....	122
ÖZ GEÇMİŞ.....	143

SİMGELER VE KISALTMALAR

°C	:Santigrad derece
A°	:Işığın dalga boyunu ölçmekte kullanılan uzunluk ölçü birimidir. (10^{-10} m)
AS	:Asit Sayısı
Ca	:Kalsiyum
Cl	:Klor
ÇYO	:Çekirdeği yağı oleojeli
dk	:Dakika
DSC	:Diferansiyel Taramalı Kalorimetre
FA	:Uzun zincirli yağ asitleri
g	:Gram
HDL	:Yüksek yoğunluklu lipoprotein
HMOGs	:Yüksek molekül ağırlıklı oleojelatörler
K	:Potasyum
KOH	:Potasyum Hidroksit
KOZ	:Kristalizasyon Zamanı Ölçümü
LDL	:Düşük yoğunluklu lipoprotein
LMOGs	:Düşük molekül ağırlıklı oleojelatörler
MAG	:Monogliseroller
Mg	:Magnezyum
ml	:Mililitre
mm	:Milimetre
Na	:Sodyum
nm	:Nanometre
P	:Fosfor
rpm	:Dakikadaki devir sayısı
SMS	:Sorbitan monostearat
SYA	:% Serbest Yağ Asitliği
TG	:Trigliserit
α	:Alfa
γ	:Gama

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Oleojellerin, hidrojellerin, bigellerin ve emüljel yapılarının şematik gösterimi.....	7
Şekil 2.2. Jelatör moleküllerinin çeşitli olası kümelenme modları	8
Şekil 2.3. Balmumu.....	15
Şekil 2.4. Karnaubu vaksı.....	15
Şekil 2.5. Keçiboynuzu gamı.....	16
Şekil 2.6. Nar çekirdeği yağı	23
Şekil 2.7. İncir çekirdeği yağı.....	26
Şekil 3.1. Oleojel üretim akış şeması	34
Şekil 3.2. Nar çekirdeği ve incir çekirdeği yağı oleojel örnekleri.....	37
Şekil 3.3. Dondurma üretim akış şeması	40
Şekil 4.1. Nar çekirdek yağ oleojel içeriklerinin su aktivitesi model grafiği.....	50
Şekil 4.2. (a) nar çekirdek yağı ve (b) incir çekirdek yağı oleojel içeriklerinin kuru madde model grafiği.....	54
Şekil 4.3. Nar çekirdek yağı (a) ve incir çekirdek yağı oleojel (b) içeriklerinin son ürün kristalizasyon zamanı değerlerine etkisi karışım dizayn model grafiği.....	58
Şekil 4.4. Nar çekirdek yağı(a) ve incir çekirdek yağı oleojel (b) içeriklerinin son ürün serbest yağ asitliği değerlerine etkisi karışım dizayn model grafiği	62
Şekil 4.5. Nar çekirdek yağı (a) ve incir çekirdek yağı oleojel (b) içeriklerinin tekstür özellikleri sertlik değerlerine etkisi karışım dizayn model grafiği	67
Şekil 4.6. Nar çekirdek yağı (a) ve incir çekirdek yağı oleojel (b) içeriklerinin renk <i>L</i> değerlerine etkisi karışım dizayn model grafiği.....	72
Şekil 4.7. Nar çekirdek yağı oleojeli (a) kristalizasyon noktası ve incir çekirdek yağı oleojeli (b) erime noktası karışım dizayn model grafiği.....	79
Şekil 4.8. Nar çekirdek yağı oleojeli konjuge linoleik asit pik alanı karışım dizayn model grafiği	83
Şekil 4.9. İncir çekirdek yağı oleojeli linolenik yağ asit pik alanı karışım dizayn model grafiği	86
Şekil 4.10. Nar çekirdeği yağı oleojeli ve incir çekirdeği yağı oleojellerinin optimum nokta desirability değerleri dizayn model grafikleri.....	90
Şekil 4.11. Nar çekirdeği yağı oleojeli ilave edilmiş dondurma örnekleri erime oranı grafik değerleri.....	100
Şekil 4.12. İncir çekirdeği yağı oleojeli ilave edilmiş dondurma örnekleri erime oranları grafik değerleri.....	102
Şekil 4.13. Manda sütü kreması ilave edilmiş kontrol dondurma örnekleri erime oranları grafik değerleri.....	103
Şekil 4.14. Dondurma örnekleri duyu özellikleri tat ve koku, yapı ve kıvam ve görünüm özellikleri.....	116

TABLULAR DİZİNİ

Tablo 2. 1. Oleojel ile ilgili yapılan bilimsel çalışmalar	19
Tablo 3. 1. Oleojel deneme planlarına göre oluşturulan oleojel formülasyonu bileşimleri.....	33
Tablo 3. 2. Bağımsız değişkenlerin aralık ve sınır aktüel değerleri	35
Tablo 3. 3. D-optimal tasarımına göre oleojel bileşimine göre bağımsız değişkenlerin kodlanmış seviyeleri ve deneysel değerleri	35
Tablo 3. 4. Nar çekirdeği yağı ve incir çekirdeği yağı oleojeli ilaveli dondurma miks formülasyonu ve kontrol örneği miks formülasyonu tablosu	39
Tablo 3. 5. Kullanılan gaz kromatografi sistemi ve çalışma şartları	44
Tablo 3. 6. Duyusal analiz değerlendirme formu.....	46
Tablo 3. 7. Dondurma örneklerinin değerlendirilmesinde önerilen puanlama kılavuzu	47
Tablo 4. 1. Nar çekirdeği yağı oleojeli ve incir çekirdek yağı oleojelinin su aktivitesi değerleri.....	48
Tablo 4. 2. Farklı oranlarda ilave edilen keçiyoynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaksının nar ve incir çekirdek yağı oleojel örneklerinin su aktivitesi değerleri için varyans analiz sonuçları	49
Tablo 4. 3. Nar çekirdeği yağı oleojeli ve incir çekirdek yağı oleojelinin kuru madde değerleri.....	51
Tablo 4. 4. Farklı oranlarda ilave edilen keçiyoynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaksın nar ve incir çekirdeği yağı oleojel örneklerinin kuru madde değerleri için varyans analiz sonuçları	52
Tablo 4. 5. İncir çekirdeği yağı ve nar çekirdeği yağı oleojellerinin kristalizasyon zamanı ölçüm değerleri	54
Tablo 4. 6. Farklı oranlarda ilave edilen keçiyoynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaksının incir ve nar çekirdek yağı oleojel örneklerinin kristalizasyon zamanı değerleri için varyans analiz sonuçları.....	55
Tablo 4. 7. Nar çekirdeği yağı ve incir çekirdeği yağı oleojellerinin serbest yağ asitliği (oleik asit cinsinden) ve asit sayısı (mgKOH/g) değerleri.....	59
Tablo 4. 8. Farklı oranlarda ilave edilen keçiyoynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaksının nar ve incir çekirdek yağı oleojel örneklerinin serbest yağ asitliği (oleik asit cinsinden) değerleri için varyans analiz sonuçları	60
Tablo 4. 9. Nar çekirdeği yağı ve incir çekirdeği yağı oleojellerinin sertlik değerleri.....	63
Tablo 4. 10. Farklı oranlarda ilave edilen keçiyoynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaksının nar ve incir çekirdeği yağı oleojel örneklerinin sertlik değerleri için varyans analiz sonuçları.....	64
Tablo 4. 11. Nar çekirdeği yağı, incir çekirdeği yağı, balmumu, karnauba vaks ve keçiyoynuzu gamı renk değerleri	67
Tablo 4. 12. Nar çekirdeği yağı oleojeli renk değerleri.....	68
Tablo 4. 13. İncir çekirdeği yağı oleojeli renk değerleri	68
Tablo 4. 14. Farklı oranlarda ilave edilen keçiyoynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaksının nar ve incir çekirdek yağı oleojel örneklerinin Renk L değerleri için varyans analiz sonuçları.....	69

Tablo 4. 15. Farklı oranlarda ilave edilen keçiyoynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaksının nar ve incir çekirdek yağı oleojel örneklerinin renk a* değerleri için varyans analiz sonuçları.....	69
Tablo 4. 16. Farklı oranlarda ilave edilen keçiyoynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaksının nar ve incir çekirdek yağı oleojel örneklerinin renk b* değerleri için varyans analiz sonuçları.....	70
Tablo 4. 17. Oleojel formülasyonunda kullanılan balmumu ve karnauba vaksın erime ve kristalizasyon profilleri.....	74
Tablo 4. 18. Nar çekirdeği yağı oleojeli ve incir çekirdeği yağı oleojelinin DSC termogram özellikleri değerleri	75
Tablo 4. 19. Farklı oranlarda ilave edilen keçiyoynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaksının nar çekirdeği yağı oleojeli kristalizasyon noktası ve incir çekirdeği yağı oleojeli erime pik noktası değerleri için varyans analiz sonuçları	75
Tablo 4. 20. Farklı organojelatör kullanılarak hazırlanan nar çekirdek oleojellerinin toplam konjuge linolenik asitlerin pik alan değerleri.....	81
Tablo 4. 21. Nar çekirdeği yağı oleojel örneklerinin konjuge linolenik asitlerin pik alan değerleri üzerine işlem parametrelerinin etkisini gösteren varyans analizi sonuçları.....	81
Tablo 4. 22. Nar çekirdeği yağı ve oleojellerinin aroma bileşenleri ve pik alanları	82
Tablo 4. 23. Farklı organajelatör kullanılarak hazırlanan incir çekirdek oleojellerinin toplam linolenik asitlerin pik alan değerleri	84
Tablo 4. 24. İncir çekirdeği yağı oleojel örneklerinin linolenik asitlerin pik alan değerleri üzerine işlem parametrelerinin etkisini gösteren varyans analizi sonuçları.....	84
Tablo 4. 25. İncir çekirdeği yağı ve oleojellerinin aroma bileşenleri ve pik alanları	85
Tablo 4. 26. İncir çekirdeği yağı oleojeli ve nar çekirdeği yağı oleojeli optimum nokta formülasyonu	87
Tablo 4. 27. Nar ve incir çekirdek yağı oleojelleri için doğrulama deneyinde beklenen değerler tablosu	88
Tablo 4. 28. Dondurma üretiminde kullanılan çiğ manda sütü, yağsız manda sütü ve manda kreması analiz sonuçları	91
Tablo 4. 29. Dondurma örnekleri pH değerleri.....	92
Tablo 4. 30. Dondurma örnekleri % asitlik değerleri.....	94
Tablo 4. 31. Dondurma örnekleri kuru madde değerleri	96
Tablo 4. 32. Dondurma örnekleri % yağ değerleri.....	98
Tablo 4. 33. Dondurma örnekleri sertlik değerleri.....	104
Tablo 4. 34. Dondurma örnekleri L değerleri	106
Tablo 4. 35. Dondurma örnekleri a* değerleri.....	108
Tablo 4. 36. Dondurma örnekleri b* değerleri	109
Tablo 4. 37. Dondurma örneklerinin tat ve koku değerleri	111
Tablo 4. 38. Dondurma örneklerinin yap ve kıvam değerleri.....	113
Tablo 4. 39. Dondurma örneklerinin görünüm özellikleri.....	115

1. GİRİŞ

Dondurma, dünya çapında ve özellikle sıcak havalarda en çok tüketilen süt ürünlerinden biridir. Dondurma genellikle yüksek oranda süt ürünleri veya (%10-16) süt ürünü olmayan yağ içermektedir. Dondurmanın en önemli bileşenlerinden biri olan süt yağı ve yapısı birçok özellik için kritik öneme sahiptir. Bu özellikler arasında stabilite, optimal doku, ağızda bıraktığı his, iyi erime özellikleri, pürüssüz yapı, kremi özellik ve genel kayganlık hissini geliştirmede önemli rol oynamaktadır (Atik vd., 2021).

Bununla birlikte dondurmalar fonksiyonel bileşenler açısından zayıf özellik göstermektedir ancak basit şekerler, yüksek lipit miktarı ve kısa zincirli doymuş yağ asitlerinin bol miktarda bulunması nedeniyle orta derecede tüketilmelidir (Kurt ve Atalar, 2018). Bu sebeple son yıllarda düşük kalorili gıdalara ve sağlıklı bileşenlere artan talep nedeniyle küresel pazarda önemli miktarda dondurma çeşidi bulunmakta ve bunlar süt ürünü olmayan yağlarla formüle edilmektedir (Zulim Botega vd., 2013a). Ticari dondurma ürünlerinin doymuş yağ kaynaklarının azaltılmasının yanı sıra besin değerini artırmak için chia (Ullah vd., 2017), fındık yağı ve zeytinyağı (Güven vd., 2018), keten tohumu yağı (Gowda vd., 2018), çörek otu yağı gibi fitokimyasallar açısından zengin yağların gıda uygulamalarında fonksiyonel içerik olarak kullanılması önerilmiştir (Mukhtar vd., 2019).

Bu çalışma kapsamında tercih edilen nar çekirdek yağı bileşenleri yüksek oranda konjuge linolenik asit, özellikle punisik asit ve tokoferoller gibi diğer biyoaktif bileşikler içeriği nedeniyle önemlidir (Jing vd., 2012). Punisik asitin kanser önleme dahil olmak üzere sağlık açısından çeşitli faydalar sağladığı bilinmektedir (Grossmann vd., 2010). Nar çekirdeği yağının farmasötik ve nutrasötik özelliklerinden faydalanma ve meyve suyu ve konsantre endüstrilerinin bir yan ürünü olarak yıllık nar tohum atıklarının gıda endüstrilerinde farklı uygulama alanlarına sahip olabilmesi önemlidir (Goula ve Adamopoulos, 2012).

Bu çalışma kapsamında tercih edilen diğer bir yağ çeşidi ise linolenik asit bolluğu ile karakterize edilen ve %30'a kadar yağ içeriğine sahip olan incir çekirdek yağıdır. Tohumlarda bulunan diğer yağ asitleri sırasıyla linoleik, oleik, palmitik ve stearik asit içermektedir (Raj ve Joseph, 2011). İncir çekirdeği yağının doymamış yağ asitleri içermesi ve sağlığa potansiyel faydaları nedeniyle insan beslenmesinde yer

alması ve ticari üretiminin teşvik edilmesi gerektiğini (Icyer vd., 2017) ve incir çekirdeği yağının gıda katkı maddesi veya fitokimyasal ürün olarak doğrudan kullanımının mümkün olduğunu göstermektedir (Carneiro vd., 2013).

Dondurmanın yapısının oluşumunda ve stabilitesinde önemli bir role sahip olan katı yağ içeriğinin azaltılması, katı yağın sadece sıvı yağ ile değiştirilmesiyle gerçekleştirilememektedir ve bu durum yeni araştırma konuları arasında yer almaktadır.

Gıda ürünlerindeki doymuş yağ miktarını azaltmak için yeni bir strateji, sıvı yağların kimyasal bileşimde önemli değişikliklere neden olmadan sıvı yağı yapılandırma ve kristal özellikte katı yağ gibi davranma yeteneğine dayanmaktadır. Başlıca yaklaşım, çeşitli mekanizmalarla sıvı yağın fiziksel özelliklerini ve reolojik davranışı katı yağlarınkine benzer şekilde değiştirebilen spesifik bileşenleri (jelatörler olarak adlandırılır) dahil etmektir (Moriani ve Alamprese, 2017). Bu yeni yağ bazlı malzemelere genellikle "organojeller" veya "oleojeller" denir ve sıvı fazın bir hidrojelde olduğu gibi su değil yağ olduğu jellerdir (Marangoni ve Garti, 2011). Gıda uygulamalarında organojelleştirme işlemi sırasında oleojelatörün doğası, yağların türü, miktarı ve işleme koşulları oleojellerin yapısal özelliklerini ve son ürün kalite kriterlerini etkilemektedir. (Pehlivanoglu vd., 2018). Bu bilgiler göz önüne alındığında araştırmacılar nihai oleojel ağ yapısı ve yağın kimyasal özellikleri arasındaki karmaşık etkileşimlere bağlı olması nedeniyle jelatör seçiminin kolayca tahmin edilemeyeceğini iddia etmişlerdir. Bu nedenle, beklenen oleojel uygulamasına bağlı olarak, seçilen yağda en iyi performans gösteren oleojelatörün uygun şekilde tanımlanması için karşılaştırmalı çalışmalar temel görünmektedir (Alongi vd., 2022).

Bu çalışmanın amacı manda süt kremasını nar çekirdek yağ ve incir çekirdek yağ bazlı organojel sistemleri ile değiştirerek daha sağlıklı ticari dondurmaların üretilme olasılığını araştırmaktır. Özellikle son ürüne istenen doymuş yağ asitlerinin miktarını azaltmak ve dondurmaya antioksidan bileşikler açısından zenginleştirmek için soğuk pres yağlar tercih edilmiştir. Dondurmaların kalite özellikleri, kullanılan yağın miktarı (%5, %10 ve %14) ve türünün (süt kreması, nar çekirdeği yağı, incir çekirdeği yağı) yanı sıra oleojel bileşenlerinin optimizasyonu incelenmiştir.

2. KURAMSAL TEMELLER

2.1. Oleojelasyon

Son zamanlarda, gıda işlemedeki ilerlemeler nedeniyle gıda sistemlerinde önemli değişiklikler gerçekleşmiştir ve hızlı yaşam tarzı, daha erişilebilir ve uygun fiyatlı gıda ürünlerine olan talebi artırmıştır. Tamamen veya minimum düzeyde işlenmiş gıdaları içeren geleneksel diyetler, modern toplumda yavaş yavaş endüstriyel ve önceden hazırlanmış gıda ürünleri ile yer değiştirmektedir (Somerville vd, 2016). Bu konudaki ilk araştırma alanlarından biri doymuş ve trans yağlar olup teknolojik nedenlerle birçok işlenmiş gıdada kullanımı yaygındır. Gıdalarda yüksek oranda doymuş ve/veya trans yağ asitleri içeren katı yağlar lezzetleri, işlevsellikleri ve sağladıkları tekstür nedeniyle gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Co ve Marangoni, 2018; Pehlivanoglu vd, 2018). Lipitler, nihai ürünlerin dokusuna ve lezzetine katkıda buldukları için gıdalara çeşitli özellikler sağlamaktadır. Bu, bahsedilen özellikler genel yeme zevkini önemli ölçüde etkileyebildiği için yağların gıdalarda ikamesi konusunda zorluklar bulunmaktadır. Geleneksel diyetlerde doğal olarak bulunan doymuş yağların yanı sıra trans yağların da yüksek olduğu ürünleri tüketmek koroner kalp hastalığı, iltihaplanma, oksidatif stres ve metabolik sendrom gibi sağlık bozuklukları ile ilgili birçok yayımlanmış raporlar bulunmaktadır (Islam vd., 2019; Mirmiran vd., 2019).

Şu anda, gıda trendleri sağlıklı beslenme ve bitki bazlı diyetlere doğru kaymaktadır. Tüketiciler, hayvan kaynaklı gıda üretiminin neden olduğu olumsuz çevresel etkilerin ve aşırı işlenmiş hayvansal ürünlerin tüketimiyle ilişkili tehlikelerin giderek daha fazla farkına varmakta, bu nedenle gıda sektöründe tüketicilerin taleplerini karşılamak için yeni zorluklar ve engeller ortaya çıkmaktadır (Aschemann-Witzel vd., 2021).

Yağlar için sağlıklı ikame arayışları yeni olmamakla birlikte hidrojenasyon süreci, hayvansal doymuş yağların tüketiminin ve kolesterol alımının yerine sağlıklı çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA'lar) bakımından zengin bitkisel yağlar ile değiştirilmesi için bir strateji olarak 20. yüzyılın başlarında geliştirilmiştir (Remig vd., 2010). Bitkisel yağların sıvı doğası, katı yağlarla aynı özellikleri paylaşmadıkları için bazı uygulamalarda kullanımlarını sınırlamaktadır (Samateh vd., 2018). Bunu göz önünde bulundurarak ve hükümetlerin sağlıksız yağlar hakkındaki yeni kararları ve

değişen yönetmelikleri nedeniyle gıda endüstrisinde yağ yapılanma sistemlerinde yeni gelişmeler ortaya çıkmış ve buna bağlı olarak oleojeller bilimsel araştırmanın ön saflarında yer almaya başlamıştır. Yağın yapılandırılması, yağın kimyasal yapısını etkilemeden kendi kendine ayakta duran termo-tersinir viskoelastik bir yapının oluşmasına izin veren bir jelatör ağının oluşturulmasına dayanmaktadır (Mao vd., 2020).

Oleojel; tüketilebilir bitkisel yağ içerisinde sınırlı çözünebilirliğe sahip ve düşük moleküler ağırlıklı oleojelatörün asimetrik kristalizasyonu veya kendiliğinden kümeleşme ile oluşturduğu sürekli, termo dönüşümlü ve üç boyutlu ağ yapısına sahip jel formunda yapılar olarak tanımlanabilmektedir. (Hughes vd., 2009; Lupi vd., 2012a; Shapiro, 2011; Co ve Marangoni, 2012; Lupi vd., 2012b; Zetzl vd., 2014; Moschakis vd., 2016).

Oleojelasyon (organojelasyon) yöntemi birçok ürüne uygulanabilecek önemli bir teknik olarak görülmektedir (Patel vd., 2014). Organojelasyon bileşenleri ham/bitkisel yağ ve/veya bir organik çözügen ve düşük molekül ağırlıklı polimerik jelatörler ya da organik jelatörler oluşturmaktadır. Organojel olarak isimlendirilen jel yapı bitkisel yağ kullanıldığı durumlarda "oleojel", jel ajanı "oleojelator" ve kullanılan teknik de "oleojelasyon" olarak adlandırılmaktadır (Co ve Marangoni, 2012; Lupi vd., 2013).

Oleojellerin tüketiciler tarafından kabul edilebilirliği, katı yağların özelliklerini taklit etme yeteneklerine bağlıdır. Benzer şekilde, oleojeller, yapısal ve dokusal özellikler temel bir faktör olmak üzere belirli bir amaca uyacak şekilde uyarlanabilir. Oleojeller, sağlıklı olmayan yağların sağlıklı yağlarla değiştirilmesinin yanı sıra, formülasyona biyoaktif bileşiklerin eklenmesi yoluyla besin değeri de katabilir. Bu işlevsellik, beslenme açısından ve ürünün stabilite ve raf ömrü açısından daha çekici hale getirilmesinde bir avantaj olabilir.

2.2. Oleojel Jel Oluşum Mekanizması

Jeller, içinde sıvı bir fazın tutulduğu katı benzeri üç boyutlu bir ağdan oluşan bir kolloid tipini temsil etmektedir. Jel, hem dağılmış bileşenin hem de dağılım ortamının tüm sistem boyunca sürekli olarak uzandığı bir katının mekanik özelliklerini sergileyen en az iki bileşenden oluşan tutarlı bir sistem olarak tanımlanabilir (Hermans, 1949). Hermans (1949), bu tanımı, jelin sıvı ve katı malzemeler arasındaki

hibrit özelliklerini tanımlamaya yardımcı olan makroskopik ve mikroskopik özelliklerini birleştirmeye yönelik çalışmanın araştırmacısı olarak belirtmiştir.

Jeller, sıvı bileşenin doğasına göre sınıflandırılmaktadır ve jeller tipik olarak hidrojel ve organojeller olmak üzere ikiye ayrılmaktadırlar.

Hidrojel, hareketsizleştirilmiş bileşenin su olduğu bir jeldir. Hidrojellerin bazı örnekleri, diğerleri arasında jelatin (sofra jölesi), nişasta jelleri, agar jelleri (mikrobiyolojik büyüme ortamı), kazein proteinleri (peynir püresi) ve aljinat jelleri gibi malzemeleri içermektedir. Bunlar hidrojel için kullanılan çözücüye göre sıvı fazın su olduğu ve dağılan sıvının organik bir çözücü olduğu durumu ifade etmektedir.

Hidrojel esas olarak yüksek miktarda sıvıyı emebilen hidrofilik polimerik bir ağdan oluşmaktadır (Şekil 2.1). Hidrojellerin sıvıları emme yeteneği, çapraz bağlı polimer zincirlerinin omurgasındaki hidrofilik fonksiyonel gruplardan kaynaklanmaktadır (Nayak ve Das, 2018). Hidrojel, hidrofilik özellikleri, esneklikleri, elastik özellikleri, yumuşaklıkları ve yüksek şişme yetenekleri gibi farklı özelliklere sahiptir ve bu da onların çok sayıda farklı uygulama alanlarında kullanılmasına olanak sağlamıştır (Caló ve Khutoryanskiy, 2015).

Daha az rastlanan ancak aynı derecede önemli olan ise organojeldir. Hareketsizleştirilmiş sıvı bileşen hidrofobik özellikte ise organojeldir. Sıvı bileşen tipik olarak bir organik çözücü, ham yağ veya bitkisel yağ gibi bir yağ içermektedir (Co ve Marangoni, 2012). Organojeller, iki fazdan oluşan ve sürekli sistemler olarak kabul edilen yarı katı formülasyonlardır: jelatör ve organik çözücü (Şekil 2.1). Jelatör, 15%lik konsantrasyonlarda organojellerin formülasyonunda kullanıldığında, üç boyutlu bir ağ oluşturan ve son üründe fiziksel ve kimyasal dönüşümler oluşturabilmektedir. Organik çözücü, jelatör ağının boşlukları içinde tutulur ve hareketsiz hale getirilir. Kullanılan çözücü sıvı bir yağ ise, bu formülasyonlar için oleojel terimi de uygundur. Bu nedenle, oleojeller, bileşiklerin hidrofobikliği gibi hidrojel için uyumlu olmadığı özelliklerin keşfedilmesine izin vermektedir (Davidovich-Pinhas, 2018).

Jel türleri, hem hidrojel hem de oleojellerin belirli özelliklerini birleştirecek şekilde geliştirilir. Bu hibrit jeller veya bigeller, genel olarak, bağımsız jelatörler

tarafından ayrı ayrı stabilize edilen iki karışmaz sıvı faz içeren sistemlerdir (Şekil 2.1) (Davidovich-Pinhas, 2018).

Bigeller, aynı anda hidrofilik ve lipofilik aktif maddeler verme yeteneği ve gelişmiş viskoelastisite dahil olmak üzere hem sulu hem de yağ fazının özelliklerini göstermektedir (Martins vd., 2019).

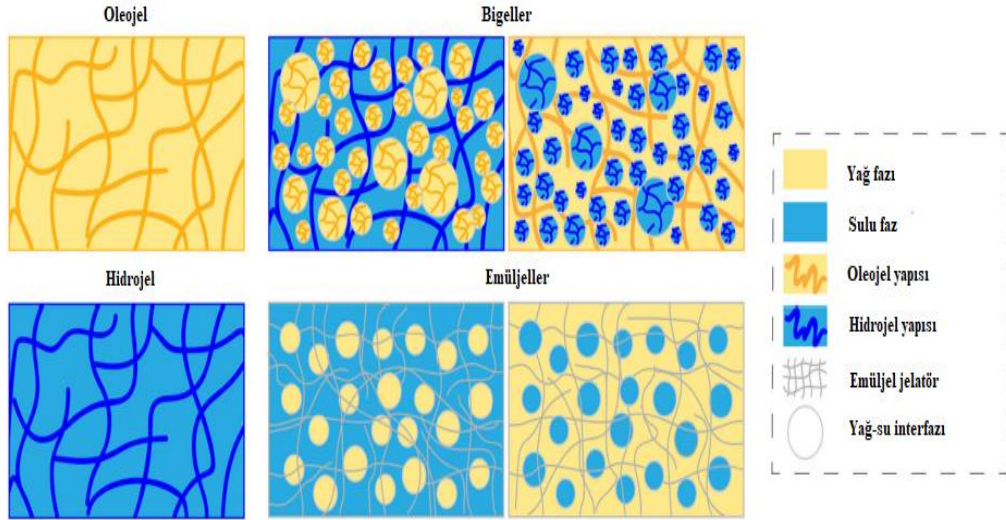
Bigeller, hibrit özelliklerinin cilt için nemlendirme faydalarını en üst düzeye çıkardığı ve aktif maddelerin cilt dokusunun daha derin katmanlarına nüfuz etmesini kolaylaştırdığı kanıtlanmıştır ve esas olarak kozmetik/ilaç formülasyonlarında uygulanmıştır (Carvalho vd., 2013; Zhang vd., 2010).

Bu faydalar, biyoaktif bileşiklerin dağıtımında gıda uygulamaları için de çok değerli olabilmektedir (Zheng vd., 2020). Son yıllarda incelenen bigeller, mikroyapıları açısından bilinen potansiyellerine rağmen hala yeterince araştırılmamaktadır (Bollom vd., 2020).

Öte yandan, emüljeller, emülsiyonlar ve jeller arasında bir tür hibrit olarak düşünülebilir (Şekil 2.1). Emüljeller, karışımda mevcut olan bileşiklerin jelleşmesi ve/veya çapraz bağlanması yoluyla bir jelleşme sürecinin izlediği bir başlangıç emülsiyonlaştırma işleminden kaynaklanır.

Bileşenlerinin hidrofilik ve lipofilik afiniteleri tarafından güçlendirilen emüljellerin amfifilik davranışı, onları bigellere benzer şekilde aktif ajanların verilmesi için iyi bir seçenek haline getirmektedir (Cela vd., 2012; Kormeyer vd., 1983; Baessovd., 1994).

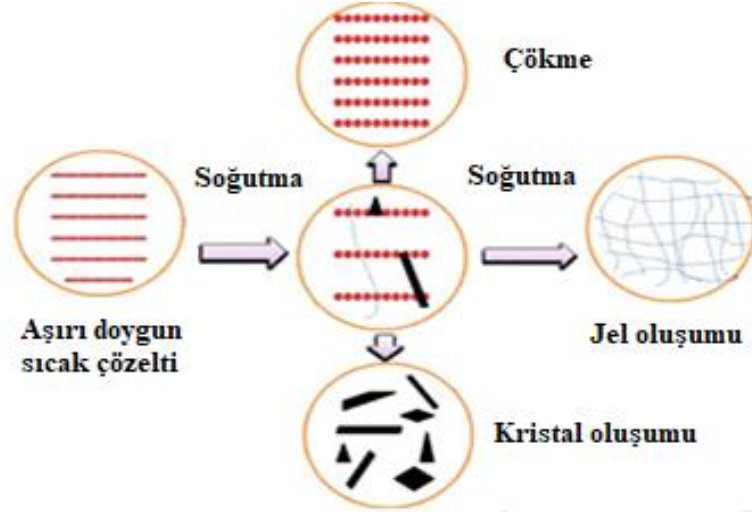
Bu şekilde emüljeller, kolay çıkarılabilirlik, yumuşatıcı etki, ekstrüzyon kolaylığı ve yayılabilirlik gibi özellikleri bulunmaktadır. Ancak bunlar, yapışkanlıklarına ve faz ayrımına yatkınlıkları aynı zamanda emüljellerin gıda uygulamalarında tercih edilmesini engelleyen özellikler arasında yer almaktadır (Davidovich-Pinhas, 2018).



Şekil 2. 1. Oleojellerin, hidrojellerin, bigellerin ve emüljel yapılarının şematik gösterimi (Pinto vd., 2021).

Organojel ağları polimerizasyon yoluyla klasik jel ağ oluşumudur. Bu mekanizma, çeşitli reaktif bölgeleri olan monomerlerin öncü bileşenleri ile kovalent olarak bağlı tek bir ağ halinde büyüyen polimerik zincirlere dönüşmektedir. Kritik bir konsantrasyonda (jel noktasında), makroskopik ölçekte yeterince büyük polimerik ağ çözeltisi jel benzeri fiziksel özellikler göstermeye başlar. Bunlar; geniş sürekli bir katı ağ, kararlı durum akışı ve katı benzeri reolojik özelliklerdir. Van der Waals veya hidrojen bağı gibi ikincil kuvvetler, monomerlerin organik çözücüyü tutan kovalent olarak bağlı olmayan bir ağa kümelenmesine neden olur ve ağ büyüdükçe jel benzeri fiziksel özellikler göstermektedir. Her iki jelasyon mekanizması organojel olarak karakterize edilen jellere yol açmaktadır. Jelasyon mekanizması tipik organojellerin özelliklerini büyük ölçüde etkiler. Birden fazla fonksiyonel gruba sahip öncü bileşenler C-C kovalent bağ ağlarında polimerize olur (ortalama 85 kcal/mol), ikincil kuvvetlerde ise (genellikle 10 kcal/mol'den daha az) kendi kendine toplanma ile oluşturulan ağlar daha az kararlıdır. Teorisyenler ayrıca jel noktası ve jelleşme süresi gibi karakteristik jelasyon parametrelerini tek ve basit bir denklemle tahmin etmekte zorluk çekerler. Bir polimer çözeltisinden jele geçiş noktası olan jel noktası, reaksiyon derecesinin veya reaksiyona giren fonksiyonel grupların fraksiyonunun bir fonksiyonudur. Jelleşme süresi; reaksiyonun başlaması, ısıtma ve bir sıvı sisteme katalizör ekleme gibi birçok faktöre bağlıdır. Kinetik, istatistiksel ve matematiksel teoriler, jelasyon parametrelerini tahmin etmede orta derecede başarılı olmuştur ve basit, doğru ve yaygın olarak uygulanabilir bir teori henüz geliştirilmemiştir.

Olejeller, apolar çözücüler içinde fibril veya trombosit kristalleri oluşturan kovalent olmayan etkileşimler yoluyla kendi kendine toplanır (Patel ve Dewettinck, 2016; Rogers, 2009). Jelleşmeden sorumlu etkileşimler hidrojen bağı, π - π istifleme, elektrostatik ve van der Waals etkileşimlerini içermektedir (Okesola vd., 2015).



Şekil 2. 2. Jelatör moleküllerinin çeşitli olası kümelenme modları (Balasubramanian vd., 2014).

Jel oluşum mekanizmasında jel yapısı, bir protein gibi birincil, ikincil ve üçüncül yapıya ayrılabilir. Birincil yapı (\AA ila nm ölçeği), jelatör moleküllerinin tek yönlü agregasyonundan oluşmaktadır. İkincil yapı (nm ila μm ölçeği), miseller, kesecikler, lifler, şeritler veya tabakalar gibi kümelerin morfolojisinden (Wang vd., 2011; Terech vd., 2006), üçüncül yapısı (μm ila mm ölçeği) ise jel ağı oluşturmak için bireysel agregaların etkileşimini içermektedir (Balasubramanian vd., 2014).

Oluşan jel yapının kategorizasyonunda; bileşimindeki jelatörün molekül yapısı (düşük molekül ağırlıklı organik bileşenler, polimerik bileşenler veya inorganik bileşenler), kullanılan jelatör sayısı (tek jelatörün veya jelatör kombinasyonlarının kullanıldığı jeller) jelin yapısı (kristal yapı ve ağ oluşumu, kendiliğinden oluşan kristal olan veya olmayan ağlar, polimerik lifler, parçacıklı ağlar) ve jelatörün kimyasal yapısı (yağ bazlı olan veya olmayan) gibi birçok faktör dikkate alınmaktadır (Patel ve Dewettinck, 2016).

Ağ bileşimi ne olursa olsun, oleojeller gıda ürünlerinde, yağ hareketliliği ve yağ göçünün kısıtlanması, doymuş ve trans yağların değiştirilmesi, emülsiyonların

stabilizasyonu ve nutrasötik salım hızını kontrol etme gibi (bunlarla sınırlı olmamak üzere) sayısız potansiyelle ve farklı fonksiyonelliğe sahiptir (Hughes vd., 2009).

Molekül ağırlıklı organik jelatörlerin yağ bağlama kapasitesinin, bileşik gıda ürünlerinin lipid içeren fazları arasında yağ göçünün önlenmesi için faydalı olabileceği öne sürülmüştür (Rogers vd., 2008; Wright ve Marangoni, 2006; Ziegler vd., 2004). Bu potansiyelle rağmen, yağ göçünün gıda sistemleri üzerindeki etkileri konusunda çok az sayıda çalışma yapılmıştır (Hughes vd., 2009).

Ters çevrilmiş tüp veya ters çevrilmiş şişe yöntemi, jelleşmeyi doğrulamak için en yaygın yöntemdir. Bu yöntemde, tartılan organojelatör miktarı, tartılmış miktarda organik çözücü içeren bir şişeye alınmaktadır (Balasubramanian vd., 2014; Shaikh vd., 2009).

Olojel oluşumu sırasında ısıl işleme birlikte karıştırma işlemi gerçekleştirilir. Solüsyonun belirli sıcaklık derecesine ulaştıktan sonra kısa süreli tutulması sonrasında 20 °C'ye kadar soğutulurak jelin yapısına göre 4–5 °C sıcaklıkta 24 saat bekletilmesi gerekmektedir. Böylece bitkisel yağ, oleojelatörler aracılığı ile oluşan bağlar arasında tutunarak jel formuna dönüşmektedir (Barbut vd., 2016a; 2016b).

Organojellerin bir başka ilginç yönü de faz davranışlarıdır. Organojel oluşumu, jelleşen çözücünün özelliğine büyük ölçüde bağlıdır. Bir organojelatörün bir çözücüyü jelleştirme yeteneğinin, çözücü içindeki jelatörün çözünürlüğü ve çözünmezliği arasındaki bir denge olduğuna inanılmaktadır.

Bir jelatör molekülünün kristalleşebilmesi veya orta ölçekli yapılar oluşturmak üzere kendi kendine birleşebilmesi için nispeten çözünmez olması gerekmekte ancak çözücü molekülleri ile etkileşime girebilecek şekilde de nispeten çözünür özellik göstermelidir (şu durumda, jelleşme yapılarının "hidratlı" olması gerektiği söylenebilir).

Jelatör belirli bir çözücü içinde çok çözünürse, jel yerine bir çözelti oluşur. Jelatör çok çözünmez ise, çözücü ile etkileşime girmeyecek ve jel yerine bir çökelti oluşturacaktır (Co ve Marangoni, 2012).

2.3. Oleojel Üretiminde Kullanılan Organojelatörler

Olejeller elastikiyet sağlama ve şekil alabilme gibi reolojik özellikleri sayesinde doymuş yağlara benzer yapısal benzerlik göstermektedir. Aynı zamanda emülgatörler gibi birbirine karışmayan iki farklı sıvı arasında yüzeysel aktif bağlantı sağlayarak yağ globüllerinin emülsiyondan ayrılmasını engeller ve emülsiyon stabilitesini sağlamaktadır (Lupi vd., 2012b; Co ve Marangoni, 2012; Lupi vd., 2012a; Lupi vd., 2013).

Jel ajanı olarak kullanılabilen jelatörler amfifilik karakterlidir (Pernetti vd., 2007a). Hem hidrofilik (OH) hem de hidrofobik uca (yağ asitleri) sahip olma özellikleri ile oluşturdukları jel yapının apolar kısmıyla (lipofilik) emülsiyonun yağ fazında, polar kısmıyla da (hidrofilik) emülsiyonun sulu fazında bulunurlar. Oluşan jelin ağ yeteneğinin korunmasını; soğutma hızı kristalleşme derecesi, karıştırma düzeyi, porların büyüklüğü, dallanma oranı, ağın katılığı, bitkisel yağ ile ağ arasındaki ara yüzey alanının değişimi ve depolama koşulları belirlemektedir (Rogers, 2009a; Wassell vd., 2010).

Organojel/oleojel yapımında kullanılan jel ajanları; kendiliğinden oluşan polimerik bileşenler, kendiliğinden oluşan düşük molekül ağırlıklı organik bileşenler, kristal parçacıklı sistemler ve inorganik bileşenlerden oluşmaktadır (Patel ve Dewettinck, 2015). Oleojel ajanı seçilirken; gıdaya uygun olmasına, düşük konsantrasyonlarda etkili olmasına, ekonomik olmasına, yerine kullanılacağı yağın fiziksel özelliklerine benzer ve uyumlu olmasına dikkat etmek gerekir (Co ve Marangoni, 2012).

Oleojel sistemleri, yenilebilir yağları çok düşük konsantrasyonlarda (ağırlıkça %0- 0,52) jelleştirme kabiliyetine sahiptir. Jel ajanı olarak mono, di ve trigliserit (TAG), yağ asitleri, yağ alkoller, vaksalar, vaks esterleri, sorbitan monostearat, 12-hidroksistearik asit, etilselüloz, sorbitan tristearat, lesitin, sterol ve orizanol kullanılmaktadır (Pernetti vd., 2007a; Lupi vd., 2012a). Jel ajanları tek başlarına farklı konsantrasyonlarda kullanılabilirler gibi yağ asitleri-yağ alkoller, lesitin-sorbitan tristearat, fitosterol-orizanol şeklinde birlikte ya da emülsiyon halinde kullanılabilirler (Zetzl vd., 2012; Patel ve Dewettinck, 2015; 2016).

Organojelatörler, tek bileşenli ve iki bileşenli organojelatörler olarak ayırt edilebilir. İki bileşenli organojelatörler, organik sıvıyı jelleştirmek için bir veya daha

fazla başka bileşiğe bağımlıdır. Tek bileşenli organojelatör, herhangi bir başka bileşenin yardımı veya eklenmesi olmaksızın organik çözücüyü tek başına jelleştirme yeteneğine sahiptir.

Organojelatörler, jelatörün moleküler ağırlığına bağlı olarak genel olarak iki kategoriye ayrılır (Vintiloiu ve Leroux, 2008). Oleojelatörler, düşük moleküler ağırlıklı oleojelatörler (LMOGs) ve yüksek moleküler ağırlıklı oleojelatörler (HMOGs) olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır (Davidovich-Pinhas, 2019; Marangoni, 2012).

LMOG'lar, yağ asitleri, yağ alkoller, mumlar, mum esterleri, sorbitan esterler, fitosteroller ve mono- ve digliseritler gibi nispeten küçük moleküllerden oluşmaktadır (Hwang vd., 2012; Palla vd., 2017; Perneti vd, 2007a). Birçok LMOGs bileşiği sınıfı, düşük konsantrasyonlarda çeşitli organik çözücüler ile stabil ve verimli jeller oluşturmaktadır. Isıtma üzerine organik çözücüler içinde iyi çözünürlükleri ve düşük konsantrasyonda pürüzsüz jelleşmeleri ile karakterize edilebilmektedirler (Hanabusa vd., 2000,). LMOGs organojelatörleri kullanılarak oluşturulan jeller ayrıca moleküler üstü jeller olarak da adlandırılmaktadır (Balasubramanian vd., 2014).

Doğal mumlar, bulunabilirlikleri ve uygun maliyetli olmaları nedeniyle umut verici LMOG sınıfına dahil olmaktadır (Hwang vd., 2012; Liu vd., 2019). Doğal mumlar, yağların rafine etme işlemleri sırasında yenilebilir ve diğer ürünlerin yan ürünleridir. Örneğin ayçiçeği mumu, düşük çözünürlüğü nedeniyle oda sıcaklığında kristalleşme eğiliminde olduğu ve rafine yağlarda bulanıklığa neden olduğu için istenmeyen bir malzeme olarak kabul edilmektedir (Chalapud vd., 2017). Pirinç kepeği mumu, pirinç kepeği yağı olarak rafinasyon işlemi sırasında bir yan ürün olarak üretilmektedir (Wijarnprecha vd., 2018). Maliyet etkinlikleri nedeniyle gıdalarda, kozmetiklerde, ilaçlarda, polimerlerde ve deri ürünlerinde doğal mumların kullanılması için çaba sarf edilmektedir (Liu vd., 2019; Wijarnprecha vd., 2018). Duyusal özellikler ve kayma duyarlılığı gibi göz önünde bulundurulması gereken bazı potansiyel problemler olmasına rağmen (Tavernier vd., 2018), doğal mumlar, bulunabilirlikleri ve uygun maliyetleri nedeniyle umut verici oleojelatörler olarak kabul edilmektedir (Hwang, 2020).

Yüksek moleküler ağırlıklı oleojelatörler olan HMOG'lar, ya kimyasal reaksiyonlar ya da fiziksel etkileşimler tarafından oluşturulan supramoleküler polimer

ağları ile elde edilmektedir (Davidovich ve Pinhas, 2016). Yenilebilir HMOG'lar tipik olarak, yenilebilir bir polimerin yağda ısı ve ardından soğutma ile çözülmesiyle oluşturulmaktadır. Yenilebilir HMOG'larda kullanılan polimerler arasında etil selüloz (Fu vd., 2020), protein (Meissner vd., 2019; de Vries vd., 2017) ve polisakaritler (Abdollahi vd., 2019; Davidovich ve Pinhas, 2019) bulunmaktadır.

Oleojelasyon için gereken sıvı fazı bitkisel yağ oluştururken, oleojel ajanını da polimerik veya düşük molekül ağırlıklı jelatörler oluşturmaktadır (Stortz vd., 2012). Oleojel yapımında, sıvı faz olarak zeytinyağı, ayçiçek yağı, mısır yağı, kanola yağı, susam yağı ve hint yağı gibi yağlar tercih edilebilmektedir. Yapılan çalışmaya ve ürüne göre kullanılan bitkisel yağ türü değişmekte ve bitkisel yağın seçiminde yağ asidi profili ön plana çıkmaktadır (Stortz vd., 2012).

Sıvı Yağlarının Yapılandırılmasında Kullanılan Organojelatörler;

2.3.1. Monoasilgliseroller (MAG)

Monoasilgliseroller (MAG'ler) gıda ürünlerinde kullanılan polar lipit emülgatörleridir ve su varlığında ısı işlem ile yayılabilir yağ ürünleri için kullanılan oleojel oluşturmaktadır. MAG işleminin hidrasyonu, lamelli sıvı kristal fazın şişmiş, boşluk doldurma sistemi oluşturmak için gerçekleştirilir. Oleojel, kristalleşme şablonunu temsil eden, lamel yapılardan büyüyen, MAG-levhalarının kristalleri kristalli bir kristal ağı ile soğutulduktan sonra oluşmaktadır (Larsson vd., 2006).

2.3.2. Yağ Asitleri Ve Yağ Alkolleri

Yağ asidi ve alkollerin karşılık gelen zincir uzunluğuyla kombinasyonları, çeşitli yenilebilir yağların yapılandırılma kabiliyetini göstermektedir. Bitkisel yağ türünün yapı üzerinde büyük bir etkisi olmamasına rağmen, asit ve alkol arasındaki oranın elde edilen yapı sertliği üzerinde büyük etkisi olduğu kanıtlanmıştır (Gandolfo vd., 2004).

Uzun zincirli yağ asitleri, yağda düşük konsantrasyonlarda kristal trombosit ağları oluşturarak bir jelle neden olabilmektedir (Gandolfo vd., 2004). Jelleşme kabiliyeti artan zincir uzunluğu ile artar ve 18 karbon veya daha uzun süren uzun zincirli yağ asitleri %2 konsantrasyonda yağ jelleşebilmektedir. Benzer şekilde, bu oleojellerin erime noktaları, uzun zincirli yağ asitlerinin zincir uzunluğu ile artmaktadır (Daniel ve Rajasekharan, 2003). Yağ asitleri, trigliseritlerden daha verimli jelator molekülleridir ve bu nedenle yağlarla karşılaştırılabilir mekanik özelliklere

sahip jeller oluşturmak için çok daha düşük konsantrasyonlarda eklenmesi gerekmektedir (Co ve Marangoni, 2012).

2.3.3. γ -Orizanol ve Fitosteroller

γ -Orizanol ve fitosteroller doğal olarak pirinç kepeği yağında ve birçok bitkisel yağda bulunmaktadır. γ -Orizanol ve fitosterol karışımları, bitkisel yağları şeffaf oleojeller oluşturmak üzere yapılandırılan iyi bilinen yenilebilir oleojelatörlerdir. Diğer oleojelatörlerden farklı olarak γ -Orizanol ve fitosterol karışımlarında oleojel oluşumunu desteklemek için kayma gibi mekanik çalkalama gereklidir, soğuyarak kısa sürede oleojel özelliği oluşturmazlar. Soğutmadan hemen sonra oluşan oleojeller, soğutma ve çalkalama arasında bir zaman gecikmesi olan oleojellerden daha yüksek bir modül göstermektedirler (Bot ve Agterof, 2006).

2.3.4. Sorbitan Monostearat ve Lesitin

Sorbitan monostearat (SMS), span 60 olarak da adlandırılan, gıda sınıfı bir emülgatördür. Karışık sistemlerde yağ emülsiyonlarında su oluşumunu teşvik etmekte ve saf yağda kristalleşme üzerine çubuk şeklinde tüpler oluşturmaktadır (Rogers, 2009).

Lesitin, az miktarda su, gliserol veya formamid eklendiğinde, susuz ortamda ters çevrilmiş dev silindirik misellere dönüşmektedir. Misel kümeleri üst üste gelir, iç içe geçer, dolanır, böylece viskoelastik özellikleri ortaya çıkaran geçici üç boyutlu bir ağ oluşturmaktadır (Pernetti vd., 2007). Polar bir çözücünün eklenmesi üzerine, lesitin moleküllerinin fosfat grupları ile hidrojen bağları oluşur, bu da tek eksenli alan büyümesine ve ardından polar olmayan çözücüyü dolaştıran ve hapseden solucan benzeri misellerin oluşumuna yol açmaktadır (Dassanayake vd., 2011).

2.3.5. Seramidler

Seramidler, bir sfingosin molekülünün amino grubuna bağlı bir yağ asidinden yapılan moleküller olan bir tür sfingolipiddir. Gıda sınıfıdır ve seramit yapısından fosfokolin grubunu hidrolize etmek için fosfolipaz C kullanılarak süt ve yumurtalardan ekstrakte edilen sfingomyelinlerden enzimatik olarak sentezlenebilmektedirler (Zhang vd., 2006). Yağda %2 konsantrasyonda lipid jelleri oluşturabilirler ve diğer birçok kristalin jelatör molekülünün aksine, artan yağ asidi uzunluğu ile minimum jelleşme konsantrasyonunda bir artış gösterebilmektedirler (Rogers vd., 2009a). Tek tip yağ asidi parçasına sahip kimyasal olarak homojen seramidlerin yağda uzun, ince, fibriler

kristal ağlar oluşturduğu, heterojen seramidlerin ise yağdaki kristalin TAG'lerin yapısına benzeyen kürecikler oluşturduğu gösterilmiştir (Rogers vd., 2009b).

2.3.6. Bitki Bazlı Balmumları

Balmumu, fonksiyonel bir grubu olan veya olmayan uzun hidrokarbon zincirleri içeren yağlı bir madde olarak tanımlanmaktadır. Mumlarda sıklıkla bulunan fonksiyonel gruplar arasında alkol, ester, keton ve aldehit bulunur. Bitkilerden, böceklerden, deniz hayvanlarından ve petrolden türetilen balmumu esterleri kozmetikler, yağlayıcılar, cilalar, yüzey kaplamaları, mürekkepler ve gıda ürünleri gibi çeşitli endüstriyel uygulamalarda kullanılır. Mevcut tüketicilerin talepleri gıda, kozmetik ve ilaç endüstrisinde kullanılmak üzere mineral bazlı balmumlarından ziyade bio bazlı balmumu kullanımına doğru ilerlemektedir. Büyük çapta mevcut olan biyo-bazlı mumların bir grubu, uzun zincirli yağ asitlerinin ve uzun zincirli alifatik alkollerin esterlerini içeren bitki balmumu grubudur. Candellila ve karnauba mumları, kozmetiklerin yanı sıra gıda bileşenleri olarak kullanılan iki yaygın bitki mumudur (Dassanayake vd., 2011).

2.3.6.1. Balmumu

Balmumu, genç işçi arıların karınlarındaki özel balmumu bezleri tarafından balın saklanacağı petekleri inşa etmek için salgılanan bir arı ürünüdür. Doğal kökeni, gıdada kullanım için düzenleyici onayı ve kolay bulunabilirliği nedeniyle büyük ilgi görmektedir. Antimikrobiyal aktivite göstermektedirler. Mükemmel jelleşme özelliklerine sahiptir ve çok düşük konsantrasyonlarda bile yapılandırma maddesi olarak etkilidir. Emülsifiye edici özelliklere yardımcı olur ve ürünlerin tutarlılığını artırmaktadır. Erime noktası yaklaşık 65°C' dir. Hem susuz hem de emülsiyon sistemlerinde yağların stabilizasyonu için kullanılabilir. Aynı zamanda iyi bir plastikleştirici, kaplama ve jelleştirici ajan olarak kullanılabilir (Demirkesen ve Mert, 2020). Şekil 2.3'de balmumu görseli bulunmaktadır.



Şekil 2. 3. Balmumu (Anonim 2021a, 2021b)

2.3.6.2 Karnaubu vaksı

Karnauba vaksı, Brezilya palmiye ağacı *Copernicia cerifera* C. *Martius*'un yapraklarından elde edilmektedir. Diğer doğal mumlara göre çok yüksek erime noktasına sahiptir ve en sert mumlardan birisidir. Candelilla mumuna benzer şekilde, kimyasal olarak heterogon ve oldukça kırılğan olarak kabul edilmektedir (Blake vd., 2018). Erime noktası 80–85°C'dir (Demirkesen ve Mert, 2020). Yüksek molekül ağırlıklı asit ve hidroksil asit esterleri içeren kompleks bir karışımdan oluşan çok sert bir malzemedir. Karnaubu vaksı kozmetiklerde (Villalobos vd., 2005) ve yenilebilir filmlerde (Weller vd., 1998) yağ yapılandırma malzemesi olarak kullanılmaktadır. Ester yağlar ve mineral yağlar için mükemmel yağ bağlama kapasitesi göstermektedir. Diğer mumlar için sertleştirici olarak kullanılabilir ve mum karışımlarının erime noktalarını yükseltmek için uygulanabilmektedir (Demirkesen ve Mert, 2020).



Şekil 2. 4. Karnaubu vaksı (Anonim, 2021c)

2.3.7 Keçiboynuzu gamı

Keçiboynuzu gamı, Akdeniz bölgelerinde yetişen baklagil ailesinden keçiboynuzu (*Cerrationia siliqua L.*) ağacının tohum endosperminin öğütülmesinden sonra elde edilen krem-si-beyaz renkte bir maddedir (Barak ve Mudgil, 2014). Keçiboynuzu gamı, D-mannoz ve D-galaktoz içeren ve temel olarak galaktomannan tipi polisakkaritlerdir. Avrupa Birliği tarafından E410 kod numarası verilmiştir (Demirtaş, 2007). Keçiboynuzu gamı, oda sıcaklığındaki suda sınırlı düzeyde çözünürken, iyi bir çözünme sağlamak için keçiboynuzu gamından oluşan çözeltiyi yaklaşık 85°C'ye ısıtmak gerekmektedir. Böylece ağırlığının yaklaşık 50 katı su tutma kapasitesine sahiptir (Peker, 2012). Doğası gereği iyonik olmayan keçiboynuzu gamı çözeltileri pH, tuzlar ve ısıl işlemden etkilenmemektedirler (Barak ve Mudgil, 2014). Keçiboynuzu gamı ürünlerin yapısını geliştirirken lezzetlerini bozmamaktadır (Peker, 2012). Ancak, ilave edilen keçiboynuzu gamının oranı %0.25 ve üzerinde olması halinde aroma ve tekstürü olumsuz etkilediği bildirilmiştir (Koksoy ve Kılıç, 2004). Şekil 2.5 'de keçiboynuzu gamı görseli bulunmaktadır.



Şekil 2. 5. Keçiboynuzu gamı (Anonim, 2021d)

2.4. Oleojelin Sağlık Üzerine Etkileri

Gıdalar, kozmetikler ve farmasötikler ile ilgili uygulamalar organojellerin hidrofobik sıvıları yapılandırma kabiliyeti ile ilgilidir. Gıdalarda, organojel araştırmalarında en güçlü ivmeyi sağlayan uygulama, alternatif bir trigliserit yapılandırma yönteminin geliştirilmesidir (Rogers, 2009). Alternatif yapılandırıcıların mevcudiyeti, doymuş yağ asitlerinin azaltılmasına ve trans yağ asitlerinin diyetten çıkarılmasına izin vermektedir. Trans yağ asitlerinin artan tüketiminin, kardiyovasküler hastalıklar için risk belirteçleri üzerinde olumsuz etkiler yarattığı gösterilmiştir (Melsink vd., 2003; Ascherio vd., 1999). Özellikle trans yağ asitlerinin

"kötü kolesterol" düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) düzeylerini artırdığı ve "iyi kolesterol" yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL) düzeylerini düşürdüğü ve doymuş yağ asitlerinin, HDL seviyelerini değiştirmeden LDL seviyelerini arttırdığı gösterilmiştir. (Co ve Marangoni, 2012).

Benzer şekilde, geçtiğimiz yıllarda araştırmacılar doymuş yağ tüketimine bağlı kardiyovasküler hastalık riskinin sadece LDL kolesterol ile değil, aynı zamanda kan trigliseritleri ile de ilişkili olabileceğini belirtmişlerdir. Diyet yağlarının (özellikle doymuş yağların) sindirimi, taşınması ve metabolizması sırasında LDL kolesterolün arttığı ve bununla birlikte, doymuş yağların kandaki TG konsantrasyonlarını artırarak karaciğerdeki LDL-kolesterol reseptör aktivitelerini ve LDL kolesterolün dolaşımdan temizlenmesini engellediği belirtilmiştir. Bu bulgular, kardiyovasküler hastalık riskinin azaltılmasında TG yönetiminin kritik rolünü özetlemektedir (Zetzl ve Marangoni, 2011).

Yağın insan sağlığı ve beslenmesi üzerindeki etkisinin tüketilen yağ miktarı, yağ asidi bileşimi ve biyoaktif mikro besinlerin varlığı ile ilişkili olabileceği bilinmektedir (EFSA, 2010). Klinik çalışmalardan elde edilen mevcut kanıtlar, koroner kalp hastalığı riskini azaltmak için doymuş yağ asitlerinin çoklu doymamış yağ asitleri ve esansiyel yağ asitleri ile değiştirilmesini önermektedir. Böylece doymuş yağ asidi alımının sınırlandırılmasının yanı sıra trans yağ asitlerinin diyetten çıkarılmasının önemi de vurgulanmaktadır (Demirkesen ve Mert, 2020). Doymuş yağ asitlerinin kısıtlanması ile ilgili tartışmalar devam etse de üreticiler ve bilim adamları, doymuş ve trans yağlar kullanmadan sıvı yağı modifiye etmek veya yapılandırmak için alternatif yollar aramaya ve dolayısıyla sıvı yağın besin profilini değiştirmeden yağların gıda ürünlerine işlevselliğini sağlamaya odaklanmışlardır (Patel ve Dewettinck, 2016).

Son araştırmalar, oleojelin sağlık yararlarının, zararlı yağların daha sağlıklı yağlarla değiştirilmesiyle birincil sağlık etkisinin, oleojelatörün kendi etkisinin ve lipidlerin kana salınmasını kontrol eden jel yapısının birleşiminden geldiğini ima etmektedir (Hwang, 2020).

Birçok çalışma, oleojellerin gıdalardaki sağlıksız yağlara alternatif olarak yüksek potansiyele sahip olduğunu desteklemiştir ve bu nedenle gıda ürünleri için oleojel teknolojisine olan ilgi çarpıcı bir şekilde artmıştır (Hwang, 2020) . Dünya Sağlık Örgütü yağ tüketiminde doymuş yağlardan ve trans yağlardan çoklu doymamış

yağlara geçişin önemini vurgulamıştır. Yağ asidi profili ana endişe olmasına rağmen, tokoferoller (soya fasulyesi ve mısır yağları), tokotrienoller (palmiye ve pirinç kepeği yağları), oryzanol (pirinç kepeği yağı) gibi katı ve sıvı yağlarda bulunan biyoaktif fitokimyasalların, sesamin ve sesamolin (susam yağı) ve polifenoller (zeytinyağı) yağ asitlerini lipid peroksidasyonundan koruyan reaktif oksijen türleri ile etkileşime girme kabiliyetine sahip olmaları sağlık üzerindeki bir diğer önemli etki olmaktadır (Demirkesen ve Mert, 2020).

Katı yağların insan sağlığı üzerindeki sakıncaları konusunda tüketicilerin dikkatlerinin değişmesi ve farklı devlet kurumlarının beslenme rehberlerinde yer alan tavsiyeleri nedeniyle, oleojelin gıda endüstrisindeki uygulamaları araştırmacılar tarafından büyük ilgi görmüştür ve daha sağlıklı ürünler üretmek için bu alanın büyümesine ihtiyaç vardır. (EFSA, 2010).

2.5. Gıda Endüstrisinde Oleojel Uygulamaları

Gıdalar için geliştirilen oleojeller tipik olarak bir bitkisel yağ ve gıda sınıfı bir oleojelatörden veya çoklu oleojelatörlerin bir kombinasyonundan oluşmaktadır. Son yıllarda gıdalarda kullanılan trans ve doymuş yağların sağlığa olumsuz etkileri ve endişesi nedeniyle oleojel teknolojisine olan ilgi çarpıcı bir şekilde artmıştır (Hwang, 2020). Oleojellerin gıda endüstrisinde uygulanmasının temel amacı, ürünlere daha sağlıklı bir yağ asidi profiline sahip olması ve aynı zamanda katı benzeri özellik sağlamak için yağların yapısının değiştirilmesidir (EFSA, 2010). Organojellerin trigliseridi yapılandırma yeteneği, gıdalarda, kozmetiklerde ve farmasötiklerde çok çeşitli olası uygulamalara kapı açmaktadır (Ghosh vd., 2002).

Katı yağların, esas olarak trans ve doymuş yağlardan oluşan kristal ağlarından elde edilen yağ elastik özellikleri tekstür, yayılabilirlik, çıtırlık, raf ömrü ve ağızda bıraktığı his gıdaların üretiminde önemlidir (Rogers, 2009). Zararlı trans yağları uzaklaştırmak ve gıdalardaki doymuş yağları azaltmak için oleojel (veya organojel) teknolojisi geliştirilmiştir (Hwang, 2020). Organojellerin bir başka olası uygulaması, gıdalarda biyoaktif bileşiklerin karotenoidler, tatlandırıcı bileşikler ve temel doymamış yağ asitleri gibi fonksiyonel bileşenlerin kontrollü salınıdır. Bu tür lipofilik bileşenlerin bir jel içinde kapsüllenmesi, oksidasyona karşı stabilitelerini arttırmaktadır. Ek olarak, bu bileşiklerin bir jele dahil edilmesi, jelin çözünmesi veya deformasyonu üzerine bu bileşiklerin kontrollü salımı ile sonuçlanacaktır (Marangoni,

2012). Oleojellerin uygulamaları gıda endüstrisinde büyük ilgi görmüştür. Gıda endüstrisinde bitkisel yağların jelleştirilmesi için bir yapılandırma ajanı olarak polimer kullanma kavramı, 1990 sonrasında bir bitkisel yağ yapılandırması ve bu molekülün gıda bileşeni olarak potansiyel kullanımı ile başlamıştır (Stortz vd., 2012).

Son zamanlarda yapılan bazı araştırmalar, oleojelatör karışımlarının, tek bir oleojelatöre kıyasla jel özelliklerini iyileştirebileceğini gösterdiğinden, ikili ve üçlü sistemler üzerine daha ileri çalışmalar, daha iyi oleojelatör sistemleri bulunabilmektedir. Oleojelatörleri karşılaştırmak için birkaç çalışma yapılmış olmasına rağmen, belirli bir uygulamaya uygun bir oleojelatör seçimine yardımcı olmak için daha fazla çalışmaya ihtiyaç olmaktadır. Jel özellikleri büyük ölçüde oleojelatör ve yağdaki küçük bileşenlere bağlıdır, bu da belirli bir gıda ürünü için en iyi oleojelatörü bulmayı daha da zorlaştırmaktadır ve bazı oleojelatörler duyu özellikleri olumsuz şekilde etkileyebilmektedir (Hwang, 2020). Oleojeller, henüz ticari olarak kullanılmamasına rağmen, trans ve doymuş yağlara çok umut verici alternatifler olarak kabul edilmiştir. Bunun nedeni, oleojel teknolojisinin gıda endüstrisinde nispeten yeni olmasıdır. Jelleşme olaylarını, oleojelatörlerin kristal yapılarını ve oleojellerin fiziksel özelliklerini etkileyen kristal ağlarını anlamak için temel çalışmalar yapılmıştır (Hwang, 2020). Son zamanlarda oleojellerin gıdalarda pratik uygulamaları ile ilgili çalışmalar da yapılmıştır. Oleojeller, kekler, bisküviler, sosisler, hamburgerler, hazır kızarmış erişteler, fıstık ezemeleri ve diğer birçok gıda ürünü gibi gıdalara dahil edilmiştir. Ayrıca, başka bir oleojelatör veya bir katkı maddesi eklenerek bir oleojelatörün jelleşme kabiliyetini arttırmak için çaba sarf edilmiştir (Hwang, 2020). Tablo 2.1’ de oleojellerle ilgili yapılan bilimsel çalışmalar görülmektedir.

Tablo 2. 1. Oleojel ile ilgili yapılan bilimsel çalışmalar

Referanslar	Çalışma Konuları
Hughes vd, 2009	Yemeklik yağ organojellerinin potansiyel gıda uygulamaları
Da Pieve vd, 2010	Monogliserit organojellerin kesme nanoyapısı
Wassell vd, 2010	Azaltılmış doymuş yağ bazlı sistemlerde yapılanmaya yönelik multidisipliner bir yaklaşıma doğru- bir inceleme
Dassanayake vd, 2011	Yenilebilir lipid malzemelere dayalı oleojellerin oluşumu
Co ve Marangoni, 2012	Organojeller: alternatif bir yemeklik yağ yapılandırma yöntemi
Hwang vd, 2012	Mumlarla soya yağının organojel oluşumu

Stortz vd, 2012	Sağlık yararlarını en üst düzeye çıkarmaya ve beslenme profillerini iyileştirmeye yardımcı olmak için gıda ürünlerinde yenilebilir oleojeller
Zetzl vd., 2012	Etülselüloz oleojellerinin mekanik özellikleri ve sosislerde doymuş yağ azaltma potansiyelleri
Zulim Botega vd, 2013a	Dondurmada katı yağı değiştirmek ve doymamış yağ içeriğini artırmak için pirinç kepeği balmumu oleojelinin potansiyel uygulaması
Zulim Botega vd, 2013b	Balmumu oleojellerini dondurmaya katmak için formülasyonların ve işlemlerin geliştirilmesi
Balasuhranian vd, 2014	Oleojel: transdermal formülasyonlar için umut verici bir baz
Blake vd, 2014	Bitkisel mum kristal ağlarının yapısı ve fiziksel özellikleri ve yağ bağlama kapasitesi ile ilişkisi
Öğütçü, 2014	Yemeklik oleojellerin hazırlanması ve gıda ürünü olarak kullanımlarının araştırılması
Patel vd., 2014a	Suda çözünür gıda polimerlerine dayalı yenilebilir oleojeller: Hazırlama, karakterizasyon ve potansiyel uygulama
Patel vd., 2014b	Gomalak oleojellerin yenilebilir uygulamaları: Sürülebilir çikolata pasta ve kekler
Yılmaz ve Öğütçü, 2014	Balmumu ve monogliseritli fındık yağ organojellerinin özellikleri ve kararlılığı
Zetzl vd., 2014	Etülselüloz oleojellerinin mikro yapısı ve mekanik özelliklerle ilişkisi
Doan vd, 2015	Pirinç kepeği yağında doğal mumların yağ jelleşme özelliklerinin değerlendirilmesi: reolojik, termal ve mikroyapı çalışması
Öğütçü vd, 2015	Sızma zeytinyağı, balmumu oleojel emülsiyon ürünlerinin hazırlanması ve karakterizasyonu
Öğütçü ve Yılmaz, 2015	Nar çekirdeği yağ organojellerinin karnauba mumu ve monogliseridin karşılaştırılması
Patel ve Dewettinck, 2015	Yapılandırılmış yağ sistemlerinin karşılaştırmalı değerlendirmesi: Shellac oleojel, HPMC oleojel ve HIPE jel
Yılmaz ve Öğütçü, 2015a	Sürülebilir yağ ve tereyağı alternatifleri olarak oleojeller: duyuşal tanımlama ve tüketici algısı
Yılmaz ve Öğütçü, 2015b	Balmumu oleojelleri ile hazırlanan kurabiyelerin dokusu, duyuşal özellikleri ve stabilitesi
Banupriya vd, 2016	Organojelasyon – Dondurma tasarımını geliştirmek için yeni bir teknoloji
Bemer vd, 2016	Krem peynir ürünlerinde bitkisel organojeller
Cramer, 2016	Pirinç kepeği balmumu oleojel su tutma kapasitesi ve fiziksel etkileri
Demirkesen, 2017	Farklı mumlarla oluşturulan oleojellerin reolojik ve tekstürel özellikleri
Mert ve Demirkesen, 2016	Fırınlanmış bir üründe oleojel/kısaltma karışımları ile doymuş yağın azaltılması
Marín- Suárez vd., 2016	Yüksek oleik ve linoleik yağ asitleri içeriğine sahip dondurma üretimi ve karakterizasyonu
O'sullivan vd, 2016	Yağda çözünen moleküllerin ağızdan verilmesi için yenilebilir oleojeller: kompozisyon ve yapısal tasarım hususları
Demiralp vd, 2017	Oleojeller ve emülsifiye et ürünlerinde kullanımı

Fayaz vd, 2017	Fonksiyonel okolata yayılmasında palmiye yağının kısmi ikamesi olarak monogliseritler, balmumu ve propolis mumu bazlı nar çekirdeği yağı oleojellerinin potansiyel uygulaması
Fayaz vd, 2017	Propolis mumu, balmumu ve bunların karışımı ile yapılandırılmış nar çekirdeği yağı organojelleri
Manzocco vd, 2017	Yenilebilir oleojel hazırlama için şablon olarak κ-karagenan aerojellerinin kullanılması
Moriano ve Alamprese, 2017	Düşük doymuş yağlı dondurmalar için yeni bileşenler olarak organojeller
Singh vd, 2017	Yenilebilir oleojel teknolojilerindeki gelişmeler
Doan vd, 2018	Mum esaslı oleojellerin gıda endüstrisinde kristalleşmesini, jelleşmesini ve uygulanabilirliğini etkileyen iç ve dış faktörler
Park vd, 2018	Pirinç kepeği balmumu oleojellerinin ve oleojel krem peynir ürününün oksidatif stabilitesi
Pehlivanoğlu vd, 2018	Doymuş yağ asidi konsantrasyonlarını azaltmak için umut verici bir yapılandırılmış yağ olan oleojeller: üretim ve gıda bazlı uygulamalar
elegen, 2019	Hayvansal yağ ikamesi olarak zeytinyağı emülsiyonu ile hazırlanan oleojel ve bezelye kabuğu tozunun yağı azaltılmış hamburger köftesi üretiminde kullanım imkanlarının araştırılması
Çiftçi, 2019	Farklı tip mumların kakao kremi üzerine etkileri
Kara, 2019	Karnauba ve balmumu vaksları ile hazırlanan oleojellerin DSC ve FT-IR spektroskopisi ile karakterizasyonu
Oh vd, 2019	Et köfteleri için bir hayvansal yağ ikame maddesi olarak hidroksipropil metilselüloz oleojelinin uygulanabilirliği
Palla vd, 2019	Soğutma sıcaklığı profillerinin monogliseritlerin oleojel özellikleri üzerindeki etkileri: bir reo-mikroskopi alışması
Papadaki vd, 2019	Gıda formülasyonlarında potansiyel uygulaması olan mikrobiyal yağ mumu bazlı oleojelin geliştirilmesi
Scholten, 2019	Yenilebilir oleojeller: yapılandırıcı olarak proteinler ne kadar uygundur?
Abdolmaleki vd, 2020	Sodyum kazeinat, ksantan zamkı ve guar zamkı ikili ve üçlü karışımlarına dayalı oleojel üretimi: hidrokolloid konsantrasyonunun ve kurutma yönteminin optimizasyonu
Demirkesen ve Mert, 2020	Unlu mamüllerde oleojel kullanımına ilişkin son gelişmeler
Hwang, 2020	Oleojellerin yapıları, sağlık etkileri, oksidatif stabilitesi ve duyuşsal özellikleri hakkında eleştirel bir inceleme
Puşaş vd, 2020	Gıdalarda oleojeller: Mevcut ve potansiyel uygulamaların gözden geçirilmesi
Demirci, 2021	Oleojelasyon teknolojisiyle baharatlı sürülebilir zeytinyağı ürünlerinin geliştirilmesi

Oleojelin potansiyel kullanımı hem gıda endüstrisinde hem de bilimsel alanlarda büyük bir popülerlik kazanmıştır ve zaman içerisinde oleojeller okolatalar, okolatalı pastalar, şekerleme dolguları, dondurmalar, krem peynir, sosisler, emülsiyonlar,

kurabiyeler ve kekler gibi çeşitli gıda ürünlerinde kullanılmaktadır (Demirkesen ve Mert, 2020).

Çalışmalar, oleojellerin ısıya dayanıklı çikolata üretmek için de iyi bir alternatif olabileceğini (Stortz ve Marangoni, 2013; Stortz vd., 2015) ve az yağlı dondurma üretmek amacıyla süt ürünlerinde de uygulanabilir (Moriani ve Alamprese, 2017) olacağını göstermiştir. Oleojeller ayrıca yayılma, yapısal tutarlılık ve istenen tüketici ağız hissi özelliklerini veren sürülebilir ürünlerin yapılandırılması için de kullanılabilir (Yılmaz ve Ögütçü 2015a, 2015b).

Oleojellerin jel özelliklerini etkileyen faktörleri ve oleojelatörün gıda bileşenleri ile etkileşimini daha iyi anlamak ve oleojellerin pratik uygulaması için daha fazla gıda ürününde oleojelleri incelemek için daha fazla çalışmaya ihtiyaç olmaktadır (Hwang, 2020).

2.6. Nar Çekirdeği Yağı

Nar (*Punica granatum*), *Punicaceae* familyasına ait olan (Harde vd., 1970) başta İran, Hindistan ve ABD olmak üzere Yakın ve Uzak Doğu ülkesinde yetiştirilmektedir. (Nagy vd., 1990). *Punica granatum*'un 1000'den fazla çeşidi mevcuttur (Levin, 1994). Nar meyvesi (*Punica granatum*) binlerce yıldır dünya çapında diyet ve ilaç maddesi olarak kullanılmış ve aynı zamanda dünya dinlerinde ve mitolojilerinde ve tıp alanında önemli bir sembol olarak kabul edilmiştir (Mintie vd., 2020).

Nar ağırlıklı olarak taze meyve, meyve suyu, reçel ve jöle olarak tüketilmektedir (Martinez vd., 2006 ; Zaouay vd., 2014) ve çalışılan diğer meyvelere kıyasla en yüksek toplam polifenol konsantrasyonunu içeren, bilinen en eski yenilebilir meyvelerden birisidir (Fazaeli vd., 2013). Narın suyu, tohumları, yaprakları, çiçekleri, kabuğu ve kökleri çeşitli etkilere sahiptir. Ateşi düşürmek, şeker hastalığını tedavi etmek, antelmintik, ishal önleyici, kan toniği, kanamayı durdurmak ve ülserleri iyileştirmek, narın en önemli geleneksel kullanımları arasındadır (Lansky ve Newman, 2007; Fan, 2015).

Nar meyveleri ayrıca yiyecek ve içecek endüstrisinde tatlandırıcı ve renklendirici materyallerin yanı sıra sağlık, güzellik ve şampuanlar, kremler ve yüksek değerli halılar gibi el yapımı ürünlerde boyalar olarak yaygın olarak kullanılmaktadır. Nar meyvesinde önemli seviyelerde polisakkaritler, asitler, vitaminler, mineraller, polifenoller ve antosiyaninler bulunmaktadır (Al-Maiman ve

Ahmad, 2002). Nar kabuğu, punicalagins adı verilen benzersiz fenolik sınıfları açısından zengindir. (Lansky ve Newman 2007). Meyve suyu ve konsantre üretim tesislerinin yan ürünü olarak nar tanelerinin çok miktarda bulunması ve tohumdaki doymamış yağ asitleri ve fenolik bileşikler gibi değerli farmasötik ve besinsel bileşikler ve bunların antioksidan özellikleri nedeniyle, tohumlar daha faydalı uygulamalara sahip olabilmekte ve hayvan yemi veya ticari kozmetik ürünlerinde kullanılmak yerine gıda endüstrilerinde kullanılabilmektedir (Mohagheghi vd., 2011). Nar meyvesinin yenilebilir kısmı (aril olarak adlandırılır) toplam meyvenin yaklaşık %52'sini oluşturur ve %78'i meyve suyu ve %22'si tohumlardan oluşmaktadır (Kulkarni ve Aradhya, 2005). Nar taneleri, nar suyu endüstrisinin yan ürünleridir (Mohagheghi vd., 2011). Yayınlanan raporlara, nar çekirdeğinin yağ içeriği, kuru ağırlık bazında, çekirdeğin %12 ila %20'si arasında değişmektedir (Lansky ve Newman, 2007).

Nar binlerce yıldır yaygın olarak tüketilmesine rağmen, narın veya nar çekirdeği yağının olası toksisitesi ve güvenliği hakkında çok az şey bilinmektedir (Mehta ve Lansky, 2004). Nar taneleri temizleme, presleme, santrifüjleme, çökeltme ve süzme yoluyla sızma yağ elde edilmektedir (Meerts vd., 2009). Soğuk presleme, herhangi bir ısı veya kimyasal işlem içermeyen bir yağ çıkarma yöntemidir ve bu işlem sırasında, soğuk preslenmiş yağın içine önemli miktarlarda polifenolik bileşikler ekstrakte edilmektedir (Parry ve Yu, 2004). Soğuk preslenmiş nar çekirdeği yağı hem yağ asidi bileşimi hem de flavonoidler nedeniyle, siklooksijenazlar ve lipoksijenazlar dahil pro-inflamatuar enzimleri inhibe ederek yeşil çayınkine yakın bir antioksidan aktivite gücü göstermektedir (Syned vd., 2007). Şekil 2.6' te nar çekirdeklerinden elde edilen yağ görülmektedir.



Şekil 2. 6. Nar çekirdeği yağı (Anonim, 2021e)

Nar çekirdeği yağı, nar tohumlarından elde edilen yağın yaklaşık %65 ila %80'ini oluşturan punisik asit adı verilen istisnai bir konjuge yağ asidi içerir (Lansky ve Newman 2007). Bununla birlikte, çoğu yağlı bitkide tohum yağının bileşimi, çeşitlilik, yetiştirme ortamı, tohum işleme ve ekstraksiyon yöntemi gibi çeşitli faktörlerden etkilenir (Abbasi vd., 2008; Curt vd., 2002; Liu vd., 2009; Were vd., 2006). Narın çeşidine göre tohum ağırlığı 40 ile 100 gr/kg meyve arasında değişmektedir. Narın tüm çeşitlerinin tohumları zengin bir yağ kaynağıdır. Nar çekirdeği yağı üzerine yapılan diyet araştırmalarına dayanarak, tüketicilerin insan vücudunda sentezlenemeyen maddeler konusunda farkındalıkları artmaktadır. Nar yağı, palmitik asit (C16:0), stearik asit (C18:0), oleik asit (C18:1), linoleik asit (C18:2) ve linolenik asidin dört izomerinden (C18:3) oluşur. Nar yağındaki baskın yağ asidi sınıfları C18:3 (%31–86), ardından C18:2 (%0.7–24.4) ve C18:1 (%0.4–17.4). Punisik asit (9-cis,11-trans,13-cis veya trikosanik asit), C18:3 sınıfının baskın formudur (Fadavi vd., 2006).

Bir bütün olarak nar yağı ve özellikle punisik asit, bir antikanser ajanı olarak kabul edilmektedir (Khoddami vd., 2014). Narın anti-invaziv, anti-proliferatif ve proapoptotik özelliklerinin yanı sıra yüksek antioksidan kapasitesi birçok insan ve hayvan modelinde çalışılmıştır (Lansky vd., 2005; Syed vd., 2007; Les vd., 2015). Ayrıca meyvenin tohumlarından, suyundan ve kabuklarından izole edilen fitoöstrojenik bileşikler birçok hormonal aktiviteye sahiptir (Johanningsmeier ve Harris, 2011; Tran vd., 2010). Mide ağrısının tedavisi, uçuk ve grip virüslerinin önlenmesi ve kanser hücrelerinin üremesinin baskılanması, nar suyu ve çekirdeği ekstraktlarının diğer farmakolojik özellikleridir. Narın antimikrobiyal, antiinflamatuvar, karaciğer hastalıklarına karşı koruyucu, kardiyovasküler koruma, anti-diyabetik ve anti-obezite etkileri birçok araştırmacı tarafından araştırılmış ve belgelenmiştir (Miguel vd., 2010; Medjakovic ve Jungbauer, 2013; Ahmed vd., 2015). Nar meyvesine olan ilgi, büyük ölçüde meyve suyunun antioksidan ve anti-inflamatuvar özelliklerine odaklanılsa da, nar çekirdeği yağının ayrıca cilt onarımını, özellikle epidermisin yenilenmesini desteklediği gösterilmiştir (Aslam vd., 2006).

2.7. İncir Çekirdeği Yağı

İncir olarak adlandırılan *Ficus carica*, dut ailesinin (*Moraceae*) bir üyesidir (Badgujar vd., 2014). İncir çok geniş bir aileye sahip 700'den fazla bilinen türe sahiptir (Condit, 1955). İncir (*Ficus carica*) tropikal ve subtropikal bölgelerde yetişen yaprak

döken bir ağaçtır (Joseph ve Raj, 2011). İncir, pratik kullanım ve inanış nesnesi olduğu için tropik bölgeler için ayrı bir öneme sahiptir (Badgujar vd., 2014; Prasad vd., 2006). Besin değeri yüksek meyveleri için eski çağlardan beri yaygın olarak yetiştirilmektedir (Badgujar vd., 2014).

Ficus carica'nın bir geniş bir farmakolojik aktivite yelpazesi ve geleneksel tıpta yaygın olarak kullanılmaktadır. Gastrointestinal sistem, endokrin sistemi, solunum sistemi ve üreme sistemi bozuklukları da dahil olmak üzere 40 tan fazla alan üzerinde kullanımı vardır (Badgujar vd., 2014). İncir ağacının meyveleri, küspesi, yaprakları, kökleri ve lateksi Hindistan ve Çin'de geleneksel tıbbın bir parçası olarak kullanılmıştır (Mawa vd., 2013; Slavin, 2006; Harzallah vd., 2016; Abbasi vd., 2015).

İncir potasyum, kalsiyum, demir ve K vitamini kaynağıdır (Joseph & Raj, 2011). İncir ağacının yaprakları ve kökleri, eksojen kolesterol emilimini bloke ederek kolesterol seviyelerini düşürdüğü gösterilen bitki sterollerini (özellikle modifiye triterpenler) içermektedir (Barolo vd., 2014). Polifenoller, flavonoidler ve antosiyaninler yüksek antioksidan kapasiteye sahiptir (Joseph & Raj, 2011). İncirin antosiyanin içeriği, sağlıklı kan lipid seviyelerinin korunmasına yardımcı olabilir ve obezite, diyabet, kardiyovasküler hastalık ve bazı kanserlerin önlenmesinde önemli bir rol oynayabilmektedir (Wojdyło vd., 2016).

İncir meyvesi vitaminler, diyet lifi, mineral ve yağ içermektedir (Joseph ve Raj, 2011; Fiscor vd., 2011). Dünyada incir tüketimi kuru ve sofralık taze tüketim şeklindedir. Hem kuru hem de taze incir yüksek düzeyde lif ve polifenol içermektedir (Vinson, 1999; Vinson vd., 2005). Kuru incir karbonhidratlar, şekerler, mineraller, vitaminler, organik asitler ve fenolik bileşikler açısından zengindir (Fiscor vd., 2011; Slatnar vd., 2011). Şekil 2.7' da incir çekirdeği tanelerinden elde edilen yağ görülmektedir.



Şekil 2. 7. İncir çekirdeği yağı (Anonim, 2021f)

İnciri hem besin değerleri hem de sağlık açısından önemli kılan kısımlarından biri de tohumlarıdır. Bu tohumlar büyük, orta ve küçük olabilir ve meyve başına tohum sayısı (30 ila 1600) değişmektedir. Bir incirde birçok yenilebilir tohum vardır ve tohumlar tozlaşmadıkça içi boş kalmaktadır. Diğer yandan tozlaşan tohumlar, incirin karakteristik cevizli tadını vermektedir. İncir tohumları içerdikleri zengin kimyasal bileşikler nedeniyle araştırmacıların ilgisini çekmektedir (Badgujar vd., 2014; Joseph ve Raj, 2011). Kuru tohumlar %30 sabit yağ içermektedir (Joseph ve Raj, 2011).

Son zamanlarda, ağırlıklı olarak düşük kaliteli incirlerden üretilen yeni bir ürün olan “incir çekirdeği yağı” oldukça popüler hale gelmiştir. Gıda katkı maddesi veya fitokimyasal ürün olarak tüketilebileceği gibi farmasötik ve kozmetik amaçlı da kullanılabilir (Icyer vd., 2017).

İncir çekirdeği yağının bileşimi ve biyoaktif bileşenleri ile ilgili son birkaç yılda çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Duman ve Yazıcı 2018, Güven vd., 2019, Hssaini vd., 2020). İncir çekirdeği yağı, yüksek oranda oleik, linoleik ve linolenik yağ asitleri içeren ve iyi bir diyet lifi, mineral ve polifenol kaynağı olan önemli bir egzotik meyve olan incirden üretilen sağlıklı bir meyve yağıdır (Duman ve Yazıcı, 2018). İncir çekirdeği yağı, antioksidan etkisi yüksek gama (γ) tokoferol ve linoleik (omega-6) ve linolenik (omega-3) yağ asitlerine sahiptir (Joseph & Raj, 2011). γ -tokoferolün moleküler yapısı incelendiğinde, kromanol halkasında elektron veren metil gruplarından birine sahip olmadığı için alfa (α) tokoferolden biraz daha fazla antioksidan etkiye sahiptir (Greenwell, 2002). Bununla birlikte, γ -tokoferol, nitrojen bazlı serbest radikalleri daha iyi yakalayabilir (Greenwell, 2002). Yağ asitleri, omega-3 yağ asitlerinin gösterdiği gibi vücut kolesterol seviyelerinin düşürülmesinde önemli role sahiptir (Okorie vd., 2010; Adnaik ve Mohite, 2015).

2.8. Manda Sütü

Süt, dişi memeli hayvanların doğumdan sonra meme bezlerinde salgılanan son derece besleyici bir üründür (Üçüncü, 2018). Süt, memeliler için ilk besin kaynağı olup kemik oluşumu açısından çok önemlidir ve büyüme ve gelişmeyi sağlamak için gerekli olan tüm enerji ve besin öğelerini sağlamaktadır. Düzenli olarak süt tüketimi sağlıklı ve dengeli beslenmede önemli unsurlar arasında yer almaktadır (Pereira, 2014). Süt polidispers bir gıdadır ve bileşiminde yer alan süt yağı, emülsiyon; protein, koloidal dispersiyon; laktoz ve mineral maddeler ise gerçek çözelti halinde bulunmaktadır (Üçüncü, 2018).

Süt kurumadde içerisinde laktoz, yağ (trigliseritler, fosfolipitler, steroller, serbest yağ asitleri, mumlar, squalenler ve yağda çözünen vitaminler), azotlu maddeler (kazein, laktalbumin, laktoglobulin, proteoz-pepton ve protein olmayan azotlu maddeler), mineral maddeler (Ca, Na, K, Mg, P, Cl) ve diğer maddeleri (gazlar, vitaminler, enzimler ve koruyucu maddeler) içermektedir (Üçüncü, 2018).

Mandalar, ineklerden sonra dünyanın en büyük ikinci süt kaynağını oluşturmaktadır (Ahmad, 2013). Manda sütü inek sütü ile karşılaştırıldığında, manda sütünün daha yüksek mikatarda yağ, laktoz, protein, kül, kalsiyum, A ve C vitaminleri ve daha düşük E vitamini, riboflavin ve kolesterol içeriği içermektedir. Manda sütü karoten içermez, ancak pentasakkaritler ve gangliozitler gibi sütte olmayan bazı biyolojik olarak aktif maddeler içermektedir (Abd El-Salam ve El-Shibiny, 2011). Mandalar yeşil yemle aldıkları karotenin tamamını A vitaminine çevirdikleri için sütlerinin rengi, inek sütüne oranlar daha beyaz olmaktadır (Üçüncü, 2018).

Manda sütünün yağ globülleri inek sütünden daha büyük olmakla birlikte kararsızdır ve yağ globül zarlarının içeriği daha düşüktür. Manda sütü yağının doymuş yağ asitleri inek sütünden biraz daha yüksektir ve trigliseritlerin dağılımı ve yağın fiziksel özellikleri de inek sütününkinden biraz farklıdır. Manda sütünün kazein miselleri inek sütünden daha büyüktür ve mineraller açısından zengin içeriklidir (Abd El-Salam ve El-Shibiny, 2011).

Manda sütünün bileşimi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişmekle birlikte (hayvanın ırkı, yaşı, kalıtım ve yetiştirme, mevsimler, sıcaklık, hava nemi ve ışık, laktasyon dönemi, beslenme, sağım süresi ve sayısı ve mastitis vb. hastalıklar) kurumadde ve yağ oranı son derece yüksektir ve kurumadde oranı ortalama %17.5 ve

yağ oranı %7.5' tir. Laktasyon döneminin sonlarına doğru yağ oranı daha da yükselmektedir (Üçüncü, 2018). Manda sütünün yağ oranının yüksek olmasına rağmen kolesterol oranının inek sütüne nazaran daha düşük olmasının başlıca nedeni manda sütünün yağ globüllerinin çapının küçük olması dolayısıyla çoklu doymamış yağ asitlerince zengin olmasından ileri geldiği bildirilmiştir (Zicarelli 2004).

Manda sütü yüksek miktarda biyo-koruyucu maddeleri (immunoglobulinler, laktoferrin, lizozim, laktoperoksidaz) içermektedir ve inek sütüyle kıyaslandığında özel diyetlerde kullanımının daha sağlıklı olacağı açıktır (Metin, 2001). İnek sütü bileşimine göre çok zengin olan manda sütü özellikle bazı yöresel süt ürünlerinin üretiminde ayrı bir öneme sahip olmaktadır. Türkiye'de manda sütü içme sütü olmaktan ziyade kaymak, peynir, yoğurt ve dondurma gibi farklı süt ürünleri üretiminde kullanılmaktadır (Bekiroğlu, 2014).

Avrupa pazarında önemli bir yer tutan Mozzarella peyniri çok yumuşak ve lezzetli bir ürün olarak manda sütünden yapılmakta ve İtalyanın geleneksel süt ürünü olarak adlandırılmaktadır. Yine manda sütünden yapılan Treceia, Ricotta, Crescenza, Rabiola, Cacicavalla gibi ürünler İtalya'da yapılan ve çok tüketilen manda sütü ürünleridir (Soysal, 2009). Manda sütünün zengin bileşimi çeşitli süt ürünlerine işlenebilirliğini uygun hale getirmektedir (Tomar, 2015).

2.9. Dondurma

Dondurma, tüm dünyada en popüler süt ürünlerinden birisidir. Dondurma konsantre bir çözelti içinde dağılmış yağ kürecikleri, hava kabarcıkları ve buz kristalleri içeren kolloid bir gıda sistemidir ve temel olarak süt, şeker, stabilizatörler, emülgatörler, aroma ve renklendirici maddeler içermektedir (Alizadeh vd., 2014). Dondurma makro besinler yani karbonhidratlar, yağlar ve proteinler ve bazı mikro besinleri yani A, D, E vitaminleri ve kalsiyum minerali açısından zengindir. Bununla birlikte ticari olarak temin edilebilen dondurma, genellikle C vitamini, renkler ve fenolik maddeler gibi doğal antioksidanlar açısından zayıftır (Sun-Waterhousevd., 2013). Dondurmanın yapısı, yüksek viskoziteli sulu bir fazda dağılmış yağ kürecikleri ve buz kristalleri ağından oluşan üç bileşenli bir köpük olarak tanımlanmıştır (Dickinson, 1992; Prentice, 1992). Dondurmadaki yapı gelişimi genellikle dondurma karışımı süt yağı, protein ve kompleks karbonhidratlarda bulunan makro moleküllere

atfedilmektedir. Süt yağı, doku, ağız hissi, kremi ve genel kayganlık hissi geliştirmek için diğer bileşenlerle etkileşime girmektedir (Giese, 1996; Akoh, 1998).

Dondurmalar, yağ açısından zengin dünya çapında her yaştan tüketilen çok çekici bir ürünü temsil etmektedir. Dondurma hazırlamak için kullanılan kremanın bileşimi esas olarak katı yağlar olarak adlandırılan doymuş yağlardır ve esas amacı ürüne yapı kazandırmaktır (Munk vd., 2018). Yağın türü ve miktarı, elde edilen dondurmaların reolojik özelliklerini etkilemektedir (Adapa vd., 2000). Dondurma, dondurmanın yapısal ve organoleptik özelliklerinde önemli bir rol oynayan yaklaşık %12 yağ içermektedir (Akbari vd., 2019).

Geleneksel dondurmalarla karşılaştırıldığında az yağlı ve yağsız dondurmalar düşük lezzet kalitesine sahiptir. Yağ, birçok bileşik için aromanın ana taşıyıcısı olduğundan, tek başına daha fazla aroma eklenmesiyle düşük aroma yoğunluğu üstesinden gelinemeyebilir (Plug ve Haring, 1993). Süt yağı, depolama sırasında dondurma aromasında önemli bir rol oynamaktadır çünkü süt yağı lezzet için önemlidir ve ana taşıyıcı görevi görmektedir. Yağ, dondurma lezzetini üç şekilde etkileyebilmektedir bunlar; dondurmadaki zengin, dolgun ve kremi lezzete katkıda bulunmak, hidroliz ve oksidasyon reaksiyonlarına katılmak ve nihai üründeki aromalı uçucu bileşenlerin algılanmasına yardımcı olmaktır (Plug ve Haring, 1993; Ohmes vd., 1998 ; Prindiville vd., 1999). Ayrıca süt yağı, doku, ağız hissi, kremsilik ve genel kayganlık hissini geliştirmek için diğer bileşenlerle reaksiyona girmektedir (Adapa vd., 2000). Dondurmanın dondurulması sırasında, çırpma eylemi ve buz kristalizasyonu, karışımdaki yağ emülsiyonunun dengesini bozmaktadır. Kararsızlaştırılmış yağ, bir çimentolama maddesi görevi görmekte ve esas olarak proteinlerle kaplı hava kabarcıklarına destek sağlamaktadır. Süt proteinleri ve kısmen birleşmiş yağın kombinasyonu, dondurmaya güç ve yapı sağlamaktadır (Goff ve Jordan, 1989; Hegenbart, 1996; Marshall ve Arbuckle, 1996).

Aşırı yağ tüketiminin obezite ve koroner kalp hastalıkları riskini artırması nedeniyle son yıllarda tüketiciler az yağlı gıda ürünleri tüketimine giderek daha fazla ilgi göstermektedir (Akalin vd., 2008). Son on yılda sağlıklı gıdaların tüketimine yönelik artan eğilimler ile yağ oranı yüksek ürünlerin formülasyonlarını daha sağlıklı olan ve yüksek oranda doymamış yağ içeren gıda tüketimini artırmıştır. Dondurma, doymuş yağın daha sağlıklı fraksiyonlarla değiştirilmesinin günümüz tüketicisine daha çok hitap edebileceği iyi bir örnektir (Méndez-Velasco ve Goff, 2011). Sağlıklı gıda

bilincindeki artış, sağlığı geliştirici maddeler içeren düşük kalorili dondurmaya yönelik potansiyel bir talebi ortaya çıkarmıştır (Singo ve Beswa, 2019). Bununla birlikte, çeşitli ikameler kullanan kalori azaltma stratejileri, gıda bileşenleri arasındaki etkileşimleri doğrudan etkileyebilmekte ve dondurmanın renk, lezzet ve dokusal özelliklerinde algılanabilir değişikliklere neden olabilmektedir (Treciokiene ve Sostakiene, 2020).

Tüketiciler tarafından beklenen kalite düzeyini sağlamak için az yağlı dondurmaların ürün formülasyonlarında iyileştirmeler yapılması gerektiği öne sürülmüştür (Keehner, 1996). Bu durum özellikle %3' ten daha az süt yağı içeren dondurma ürünleri için geçerli olmaktadır (Aime vd, 2001). Geleneksel dondurma formülasyonları yüksek konsantrasyonlarda şeker ve yağ içermektedir. Sağlık ve beslenmeyle ilgili artan endişeler, düşük kalorili işlenmiş gıdaların yanı sıra bilinen bir trans yağ asidi kaynağı olan gıdaların pazarını harekete geçirmiştir. Bu talepleri hedefleyen gıda endüstrisi, doku, lezzet ve aroma gibi geleneksel gıda özelliklerinde büyük değişiklikler olmaksızın alternatif bileşenler aramaktadır (Nabeshima vd., 2001). Bu ihtiyacı karşılamak için, dondurmanın kalitesini değiştirmeden önemli ölçüde azaltılmış miktarda doymuş yağ asidi içeren bir yağ üretmek ile mümkün olmaktadır (Persson, 2009).

Düşük yağlı dondurmalarda yağ küresi ağının bozulması veya yok olması durumu ürünün dokusunu ciddi şekilde etkilemektedir (Aime vd, 2001). Dondurma formülasyonlarını değiştirmenin amaçlarından biri, arzu edilen dokuya sahip bir ürün üretmektir ve bu yalnızca ürünün fiziksel yapısındaki iyileştirmeler yoluyla gerçekleşmektedir (Stanley vd., 1996). Bu nedenle, düşük yağlı dondurulmuş tatlı ürünlerinde istenen yapıyı oluşturmak ve stabilize etmek güçtür, çünkü birleşmiş yağ fraksiyonu azalırken protein fraksiyonu arttırılabilir. Bu yapısal değişiklikler, donmuş süt ürünleri tatlılarında fiziksel ve duyuşal özellikleri değerlendirilerek tespit edilebilmektedir (Adapa vd., 2000).

Yağ gıdada etkin bir şekilde değiştirilecekse, yağın uçucu aroma bileşiklerinin salınımı üzerindeki etkileri, yağ ikamesi ile eşitlenmelidir (Bringe ve Clark, 1993). Bir yağ ikame maddesi, bir gıda ürünündeki yağın dokusu, ağızda bıraktığı his ve işlevselliği ile eşleşmeli ve arzu edilen lezzet profilini iletmelidir. Örneğin vanilya gibi büyük ölçüde yağda çözünen tatlar, koku alma sisteminde duyuşal alımdan önce tatların uçtuğu ağza yağ tarafından taşınmaktadır. Bu tatları taşımak için yeterli yağ

olmadığında, ağızda hızla uçarlar ve daha sonra algılanan lezzet profilinden hızla kaybolurlar. Bu nedenle yağ ve aroma arasındaki sinerjik etki ortadan kalkmaktadır (Labell, 1991). Gıda formülasyonlarında yağ bileşenleri azaltıldığında, genellikle organoleptik niteliklerin korunmasındaki işlevsel rolünü yerine getirmek için gerekli olan diğer bileşenlerle değiştirilebilmektedirler (Mattes, 1998). Günümüzde, yağ içeriğinin azaltılmasından kaynaklanan dokusal ve duysal kusurları azaltabilen az yağlı dondurmada birçok yağ ikame maddesi kullanılmaktadır (Akbari vd., 2019).

Bu maddeler genellikle bileşimlerine göre lipid, protein ve karbonhidrat bazlı olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır. Her grup farklı fonksiyonel özelliklere sahiptir ve tek başına veya karışım halinde kullanılabilir (Lucca ve Tepper, 1994; Ognean, vd., 2006). Karbonhidrat bazlı yağ ikame maddeleri, modifiye nişasta türleri, çeşitli kaynaklardan maltodekstrinler, selüloz türevleri (mikrokristalin selüloz, metil selüloz ve hidroksipropil metil selüloz), inülin, pektin, polidekstroz ve diğer diyet liflerinden oluşmaktadır. Protein bazlı yağ ikameleri genellikle konsantre peynir altı suyu proteinlerinden üretilmektedir (Goff ve Hartel, 2013). Lipid bazlı yağ ikameleri, emülsiyonları stabilize edebilen emülgatörler, orta zincirli trigliseritler veya yüzey aktif yapısal lipidlerden oluşmaktadır (Lucca ve Tepper, 1994).

Bu bağlamda dondurma formülasyonlarında birçok yağ ikamesi de kullanılmaktadır. Söz konusu yağ ikameleri, dondurmanın duysal özelliklerini bozmadan dondurmaya stabilize etmek, emülsiyon sağlamak, erimeyi yavaşlatmak, dokuyu iyileştirmek, hacim artışı sağlamak ve ağızda kalan hissi düzeltmek için kullanılabilir. Böylece nihai üründeki yağ oranının düşürülmesi veya yağın uzaklaştırılmasından kaynaklanan istenmeyen özellikler en aza indirilebilmektedir (Akbari vd., 2019). Dondurmaların teknolojik ve fonksiyonel durumunu iyileştirmek için bir dizi bileşenle zenginleştirilmektedir (Çam vd., 2013). Oleojellerin kullanımı, aralarında dondurmaların da bulunduğu bazı gıda ürünlerinin teknolojik gelişimi için yenilikçi ve ekonomik bir seçenek oluşturmaktadır (Silva-Avellaneda vd., 2021).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Bu araştırma kapsamında incir çekirdeği yağı ve nar çekirdeği yağı oleojeli ile manda sütünden dondurma üretimi Amasya Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Oleojel ve dondurma üretiminde kullanılan hammaddeler aşağıda belirtilmiştir.

3.1.1 Oleojel

Oleojel üretiminde kullanılan soğuk sıkım tekniği ile üretilen incir çekirdeği yağı ve nar çekirdeği yağı Aydın Egesia firmasından temin edilmiştir. Karnaubaks ve keçiyoynuzu gamı Smart Kimya Tic. ve Dan. Ltd. Şti.' den, Tween 80 Sigma Chem. Co. St. Louis, MO, USA'den ve balmumu Amasya'nın yerel köylerinde proje için özel olarak üretilen kara kovan balmumu kullanılmıştır.

3.1.2. Dondurma

Dondurma üretiminde kullanılan materyaller ise stabilizör (Danisco/Dupont Dış Tic. Ltd. Şti.), şeker (Torku, Konya Şeker Sanayi ve Ticaret A.Ş.), süt tozu (Uğuray Süt A.Ş.), aroma olarak incir, nar (Smart Kimya Tic. ve Dan. Ltd. Şti.) ve vanilya (Dr. Oetker Gıda San. ve Tic. A.Ş.) kullanılmıştır. Dondurma üretimi için kullanılan manda sütü ise Amasya'nın Uzunoba köyünden temin edilmiştir. Yağsız süt elde etmek için süt kreması ayırma işlemi Amasya'nın Suluova ilçesinde bulunan İltat Süt Ürünleri İşletmesi seperatörleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen yağsız süt (yağ oranı: %0.6) ve krema dondurma üretimi için kullanılmak üzere laboratuvar ortamında pastörize edilip +4 °C' de muhafaza edilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Oleojel Üretimi

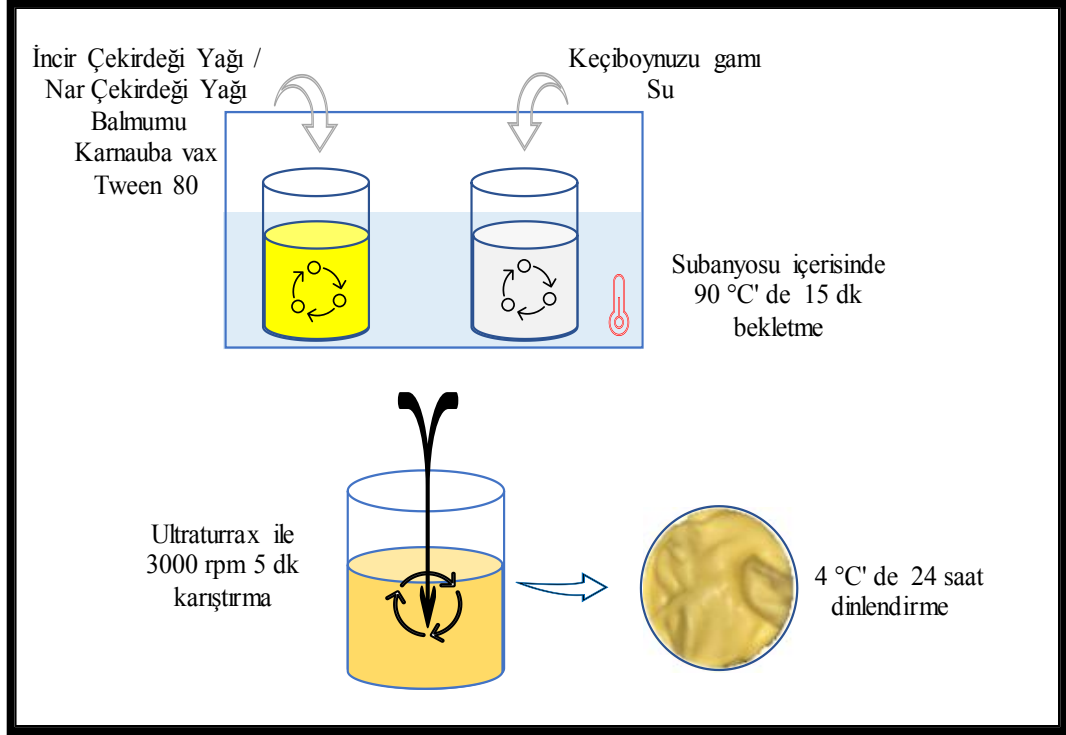
Manda sütünden dondurma üretiminde hayvansal yağ oranının azaltılması için kullanılacak incir çekirdeği yağı ve nar çekirdeği yağı esaslı oleojel Bascuas vd., (2020) tarafından oluşturulan prosedürde değişiklikler yapılarak hazırlanmıştır. Oleojel hazırlama prosedüründe incir ve nar çekirdek yağlarından oleojel üretimi için kullanılan bileşenler balmumu, karnaubaks, keçiyoynuzu gamı, Tween 80, saf su, nar çekirdeği yağı ve incir çekirdeği yağıdır. Oleojel hazırlamak için kullanılan balmumu, keçiyoynuzu ve karnaubaks materyalinin bileşimindeki oranları D-

optimal tasarımına göre dizayn edilmiştir. Oleojel üretimi için öncelikli olarak su ve yağ fazları ayrı ayrı hazırlanmıştır. Su fazı keçiboynuzu gamı, su içerisinde karıştırılarak hazırlanmıştır. Yağ fazı ise incir çekirdeği yağı veya nar çekirdeği yağı içerisinde sırasıyla balmumu, karnauba vaks, Tween 80 ilave edilerek ve karıştırılarak hazırlanmıştır. Oleojel üretiminde D-optimal yönteminin belirlediği oranlara göre 10 adet farklı konsantrasyonda keçiboynuzu gamı 50 g su içerisinde 90°C’de 15 dk su banyosunda 50 rpm çalkalama hızı ile karıştırılmıştır. Bu işlemi takiben 32 g nar çekirdeği yağı tartılmış, içerisine belirlenen oranlarda Tween 80, balmumu, karnauba vaks eklenmiş ve 90°C’de 15 dk su banyosunda 50 rpm çalkalama hızında karıştırılmıştır. Son aşamada ayrı ayrı hazırlanan su ve yağ fazının tam homojen karışım haline gelebilmesi için ultraturraks (Ultraturrax, IKA T25, Almanya) ile 3000 rpm’de 5 dk karıştırılmış ve nar çekirdeği yağı oleojeli hazırlanmıştır. Aynı işlem basamakları incir çekirdeği yağı içinde uygulanmış olup işlem sonunda 10 adet farklı formülasyondan oluşan incir çekirdeği yağı ile oleojel üretimi tamamlanmıştır. Örnek hazırlama çalışmalarında nar ve incir çekirdeği yağı oleojelleri için D-optimal dizayn tekniği ile hazırlanan deneme planlarına göre oluşturulan oleojel bileşen oranları Tablo 3.1’de gösterilmiştir.

Tablo 3. 1. Oleojel deneme planlarına göre oluşturulan oleojel formülasyonu bileşimleri

No	Keçiboynuzu gamı (g)	Balmumu (g)	Karnauba vaks (g)	Yağ (g)	Tween 80 (g)	Su (g)	Toplam (g)
1	0.85	0.85	15.30	32	1	50	100
2	5.10	2.38	9.52	32	1	50	100
3	3.14	5.10	8.76	32	1	50	100
4	4.13	0.85	12.02	32	1	50	100
5	0.85	5.10	11.05	32	1	50	100
6	2.81	3.35	10.84	32	1	50	100
7	0.85	2.94	13.21	32	1	50	100
8	0.85	0.85	15.30	32	1	50	100
9	0.85	5.10	11.50	32	1	50	100
10	5.10	5.10	6.80	32	1	50	100

Bu homojen likit karışım steril 100g’lık kaplara doldurularak kapatılmıştır. Oleojel oluşumu için örnekler 24 saat boyunca oda sıcaklığında ve sonrasında 4 °C’ de buzdolabında bekletilmiştir. Çalışmada kullanılan oleojel üretiminin şematik diyagramı Şekil 3.1’de gösterilmektedir.



Şekil 3. 1. Oleojel üretim akış şeması

3.2.2. Yüzey-Yanıt Yöntemi ile Oleojel Deneme Deseninin Oluşturulması

Çalışma kapsamında optimum balmumu, keçiboynuzu gamı ve karnauba vaks kullanım seviyelerinin belirlenmesi amacıyla D-optimal yöntemi ile oluşturulmuş olan deneme desenine göre oleojel üretimi gerçekleştirilmiştir. Çalışmalarda farklı modellemeler tercih edilmiş olup bunlar Simplex-lattice, simplex-centroid, axial design ve D-optimal tasarımı dahil olmak üzere birden fazla karışım dizaynıdır (Zen vd., 2015; Da Silva vd., 2016). Bu çalışmada D-optimal tasarımı kullanılmıştır. Nar çekirdeği yağı ve incir çekirdeği yağı oleojelinde bağımsız değişkenler olarak keçiboynuzu gamı (X_1), balmumu (X_2) ve karnauba vaks (X_3) seçilmiş ve üç bileşenli kısıtlı bir karışım tasarımı geliştirilmiştir.

D-optimal tasarımı prensibi gereği, öncelikli olarak ön denemeler baz alınarak üç bileşenin deneysel tasarımı ve sınırları oluşturulmuş ve daha sonra asıl denemelere başlanmıştır. Bu kapsamda homojen bir karışım elde edebilmek için ön denemeler sonucunda değişkenlerin alt ve üst limitleri; keçiboynuzu gamı (X_1 , %0.05-0.3), balmumu (X_2 , %0.05-0.3) ve karnauba vaks (X_3 , %0.4-0.9) olacak şekilde belirlenmiştir. Üç faktörlü 2 seviyeli merkezi karmaşık tasarıma göre oluşturan bağımsız değişkenlerin, kod değerleri ve sınır değerleri Tablo 3.2'de gösterilmiştir.

Tablo 3. 2. Bağımsız değişkenlerin aralık ve sınır aktüel değerleri

Alt Limit		Bileşenler		Üst Limit
0.05	≥	X ₁ : Keçiboynuzu gamı	≤	0.3
0.05	≥	X ₂ : Balmumu	≤	0.3
0.4	≥	X ₃ : Karnuba vaks	≤	0.9
		X₁+X₂+X₃		= 1

Bu amaçla keçiboynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaks konsantrasyonlarının oleojellerin kuru madde, su aktivitesi, renk, kristalizasyon zamanı ölçümü, serbest yağ asitliği ve tekstür özellikleri üzerine etkileri karışım yöntemi ile üç değişkenli ve D-optimal deneme desenine göre hazırlanan ve merkez noktada oleojel üretimi için 2 tekrarın bulunduğu 10 adet deneme noktası belirlenmiştir. Tablo 3.3 de D-optimal tasarımına ve elde edilen sonuçlara göre bağımsız değişkenlerin kodlanmış seviyeler ve deneysel değerler yer almaktadır.





















Tablo 3. 3. D-optimal tasarımına göre olejel bileşimine göre bağımsız değişkenlerin kodlanmış seviyeleri ve deneysel değerleri

No	Kodlanmış Değerler			Gerçek Değerler (x) (g / 100 g)		
	Keçiboynuzu gamı (X ₁)	Balmumu (X ₂)	Karnauba vaks (X ₃)	Keçiboynuzu gamı (X ₁)	Balmumu (X ₂)	Karnauba vaks (X ₃)
1	0.050	0.050	0.900	0.850	0.850	15.300
2	0.300	0.140	0.560	5.100	2.380	9.520
3	0.184	0.300	0.515	3.140	5.100	8.760
4	0.243	0.050	0.707	4.130	0.850	12.020
5	0.05	0.300	0.650	0.850	5.100	11.050
6	0.165	0.197	0.637	2.810	3.350	10.840
7	0.050	0.173	0.777	0.850	2.940	13.210
8	0.050	0.050	0.900	0.850	0.850	15.300
9	0.050	0.300	0.650	0.850	5.100	11.050
10	0.300	0.300	0.400	5.100	5.100	6.800

Olejel bileşim oranlarına göre nar çekirdeği ve incir çekirdek yağı olejeli olmak üzere 20 adet örnek üretilmiş ve bu örnekler üzerinden analizler gerçekleştirilmiştir. D-optimal dizaynı Design Expert programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Zaeim vd., 2019; Samakradhamrongthai vd., 2019). D-optimal tasarımı kullanılarak olejel örneklerine ait bağımlı değişkenlerin bu çalışmada bağımsız değişken olarak belirlenen keçiboynuzu gamı, karnauba vaks ve balmumu konsantrasyonuna bağlı olarak değişimi, aşağıdaki uygun regresyon denklemi, bağımsız değişkenler ve cevaplar arasındaki eşitlik ile belirlenmiştir.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots \dots \dots \beta_j X_j + \varepsilon \quad (3.1)$$

Denkleimde Y cevap değişkeni, X_i ve X_j değişkenler ve β_0 kesişme katsayısıdır; β_i , β_{ij} , β_j sırasıyla doğrusal, ikinci dereceden ve ikinci dereceden terimlerin etkileşim katsayılarıdır; ε bağımsız parametrelerin sayısını göstermektedir. Şekil 3.2' de nar çekirdeği yağı ve incir çekirdeği yağından üretilen oleojellerin görselleri bulunmaktadır.

	Nar Çekirdeği Yağı Olejelleri	İncir Çekirdeği Yağı Olejelleri	
Nar / 1			İncir / 1
Nar / 2			İncir / 2
Nar / 3			İncir / 3
Nar / 4			İncir / 4
Nar / 5			İncir / 5
Nar / 6			İncir / 6
Nar / 7			İncir / 7
Nar / 8			İncir / 8
Nar / 9			İncir / 9
Nar / 10			İncir / 10

Şekil 3. 2. Nar çekirdeği ve incir çekirdeği yağı oleojel örnekleri

3.2.3. Dondurma Miksinin Hazırlanması

Dondurma miksinin hazırlanmasında Dervişoğlu ve Yazıcı (2006)'nın verdiği yöntemde bazı değişiklikler yapılarak çalışmaya uyarlanmıştır.

Dondurma hazırlama prosedüründe ürün formülasyonu için kullanılan materyaller manda sütü, yağsız süt tozu, süt yağı (manda sütü kreması), nar çekirdeği yağı oleojeli, incir çekirdeği yağı oleojeli, stabilizatör, şeker, nar, incir veya vanilya aroma bileşenleridir.

Kontrol örnekleri geleneksel yöntem ile manda sütü yağı (krema) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Deneme örneklerinde ise optimum formülasyonu belirlenen nar çekirdeği yağ oleojeli veya incir çekirdeği yağ oleojeli süt kreması yerine kullanılmıştır. Dondurma üretiminde hem kontrol hem de deneme örneklerinde yağ oranlarının kullanım düzeyi %5 (yarım yağlı), %10 (yağlı), %14 (tam yağlı) şeklinde planlanmıştır. Dondurma üretiminde yağ oranı ayarlaması manda sütü kreması, nar çekirdeği yağı oleojeli veya incir çekirdeği yağı oleojeli kullanılarak yapılmıştır.

Yağsız kuru madde ayarlaması ise yağsız süt tozu kullanılarak yapılmıştır. Dondurma miksinin hazırlanmasında %11 yağsız kuru madde sabit olması koşulu ile kütle denkliği hesaplanmıştır. Buna göre hazırlanan %5 yağlı, %10 yağlı ve %14 yağlı dondurma örnekleri sırasıyla nar çekirdeği yağı oleojeli ilaveli, incir çekirdeği yağı oleojeli ilaveli ve manda sütü kreması ilaveli dondurma örnekleri hazırlanmış olup örneklerin formülasyon değerleri Tablo 3.4.'de verilmiştir. Toplamda 9 adet dondurma üretimi yapılmıştır.

Bu amaçla seperasyon yöntemi ile ayrılan süt kreması ve yağsız manda sütü pastörize edilip kullanılmak üzere 4 °C'de muhafaza edilmiştir. Daha sonra süt içerisine kontrol örnekleri için süt kreması deneme örnekleri için oleojeller, süt tozu, şeker ve stabilizör kombinasyonu 90°C'ye kadar karıştırılarak ısıtılmış ve bu sıcaklıkta (200-300 rpm) 3-5 dk süre ile ısıtım işlemi uygulanmıştır.

Hazırlanan miks üzerine sıcakla teması kesildikten sonra aroma maddesi (nar, incir veya vanilya aroması) ilave edilmiş ve karıştırılmaya devam edilmiştir. Hazırlanan mikslere sıcak dolgu ile steril kavanozlara konulmuş ve 4°C'de olgunlaştırılmak üzere muhafaza edilmiştir.

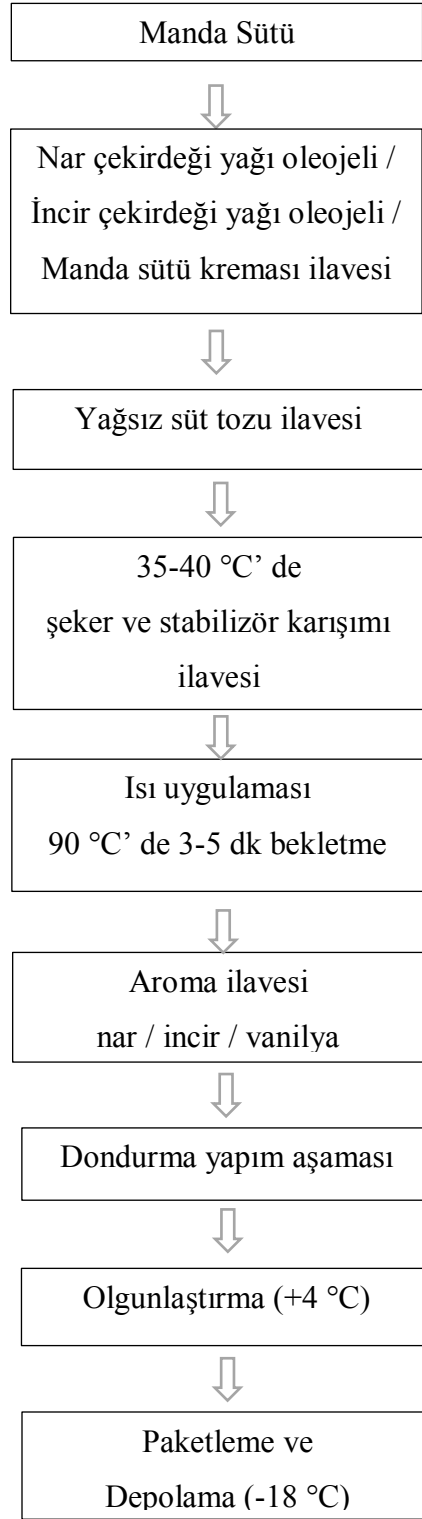
Tablo 3. 4. Nar çekirdeği yağı ve incir çekirdeği yağı oleojeli ilaveli dondurma miks formülasyonu ve kontrol örneği miks formülasyonu tablosu

Bileşenler	Nar Çekirdeği Yağı Oleojeli ilaveli Miks Formülasyonu (%)			İncir Çekirdeği Yağı Oleojeli ilaveli Miks Formülasyonu (%)			Kontrol Örneği Miks Formülasyonu (%)		
	<i>O</i> %5	<i>O</i> %10	<i>O</i> %14	<i>O</i> %5	<i>O</i> %10	<i>O</i> %14	<i>K</i> %5	<i>K</i> %10	<i>K</i> %14
Manda Süt Kreması	-	-	-	-	-	-	5.0	10	14
Oleojel	5.0	10	14	5.0	10	14	-	-	-
Yağsız Süt Tozu	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Şeker	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Stabilizör	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Aroma	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Toplam Kuru Madde (%)	32.56	37.86	42.09	32.33	37.36	41.39	32.30	37.30	41.30

Dondurma üretimi için hazırlanan dondurma miksleri olgunlaştırıldıktan sonra laboratuvar tipi dondurma makinesi (Kiwi marka, KIM- 4704, P.R.C) ile dondurmalar üretilmiştir.

Dondurma makinesinin çalışma prensibine göre -18°C'de 24 saat bekletilen soğuk kuplar içerisine miks ilave edilerek yaklaşık 20-25 dk miksin içerisine hava alacak şekilde dondurulması sağlanmıştır.

Dondurmalar 700 g'lık partiler halinde dondurulmuş ve 250-500g'lık plastik numune kaplarına konularak -18 °C'de muhafaza edilmiştir. Dondurma örneklerinin hazırlanmasına dair üretim akış şeması Şekil 3.3'de gösterilmiştir.



Şekil 3. 3. Dondurma üretim akış şeması

3.3. Oleojel Analizleri

3.3.1. Kuru madde Analizi

Oleojel örneklerinin nem miktarları IR nem analiz cihazı (Sartorius, MA 35, Germany) kullanılarak üç paralel olacak şekilde belirlenmiştir (Öğütçü vd., 2008).

3.3.2. Su Aktivitesi analizi

Oleojel örneklerinin su aktivitesi değerleri su aktivitesi cihazı (Novasina LabSwift, Switzerland) ve Konar, (2013) tarafından uygulanan yöntem ile üç paralel olacak şekilde belirlenmiştir.

3.3.3. Renk Analizi

Oleojellerin renk değerleri kolorimetre cihazı (Hunter ColorFlex EZ, Germany) ile belirlenmiştir. Örneklerin L , a^* ve b^* değerleri belirlenmiştir. L , 0-100 arasında olup 0 siyaha, 100 beyaza karşılık gelmektedir ve bununla beraber a (\pm kırmızı-yeşil) ve b (\pm sarı-mavi) değerleri ölçülmüştür. Analizler dört paralelli olarak gerçekleştirilmiştir (Arepally vd., 2019).

3.3.4. Kristalizasyon zamanı ölçümü (KOZ)

Kristalizasyon zamanı ölçümü için, 5 gr oleojel içeren tüpler su banyosunda 90°C'de 2 saat boyunca bekletilerek tamamen eritilmesi ve sıcaklığın sabitlenmesi için bekletilmiştir. Daha sonra su banyosundan oda sıcaklığına çıkarılan tüpler 90° çevrilerek paralel hale getirildiklerinde jel akışının durduğu süre gözlemlenerek belirlenmiştir. Oleojel örneklerinin KOZ ölçümleri taze örneklerde yapılmıştır (Dassanayake ve ark., 2009).

3.3.5. Santrifüj Stabilite Testi

Santrifüj stabilite testi için Morais vd., (2006)'nın yönteminde küçük değişiklikler yapılarak uygulanmıştır. Buna göre falcon tüplerine 5g emülsiyon oleojel örneği alınmış ve buzdolabı sıcaklığında bir gün bekletildikten sonra oda sıcaklığında 14000 rpm'de 30 dakika santrifüj (Thermo, ABD) edilmiş ve sonrasında emülsiyonun kırılıp kırılmadığı kontrol edilmiştir. Bu testte dayanıklı olup faz ayrımı gerçekleşmeyen örnekler pozitif (+) (stabil) olarak değerlendirilmiştir.

3.3.6. Serbest yağ asitliği

Analizin esası bir çözücü karışımında (dieter-etanol, 1:1, v/v) çözülerek hazırlanmış oleojel numunelerinin etanolde hazırlanmış KOH çözeltisi ile titrasyon esasına dayanmaktadır (Öğütçü, 2014).

Oleojel örneklerinin serbest yağ asitliği (SYA) belirlenmesinde AOCS (Cd-3a-63) metodu uygulanacaktır (AOCS, 2004). Serbest yağ asitliği, yağlarda bağlı olmayan yağ asitleri toplamının oleik/linoleik asit yüzdesi olarak belirtilmiştir. 250 ml erlene 5 g oleojel numunesi tartılıp üzerine 50 ml dieter-etanol karışımı ve fenolfitalein ilave edilerek 0.05 N KOH çözeltisi ile hafif pembe renk oluşuncaya kadar titre edilmiştir. Titrasyon çözeltisinin sarfiyatı mL olarak kayıt edilmiştir. Aynı işlem numune katılmaksızın yapılarak kör denemede harcanan miktarı oleojel numuneli titrasyonun sarfiyatından çıkarılmak suretiyle örneklere ait serbest yağ asitliği değerleri ve asit sayısı değerleri eşitlik (3.2) ve (3.3) yardımıyla hesaplanmıştır (AOCS, 1998). Analiz iki tekerrürlü olarak yapılmıştır. SYA, yağlarda bağlı olmayan yağ asitleri toplamı oleik asit yüzdesi olarak belirtilmektedir.

$$\% S.Y.A \text{ (oleik asit cinsinden)} = \frac{282 \times 0.05 \times V}{m} \quad (3.2)$$

$$A.S. = \frac{V}{m} \times 5.6 \text{ mg KOH} / \text{gram oleojel yağ} \quad (3.3)$$

SYA: Serbest Yağ Asitliği (oleik asit cinsinden)

AS: Asit Sayısı

V: Titrasyonda harcanan 0.05 N KOH miktarı (ml)

m: Örnek ağırlığı (g)

3.3.7. Tekstür Profil Analizi

İncir çekirdeği yağı ve nar çekirdeği yağı oleojellerinin tekstürel özelliklerinin belirlenmesi için ön denemeler sonucunda Moskowitz, (1987)' nin kullandığı yöntem modifiye edilerek yapılmıştır. Analizde TA.XT2 Plus (Stable Micro Systems Co. Ltd., Surrey, UK) cihazı kullanılmıştır. Belirli bir seviyede 100 ml' lik steril kaplara konulan örneklerin tekstürel özellikleri Analiz, P36 silindir alüminyum prob (5 mm çapındaki silindirik prop) kullanılarak penetrasyon derinliği 5 mm ve penetrasyon hızı 1mm/s'de gerçekleştirilmiştir. Tekstür ölçümleri oda sıcaklığında ve dört paralelli olarak

gerçekleştirilmiştir. Penetrasyon sırasındaki pik basınç kuvveti (g) oleojellere ait sertlik (sıklık) tekstür özelliği olarak değerlendirilmiştir.

3.3.8. DSC ile Termal Özelliklerin Belirlenmesi

İncir çekirdeği yağı ve nar çekirdeği yağı oleojel örneklerinin dinamik kristalizasyon ve ergime gibi termal özelliklerinin belirlenmesinde diferansiyel taramalı kalorimetre (DSC) (Perkin-Elmer DSC 4000 serisi, USA) ile ölçümler yapılmıştır. Oleojel örneklerinden yaklaşık 5-7 mg arasında örnek alınarak aliminyum panlara tartılmış daha sonra bu panlar kapatılmıştır. Numuneler önce 0 °C'den 90°C'ye ısıtılmış, sonra -20°C'ye soğutulmuştur ve bu sıcaklıkta kristalizasyonun tam anlamıyla gerçekleşmesi için 3 dk bekletilmiştir. Ardından 90°C'ye tekrar ısıtılmış sonrasında sırasıyla 0°C'ye soğutulup 150°C'ye ısıtılıp tekrar 0°C'ye soğutulmuş işlem son bulmuştur. İşlem sırasında sıcaklık artış ve azalışları dakikada 10°C olacak şekilde ayarlanmıştır. İşlem sonunda elde edilen termogramdan ergime sıcaklıkları (T_m) ergime entalpileri (ΔH_m) ile kristalizasyon sıcaklıkları (T_c) ve kristalizasyon entalpileri (ΔH_c) cihazın yazılım programı (Pyris1 Manager) kullanılarak hesaplanmıştır (Dassanayake ve ark., 2009).

3.3.9. GC-MS ile aroma ve uçucu profillerinin belirlenmesi

Dondurma örneklerinin aromatik/uçucu bileşiklerinin belirlenmesi amacıyla GC-MS ile aroma ve uçucu profillerinin belirlenmesi analizi yapılmıştır. Çalışmada gaz kromatografi olarak GC-MS-7890B GC System (Agilent Technologies, USA) kullanılmıştır. Bu amaçla oleojeller ve dondurmadan ekstrakte edilen yağların metil esterlerini oluşturmak için 0,1 g oleojel numunesi tüplere tartılıp üzerine 10 ml hegzan ile muamele edilmiş ve 15 dk ultrasonik su banyosunda (JeioTech, Kore) 15 dk bekletilmiştir. Ardından 100 µl metanolde çözünmüş potasyum hidroksit (KOH 1 Mol/L) çözeltisi ilave edilip tekrar 1 dk boyunca Ultrasonik su banyosu cihazında bekletilmiştir. Bu işlemlerin devamında 2-3 dk vorteks (IKA, Almanya) ile tam karışım sağlanıp tortu kısmın dibine çökmesini sağlamak amacı ile 400 devir 20 °C' de 5 dk boyunca santrifüj (Thermo, ABD) edilmiştir. Uygulama sonrasında tüpte kalan üst sıvı faz cihaza verilmek üzere hazır hale gelmiştir.

Analizde kullanılan gaz kromatografisi koşulları Tablo3.5'te verilmiştir. Cihazda yüklü bulunan W9N11 kütüphanesinden faydalanılarak kromotogramda tespit edilen bileşenler tanımlanmıştır.

Tablo 3. 5. Kullanılan gaz kromatografi sistemi ve çalışma şartları

Gaz Kromatografi Sistemi ve Çalışma Şartları	
Kolon	HP5MS
Enjektör hacmi	1µl
Kolon sıcaklık programı	50°C'den 270°C' ye 10°C/dak 'lık artışla ulaşılmıştır. 2700°C' de 10 dk bekletilmiştir.
Taşıyıcı gaz	He (Helyum)
Akış hızı	20 ml/min
Split oranı	20:1
Basınç	14.224 psi

3.4. Dondurma Analizleri

3.4.1. pH Tayini

Dondurmalarının pH ölçümleri pH metre (WTW, pH 3110) ile her bir örnekte üç ayrı noktadan üç ayrı değer tespit edilmek suretiyle gerçekleştirilmiştir (Bradley vd, 1992).

3.4.2. Titrasyon Asitliği Tayini

Dondurmaların titrasyon asitliği (%) laktik asit cinsinden belirlenmiştir. Numune homojen bir şekilde karıştırıldıktan sonra erlene 9 g tartılmış ve üzerine ağırlığının iki katı kadar su ilave edilmiş ve iyice karıştırılmıştır. 0.5 mL fenolfitaleyn indikatörü eklendikten sonra 0.1 N NaOH ile 30 sn kalıcı pembe renk elde edilinceye kadar titrasyon yapılmış ve titrasyon asitliği (%) hesabı aşağıda gösterilen eşitlik (3.4) yardımıyla hesaplanmıştır (Bradley vd, 1992).

$$\text{Titrasyon Asitliği (\%)} = \frac{V \times 0.009 \times N}{m} \times 100 \quad (3.4)$$

V: Titrasyonda harcanan 0.1 N NaOH çözeltisinin miktarı, (ml)

N: Titrasyonda kullanılan NaOH çözeltisinin normalitesi, (N)

m: Titrasyonda kullanılan dondurma örneği miktarı, (g)

0.009: 1 ml 0.1 N NaOH'ın nötrlediği laktik asit miktarı, (g)

3.4.3. Kurumadde Tayini

Dondurma örneklerinin kurumadde değeri IR nem analiz cihazı (Sartorius, MA 35, Germany) kullanılarak üç paralel olacak şekilde belirlenmiştir (Öğütücü vd., 2008).

3.4.4. Yağ Tayini

Dondurma mikslерinin yağ miktarı Gerber metodu kullanılarak belirlenmiştir. Krema bütirometresine 10 mL sülfürik asit (H₂SO₄, d= 1.816), saf su ile seyreltilen (1:1) dondurma örneklerinden 11 mL örnek ve 1 mL amil alkol konulup lastik tıkaç sıkıca kapatılmış ve bütirometre içerisindeki örnek iyice yanıp koyu renk alana kadar dikkatlice alt üst edilmiştir. Bütirometreler santrifüje yerleştirilmiş ve 10-15 dk süreyle Gerber cihazında santrifüj edilmiştir. Bütirometreler santrifüjden çıkarılıp 65 °C'lik su banyosunda 5 dakika bekletildikten sonra okuma yapılmıştır. Okuma sonucu elde edilen değer iki ile çarpılarak dondurmanın gerçek yağ oranı hesaplanmıştır (Metin vd., 2002)

3.4.5. Erime Oranı

Erime testi, Arbuckle (1986); Abd El-Rahman vd. (1997); Prindivelle vd., (1999)'dan modifiye edilerek yapılmıştır. 50 g'lık, -18°C'de bekletilen dondurma örnekleri, 2.0 mm/2.10 mm gözenekli paslanmaz çelikten yapılmış tel elek üzerine 0.01 g hassasiyetle tartılarak koyulmuş ve oda sıcaklığında 90 dk tutulmuştur. Dondurma örnekleri 10 dakikada bir tartım yapılmış ve erime oranı aşağıdaki formüle (3.6) göre hesaplanmıştır.

$$Erime Oranı (\%) = \frac{Eriyen Kısım Ağırlığı}{Dondurmanın Ağırlığı} \times 100 \quad (3.5)$$

3.4.6. Tekstürel analiz

Dondurma örneklerinin tekstürel özelliklerinin belirlenmesinde TA.XT2 Plus (Stable Micro Systems Co. Ltd., Surrey, UK) tekstür analiz cihazı yardımıyla Kurt ve Atalar (2018) 'ın kullandığı yöntem modifiye edilerek yapılmıştır. -18 °C'de muhafaza edilen dondurma örneklerinin tekstürel özellikleri P36 silindir alüminyum prob (5 mm çapındaki silindirik prop) kullanılarak penetrasyon derinliği 5 mm ve penetrasyon hızı 1 mm/s' de gerçekleştirilmiştir. Tekstür ölçümleri dondurmalar -18°C' den çıkar çıkmaz ölçüm yapılmıştır ve dört paralelli olarak gerçekleştirilmiştir.

Elde edilen grafiklerden cihazın yazılım programı yardımıyla penetrasyon sırasındaki pik basınç kuvveti (g) dondurmalara ait sertlik (sıkılık) tekstür özelliği olarak değerlendirilmiştir.

3.4.7. Renk Ölçümü

Dondurmaların renk ölçümleri Hunter ColorFlex EZ (Germany) kolorimetre cihazı ile belirlenmiştir. Örneklerin L , a^* ve b^* değerleri belirlenmiştir. L , 0-100 arasında aydınlık ve karanlığın bir ölçüsüdür, 0 siyaha, 100 beyaza karşılık gelmektedir, a (\pm kırmızı-yeşil) ve b (\pm sarı-mavi) değerleri ölçülmüştür (Arepally vd., 2019).

3.4.8. Duyusal Analizler

Duyusal değerlendirme, seçilen 10 kişi tarafından Öner ve Aloğlu (2018)'nin belirttiği Amerikan Süt Bilimi Derneği (ADSA) tarafından geliştirilmiş süt esaslı dondurmanın duyusal kriterleri göz önüne alınarak yapılmıştır. Tablo 3.6'da gösterilen duyusal değerlendirme formları hazırlanmış ve bu formlar duyusal analiz sırasında panelistlere örnekler arasında ağız/dil tat dengesini sağlamak için su ve ekmelekle birlikte verilmiştir. Buna göre 9 adet dondurma örneğinin genel değerlendirmesi yapılmıştır. Puanlama 10 üzerinden gerçekleştirilmiştir. Dondurmanın duyusal özellikleri; tat ve koku, yapı ve tekstür ve görünüm açısından değerlendirilmiştir. Süt kreması ve oleojel içeren dondurma örneklerinde nar çekirdek yağ ve incir çekirdek yağ oleojellerinin farklı formülasyon ve farklı düzeyde kullanımının duyusal özellikler üzerindeki etkisini belirlemek için, 10 kişiden oluşan yarı eğitilmiş panelist grubu ile çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Dondurma örneklerinin değerlendirilmesinde kullanılan puanlamalar Tablo 3.7' de görülmektedir.

Tablo 3. 6. Duyusal analiz değerlendirme formu

Panel Tarihi: .../.../...	Örnek Kodları								
Duyusal özellikler	723	864	486	541	358	276	180	405	346
Tat ve Koku									
Yapı ve Tekstür									
Görünüm									

Tablo 3. 7. Dondurma örneklerinin değerlendirilmesinde önerilen puanlama kılavuzu

Duyusal Özellikler	Değerlendirilen özellik <u>çok iyi</u> ise	Değerlendirilen özellik <u>iyi</u> ise	Değerlendirilen özellik <u>orta</u> ise	Değerlendirilen özellik <u>kötü</u> ise
Tat ve Koku	8-10 puan arası	6-8 puan arası	4-6 puan arası	<4 puan
Yapı ve Tekstür	8-10 puan arası	6-8 puan arası	4-6 puan arası	<4 puan
Görünüm	8-10 puan arası	6-8 puan arası	4-6 puan arası	<4 puan

3.4.9. İstatistiksel Analizler

Formüle edilen ve üretimi gerçekleştirilen dondurma örneklerinin tüm analizleri, genel olarak 3 tekerrürlü (tekstür ve renk analizleri 5 tekerrürlü) olarak yürütülmüştür. Deneyler sonucunda toplanan veriler Windows tabanlı SPSS 17.0.1 (SPSS Inc., Chicago, Illinois, US) istatistik paket programı kullanılarak gruplar arasında istatistiksel olarak fark olup olmadığı tek faktör ve iki faktör ANOVA ile belirlenmiş ve hangi gruplar arasında farklılık olduğunun tespiti ise Duncan testi kullanılarak belirlenmiştir ($p < 0.05$).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Oleojel Analizleri

4.1.1. Nar ve İncir Çekirdeği Yağı Oleojellerinin Su Aktivitesi Özellikleri

Bu çalışma kapsamında nar çekirdeği yağı ve incir çekirdeği yağı kullanılarak oleojeli üretimi için farklı konsantrasyonlarda keçiyoynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaks bağımsız değişken olarak belirlenmiş ve üretilen oleojellerinin su aktivitesi değerleri saptanmıştır. Emülsiyonların sıvı yağ mikro damlacıklarını katılaştırmak için hidrokolloidlerin kullanılması çok çeşitli gıda ürünlerinde doymuş yağları doymamış yağlarla değiştirmek için yeni alternatifler oluşturulmasına olanak sağlayabilmektedir. Gıdaların çoğunun yüksek bir su aktivitesine veya yağ fazının dağıldığı sürekli bir sulu faza sahiptir. Bu nedenle sulu bir faz ile doğrudan temas halinde olan yağdaki hidrokolloidlerin ve çözünen diğer bileşiklerin fiziksel davranışını araştırmak çok önemlidir (Munk vd., 2019). Bu nedenle nar çekirdeği yağı ve incir çekirdeği yağı oleojellerinin su aktivitesi değerleri belirlenmiş olup Tablo 4.1.'de verilmiştir. Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan materyaller ile üretilen nar çekirdeği yağı ve incir çekirdeği yağı oleojellerinin su aktivitesi değerleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Tablo 4.1'de görüldüğü üzere su aktivitesi değerleri nar çekirdeği yağı oleojeli su aktivitesi değerleri 0.950-0.940 arasında değişkenlik gösterirken incir çekirdeği yağı oleojeli 0.934-0.931 arasında tespit edilmiştir.

Tablo 4. 1. Nar çekirdeği yağı oleojeli ve incir çekirdek yağı oleojelinin su aktivitesi değerleri

No	Keçiyoynuzu gamı (X ₁)	Balmumu (X ₂)	Karnauba vaks (X ₃)	Nar Çekirdeği Yağı Oleojeli	İncir Çekirdeği Yağı Oleojeli
				Su aktivitesi (aw)	Su aktivitesi (aw)
1	0.85	0.85	15.30	0.945±0.001 ^a	0.933±0.001 ^b
2	5.10	2.38	9.52	0.943±0.000 ^a	0.933±0.001 ^b
3	3.14	5.10	8.76	0.944±0.001 ^a	0.934±0.001 ^b
4	4.13	0.85	12.02	0.945±0.000 ^a	0.934±0.001 ^b
5	0.85	5.10	11.05	0.950±0.000 ^a	0.933±0.000 ^b
6	2.81	3.35	10.84	0.940±0.001 ^a	0.931±0.000 ^b
7	0.85	2.94	13.21	0.943±0.001 ^a	0.934±0.001 ^b
8	0.85	0.85	15.30	0.945±0.000 ^a	0.931±0.000 ^b
9	0.85	5.10	11.05	0.95±0.001 ^a	0.931±0.000 ^b
10	5.10	5.10	6.80	0.941±0.001 ^a	0.932±0.001 ^b

^{a,b,c,d} Aynı sütundaki benzer harfler ile gösterilen değerlerde istatistiksel olarak fark yoktur. ($p>0.05$)

D-optimal tasarım yöntemi kullanılarak oluşturulan deneme desenine göre elde edilen nar çekirdek yağ oleojel örneklerinin su aktivitesi değerleri üzerine işlem

parametrelerinin etkisini gösteren varyans analizi sonuçları Tablo 4.2' de verilmiştir. Bu modellere ait R^2 değeri 0.9971 olarak belirlenmiştir. R^2 değerinden de anlaşıldığı gibi keçiboynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaks ilaveli oleojellerin su aktivitesi değerleri üzerindeki etkileri model ile başarılı bir şekilde açıklanabilmektedir (Tablo 4.2). Ancak incir çekirdek yağ oleojelinin su aktivitesi değerleri için bu mümkün olmamıştır. Örneklerin su aktivitesi değerleri dar bir aralıkta değişim göstermiş olup bu değişim ihmal edilebilir niteliktedir. Bu değişim ile kullanılan bileşenler arasında bir ilişki oluşturulamamıştır. Kullanılan bu bileşenlerin ilgili parametre üzerine etkisini ifade eden model ($p>0.05$) ve uyumsuzluk (lack of fit) değeri bulunmamıştır. Bu durum, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında doğrusal ilişki dışında istatistiksel olarak daha iyi bir ilişki olduğu anlamına gelen regresyon modelinde yanıt değişkeninin (Y_1) veri seti uyum eksikliği göstermez, yani yanıt değişkeni veri seti, doğrusal modelin herhangi bir uyum eksikliği yaşamadan tam olarak uyduğunu ifade etmektedir.

Tablo 4. 2. Farklı oranlarda ilave edilen keçiboynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaksinin ve nar çekirdek yağı oleojel örneklerinin su aktivitesi değerleri için varyans analiz sonuçları

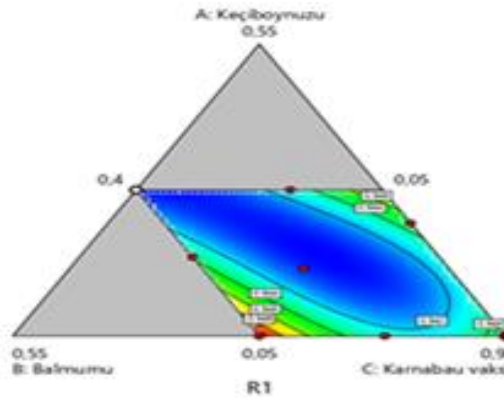
Kaynak	Nar Çekirdeği Yağı Oleojeli	
	Su aktivitesi (aw)	
	F	DF
Model	170.99*	6
Doğrusal karışım	202.22*	2
$X_1 * X_2$	363.19*	1
$X_1 * X_3$	99.23*	1
$X_2 * X_3$	253.69*	1
$X_1 * X_2 * X_3$	38.35*	1
Kalıntı		3
Uyum Eksikliği		1
Hata		2
Genel		9
R^2		0.9971

Varyans analiz sonuçlarında görüldüğü üzere bileşenlerin lineer etkisi karışımın su aktivitesi değerlerini pozitif yönde ($p<0.05$) etkilemiş ve etkinin artmasıyla birlikte su aktivitesini artırıcı etkisi bulunduğu saptanmıştır. Modelin doğrusal karışımları keçiboynuzu gamı ile balmumunun interaksiyon etkisi, keçiboynuzu gamı ile karnauba vaksın interaksiyon etkisi ve balmumu ile karnauba vaksın interaksiyon etkisi istatistiksel olarak su aktivitesini etkilediği tespit edilmiştir. Oleojel bağımsız değişken

bileşenlerinin interaksiyon etkileri artıkça su aktivitesi üzerinde azaltıcı etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bileşenlerin interaksiyonu ile yapının güçlendirilmesini teşvik ettiği ve gözeneklerin iyileştirilmesi ile su ve yağ tutma kapasitesinin iyileştirildiği ön görülmektedir (Okuro vd, 2021). Şekil 4.1’de keçiyoynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaksın oleojel içeriklerinin son ürün su aktivitesine etkisi karışım dizayn model grafiği ile gösterilmiştir. Grafik yorumlanmasında kırmızı renk yüksek su aktivitesini mavi renk ise düşük su aktivitesini ifade etmektedir. Nar çekirdek yağı ve incir çekirdek yağı ile hazırlanan oleojellerin en yüksek değerleri sırasıyla 0.934 ile 0.950 olarak tespit edilmiştir. Mevcut sonuçlardaki yüksek su aktivitesi değerleri dağılmış su damlacıkları gibi bağlı olmayan su için bir göstergedir. Yüksek su aktivitesi sürekli yağ-yağ fazında dağılmış damlacıklar halinde bulunan su ile tuzsuz tereyağı ve margarinlerin su aktivitesine kıyasla daha yüksek su ilavesi olan oleojeller için bulunduğu Meissner vd, (2019) tarafından değerlendirilmiştir. Oleojel örneklerinin su aktivitesi değerlerini karışım dizaynıyla elde edilen model ile tahmin etmek için kurulan denklem aşağıdaki gibi bulunmuştur. Eşitliklerde yer alan keçiyoynuzu gamı (X_1), balmumu (X_2) ve karnauba vaksı (X_3) ifade etmektedir. X_1 , X_2 ve X_3 ’nün toplamı 1.0’a eşittir.

Nar ÇYO aw

$$= 0.9791 X_1 + 0.9935 X_2 + +0.9450 X_3 - 0.1849 X_1X_2 - 0.0559 X_1X_3 - 0.0767 X_2X_3 + 0.0798 X_1X_2X_3$$



Şekil 4. 1. Nar çekirdek yağ oleojel içeriklerinin su aktivitesi model grafiği

(X_1 =A: Keçiyoynuzu gamı, X_2 =B: Balmumu, X_3 =C: Karnaubau vaksı)

4.1.2. Nar ve İncir Çekirdeği Yağı Oleojellerinin Kuru Madde Özellikleri

Bu çalışma kapsamında nar çekirdeği yağı ve incir çekirdeği yağı kullanılarak oleojel üretimi için farklı konsantrasyonlarda keçiyoynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaks bağımsız değişken olarak belirlenmiş ve üretilen oleojellerin kuru madde değerleri saptanmıştır. Keçiyoynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaksın kuru madde değerleri sırasıyla %89.01, %100 ve %99.9 olarak tespit edilmiştir. İncir çekirdeği yağı ve nar çekirdeği yağı oleojellerinin kuru madde değerleri belirlenmiş olup Tablo 4.3’de verilmiştir. Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan materyaller ile üretilen nar çekirdeği yağı ve incir çekirdeği yağı oleojellerinin kuru madde değerleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmuştur ($p<0.05$). Tablo 4.3’de görüldüğü üzere kuru madde değerleri nar çekirdeği yağı oleojeli kuru madde değerleri 53.285–56.870 arasında değişkenlik gösterirken incir çekirdeği yağı oleojeli 50.075- 58.700 arasında tespit edilmiştir.

Tablo 4. 3. Nar çekirdeği yağı oleojeli ve incir çekirdek yağı oleojelinin kuru madde değerleri

No	Keçiyoynuzu gamı (X ₁)	Balmumu (X ₂)	Karnauba vaks (X ₃)	Kuru madde (%)	
				Nar Çekirdeği Yağı Oleojeli	İncir Çekirdeği Yağı Oleojeli
1	0.85	0.85	15.30	55.575±1.09	55.1±0.82
2	5.10	2.38	9.52	56.095±1.86	53.07±1.38
3	3.14	5.10	8.76	53.285±2.43	50.075±0.10
4	4.13	0.85	12.02	54.42±1.88	58.7±3.29
5	0.85	5.10	11.05	56.87±0.15	54.69±1.52
6	2.81	3.35	10.84	53.89±1.39	52.73±0.99
7	0.85	2.94	13.21	56.52±0.33	55.38±0.62
8	0.85	0.85	15.30	55.58±0.66	55.86±1.04
9	0.85	5.10	11.05	56.22±0.67	54.58±1.23
10	5.10	5.10	6.80	54.22±1.31	58.42±3.53

D-optimal tasarım yöntemi kullanılarak oluşturulan deneme desenine göre elde edilen nar ve incir çekirdeği yağı oleojel örneklerinin kuru madde değerleri üzerine işlem parametrelerinin etkisini gösteren varyans analizi sonuçları Tablo 4.4’de verilmiştir. Bu modellere ait R² değerleri nar çekirdek yağı ve incir çekirdek yağı için sırayla 0.9804 ve 0.9572 olarak belirlenmiştir. R² değerinden de anlaşıldığı gibi keçiyoynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaks ilaveli oleojellerin kuru madde değerleri üzerindeki etkileri model ile başarılı bir şekilde açıklanabilmektedir (Tablo 4.4). Kullanılan bu bileşenlerin ilgili parametre üzerine etkisini ifade eden model önemli bulunurken ($p<0.05$), uyumsuzluk (lack of fit) önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Tablo 4. 4. Farklı oranlarda ilave edilen keçiyoynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaksın nar ve incir çekirdeği yağı oleojel örneklerinin kuru madde değerleri için varyans analiz sonuçları

Kuru madde (%)						
Kaynak	Nar Çekirdek Yağı Oleojeli			İncir Çekirdek Yağı Oleojeli		
	F	p-değeri	DF	F	p-değeri	DF
Model	39.98*	0.0017	5	11.17*	0.0380	6
Doğrusal karışım	29.96*	0.0039	2	4.46	0.1261	2
X₁ * X₂	53.72*	0.0018	1	2.31	0.2256	1
X₁ * X₃	112.33*	0.0004	1	1.64	0.2902	1
X₂ * X₃	7.41	0.0528	1	2.05	0.2480	1
X₁* X₂* X₃	-	-	1	35.49*	0.0090	1
Kalıntı			4			3
Uyum Eksikliği	0.2597	0.7939	2	15.29	0.0596	1
Hata			2			2
Genel			9			9
R²			0.9804			0.9572

* P değerinin 0.05' ten küçük model terimlerinin önemli olduğunu gösterir

Varyans analiz sonuçlarında görüldüğü üzere bileşenlerin lineer etkisi oleojel karışımlarının kuru madde değerlerini pozitif yönde ($p < 0.05$) etkilemiş ve etkinin artmasıyla birlikte kuru madde değerlerini artırıcı etkisi bulunduğu saptanmıştır. Modelin keçiyoynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaksın interaksyon etkisi istatistiksel olarak kuru maddeyi negatif yönde etkilediği ve kuru madde değerini düşürücü etkisi çok önemli tespit edilmiştir. Oleojel hazırlama işlemlerinde çözelti viskozitesi havalandırmayı etkileyebilecek ve köpük stabilitesini güçlendirebilecek önemli bir faktördür (Patel vd, 2013). Beklendiği gibi kuru madde içeriğindeki artış viskoziteyi önemli ölçüde artırmıştır. Bazı araştırmacılar ksantanın bir koyulaştırıcı ajan olarak varlığı moleküllerin hareketini sınırlayarak yığın faz viskozitesini arttırdığını tespit etmişlerdir (Nasrabadi vd, 2016). Mevcut çalışmada keçiyoynuzunun en çok kullanıldığı 2 ve 4 nolu deneme noktalarında kuru madde değerleri sırasıyla nar çekirdek yağı için 56.095-54.42 ve incir çekirdek yağı için 53.07-58.7 tespit edilmiştir. Verilere göre kuru madde içeriği özellikle keçiyoynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaksın lineer konsantrasyonu artmasıyla en yüksek kuru maddeyi göstermiştir. Bu sonuçlar Abdollahi vd, (2020) raporuyla uyumlu tespit edilmiştir. Başka bir deyişle kuru madde yüzdesindeki bir artış viskoziteyi arttırmış ve bu da taşmada azalmaya daha kompakt bir yapı oluşturulmasına ve gözenek oluşumunda azalmaya neden olmuştur (Abdollahi vd, 2020). Bununla birlikte oleojel örneklerinin kuru madde analizleri ısı ile belirli sürede numunedeki su içeriğinin uzaklaştırılması esasına dayanarak gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemle ilgili zorluklar numunenin suyu uzaklaştırmak için ısıtılması gerçeğine dayanmaktadır. Numune çok fazla ısıtılırsa

yanabilir veya uçucu maddeler kaybedebilir. Bu olursa ürünün nem içeriği gerçek içerikten daha yüksek bir değerde rapor edilir. Diğer bir zorluk suyun numune içinde bir şekilde sıkı bir şekilde bağlanmış olması olabilir. Bu olursa ısıtma süresi boyunca su buharlaşmaz ve rapor edilen nem içeriği gerçek değerden daha düşük olabilmektedir (Cramer, 2016). Bu sebeple mevcut çalışmadaki sonuçlar literatürdeki kaynaklarla bazı farklılıklar sergilemektedir. Yousuf vd, (2021)' nin yaptıkları çalışmada saf karaya zamk filmelerinin nem içeriği %24.26 olarak bulunmuştur. Filmlere yağ veya oleojel eklenmesiyle bir düşüş gözlenmiştir. Düşüş oleojel içeren filmlerde yağın kendisini içeren filmlerden daha fazla olarak tespit edilmiştir. Yağ/oleojel eklenmesiyle kompozit filmlerin nem içeriğindeki düşüş belki de filmdeki su-polisakarit etkileşimlerini azaltabilen hidrofobik içerikteki artıştan kaynaklanmıştır (Hopkins vd, 2015). Çeşitli çalışmalar nem içeriğindeki düşüşü filmlerin hidrofobikliğindeki artışa bağlamıştır.

Şekil 4.2'de keçiyoynuzu gamı balmumu ve karnauba vaks oleojel içeriklerinin son ürün kuru madde değerlerine etkisi karışım dizayn model grafiği ile gösterilmiştir. Grafik yorumlanmasında kırmızı renk yüksek kuru madde değerini mavi renk ise düşük kuru madde ifade etmektedir. Oleojel örneklerinin kuru madde değerlerini karışım dizaynıyla elde edilen model ile tahmin etmek için kurulan denklem aşağıdaki gibi bulunmuştur.

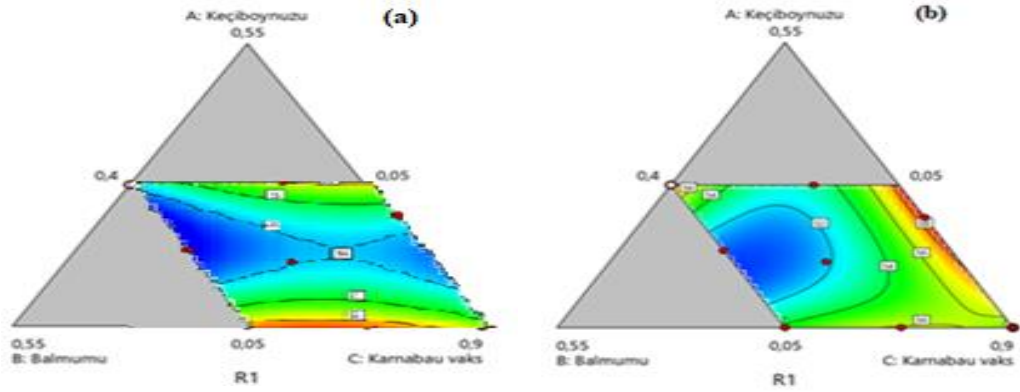
Eşitliklerde yer alan keçiyoynuzu gamı (X_1), balmumu (X_2) ve karnauba vaks (X_3) ifade etmektedir. X_1 , X_2 ve X_3 'nün toplamı 1.0'a eşittir.

Nar ÇYO KM

$$= 74.47X_1 + 53.42X_2 + 55.55X_3 - 38.53X_1X_2 - 35.26X_1X_3 + 8.27X_2X_3$$

İncir ÇYO KM

$$= 51.65X_1 + 43.56X_2 + 55.37X_3 + 42.28X_1X_2 + 20.60X_1X_3 + 19.74X_2X_3 - 219.97X_1X_2X_3$$



Şekil 4. 2. (a) nar çekirdek yağı ve (b) incir çekirdek yağı oleojel içeriklerinin kuru madde model grafiği (X_1 =A: Keçiboynuzu gamı, X_2 =B: Balmumu, X_3 =C: Karnabau vaksı)

4.1.3. Nar ve İncir Çekirdeği Yağı Oleojellerinin Kristalizasyon Zamanı Özellikleri ve Santrifüj Stabilite Testi

Oleojel örneklerinin kristalizasyon zamanı ve santrifüj stabilite testi (SS) sonuçlarına ait bulgular Tablo 4.5’ de yer almaktadır. Nar çekirdeği yağı oleojeli kristalizasyon zamanı ölçüm değeri ise 0.00-25.33 değerleri arasında değişiklik gösterirken, incir çekirdeği yağı oleojeli kristalizasyon zamanı ölçüm değeri 0.00-12.00 arasındadır. Nar ve incir çekirdek yağı oleojel örneklerinde 14000 rpm’de 30 dk santrifüj uygulaması sonrası faz ayrımının meydana gelmediği belirlenmiştir. Oleojel örnekleri emülsiyon temelli olup formülasyonlarının oluşturulmasında en önemli faktör raf ömrü boyunca stabilitesini korumasıdır.

Tablo 4. 5. İncir çekirdeği yağı ve nar çekirdeği yağı oleojellerinin kristalizasyon zamanı ölçüm değerleri

No	Keçiboy nuzu gamı (X_1)	Balmumu (X_2)	Karnau ba vaksı (X_3)	Santrifüj Stabilite Testi (SS)		Kristalizasyon Zamanı (sn)	
				Nar Çekirde ği Yağı Oleojeli	İncir Çekirde ği Yağı Oleojeli	Nar Çekirdeği Yağı Oleojeli	İncir Çekirdeği Yağı Oleojeli
1	0.85	0.85	15.30	+	+	16.33±2.08	9.33±3.06
2	5.10	2.38	9.52	+	+	0.00±0.00	0.00±0.00
3	3.14	5.10	8.76	+	+	0.00±0.00	0.00±0.00
4	4.13	0.85	12.02	+	+	0.00±0.00	0.00±0.00
5	0.85	5.10	11.05	+	+	21.67±6.03	8.50±2.65
6	2.81	3.35	10.84	+	+	0.00±0.00	0.00±0.00
7	0.85	2.94	13.21	+	+	14.00±1.00	12.00±1.15
8	0.85	0.85	15.30	+	+	13.33±0.58	10.00±4.93
9	0.85	5.10	11.05	+	+	25.33±3.79	10.00±1.00
10	5.10	5.10	6.80	+	+	0.00±0.00	0.00±0.00

D-optimal tasarım yöntemi kullanılarak oluşturulan deneme desenine göre elde edilen nar ve incir çekirdek yağ oleojel örneklerinin kristalizasyon zamanı değerleri üzerine işlem parametrelerinin etkisini gösteren varyans analizi sonuçları Tablo 4.6'de verilmiştir. Bu modellere ait R² değerleri nar çekirdek yağı ve incir çekirdek yağı için sırayla 0.9824 ve 0.8514 olarak belirlenmiştir. R² değerinden de anlaşıldığı gibi keçiboynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaks ilaveli oleojellerin kristalizasyon zamanı değerleri üzerindeki etkileri model ile başarılı bir şekilde açıklanabilmektedir (Tablo 4.6). Kullanılan bu bileşenlerin ilgili parametre üzerine etkisini ifade eden model önemli bulunurken (p<0.05), uyumsuzluk (lack of fit) önemli bulunmamıştır (p>0.05).

Tablo 4. 6. Farklı oranlarda ilave edilen keçiboynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaksının incir ve nar çekirdek yağ oleojel örneklerinin kristalizasyon zamanı değerleri için varyans analiz sonuçları

Kaynak	Nar Çekirdek Yağı Oleojeli			İncir Çekirdek Yağı Oleojeli		
	Kristalizasyon Zamanı (sn)			Kristalizasyon Zamanı (sn)		
	F	p-değeri	DF	F	p-değeri	DF
Model	44.77*	0.0013	5	20.05*	0.0013	2
Doğrusal karışım	89.02*	0.0005	2	20.05*	0.0013	2
X ₁ * X ₂	40.57*	0.0031	1			
X ₁ * X ₃	34.64*	0.0042	1			
X ₂ * X ₃	5.12	0.0864	1			
X ₁ * X ₂ * X ₃		-	1			
Kalıntı			4			7
Uyum Eksikliği	0.4945	0.6691	2	10.21	0.0916	5
Hata			2			2
Genel			9			9
R²			0.9824			0.8514

* P değerinin 0.05' ten küçük model terimlerinin önemli olduğunu gösterir

Varyans analiz sonuçlarında görüldüğü üzere bileşenlerin doğrusal karışımları kristalizasyon zamanını pozitif yönde (p<0.05) etkilediği tespit edilmiştir. Nar çekirdek yağ oleojeli için keçiboynuzu gamı ile balmumunun interaksiyon etkisi ve keçiboynuzu gamı ile karnauba vaksın interaksiyon etkisi önemli bulunmuştur ve bu etkilerin artmasıyla birlikte kristalizasyon zamanı değerlerini azaltıcı etkisi bulunduğu saptanmıştır. Ancak incir çekirdek yağ oleojelinde ise sadece bileşenlerin doğrusal karışımı önemli tespit edilmiştir.

Kristalizasyon zamanı ölçümünde farklı oranlarda keçiboynuzu gamı balmumu ve karnauba vaks ile hazırlanan nar çekirdek yağ oleojel örneklerinin formülasyonunda (9. deneme noktası) en yavaş kristalizasyon hızı 25.33saniye bulurken incir çekirdek yağ oleojelinde en yavaş kristalizasyon hızı (7. deneme noktası) 12.00saniye olarak

tespit edilmiştir. Sonuçlar oleojellerin mekanik stabilitesi yüksek hızlı kristalize olabilen ve moleküler yeniden düzenleme için ağ kapasitesinin oleojel bileşenlerinden, konsantrasyonundan ve farklı yağlardan doğrudan etkilendiğini göstermektedir.

Benzer bileşen ve oranlar kullanılarak nar çekirdek yağ ile incir çekirdek yağlarından hazırlanan oleojellerinde farklı kristalizasyon sürelerinin elde edilme sebebi yağ asidi bileşimi ve yağ asit zincir uzunluğu olabileceği ön görülmektedir. Yağların bileşiminde bulunan kısa zincirli yağ asitleri (<16 karbon) düşük sıcaklıklarda mum kristalleşmesine neden olur ve bu da gıda uygulamasındaki kullanılabilirliğini sınırlayabilir. Zincir uzunluğuna bağlı olarak yağ yapılanmasına yağ alkollerinin önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır. Çok uzun zincirli yağ alkollerini (> 30 karbonlu) mumlar ve pirinç kepeği yağı ile arasındaki güçlü hidrojen bağı ile balmumu hidrojen bağına etkileyerek jelleşmeyi engelleyebilmektedir (Tavernier vd, 2017; Doan vd, 2018)

Bazı çalışmalarda mevcut çalışmadan farklı olarak uzun kristalizasyon süreleri tespit edilmiştir. Ögütçü (2014) yürüttüğü çalışmada fındık yağında ayçiçek mumu, karnauba vaksı ve balmumu kullanılarak hazırlanan oleojel örneklerinde kristalizasyon zamanı ölçümleri 4.00-18.50 dk arasında değiştiği tespit edilmiştir. Badem (2020) aspir yağı ile farklı oranlarda pirinç kepeği vaksı (%5, %7 ve %10) kullanılarak hazırlanan oleojel örneklerinin kristalizasyon süresi 3-8 dk arasında tespit edilmiştir. Mevcut çalışmadaki sonuçlar ile karşılaştırıldığında kristalizasyon süresinin kısa olmasının sebebi suyu bağlamak için kullanılan keçiyoynuzunun varlığına dayandırılmaktadır. Bunun yanı sıra yavaş hızlı kristalleşme sıvı yağlarda balmumu kristallerinin faz ayrılmasına ve tortulaşmasına neden olabilir (Doan vd, 2018).

Çok bileşenli oleojeller tek bileşenli jellere kıyasla daha küçük muntazam kristallere, daha yavaş bir polimorfik geçişe, daha düşük katı yağ içeriği, daha iyi yapısal geri kazanım ve daha yüksek mukavemet özellikleri sergilemektedir (Pakseresht ve Mazaheri Tehrani, 2020). Oleojel hazırlamak için kullanılan farklı mumlar Jana ve Martini (2016), yürüttüğü çalışmada pirinç kepeği mumu, ayçiçeği mumu ve oranlarının kombinasyonu farklı bileşenlerin varlığından dolayı oleojellerin erime davranışını ve kristalizasyon hızını etkilemiştir. Mum çözünürlüğü muhtemelen kristal morfolojisinde belirleyici bir faktördür. Sadece sistemlerin entalpisini arttırmakla kalmayıp aynı zamanda küçük bileşenlerin etkisi ve esas olarak

kristalleşme davranışı mumların kimyasal bileşimindeki mum esterlerinin varlığından etkilenmektedir. Bunların yanı sıra yağların farklılığı ve mumların eklenmesi ile kimyasal bileşimin değişmesi sonucu yumuşatıcı bir etkiye sahiptir ve ötektik bileşimin oluşmasına neden olmaktadır. Toro-Vazquez vd, (2013) aspir yağı organojelasyon işlemi sırasında monogliseritlerin (MG) ve kandelilla mumu kristalleşmesinin herhangi bir moleküler etkileşim olmaksızın birbirinden ayrı gerçekleştiğine inanmaktadır. Bununla birlikte oleojelin kristaller arası etkileşimleri MG'den etkilenir ve bunlar özellikle daha yüksek MG konsantrasyonlarında daha önemlidir. Bunun yanı sıra kristalleşme özellikle mum etkisinden kaynaklanmaktadır ve lesitin kristal ağının kendi kendine toplanması ve düzenlenmesi yoluyla jel yapısını güçlendirmiştir (Okuro vd, 2018).

Mum bazlı jelleşme mum parçacıklarının kristalleşmesinden kaynaklanır. Sıvı yağdaki doğal mumların kristalleşmesini ve jelleşmesini soğutma hızı, sıcaklık ve hazırlama koşullarının ayarlanması gibi faktörler değiştirebilir. Bu nedenle mum bazlı oleojelasyon hakkında daha iyi bir temel anlayış bu oleojellerin yapılandırma ajanları olarak hareket edebileceği gıda ürünlerinin kalitesini kontrol etmek için önemlidir. Gıda endüstrisinde mum bazlı oleojeller, katı yağ, margarin, şekerleme ürünleri, dondurma ve çırpılmış krema gibi yağ bazlı gıda formülasyonlarındaki trans ve/veya doymuş yağları kısmen veya tamamen değiştirmek için kullanılabilir.

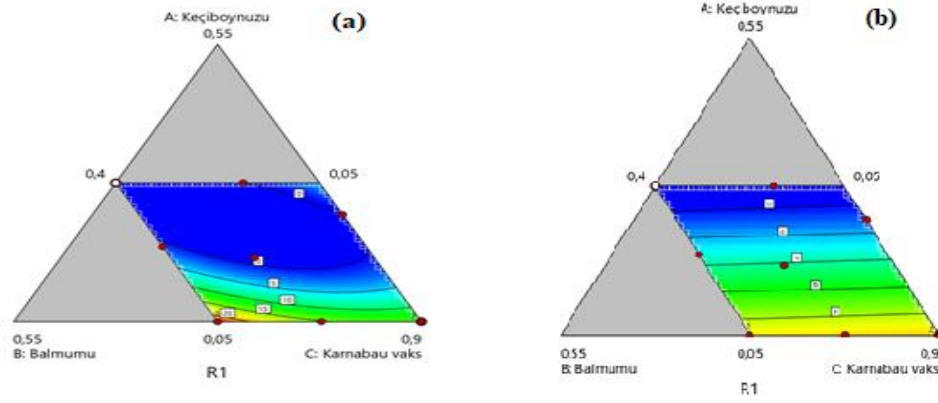
Şekil 4.3'de keçiyoynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaks oleojel içeriklerinin son ürün kristalizasyon zamanı değerlerine etkisi karışım dizayn model grafiği ile gösterilmiştir. Oleojel örneklerinin kristalizasyon zamanı değerlerini karışım dizaynıyla elde edilen modeli tahmin etmek için kurulan denklem aşağıdaki gibi bulunmuştur.

Eşitliklerde yer alan keçiyoynuzu gamı (X_1), balmumu (X_2) ve karnauba vaksı (X_3) ifade etmektedir. X_1 , X_2 ve X_3 'ün toplamı 1.0'a eşittir.

Nar ÇYO KZ

$$= 72.04X_1 + 58.64X_2 + 14.53X_3 - 262.01X_1X_2 - 153.24X_1X_3 - 53.82X_2X_3$$

İncir ÇYO KZ = $-12.55X_1 + 8.80X_2 + 9.50X_3$



Şekil 4. 3. Nar çekirdek yağı (a) ve incir çekirdek yağı olejel (b) içeriklerinin son ürün kristalizasyon zamanı değerlerine etkisi karışım dizayn model grafiği ($X_1=A$: Keçiboynuzu gamı. $X_2=B$: Balmumu. $X_3=C$: Karnauba vaks)

4.1.4. Nar ve İncir Çekirdeği Yağı Oleojellerinin Serbest Yağ Asitliği Değerleri

Bu çalışma kapsamında nar çekirdeği yağı ve incir çekirdeği yağı kullanılarak olejel üretimi için farklı konsantrasyonlarda keçiboynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaks bağımsız değişken olarak belirlenmiş ve üretilen oleojellerin serbest yağ asitliği değerleri saptanmıştır. Serbest yağ asitliği, yağlar için belirtilen en önemli kalite kriterleri arasında olup numunedeki trigliserit moleküllerine (TAG'ler) bağlı olmayan serbest yağ asitlerinin miktarı olarak tanımlanır ve oleik asit yüzdesi olarak ölçülür (Grossi vd., 2019). Temel olarak, serbest yağ asitleri sıvı ve katı yağların hidrolizi ile üretilir. Serbest yağ asitlerine sahip sıvı ve katı yağlar depolama, işleme, ısıtma veya kızartma gibi çeşitli ortamlara maruz kaldığından zamana, sıcaklığa ve nem içeriğine bağlı olarak değişmektedir. Serbest yağ asitleri nötr yağa kıyasla daha az kararlı olduğundan oksidasyona daha yatkındır ve acılaşıma ile yağda raf ömrü takip parametresi olarak kullanılmaktadır. Bu nedenle, serbest yağ asitleri sıvı ve katı yağların kalitesi ve ticari değeri ile bağlantılı kilit bir özelliktir (Mahesar vd., 2014).

Bu çalışmada tercih edilen nar çekirdeği yağı ve incir çekirdeği yağlarının asit sayısı belirlenmiş olup sırasıyla 0,40 ve 0,39 (mg KOH/gram yağ) olarak tespit edilmiştir. TSE Bitki adı ile anılan yemeklik yağlar tebliğinde (Tebliğ no. 2012/29) asit sayısı soğuk preslenmiş ve naturel yağlarda en çok 4 mg KOH /g yağ olarak belirtilmiş olup elde edilen değerlerin TSE standartlarına uygun ve kullanılabilir miktarda olduğu belirlenmiştir. Bu yağlar kullanılarak üretilen oleojellerinin serbest yağ asitliği değerleri belirlenmiş olup Tablo 4.7' de verilmiştir. Tablo 4.7' de

görüldüğü üzere nar çekirdeği yağı oleojeli serbest yağ asitliği ölçüm değerleri ise %SYA (oleik asit cinsinden) 7.75-4.93 arasında değişkenlik gösterirken asit sayısı (mgKOH/g oleojel yağ) 3.08-1.96 değerleri arasında bulunmuştur. İncir çekirdeği yağı oleojeli serbest yağ asitliği ölçüm değerlerinden %SYA (oleik asit cinsinden) 8.36-4.58 arasında değişkenlik gösterirken asit sayısı (mgKOH/g oleojel yağ) 3.32-1.82 değerleri arasında olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4. 7. Nar çekirdeği yağı ve incir çekirdeği yağı oleojellerinin serbest yağ asitliği (oleik asit cinsinden) ve asit sayısı (mgKOH/g) değerleri

No	Gerçek değerler (x) (g /100 g)			Nar Çekirdeği Yağı Oleojeli		İncir Çekirdeği Yağı Oleojeli	
	Keçiboynuzu gamı X1	Bal mumu X2	Karnauba vaks X3	%SYA (Oleik Asit)	Asit Sayısı (mg KOH/g)	%SYA (Oleik Asit)	Asit Sayısı (mg KOH/g)
1	0.85	0.85	15.30	5.64±0.01	2.24±0.02	5.55±0.01	2.20±0.01
2	5.10	2.38	9.52	5.29±0.02	2.10±0.01	7.04±0.01	2.79±0.02
3	3.14	5.10	8.76	5.64±0.00	2.24±0.01	7.74±0.00	3.08±0.01
4	4.13	0.85	12.02	4.93±0.01	1.96±0.00	8.36±0.01	3.32±0.00
5	0.85	5.10	11.05	7.05±0.00	2.80±0.01	5.99±0.02	2.38±0.01
6	2.81	3.35	10.84	7.05±0.00	2.80±0.01	7.05±0.00	2.80±0.02
7	0.85	2.94	13.21	7.75±0.02	3.08±0.01	4.93±0.01	1.96±0.01
8	0.85	0.85	15.30	5.99±0.00	2.38±0.00	4.58±0.00	1.82±0.00
9	0.85	5.10	11.05	6.69±0.02	2.66±0.02	7.04±0.01	2.80±0.03
10	5.10	5.10	6.80	6.91±0.01	2.74±0.01	7.04±0.02	2.80±0.01

D-optimal tasarım yöntemi kullanılarak oluşturulan deneme desenine göre elde edilen nar çekirdeği yağı ve incir çekirdek yağ oleojel örneklerinin serbest yağ asitliği değerleri üzerine işlem parametrelerinin etkisini gösteren varyans analizi sonuçları Tablo 4.8' de verilmiştir. Bu modellere ait R² değerleri nar çekirdek yağı ve incir çekirdek yağı için sırayla 0.9538 ve 0.9223 olarak belirlenmiştir. R² değerinden de anlaşıldığı gibi keçiboynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaks ilaveli oleojellerin serbest yağ asitliği değerleri üzerindeki etkileri model ile başarılı bir şekilde açıklanabilmektedir (Tablo 4.8). Kullanılan bu bileşenlerin ilgili parametre üzerine etkisini ifade eden model önemli bulunurken (p<0.05), uyumsuzluk (lack of fit) önemli bulunmamıştır (p>0.05).

Tablo 4. 8. Farklı oranlarda ilave edilen keçiyoynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaksinin nar ve incir çekirdek yağı oleojel örneklerinin serbest yağ asitliği (oleik asit cinsinden) değerleri için varyans analiz sonuçları

Kaynak	Nar Çekirdek Yağı Oleojeli			İncir Çekirdek Yağı Oleojeli		
	F	p-değeri	DF	F	p-değeri	DF
Model	10.32*	0.0411	6	9.50*	0.0244	5
Doğrusal karışım	15.15*	0.0270	2	13.98*	0.0157	2
X ₁ * X ₂	18.02*	0.0239	1	0.4088	0.5573	1
X ₁ * X ₃	2.74	0.1967	1	6.78	0.0598	1
X ₂ * X ₃	28.52*	0.0128	1	4.49	0.1014	1
X ₁ * X ₂ * X ₃	12.92*	0.0369	1			
Kalıntı			3			4
Uyum Eksikliği	3.66	0.1960	1	0.0219	0.9786	2
Hata			2			2
Genel			9			9
R ²	0.9538					0.9223

* P değerinin 0.05' ten küçük model terimlerinin önemli olduğunu gösterir

Varyans analiz sonuçlarında görüldüğü üzere incir ve nar çekirdek yağında kullanılan doğrusal karışımlarının oleojel örneklerinin serbest yağ asitliği miktarı üzerinde önemli olduğu ve nar çekirdek yağ oleojeli serbest yağ asitliğinde azalmaya sebep olduğuna işaret etmiştir (p<0.05). Çalışma kapsamındaki örneklerde, nar çekirdek oleojelinde serbest yağ asitliği değeri üzerinde etkili olduğu belirlenen önemli parametrelerin keçiyoynuzu gamı ve balmumu interaksiyon etkinin yanı sıra balmumu ile karnauba vaksın interaksiyon etkisinin önemli olduğu ve keçiyoynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaksın önemli olduğu ortaya konmuştur ve formülde ifade edilmiştir. Farklı bileşenleri aynı oranda içeren örneklerin serbest yağ asitliği değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Benzer sonuçlar Aydeniz Güneser vd, 2021 tarafından ayçiçek yağına farklı oranlarda balmumunun ilavesi sonucunda da rapor edilmiştir. Taze yağ örnekleri ile %3 ve %8 oranında balmumu organojelatörünün eklenmesi ile serbest yağ asit değerlerinin artmasıyla sonuçlandığını gösterilmiştir. Sonuç olarak, balmumunda bazı uzun zincirli doymuş serbest yağ asitlerinin (yaklaşık) varlığı daha önce bildirilmiştir. Balmumunda bazı uzun zincirli doymuş serbest yağ asitlerinin varlığı (yaklaşık %13) daha önce Ruguo vd, (2011) ve Fennema vd, (1994) tarafından bildirilmiştir. Balmumunun doğal yapısındaki yağ asitlerinin varlığının ayçiçek yağının asitliğini artırdığı düşünülmektedir. Bu sonuç çalışmamızla da desteklenmiştir.

Çalışma kapsamındaki örneklerde farklı oleojelatör maddelerini aynı oranda içeren incir çekirdek yağı oleojellerinin nar çekirdek yağı oleojellerine kıyasla serbest yağ asitliği seviyeleri arasında istatistiksel fark bulunmakla birlikte dar bir aralıkta

değişim göstermiştir. İcyer vd., (2017) Türkiye orijinli incir çekirdeği yağlarının asitliğini oleik asit cinsinden serbest yağ asitliğini %0,95 olarak belirlemişlerdir. Amri vd., (2017) Tunus Mahdia'dan elde edilen nar çekirdeği yağının asitlik değerini oleik asit cinsinden %1,69'u olarak bulmuştur. Başka bir çalışmada ise Özyurt, (2019)'un yaptığı bir çalışmada soğuk pres ekstraksiyon yöntemi ile üretilen incir çekirdeği yağı ve nar çekirdeği yağlarını peroksit değerleri, serbest yağ asitliği, toplam fenolik bileşikler ve antioksidan aktivite gibi bazı kalite özellikleri açısından değerlendirmiştir. İncir çekirdeği yağı ve nar çekirdeği yağı serbest yağ asitliği değerleri ise sırasıyla 2.05–1.70 olduğu tespit edilmiştir. Bunlara kıyasla yaptığımız çalışmada incir çekirdek yağı ve nar çekirdek yağının serbest yağ asitlik seviyesi sırasıyla 2.05–1.70 olup 1'in altında olan yağlar kullanmamıza rağmen optimize edilen oleojellerin serbest yağ asit değerleri yüksektir ve oleojel kullanılan bileşenler ve farklı oranlarından dolayı serbest asitliğin gelişebileceğini bu çalışma ile gösterilmiştir.

Şekil 4.4'te oleojel örneklerinin serbest yağ asitliği özelliği üzerine bağımsız değişkenler olan keçiyoynuzu, balmumu ve karnauba vaks oranlarının etkisi gösterilmiştir. Grafik yorumlanmasında kırmızı renge yaklaştıkça serbest yağ asitliğinin arttığını mavi renge yaklaştığında serbest yağ asitliğinin düştüğünü ifade etmektedir.

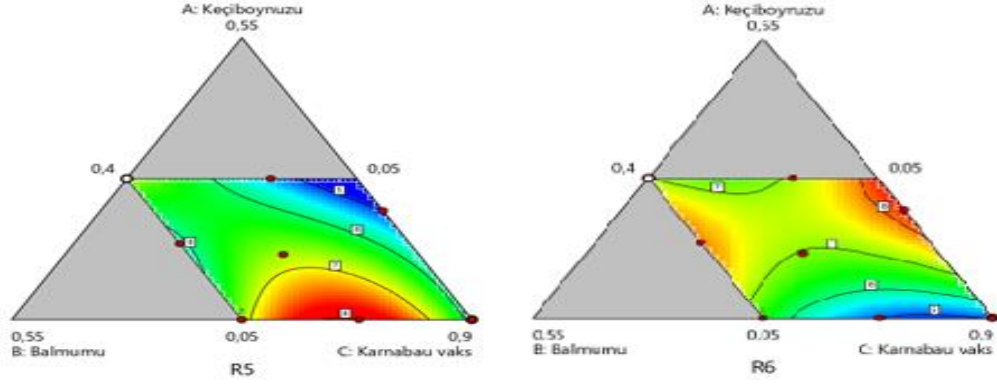
Oleojel örneklerinin serbest yağ asitliği değerleri karışım dizaynı ile elde edilen modeli tahmin etmek için kurulan denklem aşağıdaki gibi bulunmuştur. Eşitliklerde yer alan keçiyoynuzu gamı (X_1), balmumu (X_2) ve karnauba vaksı (X_3) ifade etmektedir. X_1 , X_2 ve X_3 'nün toplamı 1.0'a eşittir.

Nar ÇYO SYA

$$= -2.38X_1 - 5.88X_2 + 5.78X_3 + 43.86X_1X_2 + 9.88X_1X_3 + 27.39X_2X_3 - 49.32X_1X_2X_3$$

İncir ÇYO SYA

$$= 3X_1 + 14.33X_2 + 5.06X_3 - 6.68X_1X_2 + 17.21X_1X_3 - 12.79X_2X_3$$



Şekil 4. 4. Nar çekirdek yağı(a) ve incir çekirdek yağı oleojel (b) içeriklerinin son ürün serbest yağ asitliği değerlerine etkisi karışım dizayn model grafiği (X1=A: Keçiboynuzu gamı. X2=B: Balmumu. X3=C: Karnauba vax)

4.1.5. Nar ve İncir Çekirdeği Yağı Oleojellerinin Sertlik Özellikleri

Bu çalışma kapsamında farklı konsantrasyonlarda keçiboynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaks bağımsız değişkenler ile hazırlanan incir çekirdek yağı ve nar çekirdek yağ alternatif oleojel formülasyonlarının kalitesini nasıl etkilediğine ilişkin model çalışmalarının değerlendirilmesi için yağ bağlama kapasiteleri ve sertlik parametreleri saptanmıştır. Oleojellerin mekanik mukavemeti ve stabilitesi, pratik uygulamalarda araştırılan kritik faktörlerdir ve oleojellerin mikro yapısına bağlı olarak değişmektedir. Oleojel bileşen ağırlıklarının bir fonksiyonu olarak oleojellerin mekanik mukavemeti hakkında bilgi elde etmek için (Callau vd., 2020), materyal metot bölümünde sunulan tekstür yöntemi ile tüm oleojellerin ortalama sertliği belirlenmiştir. Yüksek sıvı yağ içeriği (ağırlıkça %50) nedeniyle, oleojellerin sabit ticari ürün olarak kullanılabilmesi için yağ salmaması büyük önem taşımaktadır. İkinci bir adımda, farklı formülasyonlarda hazırlanan oleojellerin yüksek hızda santrifüjleme sırasında yağ kaybını ölçerek oleojellerin yağ ve jel stabilitesini koruma yeteneğini değerlendirilmiştir. Bu hızlandırılmış yöntem ile yağ bağlama kapasitesi hakkında bilgi edinmemizi sağlamaktadır (Callau vd., 2020). Oleojelin ağırlığı üzerinden salınan yağın yüzdesine tekabül eden incir çekirdek ve nar çekirdek yağlarının farklı formülasyonlarla hazırlanan oleojellerin yağ kaybı %0 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen veriler, kristal morfolojisinin sistemlerin yağ bağlama kapasitesi üzerindeki etkisini göstermektedir. Bu kristaller yağ ve su fazı boyunca dağılmış, gözenek alanını azaltmış ve ağın kıvrımlılığını arttırmıştır (Fayaz vd., 2017). Bu anlamda dondurmada kullanılacak yeni bir ürün seçeneği olarak oleojel formülasyonlarının sertlik özelliklerinin değerlendirilmesi önemlidir. Farklı oranlarda farklı bileşenlerle

hazırlanan incir çekirdeği yağ ve nar çekirdeği yağı oleojellerinin sertlik değerleri belirlenmiş olup Tablo 4.9’ da verilmiştir. Tablo 4.9’da görüldüğü üzere nar çekirdeği yağı oleojeli sertlik değeri ise 131.15- 263.62 değerleri arasında değişkenlik gösterirken incir çekirdeği yağı oleojeli sertlik değeri 58.89- 194.33 arasında saptanmıştır.

Tablo 4. 9. Nar çekirdeği yağı ve incir çekirdeği yağı oleojellerinin sertlik değerleri

No	Gerçek değerler (x) (g /100 g)			Sertlik (N)	
	Keçiboynuzu gamı X1	Balmumu X2	Karnauba vaks X3	Nar Çekirdeği Yağı Oleojeli	İncir Çekirdeği Yağı Oleojeli
1	0.85	0.85	15.30	164.39±22.19	60.45±2.31
2	5.10	2.38	9.52	163.49±22.19	160.28±6.71
3	3.14	5.10	8.76	144.94±9.52	85.67±8.81
4	4.13	0.85	12.02	139.04±15.08	137.89±13.94
5	0.85	5.10	11.05	263.62±16.94	168.69±20.28
6	2.81	3.35	10.84	145.10±16.90	139.20±22.24
7	0.85	2.94	13.21	131.15±14.01	194.33±7.44
8	0.85	0.85	15.30	149.94±21.71	58.89±6.68
9	0.85	5.10	11.05	224.51±27.94	154.42±16.90
10	5.10	5.10	6.80	172.34±23.81	102.27±11.91

Keçiboynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaks kullanım oranlarına bağlı olarak oleojellerin sertlik özelliklerinin değişimi için en uygun model D-optimal tasarım yöntemi kullanılarak oluşturulan deneme desenine göre belirlenmiş ve sertlik değerleri üzerine işlem parametrelerinin etkisini gösteren varyans analizi sonuçları Tablo 4.10’da verilmiştir.

Bu modellere ait R^2 değerleri nar çekirdek yağı ve incir çekirdek yağı için sırayla 0.9348 ve 0.9891 olarak belirlenmiştir. R^2 değerinden de anlaşıldığı gibi keçiboynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaks ilaveli oleojellerin sertlik değerleri üzerindeki etkileri model ile başarılı bir şekilde açıklanabilmektedir (Tablo 4.10). Kullanılan bu bileşenlerin ilgili parametre üzerine etkisini ifade eden model önemli bulunurken ($p<0.05$), uyumsuzluk (lack of fit) önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Tablo 4. 10. Farklı oranlarda ilave edilen keçiyoynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaksinin nar ve incir çekirdeği yağı oleojel örneklerinin sertlik değerleri için varyans analiz sonuçları

Kaynak	Nar Çekirdeği Yağı Olejeli			İncir Çekirdek Yağı Olejeli		
	Sertlik (N)			Sertlik (N)		
	F	p-değeri	DF	F	p-değeri	DF
Model	11.47*	0.0174	5	45.55*	0.0049	6
Doğrusal karışım	12.48*	0.0191	2	14.37*	0.0291	2
X ₁ * X ₂	30.60*	0.0052	1	6.99	0.0774	1
X ₁ * X ₃	11.72*	0.0267	1	0.0980	0.7747	1
X ₂ * X ₃	9.22*	0.0386	1	97.57*	0.0022	1
X ₁ * X ₂ * X ₃				26.48*	0.0142	1
Kalıntı			4			3
Uyum Eksikliği	1.52	0.3965	2	2.17	0.2787	1
Hata			2			2
Genel			9			9
R ²			0.9348			0.9891

* P değerinin 0.05' ten küçük model terimlerinin önemli olduğunu gösterir

Çalışma kapsamındaki örneklerde nar çekirdeği oleojellerinin sertlik değerleri üzerinde etkili olduğu belirlenen keçiyoynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaksın doğrusal karışımının önemli olduğu sonucu ortaya konmuş ve formülde ifade edilmiştir. Tablo 4.9'da oleojellerin ortalama sertliğinin farklı bileşen konsantrasyon oranlarına bağımlı olduğu gösterilmektedir. Nar çekirdek yağ oleojellerinin en yüksek sertlik değeri sırasıyla 0.85: 5.1: 11.05 gr keçiyoynuzu, balmumu ve karnauba vaks kullanılarak hazırlanan oleojel formülasyonunda (5.deneme noktası) 263.62 bulunurken en düşük ise sırasıyla 0.85: 2.94: 13.21 gr keçiyoynuzu, balmumu ve karnauba vaks ile hazırlanan formülasyonda (7. deneme noktası) 131.15 (g/g) olarak gözlemlenmiştir. Bu sonucun uygulanan bileşenlerin konsantrasyonundan kaynaklandığı belirlenmiştir. Oleojellerin sertlik ve diğer dokusal özellikleri, eklenen organojelatörlerin türü ve miktarı ile kontrol edilmektedir (Yılmaz ve Ögütçü, 2015).

Lim vd., (2017) sıvı kanola yağını oleojelatör olarak doğal mumların kullanılması ile katı-benzeri oleojeller halinde başarılı bir şekilde yapılandırmış ve sertlik değerlerini belirlemiştir. Oleojelleri hazırlamak için, kanola yağı içerisine üç farklı kandelilla mumu, karnauba vaksı ve balmumu, %10 w/w oranında ilave edilmiş ve sırasıyla sertlik değerleri 25.12 ± 2.05 , 10.43 ± 0.13 ve 5.46 ± 0.28 olarak tespit edilmiştir. Bunlara kıyasla yapıldığımız çalışmada sertlik değerleri çok daha yüksek belirlenmiş olup vaks ve keçiyoynuzu gamının farklı oranlarda kullanılmasının sonucu etkilediği düşünülmektedir.

Shi vd., (2021) kamelya yağı ile hazırlanan uzun zincirli balmumu ve karnauba vaks oleojellerinin orta zincirli oleojeller ile karşılaştırıldığında nispeten yüksek

dokusal değer sergilemiş ve sertlik değerleri 2.54 N ile 5.19 N arasında değiştiği rapor edilmiştir. Karnauba vaks ve balmumu bileşimindeki farklılıktan dolayı karnauba vaks oleojelleri balmumu oleojellerine kıyasla daha dūřuk değerlere sahiptir. Sertlik değerlerinin mevcut çalışmadaki sonuçlarla rtūřmedięi görülmektedir. nk, bahsedilen çalışmada kullanılan bileşenler üzerinde kullanılan yağlar farklı olmanın yanı sıra mum ve vaks örneklerinde kritik konsantrasyon çalışılmış olup bizim yaptığımız çalışmada ise keçiboynuzu varlığında suyu bağlayan bir yapı karışıma dahil edilmiştir. Çalışma kapsamındaki örneklerde nar ve incir çekirdek yaę esaslı oleojellerde su bağlama potansiyelinden dolayı kullanılan keçiboynuzu gamının sertlik değerleri üzerinde etkili olduğu saptanmıştır. Benzer yaklaşım Meng vd., (2018) alışmasında %0,3 ksantam gam ile birlikte geniş bir hidrokispropil metilselüloz (HPMC) konsantrasyonu aralığında sulu zelteleri ve soya yağında oleojeller hazırlanmış ve oleojelatör konsantrasyonunun jel oluşumu ve mekanik mukavemet üzerindeki etkileri değerlendirildiği çalışmasında da gözlemlenmiştir. HPMC konsantrasyonu minimum %0.2 iken sertlik değeri 230.1 N, konsantrasyon %1 oranında ilavesi ile sertlik 578.2 N olarak tespit edilmiştir. Daha yüksek HPMC konsantrasyonunun, daha yüksek mekanik mukavemete sahip daha kararlı emülsiyon ile sonuçlandığı ve daha sonra daha kompakt aę ile daha sert kurutulmuş ürüne yol açtığı bulunmuştur. Son olarak, daha yüksek mekanik mukavemete ve daha iyi yaę bağlama kapasitesine sahip oleojeller hazırlanmıştır.

İncir ekirdeęi oleojelinde sertlik değeri üzerinde etkili olduğu belirlenen parametreler ayrı ayrı incelendiğinde keçiboynuzu gamı ile balmumu, keçiboynuzu ile karnauba vaks ve balmumu ile karnauba vaksın interaksiyon etkisinin istatistiksel olarak sertliği pozitif yönde etkilediği ve sertlik değerini artırıcı etkisi bulunduğu tespit edilmiştir. İncir ekirdeęi yağı oleojeli için en yüksek sertlik değeri ise sırasıyla 0.85: 2.94: 13.21 oranlarında keçiboynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaks kullanılarak (7. deneme noktası) 194.33 bulunurken en dūřuk sertlik değeri ise sırasıyla 0.85: 0.85: 15.3 oranlarında keçiboynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaks ile hazırlanan (8. deneme noktası) 58.89 olduğu tespit edilmiştir. Çalışmamız kapsamında D-optimal dizaynı ile oluşturulan formülasyon oranları farklı yağlar üzerinde denenmiştir ve sertlik sonuçlarında benzer sonuçlar elde edilmemiştir. Bu sonucun yağların kimyasal yapısından kaynaklandığı belirtilmiştir. Yemeklik yağların kimyasal yapısının da oleojellerin özellikleri ile yakından ilişkili olduğu gösterilmiştir (Blake vd., 2014;

Valoppi vd., 2017; Martins vd., 2016). Imay vd., (2001) ve yağ kaynaklarının polaritesinin mum bazlı oleojelin sertliği ile ilişkili olduğunu tespit edilmiştir. Martins vd (2016), yağların karbon zincir uzunluğunun balmumu ile oluşturulan oleojellerin termodinamiği, reolojisi ve kristalleri üzerindeki etkilerini analiz etmiştir. Fayaz vd., (2016), yağ viskozitesinin balmumu ile üretilen oleojeller üzerindeki etkisini doğrulamıştır. Bununla birlikte, arzu edilen özelliklere sahip uygun maliyetli oleojeller hazırlamak için oleojellerin özelliklerini etkileyen faktörleri keşfetmeye yönelik çalışmalar giderek önem kazanacaktır. Shi vd., (2021) çalışmasından farklı karbon zincir uzunluklarına sahip yağ türlerinin mum bazlı oleojellerin özellikleri üzerindeki etkisi çok az araştırıldığını belirtmiştir. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar bu kapsamda önemlidir.

Şekil 4.5’de keçiyoynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaks oleojel içeriklerinin sertlik değerlerine etkisi karışım dizayn model grafiği ile gösterilmiştir. Grafik yorumlanmasında kırmızı renge yaklaştıkça sertlik arttığını mavi renge yaklaştığında sertlik değerini düşüğünü ifade etmektedir.

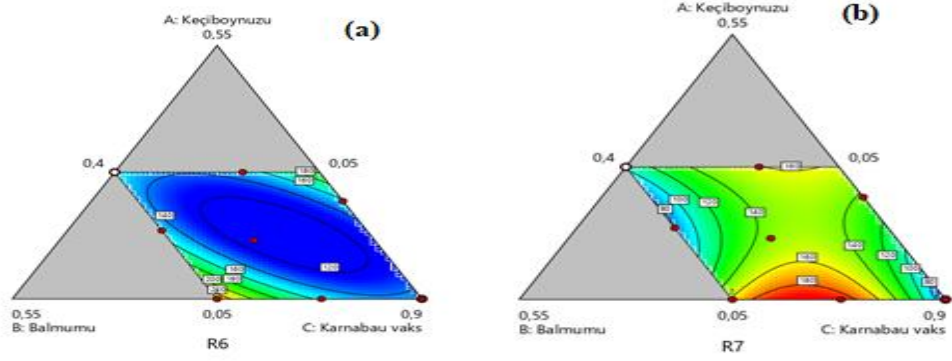
Oleojel örneklerinin sertlik değerlerini karışım dizaynı ile elde edilen modeli tahmin etmek için kurulan denklem aşağıdaki gibi bulunmuştur. Eşitliklerde yer alan keçiyoynuzu gamı (X_1), balmumu (X_2) ve karnauba vaksı (X_3) ifade etmektedir. X_1 , X_2 ve X_3 ’nün toplamı 1.0’a eşittir.

Nar ÇYO Sertlik

$$= 585.39X_1 + 593.13X_2 + 148.6X_3 - 1721.36X_1X_2 - 674.21X_1X_3 - 546.08X_2X_3$$

İncir ÇYO Sertlik

$$= 230.54X_1 - 359.86X_2 + 60.42X_3 + 674.53X_1X_2 + 46.20X_1X_3 + 1251.58X_2X_3 - 1744.09X_1X_2X_3$$



Şekil 4. 5. Nar çekirdek yağı (a) ve incir çekirdek yağı oleojel (b) içeriklerinin tekstür özellikleri sertlik değerlerine etkisi karışım dizayn model grafiği ($X_1=A$: Keçiboynuzu gamı. $X_2=B$: Balmumu. $X_3=C$: Karnauba vaks)

4.1.6. Nar ve İncir Çekirdeği Yağı Oleojellerinin Renk Özellikleri

Bu çalışma kapsamında nar çekirdeği yağı ve incir çekirdeği yağı kullanılarak oleojel üretimi için farklı konsantrasyonlarda keçiboynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaks bağımsız değişken olarak belirlenmiş ve üretilen olejellerin renk değerleri saptanmıştır. Nar çekirdeği yağı oleojeli ve incir çekirdeği yağı oleojellerinin üretiminde kullanılan nar çekirdeği yağı, incir çekirdeği yağı, balmumu, karnauba vaks ve keçiboynuzu gamı renk değerleri Tablo 4.11' de verilmiştir.

Tablo 4. 11. Nar çekirdeği yağı, incir çekirdeği yağı, balmumu, karnauba vaks ve keçiboynuzu gamı renk değerleri

	<i>L</i>	<i>a</i> *	<i>b</i> *
Nar çekirdeği yağı	25.17±0.13	2.44±0.19	2.66±0.27
İncir çekirdeği yağı	24.04±0.09	2.76±0.11	2.45±0.19
Balmumu	45.30±0.19	9.37±0.08	24.13±0.33
Karnauba vaks	53.20±0.34	18.20±0.40	37.49±0.77
Keçiboynuzu gamı	79.39±0.58	7.3±0.12	11.78±0.56

Renk gıda maddelerinin en önemli kalite göstergelerindendir (Sarabandi vd., 2019). Tüketiciler üzerindeki etkisi yalnızca görsel olmayıp ayrıca çeşidi, kalitesi ve bileşimi ile ilişkilendirilmektedir (Wu vd., 2013). Renk, gıdalarda veya gıda uygulamalarına yönelik olabilecek bileşenlerde kritik bir parametredir (Yousuf vd., 2016). Bu sebeple nar çekirdeği yağı ve incir çekirdeği yağı oleojellerinin renk değerleri belirlenmiş olup sırasıyla Tablo 4.12 ve Tablo 4.13' de verilmiştir. Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan materyaller ile üretilen nar çekirdeği yağı ve incir çekirdeği yağı oleojellerinin renk değerleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmuştur ($p<0.05$). Renk skalası 0 ile 100 aralığında ölçülen *L* değeri ürün parlaklığı ile ilgili bilgi vermekte olup farklı oranlarda hazırlanan nar çekirdeği yağı

oleojeli L değerinin en yüksek 89.95 en düşük 77.25 arasında değiştiği gözlemlenmektedir. a^* ve b^* değerleri sırasıyla artan pozitif değerlerde kırmızılık ve sarılığ, azalan negatif değerlerde yeşillik ve maviliği temsil etmekte olup oleojel örneklerinin a^* değerleri sırasıyla 12.55 ile 5.11 arasında ve b^* değeri içinse 34.20 ile 24.01 arasında değişmektedir. İncir çekirdeği yağı oleojellerinin renk değerleri ise L değerinin en yüksek 90.82 en düşük 75.94 arasında değiştiği. a^* değerleri sırasıyla 12.30 ile 4.02 arasında ve b^* değeri ise 34.23 ile 25.80 arasında değişmektedir.

Tablo 4. 12. Nar çekirdeği yağı oleojeli renk değerleri

No	Gerçek değerler (x) (g /100 g)			Nar Çekirdeği Yağı Oleojeli		
	Keçiboynuzu gamı X_1	Balmumu X_2	Karnauba vaks X_3	L	a^*	b^*
1	0.85	0.85	15.30	88.80±0.07	6.93±0.04	26.22±0.02
2	5.10	2.38	9.52	77.62±0.35	10.21±0.21	31.16±0.23
3	3.14	5.10	8.76	78.96±0.26	12.55±0.24	37.24±0.24
4	4.13	0.85	12.02	77.25±0.01	12.47±0.06	33.54±0.08
5	0.85	5.10	11.05	82.2±0.02	11.57±0.08	34.20±0.10
6	2.81	3.35	10.84	85.19±0.02	8.74±0.10	29.34±0.10
7	0.85	2.94	13.21	89.05±0.01	6.59±0.04	26.64±0.01
8	0.85	0.85	15.30	89.95±0.0	5.11±0.02	24.01±0.04
9	0.85	5.10	11.05	88.43±0.12	6.66±0.02	27.12±0.02
10	5.10	5.10	6.80	77.63±0.12	7.34±0.03	31.03±0.11

Tablo 4. 13. İncir çekirdeği yağı oleojeli renk değerleri

No	Gerçek değerler (x) (g /100 g)			İncir Çekirdeği Yağı Oleojeli		
	Keçiboynuzu gamı X_1	Balmumu X_2	Karnauba vaks X_3	L	a^*	b^*
1	0.85	0.85	15.30	87.91±0.31	9.63±0.15	26.54±0.06
2	5.10	2.38	9.52	82.54±0.06	11.02±0.05	32.99±0.06
3	3.14	5.10	8.76	79.47±0.65	12.30±0.11	29.79±0.33
4	4.13	0.85	12.02	82.82±0.10	11.02±0.02	28.03±0.06
5	0.85	5.10	11.05	89.04±0.04	6.87±0.04	28.67±1.01
6	2.81	3.35	10.84	82.43±0.18	10.13±0.04	27.74±0.04
7	0.85	2.94	13.21	89.62±0.05	6.83±0.02	27.14±0.13
8	0.85	0.85	15.30	88.98±0.64	7.94±0.78	24.11±0.30
9	0.85	5.10	11.05	90.82±0.05	4.02±0.12	25.80±0.01
10	5.10	5.10	6.80	75.94±0.99	7.90±0.80	34.23±1.42

İncir çekirdek ve nar çekirdek yağ oleojelinde keçiboynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaks kullanım oranlarına bağlı olarak L , a^* , b^* özelliklerinin değişimi için en uygun D-optimal tasarım yöntemi kullanılarak oluşturulan deneme desenine göre belirlenmiştir. Bu özelliklere ait oluşturulan modellerin nar çekirdeği yağı oleojelinin R^2 değerleri sırası ile 0,8190 0.7415, ve 0.4763 olarak belirlenmiştir. İncir çekirdeği yağı oleojelinin R^2 değerleri ise sırası ile 0.9885, 0.5494 ve 0.9728 olarak belirlenmiştir. Oleojel örneklerinin renk değerleri üzerine işlem parametrelerinin

etkisini gösteren varyans analizi sonuçları Tablo 4.14, Tablo 4.15 ve Tablo 4.16'de verilmiştir.

Bu modellere ait R^2 değerleri nar çekirdek yağı ve incir çekirdek yağının parlaklık değerleri sırayla 0.8190 ve 0.9885 olarak belirlenmiştir. R^2 değerlerinden de anlaşıldığı gibi oleojel örneklerin L parametreleri üzerindeki etkileri model ile önemli bir şekilde açıklanabilmektedir. Ancak nar çekirdek yağ oleojelinin a^* ve b^* değerleri için bu mümkün olmamıştır. Kullanılan bu bileşenlerin ilgili parametreler üzerine etkisini ifade eden model önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$).

Tablo 4. 14. Farklı oranlarda ilave edilen keçiyoynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaksımın nar ve incir çekirdek yağı oleojel örneklerinin Renk L değerleri için varyans analiz sonuçları

Kaynak	Nar Çekirdeği Yağı Oleojeli			İncir Çekirdeği Yağı Oleojeli		
	Renk L Değeri			Renk L Değeri		
	F	p-değeri	DF	F	p-değeri	DF
Model	15.83*	0.0025	2	69.03*	0.0006	5
Doğrusal karışım	15.83*	0.0025	2	141.49*	0.0002	2
$X_1 * X_2$	-	-	*	22.35*	0.0091	1
$X_1 * X_3$	-	-	*	24.84*	0.0076	1
$X_2 * X_3$	-	-	*	2.12	0.2187	1
Kalıntı			7			4
Uyum Eksikliği	0.6073	0.7178	5	0.2020	0.8319	2
Hata			2			2
Genel			9			9
R^2	0.8190			0.9885		

* P değerinin 0.05' ten küçük model terimlerinin önemli olduğunu gösterir

Tablo 4. 15. Farklı oranlarda ilave edilen keçiyoynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaksımın nar ve incir çekirdek yağı oleojel örneklerinin renk a^* değerleri için varyans analiz sonuçları

Kaynak	Nar Çekirdeği Yağı Oleojeli			İncir Çekirdeği Yağı Oleojeli		
	Renk a^* Değeri			Renk a^* Değeri		
	F	p-değeri	DF	F	p-değeri	DF
Model	2.30	0.2205	5	4.27	0.0614	2
Doğrusal karışım	1.80	0.2765	2	4.27	0.0614	2
$X_1 * X_2$	0.1110	0.7557	1	-	-	*
$X_1 * X_3$	2.47	0.1914	1	-	-	*
$X_2 * X_3$	0.9832	0.3775	1	-	-	*
Kalıntı			4			7
Uyum Eksikliği	0.2666	0.7895	2	1.98	0.3694	5
Hata			2			2
Genel			9			9
R^2	0.7415			0.5494		

* P değerinin 0.05' ten küçük model terimlerinin önemli olduğunu gösterir

Tablo 4. 16. Farklı oranlarda ilave edilen keçiyoynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaksinin nar ve incir çekirdek yağı oleojel örneklerinin renk b* değerleri için varyans analiz sonuçları

	Nar Çekirdeği Yağı Oleojeli			İncir Çekirdeği Yağı Oleojeli		
	Renk b* Değeri			Renk b* Değeri		
Kaynak	F	p-değeri	DF	F	p-değeri	DF
Model	3.18	0.1039	2	28.63*	0.0031	5
Doğrusal karışım	3.18	0.1039	2	62.67*	0.0010	2
X ₁ * X ₂	-	-	*	0.0002	0.9901	1
X ₁ * X ₃	-	-	*	6.78	0.0599	1
X ₂ * X ₃	-	-	*	0.8877	0.3994	1
Kalıntı			7			4
Uyum Eksikliği	0.7991	0.6375	5	0.3347	0.7492	2
Hata			2			2
Genel			9			9
R ²	0.4763			0.9728		

* P değerinin 0.05' ten küçük model terimlerinin önemli olduğunu gösterir

Şekil 4.6'da oleojel örneklerinin L , a^* ve b^* özellikleri üzerine bağımsız değişkenler olan parametrelerin keçiyoynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaksın oranlarının etkisi gösterilmiştir. Varyans analiz sonuçlarında görüldüğü üzere L değeri için keçiyoynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaksın pozitif yönde doğrusal karışımın etkisi önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur. Nar çekirdeği yağı oleojeli modelinin doğrusal karışımları keçiyoynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaks interaksiyon değerleri ayrı ayrı incelendiğinde interaksiyon değerlerini pozitif yönde etkilediğini ve L değerini artırıcı etkisi olduğu tespit edilmiştir. İncir çekirdeği oleojeli örneklerinin L değeri üzerinde keçiyoynuzu gamı ile balmumu ile keçiyoynuzu ile karnauba vaksın interaksiyon etkisi b^* değeri üzerinde ise doğrusal karışımın önemli olduğu sonucu ortaya konmuştur.

Olejellerin renk özellikleri, gıda endüstrisinde uygulama potansiyellerini önemli ölçüde etkiler (Tabibiazar vd, 2020). Çalışma kapsamında oleojel numunelerinin L değeri, kristal ağın daha fazla ışık saçılması ile ilişkili olabilecek bileşenlerin varlığında önemli ölçüde arttırdığı tespit edilmiştir. Renk analizinde keçiyoynuzu gamı beyaz şeffaf bir görünüme sahiptir. Ancak, incir çekirdek yağı (L , a^* ve b^* 24.04, 2.76 ve 2.45) ve nar çekirdek yağına (L , a^* ve b^* 25.17, 2.44 ve 2.66) balmumu ve vaks eklediğimizde, oleojellerin rengi hafif sarımsı olmaya başladı ve konsantrasyon arttıkça nispeten daha yoğun hale geldi. Tablo 4.15'e göre incir çekirdeği yağı oleojellerinin b^* parametrelerinde artan pozitif değerler gösterdiği ve oleojellerin özellikle sarı renk için bir eğilimi gösterdiği tespit edilmiştir. Oleojel içerisinde kullanılan bileşiklerden balmumunun doğal sarılığı, oleojellerin sarılık artışı üzerinde anlamlı bir etkiye sahiptir (Moghtadaei vd., 2018). Nar ve incir çekirdek

yağından oleojel hazırlanmasında kullanılan balmumu, için L , a^* ve b^* değerleri sırasıyla 45.30, 9.37, 24.13 olarak tespit edilmiştir.

Papadaki vd, (2020)' de soya fasulyesi yağ asidi distilatından mumu ile elde edilen sızma zeytinyağı ve mum esterlerinden üretilen oleojelin renk analizine ilişkin sonuçları rapor etmiştir. Ayçiçeği mumu ($b^* = 36.12$) ve balmumu ($a^* = -6.01$; $b^* = 19.87$) gibi bitkisel mumlarla hazırlanan zeytinyağı oleojellerinde mum ilavesi ile renk değişimini etkilediği çalışmamızı desteklemiştir

Yılmaz ve Ögütçü, (2014) kahvaltılık margarinin emülgatör gibi rengi ve diğer özelliklerini değiştiren birçok farklı bileşeni de içerdiği kesinlikle göz önünde bulundurulmalıdır. Bununla birlikte, ticari sürülebilir yağ ürünlerinde yağ ikamesi olarak bu zeytinyağı oleojelinin potansiyel bir uygulaması, nihai ürüne tüketiciler tarafından kabulünü artıracak tanıdık bir renk görünümü sağlayacaktır.

Yiv vd., (2017)'de kanola yağı ile karnauba mumundan ve üzüm çekirdeği ile balmumundan yapılan iki tip oleojel, %0 ila %15 (a/a) mum konsantrasyonlarında hazırlanmıştır. Karnauba mumu bazlı oleojel, balmumu bazlı oleojel kontrol ile karşılaştırıldığında oleojeller arasındaki L , a^* ve b^* değerlerindeki farklılıklar tespit edilmiş olup kontrol yağlarının parlaklık değerleri (L), oleojel içeren mumlardan daha yüksek çıkmıştır. Karnauba mumu bazlı oleojellerin ve balmumu bazlı oleojelden L değerleri, mumun %5, 10 ve %15'i ($p < 0.05$) sırasında önemli ölçüde arttı, ancak bu değerler kontrol yağlarındakilerden daha düşük çıktığını belirtmektedir ($p < 0.05$). Sarılık (b^*) karnauba mumu içeren oleojel numuneleri, mum oranı arttıkça önemli ölçüde artarken ($p < 0.05$), kırmızılık (a^*) önemli ölçüde değişmedi ($p > 0.05$).

Ögütçü ve Yılmaz (2014), sızma zeytinyağı oleojellerinde karnauba vaks oranı 3'ten 10'a çıktıkça L , a^* ve b^* değerlerinin arttığını bildirmiştir. Bununla birlikte, Yılmaz ve Ögütçü 2014 tarafından bildirildiği gibi, a^* değerleri önemli ölçüde farklı değildir ($p > 0.05$), oysa fındık yağında L ve b^* değerleri konsantrasyona bağlı olarak artmaktadır (%3, %10 karnauba vaksı). Bu nedenle, oleojellerin renk değerleri oluşturan yağın türüne bağlıdır.

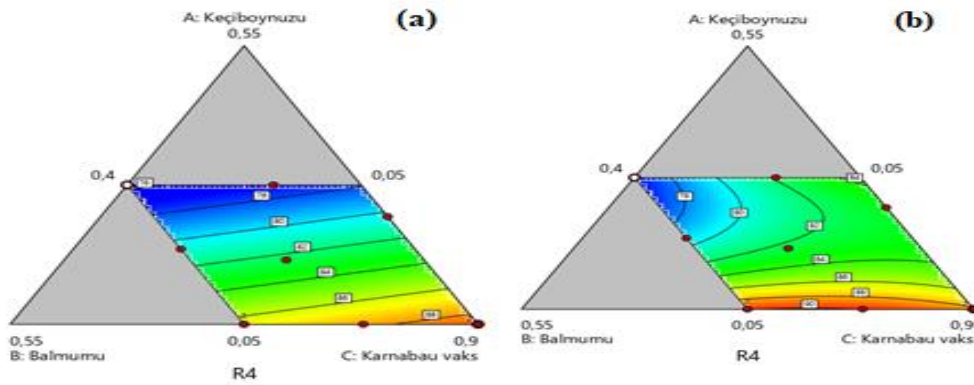
Şekil 4.6'da keçiboynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaks oleojel içeriklerinin renk ölçüm L değerlerine etkisi karışım dizayn model grafiği ile gösterilmiştir. Oleojel örneklerinin renk ölçüm L değerlerini karışım dizaynı ile elde edilen modeli tahmin etmek için kurulan denklem aşağıdaki gibi bulunmuştur. Eşitliklerde yer alan

keçiboynuzu gamı (X_1), balmumu (X_2) ve karnauba vaksı (X_3) ifade etmektedir. X_1 , X_2 ve X_3 'ün toplamı 1.0'a eşittir.

$$\text{Nar } \text{ÇYO Renk } L = 66.94X_1 + 84.39X_2 + 88.79X_3$$

İncir ÇYO Renk L

$$= 106.55X_1 + 84.55X_2 + 88.33X_3 - 77.52X_1X_2 - 51.73X_1X_3 + 13.81X_2X_3$$



Şekil 4. 6. Nar çekirdek yağı (a) ve incir çekirdek yağı oleojel (b) içeriklerinin renk L değerlerine etkisi karışım dizayn model grafiği (X_1 =A: Keçiboynuzu gamı, X_2 =B: Balmumu, X_3 =C: Karnauba vax)

4.1.7. Nar ve İncir Çekirdeği Yağı Oleojellerinin DSC ile Termal Özelliklerin Belirlenmesi ve Oksidatif İndüksiyon Zamanı Ölçümü

Bu çalışma kapsamında nar çekirdeği yağı ve incir çekirdeği yağı kullanılarak oleojel üretimi için farklı konsantrasyonlarda keçiboynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaks bağımsız değişken olarak belirlenmiş ve üretilen oleojellerinin erime özellikleri belirlenmiştir. Oleojel numunelerinin termal özellikleri, Diferansiyel Taramalı Kalorimetri (DSC) ile belirlenmiştir. DSC spektrumlarında erime için yalnızca bir tek endotermik tepe ve kristalizasyon için bir ekzotermik tepe gösterilen oleojeller için yalnızca bir tür kristal yapının varlığını ifade etmektedir (Callau vd., 2020). Ancak bizim bazı örneklerimizde birden fazla erime ve kristalizasyon piki elde edilmiştir. Bu sebeple tüm ayırt edilebilir tepeler için T_{pik} rapor edilmiş olup yalnızca ilk T_{pik} ve toplam entalpi rapor edilmiş ve dizaynda bu veriler değerlendirilmiştir (Winkler- Moser vd., 2019).

Oleojel formülasyonlarında kullanılan balmumu ve karnauba vaksın erime ve kristalizasyon profilleri Tablo 4.17'de gösterilmiştir. Balmumu ve karnauba vaksın

kristalizasyon ve erime profilleri literatürdeki değerlerle benzer tespit edilmiştir (Blake vd., 2014; Doan vd., 2015, 2017; Jana ve Martini, 2016; Serrato-Palacios vd, 2015). Jana ve Martini (2016) tarafından balmumu (52.1 ve 60.5C) benzer T_{pik} 60,18°C ve ΔT 61,06°C ile iki endotermik geçişe ve 154,4J/g toplam erime entalpisine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Balmumu yaklaşık 64°Cde erir ve bu erime noktası yaşlanma ile oldukça sabit kalmaktadır (Knuutinen ve Norrman, 2000). Muylar sıcaklık programında erken yumuşamaya başlamaktadırlar. Yüksek saflıkta bir mumun erime sıcaklığının sonsuz derecede keskin olması beklenmektedir (örneğin karnauba vaks). Ancak safsızlıklar ve karışımlar erime noktası alanını genişletir ve programın sonuna doğru büyük bir ekzotermik yükselme sağlamaktadırlar. (Knuutinen ve Norrman, 2000). Knuutinen ve Norrman (2000), yapmış oldukları çalışmada DSC ile ölçülen erime noktalarını literatürde bulunan değerlerle karşılaştırmışlardır. Çalışmalarında karnauba vaks erime noktası 83.1°C çıkarken literatürde karnauba vaks için verilen erime noktası 83-91 °C arasındadır.

Karnauba vaksı, balmumundan daha sert bir özellik gösterir ve erime noktaları, balmumunun erime noktasından daha yüksektir (Knuutinen ve Norrman, 2000). Oleojel formülasyonunda bağımsız değişken olarak yer alan karnauba vaksın termogramında, erime sıcaklığının başlangıcı (50°C) ile tepe noktası (77,55°C) arasındaki geniş aralık, karnauba vaksın daha karmaşık yapısını göstermektedir.

Keçiboynuzu gamı karakterizasyonu için Chen ve Zhang (2020) tarafından yapılan DSC eğrilerindeki endotermik tepe noktaları sakızların faz geçişini ortaya çıkarabilmektedir. Keçiboynuzunun tepe sıcaklığı, 158.3°C'den 145.8°C'ye önemli ölçüde değişmiştir. Çalışmamız kapsamında keçiboynuzu gamı ile ilgili olarak 139,69°C'de ekzotermik pik gözlemlenmiş olup literatür değerlerine yakın olarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak uygulanan metodun sıcaklık aralığı, keçiboynuzunun yapısı rapor edilen sonuçları etkileyebilmektedir. Keçiboynuzu DSC eğrisine göre çok az belirgin ekzotermik bir tepe noktasına ek olarak nispeten yuvarlak bir omuz tepe noktası ile büyük bir geniş tepe noktası göstermiştir.

Keçiboynuzu gamı molekülleri birbirleriyle hidrojen bağı yoluyla bir araya toplandığından ve su ile oluşan jel yapısı yüksek sıcaklıkta işlendiğinde, eğer jel ısı olarak tersinir ise, birleşme bölgesi ayrılmaktadır. DSC ısıtma eğrilerinde jel sol

geçişinden kaynaklanan endotermik pik bulunmamıştır. DSC kullanılarak jel sol geçişi çalışmalarında da jellan zamkı, agaroz, karregen ve metil selüloz gibi polisakkarit hidrojellerle ilgili birkaç araştırmacı tarafından benzer sonuçlar rapor edilmiştir.

Tablo 4. 17. Oleojel formülasyonunda kullanılan balmumu ve karnauba vaksın erime ve kristalizasyon profilleri

	Erime Özellikleri				Kristalizasyon Özellikleri			
	Onset T (°C)	Peak T(°C)	ΔT (°C)	ΔH_g (J/g)	Onset T (°C)	Peak T(°C)	ΔT (°C)	ΔH_g (J/g)
Karnauba vaks	50	77.55	78.47	136.8	60	83.40	80.26	147.3
Keçiboynuzu gamı				553.1	50	139.69	101.12	84.12
Balmumu	30	60.18	61.06	154.4	20	64.53	46.37	165.4
İncir Çekirdeği Yağı	-15	145.28	-17.04	14.36	-5	-20.80	-26.83	2.601
Nar çekirdeği Yağı		145.25		673.8		-18.46		

Nar ve incir çekirdek oleojellerin termal özelliklerinin belirlenmesi için uygulanan DSC yönteminde tercih edilen sıcaklık programı sonucunda nar çekirdek yağ oleojel örneklerinde birkaç örnek hariç erime noktası ve erime entalpi değerleri gözlemlenmemiştir. Bu sebeple nar çekirdeği yağının kristalizasyon özelliklerine ve incir çekirdeği yağı oleojellerinin erime erime noktası (T_{pik}) ve erime entalpisi (ΔH_g (J/g)) değerleri belirlenmiş olup Tablo 4.18’de verilmiştir. Tablo 4.18’de görüldüğü üzere nar çekirdeği yağı oleojeli kristalizasyon noktası değerleri 133.22-102.43°C arasında değişkenlik gösterirken kristalizasyon entalpisi değerleri ise 1059-622.5°C arasında tespit edilmiştir. İncir çekirdeği yağı oleojeli erime noktası değerleri ise 139.56–57.74°C arasında değişkenlik gösterirken erime entalpisi değerleri ise 178.4-13.77°C arasında tespit edilmiştir.

Tablo 4. 18. Nar çekirdeği yağı oleojeli ve incir çekirdeği yağı oleojelinin DSC termogram özellikleri değerleri

No	Keçiboynuzu gamı (X1)	Balmumu (X2)	Karnauba vaks (X3)	Kristalizasyon Özellikleri		Erime Özellikleri	
				Nar Çekirdeği Yağı Oleojeli		İncir Çekirdeği Yağı Oleojeli	
				Peak T(°C)	ΔHg (J/g)	Peak T(°C)	ΔHg (J/g)
1	0.85	0.85	15.30	109.19	648.0	117.90	178.4
2	5.10	2.38	9.52	124.85	1059	112.5	65.30
3	3.14	5.10	8.76	131.90	734.5	59.62	120.3
4	4.13	0.85	12.02	133.22	701.6	59.96	20.13
5	0.85	5.10	11.05	115.34	795	139.56	40.61
6	2.81	3.35	10.84	121.55	622.5	59.70	21.70
7	0.85	2.94	13.21	103.61	-	120.19	13.77
8	0.85	0.85	15.30	110.01	724.3	117.90	178.4
9	0.85	5.10	11.05	109.12	647.0	120.87	88.01
10	5.10	5.10	6.80	102.43	864.4	57.74	16.71

D-optimal tasarım yöntemi kullanılarak oluşturulan deneme desenine göre elde edilen incir çekirdek yağ oleojel örneklerinin sırasıyla erime noktası (T_{pik}) ve nar çekirdek yağının kristalizasyon pik sıcaklık değerleri üzerine işlem parametrelerinin etkisini gösteren varyans analizi sonuçları Tablo 4.19' da verilmiştir. Bu modellere ait R^2 değerleri nar çekirdek ve incir çekirdek yağı için sırayla 0.9559 ve 0.9791 olarak belirlenmiştir. İncir oleojel R^2 değerinden de anlaşıldığı gibi keçiboynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaks ilaveli oleojellerin endotermik tepe sıcaklık noktası değerleri üzerindeki etkileri model ile başarılı bir şekilde açıklanabilmektedir (Tablo 4.19). Kullanılan bu bileşenlerin ilgili parametre üzerine etkisini ifade eden model önemli ($p < 0.05$), uyumsuzluk (lack of fit) önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$).

Tablo 4. 19. Farklı oranlarda ilave edilen keçiboynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaksının nar çekirdeği yağı oleojeli kristalizasyon noktası ve incir çekirdeği yağı oleojeli erime pik noktası değerleri için varyans analiz sonuçları

Kaynak	Nar Çekirdeği Yağı Oleojeli			İncir Çekirdeği Yağı Oleojeli		
	F	p-değeri	DF	F	p-değeri	DF
Model	10.85*	0.0384	6	23.43*	0.0129	6
Doğrusal karışım	7.51	0.0679	2	30.42*	0.0102	2
X ₁ * X ₂	2.05	0.2477	1	37.90*	0.0086	1
X ₁ * X ₃	3.01	0.1814	1	65.56*	0.0039	1
X ₂ * X ₃	7.71	0.0692	1	0.8817	0.4170	1
X ₁ * X ₂ * X ₃	7.09	0.0762	1	13.13*	0.0361	1
Kalıntı			3			3
Uyum Eksikliği	3.01	0.2249	1	0.3910	0.5956	1
Hata			2			2
Genel			9			9
R^2			0.9559			0.9791

* P değerinin 0.05' ten küçük model terimlerinin önemli olduğunu gösterir

Çalışma kapsamındaki örneklerde incir çekirdeği yağı oleojellerinin erime özellikleri değerleri üzerinde etkili olduğu belirlenen keçiyoynuzu gamı balmumu ve karnauba vaksın doğrusal karışımının yanı sıra keçiyoynuzu gamı ile balmumu ve keçiyoynuzu gamı ile karnauba vaks ile ayrı ayrı interaksiyonun çok önemli olduğu sonucu ortaya konmuştur. Karnaubu vaks ile balmumunun interaksiyon etkisi önemli olup erime tepe noktası sıcaklığını azaltıcı etkisi önemlidir. Tablo 4.18’de oleojellerin ekzotermik tepe sıcaklık noktası değerlerinin farklı bileşen konsantrasyon oranlarına bağımlı olduğu gösterilmektedir. İncir çekirdek yağ oleojellerinin en yüksek T_{pik} değeri sırasıyla 0.85: 5.1: 11.05 gr keçiyoynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaks ile hazırlanan formülasyonun da (5. deneme noktası) 139.56°C bulunurken en düşük ise sırasıyla 5.1: 5.1: 6.8 gr keçiyoynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaks ile hazırlanan formülasyonun da (10. deneme noktası) 57.74°C olarak gözlemlenmiştir. Bu sonucun uygulanan bileşenlerin konsantrasyonundan kaynaklandığı belirlenmiştir. Oleojellerin erime noktası ve entalpisi kararlılığı ile ilgilidir. Gıda formülasyonların işlevselliği ve dağılılabirliği gıdaların üretim ve depolama sırasında tipik olarak yaşadığı çevresel streslerden etkilenebilir. Bu nedenle emülsiyonların farklı koşullardaki davranışlarının DSC ile incelenmesi önemlidir.

Erime tepe noktaları oleojel sistemlerindeki kristal yapıyı yansıtmaktadır. Düşük erime noktası daha kusurlu bir kristal yapıya ve taşıyıcı içinde daha az düzenli yağ düzenlemesine işaret etmektedir (Jenning vd., 2000).

40 ila 60 °C boyunca DSC grafiklerindeki eğim değişiminin, serbest asitlerden ve hidrokarbonlardan ısı soğurulmasından kaynaklandığı ve keskin soğurma pikinin, içeriğinde balmumunun baskın olduğu yağ asidi esterleri tarafından yönlendirildiği, mum bileşimi ile bilinmektedir ve benzer sonuçlar çalışmamız kapsamında elde edilen sonuçlarla ortaya konmuştur (Ruguo vd., 2011).

Tablo 4.19’ dan anlaşılacağı gibi keçiyoynuzu gamı ile balmumu ve keçiyoynuzu gamı ile karnauba vaksın interaksiyon etkisi çok önemli ($p<0.01$) bulunmuş olup konsantrasyonu ve etkileşimi artıkça erime tepe noktası değerinde azalma olduğu tespit edilmiştir. Bu azalmanın sebebi jel-sol geçişi pik genişliği artan polisakkarit konsantrasyonu ile azalması ile ifade edilmektedir (Iijima vd., 2014). Bunun yanı sıra keçiyoynuzu gamı hidrojenlerinin dondurma ve çözme yöntemiyle özelliklerinin araştırıldığı çalışma verilerine dayandırılmaktadır (Hatakeyama vd., 2005). Keçiyoynuzu gamı ile oluşturulan jeldeki suyun DSC erime zirvesinden

hesaplanan donmayan su içeriği, artan donma ve çözülme ile birleşme bölgesinde yoğunlaştığını göstermiştir. Süspansiyon tarafından tutulan suyun faz geçişinin 19.85 ila 109 °C sıcaklıkta değiştiği ve tutulan suyun erime sıcaklığını süresiz olarak azalttığı çalışmalar ile gösterilmiştir. Jel-sol geçişi pik genişliği artan polisakkarit konsantrasyonu ile azalmıştır.

Çalışma kapsamındaki örneklerde nar çekirdeği yağı oleojellerinin kristalizasyon özellikleri değerleri üzerinde etkili olduğu belirlenen doğrusal karışımının yanı sıra balmumu, karnauba vaks ve keçiboynuzu gamının interaksiyonun önemli olduğu sonucu ortaya konmuştur. Karnauba vaks ile balmumunun interaksiyon etkisi önemli olup kristalizasyon tepe noktası sıcaklığını azaltıcı etkisi önemlidir.

Tablo 4.18’de oleojellerin endoermik tepe sıcaklık noktası değerlerinin farklı bileşen konsantrasyon oranlarına bağımlı olduğu gösterilmektedir. Nar çekirdek yağ oleojellerinin en yüksek T_{pik} değeri sırasıyla 4.13: 0.85: 12.02 gr keçiboynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaks ile hazırlanan formülasyonda (4. deneme noktası) 133.22°C bulunurken en düşük ise sırasıyla 5.1: 5.1: 6.8 gr keçiboynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaks ile hazırlanan formülasyonda (10. deneme noktası) 102.43°C olarak gözlemlenmiştir. Bu sonucun uygulanan bileşenlerin konsantrasyonundan kaynaklandığı belirlenmiştir. Sonuçlar oleojel formülasyonlarının güçlü jel oluşturma kabiliyetine ve yoğun jel kristalizasyon ağına sahip olduğunu göstermiştir. Bu nedenle emülsiyonların farklı koşullardaki davranışlarının DSC ile incelenmesi önemlidir.

Nar çekirdek yağı oleojellerinde deneysel sıcaklık aralığında tek bir kristalleşme zirvesi gözlenmemiştir. Termal sinyalin jel sisteminin ayrışması ve jel-sol dönüşümü sırasında tüp demet yapısının dağılmasıyla üretildiği bilinmektedir (Sun vd., 2021).

Balmumu ve karnauba vaks interaksiyonun kristalleşmeyi baskıladığı ve bu doymuş yağ asitlerinin duyarsız doğasına ve keçiboynuzu gamının sulu ortamda bulunmasına atfedilebilir. Çalışmamızda kullanılan nar çekirdek yağının doymamış yağ asidi içeriğinden dolayı diğer çalışmalara benzer bir noktada 18.46°C’de kristalleşmeye başlamıştır. Katı ve sıvı yağların belirli bir noktadan ziyade bir kristalleşme veya erime aralığı sergiledikleri iyi bilinmektedir (Marangoni, 2012).

Tablo 4.17’ de oleojel üretmek için üç farklı bileşenin DSC ölçümünden elde edilen tam termal davranış noktalarını listelenmektedir. Üç bileşen tek tek incelendiğinde kristalleşme zirvesi keçiboynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaks için

sırasıyla 139.69°C, 64.53°C ve 83.40°C olarak tespit edilmiş olup balmumu ve karnauba vaksın interaksiyon etkisinin kristalizasyon pik sıcaklığını azaltıcı etkisini açıklayabilmektedir.

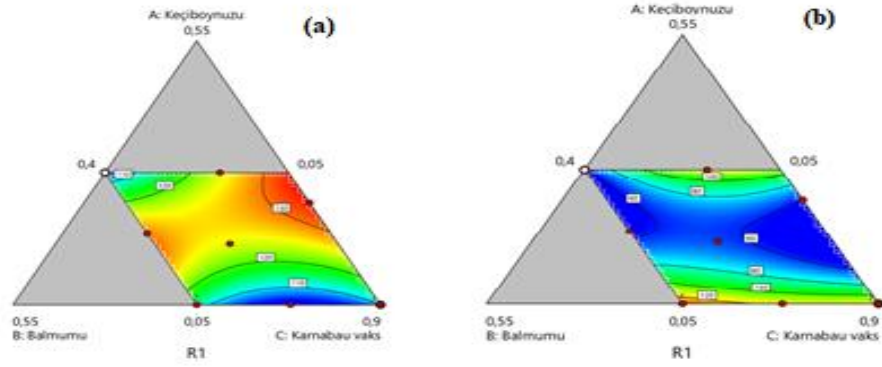
Oleojel sistemlerinde keçiyoynuzu gamının varlığına bağlı olarak değişen ilk kristalizasyon pik sıcaklık noktası su içeriğine göre değişmektedir. Benzer bir etki de pektin-su sistemlerinde gözlemlenmiş olup pektinin endotermik tepe noktasının (Tp) maksimum sıcaklığının su içeriği arttıkça azaldığı tespit edilmiştir. Diğer yazarlar, buğday ve patates nişastası jellerinde dondurma ve çözme işlemlerinin jel yapısına bağlı durumların serbest veya bağlı suyun hareketliliği üzerindeki etkisi üzerinden sonuçlar açıklanmıştır (Freschi vd., 2014).

Şekil 4.7’de nar çekirdeği yağı oleojeli kristalizasyon noktası ve incir çekirdeği yağı oleojeli erime tepe noktaları değeri üzerine bağımsız değişkenler olan keçiyoynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaks oranlarının karışım dizayn model grafiği etkisi gösterilmiştir. Grafik yorumlanmasında kırmızı renge yaklaştıkça kristalizasyon-erime tepe noktası sıcaklık değerinin arttığını mavi renge yaklaştığında kristalizasyon-erime tepe noktası sıcaklık değerinin düştüğünü ifade etmektedir.

Oleojel örneklerinin kristalizasyon-erime tepe noktası sıcaklık değerleri karışım dizaynı ile elde edilen modeli tahmin etmek için kurulan denklem aşağıdaki gibi bulunmuştur Eşitliklerde yer alan keçiyoynuzu gamı (X_1), balmumu (X_2) ve karnauba vaksı (X_3) ifade etmektedir. X_1 , X_2 ve X_3 ’nün toplamı 1.0’a eşittir.

$$\begin{aligned} \text{Nar } \text{ÇYO DSC} &= 93.61X_1 + 200.89X_2 + 109.89X_3 - 175.76X_1X_2 \\ &+ 123.11X_1X_3 - 169.30X_2X_3 + 434.25X_1X_2X_3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{İncir } \text{ÇYO DSC} &= 689.38X_1 - 202.56X_2 + 118.31X_3 - 1549.15X_1X_2 \\ &- 1178.38X_1X_3 + 434.25X_1X_2X_3 \end{aligned}$$



Şekil 4. 7. Nar çekirdek yağı oleojeli (a) kristalizasyon noktası ve incir çekirdek yağı oleojeli (b) erime noktası karışım dizayn model grafiği (X_1 =A: Keçiboynuzu gamı, X_2 =B: Balmumu, X_3 =C: Karnauba vaks)

4.1.8. Nar ve İncir Çekirdeği Yağı Oleojellerinin GC-MS ile Aroma Profillerinin Belirlenmesi

Aroma ve lezzet gıda tercihlerini ve tüketim alışkanlıklarını belirleyen en belirgin özelliklerden biridir (Chen vd., 2017). Aroma bileşenlerinin düşük konsantrasyonlarda dahi algılanabilmesi ürünlerin kabulü için belirleyici olup duygusal algımız üzerinde olumlu etki sağlayan faydalı bileşiklerdir (Warrenburg, 2005). Aroma içeren su içinde yağ emülsiyonları, gıda kolloidlerinin önemli bir sınıfıdır ve salata sosları dondurma, kremalı likörler ve alkolsüz içecekler gibi çok çeşitli emülsiyonlar olarak sınıflandırılabilir. Bu gıdalardan molekül salınımını tam olarak ayarlamak duyusal algıyı sayılabilmek için son derece önemlidir. Uçucu bileşenleri karışımın içinde tutabilmek veya matrisin dışına difüzyon yoluyla salınımını kontrol etmek ve ayarlamak için farklı geleneksel stratejiler geliştirilmiştir (Chen vd., 2017). Bunlar arasında jelatinin arap zankı ile konservasyonu (Karaiskou vd., 2008), jelleşme (Wang ve Arntfield, 2015), hidrokolloid (Shin vd., 2014), karışık arayüzey katmanı (Mao vd., 2013) gibi yöntemler araştırılmıştır. Bu metodolojiler, bir nanometre uzunluk ölçeğinde kabukların sürekli fazı veya kalınlığı ve bileşimi üzerinde kesin kontrole izin vererek, işlevlerini belirli bir uygulamaya göre ayarlamak için bir araç sağlamaktadır. Yapılandırılmış emülsiyonlar, uzun süreli depolama sırasında emülsiyonun kolloidal stabilitesini iyileştirdiğini, ancak aynı zamanda gerçek zamanlı dinamik koşul altında uçucu maddelerin salınımını geciktirdiğini göstermektedir. Bununla birlikte, emülsiyonlara bağlı aromaları ayarlanabilir bir şekilde salıvermek büyük bir zorluk olmaya devam etmektedir. Lezzet içeren emülsiyon ürünlerinde karmaşık yapının rolünün derinlemesine anlaşılmasını

sağlamak için hem dinamik hem de statik koşulların doğasını incelenmesine ihtiyaç vardır. Bu amaçla oleojel üretiminde kullanılan bağımsız değişkenlerin emülsiyon sistemlerinde mikroyapısal değişikliklerinin model aromanın salınması üzerindeki etkisini araştırmak için oleojellerin uçucu bileşenleri belirlenmiştir. Bu çalışma kapsamında incir çekirdeği yağı ve nar çekirdeği yağı kullanılarak oleojel üretimi için farklı konsantrasyonlarda keçiyoynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaks bağımsız değişken olarak belirlenmiş ve üretilen oleojellerin aroma bileşenleri belirlenmiş ve pik alanları saptanmıştır.

Nar çekirdeği yağı ve oleojellerinin aroma bileşenleri ve pik alanları belirlenmiş olup sırasıyla Tablo 4.22' de verilmiştir. Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan materyaller ile üretilen nar çekirdeği yağı oleojellerinin pik alan değerleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmuştur ($p < 0.05$). Analizlerde nar çekirdek yağı oleojel aromasının genel karakterizasyonunu belirlemek amacıyla GCMS ölçümleri yapılmış ve toplamda 48 bileşen tanımlanmıştır. Farklı organojelatör kullanılarak hazırlanan nar çekirdek oleojellerinde bağımsız değişkenler bileşen sayısı ve pik alanı üzerinde etkili olmuştur. Nar çekirdek oleojellerinde en yüksek 43 ve 42 bileşen tespit edilmiş olup sırasıyla 0.85: 0.85: 15.3 oranlarında keçiyoynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaks kullanılarak hazırlanan 1. deneme noktasında ve 0.85: 5.1: 11.05 oranlarında keçiyoynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaks kullanılarak hazırlanan 9. deneme noktasında tespit edilmiştir. Uçucu bileşen sayısı en düşük 2. deneme noktasında tespit edilmiş olup 21 bileşen saptanmıştır. Bu çalışmada, nar çekirdeği yağ oleojellerinde konjuge linolenik asit baskın bulunmuştur. Bu sonuç diğer çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Nar çekirdek yağının en önemli bileşeni 9-trans, 11-cis, 13-trans, oktadekatrienoik asit, sözde punisik asit olan %65-80 konjuge yağ asitlerinden oluşmaktadır (Abbasi vd., 2008). Nar çekirdeği yağı, α -linolenik asidin konjuge bir izomeri olan punisik asidin (PA) yüksek yüzdelerini içeren tipik bir yağ asidi profili sunar. Konjuge α -linolenik asitler (CLnAs), konjuge çift bağlara sahip oktadekatrienoik asidin (C18:3) konumsal ve geometrik izomerleri için ortak bir terimdir. Son zamanlarda, konjuge yağ asitleri, çeşitli metabolik hastalık ve kronik inflamatuvar hastalık modellerinde sağlık yararlarına ilişkin raporlardan dolayı önemli ölçüde dikkat çekmektedir (Carvalho Filho, 2014). Çalışmamız kapsamında farklı organojelatörlerin nar yağ asit bileşimi üzerinde etkisi Tablo 4.20'de gösterilmiştir.

Tablo 4. 20. Farklı organojelatör kullanılarak hazırlanan nar çekirdek oleojellerinin toplam konjuge linolenik asitlerin pik alan değerleri

No	Keçiboynuzu gamı (X ₁)	Balmumu (X ₂)	Karnauba vaks (X ₃)	Nar Çekirdeği Yağı Oleojeli
				Pik alanı (%)
1	0.85	0.85	15.30	72,12
2	5.10	2.38	9.52	6,84
3	3.14	5.10	8.76	54,5
4	4.13	0.85	12.02	49,02
5	0.85	5.10	11.05	69,25
6	2.81	3.35	10.84	67,09
7	0.85	2.94	13.21	68,77
8	0.85	0.85	15.30	73,14
9	0.85	5.10	11.05	52,12
10	5.10	5.10	6.80	67,75

D-optimal tasarım yöntemi kullanılarak oluşturulan deneme desenine göre elde edilen nar çekirdek yağ olejel örneklerinin konjuge linolenik asitlerin pik alan değerleri üzerine işlem parametrelerinin etkisini gösteren varyans analizi sonuçları Tablo 4.21' de verilmiştir. Bu modellere ait R² değeri 0.9228 olarak belirlenmiştir. Kullanılan bu bileşenlerin ilgili parametre üzerine etkisini ifade eden model ve uyumsuzluk (lack of fit) önemli bulunmamıştır (p>0.05).

Tablo 4. 21. Nar çekirdeği yağı olejel örneklerinin konjuge linolenik asitlerin pik alan değerleri üzerine işlem parametrelerinin etkisini gösteren varyans analizi sonuçları

Kaynak	Nar Çekirdeği Yağı Oleojeli		
	GCMS		
	F	p-değeri	DF
Model	3.13	0.1887	6
Doğrusal karışım	3.38	0.1706	2
X ₁ * X ₂	7,43	0,0722	1
X ₁ * X ₃	7,34	0,0732	1
X ₂ * X ₃	1,28	0,3402	1
X ₁ * X ₂ * X ₃	6,51	0,0838	1
Kalıntı			3
Uyum Eksikliği	0,5436	0,5377	1
Hata			2
Genel			9
R ²			0.9228

* P değerinin 0.05' ten küçük model terimlerinin önemli olduğunu gösterir

Farklı organojelatör kullanılarak hazırlanan nar çekirdek oleojellerinin formülasyonu toplam konjuge linolenik asitlerin pik alan değerlerini arasında istatistiksel olarak fark bulunmuştur (p<0.05). Nar çekirdek oleojellerinde en yüksek pik alanı %73,14 tespit edilmiş olup sırasıyla 0.85: 0.85: 15.3 oranlarında keçiboynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaks kullanılarak hazırlanan 8. deneme noktası örneklerinde saptanmıştır. Pik alanı en düşük olan (%6,84) 2. deneme noktası örneklerinde konjuge linoleik asit oranı diğer çalışmalara kıyasla çok daha küçük

oranda tespit edilmiştir. Konjuge yağ asidi, konjuge çift bağlara sahip çoklu doymamış yağ asitlerinin (PUFA'lar) konumsal ve geometrik izomerlerinin genel terimidir. Esas olarak konjuge linoleik asit (CLA) ve konjuge linolenik asitten (CLnA) oluşan bu yağ asitlerinin insan sağlığı üzerindeki faydalı etkisi onaylanmıştır (Crumb ve Vatter, 2011; Tanaka vd., 2011). Bu faydalı etkileri oleojel vasıtasıyla hayvansal kaynaklı yağ ikamelerinde kullanılması sırasında hazırlanan formülasyonun yağ asit bileşimi üzerindeki etkisi olduğu araştırmamızda tespit edilmiştir. Tablo 4.22’de nar çekirdeği yağı ve oleojellerinin aroma bileşenleri ve pik alanları görülmektedir.

Tablo 4. 22. Nar çekirdeği yağı ve oleojellerinin aroma bileşenleri ve pik alanları

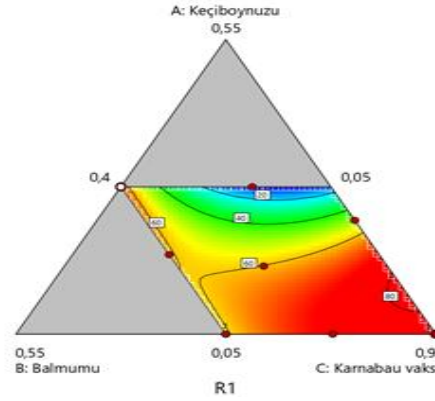
İsim	RT	Majör Bileşenlerin Pik Alanı									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Palmitik Asit, Metil Ester	17,52	6,19	5,53	7,46	8,69	4,68	5,44	5,26	5,01	6,19	5,53
Linoleik Asit Oleik Asit-13C	19,18	3,12	-	-	-	-	3,19	3,25	3,47	3,12	-
Metil Ester Stearik Asit Metil Ester	19,22	7,15	11,66	10,99	11,02	10,08	7,18	7,25	7,17	7,15	11,66
9,11,13-konjuge linolenik asit	19,45	4,68	4,7	6,28	7,55	3,67	4,7	4,42	4,12	4,68	4,7
11-Eikosenoik asit, metil ester	20,44	52,12	6,84	54,58	49,02	69,25	67,09	68,77	73,14	52,12	67,75
Araşidik asit metil ester	21,00	0,85	0,87	-	-	0,9	0,78	0,76	0,7	0,85	0,87
	21,21	0,45	0,46	-	-	0,48	0,47	0,47	0,52	0,45	0,46

Şekil 4.8’ de keçiyoynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaks oleojel içeriklerinin son ürün konjuge linolenik asit pik alanı değerlerine etkisi karışım dizayn model grafiği ile gösterilmiştir. Grafik yorumlanmasında kırmızı renge yaklaştıkça linolenik yağ asit pik alanının arttığını mavi renge yaklaştığında konjuge linolenik asit pik alanının düştüğünü ifade etmektedir.

Oleojel örneklerinin konjuge linolenik asit değerleri karışım dizaynı ile elde edilen modeli tahmin etmek için kurulan denklem aşağıdaki gibi bulunmuştur.

Eşitliklerde yer alan keçiyoynuzu gamı (X_1), balmumu (X_2) ve karnauba vaksı (X_3) ifade etmektedir. X_1 , X_2 ve X_3 'ün toplamı 1.0'a eşittir.

$$\begin{aligned} & \text{Konjuge linolenik asit nar} \\ & = -314.67X_1 - 25.83X_2 + 71.83X_3 + 944.62X_1X_2 \\ & + 143.76X_2X_3 - 1139.11X_1X_2X_3 \end{aligned}$$



Şekil 4. 8. Nar çekirdek yağı oleojeli konjuge linoleik asit pik alanı karışım dizayn model grafiği ($X_1=A$: Keçiyoynuzu gamı. $X_2=B$: Balmumu. $X_3=C$: Karnauba vaksı)

İncir çekirdeği yağı ve oleojellerinin aroma bileşenleri ve pik alanları belirlenmiş olup sırasıyla Tablo 4.25' de verilmiştir. Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan materyaller ile üretilen incir çekirdeği yağı oleojellerinin pik alan değerleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmuştur ($p<0.05$).

İncir çekirdeği yağı, yüksek antioksidan etkiye sahip gama (γ) tokoferol ve linoleik (omega-6) ve linolenik (omega-3) yağ asitlerine sahiptir (Joseph ve Raj, 2011). Analizlerde incir çekirdek yağı oleojel aromasının genel karakterizasyonunu belirlemek amacıyla GCMS ölçümleri yapılmış ve toplamda 48 bileşen tanımlanmıştır. Farklı organajelator kullanılarak hazırlanan incir çekirdek oleojellerinde bağımsız değişkenler bileşen sayısı ve pik alanı üzerinde etkili olmuştur. İncir çekirdek oleojellerinde en yüksek 43 bileşen tespit edilmiş olup sırasıyla 0.85: 5.1: 11.05 oranlarında keçiyoynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaks kullanılarak hazırlanan 9. deneme noktasında tespit edilmiştir. Uçucu bileşen sayısı en düşük 3. ve 4. deneme noktasında tespit edilmiş olup sırasıyla 32 ve 34 bileşen saptanmıştır. Bu çalışmada, incir çekirdeği yağ oleojellerinde linolenik asit baskın bulunmuştur. Soğuk presleme yöntemiyle ekstrakte edilmiş incir çekirdek yağının tespit edilebilen en önemli yağ asitleri incelendiğinde, n-3 yağ asitlerinin öncülü olan linolenik asitin yağ

asitlerinin kompozisyonu içerisinde en büyük fraksiyonu teşkil ettiği ve 4g/kg tokoferol içeriği çalışmalarda tespit edilmiştir (Kakhniashvili vd., 1986; Icyer vd., 2017). Çalışmamız kapsamında incir çekirdek yağını seçmemize neden olan önemli yağ asit bileşimi üzerinde etkili olan farklı organajelatör ve oranları Tablo 4.23' de gösterilmiştir.

Tablo 4. 23. Farklı organajelatör kullanılarak hazırlanan incir çekirdek oleojellerinin toplam linolenik asitlerin pik alan değerleri

No	Keçiboynuzu gamı (X ₁)	Balmumu (X ₂)	Karnauba vaks (X ₃)	İncir Çekirdeği Yağı Oleojeli
				Pik alanı (%)
1	0.85	0.85	15.30	48,58
2	5.10	2.38	9.52	34,58
3	3.14	5.10	8.76	36,79
4	4.13	0.85	12.02	45,48
5	0.85	5.10	11.05	45,75
6	2.81	3.35	10.84	41,70
7	0.85	2.94	13.21	43,48
8	0.85	0.85	15.30	46,76
9	0.85	5.10	11.05	46,71
10	5.10	5.10	6.80	34,08

Keçiboynuzu, balmumu ve karnauba vaks kullanım oranlarına bağlı olarak incir çekirdek yağının linolenik yağ asit pik alanı özelliklerinin değişimi için en uygun model belirlenmiştir. Bu modellere ait R² değerleri 0,8009 belirlenmiştir. R² değerinden de anlaşıldığı gibi keçiboynuzu, balmumu ve karnauba vaks ilaveli oleojellerin linolenik yağ asit pik alanı değerleri üzerindeki etkileri model ile başarılı bir şekilde açıklanabilmektedir (Tablo 4.24).

Tablo 4. 24. İncir çekirdeği yağı oleojel örneklerinin linolenik asitlerin pik alan değerleri üzerine işlem parametrelerinin etkisini gösteren varyans analizi sonuçları

Kaynak	İncir Çekirdek Yağı Oleojeli		
	F	p-değeri	DF
Model	14,08*	0,0035	2
Doğrusal karışım	14,08*	0,0035	2
X ₁ * X ₂	*	*	*
X ₁ * X ₃	*	*	*
X ₂ * X ₃	*	*	*
X ₁ * X ₂ * X ₃	*	*	*
Kalıntı	*	*	7
Uyum Eksikliği	9,38	0,0991	5
Hata	*	*	2
Genel	*	*	9
R ²	0,8009		

* P değerinin 0.05' ten küçük model terimlerinin önemli olduğunu gösterir

Çalışma kapsamındaki örneklerde incir çekirdeği oleojellerinin linolenik yağ asit pik alanı değerleri üzerinde etkili olduğu belirlenen keçiboynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaksın doğrusal karışımının önemli olduğu sonucu ortaya konmuş ve formülde ifade edilmiştir. Tablo 4.23’de oleojellerin linolenik yağ asit pik alanının farklı bileşen konsantrasyon oranlarına bağımlı olduğu gösterilmektedir. İncir çekirdek yağ oleojellerinin en yüksek linolenik yağ asit pik alanı sırasıyla 0.85: 0.85: 15.3 gr keçiboynuzu, balmumu ve karnauba vaks kullanılarak hazırlanan oleojel formülasyonunda (1.deneme noktası) %48,58 bulunurken en düşük ise sırasıyla 5.1: 5.1: 6.8 gr keçiboynuzu, balmumu ve karnauba vaks ile hazırlanan formülasyonda (10. deneme noktası) %34,08 olarak gözlemlenmiştir. Bu sonucun uygulanan bileşenlerin konsantrasyonundan kaynaklandığı belirlenmiştir. Tablo 4.25’ de incir çekirdeği yağı ve oleojellerinin aroma bileşenleri ve pik alanları görülmektedir.

Tablo 4. 25. İncir çekirdeği yağı ve oleojellerinin aroma bileşenleri ve pik alanları

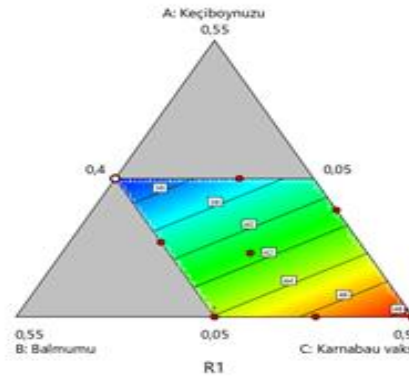
İsim	RI	Majör Bileşenlerin Pik Alanı									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Linolenik asit, (C18:3)	19,24	47,58	34,58	36,79	45,48	45,75	41,7	43,48	46,76	46,71	34,08
Omega 3 Linoleik asit, (C18:2)	19,17	22,64	15,95	17,16	21,51	21,72	19,29	20,64	21,82	22,09	-
Omega 6 Palmitik asit, (C16:0)	17,51	8,05	10,36	8,6	10,4	9,5	10,09	10,38	9,96	9,79	12,5
Stearik asit	19,44	5,81	7,04	8,91	6,82	5,92	6,89	6,8	6,35	5,92	10
2,4-Dimetil-1-Hepten Oksalik asit	3,75	1,62	3,38	2,76	1,57	1,5	2,45	1,9	1,73	1,19	4,64
1,1-Dimetil-2-Propil sikloheksan	10,51	1,41	2,43	2,36	1,21	1,15	1,65	1,42	1,18	1	3,04
2-Metil-Heksakosan	10,39	1,04	1,78	1,72	0,89	-	1,21	1,03	0,89	0,74	2,26
Heptakozan	15,91	2,02	0,69	0,79	0,95	1,03	0,85	0,85	0,79	0,69	2,02
	24,60	-	1,71	2,15	-	1,36	1,03	1,06	-	1,29	2,55

Şekil 4.9’ de keçiboynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaks oleojel içeriklerinin son ürün linolenik yağ asit pik alanı değerlerine etkisi karışım dizayn model grafiği ile gösterilmiştir. Grafik yorumlanmasında kırmızı renge yaklaştıkça linolenik yağ asit

pik alanın arttığını mavi renge yaklaştığında linolenik yağ asit pik alanın düştüğünü ifade etmektedir.

Oleojel örneklerinin linolenik yağ asit değerleri karışım dizaynı ile elde edilen modeli tahmin etmek için kurulan denklem aşağıdaki gibi bulunmuştur. Eşitliklerde yer alan keçiboynuzu gamı (X_1), balmumu (X_2) ve karnauba vaksı (X_3) ifade etmektedir. X_1 , X_2 ve X_3 'ün toplamı 1.0'a eşittir.

$$\text{Linolenik asit incir} = 28.83X_1 + 359.86X_2 + 48.52X_3$$



Şekil 4. 9. İncir çekirdek yağı oleojeli linolenik yağ asit pik alanı karışım dizayn model grafiği (X_1 =A: Keçiboynuzu gamı. X_2 =B: Balmumu. X_3 =C: Karnaubau vaksı)

4.1.9. Nar ve İncir Çekirdeği Yağı Oleojellerinin Optimum Nokta Belirlenmesi

Optimum nar çekirdeği ve incir çekirdeği oleojel formülasyonu elde edebilmek için değişik oranlarda keçiboynuzu gamı, balmumu ve karnauba vaks kullanılmış ve bu bileşenlerin formülasyonda optimum düzeyde hangi oranlarda olması gerektiğini tespit etmek için bir optimizasyon aracı olarak karışım tasarımı 'desirability' arzu edilebilirlik seviyesinden faydalanılmıştır. Farklı niteliklere sahip oleojellerin su aktivitesi, kurumadde, terkstür (sertlik), serbest yağ asitliği, kristalizasyon zamanı, renk (L) kalite özelliklerine nasıl etki etikleri belirlenmiştir. Gerçekleştirilen optimizasyon işleminde belirlenen yanıtların değerleri aralık bir normda (range) belirlenmiştir. Desirability (kabul edilebilirlik), optimizasyonda her yanıt parametresi için 0-1 aralığında değişmektedir ve tez çalışma kapsamında belirlenen desirability değeri 1 olarak tespit edilmiştir. Bu şekilde program kullanılarak gerçekleştirilen optimizasyon çalışmasıyla birlikte optimum oleojel formülasyonu tespit edilmiş olup formülasyonunda kullanılan bileşenler ve değerleri Tablo 4.26'da belirtilmiştir.

Nar çekirdeği yağ oleojelleri için sırasıyla %1.282 keçiyoynuzu gamı, %1.525 balmumu ve %14.193 karnauba vaks oranlarında hazırlanan oleojellerin en uygun model olduğu tespit edilmiştir.

İncir çekirdeği yağ oleojelleri için sırasıyla %1.351 keçiyoynuzu gamı, %1.250 balmumu ve %14.400 karnauba vaks oranlarında hazırlanan oleojellerin en uygun model olduğu tespit edilmiştir. Buna göre belirlenen bu değerler kullanılarak diğer deneme desenlerinde olduğu gibi aynı şekilde üretim reçetesi hazırlanmış ve optimum oleojeller üretilmiştir.

Tablo 4. 26. İncir çekirdeği yağı oleojeli ve nar çekirdeği yağı oleojeli optimum nokta formülasyonu

Oleojel Bileşenleri	Nar Çekirdeği Yağı Oleojeli	İncir Çekirdeği Yağı Oleojeli
Keçiyoynuzu gamı X_1	1.282	1.351
Balmumu X_2	1.525	1.250
Karnauba vaks X_3	14.193	14.400
Yağ (incir veya nar çekirdeği yağı)	32	32
Emülsifiyer (Tween 80)	1	1
Su	50	50
Toplam	100	100

Optimizasyon sonucunda incir ve nar çekirdek yağları kullanılarak hazırlanan oleojeller örneklerinin doğrulama deneyi öncesi istatistik programı tarafından belirlenen optimum noktalara göre %95 güven düzeyinde analiz sonucunun tahmini yapılmış ve optimum noktadaki beklenen değer aralıkları Tablo 4.27' de belirlenmiştir.

Tablo 4.27'de optimum noktası belirlenen örnekler oleojel prosedürüne uygun olarak tekrar üretilmiş ve aşağıdaki deneyler gerçekleştirilmiş olup elde edilen sonuçlar beklenen değerler arasında olup istatistiksel değerlendirmeler yapılmıştır.

Tablo 4. 27. Nar ve incir çekirdek yağı oleojelleri için doğrulama deneyinde beklenen değerler tablosu

	Nar Çekirdeği Oleojeli Optimum Formülasyonu		İncir Çekirdeği Oleojeli Optimum Formülasyonu	
	Tahmin Edilen Değer	Bulunan Değer	Tahmin Edilen Değer	Bulunan Değer
Su Aktivitesi (aw)	0.941±0.00 ^a	0.941±0.00 ^a	-	0.937±0.00
Kuru Madde (%)	54.97±0.257 ^b	51.60±0.02 ^c	56.08±0.92 ^a	49.11±0.02 ^b
Serbest Yağ Asitliği (% Oleik Asit Cinsinden)	6.79±0.34 ^{2d}	8.08±0.04 ^e	5.72±0.51	8.09±0.01
Kristalizasyon Zamanı Ölçümü (sn)	9.173±2.04 ^a	5.00±1.00 ^b	8.19±2.26	4.00±1.00
Tekstür (Sertlik)	131.04±15.26 ^c	222.37±22.54 ^d	103.74±8.46	107.84±16.21
Renk (L)	87.35±2.60 ^e	71.14±0.25 ^f	86.82±0.80	69.48±0.87

Nar çekirdeği yağı kullanılarak hazırlanan optimum oleojel örneğinin su aktivitesi analizi deney sonuçlarına göre beklenen değer ile bulunan değer arasında istatistiksel fark önemsiz ($p>0.05$) bulunmuş ve sonuçlar doğrulanmıştır. Optimum formülasyona göre hazırlanan nar çekirdeği yağı oleojelinin kuru madde değerlerinde beklenen ve doğrulanan analiz sonuçları arasında istatistiksel açıdan fark vardır ve sonuçlar güven aralığında değildir ($p>0.05$). Serbest yağ asitliği analiz sonuçlarında ise beklenen değer ile bulunan değer arasında istatistiksel fark vardır ancak optimum nokta olarak seçtiğimiz formülasyonun serbest yağ asitliği değeri %95 güven aralığında oleik asit cinsinden minimum %5.505 ile maksimum %8.09 serbest yağ asitliği arasında yer almaktadır.

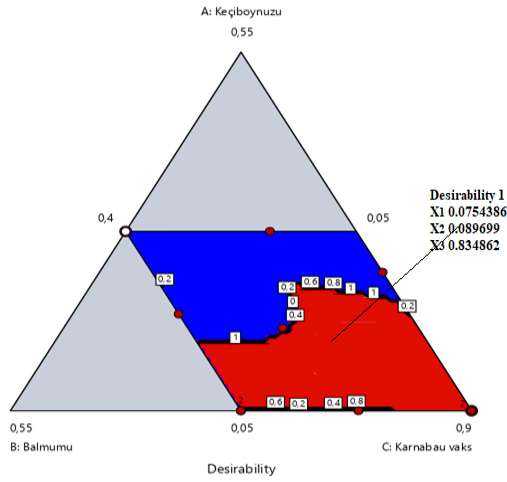
Nar çekirdeği yağı kullanılarak hazırlanan optimum oleojel örneğinin kristalizasyon zamanı ölçümünde beklenen değer ile bulunan değer arasında istatistiksel fark vardır ancak bulunan sonuç %95 güven aralığındadır ve belirtilen minimum 3.00 saniye ile maksimum 16.01 saniye arasında yer almaktadır ($p>0.05$). Optimum formülasyona göre hazırlanan nar çekirdeği yağı oleojelinin tekstür sertlik değerinde beklenen değer ile bulunan değer arasında istatistiksel fark vardır optimum nokta olarak seçtiğimiz formülasyonun tekstür sertlik değeri sonucu %95 güven aralığında değildir. Bulunan tekstür değeri beklenen değerden yüksek çıkmıştır ($p>0.05$). Renk analizi *L* değeri sonuçlarında ise beklenen değer ile bulunan değer arasında istatistiksel fark vardır ve bulunan değer %95 güven aralığında tespit edilememiştir. Bulduğumuz değer beklenen değerden düşük çıkmıştır ve minimum 82.11 ile maksimum 92.58 arasında yer almamaktadır ($p>0.05$).

İncir çekirdeği yağı kullanılarak hazırlanan optimum oleojel örneğinin su aktivitesi değerlerinde optimizasyon yapılamadığı için beklenen ve doğrulanan analiz sonuçları arasındaki değişim tespit edilememiştir. Optimum formülasyona göre hazırlanan incir çekirdeği yağı oleojelinin kuru madde değerlerinde beklenen ve doğrulanan analiz sonuçları arasındaki değişimin arasında istatistiksel açıdan fark vardır ve sonuçlar güven aralığında bulunmamıştır ($p>0.05$). Serbest yağ asitliği analiz sonuçlarında ise beklenen değer ile bulunan değer arasında istatistiksel fark vardır güven aralığında değildir.

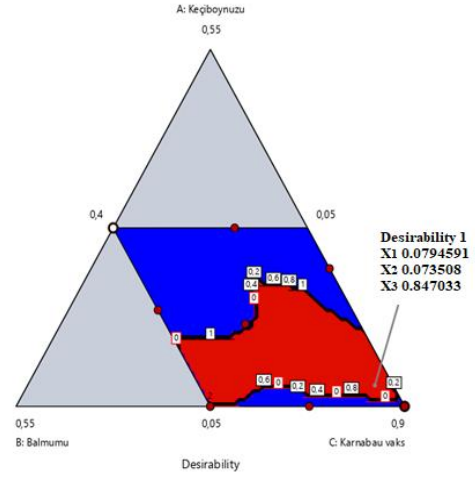
İncir çekirdeği yağı kullanılarak hazırlanan optimum oleojel örneğinin kristalizasyon zamanı ölçümünde beklenen değer ile bulunan değer arasında istatistiksel fark vardır ve bulunan sonuç %95 güven aralığındadır ve belirtilen minimum 3.56 saniye ile maksimum 12,81 saniye arasında yer almaktadır ($p>0.05$). Optimum formülasyona göre hazırlanan incir çekirdeği yağı oleojelinin tekstür sertlik değerinde beklenen değer ile bulunan değer arasında istatistiksel fark vardır ve bulunan sonuç %95 güven aralığındadır ve belirtilen minimum 78.34 ile maksimum 129.15 arasında yer almaktadır ($p>0.05$). Renk analizi L değeri sonuçlarında ise beklenen değer ile bulunan değer arasında istatistiksel fark vardır ve bulunan değer güven aralığında değildir.

Şekil 4.10'da nar çekirdeği yağı oleojeli ve incir çekirdeği yağı oleojellerinin optimum nokta desirability değerleri dizayn model grafikleri verilmiştir.

Nar Çekirdeği Oleojeli Optimum Değeri



İncir Çekirdeği Oleojeli Optimum Değeri



Şekil 4.10. Nar çekirdeği yağı oleojeli ve incir çekirdeği yağı oleojellerinin optimum nokta desirability değerleri dizayn model grafikleri

4.2. Dondurma Analizleri

Bu çalışma kapsamında manda sütü, yağsız süt tozu, süt yağı (manda sütü kreması), nar çekirdeği yağı oleojeli, incir çekirdeği yağı oleojeli, stabilizatör, şeker, nar, incir veya vanilya aromaları kullanılarak %5 yağlı, %10 yağlı ve %14 yağlı nar çekirdeği yağı oleojel ilaveli dondurma, incir çekirdeği yağı oleojel ilaveli dondurma ve süt kreması ilaveli kontrol dondurmaları üretilmiştir. Dondurma üretiminde kullanılan manda sütü, yağsız manda sütü ve manda kremasının analiz sonuçları kuru madde (%), yağ (%), yağsız kuru madde, pH, asitlik (SH), laktik asit (%), brix (%) değeri ve yoğunluk Tablo 4.28’de verilmiştir. Çiğ manda sütü seperatör yardımı ile yağsız manda sütü ve manda kremasına ayrıştırılmış ve dondurma üretiminde hesaplanan kütle denklıklarına göre belirlenen oranlarda kullanılmıştır.

Tablo 4. 28. Dondurma üretiminde kullanılan çiğ manda sütü, yağsız manda sütü ve manda kreması analiz sonuçları

	Çiğ Manda Sütü	Yağsız Manda Sütü	Manda Kreması
Kuru madde (%)	14.75±0.265	11.75±0.036	73.9±0.05
Yağ (%)	7.1±0.040	0.7±0.017	63.5±0.265
Yağsız Kuru Madde	7.65±0.225	11.05±0.019	10.4±0,215
pH	6.65±0.031	-	6.52±0.026
Asitlik (SH)	7.4±0.026	-	-
Laktik Asit (%)	0.17±0.001	-	-
Brix (%)	12.4±0.00	-	63.5±0.076
Yoğunluk	1.029±0.00	-	-

4.2.1. Dondurmaya Oleojel İlavesinin pH Üzerine Etkisi

Bu çalışma kapsamında %5, %10 ve %14 yağlı nar ve incir çekirdeği yağı oleojel ilaveli dondurma ve süt kreması ilaveli kontrol dondurmaları üretilmiş ve üretilen dondurmaların pH değerleri saptanmıştır. Süt ve süt ürünlerinin asitliğini tespit etmede pH değerinin belirlenmesi, titrasyon asitliğine göre çok daha iyi bir ölçüm yöntemi olarak görülmektedir. Bunun nedeni pH değerinin hidrojen iyonları konsantrasyonu ile sütün gerçek asitliğini göstermesi ve titrasyon asitliğine göre çok daha az değişkenlik göstermesinden ileri gelmektedir (Coşkun, 2013). Dondurmanın fiziksel özellikleri yapısında bulunan bileşenlerden etkilendiği gibi dondurma miksinin pH değerinin de dondurmanın fiziksel özellikleri üzerine etkisi bulunmaktadır (Sun-Waterhouse vd, 2013). Bu nedenle pH değerleri araştırılmış olup dondurma örneklerinin pH değerleri Tablo 4.29’da verilmiştir. Dondurmaların pH değerleri 6.37 ile 6.50 aralığında değişmektedir. Çalışma kapsamında kullanılan manda sütünün pH değeri 6.65 olarak tespit edilmiştir.

Tablo 4. 29. Dondurma örnekleri pH değerleri

Yağ Oranı (%)	pH		
	Nar Çekirdeği Yağı Oleojel İlaveli Dondurma	İncir Çekirdeği Yağı Oleojel İlaveli Dondurma	Süt Yağı İlaveli Kontrol Dondurma
5	6.43±0.00 ^{Aa}	6.45±0.19 ^{Ab}	6.46±0.00 ^{Bb}
10	6.41±0.00 ^{Bb}	6.41±0.00 ^{Bb}	6.50±0.00 ^{Aa}
14	6.37±0.01 ^{Cb}	6.40±0.00 ^{Ca}	6.46±0.00 ^{Ba}

^{AB} Aynı sütündeki büyük harfler nar çekirdeği yağı oleojeli, incir çekirdeği yağı oleojeli ve süt yağı ilaveli kontrol dondurma örneklerinin kendi içerisinde karşılaştırması olup, aynı harflerle simgelenen örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmamaktadır ($p<0.05$). ^{ab} Aynı satırdaki küçük harfler ise nar çekirdeği yağı oleojeli, incir çekirdeği yağı oleojeli ve süt yağı ilaveli kontrol dondurma örneklerinin aynı yağ oranlarının birbiri ile karşılaştırılması olup aynı harflerle simgelenen örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmadığını göstermektedir ($p<0.05$).

Dondurma örneklerinin pH değerleri üzerinde oleojellerin türü ve farklı oranlarda kullanılmasının etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. En yüksek ve en düşük pH değerleri sırası ile %10 yağlı kontrol (pH=6.50) ve %14 yağlı incir ve nar çekirdek oleojelleri (pH=6.40-6,37) ile üretilen örneklerde belirlenmiştir. Süt kreması ile üretilen kontrol örneklerinin pH değerlerinin istatistiki olarak nar çekirdek yağ oleojeli ile üretilen gruplardan farklı ($p<0.05$) olduğu görülmektedir.

Kontrol dondurmaları ve incir çekirdeği yağı oleojel ilaveli dondurma pH değerlerinde ise istatistiksel fark yoktur ($p>0.05$). Bu sonucun ilave edilen nar çekirdek yağın bileşiminden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Nar çekirdeği yağı oleojel ilaveli dondurma ile incir çekirdeği yağı oleojel ilaveli dondurma örnekleri pH değerleri karşılaştırıldığında %10 yağ oranı içeren örneklerin arasında istatistiksel fark olmadığı saptanmıştır ($p<0.05$). Bu durum yağ çeşitlerinde ve oranlarındaki farklılığın birbirlerinden farklı olmadığını ve pH değerlerini istatistiksel olarak etkilemediğini göstermektedir. %5 ile %14 yağ içeren oleojel ilaveli dondurma örneklerinde istatistiksel fark tespit edilmiş olup bu fark dar bir aralıkta gözlemlenmiştir. Oleojel oranlarındaki artışa paralel olarak dondurma örneklerinin pH değerlerinde azalma saptanmıştır. Ancak benzer durum kontrol örneklerinde gözlemlenmemiştir.

Nar çekirdeği yağı oleojeli ile üretilen dondurmanın pH değerleri 6.37-6.43, incir çekirdeği yağı oleojeli ile üretilen dondurmanın pH değerleri 6.40-6.45 ve manda sütü kreması ile üretilen kontrol dondurmaların pH değerleri ise 6.46-6.50 arasında değişkenlik göstermektedir. Çalışma kapsamında üretilen dondurmaların pH

değerlerinin literatür verileriyle uyumlu olduğu belirlenmiştir. Literatür çalışmaları dikkate alındığında dondurma örneklerinin pH değerlerinin yanı sıra kuru madde değerlerinin de formülasyonlarla direkt olarak ilişkili olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

Dondurmanın pH değeri süt proteinleri üzerinde kritik bir rol oynamaktadır. Dondurmanın pH değerlerindeki azalma kazein misellerinin kararsızlaşmasına ve misellerin birleşmesi ile sonuçlanabilmektedir (Gastaldi vd. 1996). Yapılan bir çalışmada dondurmanın hacim artışı değeri üzerine dondurma miksinin pH değerinin, kurumadde ve yağ içeriğine göre daha fazla etkili olduğu belirlenmiştir (Açu, 2014). Başka bir çalışmada ise dondurmanın pH değerindeki düşüş ile birlikte erimeye karşı direncinin arttığı ve dolayısı ile erime oranının azaldığı tespit edilmiştir (Favaro-Trindade vd., 2007).

4.2.2. Dondurmaya Oleojel İlavesinin Titrasyon Asitliği Üzerine Etkisi

Bu çalışma kapsamında %5, %10 ve %14 yağlı nar ve incir çekirdeği yağı oleojel ilaveli dondurma ve süt kreması ilaveli kontrol dondurmaları üretilmiş ve üretilen dondurmaların % asitlik değerleri saptanmıştır. Dondurma miksinin normal asitliği, yağsız süt kuru madde miktarı ile önemli düzeyde ilişkilidir. Normal bir asitlik derecesine ve %10-11 yağsız süt kuru madde içeriğine sahip olan dondurma miksinin pH değeri yaklaşık 6.3'tür. Dondurma miksinin yağsız süt kurumadde miktarı arttıkça asitliği de artmaktadır. Bunun yanı sıra dondurma miksinin doğal asitliği içermiş olduğu süt proteinlerine, mineral tuzlarına ve dondurma miksinin içerisinde çözünmüş olan gazlara bağlıdır. Gelişen asitlik, süt ürünlerinde laktozun mikrobiyal fermantasyonu ile laktik asit üretiminden kaynaklanmaktadır (Arbuckle, 2013). Dondurma örneklerinin % asitlik değerleri Tablo 4.30'da verilmiş olup dondurmaların % asitlik değerleri 0.225 ile 0.243 aralığında değişmektedir. En düşük % asitlik 0.225 değeri ile %10 yağlı incir çekirdeği yağı oleojeli ile yapılan dondurma örneklerinde en yüksek % asitlik değeri ise 0.243 ile %14 yağlı nar çekirdeği yağı oleojeli ile yapılan dondurma örneğinde olduğu saptanmıştır.

Tablo 4. 30. Dondurma örnekleri % asitlik değerleri

Yağ Oranı (%)	Asitlik %		
	Nar Çekirdeği Yağı Oleojel İlaveli Dondurma	İncir Çekirdeği Yağı Oleojel İlaveli Dondurma	Süt Yağı İlaveli Kontrol Dondurma
5	0.238±0.00 ^{Ba}	0.231±0.00 ^{Ac}	0.233±0.00 ^{Ab}
10	0.226±0.00 ^{Cb}	0.225±0.00 ^{Bb}	0.231±0.00 ^{Aa}
14	0.243±0.00 ^{Aa}	0.230±0.00 ^{Ab}	0.227±0.00 ^{Bc}

^{AB} Aynı sütündeki büyük harfler nar çekirdeği yağı oleojeli, incir çekirdeği yağı oleojeli ve süt yağı ilaveli kontrol dondurma örneklerinin kendi içerisinde karşılaştırması olup, aynı harflerle simgelenen örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmamaktadır ($p<0.05$). ^{ab} Aynı satırdaki küçük harfler ise nar çekirdeği yağı oleojeli, incir çekirdeği yağı oleojeli ve süt yağı ilaveli kontrol dondurma örneklerinin aynı yağ oranlarının birbiri ile karşılaştırılması olup aynı harflerle simgelenen örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmadığını göstermektedir ($p<0.05$).

Örneklerin asitlik ölçüm değerlerinde kontrol dondurmaları ile nar ve incir çekirdeği yağı oleojel ilaveli dondurmaları arasında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Nar çekirdek yağ oleojelinin titrasyon asitliği değerleri dar bir aralıkta değişim göstermiş olup yağ oranı artıkça tirasyon asitliğinin arttığı yönünde eğilim göstermiştir. Titrasyon asitliği en yüksek %14 yağlı nar çekirdek yağ oleojeli ile üretilen örnekte tespit edilmiş ve yine en yüksek pH değeri bu örneklere ait olduğu saptanmıştır.

İlave edilen oleojellerin dondurmanın pH değerleri ve % titrasyon asitliği üzerine etkisi çok az olmakla birlikte, istatistiksel ($p<0,05$) olarak önemli bulunmuştur. Örneğin, nar çekirdek oleojel ilevesi ile üretilmiş örneklerin asitliği maksimum %0,243 iken iken, kontrol gurubu örneklerin asitliği maksimum %0,233 bulunmuştur. İncir ve nar çekirdek oleojel kullanım düzeyi arttıkça dondurma örneklerinin titrasyon asitliği artmıştır ve bu artış istatistiksel olarak anlamlıdır. Ancak kontrol gurubu örneklerde tersi durum gözlenmlenmiş olup yağ oranı artıkça titrasyon asitliği oranı azalmıştır ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu sonucun nedeni yağ ve oleojel bileşiminde kullanılan balmumu ve karnauba vaksın yapısında bulunan yağ asitleri dondurma örneklerinin titrasyon asitliği değerlerini etkilemiştir.

Titrasyon asitliği en yüksek %14 yağlı nar çekirdek yağ oleojeli ile üretilen örnekte tespit edilmiş olup yine en yüksek pH değeri bu örneklere ait olduğu saptanmıştır. %14 yağ ilaveli kontrol örnekleri ile %14 oleojel ilaveli dondurma

örnekleri arasında istatistiksel bir fark tespit edilmiş olup kontrol oleojel ilaveli örneklerin titrasyon asitliği kontrol örneğinden yüksektir.

Yapılan çalışmalarda dondurmaların titrasyon asit değerlerinin farklı aralıklarda olduğu belirtilmektedir. Singo ve Beswa (2019), inek sütünden üretilen dondurma örneklerine %5 ile %20 arasında gül ekstraktı ilave etmiş ve titrasyon asitliği %0.16 ile %0.22 arasında tespit edilmiştir. Diğer bir çalışmada da dondurma örneklerinde titre edilebilir asitlik değerleri, %14 yağ ile hazırlanan numunelerde %0.20 ila %0.21 arasında olduğu bulgulanmıştır (Ilansuriyan ve Shanmugam, 2018). Çalışma kapsamında üretilen dondurmaların titrasyon asitliği değerlerinin literatür verileriyle uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Dondurmanın depolama süresi bileşimindeki stabilizatörler ve üretim sırasında kullanılan süt çeşidi titrasyon asitliği farklılıklarına sebep olabilmektedir (Fedakar ve Turgay, 2019). Yeşilsu (2006), sade ve çikolatalı dondurmalarda asitliğin yağsız kuru maddede bulunan proteinlerden ve sütte bulunan karbondioksitten kaynaklanabileceğini belirtmiştir.

4.2.3. Dondurmaya Oleojel İlavesinin Kuru Madde Üzerine Etkisi

Bu çalışma kapsamında %5, %10 ve %14 yağlı nar ve incir çekirdeği yağı oleojel ilaveli dondurma ve süt kreması ilaveli kontrol dondurmaları üretilmiş ve üretilen dondurmaların kuru madde değerleri saptanmıştır. Dondurmanın kuru madde oranı, besin değeri ve istenilen tekstür ve dokunun oluşmasında önemli düzeyde etkilidir (Hatipoğlu, 2007). Kuru madde miktarı dondurmanın kalitesi üzerinde etkilidir ve eksikliğinde yapı kusurları ve dolayısı ile kısa sürede erime ve tat bozukluğu gibi istenmeyen durumlar ortaya çıkar (Fedakar ve Turgay, 2019). Dondurma örneklerinin kuru madde değerleri (Tablo 4.31) 30.65 ile 41.75 aralığında değişmektedir. En düşük kuru madde değeri %5 süt yağı ilaveli kontrol dondurma örneğinde en yüksek kuru madde değeri ise %14 yağlı nar çekirdeği yağı oleojeli ile yapılan dondurma örneğinde saptanmıştır. Üretilen dondurma örneklerinin kurumadde oranları üzerine farklı tür oleojel kullanımının etkisi istatistiki manada önemsiz iken farklı oranlarda oleojel ilavesi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Bunun sebebinin dondurma örneklerinin yağ oranlarının farklı olmasının kurumadde oranlarını da etkilemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tablo 4. 31. Dondurma örnekleri kuru madde değerleri

Yağ Oranı (%)	Kuru Madde		
	Nar Çekirdeği Yağı Oleojel İlaveli Dondurma	İncir Çekirdeği Yağı Oleojel İlaveli Dondurma	Süt Yağı İlaveli Kontrol Dondurma
5	31.35±0.35 ^{Cb}	32.35±0.14 ^{Ca}	30.65±2.01 ^{Cc}
10	37.09±0.03 ^{Bb}	36.55±0.19 ^{Bc}	38.56±0.70 ^{Ba}
14	41.75±1.13 ^{Aa}	40.15±0.42 ^{Ab}	40.51±2.38 ^{Ab}

^{AB} Aynı sütündeki büyük harfler nar çekirdeği yağı oleojeli, incir çekirdeği yağı oleojeli ve süt yağı ilaveli kontrol dondurma örneklerinin kendi içerisinde karşılaştırması olup, aynı harflerle simgelenen örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmamaktadır ($p<0.05$). ^{ab} Aynı satırdaki küçük harfler ise nar çekirdeği yağı oleojeli, incir çekirdeği yağı oleojeli ve süt yağı ilaveli kontrol dondurma örneklerinin aynı yağ oranlarının birbiri ile karşılaştırılması olup aynı harflerle simgelenen örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmadığını göstermektedir ($p<0.05$).

Tablo 4.31’ da gösterildiği üzere kuru madde %5 yağlı oleojel ilavesi üretilen dondurma örnekleri ile %5 süt yağı ilaveli kontrol dondurma örneği arasında istatistiksel olarak fark tespit edilmiş olup değişimler dar bir aralıkta tespit edilmiştir. ($p<0.05$). Bununla birlikte benzer durum %10 yağlı nar çekirdeği oleojeli ile üretilen dondurma örneklerinde de tespit edilmiştir. Ancak %14 yağlı nar çekirdeği oleojeli ile üretilen dondurma ile %14 süt yağı ilaveli kontrol ve % 14 incir çekirdeği oleojeli ilaveli dondurma örneklerinden yüksek olup istatistiksel olarak fark olduğu tespit edilmiştir ($p>0.05$). Bu durum dondurma içerisindeki yağ oranı ve buna bağlı olarak oleojel miktarı arttıkça dondurmanın kuru madde değerlerini istatistiksel olarak etkileyebileceğini göstermektedir. Dondurma örneklerinin kuru madde oranları, Türk Gıda Kodeksi Dondurma Tebliğine göre tam yağlı dondurmalar için (minimum %40) ve yarım yağlı dondurma örnekleri için (minimum %31) verilen toplam kurumadde oranları ile uyumlu olduğu görülmüştür (TOB, 2004).

Yapılan çalışmalarda dondurma kuru madde değerlerinin farklı aralıklarda olduğu belirtilmektedir. Koyun (2009), yapmış olduğu çalışmada yağsız süt tozu yerine, farklı kombinasyonlarda peynir altı suyu protein konsantresi kullanarak dondurmalar üretmiş ve dondurmaların kuru madde değerleri %34.3 ila %36.3 arasında bulgulanmıştır. Diğer bir çalışmada dondurma örneklerinin, ortalama kuru madde değerleri % 23.66- 57.65 arasında saptanmıştır (Yıldız vd., 2020). Çalışma kapsamında üretilen dondurmaların kuru madde değerlerinin literatür verileriyle uyumlu olduğu belirlenmiştir.

4.2.4. Dondurmaya Oleojel İlavesinin Yağ Üzerine Etkisi

Bu çalışma kapsamında %5, %10 ve %14 yağlı nar ve incir çekirdeği yağı oleojel ilaveli dondurma ve süt kreması ilaveli kontrol dondurmaları üretilmiş ve üretilen dondurmaların % yağ değerleri saptanmıştır. Süt endüstrisi talepleri karşılamak için duyuusal özellikleri değiştirmeden çeşitli yağsız dondurma ürünleri geliştirmeye çalışmıştır (Shakeel vd., 1994). Kısmen birleşmiş yağ esas olarak hava kabarcıklarını ve köpük yapısını stabilize etmekten sorumlu olduğundan yağ dondurma yapısının stabilizasyonunda önemli bir rol oynamaktadır (Koxholt vd., 2001). Süt yağı, yağ ikame maddeleri ile ikame edildiğinde dondurmanın hem dokusu hem de lezzet profili değişebilmektedir (Prindiville vd., 2000). Tam yağlı dondurmanın arzu edilen lezzet ve doku özelliklerini sağlama girişimlerinde üreticiler süt yağının yerine karbonhidratları ve protein bazlı yağ ikamelerini ikame etmektedir (Welty vd., 2001).

Dondurma formülasyonlarını değiştirme hedeflerinden biri arzu edilen bir dokuya sahip bir ürün üretmektir ve doku geliştirmesi yalnızca ürünün fiziksel yapısındaki iyileştirmeler yoluyla gerçekleşmektedir (Standley vd., 1996). Dondurmanın yapısı yüksek viskoziteli bir sulu fazda dağılmış bir yağ kürecikleri ve buz kristalleri ağından oluşan üç bileşenli bir köpük olarak tanımlanmıştır (Dickinson, 1992 ve Prenrice, 1992). Düşük yağlı dondurmalarla çalışmanın zorluğu yağ küresi ağının ya bozulacak ya da yok olacağı gerçeğiyle ilgilidir ve bu durum ürünün dokusunu ciddi şekilde etkileyebilmektedir (Aime vd., 2001).

Dondurma örneklerinin % yağ değerleri (Tablo 4.32) 5.02 ile 14.12 aralığında değişmektedir. En düşük yağ değeri %5 yağlı nar çekirdeği yağı oleojeli ile yapılan dondurma örneğinde, en yüksek yağ değeri ise %14 yağlı nar çekirdeği yağı oleojeli ile yapılan dondurma örneğinde olduğu saptanmıştır.

Tablo 4. 32. Dondurma örnekleri % yağ değerleri

Yağ Oranı (%)	% Yağ		
	Nar Çekirdeği Yağı Oleojel İlaveli Dondurma	İncir Çekirdeği Yağı Oleojel İlaveli Dondurma	Süt Yağı İlaveli Kontrol Dondurma
5	5.02±0.10 ^{Cb}	5.05±0.05 ^{Ca}	5.05±0.05 ^{Ca}
10	10.10±0.10 ^{Bb}	10.15±0.13 ^{Ba}	10.03±0.07 ^{Bc}
14	14.12±0.16 ^{Aa}	14.07±0.15 ^{Ab}	14.05±0.05 ^{Ac}

^{AB} Aynı sütündeki büyük harfler nar çekirdeği yağı oleojeli, incir çekirdeği yağı oleojeli ve süt yağı ilaveli kontrol dondurma örneklerinin kendi içerisinde karşılaştırması olup, aynı harflerle simgelenen örnekler arasında istatistik olarak fark bulunmamaktadır ($p<0.05$). ^{ab} Aynı satırdaki küçük harfler ise nar çekirdeği yağı oleojeli, incir çekirdeği yağı oleojeli ve süt yağı ilaveli kontrol dondurma örneklerinin aynı yağ oranlarının birbiri ile karşılaştırılması olup aynı harflerle simgelenen örnekler arasında istatistik olarak fark bulunmadığını göstermektedir ($p<0.05$).

%5, %10, %14 yağlı nar çekirdeği oleojeli ile yapılan dondurmalar ile %5, %10, %14 yağlı kontrol dondurmaları arasında istatistiksel olarak fark olduğu tespit edilmiştir ($p>0.05$). Bu durum dondurma içerisindeki yağ oranı ve buna bağlı olarak oleojel miktarı arttıkça dondurmanın yağ değerlerini istatistiksel olarak etkileyebileceğini göstermektedir. Türk Gıda Kodeksi Dondurma Tebliği' ne göre yarım yağlı dondurma örneklerinin minimum %3.0 tam yağlı dondurma örneklerinin ise minimum %12.0 oranında süt yağı bulundurması gerektiği bildirilmiştir (TOB, 2004). Çalışmada üretilen dondurma örneklerinin yağ oranlarının Türk Gıda Kodeksi Dondurma Tebliği' ne uygun olduğu tespit edilmiştir.

%5 yağlı incir çekirdeği oleojeli ile yapılan dondurma ile %5 yağlı süt yağı ilaveli kontrol dondurma örneği arasında yağ değeri açısından istatistiksel olarak fark yoktur ($p>0.05$). Ancak %10 yağlı nar çekirdeği oleojeli ile yapılan dondurma ile %10 süt yağı ilaveli kontrol dondurma örneği arasında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Farklı oranlarda oleojel kullanımının dondurma örneklerinin yağ oranlarına etkisi istatistiksel anlamda önemli ($p<0.01$) olmuştur. Oleojel ilaveli dondurmaların ve kontrol grubu örneklerin yağ içeriğinde hafif dalgalanmalar gözlenmekle birlikte bu sonuçları önemsenecek düzeyde farklılıkları içermemektedir.

Yağ bakımından zengin birkaç ürün arasında dondurmalar dünya çapında her yaşta tüketilen çok çekici bir ürünü temsil etmektedir (Munk vd., 2018). Dondurma donmamış bir serum fazı, yağ kürecikleri, hava kabarcıkları ve buz kristallerinden oluşan çok aşamalı bir sistemdir (Marshall vd., 2003). Yağ kürecikleri dondurmanın yapısında önemli bir rol oynamaktadır çünkü dondurma-çırpma işleminde kısmen

birleşik bir ağ oluşturur bu da birleştirilmiş hava kabarcıklarını stabilize eder ve aynı zamanda ürün dokusunu ve ağız hissini değiştirmektedir (Goff, 2002).

Oleojel teknolojisi (örneğin katı benzeri özelliklere sahip yenilebilir sıvı yağlar sağlamak için organojelleştirici maddelerin kullanımı) doymuş yağ asitlerinin çoklu doymamış yağ asitleri ile değiştirilmesi için son zamanlarda başarıyla uygulanan bir tekniktir (Zulim Botega vd., 2013a, 2013b). Pirinç kepeği mumu oleojelleri dondurma karışımlarına etkili bir şekilde emülsifiye ederek küçük jelleşmiş yağ damlacıklarının oluşumunu teşvik etmişlerdir (Zulim Botega vd., 2013a).

Bigliardi ve Galati (2013)' e göre fonksiyonel gıdalar genel olarak; yeniden formüle edilmiş gıda yani düşük glisemik indeksli bileşenler kullanılarak örneğin trans yağ asitleri, doymuş yağ asitleri, antinütrientler gibi olumsuz sağlık etkisi ile ilişkili bir veya birkaç bileşenin azaltıldığı, değiştirildiği veya çıkarıldığı yiyecekler ve yağ ikame maddeleri ve bir veya daha fazla bileşenle doğal olarak zenginleştirilmiş yiyecekleri örneğin omega 3 yağ asitleri veya konjuge linoleik asit içeren tereyağı gibi gıdaları fonksiyonel gıda olarak nitelendirmiştir. Bu durumda yaptığımız çalışmada süt yağı yerine nar çekirdeği yağı oleojeli ve incir çekirdeği yağı oleojeli kullanılarak üretilen dondurma örnekleri fonksiyonel özellik göstermektedir.

4.2.5. Dondurmaya Oleojel İlavesinin Erime Oranı Üzerine Etkisi

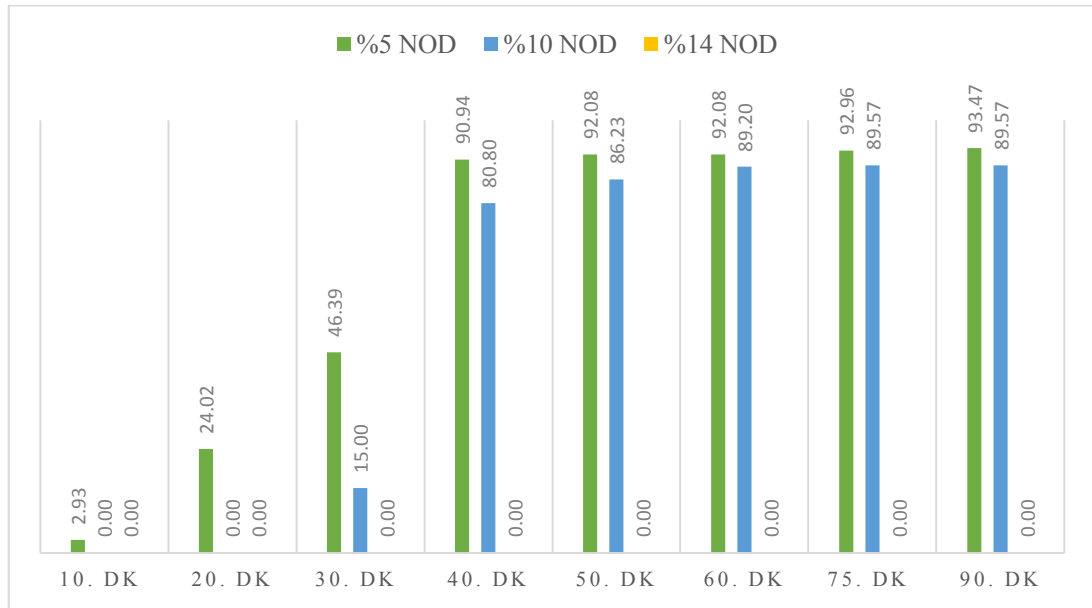
Bu çalışma kapsamında %5, %10 ve %14 yağlı nar ve incir çekirdeği yağı oleojel ilaveli dondurma ve süt kreması ilaveli kontrol dondurmaları üretilmiş ve üretilen dondurmaların % erime oranı değerleri saptanmıştır. Dondurmanın erime hızı normal sıcaklıkta bir tel örgü elek üzerine bir dondurma numunesi yerleştirilerek ve elek altındaki sıvı birikim hızı ölçülerek belirlenebilmektedir (Hartel vd., 2004).

Dondurma erirken ürünü çevreleyen sıcak havadaki ısı buz kristallerini eritmek için dondurmaya aktarılır. Başlangıçta buz dondurmanın dışında erir ve yerel bir soğutma etkisi vardır (eriyen buzun yakınında). Eriyen buzdan gelen su viskoz donmamış serum fazına yayılır ve bu seyreltilmiş çözelti daha sonra (yerçekimi nedeniyle) yapısal elemanlar (stabilize olmuş yağ kürecikleri hava hücreleri ve kalan buz kristalleri) üzerinden ekrandan damlamak üzere aşağı doğru akmaktadır. Erime sırasında bu seyreltilmiş çözeltinin akışı başlangıçta dondurmanın dışındadır. Yeterli ısı penetrasyonu olduğunda dondurmanın içindeki buz kristallerinin de erimesine neden olur ve seyreltilmiş çözelti de iç kısımdan akmaya başlar (Muse ve Hartel, 2004).

Erime hızı ve direnci dondurma için fiziksel ve duyuşal özellikleri açısından hayati önem taşıyan faktörlerdir (Gençdağ vd., 2021). Erime hızını etkileyen birçok faktör vardır; dondurmanın bileşimi, dondurma formülasyonunda kullanılan gıda katkı maddeleri, dahil edilen hava miktarı (taşma), buz kristallerinin yapısı ve üretim sırasında oluşan yağ kürecikleri (Gabbi vd., 2018).

Dondurma örneklerinin 10, 20, 30, 40, 50, 60, 75 ve 90. dakika da erime oranları hesaplanmıştır. En hızlı %5 yağlı süt kremalı kontrol örneği erirken %14 yağlı nar çekirdeği yağlı oleojeli ile yapılan dondurma hiç erimemiştir.

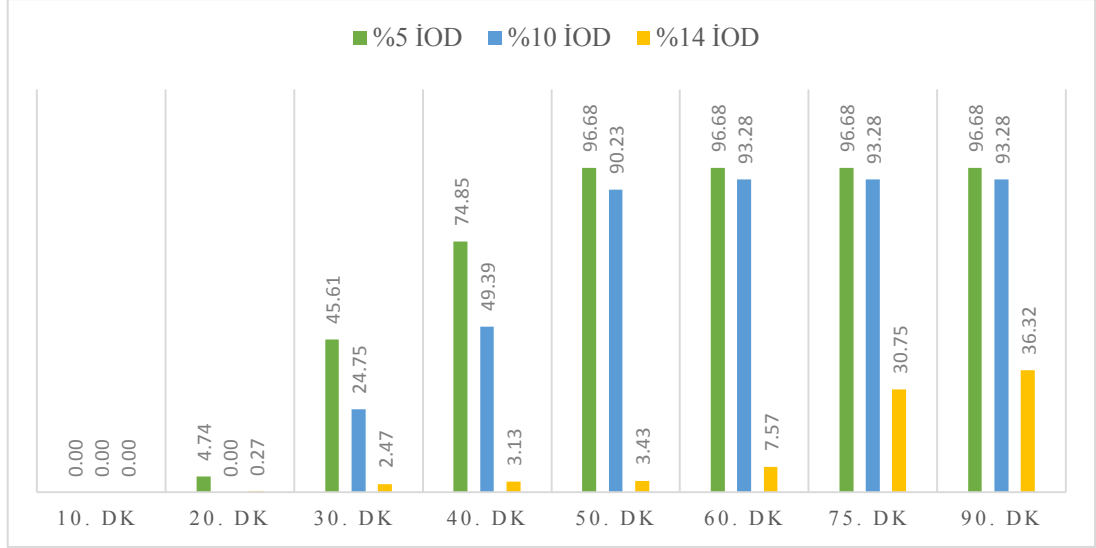
Nar çekirdeği yağlı oleojeli ile yapılan %5 yağlı, %10 yağlı ve %14 yağlı dondurma örneklerinde en hızlı erime özelliği gösteren dondurma %5 yağlı nar çekirdeği yağlı oleojeli içeren dondurma olup 50. dakika itibariyle %92.08 erime oranı ile sabitlenmiştir. %10 yağlı nar çekirdeği yağlı oleojeli içeren dondurma örnekleri ise ilk 30. dakika hiç erimemiş 75. dakika itibariyle %89.57 erime oranı ile sabitlenmiştir. %14 yağlı nar çekirdeği yağlı oleojeli içeren dondurma örnekleri ise 90. dakikaya kadar hiçbir şekilde erime özelliği göstermemiştir. Bu durumda nar çekirdeği yağlı oleojeli ile yapılan dondurmalarda yağ oranı arttıkça ve buna bağlı olarak olejel miktarı arttıkça erime oranı bariz bir şekilde azalmaktadır. Nar çekirdeği yağlı oleojeli ilave edilmiş dondurma örneklerinin erime oranı grafik değerleri şekil 4.11' de görölmektedir.



Şekil 4. 11. Nar çekirdeği yağlı oleojeli ilave edilmiş dondurma örnekleri erime oranı grafik değerleri (NOD: Nar çekirdeği yağlı oleojeli ilave edilmiş dondurma)

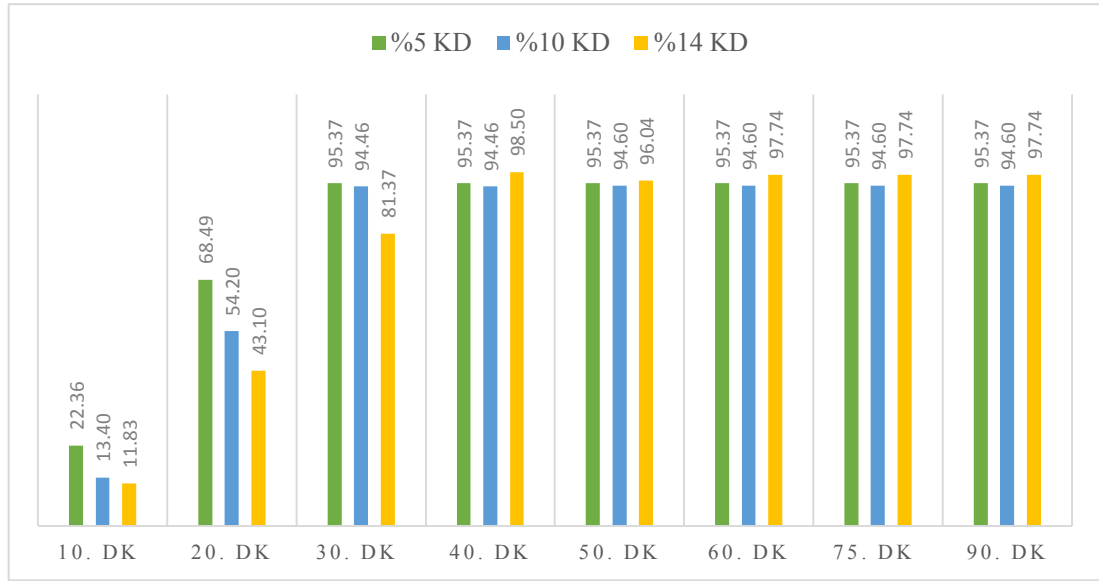
Yağ miktarı veya yağ özelliğinin bir fonksiyonu olarak dondurma numunelerinin kalite özellikleri ve erime davranışı açısından önemli ölçüde ($p<0.05$) etkilemiştir. Bu durum, dondurmalarda daha düşük oranda yağsız süt kuru madde miktarı ile ilişkili olabilir. Ürün içeriğinde daha az protein olması ve sonuç olarak dondurma karışımlarının çırpma özelliklerini ve nihai ürünün erime davranışlarını değiştirmektedir (Goff, 1997). Nar çekirdeği yağı oleojelinin hazırlanmasında kullanılan yağ, bileşenleri ve oranlarının erime oranı ve yağsız süt kuru madde miktarı üzerinde etkisinin erime oranını etkilediği düşünülmektedir. Goff (1997) tarafından bildirildiği gibi, hava kabarcığı stabilizasyonuna ve bunun sonucunda daha yüksek taşma ve erime direncine yol açan dondurma adımlarında kısmi yağ birleşmesi için kısmen kristalli bir emülsiyona ihtiyaç duyulduğundan bu, karışımın olgunlaştırılması sırasında elde edilen katı:sıvı yağ oranının daha yüksek olmasıyla ilişkilendirilebilir. Benzer sonuçlar, yüksek oleik ayçiçek yağı yerine pirinç kepeği mumu oleojeli kullanımının dondurmanın hacim artışı ve erime hızını iyileştirdiğini gösteren Zulim-Botega vd., (2013b) tarafından da elde edilmiştir.

İncir çekirdeği yağı oleojeli ile yapılan %5 yağlı, %10 yağlı ve %14 yağlı dondurma örneklerinde ilk 10. dakika ölçümlerinde hiç erime olmamıştır. En hızlı erime özelliği gösteren %5 yağlı incir çekirdeği yağı oleojeli içeren dondurma %96.68 erime oranı ile 50. dakika itibariyle sabitlenirken %10 yağlı incir çekirdeği yağı oleojeli içeren dondurma %93.28 erime oranı ile 60. dakika da sabitlenmiştir. %14 yağlı incir çekirdeği yağı oleojeli içeren dondurma incir çekirdeği yağı oleojeli ile yapılan dondurmalar arasında en geç erime özelliği göstermiş olup 90. dakika ölçümlerinde ancak %36.32 erime oranı özelliği göstermiştir. Bu durumda incir çekirdeği yağı oleojeli ile yapılan dondurmalarda yağ oranı arttıkça ve buna bağlı olarak oleojel miktarı arttıkça erime oranı azalmaktadır. İncir çekirdeği yağı oleojeli ilave edilmiş dondurma örneklerinin erime oranı grafik değerleri şekil 4.12' de görülmektedir.



Şekil 4. 12. İncir çekirdeği yağı oleojeli ilave edilmiş dondurma örnekleri erime oranları grafik değerleri (İOD: İncir çekirdeği yağı oleojeli ilave edilmiş dondurma)

Manda sütü kreması ile yapılan %5 yağlı, %10 yağlı ve %14 yağlı kontrol dondurma örnekleri olejel ilaveli dondurmalara göre hızlı erime özelliği göstermiştir. %5 yağlı kontrol dondurması 30. dakika itibariyle erime oranı %95.37 değeri ile sabitlenmiş olup 9 örnek içerisinde en hızlı eriyen dondurma olmuştur. %10 yağlı kontrol dondurması erime oranı 50. dakika itibariyle %94.60 değeri ile sabitlenmiştir. %14 yağlı kontrol dondurması erime oranı ise 60. dakika da %97.74 oranı ile kontrol örnekleri arasında ve 9 örnek içerisinde en yüksek oranda erime özelliği gösteren dondurma olmuştur. Manda sütü kreması ile yapılan kontrol dondurma örneklerinin erime oranı grafik değerleri şekil 4.13' de görülmektedir.



Şekil 4. 13. Manda sütü kreması ilave edilmiş kontrol dondurma örnekleri erime oranları grafik değerleri (KD: Manda sütü kreması ilave edilmiş kontrol dondurmaları)

Dondurmanın erime hızı dahil edilen hava miktarı buz kristallerinin doğası ve dondurma sırasında oluşan yağ globülleri ağı gibi birçok faktörden etkilenmektedir (Sakurai, 1996). Dondurmalarda yavaş erime hızı, hava hacmi nedeniyle oluşan ısı transfer hızının düşmesi sebebi ile açıklanabilir (Sofjan ve Hartel, 2004).

Dondurmada erime hızı ile ısıl yayılma özelliği arasında dolaylı bir ilişki vardır, dolayısıyla ısıl yayılmayı etkileyen herhangi bir faktör erime hızını etkileyebilir. Süt yağı veya bitkisel yağlar dondurmanın çevresinden sızan ısının önünde yağın bir yalıtkan olarak hareket edebilmesi için dondurmanın termal yayılımını azaltır. Ek olarak yağ kısmen kaynaşmış yağ çevresi ile dondurma yapısındaki hava hücrelerini stabilize ederek depolama ve tüketim sırasında dondurmanın daha iyi tutulmasına neden olur. Bu nedenle az yağlı dondurmaların yüksek yağlı dondurmalara kıyasla daha zayıf erime özelliklerine sahip olduğu açıktır (Akbari vd., 2019).

Erime sırasında yapısal çökmeyi etkileyen ana faktörler yağ aglomerasyonu seviyesi, buz kristali boyutu ve yağ aglomeralarının boyutudur (Koxholt vd., 2001; Muse ve Hartel, 2004). Kısmi birleşmiş yağ aglomeratları ağı hava kabarcıklarını stabilize etmekte ancak aynı zamanda buzun erimesi sırasında serum fazının akış direncini arttırmakta ve bu da erime oranını düşmektedir. Ayrıca buz kristallerinin miktarının artması yerine buz kristallerinin boyutunun artmasının erime hızını arttırdığı tespit edilmiştir (Muse ve Hartel, 2004).

4.2.6. Dondurmaya Oleojel İlavesinin Tekstürel (Sertlik) Üzerine Etkisi

Bu çalışma kapsamında %5, %10 ve %14 yağlı nar ve incir çekirdeği yağı oleojel ilaveli dondurma ve süt kreması ilaveli kontrol dondurmaları üretilmiş ve üretilen dondurmaların tekstürel özellikleri arasından sertlik değerleri saptanmıştır. Dondurmanın sertliği bir dış kuvvet uygulandığında dondurmanın deformatsiyona karşı gösterdiği direnç olarak ölçülür. Dondurmanın sertliği, hacim artışı, buz kristali boyutu, buz fazı hacmi ve yağ dengesizliğinin derecesi gibi faktörlerden etkilenmektedir (Muse ve Hartel, 2004). Dondurmanın dil, üst damak ve dişler tarafından uygulanan mekanik kuvvetlere karşı gösterdiği direnci ve dondurmanın dokusunun genel algısı onun duyuşal kabulünün bir parçasıdır (Silva-Avellaneda vd., 2021).

Dondurma örneklerinin sertlik değerleri (Tablo 4.33) 414.30 N ile 180.00 N aralığında değişmektedir. En düşük 180.00 N sertlik değeri ile %14 yağlı incir çekirdeği yağı oleojeli dondurma en yüksek 414.30 N sertlik değeri ile %5 yağlı nar çekirdeği yağı oleojel ilaveli dondurma örneğinde tespit edilmiştir.

Tablo 4. 33. Dondurma örnekleri sertlik değerleri

Yağ Oranı (%)	Sertlik (N)		
	Nar Çekirdeği Yağı Oleojel İlaveli Dondurma	İncir Çekirdeği Yağı Oleojel İlaveli Dondurma	Süt Yağı İlaveli Kontrol Dondurma
5	414.30±36.82 ^{Aa}	367.67±67.54 ^{Ab}	335.80±29.59 ^{Ac}
10	358.66±90.00 ^{Ba}	301.00±67.43 ^{Bc}	332.35±21.04 ^{Bb}
14	329.22±36.47 ^{Ca}	180.00±6.51 ^{Cc}	296.13±3.31 ^{Cb}

^{AB} Aynı sütündeki büyük harfler nar çekirdeği yağı oleojeli, incir çekirdeği yağı oleojeli ve süt yağı ilaveli kontrol dondurma örneklerinin kendi içerisinde karşılaştırması olup, aynı harflerle simgelenen örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmamaktadır ($p<0.05$). ^{ab} Aynı satırdaki küçük harfler ise nar çekirdeği yağı oleojeli, incir çekirdeği yağı oleojeli ve süt yağı ilaveli kontrol dondurma örneklerinin aynı yağ oranlarının birbiri ile karşılaştırılması olup aynı harflerle simgelenen örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmadığını göstermektedir ($p<0.05$).

Sonuçlar irdelendiğinde farklı yağlarla hazırlanmış ve farklı oranlarda oleojel ilavelerinin sertlik doku parametreleri üzerindeki etkisi (Tablo 4.33) istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

Nar çekirdek yağ oleojeli ile üretilen dondurma örneklerinin sertlik değerleri 329.22 ile 414,30 N aralığında bir değişme göstermiş ve diğer dondurma gruplarına göre en yüksek sertlik değeri saptanmıştır. Bu örnekleri, süt yağı ile üretilen kontrol

grubu dondurma örneklerinin izlediği belirlenmiştir. Yine sertlik değeri 180.00-367.67 aralığında olan incir çekirdek yağ oleojeli ile üretilen örneklerinin %14 incir çekirdek yağ oleojeli ile üretilen grubun en düşük sertlik değeri elde edilen grup olduğu saptanmıştır. Aynı yağ oranı içeren örneklerin (%5, %10, %14) sertlik değerleri arasında istatistiksel fark olduğunu yağ oranlarındaki farklılığın sertlik değerini istatistiksel olarak etkilediğini göstermektedir. Yağ miktarının artması ile dondurma örneklerinin sertlik değerlerinde düşme saptanırken, sertlik değerindeki bu azalmanın bütün dondurma grup örneklerinde istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu tespit edilmiştir.

Nar çekirdek yağ oleojeli ile üretilen örneklerin sertlik değeri kontrol grubuna göre yüksek sertlik değeri elde etmesinin sebebinin oleojel üretiminde kullanılan organojelatör konsantrasyona bağlı olduğu düşünülmekte olup organojelatör varlığı sertlik değerlerini yükselttiği görülmüştür (Öğütçü, 2014). Ancak benzer durum nar ve incir çekirdek oleojel ilaveli örneklerde gözlemlenmemiş olup incir çekirdek oleojel ile üretilen dondurma örneklerinde en düşük sertlik seviyeleri tespit edilmiştir. Bu durum, yağ fazında bulunan serbest yağ asitleri, yağ alkolleri ve yağda çözünen vitaminler gibi bitkisel yağın küçük bileşenleri oleojelin mekanik gücünü etkileyebileceği ve yağın doymamışlık seviyesinin de oleojelin fiziksel özelliklerini de etkileyebileceği düşünülmektedir (Wang vd., 2022). Yapılan bir çalışmada benzer sonuçlar Mayfield vd., (2015), konjuge linoleik asit bakımından zengin çikolata ezmelerinin, kontrol çikolata örneklerinden (daha yüksek katı yağ içeriğine sahip) önemli ölçüde daha az sertliğe sahip olduğu sonucuna varmıştır. Mevcut çalışmada yapılan incir ve nar çekirdek yağının GCMS sonuçları göz önünde bulundurulduğunda incir çekirdek yağında konjuge linolenik yağ asit miktarı daha yüksek tespit edilmiştir.

Dondurma formülasyonlarında yağ içeriği azaltılarak nihai ürünlerdeki diğer kalite özelliklerine benzer şekilde sertlik özelliği de etkilenmektedir. Dondurmanın sertliğinin yağ içeriği ile ters orantılı olduğu ileri sürülmüştür çünkü yağın azaltılması az yağlı dondurmada buz kristallerini artırır ve muhtemelen dondurmada daha sert bir dokuya neden olur bu nedenle yağ oranının az olmasından dolayı buzun kütlelerinin sertliği artırması beklenir. Sertlikteki herhangi bir farklılık daha yüksek çözünen madde konsantrasyonlarının bir sonucu olarak donma noktalarındaki değişikliklerle de ilişkilendirilebilir. Düşük yağlı dondurmada karbonhidrat bazlı yağ ikame maddelerinin kullanılması az yağlı dondurmanın sertliğini normal dondurmaya benzer

şekilde değiştirebildikleri için dokusal özellikleri iyileştirebilmektedir (Guinard vd., 1997).

Dondurmanın sertliği yapısı ile ilgilidir. Dondurma yapısının hava hücreleri yağ ve buz kristali oluşumundan dolayı bir miktar bozulma olmasına rağmen esasen küreseldir (Prentice, 1992). Bu hava hücrelerini çevreleyen malzeme yağ kümeleri (%80'e kadar) ve küçük buz kristalleri içeren Newton tipi olmayan bir sıvıdır. Yağı azaltılmış dondurma ürünlerinde hava hücrelerini çevreleyen bileşik sıvının reolojisinin geleneksel dondurma yapısının bileşik sıvısına hakim olan yağ kümelerindeki azalmaya bağlı olarak değişeceği açıktır (Aime vd., 2001).

Gonzalez vd., (2003) alfa-linolenik asitle güçlendirilmiş sütle üretilen dondurmanın depolama sırasında oksidatif değişiklikleri etkilemeden düşük viskoziteli dondurma karışımları ve daha yumuşak dondurulmuş bitmiş ürünlerle sonuçlandığını göstermiştir. Benzer sonuçlar Goh vd., (2006) tarafından da rapor edilmiştir ve azaltılmış süt yağı/keten tohumu yağı oranının azaltılmış ürün sertliği ve erime direnci ile çakıştığını gözlemlemiştir. Bu durum esas olarak bozulmuş yapılanma yani dondurma-çırpma sırasında düşük oranda kısmi yağ birleşmesinden kaynaklandığı belirtilmiştir (M'endez-Velasco ve Goff, 2012).

4.2.7. Dondurmaya Oleojel İlavesinin Renk (L , a^* , b^*) Üzerine Etkisi

Bu çalışma kapsamında %5, %10 ve %14 yağlı nar ve incir çekirdeği yağı oleojel ilaveli dondurma ve süt kreması ilaveli kontrol dondurmaları üretilmiş ve üretilen dondurmaların renk ölçüm (L , a^* , b^*) değerleri saptanmıştır. Dondurma örneklerinin renk ölçüm L değerleri Tablo 4.34' de verilmiştir.

Tablo 4. 34. Dondurma örnekleri L değerleri

Yağ Oranı (%)	Renk (L)		
	Nar Çekirdeği Yağı Oleojel İlaveli Dondurma	İncir Çekirdeği Yağı Oleojel İlaveli Dondurma	Süt Yağı İlaveli Kontrol Dondurma
5	74.86±0.75 ^{Ab}	79.35±1.98 ^{Aa}	69.57±1.36 ^{Bc}
10	73.26±0.55 ^{Ba}	69.32±0.07 ^{Bc}	70.61±1.47 ^{Ab}
14	71.73±1.42 ^{Ca}	68.38±0.63 ^{Cb}	68.20±1.06 ^{Cb}

^{AB} Aynı sütündeki büyük harfler nar çekirdeği yağı oleojeli, incir çekirdeği yağı oleojeli ve süt yağı ilaveli kontrol dondurma örneklerinin kendi içerisinde karşılaştırması olup, aynı harflerle simgelenen örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmamaktadır ($p < 0.05$). ^{ab} Aynı satırdaki küçük harfler ise nar çekirdeği yağı oleojeli, incir çekirdeği yağı oleojeli ve süt yağı

ilaveli kontrol dondurma örneklerinin aynı yağ oranlarının birbiri ile karşılaştırılması olup aynı harflerle simgelenen örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmadığını göstermektedir ($p<0.05$).

Dondurma örneklerini L değerleri Tablo 4.34' de verilmiş olup dondurmaların L değerleri 79.35 ile 68.20 aralığında değişmektedir. En düşük 68.20 L değeri ile %14 yağlı kontrol dondurması en yüksek 79.35 L değeri ile %5 yağlı incir çekirdeği yağı oleojel ilaveli dondurma örneğinde tespit edilmiştir.

Dondurma örneklerinin üretilmesinde kullanılan farklı oleojel oranlarının ve kaynaklarının örneklerin L değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Tablo 4.34'de gösterilen dondurma örneklerinin L değerlerinde kontrol dondurmaları ile nar çekirdeği yağı oleojel ilaveli dondurmaları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$). Kontrol dondurmaları ve incir çekirdeği yağı oleojel ilaveli dondurma L değerlerinde istatistiksel olarak fark önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır.

Nar çekirdeği yağı oleojel ilaveli dondurma ile incir çekirdeği yağı oleojel ilaveli dondurma örnekleri L değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak farkın önemli olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Bu durum aynı yağ oranı içeren örneklerin (%5, %10, %14) L değerleri arasında istatistiksel fark olduğunu yağ oranlarındaki farklılığın L değerini istatistiksel olarak etkilediğini göstermektedir.

Nar çekirdeği yağı oleojeli ilaveli dondurma L değerleri en yüksek %5 yağlı dondurma örneklerinde (74.86) tespit edilirken en düşük %14 yağlı dondurma örneğinde (71.73) olduğu saptanmıştır. İncir çekirdeği yağı oleojeli ilaveli dondurma örneklerinde L değeri en yüksek %5 yağlı dondurma örneğinde iken (79.35) en düşük ise %14 yağlı dondurma örneğinde (68.38) olduğu tespit edilmiştir.

Bu durum nar ve incir çekirdeği yağı oleojel ilaveli dondurmalarında yağ oranı artıkça ve buna bağlı olarak dondurma içeriği oleojel bileşenlerinin miktarı artıkça L değerinin yani dondurmanın parlaklığı üzerindeki etkinin azaldığını göstermektedir. Manda süt kreması ilaveli kontrol dondurmalarında ise L değeri en yüksek %10 yağlı örnekte tespit edilirken (70.61) en düşük ise %14 (68.20) yağlı dondurma örneklerinde olduğu belirlenmiştir. Bu durumda nar çekirdeği yağı oleojeli ilaveli ve incir çekirdeği yağı oleojel ilaveli dondurmaların manda kreması ilaveli kontrol dondurmalarından L değerini artırdığı belirlenmiştir.

Tablo 4.11' de belirtilen renk değerlerine göre keçiboynuzu gamı (79.39) L değerinin oleojel ilaveli dondurma örneklerinin kontrol dondurmalarına göre daha

yüksek oranda *L* değeri içermesi ve buna bağlı olarak daha parlak beyaz renk özelliği göstermesinin sebeplerinden birisi olduğu söylenebilir.

Dondurma örneklerinin renk ölçüm a^* değerleri Tablo 4.35’ de verilmiştir.

Tablo 4. 35. Dondurma örnekleri a^* değerleri

Yağ Oranı (%)	Renk (a^*)		
	Nar Çekirdeği Yağı Oleojel İlaveli Dondurma	İncir Çekirdeği Yağı Oleojel İlaveli Dondurma	Süt Yağı İlaveli Kontrol Dondurma
5	6.43±0.10 ^{Cb}	7.44±0.52 ^{Ca}	4.70±0.09 ^{Ac}
10	7.54±0.13 ^{Bb}	8.05±0.23 ^{Ba}	4.04±0.37 ^{Cc}
14	8.56±0.12 ^{Ab}	9.06±0.16 ^{Aa}	4.12±0.06 ^{Bc}

^{AB} Aynı sütündeki büyük harfler nar çekirdeği yağı oleojeli, incir çekirdeği yağı oleojeli ve süt yağı ilaveli kontrol dondurma örneklerinin kendi içerisinde karşılaştırması olup, aynı harflerle simgelenen örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmamaktadır ($p<0.05$). ^{ab} Aynı satırdaki küçük harfler ise nar çekirdeği yağı oleojeli, incir çekirdeği yağı oleojeli ve süt yağı ilaveli kontrol dondurma örneklerinin aynı yağ oranlarının birbiri ile karşılaştırılması olup aynı harflerle simgelenen örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmadığını göstermektedir ($p<0.05$).

Dondurma örneklerini a^* değerleri Tablo 4.35’ de verilmiş olup değerler 9.06 ile 4.04 arasında değişmektedir. En düşük 4.04 a^* değeri ile %10 yağlı kontrol dondurması en yüksek 9.06 a^* değeri ile %14 yağlı incir çekirdeği yağı oleojel ilaveli dondurma örneğinde tespit edilmiştir.

Dondurmaların a^* değerleri üzerine oleojel ve miktarının etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Renk ölçümünde a^* değerlerinde kontrol dondurmaları ile nar çekirdeği yağı oleojel ilaveli dondurmaları arasında istatistiksel olarak fark vardır ve önemlidir ($p>0.05$). Kontrol dondurmaları ve incir çekirdeği yağı oleojel ilaveli dondurma a^* değerlerinde istatistiksel olarak fark vardır ve önemlidir ($p>0.05$).

Nar çekirdeği yağı oleojel ilaveli dondurma ile incir çekirdeği yağı oleojel ilaveli dondurma örnekleri a^* değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak fark olduğu ve önemli olduğu saptanmıştır ($p>0.05$). Bu durum aynı yağ oranı içeren örneklerin (%5, %10, %14) a^* değerleri arasında istatistiksel fark olduğunu yağ oranlarındaki farklılığın a^* değerini istatistiksel olarak etkilediğini göstermektedir.

Nar çekirdeği yağı oleojeli ilaveli dondurma a^* değerleri en yüksek %14 yağlı dondurma da (8.56) en düşük %5 yağlı dondurma örneğinde (6.43) olduğu tespit edilirken incir çekirdeği yağı oleojeli ilaveli dondurma örneklerinde a^* değeri en

yüksek %14 yağlı (9.06) en düşük %5 yağlı dondurma örneğinde (7.44) olduğu tespit edilmiştir. Bu durum nar ve incir çekirdeği yağı oleojel ilaveli dondurmalarında yağ oranı artıkça ve buna bağlı olarak dondurma içeriği oleojel miktarı arttıkça a* değerinin yani dondurmanın kırmızı (a ± kırmızı-yeşil) renk özelliğinin arttığı tespit edilmiştir. Manda süt kreması ilaveli kontrol dondurmalarında ise a* değeri en yüksek %5 yağlı (4.70) en düşük ise %10 (4.04) yağlı dondurma örneklerinde olduğu tespit edilmiştir. Bu durumda nar çekirdeği yağı oleojeli ilaveli ve incir çekirdeği yağı oleojel ilaveli dondurmaların manda sütü kreması ilaveli kontrol dondurmalarından a* değerinin daha yüksek olduğu ve daha kırmızı (a ± kırmızı-yeşil) renk özelliği gösterdiği tespit edilmiştir. Oleojel ilaveli dondurmaların kontrol dondurmalarına göre a* değerinin daha yüksek olmasının temel sebebinin oleojel içeriğinde bulunan incir çekirdeği yağı, nar çekirdeği yağı, balmumu ve karnauba vaks bileşenlerinin renk değerlerinin dondurmanın renk değerlerini de etkilediği tespit edilmiştir.

Tablo 4.11' de belirtilen renk değerlerine göre balmumu (9.37) ve karnauba vaksın (18.20) a* değerinin oleojel ilaveli dondurma örneklerinin kontrol dondurmalarına göre daha yüksek oranda a* değeri içermesi ve buna bağlı olarak daha kırmızı (a ± kırmızı-yeşil) renk özelliği göstermesinin sebeplerinden birisi olduğu söylenebilir.

Dondurma örneklerinin renk ölçüm b* değerleri Tablo 4.36' de verilmiştir.

Tablo 4. 36. Dondurma örnekleri b* değerleri

Yağ Oranı (%)	Renk (b*)		
	Nar Çekirdeği Yağı Oleojel İlaveli Dondurma	İncir Çekirdeği Yağı Oleojel İlaveli Dondurma	Süt Yağı İlaveli Kontrol Dondurma
5	16.48±0.29 ^{Ca}	15.65±0.42 ^{Cb}	12.33±0.01 ^{Bc}
10	17.70±0.58 ^{Bb}	19.12±0.62 ^{Ba}	11.18±0.78 ^{Cc}
14	19.32±0.36 ^{Ab}	21.12±3.29 ^{Aa}	18.13±14.86 ^{Ac}

^{AB} Aynı sütündeki büyük harfler nar çekirdeği yağı oleojeli, incir çekirdeği yağı oleojeli ve süt yağı ilaveli kontrol dondurma örneklerinin kendi içerisinde karşılaştırması olup, aynı harflerle simgelenen örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmamaktadır (p<0.05). ^{ab} Aynı satırdaki küçük harfler ise nar çekirdeği yağı oleojeli, incir çekirdeği yağı oleojeli ve süt yağı ilaveli kontrol dondurma örneklerinin aynı yağ oranlarının birbiri ile karşılaştırılması olup aynı harflerle simgelenen örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmadığını göstermektedir (p<0.05).

Dondurma örneklerini b* değerleri Tablo 4.36' da verilmiş olup değerleri 21.12 ile 11.18 arasında değişmektedir. En düşük 11.18 b*değeri ile %10 yağlı kontrol

dondurması en yüksek 21.12 b* değeri ile %14 yağlı incir çekirdeği yağı oleojel ilaveli dondurma örneğinde tespit edilmiştir.

Renk ölçümünde b* değerlerinde kontrol dondurmaları ile nar çekirdeği yağı oleojel ilaveli dondurmaları arasında istatistiksel olarak fark vardır ve önemlidir ($p>0.05$). Kontrol dondurmaları ve incir çekirdeği yağı oleojel ilaveli dondurma b* değerlerinde istatistiksel olarak fark vardır ve önemlidir ($p>0.05$).

Nar çekirdeği yağı oleojel ilaveli dondurma ile incir çekirdeği yağı oleojel ilaveli dondurma örnekleri b* değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak fark olduğu ve önemli olduğu saptanmıştır ($p>0.05$). Bu durum aynı yağ oranı içeren örneklerin (%5, %10, %14) b* değerleri arasında istatistiksel fark olduğunu yağ oranlarındaki farklılığın b* değerini istatistiksel olarak etkilediğini göstermektedir.

Nar çekirdeği yağı oleojel ilaveli dondurma b* değerleri en yüksek %14 yağlı dondurma da (19.32) en düşük %5 yağlı dondurma örneğinde (16.48) olduğu tespit edilirken incir çekirdeği yağı oleojel ilaveli dondurma örneklerinde b* değeri en yüksek %14 yağlı (21.12) en düşük %5 yağlı dondurma örneğinde (15.65) olduğu tespit edilmiştir. Bu durum nar ve incir çekirdeği yağı oleojel ilaveli dondurmalarında yağ oranı arttıkça ve buna bağlı olarak dondurma içeriği oleojel miktarı arttıkça b* değerinin yani dondurmanın sarı ($b \pm \text{sarı-mavi}$) renk özelliğinin arttığı tespit edilmiştir. Manda süt kreması ilaveli kontrol dondurmalarında ise b* değeri en yüksek %14 yağlı (18.13) en düşük ise %10 (11.18) yağlı dondurma örneklerinde olduğu tespit edilmiştir. Bu durumda nar çekirdeği yağı oleojel ilaveli ve incir çekirdeği yağı oleojel ilaveli dondurmaların manda sütü kreması ilaveli kontrol dondurmalarından b* değerinin daha yüksek olduğu ve daha sarı ($b \pm \text{sarı-mavi}$) renk özelliği gösterdiği tespit edilmiştir. Oleojel ilaveli dondurmaların kontrol dondurmalarına göre b* değerinin daha yüksek olmasının temel sebebinin oleojel içeriğinde bulunan incir çekirdeği yağı, nar çekirdeği yağı, balmumu ve karnauba vaks bileşenlerinin renk değerlerinin dondurmanın renk değerlerini de etkilediği tespit edilmiştir.

Tablo 4.11' de belirtilen renk değerlerine göre balmumu (24.13) ve karnauba vaksın (37.49) b* değerinin oleojel ilaveli dondurma örneklerinin kontrol dondurmalarına göre daha yüksek oranda b* değeri içermesi ve buna bağlı olarak daha sarı ($b \pm \text{sarı-mavi}$) renk özelliği göstermesinin sebeplerinden birisi olduğu söylenebilir.

4.2.8. Dondurmaya Oleojel İlavesinin Duyusal Analiz Üzerine Etkisi

Bu çalışma kapsamında %5, %10 ve %14 yağlı nar ve incir çekirdeği yağı oleojel ilaveli dondurma ve süt kreması ilaveli kontrol dondurmaları üretilmiş ve üretilen dondurmaların duyusal analiz kapsamında uzman panelistler tarafından tat ve koku, yapı ve kıvam ve görünüm açısından değerlendirilmiştir.

Yağı azaltılmış gıdaların çiğneme sırasında açığa çıkan, genel lezzete katkıda bulunan ve yağda çözünen bileşiklerin eksikliğinden dolayı lezzetinin tam yağlı muadillerine göre daha düşük olması olasıdır. Örneğin yağ oranının düşürülmesi ile dondurmaların kremesi özelliği ve aroma verici tatları azalmaktadır (Ohmes vd., 1998; Schaller- Povolny ve Smith, 1999). Yağı azaltılmış ürünlerin genel lezzetini arttırmak için ilave aromalar eklenebilir (Yackinous ve Guinard, 2000). Bu değerlendirmelere göre dondurma örneklerinin duyusal özellikleri belirlenmiş olup tat ve koku özellikleri Tablo 4.37' de verilmiştir.

Tablo 4. 37. Dondurma örneklerinin tat ve koku değerleri

Yağ Oranı (%)	Duyusal Özellikler Tat ve Koku		
	Nar Çekirdeği Yağı Oleojel İlaveli Dondurma	İncir Çekirdeği Yağı Oleojel İlaveli Dondurma	Süt Yağı İlaveli Kontrol Dondurma
5	4.00±2.00 ^{Ac}	5.17±2.14 ^{Ab}	8.33±1.03 ^{Aa}
10	3.67±2.73 ^{Bc}	4.67±2.94 ^{Bb}	8.17±1.33 ^{Ba}
14	2.83±2.64 ^{Cc}	3.83±2.23 ^{Cb}	6.83±2.56 ^{Ca}

^{AB} Aynı sütündeki büyük harfler nar çekirdeği yağı oleojeli, incir çekirdeği yağı oleojeli ve süt yağı ilaveli kontrol dondurma örneklerinin kendi içerisinde karşılaştırması olup, aynı harflerle simgelenen örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmamaktadır (p<0.05). ^{ab} Aynı satırdaki küçük harfler ise nar çekirdeği yağı oleojeli, incir çekirdeği yağı oleojeli ve süt yağı ilaveli kontrol dondurma örneklerinin aynı yağ oranlarının birbiri ile karşılaştırılması olup aynı harflerle simgelenen örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmadığını göstermektedir (p<0.05).

Oleojel ilaveli dondurma örneklerinin tat koku özelliklerine ait duyusal analiz sonuçları Tablo 4.37'de verilmiş olup değerleri 2.83 ile 8.33 arasında değişmektedir. En düşük 2.83 puan verilen %14 yağlı nar çekirdeği yağı oleojel ilaveli dondurma olup en yüksek ise 8.33 puan ile %5 yağlı süt yağı ilaveli kontrol dondurma örneği olarak belirlenmiştir ve en çok beğenilen dondurma olarak tespit edilmiştir. Nar çekirdeği yağı oleojel ilavesi ile üretilen dondurma örnekleri diğer dondurma örneklerine göre daha az beğenilmiş olup örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0.05). Dondurma örneklerinin tat ve koku özelliği panelistlere sorulan tatlılık ve

aroma parametreleri ile belirlenmiştir. Buna göre oleojel ilaveli dondurma örneklerinde tatlılık özellikleri panelistler tarafından belirlenmiştir.

Kontrol olarak süt yağı ile üretilen örneklerin nar ve incir çekirdeği yağı olejeli ile üretilen dondurma örneklerinden daha yüksek beğeniye sahip olduğu belirlenmiştir. Bu durumun panelistlerin alışkın olduğu tat aroma ile karşılaşması sonucu elde edilmiş olup hedonik tüketim alışkanlıklarını sergilemesi ile açıklanabilmektedir (Yeomans vd., 2008). Kontrol örneklerinde tat ve aroma puanları yağ oranı artıkça azalmış olup manda süt yağının yoğun aroma ve tat özellikleri nedeniyle doğrudan ilavesi beğenin azalmasına sebep oluşturmaktadır (Aydın ve Güneşer, 2021). Benzer bir durum oleojel ilaveli dondurma örneklerinde yağ oranı ve buna bağlı olarak oleojel miktarı artıkça dondurmalarda tatlılık özelliği bakımından panelistler daha az beğeni puanı vermiştir. Yağ ikame maddesi gıda ürünündeki yağın dokusunun ağızda bıraktığı his ve işlevselliği ile eşleşmeli ve arzu edilen lezzet profilini iletmelidir (Yılsay vd., 2006). Oleojel miktarı artıkça oleojel bileşiminde kullanılan balmumu ve karnauba vaksın tat ve aroma bileşenleride hissedilmiş ve tüketiciler açısından bu durum tatlılık özelliğinin puanlarının düşmesine neden olmuştur.

Duyusal analizde diğer bir tat ve koku özelliği olan aroma özelliği bakımından en yüksek değeri manda sütü ve manda kreması kullanılarak yapılan %10 yağlı kontrol dondurması en düşük değeri ise %14 yağlı nar çekirdeği yağı olejeli ilaveli dondurma örneği olmuştur. Bunun sebebinin nar çekirdeği yağı miktarındaki artış oksitlenmiş ve doğal olmayan aromaların algılanmasına yol açmıştır. Dondurmalarda ne kadar fazla nar çekirdeği yağı bulunursa oksitlenmiş ve doğal olmayan tatların puanları o kadar yüksek olur. Ekşilik, burukluk, tatlılık gibi duyusal nitelikler dondurmaların lezzetini etkiler. Bu nedenle bu niteliklerin bir dengesi olmalıdır ve ekşilik, burukluk, oksitlenmiş ve doğal olmayan gibi belirli tat özellikleri örneklerin genel kabul edilebilirliğini etkilemektedir (Çam vd., 2013).

Dondurma içerisinde tatlandırıcıların iki temel fonksiyonu vardır. Birincisi tatlılığı artırmak ve ikincisi viskoziteyi artırmak ve dokuyu iyileştirmek (Marshall ve Arbuckle, 1996). Sakkaroz, mısır şurubu ve yüksek fruktozlu mısır şurubu dondurmada kullanılan başlıca tatlandırıcılardır. Birçok dondurulmuş sütlü tatlıda toplam tatlandırıcı miktarı %12-16 arasında değişmektedir ve %25 veya daha fazlası mısır bazlı tatlandırıcılardan oluşmaktadır (Schaller- Povolny ve Smith, 1999).

Koeferli vd., (1996), yağ ilavesinin dondurmada tereyağı ve kremamsı özelliği ve ayrıca ağız kaplamasını arttırdığını, şeker seviyelerindeki artışın ise tatlılığı,

karamel ve vanilin özelliklerini arttırdığını ve sütlülüğü azalttığını göstermiştir. Guinard vd., (1996), şekerin ve daha az oranda yağın dondurmanın kabul edilebilirliğinin temel belirleyicileri olduğunu ve çok az veya çok fazla şeker veya yağın dondurma kalitesine zarar verdiğini göstermiştir.

Dondurma örneklerinde viskozite özelliği dil ile damak arasına bastırıldığında dil üzerinde erirkenki akışın ölçüsüdür (Thompson vd., 2009). Görünür viskozite dondurmanın duyuşsal olarak doku özelliği açısından büyük etkisi olan fiziksel bir özelliktir. Kısmen erimiş haldeki görünür viskozite önemli bir faktördür çünkü bir dondurma örneğinin bir kişinin ağzında nasıl tepki verdiğini etkiler. Dondurmanın dil, üst damak ve dişler tarafından uygulanan mekanik kuvvetlere karşı olan direnci dondurma dokusunun genel algısını belirlemektedir (Akoh, 1998). Bu değerlendirmelere göre dondurma örneklerinin duyuşsal özellikleri belirlenmiş olup yapı ve kıvam özellikleri Tablo 4.38’ de verilmiştir.

Tablo 4. 38. Dondurma örneklerinin yapı ve kıvam değerleri

Yağ Oranı (%)	Duyuşsal Özellikler Yapı ve Kıvam		
	Nar Çekirdeği Yağı Oleojel İlaveli Dondurma	İncir Çekirdeği Yağı Oleojel İlaveli Dondurma	Süt Yağı İlaveli Kontrol Dondurma
5	5.33±1.63 ^{Ab}	6.00±1.67 ^{Aa}	6.33±2.25 ^{Aa}
10	4.50±1.64 ^{Cb}	4.00±1.79 ^{Cc}	4.83±2.63 ^{Ba}
14	5.00±0.89 ^{Ba}	4.83±0.98 ^{Bb}	4.43±2.23 ^{Cc}

^{AB} Aynı sütündaki büyük harfler nar çekirdeği yağı oleojeli, incir çekirdeği yağı oleojeli ve süt yağı ilaveli kontrol dondurma örneklerinin kendi içerisinde karşılaştırması olup, aynı harflerle simgelenen örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmamaktadır (p<0.05). ^{ab} Aynı satırdaki küçük harfler ise nar çekirdeği yağı oleojeli, incir çekirdeği yağı oleojeli ve süt yağı ilaveli kontrol dondurma örneklerinin aynı yağ oranlarının birbiri ile karşılaştırılması olup aynı harflerle simgelenen örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmadığını göstermektedir (p<0.05).

Oleojel ilaveli dondurma örneklerinin yapı ve kıvam özelliklerine ait duyuşsal analiz sonuçları Tablo 4.38’ de verilmiş olup değerleri 4.0 ile 6.33 arasında değişmektedir. Dondurma örneklerinde yapı ve kıvam özelliklerinde en düşük 4.0 puan verilen %10 yağlı incir çekirdeği yağ oleojel ilaveli dondurma olup en yüksek ise 6.33 puan ile %5 yağlı süt yağı ilaveli kontrol dondurma örneği olarak belirlenmiştir. Dondurma örneklerinin yapı ve kıvam özelliği panelistlere sorulan köpüğümsü, yapışkan ve sulu özellik parametreleri ile oleojel ilaveli dondurma örneklerinde panelistler tarafından belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre süt yağı ile

Üretilen kontrol grubu örneklerinin yapı ve kıvam puanları nar ve incir çekirdeği yağı olejeli ile üretilen dondurma örneklerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiş olup istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$). Bunun sebebinin üretilen oleojellerin fiziksel özelliklerinden kaynaklanabileceği n görülmektedir. Olojellerin fiziksel özelliklerini oleojelatörler, solvent fazı, numune hazırlama ve işleme koşulları gibi birçok faktör etkilemekte olup mevcut çalışmada yapı ve kıvam puanlarının dar bir aralıktaki istatistiksel olarak farklı sonuçların elde edilmesine sebep olabileceği düşünülmektedir (Wang vd., 2022). İncir ve nar çekirdek yağ olejeli ile üretilen örneklerin yapı ve kıvam puanları arasındaki farkın çok az ve dar bir aralıktaki değiştiği belirlenmiş olmakla birlikte yapı ve kıvam üzerine olan etkisi incir çekirdeği yağı oleojel ilaveli örneklerde daha yüksek ve önemli olduğu saptanmıştır. Mevcut çalışmada elde edilen yapı ve kıvam puanı değerlendirmelerindeki farklılıklar incir ve nar çekirdek yağ bileşim farklılıklarının oleojelin fiziksel özelliklerini de etkilemesinin panelistler tarafından tespit edildiği düşünülmektedir. Benzer sonuçlar tesktr analizinde sertlik değerlerinde de elde edilmiş olup sertlik değerlerinde yağın artması ile sertliğin azalması veya artması trendi gözlemlenmemiştir.

Yapı ve kıvam puanlamaları dikkate alındığında panelistler tarafından % 5 incir çekirdek yağ oleojeli ilavesi ile üretilen örnekler verilen puan (6.00) ile ençok beğenilen %5 süt yağlı kontrol dondurması puanı (6.33) arasındaki fark istatistiksel olarak önemli olmayıp %5 incir çekirdek yağ oleojel ilavesi ile dondurmaların başarılı bir şekilde üretilebileceği bulgusuna ulaşılmaktadır.

Dondurma rneklerinin görünüm özelliği dondurmaların renk yoğunluğu, rengin görünümü (doğallık) ve doku görünümü (homojenlik) gibi parametreler ile belirlenmiştir (Onurlar ve zkaya, 2018). Bu değerlendirmelere göre dondurma örneklerinin görünüm zellikleri Tablo 4.39’ da verilmiştir.

Tablo 4. 39. Dondurma örneklerinin görünüm özellikleri

Yağ Oranı (%)	Duyusal Özellikler Görünüm		
	Nar Çekirdeği Yağı Oleojel İlaveli Dondurma	İncir Çekirdeği Yağı Oleojel İlaveli Dondurma	Süt Yağı İlaveli Kontrol Dondurma
5	5.33±2.50 ^{Bc}	6.83±1.60 ^{Ab}	8.00±1.41 ^{Aa}
10	5.83±2.56 ^{Ac}	6.33±3.20 ^{Bb}	6.50±3.27 ^{Ca}
14	4.67±3.01 ^{Cb}	3.83±2.93 ^{Cc}	7.33±2.25 ^{Ba}

^{AB} Aynı sütündeki büyük harfler nar çekirdeği yağı oleojeli, incir çekirdeği yağı oleojeli ve süt yağı ilaveli kontrol dondurma örneklerinin kendi içerisinde karşılaştırması olup, aynı harflerle simgelenen örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmamaktadır ($p<0.05$). ^{ab} Aynı satırdaki küçük harfler ise nar çekirdeği yağı oleojeli, incir çekirdeği yağı oleojeli ve süt yağı ilaveli kontrol dondurma örneklerinin aynı yağ oranlarının birbiri ile karşılaştırılması olup aynı harflerle simgelenen örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmadığını göstermektedir ($p<0.05$).

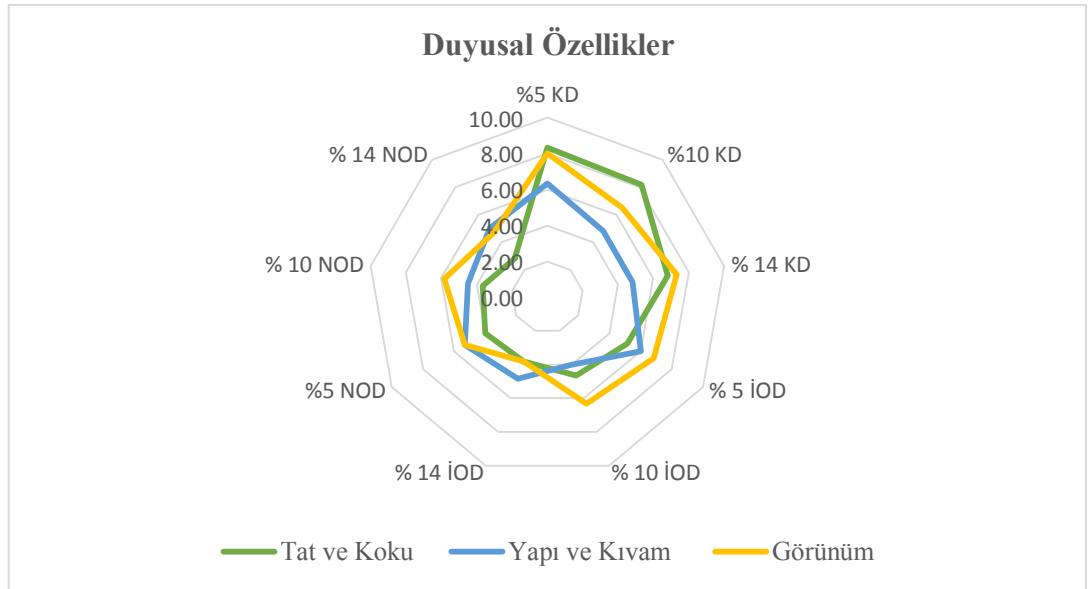
Oleojel ilaveli dondurma örneklerinin görünüm özelliklerine ait duyusal analiz sonuçları Tablo 4.39' da verilmiş olup değerleri 3.83 ile 8.00 arasında değişmektedir. İncir ve nar çekirdek oleojel örneklerin %5, %10 ve %14 oranlarında ilavesi oranlarda arasındaki görünüm farkı önemlidir ancak dar bir aralıkta değişim göstermiştir. İncir ve nar çekirdek oleojel dondurma örnekleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ancak değişim dar bir aralıkta gözlemlenmiştir. Kontrol grubu örnekler oleojel ile üretilen örneklere göre daha yüksek puanlar ile değerlendirilmiş ve istatistiksel olarak önemlidir. Bunun sebebinin kontrol grubu örnekler süt yağı ile üretildiği için daha beyaz opak renklere sahip iken nar çekirdeği yağı ve incir çekirdeği yağı oleojeli ile üretilen örnekler yapısında bulunan balmumu ve karnauba vakstan dolayı sarı ve parlak görünüm kazanmıştır. Buda panelistler tarafından aşına olunan dondurma renginden farklıdır.

Duyusal analizde görünüm-renk özelliği bakımından en yüksek 8.00 puan ile %5 yağlı kontrol dondurması en düşük 3.83 puan ile %14 yağlı incir çekirdeği yağı oleojel ilave edilmiş dondurma örnekleri olduğu tespit edilmiştir. Nar çekirdeği yağı oleojel ilaveli dondurma örneklerinde görsel açıdan renk özelliği değişkenlik gösterirken incir çekirdeği yağı oleojel ilave edilmiş dondurma örneklerinde yağ oranı arttıkça renk puanlaması ve görsel açıdan beğeni azalmıştır.

Takigami (2000)' nin yapmış olduğu çalışmada ksantan sakızı ve konjak sakızı kullanılarak üretilmiş olduğu dondurma örneklerinde ksantan sakızı ve konjak sakızının renk ve görünümü olumsuz yönde etkilediği ve ksantan sakızının karragenana göre

konjak sakızıyla daha yüksek bir kıvam oluşturması ve dolayısıyla meydana gelen plastik benzeri (sakızimsı) bir yapının dondurmanın görünüm özelliklerini etkilemiş olmasıyla izah edilebilmektedir. Bu durum alışıl gelen tekniklerle süt kreması kullanılarak üretilen dondurma örneklerinin nar çekirdeği yağı ve incir çekirdeği yağı oleojeli kullanılarak üretilen dondurma örneklerine göre görünüm açısından daha çok beğenilmesini açıklamaktadır. Akesowan (2008)' in yapmış olduğu çalışmada konjak sakızının ve karragenanla kombinasyonu ile dondurmanın yüzey düzgünlüğü üzerinde olumlu etkilerinin olduğunu belirlemiştir bu durum kontrol grubu örneklerle oleojel içeren örnekler arasındaki görünüm değerlendirmesi açısından çok büyük puan farklarının olmamasının sebebini açıklamaktadır.

Farklı oranda ve farklı olejeller ile üretilen dondurma örneklerinin tanımlayıcı duyu özellikleri Şekil 4.14' te gösterilmektedir.



Şekil 4. 14. Dondurma örnekleri duyu özellikleri tat ve koku, yapı ve kıvam ve görünüm özellikleri (İOD: İncir çekirdeği yağı oleojeli ilave edilmiş dondurma NOD: Nar çekirdeği yağı oleojeli ilave edilmiş dondurma KD: Manda sütü kreması ilave edilmiş kontrol dondurmaları)

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tez kapsamında nar çekirdek yağı ve incir çekirdek yağ kullanılarak keçiyoynuzu gamı, karnauba vaks ve balmumu bileşenlerinin farklı oranları kullanılarak dondurma için optimum oleojel üretilmesi ve fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Organojel sistemleri ile süt kremasını değiştirerek daha sağlıklı ticari dondurmaların üretilme olasılığını araştırmak amaçlanmıştır. Özellikle son üründe istenen doymuş yağ asitlerinin miktarını azaltmak ve dondurmayı antioksidan bileşikler açısından zenginleştirmek için soğuk pres yağlar tercih edilmiştir. Dondurmaların kalite özellikleri, kullanılan yağın miktarı (%5, %10 ve %14) ve türü (süt kreması, nar çekirdek yağı, incir çekirdek yağı ve üç farklı seviyede jelatör içeren organojeller) ve bunların etkileşiminin bir fonksiyonu olarak incelenmiştir.

- Bu çalışmada oleojel örneklerinin üretilmesinde formülasyon bileşenleri D-optimal deneme desenine göre optimize edilmiştir. Optimizasyonda keçiyoynuzu, balmumu ve karnauba vaks bağımsız değişken olarak seçilmiştir. Bu oleojellerin yan değişkeni; kuru madde, su aktivitesi, sertlik, renk, kristalizasyon zamanı ölçümü, santrifüj stabilite testi, serbest yağ asitliği, termal özelliklerinin belirlenmesi (DSC) ve GC-MS ile aroma uçucu profillerinin analizi gerçekleştirilmiştir. Optimizasyonda bu yanıtlardan kuru madde miktarının belirlenmesi dondurma üretiminde kütle dengeli oluşturması açısından önemli ilk değerlendirilen sonuç olurken diğer yanıtların aralık içinde olması amaçlanmıştır. Tez çalışması kapsamında organojelatör bileşenlerinin alt üst seviyeleri belirlenmiş ve buna bağlı hazırlanan D-optimal deneme deseninin belirlediği farklı oranlarda nar çekirdek yağ oleojelinden 10 adet, incir çekirdek yağ oleojelinden de 10 adet farklı formülasyon olmak üzere toplam 20 adet oleojel üretilmiştir.
- Üretilen denemelerin optimizasyonu sonucunda nar çekirdeği yağı oleojeli bileşenleri sırasıyla keçiyoynuzu gamı (X_1) %1.282, balmumu (X_2) %1.525 ve karnauba vaks (X_3) %14.193 kullanılarak üretilen oleojel formülasyonun dondurma için en uygun model olduğu tespit edilmiştir. Bir diğer optimum incir çekirdeği yağı oleojeli bileşenleri ise sırasıyla keçiyoynuzu gamı (X_1) %1.351, balmumu (X_2) %1.250 ve karnauba vaks (X_3) %14.400 oranlarında kullanılarak üretilen oleojel formülasyonun dondurma için en uygun model

olduğu tespit edilmiştir. Nar çekirdek yağı ile incir çekirdek yağ oleojelleri için seçilen optimum nokta ve formülasyonlar birbirinden farklıdır.

- Formülasyon bileşenlerinin su aktivitesi yanıtı üzerindeki etkisi nar ve incir çekirdek oleojel kullanımını sonucunda farklılıklar göstermiş ve nar çekirdek oleojelinde maksimum 0.950 belirlenirken incir çekirdek oleojelinde maksimum 0.933 olarak belirlenmiştir. İncir ve nar çekirdek yağ oleojellerinin kuru madde miktarı sırasıyla, %56.870 ve %58.700, kristalizasyon zamanı maksimum 12.00 ve 25.33, serbest yağ asitliği (oleoik asit cinsinden) maksimum %3.32 ve %8.36 (mgKOH/g oleojel yağ) olarak belirlenmiştir. Literatürde var olan oleojel çalışmalarında farklı yağların farklı organojelatör ile üretilmesine karşın tartışma yapabilecek benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bu bağlamda tezde yapılan optimizasyon ile standart üretim için formülasyon parametrelerinin alt üst limitlerinin sınırlarının belirlendiği kanaatine varılabilir.
- Oleojelin kullanılacağı ürünlerin özelliklerinin değerlendirilmesinde sertlik önemli bir faktör olup nar çekirdeği yağı oleojeli sertlik değeri maksimum 414.30, incir çekirdeği yağı oleojeli sertlik değeri ise maksimum 367.67 olarak tespit edilmiştir.
- Nar çekirdeği yağı oleojeli renk parametreleri maksimum $L= 89.95$, $a^*= 12.55$ ve $b^*= 34.20$ olarak saptanmıştır. İncir çekirdeği yağı oleojelinin renk değerleri ise $L= 90.82$, $a^*= 12.30$ ve $b^*= 34.23$ olarak tespit edilmiştir. Oleojel örneklerinde kullanılan balmumu ve karnauba vaksın etkisiyle sırasıyla artan pozitif değerlerde kırmızılık ve sarılık tespit edilmiştir.
- Oleojel numunelerinin termal özellikleri belirlenmiş DSC spektrumlarında bazı örneklerimizde birden fazla erime ve kristalizasyon piki elde edilmiştir. Bu sebeple tüm ayırt edilebilir tepeler için T_{pik} rapor edilmiş olup yalnızca ilk T_{pik} ve toplam entalpi rapor edilmiştir. Nar çekirdeği yağı oleojeli kristalizasyon noktası değerleri 133.22-102.43°C arasında değişkenlik gösterirken kristalizasyon entalpisi değerleri ise 1059-622.5°C arasında tespit edilmiştir. İncir çekirdeği yağı oleojeli erime noktası değerleri ise 139.56–57.74°C arasında değişkenlik gösterirken erime entalpisi değerleri ise 178.4-13.77°C arasında tespit edilmiştir.

- Farklı organajelatör kullanılarak hazırlanan nar ve incir çekirdek yağı oleojellerinde bağımsız değişkenler bileşen sayısı ve pik alanı üzerinde etkili olmuştur. Nar ve incir çekirdek oleojellerinin her ikisinde de en yüksek 43 bileşen tespit edilmiştir. Bu çalışmada, incir çekirdeği yağ oleojellerinde konjuge linolenik asit ((C18:3) – Omega 3) baskın bulunurken, nar çekirdeği yağı oleojellerinde ise punisik asit (9 -*trans*, 11- *cis*, 13- *trans*, oktadekatrienoik asit) olarak bilinen konjuge yağ asiti baskın bulunmuştur.

Bu çalışmada dondurma örnekleri kontrol dondurma için manda sütü kreması ve D-optimal deneme desenine göre optimum noktaları belirlenen nar çekirdeği yağı oleojeli ve incir çekirdeği yağı oleojeli kullanılarak üretilmiştir. Proje kapsamında ulaşılmaya hedeflenen manda sütünün kremasının kısmen ve tamamen oleojellerle ikamesi olup olmadığının belirlenmesi amacıyla dondurma ürün formülasyonları tekrar oluşturulmuştur. Buna göre dondurma örneklerinin analiz sonuçları SPSS istatistik programı kullanılarak değerlendirilmiştir. %5, %10 ve %14 yağlı dondurma örneklerinde pH, titrasyon asitliği, kuru madde, yağ, erime oranı, sertlik, renk ve duyu analiz kapsamında tat ve koku, yapı ve kıvam ve görünüm özellikleri değerlendirilmiştir. Dondurma üretiminin yağ oranı belirlenmesi kütle dengeli formülasyonu oluşturulması açısından önemli ilk değerlendirilen sonuç olurken diğer analiz sonuçlarının kontrol dondurma örnekleri ile oleojel içerikli dondurma örneklerinin karşılaştırması amaçlanmıştır. Bu amaçla %5 yağlı, %10 yağlı ve %14 yağlı olmak üzere manda süt kremalı, nar çekirdek yağ oleojeli ve incir çekirdek yağ oleojeli içeren toplam 9 adet dondurma üretimi gerçekleştirilmiştir.

- Dondurma kütle dengeliğine göre %15 şeker, %11 yağsız süt tozu, %0.8 stabilizör, %0.5 aroma (nar, incir ve vanilya) içeren %5 yağlı, %10 yağlı ve %14 yağlı dondurmalar üretilmiştir. Formülasyon bileşenlerinin pH değerleri pH 6.37 ile 6.50 aralığında değişmektedir. Dondurmaların % asitlik değerleri 0.225 ile 0.243 aralığında değişmekle birlikte en yüksek % asitlik değeri 0.243 ile %14 yağlı nar çekirdeği yağı oleojeli ile yapılan dondurma örneğinde olduğu saptanmıştır.
- Kütle dengeliği hesabında en önemli kriter olan kuru madde ve yağ oranlarından kuru madde değerleri 30.65 ile 41.75 aralığında değişkenlik göstermektedir ve yüksek kuru madde değeri %14 yağlı nar çekirdeği yağı oleojeli ile yapılan dondurma örneğinde saptanmıştır. Dondurma örneklerinin %yağ değerleri ise

5.02 ile 14.12 aralığında değişmektedir. En düşük yağ değeri %5 yağlı nar çekirdeği yağı oleojeli ile yapılan dondurma örneğinde, en yüksek yağ değeri ise %14 yağlı nar çekirdeği yağı oleojeli ile yapılan dondurma örneğinde olduğu saptanmıştır.

- Dondurma örneklerinin erime oranları 10, 20, 30, 40, 50, 60, 75 ve 90. dakika da hesaplanmıştır. En hızlı %5 yağlı süt kremalı kontrol örneği erirken %14 yağlı nar çekirdeği yağı oleojeli ile yapılan dondurma hiç erimemiştir. Nar çekirdeği yağı oleojeli ile yapılan dondurma örneklerinde en hızlı erime özelliği gösteren dondurma %5 yağlı nar çekirdeği yağı oleojeli içeren dondurma olup 50. dakika itibariyle %92.08 erime oranı ile sabitlenirken İncir çekirdeği yağı oleojeli ile yapılan dondurma örneklerinde en hızlı erime özelliği gösteren %5 yağlı incir çekirdeği yağı oleojeli içeren dondurma örneği %96.68 erime oranı ile 50. dakika itibariyle sabitlenmiştir.
- Dondurma örneklerinin sertlik değerleri 414.30 N ile 180.00 N aralığında değişmektedir. En düşük 180.00 N sertlik değeri ile %14 yağlı incir çekirdeği yağı oleojeli dondurma en yüksek 414.30 N sertlik değeri ile %5 yağlı nar çekirdeği yağı oleojel ilaveli dondurma örneğinde tespit edilmiştir. Dondurma yağ miktarının artması (%5, %10, %14) ile dondurma örneklerinin sertlik değerlerinde düşme saptanırken dondurmanın sertliğinin yağ içeriği ile ters orantılı olduğu tespit edilmiştir.
- Nar çekirdeği yağı oleojel ilaveli dondurma örnekleri renk parametreleri maksimum $L=74.86$, $a^*=8.56$, $b^*=19.32$ değerleri tespit edilirken incir çekirdeği yağı oleojel ilaveli dondurma örneklerinde ise $L=79.35$, $a^*=9.06$, $b^*=21.12$ olduğu tespit edilmiştir.
- Nar çekirdeği yağı oleojel ilaveli dondurma ve incir çekirdeği yağı oleojel ilaveli dondurma örneklerinin tat koku özelliklerine ait duyusal analiz değerleri sırasıyla 4.00–5.1, yapı ve kıvam özelliklerine ait duyusal analiz değerleri sırasıyla 5.33–6.00 ve görünüme ait duyusal analiz değerleri ise 5.83–6.83 olarak tespit edilmiştir.

Elde edilen verilere göre %15 şeker, %11 yağsız süt tozu, %0.8 stabilizör, %0.5 nar aroması ve %5 nar çekirdeği yağı oleojeli ilave edilerek üretilen %5 yağlı nar çekirdeği yağı oleojeli ilave edilmiş dondurma örneği ve %15 şeker, %11 yağsız süt tozu, %0.8 stabilizör, %0.5 incir aroması ve %5 incir çekirdeği yağı oleojeli ilave

edilerek üretilen %5 yağlı incir çekirdeği yağı oleojeli ilave edilmiş dondurma örnekleri duysal açıdan en çok beğenilen ürünler olmuştur.

Yapılan çalışmada elde edilen veriler doğrultusunda aşağıdaki öneriler yapılabilir;

- 1- Şekerleme ürünlerinde, yeni ürün geliştirme ve yeniden formülasyon çalışmalarında, genel kalite algısı üzerindeki etkilerinden dolayı duysal özellikler dikkate alınmalıdır (Pizzoni vd., 2015). Tüketicilerin daha düşük kalorili ve sağlıklı yağ içerikli ürünlere olan talebi artmasına rağmen, bu ürünlerin kalite özelliklerinde olumsuz değişiklikler istenmemektedir. Dondurmanın tercihinde motivasyon faktörü fizyolojik beslenme değildir. Bu sebeple oleojel üretiminde kullanılan bileşenlerin duysal açıdan kabul düzeyi yüksek olmalıdır. Bu nedenle, uygun maliyetli yağ fazında üç boyutlu yapı oluşturabilen ve duysal olarak negatif etkisiyle yüzleşmek için yeni bileşenler üzerinde daha fazla araştırma yapılmalıdır.
- 2- Nar ve incir çekirdeği yağı oleojelleri kullanılarak ticari dondurma üretilebilme potansiyeli araştırılmış ve olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçlar arasında yağ tipinin ve yağ miktarının dondurmanın karakteristik özellikleri üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle manda sütü yerine alternatif süt ve dondurma üretim yöntemlerinin deneneceği çalışmalarda optimizasyon çalışmalarının yapılması ve yeni formülasyon denemelerigerekmektedir. Bu alanda mevcut bilgiler yetersizdir. Bu konuda yapılacak çalışmalar literatürde ihtiyaç olan veri miktarını arttıracaktır
- 3- Literatürde nar ve incir çekirdek yağlarının faydalı bileşenlerinden dolayı çalışmalara konu oldukları ve sağlık amaçlı kullanılabilirliği üzerine çok sayıda araştırma mevcuttur. Benzer sağlık faydası taşıyan farklı yağlı bileşikler ve farklı organojellatör bileşenlerinin kullanılması ile yapısal özellikleri ve bunlardan ortaya çıkan üç boyutlu yapının üzerindeki etkileri hakkında daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Abbasi, A. M., Shah, M. H., Li, T., Fu, X., Guo, X., & Liu, R. H. (2015). Ethnomedicinal values, phenolic contents and antioxidant properties of wild culinary vegetables. *Journal of Ethnopharmacology*, 162, 333-345.
- Abbasi, H., Rezaei, K., & Rashidi, L. (2008). Extraction of essential oils from the seeds of pomegranate using organic solvents and supercritical CO₂. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 85(1), 83-89.
- Abbasi, H., Rezaei, K., Emamdjomeh, Z., & Mousavi, S. M. E. (2008). Effect of various extraction conditions on the phenolic contents of pomegranate seed oil. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 110(5), 435-440.
- Abd El-Rahman, A. M., Madkor, S. A., Ibrahim, F. S. ve Kilara, A., 1997. Physical Characteristics of Frozen Desserts Made with Cream, Anhydrous Milk Fat, or Milk Fat Fractions. *Journal Dairy Science* 80: 1926-1935.
- Abd El-Salam, M. H., & El-Shibiny, S. (2011). A comprehensive review on the composition and properties of buffalo milk. *Dairy science & technology*, 91(6), 663-699.
- Abdollahi, M., Goli, S. A. H., & Soltanizadeh, N. (2020). Physicochemical properties of foam- templated oleogel based on gelatin and xanthan gum. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 122(2), 1900196.
- Abdolmaleki, K., Alizadeh, L., Nayebzadeh, K., Hosseini, S. M., & Shahin, R. (2020). Oleogel production based on binary and ternary mixtures of sodium caseinate, xanthan gum, and guar gum: Optimization of hydrocolloids concentration and drying method. *Journal of texture studies*, 51(2), 290-299.
- Açu, M., & Kımık, Ö. (2014). Fonksiyonel özellikleri geliştirilmiş dondurma üretimi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 50(1), 1-12.
- Adapa, S., Dingeldein, H., Schmidt, K. A., & Herald, T. J. (2000). Rheological properties of ice cream mixes and frozen ice creams containing fat and fat replacers. *Journal of dairy science*, 83(10), 2224-2229.
- Adnaik, R. S., & Mohite, S. K. (2015). Analysis of physiochemical properties and fatty acid profile of Citrullus vulgaris seed oil. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 7(4), 230-233.
- Ahmad, S. (2013). Buffalo milk. *Milk and dairy products in human nutrition: Production, composition and health*, 519-553.
- Ahmed, M. M., Samir, E. S. A., El-Shehawi, A. M., & Alkafafy, M. E. (2015). Anti-obesity effects of Taif and Egyptian pomegranates: Molecular study. *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, 79(4), 598-609.
- Aime, D. B., Arntfield, S. D., Malcolmson, L. J., & Ryland, D. (2001). Textural analysis of fat reduced vanilla ice cream products. *Food research international*, 34(2-3), 237-246.
- Akalın, A. S., Karagözlü, C., & Ünal, G. (2008). Rheological properties of reduced-fat and low-fat ice cream containing whey protein isolate and inulin. *European Food Research and Technology*, 227(3), 889-895.
- Akbari, M., Eskandari, M. H., & Davoudi, Z. (2019). Application and functions of fat replacers in low-fat ice cream: A review. *Trends in food science & technology*, 86, 34-40.
- Akesowan, A. (2008). Effect of combined stabilizers containing Konjac flour and κ-carrageenan on ice cream. *au JT*, 12(2), 81-85.
- Akoh, C. C. (1998). Fat replacers. *Food technology (USA)*.

- Alamprese, C., Foschino, R., Rossi, M., Pompei, C., & Savani, L. (2002). Survival of *Lactobacillus johnsonii* La1 and influence of its addition in retail-manufactured ice cream produced with different sugar and fat concentrations. *International Dairy Journal*, 12(2-3), 201-208.
- Alizadeh, M., Azizi-Lalabadi, M., & Kheirouri, S. (2014). Impact of using stevia on physicochemical, sensory, rheology and glycemic index of soft ice cream. *Food and Nutrition Sciences*, 2014.
- Al-Maiman, S. A., & Ahmad, D. (2002). Changes in physical and chemical properties during pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit maturation. *Food Chemistry*, 76(4), 437-441.
- Alongi, M., Lucci, P., Clodoveo, M. L., Schena, F. P., & Calligaris, S. (2022). Oleogelation of extra virgin olive oil by different oleogelators affects the physical properties and the stability of bioactive compounds. *Food Chemistry*, 368, 130779.
- American Oil Chemist's Society. 1998. *Official Methods and Recommended Practices*, AOCS, 5th ed., The Society, Champaign, IL, ABD.
- Anonim, (2021b). <https://www.baharbitkisel.com/dogal-katkisiz-bal-mumu-100-gr> (10.01.2022)
- Anonim, (2021c). https://toptan.sabunaria.com/malzemeler/karnauba-mumu_carnauba-wax/ (07.08.2021)
- Anonim, (2021d). <https://gkm-tr.com/tr/keciboynuzu-gami/> (10.08.2021)
- Anonim, (2021e). <https://www.aysetolga.com/nar-cekirdegi-oz-yaginin-faydalari-nelerdir> (12.07.2021)
- Anonim, (2021f). <https://www.degerlidogaltas.com/incir-cekirdegi-yaginin-faydalari-nelerdir/> (10.06.2021)
- Anonim, (2021a). <https://egepazarindan.com/balmumu-yara-tedavisi-nedir-beeswax-ne-ise-yarar/> (10.06.2021)
- AOCS. (2004). Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society, Champaign.
- Arbuckle, W. S., (1986). *Ice Cream*. 4. Edition, Van Nostrand Reinhold New York.
- Arbuckle, W. S., (2013). *Ice cream*. Springer.
- Arepally, D., & Goswami, T. K. (2019). Effect of inlet air temperature and gum Arabic concentration on encapsulation of probiotics by spray drying. *Lwt*, 99, 583-593.
- Aschemann-Witzel, J., Gantriis, R. F., Fraga, P., & Perez-Cueto, F. J. (2021). Plant-based food and protein trend from a business perspective: markets, consumers, and the challenges and opportunities in the future. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 61(18), 3119-3128.
- Ascherio A, Katan MB, Zock PL, Stampfer MJ, Willett WC (1999) Trans fatty acids and coronary heart disease. *N Engl J Med* 340:1994–1998
- Aslam, M. N., Lansky, E. P., & Varani, J. (2006). Pomegranate as a cosmeceutical source: pomegranate fractions promote proliferation and procollagen synthesis and inhibit matrix metalloproteinase-1 production in human skin cells. *Journal of ethnopharmacology*, 103(3), 311-318.
- Atik, I., Tekin Cakmak, Z. H., Avcı, E., & Karasu, S. (2021). The Effect of Cold Press Chia Seed Oil By-Products on the Rheological, Microstructural, Thermal, and Sensory Properties of Low-Fat Ice Cream. *Foods*, 10(10), 2302.

- Aydeniz Guneser, B., Yılmaz, E., & Uslu, E. K. (2021). Sunflower Oil–Beeswax Oleogels Are Promising Frying Medium for Potato Strips. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 123(10), 2100063.
- Aydın, B., & Güneşer, O. Manda Sütünden Üretilen Bazı Ürünlerin Duyusal Özellikleri. *Uşak Üniversitesi Fen ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 5(1), 110-123.
- Badgujar, S. B., Patel, V. V., Bandivdekar, A. H., & Mahajan, R. T. (2014). Traditional uses, phytochemistry and pharmacology of *Ficus carica*: A review. *Pharmaceutical biology*, 52(11), 1487-1503.
- Baesso, M. L., Shen, J., & Snook, R. D. (1994). Laser-induced photoacoustic signal phase study of stratum corneum and epidermis. *Analyst*, 119(4), 561-562.
- Balasubramanian, R., Sughir, A. A., & Damodar, G. (2014). Oleogel: A promising base for transdermal formulations. *Asian Journal of Pharmaceutics (AJP): Free full text articles from Asian J Pharm*, 6(1).
- Banupriya, S., Elango, A., Karthikeyan, N., & Kathirvelan, C. Organogelation—A Newer Technology to Develop Designer Ice Cream.
- Barak, S., & Mudgil, D. (2014). Locust bean gum: Processing, properties and food applications—A review. *International journal of biological macromolecules*, 66, 74-80.
- Barbut, S., Wood, J., & Marangoni, A. (2016a). Potential use of organogels to replace animal fat in comminuted meat products. *Meat Science*, 122, 155-162.
- Barbut, S., Wood, J., & Marangoni, A. (2016b). Quality effects of using organogels in breakfast sausage. *Meat science*, 122, 84-89.
- Barolo, M. I., Mostacero, N. R., & López, S. N. (2014). *Ficus carica* L. (Moraceae): an ancient source of food and health. *Food chemistry*, 164, 119-127.
- Bascuas, S., Hernando, I., Moraga, G., & Quiles, A. (2020). Structure and stability of edible oleogels prepared with different unsaturated oils and hydrocolloids. *International Journal of Food Science & Technology*, 55(4), 1458-1467.
- Bekiroğlu, H. (2014). Manda Sütünden Üretilen Dondurma Örneklerinin Kalitesi. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 91, Erzurum.
- Bemer, H. L., Limbaugh, M., Cramer, E. D., Harper, W. J., & Maleky, F. (2016). Vegetable organogels incorporation in cream cheese products. *Food Research International*, 85, 67-75.
- Berry MJ, Quail PJ, Wilkinson JE. 2006. Ice cream confection. WO 2006042608 A1
- Bigliardi, B., & Galati, F. (2013). Innovation trends in the food industry: the case of functional foods. *Trends in Food Science & Technology*, 31(2), 118-129.
- Blake, A. I., Co, E. D., & Marangoni, A. G. (2014). Structure and physical properties of plant wax crystal networks and their relationship to oil binding capacity. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 91(6), 885-903.
- Blake, A. I., Toro-Vazquez, J. F., & Hwang, H. S. (2018). Wax oleogels. In *Edible oleogels* (pp. 133-171). AOCS Press.
- Bodyfelt, F. W., Tobias, J., & Trout, G. M. (1988). *The sensory evaluation of dairy products*. Van Nostrand Reinhold.
- Bollom, M. A., Clark, S., & Acevedo, N. C. (2020). Development and characterization of a novel soy lecithin-stearic acid and whey protein concentrate bigel system for potential edible applications. *Food Hydrocolloids*, 101, 105570.

- Bot, A., & Agterof, W. G. (2006). Structuring of edible oils by mixtures of γ -oryzanol with β -sitosterol or related phytosterols. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 83(6), 513-521.
- Bradley, R.L., Arnold, Jr. E., Barbano, Jr. D.M. Semerad, R.G., Smith, D.E. & Vines, B.K. 1992. Chemical and physical methods. In: R.T. Marshall Eds., Standard methods for the examination of dairy products. American Public Health Association, Washington, DC.
- Bringe, N. A., & Clark, D. R. (1993). Simplese®. Formulation and properties of microparticulated whey protein. *Science for the food industry of the 21st Century*, ATL Press, Mt. Prospect, IL, 51-68.
- Callau, M., Sow-Kébé, K., Nicolas-Morgantini, L., & Fameau, A. L. (2020). Effect of the ratio between behenyl alcohol and behenic acid on the oleogel properties. *Journal of colloid and interface science*, 560, 874-884.
- Caló, E., & Khutoryanskiy, V. V. (2015). Biomedical applications of hydrogels: A review of patents and commercial products. *European Polymer Journal*, 65, 252-267.
- Carneiro, H. C., Tonon, R. V., Grosso, C. R., & Hubinger, M. D. (2013). Encapsulation efficiency and oxidative stability of flaxseed oil microencapsulated by spray drying using different combinations of wall materials. *Journal of food engineering*, 115(4), 443-451.
- Carvalho Filho, J. M. (2014). Pomegranate seed oil (*Punica granatum* L.): a source of punicic acid (conjugated α -linolenic acid). *J Human Nutri Food Sci*, 2(1), 1-11.
- Carvalho, F. C., Calixto, G., Hatakeyama, I. N., Luz, G. M., Gremião, M. P. D., & Chorilli, M. (2013). Rheological, mechanical, and bioadhesive behavior of hydrogels to optimize skin delivery systems. *Drug Development and Industrial Pharmacy*, 39(11), 1750-1757.
- Cela, E. V. S. S., da Rocha, M. D. B., Gomes, T. M., Chia, C. Y., & Alves, C. F. (2012). Clinical evaluation of the effectiveness of andiroba oil in burns caused by hair removal with intense pulsed light: A prospective, comparative and double-blind study. *Surg. Cosmet. Dermatol*, 4, 248-251.
- Chalapud, M. C., Bäumlér, E. R., & Carelli, A. A. (2017). Characterization of waxes and residual oil recovered from sunflower oil winterization waste. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 119(2), 1500608.
- Chen, G., & Zhang, J. (2020). Application Of Carboxymethylated Carob Bean Gum As Eco-Friendly Water Based Drilling Fluids Additive. *Rev. Roum. Chim*, 65(4), 387-393.
- Chen, X. W., Chen, Y. J., Wang, J. M., Guo, J., Yin, S. W., & Yang, X. Q. (2017). Tunable volatile release from organogel-emulsions based on the self-assembly of β -sitosterol and γ -oryzanol. *Food chemistry*, 221, 1491-1498.
- Co, E. D., & Marangoni, A. G. (2018). Oleogels: an introduction. In *Edible oleogels* (pp. 1-29). AOCS Press.
- Condit, I. (1955). Fig Varieties: A Monograph. *Hilgardia*, 23(11), 323-538.
- Coşkun, H., & Çağlar, A. Süt Teknolojisinde Ph'nın Önemi, Süt Ve Süt Ürünlerinde Ölçülmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(1).
- Cramer, E. D. (2016). *Rice Bran Wax Oleogel Water Holding Capacity and Its Effects on the Physical Properties of the Network* (Doctoral dissertation, The Ohio State University).
- Crumb, D. J., & Vatter, D. A. (2011). Conjugated linoleic acid (CLA)-An overview. *International Journal of Applied Research in Natural Products*, 4(3), 12-18.

- Curt, M. D., Sánchez, G., & Fernández, J. (2002). The potential of *Cynara cardunculus* L. for seed oil production in a perennial cultivation system. *Biomass and bioenergy*, 23(1), 33-46.
- Çam, M., Erdoğan, F., Aslan, D., & Dinç, M. (2013). Enrichment of functional properties of ice cream with pomegranate by-products. *Journal of food science*, 78(10), C1543-C1550.
- Çelegen, Ş., & Özer, C. O. (2019). *Hayvansal Yağ İkamisi Olarak Zeytinyağı Emülsiyonu İle Hazırlanan Oleojel Ve Bezelye Kabuğu Tozunun Yağı Azaltılmış Hamburger Köftesi Üretiminde Kullanım İmkanlarının Araştırılması* (Master's thesis, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi).
- Çiftçi, S. (2019). *Effects of different type of waxes on cocoa cream* (Master's thesis).
- Da Pieve, S., Calligaris, S., Nicoli, M. C., & Marangoni, A. G. (2010). Shear nanostructuring of monoglyceride organogels. *Food Biophysics*, 5(3), 211-217.
- Daniel, J., & Rajasekharan, R. (2003). Organogelation of plant oils and hydrocarbons by long-chain saturated FA, fatty alcohols, wax esters, and dicarboxylic acids. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 80(5), 417-421.
- Dassanayake, L. S. K., Kodali, D. R., & Ueno, S. (2011). Formation of oleogels based on edible lipid materials. *Current opinion in colloid & interface science*, 16(5), 432-439.
- Dassanayake, L. S. K., Kodali, D. R., Ueno, S., & Sato, K. (2009). Physical properties of rice bran wax in bulk and organogels. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 86(12), 1163.
- Davidovich-Pinhas, M. (2016). Oleogels: a promising tool for delivery of hydrophobic bioactive molecules. *Therapeutic delivery*, 7(1), 1-3.
- Davidovich-Pinhas, M. (2018). Oleogels. In *Polymeric Gels* (pp. 231-249). Woodhead Publishing.
- Davidovich-Pinhas, M. (2019). Oil structuring using polysaccharides. *Current Opinion in Food Science*, 27, 29-35.
- de Vries, A., Wesseling, A., van der Linden, E., & Scholten, E. (2017). Protein oleogels from heat-set whey protein aggregates. *Journal of colloid and interface science*, 486, 75-83.
- Demiralp, Ş. Y., Soncu, E. D., & Kolsarıcı, N. (2017). Oleogels and their utilization in emulsified meat products. *GIDA-Journal of Food*, 42(5), 505-513.
- Demirci, Ş. (2021). Oleojelasyon teknolojisiyle baharatlı sürülebilir zeytinyağı ürünlerinin geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 74, Çanakkale
- Demirkesen, I., & Mert, B. (2020). Recent developments of oleogel utilizations in bakery products. *Critical reviews in food science and nutrition*, 60(14), 2460-2479.
- Demirkesen, İ. (2017). Rheological and textural characteristics of oleogels formed by different waxes. *GIDA-Journal of Food*, 42(1), 50-57.
- Demirtaş, Ö. (2007). Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua*) Çekirdeklerinden Gam Üretim Yollarının Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Dervişoğlu, M., & Yazıcı, F. (2006). Not. Narenciye lifinin dondurmanın fiziksel, kimyasal ve duyu özelliklerine etkisi. *Gıda Bilimi ve Teknolojisi Uluslararası*, 12 (2), 159-164.
- Dickinson, E. (1992). *Introduction to food colloids*. Oxford university press.

- Doan, C. D., Tavernier, I., Okuro, P. K., & Dewettinck, K. (2018). Internal and external factors affecting the crystallization, gelation and applicability of wax-based oleogels in food industry. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 45, 42-52.
- Doan, C. D., Tavernier, I., Sintang, M. D. B., Danthine, S., Van de Walle, D., Rimaux, T., & Dewettinck, K. (2017). Crystallization and gelation behavior of low-and high melting waxes in rice bran oil: a case-study on berry wax and sunflower wax. *Food biophysics*, 12(1), 97-108.
- Doan, C. D., Van de Walle, D., Dewettinck, K., & Patel, A. R. (2015). Evaluating the oil-gelling properties of natural waxes in rice bran oil: rheological, thermal, and microstructural study. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 92(6), 801-811.
- Drewnowski, A., Shrager, E. E., Lipsky, C., Stellar, E., & Greenwood, M. R. C. (1989). Sugar and fat: sensory and hedonic evaluation of liquid and solid foods. *Physiology & behavior*, 45(1), 177-183.
- Duman, E., & Yazici, A. S. (2018). Physico-chemical properties of fresh fig (Mor Güz-Sarı Lop) seed and seed oil. *Anadolu*, 28(1), 69-76.
- EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA). (2010). Scientific opinion on dietary reference values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, trans fatty acids, and cholesterol. *EFSA Journal*, 8(3), 1461.
- Fadavi, A., Barzegar, M., & Azizi, M. H. (2006). Determination of fatty acids and total lipid content in oilseed of 25 pomegranates varieties grown in Iran. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(6-7), 676-680.
- Fan, L. (2015). Antimicrobial Effect of Pomegranate Juice on *Listeria innocua* and *Escherichia coli* in Different Culture Systems. In *2015 Annual Meeting (July 25-28, 2015)*.
- Favaro-Trindade, C. S., de Carvalho Balieiro, J. C., Dias, P. F., Amaral Sanino, F., & Boschini, C. (2007). Effects of culture, pH and fat concentration on melting rate and sensory characteristics of probiotic fermented yellow mombin (*Spondias mombin* L.) ice creams. *Food Science and Technology International*, 13(4), 285-291.
- Fayaz, G., Goli, S. A. H., Kadivar, M., Valoppi, F., Barba, L., Balducci, C., ... & Nicoli, M. C. (2017a). Pomegranate seed oil organogels structured by propolis wax, beeswax, and their mixture. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 119(10), 1700032.
- Fayaz, G., Goli, S. A. H., Kadivar, M., Valoppi, F., Barba, L., Calligaris, S., & Nicoli, M. C. (2017b). Potential application of pomegranate seed oil oleogels based on monoglycerides, beeswax and propolis wax as partial substitutes of palm oil in functional chocolate spread. *Lwt*, 86, 523-529.
- Fazaeli, M., Yousefi, S., & Emam-Djomeh, Z. (2013). Investigation on the effects of microwave and conventional heating methods on the phytochemicals of pomegranate (*Punica granatum* L.) and black mulberry juices. *Food Research International*, 50(2), 568-573.
- Fedakar, F., & Turgay, Ö. (2019). Maraş Dondurmasının Bazı Özelliklerinin İncelenmesi Some Properties of Maras Ice Cream.
- Fennema, O., Donhowe, I. G., & Kester, J. J. (1994). Lipid type and location of the relative humidity gradient influence on the barrier properties of lipids to water vapor. In *Water in Foods* (pp. 225-239). Pergamon.
- Ficsor, E., Szentmihályi, K., Lemberkovics, É., Blázovics, A., & Balázs, A. (2013). Analysis of *Ficus Carica* L.-volatile components and mineral content.
- Fredrick, E., Walstra, P., & Dewettinck, K. (2010). Factors governing partial coalescence in oil-in-water emulsions. *Advances in colloid and interface science*, 153(1-2), 30-42.

- Freschi, J., Doran, L., Malumba, P., & Blecker, C. (2014). Impact of freezing and thawing processes on wheat and potato starch gel syneresis. *Starch- Stärke*, 66(1-2), 208-215.
- Fu, H., Lo, Y. M., Yan, M., Li, P., & Cao, Y. (2020). Characterization of thermo-oxidative behavior of ethylcellulose oleogels. *Food chemistry*, 305, 125470.
- Gabbi, D. K., Bajwa, U., & Goraya, R. K. (2018). Physicochemical, melting and sensory properties of ice cream incorporating processed ginger (*Zingiber officinale*). *International Journal of Dairy Technology*, 71(1), 190-197.
- Gandolfo, F. G., Bot, A., & Flöter, E. (2004). Structuring of edible oils by long-chain FA, fatty alcohols, and their mixtures. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 81(1), 1-6.
- Gastaldi, E., Lagaude, A., & De La Fuente, B. T. (1996). Micellar transition state in casein between pH 5.5 and 5.0. *Journal of Food Science*, 61(1), 59-64.
- Gençdağ, E., Görgüç, A., Aylan, F., Arı, G., Bilgin, Ö., & Yılmaz, F. M. (2021). Techno-functional effect of stevia extract substitution on dry fig–fortified ice cream. *Journal of Food Processing and Preservation*, e15578.
- Ghosh, V., Ziegler, G. R., & Anantheswaran, R. C. (2002). Fat, moisture, and ethanol migration through chocolates and confectionary coatings. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 42(6), 583-626
- Giese, J. (1996). Fats, oils, and fat replacers. *Food technology (Chicago)*, 50(4), 77-84.
- Goff, H. D. (1997). Colloidal aspects of ice cream—a review. *International Dairy Journal*, 7(6-7), 363-373.
- Goff, H. D. (2002). Formation and stabilisation of structure in ice-cream and related products. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, 7(5-6), 432-437.
- Goff, H. D., & Hartel, R. W. (2013). *Ice cream the 7th. ed.*
- Goff, H. D., & Jordan, W. K. (1989). Action of emulsifiers in promoting fat destabilization during the manufacture of ice cream. *Journal of dairy science*, 72(1), 18-29.
- Goh, K. K., Ye, A., & Dale, N. (2006). Characterisation of ice cream containing flaxseed oil. *International journal of food science & technology*, 41(8), 946-953.
- Gonzalez, S., Duncan, S. E., O'Keefe, S. F., 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(1), 70-77.
- Goula, A. M., & Adamopoulos, K. G. (2012). A method for pomegranate seed application in food industries: seed oil encapsulation. *Food and Bioproducts Processing*, 90(4), 639-652.
- 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(5), 1705-1715.
- Greenwell, I. (2002). Newly Discovered Benefits of Gamma Tocopherol. *Life Extension Magazine*, 8(10), 38-42.
- Grossi, M., Palagano, R., Bendini, A., Riccò, B., Servili, M., García-González, D. L., & Toschi, T. G. (2019). Design and in-house validation of a portable system for the determination of free acidity in virgin olive oil. *Food Control*, 104, 208-216.
- Grossmann, M. E., Mizuno, N. K., Schuster, T., & Cleary, M. P. (2010). Punicic acid is an ω -5 fatty acid capable of inhibiting breast cancer proliferation. *International journal of oncology*, 36(2), 421-426.

- Guinard, J. X., Zoumas-Morse, C., Mori, L., Panyam, D., & Kilara, A. (1996). Effect of sugar and fat on the acceptability of vanilla ice cream. *Journal of dairy science*, 79(11), 1922-1927.
- Guinard, J. X., Zoumas- Morse, C., Mori, L., Uatoni, B., Panyam, D., & Kilara, A. (1997). Sugar and fat effects on sensory properties of ice cream. *Journal of food science*, 62(5), 1087-1094.
- Güven, M., Kalender, M., & Taşpınar, T. (2018). Effect of using different kinds and ratios of vegetable oils on ice cream quality characteristics. *Foods*, 7(7), 104.
- Güven, N., Gökyer, A., Koç, A., Temiz, N. N., Selvi, S., Koparal, B., ... & Erman, C. (2019). Physiochemical Composition of Fig Seed Oil from Turkey. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 7, 541-545.
- Hamilton, M. P. (1990). Ice cream manufacture. *International Journal of Dairy Technology*, 43(1), 17-20.
- Hanabusa, K., Matsumoto, M., Kimura, M., Kakehi, A., & Shirai, H. (2000). Low molecular weight gelators for organic fluids: gelation using a family of cyclo (dipeptide) s. *Journal of colloid and interface science*, 224(2), 231-244.
- Harde, H., Schumacher, W., Firbas, F., & Deffer, D. (1970). Strasburg's textbook of botany. *London: Chaucer*, 2.
- Hartel, R. W., Muse, M., & Sofjan, R. (2004). Effects of structural attributes on hardness and melting rate of ice cream. In *Ice cream II. Proceedings of the Second IDF International Symposium on Ice Cream, Thessaloniki, Greece, 14-16 May 2003* (pp. 124-139). International Dairy Federation.
- Harzallah, A., Bhourri, A. M., Amri, Z., Soltana, H., & Hammami, M. (2016). Phytochemical content and antioxidant activity of different fruit parts juices of three figs (*Ficus carica* L.) varieties grown in Tunisia. *Industrial Crops and Products*, 83, 255-267.
- Hasler, C. M. (2002). Functional foods: benefits, concerns and challenges—a position paper from the American Council on Science and Health. *The Journal of nutrition*, 132(12), 3772-3781.
- Hatakeyama, T., Naoi, S., Iijima, M., & Hatakeyama, H. (2005, April). Locust bean gum hydrogels formed by freezing and thawing. In *Macromolecular symposia* (Vol. 224, No. 1, pp. 253-262). Weinheim: Wiley- VCH Verlag.
- Hegenbart, S. (1996). The ice cream evolution. *Food Prod. Design*, 6(7), 29-44.
- Hermans, P. H. (1949). In *Colloid science II*; Kruyt, HR, Ed.
- Hopkins, E. J., Chang, C., Lam, R. S., & Nickerson, M. T. (2015). Effects of flaxseed oil concentration on the performance of a soy protein isolate-based emulsion-type film. *Food Research International*, 67, 418-425.
- Hssaini, L., Hanine, H., Charafi, J., Razouk, R., Elantari, A., Ennahli, S., ... & Ouaabou, R. (2020). First report on fatty acids composition, total phenolics and antioxidant activity in seeds oil of four fig cultivars (*Ficus carica* L.) grown in Morocco. *OCL*, 27, 8.
- Hughes, N. E., Marangoni, A. G., Wright, A. J., Rogers, M. A., & Rush, J. W. (2009). Potential food applications of edible oil organogels. *Trends in Food Science & Technology*, 20(10), 470-480.
- Hwang, H. S. (2020). A critical review on structures, health effects, oxidative stability, and sensory properties of oleogels. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 26, 101657.

- Hwang, H. S., Kim, S., Singh, M., Winkler- Moser, J. K., & Liu, S. X. (2012). Organogel formation of soybean oil with waxes. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 89(4), 639-647.
- Icyer, N. C., Toker, O. S., Karasu, S., Tornuk, F., Kahyaoglu, T., & Arici, M. (2017). Microencapsulation of fig seed oil rich in polyunsaturated fatty acids by spray drying. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 11(1), 50-57.
- Iijima, M., Hatakeyama, T., & Hatakeyama, H. (2014). Gel–sol–gel transition of kappa-carrageenan and methylcellulose binary systems studied by differential scanning calorimetry. *Thermochimica Acta*, 596, 63-69.
- Ilansuriyan, 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. *International Food Research Journal*, 25(6), 2579-2584.
- Imai, T., Nakamura, K. & Shibata, M. (2001). Relationship between the hardness of an oil–wax gel and the surface structure of the wax crystals. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 194, 233–237
- Islam, M. A., Amin, M. N., Siddiqui, S. A., Hossain, M. P., Sultana, F., & Kabir, M. R. (2019). Trans fatty acids and lipid profile: A serious risk factor to cardiovascular disease, cancer and diabetes. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*. 13(2), 1643–1647
- Jana, S., & Martini, S. (2016). Physical characterization of crystalline networks formed by binary blends of waxes in soybean oil. *Food Research International*, 89, 245-253
- Jenning, V., Thünemann, A. F., & Gohla, S. H. (2000). Characterisation of a novel solid lipid nanoparticle carrier system based on binary mixtures of liquid and solid lipids. *International journal of pharmaceutics*, 199(2), 167-177.
- Jing, P. U., Ye, T., Shi, H., Sheng, Y., Slavin, M., Gao, B., ... & Yu, L. L. (2012). Antioxidant properties and phytochemical composition of China-grown pomegranate seeds. *Food Chemistry*, 132(3), 1457-1464.
- Johanningsmeier, S. D., & Harris, G. K. (2011). Pomegranate as a functional food and nutraceutical source. *Annual review of food science and technology*, 2, 181-201.
- Joseph, B., & Raj, S. J. (2011). Pharmacognostic and phytochemical properties of *Ficus carica* Linn—An overview. *International journal of pharmtech research*, 3(1), 8-12.
- Kakhniashvili, T. A., Kolesnik, A. A., Zherebin, Y. L., & Golubev, V. N. (1986). Liposoluble pigments of the fruit of *Ficus carica*. *Chemistry of Natural Compounds*, 22(4), 477-479.
- Kara, S. (2019). *Karnauba ve balmumu vaksları ile hazırlanan oleojellerin DSC ve FT-IR spektroskopisi ile karakterizasyonu* (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Karaiskou, S., Blekas, G., & Paraskevopoulou, A. (2008). Aroma release from gum arabic or egg yolk/xanthan-stabilized oil-in-water emulsions. *Food Research International*, 41(6), 637-645.
- Keehner, K. (1996). Focus: ice cream'96. *Dairy Field*, 179(1), 22-33.
- Khoddami, A., Man, Y. B. C., & Roberts, T. H. (2014). Physico- chemical properties and fatty acid profile of seed oils from pomegranate (*Punica granatum* L.) extracted by cold pressing. *European journal of lipid science and technology*, 116(5), 553-562.
- Knuutinen, U., & Norrman, A. (2000, October). Wax analysis in conservation objects by solubility studies, FTIR and DSC. In *Proceedings of the 15th World Conference on Nondestructive Testing* (Vol. 65, pp. 78-86).

- Koeflerli, C. R. S., Piccinali, P., & Sigrist, S. (1996). The influence of fat, sugar and non-fat milk solids on selected taste, flavor and texture parameters of a vanilla ice-cream. *Food Quality and Preference*, 7(2), 69-79.
- Koksoy, A., Kilic, M., (2004). Use of hydrocolloids in textural stabilization of a yoghurt drink, ayran. *Food Hydrocolloids*, 18(4), 593-600.
- Konar, N. (2013). Influence of conching temperature and some bulk sweeteners on physical and rheological properties of prebiotic milk chocolate containing inulin. *European Food Research and Technology*, 236(1), 135-143.
- Korsmeyer, R. W., Gurny, R., Doelker, E., Buri, P., & Peppas, N. A. (1983). Mechanisms of solute release from porous hydrophilic polymers. *International journal of pharmaceutics*, 15(1), 25-35.
- Koxholt, M. M., Eisenmann, B., & Hinrichs, J. (2001). Effect of the fat globule sizes on the meltdown of ice cream. *Journal of Dairy Science*, 84(1), 31-37.
- Koyun, A. (2009). *Endüstriyel dondurma üretiminde yağsız süt tozu yerine, peyniraltı suyu protein konsantrisi kullanımının dondurmaya uygunluğunun araştırılması* (Master's thesis, Namık Kemal Üniversitesi).
- Kulkarni, A. P., & Aradhya, S. M. (2005). Chemical changes and antioxidant activity in pomegranate arils during fruit development. *Food chemistry*, 93(2), 319-324.
- Kurt, A., & Atalar, I. (2018). Effects of quince seed on the rheological, structural and sensory characteristics of ice cream. *Food Hydrocolloids*, 82, 186-195.
- Labell, F. (1991). Flavors designed for low-fat or no-fat frozen desserts. *Cited by*, 1222-1228.
- Lansky, E. P., & Newman, R. A. (2007). Punica granatum (pomegranate) and its potential for prevention and treatment of inflammation and cancer. *Journal of ethnopharmacology*, 109(2), 177-206.
- Lansky, E. P., Harrison, G., Froom, P., & Jiang, W. G. (2005). Pomegranate (Punica granatum) pure chemicals show possible synergistic inhibition of human PC-3 prostate cancer cell invasion across Matrigel™. *Investigational new drugs*, 23(2), 121-122.
- Larsson, K., Quinn, P., Sato, K., & Tiberg, F. (2006). *Lipids: structure, physical properties and functionality* (Vol. 19). Bridgewater: Oily Press.
- Les, F., Prieto, J. M., Arbonés-Mainar, J. M., Valero, M. S., & López, V. (2015). Bioactive properties of commercialised pomegranate (Punica granatum) juice: antioxidant, antiproliferative and enzyme inhibiting activities. *Food & function*, 6(6), 2049-2057.
- Levin, G. M. (1994). Pomegranate (Punica granatum) plant genetic resources in Turkmenistan. *Bulletin des Ressources Phytogenetiques (IPGRI/FAO); Noticiario de Recursos Fitogeneticos (IPGRI/FAO)*.
- Li, Z., Marshall, R., Heymann, H., & Fernando, L. (1997). Effect of milk fat content on flavor perception of vanilla ice cream. *Journal of Dairy Science*, 80(12), 3133-3141.
- Lim, J., Hwang, H. S., & Lee, S. (2017). Oil-structuring characterization of natural waxes in canola oil oleogels: rheological, thermal, and oxidative properties. *Applied Biological Chemistry*, 60(1), 17-22.
- Limpimwong, W., Kumrungsee, T., Kato, N., Yanaka, N., & Thongngam, M. (2017). Rice bran wax oleogel: A potential margarine replacement and its digestibility effect in rats fed a high-fat diet. *Journal of Functional Foods*, 39, 250-256.
- Liu, C., Zheng, Z., Zaaboul, F., Cao, C., Huang, X., & Liu, Y. (2019). Effects of wax concentration and carbon chain length on the structural modification of fat crystals. *Food & function*, 10(9), 5413-5425.

- Liu, G., Xu, X., Hao, Q., & Gao, Y. (2009). Supercritical CO₂ extraction optimization of pomegranate (*Punica granatum* L.) seed oil using response surface methodology. *LWT-Food Science and Technology*, 42(9), 1491-1495.
- Lucca, P. A., & Tepper, B. J. (1994). Fat replacers and the functionality of fat in foods. *Trends in Food Science & Technology*, 5(1), 12-19.
- Lupi, F. R., Gabriele, D., & de Cindio, B. (2012b). Effect of shear rate on crystallisation phenomena in olive oil-based organogels. *Food and bioprocess technology*, 5(7), 2880-2888.
- Lupi, F. R., Gabriele, D., Facciolo, D., Baldino, N., Seta, L., & De Cindio, B. (2012a). Effect of organogelator and fat source on rheological properties of olive oil-based organogels. *Food Research International*, 46(1), 177-184.
- Lupi, F. R., Gabriele, D., Greco, V., Baldino, N., Seta, L., & De Cindio, B. (2013). A rheological characterisation of an olive oil/fatty alcohols organogel. *Food research international*, 51(2), 510-517.
- Mahesar, S. A., Sherazi, S. T. H., Khaskheli, A. R., Kandhro, A. A., & Uddin, S. (2014). Analytical Approaches for free fatty acids assessment in oils and fats. *Analytical Methods*, 6(14), 4956-4963.
- Maity, G. C. (2007). Low molecular mass gelators of organic liquids.
- Manzocco, L., Valoppi, F., Calligaris, S., Andreatta, F., Spilimbergo, S., & Nicoli, M. C. (2017). Exploitation of κ -carrageenan aerogels as template for edible oleogel preparation. *Food Hydrocolloids*, 71, 68-75.
- Mao, L., Lu, Y., Cui, M., Miao, S., & Gao, Y. (2020). Design of gel structures in water and oil phases for improved delivery of bioactive food ingredients. *Critical reviews in food science and nutrition*, 60(10), 1651-1666.
- Mao, L., Roos, Y. H., & Miao, S. (2013). Volatile release from self-assembly structured emulsions: effect of monoglyceride content, oil content, and oil type. *Journal of agricultural and food chemistry*, 61(7), 1427-1434.
- Marangoni, A. G. (2012). Organogels: an alternative edible oil-structuring method. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 89(5), 749-780.
- Marangoni, A. G., & Garti, N. (2011). An overview of the past, present, and future of organogels. *Edible oleogels*, 1-17.
- Marín- Suárez, M., García- Moreno, P. J., Padiál- Domínguez, M., Guadix, A., & Guadix, E. M. (2016). Production and characterization of ice cream with high content in oleic and linoleic fatty acids. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 118(12), 1846-1852.
- Marshall, R. T., Goff, H. D., & Hartel, R. W. (2003). *Ice cream*. Springer Science & Business Media.
- Marshall, R.T. and Arbuckle, W.S. 1996. *Ice Cream*, 5th ed. Chapman and Hall, New York.
- Martinez, J. J., Melgarejo, P., Hernández, F., Salazar, D. M., & Martinez, R. (2006). Seed characterisation of five new pomegranate (*Punica granatum* L.) varieties. *Scientia Horticulturae*, 110(3), 241-246.
- Martins, A. J., Silva, P., Maciel, F., Pastrana, L. M., Cunha, R. L., Cerqueira, M. A., & Vicente, A. A. (2019). Hybrid gels: Influence of oleogel/hydrogel ratio on rheological and textural properties. *Food research international*, 116, 1298-1305.
- Martins, A.J., Cerqueira, M.A., Fasolin, L.H., Cunha, R.L. & Vicente, A.A. (2016). Beeswax organogels: influence of gelator concentration and oil type in the gelation process. *Food Research International*, 84, 170–179.10

- Mattes R. 1998. Position of the American Dietetic Assn.: fat replacers. *J Am Diet Assoc* 98(4):463–8.
- Mawa, S., Husain, K., & Jantan, I. (2013). *Ficus carica* L.(Moraceae): phytochemistry, traditional uses and biological activities. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2013*.
- Mayfield, S., Van de Walle, D., Delbaere, C., Shinn, S. E., Proctor, A., Dewettinck, K., et al. (2015). CLA-rich chocolate bar and chocolate paste production and characterization. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 92(11–12), 1633–1642.
- McGuire, S. (2016). Scientific report of the 2015 dietary guidelines advisory committee. Washington, dc: Us departments of agriculture and health and human services, 2015. *Advances in nutrition*, 7(1), 202-204.
- Medjakovic, S., & Jungbauer, A. (2013). Pomegranate: a fruit that ameliorates metabolic syndrome. *Food & function*, 4(1), 19-39.
- Meerts, I. A. T. M., Verspeek-Rip, C. M., Buskens, C. A. F., Keizer, H. G., Bassaganya-Riera, J., Jouni, Z. E., ... & Van de Waart, E. J. (2009). Toxicological evaluation of pomegranate seed oil. *Food and Chemical Toxicology*, 47(6), 1085-1092.
- Mehta, R., & Lansky, E. P. (2004). Breast cancer chemopreventive properties of pomegranate (*Punica granatum*) fruit extracts in a mouse mammary organ culture. *European Journal of Cancer Prevention*, 13(4), 345-348.
- Meissner, P. M., Keppler, J. K., Stöckmann, H., Schrader, K., & Schwarz, K. (2019). Influence of Water Addition on Lipid Oxidation in Protein Oleogels. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 121(9), 1800479.
- Méndez-Velasco, C., & Goff, H. D. (2011). Enhancement of fat colloidal interactions for the preparation of ice cream high in unsaturated fat. *International Dairy Journal*, 21(8), 540-547.
- Méndez-Velasco, C., & Goff, H. D. (2012). Fat structure in ice cream: A study on the types of fat interactions. *Food Hydrocolloids*, 29(1), 152-159.
- Meng, Z., Qi, K., Guo, Y., Wang, Y., & Liu, Y. (2018). Macro-micro structure characterization and molecular properties of emulsion-templated polysaccharide oleogels. *Food Hydrocolloids*, 77, 17-29.
- Mensink RP, Zock PL, Kester ADM, Katan MB (2003) Effects of dietary fatty acids and carbohydrates on the ratio of serum total to HDL cholesterol and on serum lipids and apolipoproteins: a meta-analysis of 60 controlled trials. *Am J Clin Nutr* 77:1146–1155
- Mensink, R. P. (2006). Dairy products and the risk to develop type 2 diabetes or cardiovascular disease. *International dairy journal*, 16(9), 1001-1004.
- Mert, B., & Demirkesen, I. (2016). Reducing saturated fat with oleogel/shortening blends in a baked product. *Food chemistry*, 199, 809-816.
- Metin, M. (2001). Süt Teknolojisi: Sütün Bileşimi ve İçlenmesi. *Baskı, EÜ Mühendislik Fakültesi Yayınları, İzmir*, 793s.
- Metin, M., Öztürk, G.F., 2002. Süt ve mamulleri analiz yöntemleri (duyusal, fiziksel ve kimyasal analizler), Ege Üniversitesi Ege Meslek Yüksekokulu Yayınları, Ege Meslek Yüksekokulu Basımevi, İzmir.
- Miguel, M. G., Neves, M. A., & Antunes, M. D. (2010). Pomegranate (*Punica granatum* L.): A medicinal plant with myriad biological properties-A short review. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(25), 2836-2847.
- Mintie, C. A., Singh, C. K., & Ahmad, N. (2020). Whole fruit phytochemicals combating skin damage and carcinogenesis. *Translational oncology*, 13(2), 146-156.

- Mirmiran, P., Hosseini, S., Hosseinpour-Niazi, S., & Azizi, F. (2019). Legume consumption increase adiponectin concentrations among type 2 diabetic patients: A randomized crossover clinical trial. *Endocrinología, Diabetes y Nutrición (English ed.)*, 66(1), 49-55.
- Mohagheghi, M., Rezaei, K., Labbafi, M., & Ebrahimzadeh Mousavi, SM (2011). İçeceklerde fonksiyonel bir bileşen olarak nar çekirdeği yağı. *Avrupa Lipid Bilimi ve Teknolojisi Dergisi*, 113 (6), 730-736.
- Moreira de Morais, J., David Henrique dos Santos, O., Delicato, T., Azzini Gonçalves, R., & Alves da Rocha- Filho, P. (2006). Physicochemical characterization of canola oil/water nano- emulsions obtained by determination of required HLB number and emulsion phase inversion methods. *Journal of dispersion science and technology*, 27(1), 109-115.
- Moriano, M. E., & Alamprese, C. (2017). Organogels as novel ingredients for low saturated fat ice creams. *LWT*, 86, 371-376.
- Moschakis, T., Panagiotopoulou, E., & Katsanidis, E. (2016). Sunflower oil organogels and organogel-in-water emulsions (part I): Microstructure and mechanical properties. *LWT*, 73, 153-161.
- Moskowitz, H. R. (1987). Food texture: Instrumental and sensory measurement. M. Dekker.
- Mukhtar, H., Qureshi, A. S., Anwar, F., Mumtaz, M. W., & Marcu, M. (2019). Nigella sativa L. seed and seed oil: Potential sources of high-value components for development of functional foods and nutraceuticals/pharmaceuticals. *Journal of Essential Oil Research*, 31(3), 171-183.
- Munk, M. B., Munk, D. M., Gustavsson, F., & Risbo, J. (2018). Using ethylcellulose to structure oil droplets in ice cream made with high oleic sunflower oil. *Journal of food science*, 83(10), 2520-2526.
- Munk, M. B., Utoft, A., Larsen, F. H., Needham, D., & Risbo, J. (2019). Oleogelating properties of ethylcellulose in oil-in-water emulsions: The impact of emulsification methods studied by ¹³C MAS NMR, surface tension and micropipette manipulation studies. *Food Hydrocolloids*, 89, 700-706.
- Murtaza, M. A., Huma, N. U. Z. H. A. T., Mueen-Ud-Din, G., Shabbir, M. A., & Mahmood, S. H. A. H. I. D. (2004). Effect of fat replacement by fig addition on ice cream quality. *Int J Agric Biol*, 6(1), 68-70.
- Muse, M. R., & Hartel, R. W. (2004). Ice cream structural elements that affect melting rate and hardness. *Journal of dairy science*, 87(1), 1-10.
- Nabeshima, E. H., Oliveira, E. D. S., Hashimoto, J. M., & Jackix, M. N. (2001). Propriedades físicas do sorvete de baunilha elaborado com substitutos de gordura e sacarose. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, 19(2).
- Nagy, S., Shaw, P. E., & Wardowski, W. F. (1990). Fruits of tropical and subtropical origin: composition, properties and uses.
- Nasrabadi, M. N., & Goli, S. A. H. (2016). Stability assessment of conjugated linoleic acid (CLA) oil-in-water beverage emulsion formulated with acacia and xanthan gums. *Food Chemistry*, 199, 258-264.
- Nayak, A. K., & Das, B. (2018). Introduction to polymeric gels. In *Polymeric Gels* (pp. 3-27). Woodhead Publishing.
- Ognean, C. F., Darie, N., & Ognean, M. (2006). Fat replacers: review. *Journal of Agroalimentary processes and Technologies*, 12(2), 433-442.

- Oh, I., Lee, J., Lee, H. G., & Lee, S. (2019). Feasibility of hydroxypropyl methylcellulose oleogel as an animal fat replacer for meat patties. *Food Research International*, *122*, 566-572.
- Ohmes, R. L., Marshall, R. T., & Heymann, H. (1998). Sensory and physical properties of ice creams containing milk fat or fat replacers. *Journal of dairy science*, *81*(5), 1222-1228.
- Okesola, B. O., Vieira, V. M., Cornwell, D. J., Whitelaw, N. K., & Smith, D. K. (2015). 1, 3: 2, 4-Dibenzylidene-D-sorbitol (DBS) and its derivatives—efficient, versatile and industrially-relevant low-molecular-weight gelators with over 100 years of history and a bright future. *Soft Matter*, *11*(24), 4768-4787.
- Okorie, O., Okonkwo, T. J. N., Nwachukwu, N., & Okeke, I. (2010). Potentials of Detarium microcarpum (guill and sperr) seed oil as a matrix for the formulation of haloperidol injection. *Int J Pharm Sci Rev & Res* 2010; *5* (1): 1, 4.
- Okuro, P. K., Santos, T. P., & Cunha, R. L. (2021). Compositional and structural aspects of hydro-and oleogels: Similarities and specificities from the perspective of digestibility. *Trends in Food Science & Technology*.
- Okuro, P. K., Tavernier, I., Sintang, M. D. B., Skirtach, A. G., Vicente, A. A., Dewettinck, K., & Cunha, R. L. (2018). Synergistic interactions between lecithin and fruit wax in oleogel formation. *Food & function*, *9*(3), 1755-1767.
- Onurlar, B., & Özkaya, F. D. (2018). Moleküler Probiyotik Dondurma (Molecular Probiotic Ice Cream). *Journal of Tourism and Gastronomy Studies* 6/Special issue3, 154-168.
- O'Sullivan, C. M., Barbut, S., & Marangoni, A. G. (2016). Edible oleogels for the oral delivery of lipid soluble molecules: Composition and structural design considerations. *Trends in Food Science & Technology*, *57*, 59-73.
- Öğütçü, M., & Yılmaz, E. (2014). Oleogels of virgin olive oil with carnauba wax and monoglyceride as spreadable products. *Grasas y Aceites*, *65*(3), e040-e040.
- Öğütçü, M., & Yılmaz, E. (2015). Comparison of the pomegranate seed oil organogels of carnauba wax and monoglyceride. *Journal of Applied Polymer Science*, *132*(4).
- Öğütçü, M., Arifoğlu, N., & Yılmaz, E. (2015). Preparation and characterization of virgin olive oil-beeswax oleogel emulsion products. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, *92*(4), 459-471.
- Öğütçü, M. (2014). Yemeklik oleojellerin hazırlanması ve gıda ürünü olarak kullanımlarının araştırılması.
- Pakseresht, S., & Mazaheri Tehrani, M. (2020). Advances in multi-component supramolecular oleogels-a review. *Food Reviews International*, 1-23.
- Palla, C., de Vicente, J., Carrin, M. E., & Ruiz, M. J. G. (2019). Effects of cooling temperature profiles on the monoglycerides oleogel properties: A rheo-microscopy study. *Food Research International*, *125*, 108613.
- Palla, C., Giacomozzi, A., Genovese, D. B., & Carrin, M. E. (2017). Multi-objective optimization of high oleic sunflower oil and monoglycerides oleogels: Searching for rheological and textural properties similar to margarine. *Food structure*, *12*, 1-14.
- Papadaki, A., Cipolatti, E. P., Aguiéiras, E. C., Pinto, M. C. C., Kopsahelis, N., Freire, D. M., ... & Koutinas, A. A. (2019). Development of microbial oil wax-based oleogel with potential application in food formulations. *Food and Bioprocess Technology*, *12*(6), 899-909.
- Papadaki, A., Kopsahelis, N., Freire, D. M., Mandala, I., & Koutinas, A. A. (2020). Olive oil oleogel formulation using wax esters derived from soybean fatty acid distillate. *Biomolecules*, *10*(1), 106.

- Park, C., Bemer, H. L., & Maleky, F. (2018). Oxidative stability of rice bran wax oleogels and an oleogel cream cheese product. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 95(10), 1267-1275.
- Parry, J., & Yu, L. (2004). Fatty acid content and antioxidant properties of cold-pressed black raspberry seed oil and meal. *Journal of Food Science*, 69(3), FCT189-FCT193.
- Patel, A. R., & Dewettinck, K. (2015). Comparative evaluation of structured oil systems: Shellac oleogel, HPMC oleogel, and HIPE gel. *European journal of lipid science and technology*, 117(11), 1772-1781.
- Patel, A. R., & Dewettinck, K. (2016). *Food & Function*.
- Patel, A. R., Cludts, N., Sintang, M. D. B., Lesaffer, A., & Dewettinck, K. (2014). Edible oleogels based on water soluble food polymers: Preparation, characterization and potential application. *Food & function*, 5(11), 2833-2841.
- Patel, A. R., Rajarethinem, P. S., Grędowska, A., Turhan, O., Lesaffer, A., De Vos, W. H., ... & Dewettinck, K. (2014). Edible applications of shellac oleogels: spreads, chocolate paste and cakes. *Food & function*, 5(4), 645-652.
- Patel, A. R., Schatteman, D., Lesaffer, A., & Dewettinck, K. (2013). A foam-templated approach for fabricating organogels using a water-soluble polymer. *RSC Adv* 3 (45): 22900–22903.
- Pehlivanoglu, H., Ozulku, G., Yildirim, R. M., Demirci, M., Toker, O. S., & Sagdic, O. (2018). Investigating the usage of unsaturated fatty acid- rich and low- calorie oleogels as a shortening mimetics in cake. *Journal of food processing and preservation*, 42(6), e13621.
- 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.
- Peker, H. (2012). Keçiboynuzu Gamı Kullanılarak Az Yağlı Yoğurt ve Zeytin Yaprağı Ekstraktı Kullanılarak Fonksiyonel Meyveli Yoğurt Üretimlerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Pereira, P. C. (2014). Milk nutritional composition and its role in human health. *Nutrition*, 30(6), 619-627.
- Pernetti, M., van Malssen, K. F., Flöter, E., & Bot, A. (2007a). Structuring of edible oils by alternatives to crystalline fat. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, 12(4-5), 221-231.
- Pernetti, M., van Malssen, K., Kalnin, D., & Flöter, E. (2007b). Structuring edible oil with lecithin and sorbitan tri-stearate. *Food Hydrocolloids*, 21(5-6), 855-861.
- Persson, M. (2009). Nutritionally optimized ice cream fats. *Lipid Technology*, 21(3), 62-64.
- Pinto, T. C., Martins, A. J., Pastrana, L., Pereira, M. C., & Cerqueira, M. A. (2021). Oleogel-based systems for the delivery
- Pizzoni, D., Compagnone, D., Di Natale, C., D'Alessandro, N., & Pittia, P. (2015). Evaluation of aroma release of gummy candies added with strawberry flavours by gas-chromatography/mass-spectrometry and gas sensors arrays. *Journal of Food Engineering*, 167, 77-86.
- Plug, H., & Haring, P. (1993). The role of ingredient-flavour interactions in the development of fat-free foods. *Trends in Food Science & Technology*, 4(5), 150-152.

- Prasad, P. V., Subhaktha, P. K., Narayana, A., & Rao, M. M. (2006). Medico-historical study of "śvattha"(sacred fig tree). *Bulletin of the Indian Institute of History of Medicine (Hyderabad)*, 36(1), 1-20.
- Prentice, J. H. (1992). *Dairy rheology: a concise guide*. VCH Publishers.
- Prindiville, E. A., Marshall, R. T. ve Heymann, H., 1999. Effect of Milk Fat on the Sensory Properties of Chocolate Ice Cream. *Journal Dairy Science*, 82:1425-1432.
- Prindiville, E. A., Marshall, R. T., & Heymann, H. (2000). Effect of milk fat, cocoa butter, and whey protein fat replacers on the sensory properties of lowfat and nonfat chocolate ice cream. *Journal of dairy science*, 83(10), 2216-2223.
- Puşcaş, A., Mureşan, V., Socaciu, C., & Muste, S. (2020). Oleogels in food: A review of current and potential applications. *Foods*, 9(1), 70.
- Raj, S. J., & Joseph, B. (2011). Pharmacognostic and traditional properties of *Cissus quadrangularis* Linn-An overview. *International Journal of Pharma and Bio Sciences*2011, 2(1), 131-9.
- Remig, V., Franklin, B., Margolis, S., Kostas, G., Nece, T., & Street, J. C. (2010). Trans fats in America: a review of their use, consumption, health implications, and regulation. *Journal of the American Dietetic Association*, 110(4), 585-592.
- Rogers, M. A. (2009). Novel structuring strategies for unsaturated fats—Meeting the zero-trans, zero-saturated fat challenge: A review. *Food Research International*, 42(7), 747-753.
- Rogers, M. A., Wright, A. J., & Marangoni, A. G. (2008). Engineering the oil binding capacity and crystallinity of self-assembled fibrillar networks of 12-hydroxystearic acid in edible oils. *Soft Matter*, 4(7), 1483-1490.
- Rogers, M. A., Wright, A. J., & Marangoni, A. G. (2009a). Nanostructuring fiber morphology and solvent inclusions in 12-hydroxystearic acid/canola oil organogels. *Current opinion in colloid & interface science*, 14(1), 33-42.
- Rogers, M. A., Wright, A. J., & Marangoni, A. G. (2009b). Oil organogels: the fat of the future?. *Soft matter*, 5(8), 1594-1596.
- Roland, A. M., Phillips, L. G., & Boor, K. J. (1999). Effects of fat content on the sensory properties, melting, color, and hardness of ice cream. *Journal of Dairy Science*, 82(1), 32-38.
- Ruguo, Z., Hua, Z., Hong, Z., Ying, F., Kun, L., & Wenwen, Z. (2011). Thermal analysis of four insect waxes based on differential scanning calorimetry (DSC). *Procedia Engineering*, 18, 101-106.
- Sakurai, K. (1996). Effect of production conditions on ice cream melting resistance and hardness. *Milchwissenschaft*, 51, 451-454.
- Samakradhamrongthai, R. S., Angeli, P. T., Kopermsub, P., & Utama-Ang, N. (2019). Optimization of gelatin and gum arabic capsule infused with pandan flavor for multi-core flavor powder encapsulation. *Carbohydrate polymers*, 226, 115262.
- Samateh, M., Sagiri, S. S., & John, G. (2018). Molecular oleogels: Green approach in structuring vegetable oils. In *Edible Oleogels* (pp. 415-438). AOCS Press.
- Schaller- Povolny, L. A., & Smith, D. E. (1999). Sensory attributes and storage life of reduced fat ice cream as related to inulin content. *Journal of Food Science*, 64(3), 555-559.
- Scholten, E. (2019). Edible oleogels: how suitable are proteins as a structurant?. *Current Opinion in Food Science*, 27, 36-42.
- Serrato-Palacios, L. L., Toro-Vazquez, J. F., Dibildox-Alvarado, E., Aragón-Piña, A., del Rosario Morales-Armenta, M., Ibarra-Junquera, V., & Pérez-Martínez, J. D. (2015).

- Phase behavior and structure of systems based on mixtures of n-hentriacontane and melissic acid. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 92(4), 533-540.
- Shaikh, I., Jadhav, S. L., Jadhav, K. R., Kadam, V. J., & Pisal, S. S. (2009). Aceclofenac organogels: in vitro and in vivo characterization. *Current drug delivery*, 6(1), 1-7.
- Shapiro, Y. E. (2011). Structure and dynamics of hydrogels and organogels: An NMR spectroscopy approach. *Progress in Polymer Science*, 36(9), 1184-1253.
- Shi, Z., Cao, L., Kang, S., Jiang, S., & Pang, M. (2021). Influence of wax type on characteristics of oleogels from camellia oil and medium chain triglycerides. *International Journal of Food Science & Technology*.
- Shin, G. O., Lee, S. M., Chang, P. S., Lee, H. G., & Kim, Y. S. (2014). Comparison of volatile release in hydrocolloid model systems containing original and regio selectively carboxylated β -glucans. *Food Hydrocolloids*, 39, 215-222.
- Silva-Avellaneda, E., Bauer-Estrada, K., Prieto-Correa, R. E., & Quintanilla-Carvajal, M. X. (2021). The effect of composition, microfluidization and process parameters on formation of oleogels for ice cream applications. *Scientific Reports*, 11(1), 1-10.
- Singh, A., Auzanneau, F. I., & Rogers, M. A. (2017). Advances in edible oleogel technologies—A decade in review. *Food Research International*, 97, 307-317.
- Singo, T. M., & Beswa, D. (2019). Effect of roselle extracts on the selected quality characteristics of ice cream. *International Journal of Food Properties*, 22(1), 42-53.
- Slatnar, A., Klancar, U., Stampar, F., & Veberic, R. (2011). Effect of drying of figs (*Ficus carica* L.) on the contents of sugars, organic acids, and phenolic compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(21), 11696-11702.
- Slavin, J. L. (2006). Figs: Past, present, and future. *Nutrition today*, 41(4), 180-184.
- Sofjan, R. P., & Hartel, R. W. (2004). Effects of overrun on structural and physical characteristics of ice cream. *International Dairy Journal*, 14(3), 255-262.
- Somerville, V. S., Braakhuis, A. J., & Hopkins, W. G. (2016). Effect of flavonoids on upper respiratory tract infections and immune function: a systematic review and meta-analysis. *Advances in nutrition*, 7(3), 488-497.
- Soysal, M. İ. (2009). Manda ve ürünleri Üretimi. *Tekirdağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, Ders Notları*. ISBN, (978-9944), 5405-3.
- Stanley, D. W., Goff, H. D., & Smith, A. K. (1996). Texture-structure relationships in foamed dairy emulsions. *Food Research International*, 29(1), 1-13.
- Stender, S., Astrup, A., & Dyerberg, J. (2012). A trans European Union difference in the decline in trans fatty acids in popular foods: a market basket investigation. *BMJ open*, 2(5), e000859.
- Stender, S., Astrup, A., & Dyerberg, J. (2014). Tracing artificial trans fat in popular foods in Europe: a market basket investigation. *BMJ open*, 4(5), e005218.
- Stortz, T. A., & Marangoni, A. G. (2013). Ethylcellulose solvent substitution method of preparing heat resistant chocolate. *Food research international*, 51(2), 797-803.
- Stortz, T. A., Laredo, T., & Marangoni, A. G. (2015). The role of lecithin and solvent addition in ethylcellulose-stabilized heat resistant chocolate. *Food biophysics*, 10(3), 253-263.
- Stortz, T. A., Zetzl, A. K., Barbut, S., Cattaruzza, A., & Marangoni, A. G. (2012). Edible oleogels in food products to help maximize health benefits and improve nutritional
- Sun, P., Xia, B., Ni, Z. J., Wang, Y., Elam, E., Thakur, K., ... & Wei, Z. J. (2021). Characterization of functional chocolate formulated using oleogels derived from β -sitosterol with γ -oryzanol/lecithin/stearic acid. *Food Chemistry*, 360, 130017.Ü

- Sun-Waterhouse, D., Edmonds, L., Wadhwa, S. S., & Wibisono, R. (2013). Producing ice cream using a substantial amount of juice from kiwifruit with green, gold or red flesh. *Food Research International*, 50(2), 647-656.
- Syed, D. N., Afaq, F., & Mukhtar, H. (2007, October). Pomegranate derived products for cancer chemoprevention. In *Seminars in cancer biology* (Vol. 17, No. 5, pp. 377-385). Academic Press.
- Tabibiazar, M., Roufegarinejad, L., Hamishehkar, H., & Alizadeh, A. (2020). Karnauba mumu/adipik asit oleojelinin hazırlanması ve karakterizasyonu: Kek ve biftek burgerinde uygulama için yeni bir güçlendirilmiş oleojel. *Gıda Kimyası*, 333, 127446.
- Takigami S, 2000. Konjac mannan, In: Handbook of Hidrocolloids, Ed; Phillips GO, Williams PA, Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, Cambridge, England.
- Tanaka, T., Hosokawa, M., Yasui, Y., Ishigamori, R., & Miyashita, K. (2011). Cancer chemopreventive ability of conjugated linolenic acids. *International journal of molecular sciences*, 12(11), 7495-7509.
- Tarım, T. C., & Bakanlığı, K. (2004). Türk Gıda Kodeksi Dondurma Tebliği. *Tebliğ No: 2004, 45*, 20050113-13.
- Tavernier, I., Doan, C. D., Van de Walle, D., Danthine, S., Rimaux, T., & Dewettinck, K. (2017). Sequential crystallization of high and low melting waxes to improve oil structuring in wax-based oleogels. *RSC advances*, 7(20), 12113-12125.
- Tavernier, I., Doan, C. D., Van der Meeren, P., Heyman, B., & Dewettinck, K. (2018). The potential of waxes to alter the microstructural properties of emulsion- templated oleogels. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 120(3), 1700393.
- Terech, P., Clavier, G., Bouas-Laurent, H., Desvergne, J. P., Demé, B., & Pozzo, J. L. (2006). Structural variations in a family of orthodialkoxyparenes organogelators. *Journal of colloid and interface science*, 302(2), 633-642.
- Thompson, K. R., Chambers, D. H., & CHAMBERS IV, E. D. G. A. R. (2009). Sensory characteristics of ice cream produced in the USA and Italy. *Journal of sensory studies*, 24(3), 396-414.
- Tomar, O. (2015). *Farklı yağ oranlarına sahip inek ve manda sütleri kullanılarak iki ayrı üretim metoduyla üretilen kefir örneklerinin depolama süresince bazı kalite karakteristiklerinin belirlenmesi* (Master's thesis).
- Toro-Vazquez, J. F., Mauricio-Pérez, R., González-Chávez, M. M., Sánchez-Becerril, M., de Jesús Ornelas-Paz, J., & Pérez-Martínez, J. D. (2013). Physical properties of organogels and water in oil emulsions structured by mixtures of candelilla wax and monoglycerides. *Food research international*, 54(2), 1360-1368.
- Toro- Vazquez, J. F., Morales- Rueda, J. A., Dibildox- Alvarado, E., Charó- Alonso, M., Alonzo- Macias, M., & González- Chávez, M. M. (2007). Thermal and textural properties of organogels developed by candelilla wax in safflower oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 84(11), 989-1000.
- Tran, H. N. A., Bae, S. Y., Song, B. H., Lee, B. H., Bae, Y. S., Kim, Y. H., ... & Newman, R. A. (2010). Pomegranate (*Punica granatum*) seed linolenic acid isomers: concentration-dependent modulation of estrogen receptor activity. *Endocrine research*, 35(1), 1-16.
- Treciokiene, E., & Sostakiene, I. (2020). Effects of fructose and stevia on the rheological, technological and sensory characteristics of ice cream. *Food Science and Applied Biotechnology*, 3(1), 30-38.
- 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(1), 1-8.

- Üçüncü, M. (2005). *Süt ve mamulleri teknolojisi*. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi.
- Valoppi, F., Calligaris, S., Barba, L. egatin, N., Poklar Ulrich, N. & Nicoli, M.C. (2017). Influence of oil type on formation, structure, thermal, and physical properties of monoglyceride-based organogel. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 1191500549.
- Villalobos-Hernández, J. R., & Müller-Goymann, C. C. (2005). Novel nanoparticulate carrier system based on carnauba wax and decyl oleate for the dispersion of inorganic sunscreens in aqueous media. *European journal of pharmaceutics and biopharmaceutics*, 60(1), 113-122.
- Vinson, J. A. (1999). The functional food properties of figs. *Cereal foods world*, 44(2), 82-87.
- Vinson, J. A., Zubik, L., Bose, P., Samman, N., & Proch, J. (2005). Dried fruits: excellent in vitro and in vivo antioxidants. *Journal of the American College of Nutrition*, 24(1), 44-50.
- Vintiloiu, A., & Leroux, J. C. (2008). Organogels and their use in drug delivery—a review. *Journal of controlled release*, 125(3), 179-192.
- Wang, K., & Arntfield, S. D. (2015). Interaction of selected volatile flavour compounds and salt-extracted pea proteins: Effect on protein structure and thermal-induced gelation properties. *Food Hydrocolloids*, 51, 383-394.
- Wang, X., Zhou, L., Wang, H., Luo, Q., Xu, J., & Liu, J. (2011). Reversible organogels triggered by dynamic K⁺ binding and release. *Journal of colloid and interface science*, 353(2), 412-419.
- Wang, Z., Chandrapala, J., Truong, T., & Farahnaky, A. (2022). Düşük moleküler ağırlıklı jelatörlerle hazırlanan oleojeller: Doku, reoloji ve duyuşsal özellikler, bir inceleme. *Gıda Bilimi ve Beslenmede Eleştirel İncelemeler* , 1-45.
- Wang, Z., Chandrapala, J., Truong, T., & Farahnaky, A. (2022). Düşük moleküler ağırlıklı jelatörlerle hazırlanan oleojeller: Doku, reoloji ve duyuşsal özellikler, bir inceleme. *Gıda Bilimi ve Beslenmede Eleştirel İncelemeler* , 1-45.
- Warrenburg, S. (2005). Effects of fragrance on emotions: moods and physiology. *Chemical Senses*, 30(suppl_1), i248-i249.
- Wassell, P., Bonwick, G., Smith, C. J., Almiron- Roig, E., & Young, N. W. (2010). Towards a multidisciplinary approach to structuring in reduced saturated fat- based systems—a review. *International journal of food science & technology*, 45(4), 642-655.
- Weiss, T. J. (1970). Food oils and their uses. The Avi Publ. Co. Inc., Westport, Conn. 224pp.
- Weller, C. L., Gennadios, A., & Saraiva, R. A. (1998). Edible bilayer films from zein and grain sorghum wax or carnauba wax. *LWT-Food Science and Technology*, 31(3), 279-285.
- Welty, W. M., Marshall, R. T., Grün, I. U., & Eilersieck, M. R. (2001). Effects of milk fat, cocoa butter, or selected fat replacers on flavor volatiles of chocolate ice cream. *Journal of dairy science*, 84(1), 21-30.
- Were, B. A., Onkware, A. O., Gudu, S., Welander, M., & Carlsson, A. S. (2006). Seed oil content and fatty acid composition in East African sesame (*Sesamum indicum* L.) accessions evaluated over 3 years. *Field Crops Research*, 97(2-3), 254-260.
- Wijarnprecha, K., Aryasuk, K., Santiwattana, P., Sonwai, S., & Rousseau, D. (2018). Structure and rheology of oleogels made from rice bran wax and rice bran oil. *Food Research International*, 112, 199-208.
- Winkler- Moser, J. K., Anderson, J., Felker, F. C., & Hwang, H. S. (2019). Physical properties of beeswax, sunflower wax, and candelilla wax mixtures and oleogels. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 96(10), 1125-1142.

- Wojdyło, A., Nowicka, P., Carbonell-Barrachina, Á. A., & Hernández, F. (2016). Phenolic compounds, antioxidant and antidiabetic activity of different cultivars of *Ficus carica* L. fruits. *Journal of Functional Foods*, 25, 421-432.
- Wright, A. J., & Marangoni, A. G. (2006). Formation, structure, and rheological properties of ricinelaic acid- vegetable oil organogels. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 83(6), 497-503.
- Yackinous, C., & Guinard, J. X. (2000). Flavor manipulation can enhance the impression of fat in some foods. *Journal of Food Science*, 65(5), 909-914
- Yeomans, M. R., Chambers, L., Blumenthal, H., & Blake, A. (2008). The role of expectancy in sensory and hedonic evaluation: The case of smoked salmon ice-cream. *Food quality and preference*, 19(6), 565-573.
- Yeşilsu, A. F. (2006). *Dondurmanın fiziksel kimyasal ve duyuşsal özellikleri üzerine bazı pekmez çeşitlerinin etkisi* (Master's thesis, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- YILDIZ, A., DEMİR, P., & ARSLAN, A. (2020). Dondurma Üretiminde Kabak Kullanımı ve Kaliteye Etkisi. *Kocatepe Veteriner Dergisi* , 13 (2), 130-139.
- Yılmaz, E., & Ögütçü, M. (2014a). Comparative analysis of olive oil organogels containing beeswax and sunflower wax with breakfast margarine. *Journal of food science*, 79(9), E1732-E1738.
- Yılmaz, E., & Ögütçü, M. (2014b). Properties and stability of hazelnut oil organogels with beeswax and monoglyceride. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 91(6), 1007-1017.
- Yılmaz, E., & Ögütçü, M. (2015a). Oleogels as spreadable fat and butter alternatives: Sensory description and consumer perception. *Rsc Advances*, 5(62), 50259-50267.
- Yılmaz, E., & Ögütçü, M. (2015b). The texture, sensory properties and stability of cookies prepared with wax oleogels. *Food & function*, 6(4), 1194-1204.
- Yi, B., Kim, M. J., Lee, S. Y., & Lee, J. (2017). Physicochemical properties and oxidative stability of oleogels made of carnauba wax with canola oil or beeswax with grapeseed oil. *Food science and biotechnology*, 26(1), 79-87.
- Yilsay, T. Ö., Yılmaz, L., & Bayizit, A. A. (2006). The effect of using a whey protein fat replacer on textural and sensory characteristics of low-fat vanilla ice cream. *European Food Research and Technology*, 222(1), 171-175.
- Yousuf, B., Wu, S., & Gao, Y. (2021). Characteristics of karaya gum based films: Amelioration by inclusion of Schisandra chinensis oil and its oleogel in the film formulation. *Food Chemistry*, 345, 128859.
- Zaeim, D., Sarabi-Jamab, M., Ghorani, B., & Kadkhodae, R. (2019). Double layer co-encapsulation of probiotics and prebiotics by electro-hydrodynamics.
- Zaouay, F., Salem, H. H., Labidi, R., & Mars, M. (2014). Development and quality assessment of new drinks combining sweet and sour pomegranate juices. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 1-8.
- Zetzel, A. K., & Marangoni, A. G. (2011). Novel strategies for nanostructuring liquid oils into functional fats. In *Edible Oleogels* (pp. 19-47). AOCS Press.
- Zetzel, A. K., Gravelle, A. J., Kurylowicz, M., Dutcher, J., Barbut, S., & Marangoni, A. G. (2014). Microstructure of ethylcellulose oleogels and its relationship to mechanical properties. *Food Structure*, 2(1-2), 27-40.

- Zetzl, A. K., Marangoni, A. G., & Barbut, S. (2012). Mechanical properties of ethylcellulose oleogels and their potential for saturated fat reduction in frankfurters. *Food & function*, 3(3), 327-337. profiles. *Lipid Technology*, 24(7), 151-154.
- Zhang, L., Hellgren, L. I., & Xu, X. (2006). Enzymatic production of ceramide from sphingomyelin. *Journal of biotechnology*, 123(1), 93-105.
- Zhang, Y., Huo, M., Zhou, J., Zou, A., Li, W., Yao, C., & Xie, S. (2010). DDSolver: an add-in program for modeling and comparison of drug dissolution profiles. *The AAPS journal*, 12(3), 263-271.
- Zheng, H., Mao, L., Cui, M., Liu, J., & Gao, Y. (2020). Development of food-grade bigels based on κ -carrageenan hydrogel and monoglyceride oleogels as carriers for β -carotene: Roles of oleogel fraction. *Food Hydrocolloids*, 105, 105855.
- Zicarelli, L. (2004). Buffalo milk: its properties, dairy yield and mozzarella production. *Veterinary research communications*, 28, 127.
- Ziegler, G. R., Shetty, A., & Anantheswaran, R. C. (2004). Nut oil migration through chocolate. *Manufacturing Confectioner*, 84(9), 118-126.
- Zoulias, E. I., Oreopoulou, V., & Tzia, C. (2002). Textural properties of low-fat cookies containing carbohydrate-or protein-based fat replacers. *Journal of Food Engineering*, 55(4), 337-342.
- Zulim Botega, D. C., Marangoni, A. G., Smith, A. K., & Goff, H. D. (2013a). The potential application of rice bran wax oleogel to replace solid fat and enhance unsaturated fat content in ice cream. *Journal of food science*, 78(9), C1334-C1339.
- Zulim Botega, D. C., Marangoni, A. G., Smith, A. K., & Goff, H. D. (2013b). Development of formulations and processes to incorporate wax oleogels in ice cream. *Journal of food science*, 78(12), C1845-C1851.

ÖZ GEÇMİŞ

Figen ÖNDER, Amasya Lisesi' ni bitirdikten sonra Ondokuz Mayıs Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü' nden 2012 yılında mezun oldu. Mezuniyetinden bu yana 2012-2018 yılları arasında Amasya Kuloğlu Süt Mamülleri Fabrikası'nda Sorumlu Yönetici, 2020 sonrası Lesaffre Amasya Maya Fabrikası'nda Laboratuvar Analisti olarak görev yapmakta ve orta derecede İngilizce bilmektedir.

İletişim Bilgileri

ORCID ID : 0000-0002-0814-1014