



T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ



**OLEOJELLERİN KOKOLİN
ÜRETİMİNDE KULLANILMASI**

Ceren ÖZ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

ÇANAKKALE

T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**OLEOJELLERİN KOKOLİN
ÜRETİMİNDE KULLANILMASI**

Ceren ÖZ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Tezin Sunulduğu Tarih: 21/01/2020

Tez Danışmanı:

Prof. Dr. Emin YILMAZ

ÇANAKKALE

Ceren ÖZ tarafından Prof. Dr. Emin YILMAZ yönetiminde hazırlanan ve **21/01/2020** tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan “**Oleojellerin Kokolin Üretiminde Kullanılması**” başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

JÜRİ

Prof. Dr. Emin YILMAZ

.....

Başkan

Doç. Dr. Hüseyin AYVAZ

.....

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Buket AYDENİZ GÜNEŞER

.....

Üye

Prof. Dr. Levent GENÇ

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

Sıra No:

Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından desteklenmiştir. Proje Numarası: 217O094

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI



Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Ceren ÖZ

TEŞEKKÜR

Tez alıŐmamn planlanmasında, araŐtırılmasında, yürütülmesinde ve oluşumunda ilgi ve desteğini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalıŐmamı bilimsel temeller ışığında Őekillendiren sayın hocam Prof. Dr. Emin Yılmaz'a,

Kıymetli jüri üyesi hocalarım, Yrd. Doç. Dr. Buket GÜNEŞER ve Doç. Dr. Hüseyin AYVAZ'a,

Bu tez çalıŐmasına proje desteği sağlayan TÜBİTAK'a,

Çalışma süresince birlikte yürüdüğümüz bu yolda tüm zorlukları benimle göğüsleyen çok sevdiğim arkadaşım Buse TOKSÖZ'e,

Hayatımın her anında yanımda olan değerli aile üyelerim babam İbrahim ÖZ'e, annem Sibel ÖZ'e, ablam Özge NAYİR'e, kardeŐim Oğuz Kaan ÖZ'e sonsuz teŐekkürlerimi sunarım.

Ceren ÖZ
anakkale, Ocak 2020

SİMGELER VE KISALTMALAR

kg	Kilogram
g	Gram
%	Yüzde oranı
mg	Miligram
mL	Mililitre
sn	Saniye
dk	Dakika
mm	Milimetre
cm	Santimetre
kDa	Kilodalton
N	Normalite
C	Karbon
Fe	Demir
P	Fosfor
Zn	Çinko
Mg	Magnezyum
a_w	Su aktivitesi
Hz	Hertz
meq	Miliekivalent gram
cP	Centipoise
w	Weight-Ağırlık
O ₂	Oksijen
wI	Beyazlama Endeks Değeri
SRI	Şekil Tutma İndeksi
HCl	Hidroklorik asit
KOH	Potasyum hidroksit
NaOH	Sodyum hidroksit
T _m	Erime sıcaklığı
ΔH_m	Erime entalpisi
nm	Nanometre
GC	Gas Chromatography- Gaz Kromatografisi

DSC	Differential Scanning Calorimetry- Diferansiyel Taramalı Kalorimetre
G'	Depolama modülü
G''	Kayıp modülü
m	Mass- Kütle
V	Volume- Hacim
SYA	Serbest yağ asitliği
PV	Peroksit sayısı
AOCS	Amerikan Yağ Kimyacıları Derneği
AOAC	Resmi Analitik Kimya Derneği
°C	Santigrat derece
FID	Flame Ionization Detector- Alev iyonizasyon dedektörü
LVR	Lineer Viskoelastik Bölge
FY	Fındık Yağı
KY	Kakao yağı
AMO	Ayçiçek Mumu Oleojeli
PGSO	Poligliserol Stearat Oleojeli
KNT	Kontrol
SEM	Taramalı Elektron Mikroskobu
SPME	Katı Faz Mikro Ekstraksiyon
QDA	Quantitative Descriptive Analysis-Nicel Betimsel Analiz

ÖZET

OLEOJELLERİN KOKOLİN ÜRETİMİNDE KULLANILMASI

Ceren ÖZ

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Emin YILMAZ

21/01/2020, 75

Çikolata çok sevilen ve tüketilen gıdalardan birisidir. Çikolatayı özel yapan oda sıcaklığında katı, ancak ağız ısısında hızla ergiyen kakao yağıdır. Bu yağın ergime aralığı oldukça dar olduğu için ağız içini kaplamadan kolayca ergimekte ve serinlik hissiyle beraber aroma da salınmaktadır. Kakao yağı çok aranan ve pahalı bir üründür. Bu nedenle onun ikamesi olabilecek birçok yağlar araştırılmıştır. Bu tezde soğuk pres fındık yağından ayçiçek mumu ile bir oleojel (AMO) ve poligliserol stearat ile bir diğer oleojel (PGSO) üretilmiş ve kakao yağı ikamesi olarak kontrol grubuna (gerçek kakao yağı) karşı kokolin üretiminde kullanılmıştır. Önce hazırlanan oleojellerin ve kakao yağının yağ asitleri bileşimi ve reolojik özellikleri belirlenmiş, daha sonra standart bir çikolata formülasyonuna göre 3 çeşit çikolata (2 kokolin ve kontrol çikolata) üretilmiştir. Daha sonra bu ürünlerde temel bileşen, yağ asidi, fiziko-kimyasal özellikler, termal özellikler, morfoloji, reolojik analizler, aromatik bileşen analizleri, duyuşal tanımlama testleri ve tüketici testleri yapılmıştır. Araştırma sonucunda, oleojel kullanılarak üretilen kokolinlerin çikolataya göre ısıl ve şekil dayanımının daha yüksek olduğu, duyuşal özellikler açısından gerçek çikolataya yakın değerler aldıkları görülmüştür. Özellikle PGSO ile üretilen kokolin ürünü tüketiciler tarafından daha çok beğenilmiştir. Sonuç olarak oleojellerin kokolin üretiminde kakao yağı ikamesi olarak oldukça başarılı bir şekilde kullanılabileceği ortaya konulmuştur.

Anahtar sözcükler: Oleojel, Kokolin, Çikolata, Kalite, Reoloji, Tüketici

ABSTRACT

APPLICATIONS OF OLEOGEL IN COMPOUND CHOCOLATE PRODUCTION

Ceren ÖZ

Çanakkale Onsekiz Mart University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Master of Science Thesis in Food Engineering

Advisor: Prof. Dr. Emin YILMAZ

01/21/2020, 75

Chocolate is one of the most popular and widely consumed foods. The cocoa butter which stays solid in the chamber but melted quickly in the mouth makes chocolate very special. Since the melting range is quite narrow, it melts quickly in the mouth without lingering, and the its aroma is released along with the feeling of coolness. Cocoa butter is a highly sought after and an expensive product. Therefore, many researches have been done for cocoa butter replacers. In this thesis, oleogels of cold press hazelnut oil with only sunflower wax (AMO) and polyglycerol stearate (PGSO) were prepared and then used in compound chocolate production against control group (prepared with cocoa butter). First, the fatty acid compositions and rheological properties of the oleogels and cocoa butter were determined, and then 3 type chocolates (2 cocolin/ compound chocolates and control sample) were produced. Afterward, the proximate compositions, fatty acid composition, physico-chemical properties, thermal properties, morphology, rheological analyses, aromatic compounds analysis, sensory description and consumer tests were performed. At the end of the research, it was observed that compound chocolates had better thermal and shape stability than those of control group also similar sensory profiles with control sample. Especially, compound chocolate prepared with PGSO was liked most by the consumers. In conclusion, this thesis proved that oleogels could be used as a cocoa butter replacer quite successfully in the production of compound chocolates.

Keywords: Oleogel, Compound Chocolate, Chocolate, Quality, Rheology, Consumer

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
TEZ SINAVI SONUÇ FORMU.....	ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR	v
ÖZET	vii
ABSTRACT.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
TABLolar DİZİNİ.....	xii
BÖLÜM 1	
GİRİŞ.....	1
1.1. Katı Yağ ve Oleojel	2
1.1.1. Katı Yağ Üretim Teknolojisi	2
1.1.2. Triaçilgliserol (TAG) ve Kristal Oluşum Mekanizması	3
1.2. Oleojelasyon Tekniği.....	4
1.3. Kakao ve Ürünleri.....	5
1.3.1. Kokolin Üretiminde Kullanılan Hammaddeler ve Özellikleri.....	8
1.3.2. Kokolin Üretim Teknolojisi.....	11
1.3.3. Çikolatada Çiçeklenme Sorunu	12
BÖLÜM 2	
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	14
BÖLÜM 3	
MATERYAL VE YÖNTEM.....	17
3.1. Materyaller.....	17
3.2. Yöntemler	17
3.2.1. Fındık Yağı Oleojellerinin Hazırlanması.....	17
3.2.2. Ana Yağların ve Fındık Yağı Oleojellerinin Yağ Asitleri Bileşimi	18
3.2.3. Kakao Yağı ve Fındık Yağı Oleojellerinin Reolojik Özellikleri	19
3.2.4. Çikolata ve Kokolin Örneklerinin Üretilmesi.....	19
3.2.5. Üretilen Çikolata ve Kokolinlerin Yağ Asitleri Bileşimi	21
3.2.6. Üretilen Çikolata ve Kokolinlerin Temel Bileşim ve Bazı Kimyasal Özelliklerinin Analizleri	21
3.2.7. Üretilen Çikolata ve Kokolinlerin Fiziksel Özellikleri.....	24
3.2.8. Üretilen Çikolata ve Kokolinlerin Termal Özellikleri.....	25

3.2.9. Üretilen Çikolata ve Kokolinlerin Reolojik Analizleri.....	26
3.2.10. Üretilen Çikolata ve Kokolinlerin Uçucu Bileşen Analizleri.....	26
3.2.11. Üretilen Çikolata ve Kokolinlerin Duyusal Tanımlama (QDA) Analizi.....	27
3.2.12. Üretilen Çikolata ve Kokolinlerin Tüketici Testleri.....	31
3.2.13. İstatistik Analizler.....	32
BÖLÜM 4.....	33
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	33
4.1. Kakao Yağı ve Üretilen Oleojellerin Yağ Asitleri Bileşimi.....	33
4.2. Kakao Yağı ve Oleojellerin Reolojik Özellikleri.....	34
4.3. Üretilen Çikolata ve Kokolinlerin Yağ Asitleri Bileşimi.....	41
4.4. Üretilen Çikolata ve Kokolinlerin Bazı Kimyasal Özellikleri.....	42
4.5. Üretilen Çikolata ve Kokolinlerin Bazı Fiziksel Özellikleri.....	43
4.7. Üretilen Çikolata ve Kokolinlerin Reolojik Özellikleri.....	51
4.8. Üretilen Çikolata ve Kokolinlerin Uçucu Bileşenleri.....	58
4.9. Üretilen Çikolata ve Kokolinlerin Duyusal Tanımlama Analizi Sonuçları.....	60
4.10. Üretilen Çikolata ve Kokolinlerin Tüketici Testi Sonuçları.....	61
BÖLÜM 5	
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	63
KAYNAKLAR.....	65
ÖZGEÇMİŞ.....	I

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 1. Triaçilgliserol kristal ağında yapısal hiyerarşi (Ramel ve diğerleri, 2016).	4
Şekil 2. Fındıktan soğuk pres yağ üretimi.	17
Şekil 3. Çikolata ve kokolin üretiminde kullanılan kakao yağı ve fındık yağı oleojelleri. .	18
Şekil 4. Çikolata ve kokolin üretimi akış şeması.	20
Şekil 5. Çikolata ve kokolin üretimi ve kullanılan kalıplar.	20
Şekil 6. Kokolin örnekleri için kullanılan duyuusal tanımlama testi skalası.	31
Şekil 7. Kokolin örnekleri için kullanılan tüketici testi skalası.	32
Şekil 8. Kakao yağı, AMO ve PGSO örneklerinin frekans-tarama testi sonuçları.	36
Şekil 9. Kakao yağı, AMO ve PGSO örneklerinin zaman-tarama testi sonuçları.	38
Şekil 10. Kakao yağı, AMO ve PGSO örneklerinin sıcaklık-artış testi sonuçları.	40
Şekil 11. Üretilen çikolata ve kokolin örnekleri.	44
Şekil 12. Üretilen çikolata ve kokolinlerin şekil tutma endekslerinin fotoğrafları (A: 40 °C’de 1 saat, B: 60 °C’de 1 saat)	45
Şekil 13. Üretilen çikolata ve kokolinlerin beyazlama endeksi testi fotoğrafları (A: 1.gün, B: 8.gün, C: 15.gün)	46
Şekil 14. Üretilen çikolata ve kokolin örneklerinin X-RD grafikleri	47
Şekil 15. Üretilen çikolata ve kokolin örneklerinin ışık mikroskobu görüntüleri.	48
Şekil 16. Üretilen çikolata ve kokolin örneklerinin SEM görüntüleri.	49
Şekil 17. Üretilen çikolata ve kokolin örneklerinin frekans-tarama testi sonuçları.	52
Şekil 19. Üretilen çikolata ve kokolin örneklerinin viskozite ölçüm sonuçları.	55
Şekil 20. Üretilen çikolata ve kokolin örneklerinin triboloji sonuçları.	57

TABLULAR DİZİNİ

	Sayfa No
Tablo 1. Çikolata ve kokolin üretiminde kullanılan reçete (%).....	19
Tablo 2. Çikolata ve kokolin örneklerini duyuşal tanımlamada kullanılan terimler, tanımları ve referansları.....	33
Tablo 3. Çalışmada kullanılan yağlar ve oleojellerin yağ asitleri bileşimi (%).....	41
Tablo 4. Üretilen çikolata ve kokolin örneklerinin yağ asitleri bileşimi (%)	43
Tablo 5. Üretilen çikolata ve kokolin örneklerinin temel bileşimleri (%) ve bazı kimyasal özellikleri.	44
Tablo 6. Üretilen çikolata ve kokolin örneklerinin fiziksel özellikleri.....	50
Tablo 7. Üretilen çikolata ve kokolin örneklerinin termal özellikleri.	49
Tablo 8. Üretilen çikolata ve kokolin örneklerinin uçucu bileşenleri.....	58
Tablo 9. Üretilen çikolata ve kokolin örneklerinin duyuşal tanımlama (QDA) testi sonuçları.....	60
Tablo 10. Üretilen çikolata ve kokolin örneklerinin tüketici testi sonuçları.	62

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Canlıların yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmeleri için enerjiye ihtiyaçları vardır. Bu enerjiyi de karbonhidrat, protein ve yağ gibi besin gruplarından karşılamaktadırlar. Bu besin grupları birbirleri içerisinde kıyaslandığında birim başına düşen en yüksek enerji yağlardan sağlanmaktadır. Yağlar; C, H ve O atomlarından oluşup genel olarak suda çözünmeyen eter, kloroform ve hegzan gibi organik çözücülerde çözünebilir ve büyük çoğunlukla uzun zincirlerden oluşan biyomoleküllerdir. En genel sınıflandırması ise bitkisel ve hayvansal yağlar şeklindedir. Katı ve sıvı yağlar; iyot sayılarına göre kuruyan yağlar, yarı-kuruyan yağlar ve kurumayan yağlar olarak üç başlıkta toplanmaktadır. Yağların en küçük yapı taşı yağ asitleridir. Yağ asitleri doymuşluk derecelerine göre doymuş ve doymamış yağ asitleri olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır (Karaca ve Aytaç, 2017; Öztürk, 2014). Yağlar doğal formda oluşum gösterdiğinde yapısında *cis* formda doymamış yağ asitlerini içermektedirler. Yemeklik yağların hidrojen varlığında doyurularak katı forma geçme işlemine hidrojenasyon denir. Hidrojenasyon işlemi ilk defa 1890 yılında Paul Sabatier adında bir bilim adamı tarafından çalışılmıştır. Normann 1901’de bu işlemin patentini alarak kullanılan bir teknik haline almıştır. 1909 yılında ise sıvı yağlar hidrojenasyon yapılandırılmasıyla margarin üretiminde kullanılmıştır. Ancak kısmi hidrojenasyon yöntemi kullanılan margarin ve şortening endüstrisinde yüksek sıcaklık ve basınç kullanıldığından işlem sırasında doymamış yağ asitlerinin bir kısmı *trans* izomerlerine dönüşmektedir. Tüketilen margarin ve şorteningler ele alındığında sağlık açısından zararlı etkisinin bulunmaması ya da en az düzeyde olması için *trans* yağ asidi içermemeli ya da çok az düzeyde bir *trans* yağ asidi içeriğine sahip olmalıdır (Taşan ve Dağlıoğlu, 2005; Kayahan ve Tekin, 1994).

Jel kelimesi kolloid kimyasının kurucusu olan 19. yy. İskoç kimyacı Thomas Graham’a atfedilmektedir ve jelatin kelimesinden türetildiği bilinmektedir. Jellerdeki likit kısmın doğasına göre, jeller iki ana sınıfa ayrılmaktadır: hidrojeller ve organojeller. Dağınık faz eğer herhangi bir organik çözücüye (benzen, hegzan, kloroform vb.) genel olarak bunlara ‘organojel’ denilirken, spesifik olarak dağınık faz eğer bir yemeklik yağ ise, bunlara da ‘oleojel’ denilmektedir. Oleojeller, likit yağın yağ asidi ve minör bileşenleri üzerinde hiçbir değişiklik yapmadan üretildiği için, doymuş ve *trans* yağ asidi riski taşımazlar ve bu onların en önemli avantajını oluşturur. Oleojellerin gıda ürünlerinde kullanımlarına dair literatürde çalışmalar artarak devam etmektedir. Oleojellerin fırıncılık ürünlerinde şortening

alternatifi olarak, okolata üretiminde okolata ieklenmesini engellemek amacıyla, sürülebilir yağlarda;, okolata ürünlerinde, margarin üretiminde, aromalı katı yağ üretiminde dolgu maddesi olarak kullanılan krema üretiminde, sosislerde kullanımıyla ilgili çalışmalar ve değerlendirmeler literatürde mevcuttur (Mert ve Demirkese, 2016; Jang, Bae, Hwang, Lee ve Lee, 2015; Yılmaz, ğt ve Yüceer, 2015; Jimenez-Colmenero, Sandoval, Bou, Cofrades, Herrero, Ruis-Capillas, 2015; Co ve Marangoni, 2012; Marangoni ve Garti, 2011).

1.1. Katı Yağ ve Oleojel

1.1.1. Katı Yağ retim Teknolojisi

Hidrojenasyon, transesterifikasyon, fraksiyonizasyon ve yağ karışım işlemleriyle katı ve/veya yarı-katı yağlar elde edilebilmektedir (Taşan ve Dağlıoğlu, 2005). Hidrojenasyon işleminde, kısaca likit yağ katalist eşliğinde hidrojen gazıyla reaksiyona sokularak çift bağları doyurulmakta ve yağ katılaştırılmaktadır. Transesterifikasyon, bitkisel yağların alkol eşliğinde ürün olarak ester ve gliserol oluşturma işlemine denir. En çok biyodizel üretiminde kullanılan bir işlem olan transesterifikasyon tepkimesinin hızını ve verimini arttırmak için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bunlar, çoğunlukla biyodizel üretiminde ve diğer yöntemlere göre daha hızlı gerçekleşen alkali yöntem (NaOH ya da KOH kullanımı), asit olarak sülfirik asit kullanımı bunun yanı sıra alternatif olarak lipaz enzimlerinin kullanılmasıdır (Quader ve Ahmed, 2017; Alptekin ve anakı, 2008; ndl ve Albayrak, 2006).

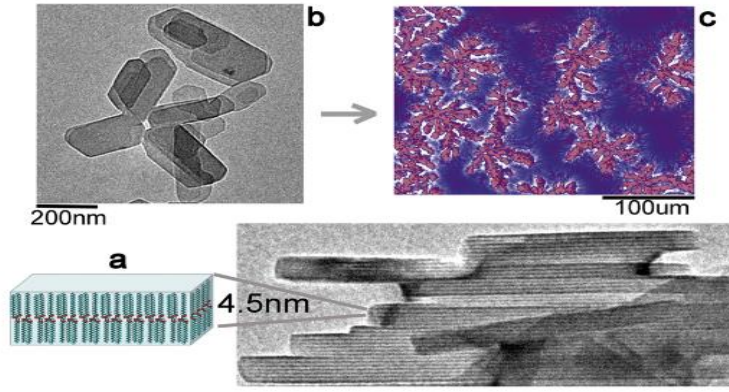
Fraksiyonlamada ise düşük erime noktasına sahip olan trigliseritler (TG), erime noktası daha yüksek olan trigliseritlerden ayrılır. Hidrojenasyon ve esterifikasyon işlemlerinde yağ kimyasal bir değişime uğrayarak geri dönüşümsüz bir yapı haline gelir ancak fraksiyonlama tekniği geri dönüşümlü bir işlemdir. Fraksiyonlama genel olarak basit tanımıyla termo-mekanik bir ayırmadır. Birden fazla bileşen çözünürlük, uçuculuk ve birbirlerinin katılaşma durumuna göre ayrılmaktadır. Fraksiyonlama ile elde edilen yağlar kardiyovasküler hastalıklar açısından risk teşkil etmezler (Cisse ve Yemiscioğlu, 2019; Anonim, 2017; Anonim, 2015).

Katı yağların üretimi sırasında (hidrojenasyon) doymuş yağ asitleri oluşmaktadır. Kısmi hidrojenasyon ile doymuş yağ oranı azalmakta ancak bu kez de *trans* izomerler meydana gelmektedir. Tüm bu modifikasyon seçenekleri değerlendirildiğinde bazıları üründe doymuş ve *trans* yağ asitlerinin oluşumuna neden olmaktadır. *Trans* izomerler de doymuş yağ asitleri kadar kalp ve damar sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. 1970'li yıllarda *trans* yağ asitlerinin doymuş yağ asitleri gibi davrandığı, beslenmeye bağlı olarak

oluşan kalp damar hastalıklarına neden olduğu ve plazmadaki trigliserit ve düzeylerini arttırdığı yönünde sonuçlar alınmaya başlanmıştır. Bu yöntemlerin zararlı etkileri göz önünde bulundurularak yeni bir teknik olan oleojelasyon geliştirilmiştir (Singh, Auzanneau ve Rogers, 2017; Mansour ve Sinclair 1993).

1.1.2. Triaçilgliserol (TAG) ve Kristal Oluşum Mekanizması

Lipit, özellikleri bakımından birbirinden farklı olan mono ve digliserit, trigliserit, steroller, yağ asitleri, yağ alkolleri, yağda çözünen vitaminler, fosfatidler, serebrositler, terpenler vb. minör ve majör bileşenler topluluğudur. Ham bitkisel yağların % 95'ini oluşturan majör bileşen olan trigliseridler; bir gliserol ve 3 adet yağ asidinden oluşurken, kalan % 5'lik gliserid olmayan kısmı ise minör bileşenler oluşturmaktadır (Nas ve Gökalp, 2017; Demirci, Taşan ve Gülcü, 2008). Bitkisel yağların katı veya sıvı olması yağ asitlerinin TAG'de ne kadar doyduğuna göre değişmektedir. Yüksek ergime noktasına sahip olan doymuş TAG'ler önce ısı uygulaması ile eritilip ardından soğutulunca kristal ağ yapısı büyümektedir. Kristallerin şekli, sayısı, büyüklüğü yağın özelliklerini belirlemekte rol oynamaktadır (Lieb, Schex, Esquivel, Jimenez, Schmarr, Carle ve Steingass, 2019). Bir yağın işlevselliği, TAG'lerin meydana getirdiği kristal yapısından etkilenmektedir. Hiçbir işlem görmeksizin tamamen kendi doğası gereği kombinasyon sağlayarak ağ meydana getiren keratin, insülin, ipek gibi jel yapıları hidrojen bağları, van der Waals etkileşimi ve π - π bağları ile kuvvetlenmektedir (Rogers, 2009). TAG'de kristal ağın oluşabilmesi için çekirdeklenme ve kristal büyümesi kademelerinden önce aşırı doygunluk ve aşırı soğutmanın olması gerekmektedir. İçerisinde yağ barındıran gıda ürünlerinin fonksiyonel özelliklerinin belirlenmesinde TAG kristal ağın özelliklerini bilmek elzemdir. Buna örnek olarak çikolatada kakao yağının eriyip yüzeyde parlak görüntü oluşmasında sebep olan çikolata çiçeklenmesinin engellenmesinde TAG kristal ağının özelliklerini bilmek önemlidir. TAG'lerin oluşturdukları bu yapının incelenmesi X-ışınları kırınımı ve mikroskop yardımıyla gözlenmektedir (Ramel, Co, Acevedo, Marangoni, 2016).



Şekil 1. Triaçilgliserol kristal ağında yapısal hiyerarşi (Ramel ve diğerleri, 2016)

1.2. Oleojelasyon Tekniği

İlk olarak 1861 yılında Thomas Graham tarafından ‘jel’ kelimesi koloidal bir sistem olarak adlandırılmıştır. 1926 yılında ise Dr. Dorothy Jordan Lloyd ise koloidal bir sistem olarak nitelendirilen jelin tanımlanmasından ziyade tanınmanın daha kolay olabileceğini ileri sürmüştür. Böyle bir düşünüşü ortaya atmasının nedeni; somut olarak değerlendirilmesi daha kolay yapılabiliyorken fiziksel parametrelerinin açık bir şekilde tanımlanamaması olarak ifade edilmesidir. Jordan Lloyd jelin oluşmasında bir sıvı ve bu sıvının jelleşmesini sağlayan bir katının olmasını ve bu oluşan yapının bir katı maddenin fiziksel özelliklerine uygun olması gerektiğini düşünmüştür ancak tüm kolloid sistemler jel yapısı sağlamamaktadır ve tüm jellerde kolloid bir halde bulunmamaktadır. Bir jel mutlak olarak iki şartı sağlamalıdır. Analitik deney süresince yapısal olarak mikroskobik, boyutsal olarak ise makroskobik özellikte kalıcılık göstermelidir. Sürekli fazı likit olup, viskoelastik davranışı katı ve katıya benzer formda olması gerekmektedir (Vintiloiu ve Leroux, 2008).

Jeller, likit ve katı faza göre iki sınıfa ayrılmaktadır. Katı faz; moleküler, makromoleküler ve koloidal jeller olarak ayrılmaktadır. Likit faz grubu ise; oleojel ve organojeldir. Maddelerin, sürekli faz olarak hegzan gibi organik çözücü içerisinde dağıldıkları yapıya organojel, bitkisel yağ içerisinde dağıldıkları yapıya ise oleojel denmektedir. Sıvı yağların içerisinde dağılan maddeler katı ya da sıvı olabilmektedir. Dağınık faz olarak organik solvent ya da ham/bitkisel yağ, jel ajanı olarak da düşük molekül ağırlıklı organik jelatörler kullanılarak termo-geri dönüşüm özelliğine sahip tekniğe organojelasyon tekniği denir (Lupi, Gabriele, Greco, Baldino, Seta ve Cindio, 2013; Co ve Marangoni, 2012; Rogers, Wright ve Marangoni, 2009a; Hughes, Marangoni, Wright, Rogers ve Rush, 2009).

Üç boyutlu jel yapısının kazandırıldığı bu teknikte, jel ajanı "organojelatör veya

oleojelatör" olarak adlandırılmaktadır (Demiralp, Soncu ve Kolsarıcı, 2017).

Olejellerin oluşum mekanizması genellikle kesikli sistemde ve uygun termal koşulların etkisinde oleojelatör ve bitkisel yağ karışımıyla ortaya çıkmaktadır. Isıl yolla karıştırma olayıyla mekanik etki de sağlanmış olur ancak uygun jelatör kullanıldıktan sonra jelatörün yağda eriyeceği sıcaklığa erişince doymamış yağ asitlerinin oksidasyona duyarlılığına dikkat edilmesi gerekmektedir (Jimenez-Colmenero ve diğerleri, 2015).

Bu teknik ile oluşan jel yapısının bileşimindeki yapının sağlam ve homojen görünmesi ile yağı tutma kapasitesinin kuvvetli olmasını çeşitli faktörler etkilemektedir. Bunlar; jelatörün molekül ve kimyasal yapısı, sayısı ve dış etkenlere de bağlı olarak uygulanan soğutma hızı gibi niteliklerdir (Ögütçü ve Yılmaz, 2012).

Organojel/oleojel oluştururken kullanılan jel ajanlarının farklı olması oluşacak jel sistemini etkilemektedir. Kristal parçacıklı sistemler, kendiliğinden süregelen polimerik bileşenler ve düşük molekül ağırlığına sahip organik bileşenler ile inorganik bileşenler uygulanmaktadır (Jimenez-Colmenero ve diğerleri, 2015).

Gıda sanayinde; çikolatada, margarin ve tereyağı yapımında, süt ürünlerinde, emülsifiye et ürünlerinde, fırıncılık ürünlerinde vb. alanlarda kullanıldığı gibi aynı zamanda kozmetik ürünlerde, eczacılık ürünlerinde, boya teknolojisi gibi alanlarda kullanımı da mevcuttur (Demiralp ve diğerleri, 2017; Balasubramanian, Sughir ve Damodar, 2012; Ögütçü ve Yılmaz, 2012).

1.3. Kakao ve Ürünleri

Kakaonun tarihçesi incelendiğinde 14. ve 16. yy arasında Meksika'da varlığını sürdürmüş olan Aztekler, kutsal inançları gereği baharat ve suyu, kakao ile karıştırarak çikolata elde etmiştir. Daha sonra gerçekleşen İspanyol istilasından hemen sonra Avrupa kakao ile tanışmıştır. Önce süte katılarak yaygınlaşan kakao daha sonra kakao yağı ile karıştırılarak faydalı besin gruplarının içerisinde yer alan çikolata günümüze kadar ulaşmıştır (Anonim, 2018; Yiğit, Cerit ve Demirkol, 2018). Kokolin ve kakao içerikli ürünlerinin hammaddesi kakao çekirdekleridir. 4-8 metre boyunda *Malvaceae* familyasına ait *Theobroma cacao* ağacının meyvelerinden kakao ve kakao yağı üretilmektedir. Aynı zamanda *Theobroma*, Yunanca'da Tanrıların meyvesi olarak ifade edilir. Bu bitki türünün yetişme alanı ılıman iklime sahip olup genel olarak Tropikler'de bunun yanı sıra Amerika'nın güneyinde, Hint Adaları ve Afrika'nın batısında yetiştirilmektedir (Yiğit ve diğerleri, 2018).

Kakao çekirdeklerinin; Criollo, Forastero, Trinitario olmak üzere 3 genetik çeşidi

vardır. Çeşitler içerisinde en kaliteli kakao, Criollo kakao çekirdeğinden elde edilmektedir (Alayo, Vasquez, Siche ve Toro, 2019). Kakao çekirdeği bileşenlerinin yaklaşık olarak yarısını (% 50-55) kakao yağı oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra sterol grubundan sitosterol ve stigmasteroller, lif, organik bir bileşik olan fitik asidin çikolata üretimi sırasında kaybolmasıyla Mg, Cu, K ve Ca gibi yüksek miktarda açığa çıkan mineraller ve çok az A ve D provitaminlerini ihtiva etmektedir. Kakao çekirdeklerinde suda çözünen vitaminler bulunmaz. Doğada fazla yer alan bir alkaloid çeşidi olan teobromin, kakao çekirdeğinde yaklaşık % 1,5-3 oranlarında yer alarak çikolatanın kendine has kokusunun oluşmasında büyük öneme sahiptir. Ayrıca teobramin tıpkı kahve ve çaydaki gibi sinir sistemi üzerinde etkilidir (Karğın ve Güneş, 2017; Tutun, 2014; Şahin-Cebeci, 2013; Güngör ve Keleş, 2004; Özocak, 2004). Kakao yağı yapısında doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asitlerini barındırmaktadır. Doymuş yağ asidi olan stearik asit (18:0) ve tekli doymamış yağ asidi olan oleik asit (18:1) % 35 oranlarıyla eşit miktarda olup kakao yağının büyük kısmını oluşturmaktadır. Kakao yağının oldukça geniş kullanım yelpazesi mevcuttur. Gıda alanının yanı sıra kozmetik ve kimya endüstrisindeki yeri önemlidir (Mounjouenpou, Belibi, Andoseh, Okouda, Mouanfou ve Ehabe, 2018; Karğın ve Güneş, 2017; Şahin-Cebeci, 2013).

Kakao çekirdeklerinden kakao tozu elde edilirken çeşitli işlem basamaklarından geçirilir. Bunlar sırasıyla fermentasyon, kurutma, temizleme, kavurma, kırma, kabuk ayırma ve öğütme işlemleridir. En önemli işlem basamaklarından biri olan kavurma işlemiyle furanlar, esterler, eterler, piridinler, aldehitler, alkoller ve piroller gibi aroma ve aromatik maddeleri geliştirilir (Şahin-Cebeci, 2013).

Kakaonun depolama şartları, 22 °C'nin üzerine çıkılmamalı, nem miktarı % 5'in altında tutulmalı, bileşiminde yer alan yağın kristal çeşidi iyi incelenmelidir. Çünkü nem miktarı daha yüksek olursa mikroorganizmalar ürer ve çikolatanın bozulmasına neden olacak tepkimeler meydana gelir, 22 °C'nin üzerine çıkılan sıcaklıklarda ise kakao yapısında bulunan yağ erimekte, renk değişimi gözlenmektedir. Bu da kakaonun raf ömrünü olumsuz yönde etkileyecektir. Gerekli koşullar sağlandığında kakaonun raf ömrü optimum bir yıl kadardır (Özocak, 2004).

Kakao tozu; az miktarda saflaştırılmış pektinlerde, kakao kabuğundan kül eldesinde, çözünen diyet lifi ve çözünmeyen diyet lifi olarak, çikolata aromalarında, fenolik bileşenleri fazla miktarda içerisinde barındıran ekstraktların üretiminde, kozmetik sanayisinde yaşlanmayla ortaya çıkan belirtilerin giderilmesine yardımcı olarak, alkalize edilmiş kakao kabuğunun gıdalarda katkı maddesi olarak kullanımında ve buna ek olarak uygulanan ürünlerde viskoziteyi arttırmak amacıyla, kakao kabuğu tozunun ağır metallerin etkisinden

çıkarılarak ve bir sonraki aşama olan yıkama ile alkalileştirme işlemlerinden sonra oluşan tozun çikolata üretiminde kullanılmasında ve çikolatanın çiçeklenme sorununun ortadan kaldırılmasında, atık arıtma işleminde, hayvan yeminde gübre olarak, fil silajının üretiminde katkı maddesi olarak, keçilerde konsantre yem olarak, aktif karbon ve biyogaz üretiminde kullanılmaktadır (Okiyama, Navarro ve Rodrigues, 2017; Okiyama, Navarro ve Rodrigues, 2017; Kalaivani, Thangaraj, Arukkani ve Baskaralingam, 2014; Carvalho Junior, Pires, Veloso, Silva, Reis ve Carvalho, 2010; Osundahunsi, Bolade ve Akinbinu, 2007; Prasad, Simmons ve Maher, 2004). Kakaodan; kakao nibi, kakao keki, kakao kitlesi (hamuru, likörü) ve çeşitli çikolatalar elde edilmektedir. Bunlar beyaz çikolata, sütlü çikolata, dolgulu çikolata, bitter çikolata, içilebilir çikolata, toz çikolata, pralin, kokolin vb. dir. Kakao çekirdeğinin kavrulma durumu gözetilmeksizin parçalanarak kabuklarından ayrılması sonucu ortaya çıkan kakao yağı ve yağsız kuru maddesinden oluşan ürüne kakao nibi denir. Kakao likörü ise fermente edilmiş kakao çekirdeğinin ilk önce kurutma işlemine tabi tutulup daha sonra kavrulması ve en son olarak kabuklarından ayrılmasıyla elde edilen çekirdekten üretilmektedir. Kakao nibinin mekanik bir etkiyle parçalanması sonucu meydana gelen katı veya yarı katı haldeki üründür. Kakao liköründen, tamamıyla ya da kısmi şekilde yağından arındırılmasından sonra arta kalan ürüne kakao keki denir (Anonim, 2018; Türk Gıda Kodeksi Kakao ve Çikolata Ürünleri Tebliği, 2017).

Oda sıcaklığında katı olup ağız içine alınınca eriyen, kakaodan üretilen bir gıda maddesi olan çikolata, bir çeşit şekerleme sayılmaktadır. Çikolatanın üretiminde temel madde olarak kullanılan kakao yağı katı bir forma sahiptir ve ağız içindeki ısı kakao yağını sıvı bir forma dönüştürür. Çikolata yağları temelde kakao yağından oluşsa da palmitik, stearik, oleik ve linoleik yağ asitleri karışımının gliserol ile bir araya gelmesiyle oluşmaktadır. Bu kompleks yağlar stabil olup, ransiditeye karşı dayanıklı esterlerdir. Çikolatayı oluşturan malzemelerin bir yapı halinde toparlanmasını sağlayan kakao yağı bu şekilde ısı akışını sağlayarak çikolatanın vücut ısısıyla sıvı bir hale geçmesini sağlar. Kakao çekirdeğinin bileşiminde yüksek oranda bulunan flavor tipi çekirdek çikolataya aromatik bir karakter ve kalıcı bir tat sağlamaktadır. Çikolata ve ürünlerinde pH sürekli değişkenlik göstermektedir. Formülasyonun uygun ve doğru bir şekilde hazırlanabilmesi için yağsız kuru madde içeriklerinin pH değerine dikkatlice bakılması gerekmektedir. Ayrıca çikolatanın işlem basamaklarından olan alkalileştirmede kullanılan alkali cinsi, derişimi ve işlemin gerçekleşme uzunluğu da pH'ı etkileyecek faktörler arasında yer almaktadır. Fonksiyonel bir gıda olan çikolatanın insanların ruhsal sağlığı üzerinde etkisini inceleyen çalışmalar bulunmakta olup, bunlar ruh halini olumlu yönde etkilediğini ortaya koymaktadır.

Ancak bu etki çikolatanın duyuşal olarak ağızdaki etkisinden kaynaklanıp kaynaklanmadığı belli değildir (Shafi, Reshi ve Bashir, 2018; Scholey ve Owen, 2013).

1.3.1. Kokolin Üretiminde Kullanılan Hammaddeler ve Özellikleri

Kakao Yağı

Kakao yağı genel olarak çikolata ve ürünlerinde kullanılmaktadır. ikolatanın yanı sıra ilaç sektöründe kozmetik ürünlerinde kullanımı artan toksik bileşen içermeyen bir yağdır. Fakat kakao yağının piyasadaki değeri oldukça pahalıdır. Kakao yağının yapısındaki trigliserit bileşimine bağılı olarak değişim sergileyen fizyokimyasal özellikleri incelendiğinde; açık sarı renkte; erime noktası 27-35 °C aralığında ve yapısal olarak oda sıcaklığında kırılğan bir yağ olduğu gözlenmiştir. İçeriğinde β - başta olmak üzere sırasıyla α - ve γ -tokoferoller bulunmaktadır. Aynı zamanda oleik, palmitik ve stearik yağ asitleri bakımından da oldukça zengin olan kakao yağı, çikolatanın pürüzsüz görüntüsünde ve kremi dokusundaki payın büyük kısmını oluşturmaktadır. Çikolata ani sıcaklık değişimlerine tabi tutulursa kakao yağı farklı formlar oluşturmaktadır ve dış yüzeyinde beyaz lekelenmeler oluşmasına çikolata çiçeklenmesi denilmektedir. Bu sorunun oluşumunu engellemek için temperleme işleminin dikkatli yapılması gerekmektedir. ikolatanın diğer gıda ürünlerinden ayrılmasının nedeni sadece hissettirdiği lezzeti ve besin değeriyle ilgili değildir. Bunlara ek olarak ağızdaki kolay ve hızlı erimesi, kırılğanlığı da önemli parametrelerdendir. ikolatadaki tek ve sürekli faz yağ fazı olduğu için erimesinden, diğer tüm bileşenlerin birbirinden ayrılmasına kadar büyük rol oynamaktadır. Erime noktalarının formlarından 36,3 °C'ye karşılık gelen V formu en kararlı formdur. Bu da çikolata üretiminin temperleme işlemiyle homojen bir görünüm, V kristal yapısı, pürüzsüz ve parlayan bir dokunun oluşmasıyla sonuçlanmaktadır (Kumar, Naik, Kumar ve Kumar, 2014; Lonchamp ve Hartel Richard, 2004; Lipp ve Anklam, 1998).

Fındık Yağı

Fındık kelimesi, Karadeniz'in Antik Çağ'daki adı 'Pont Exinus'tan esinlenerek meydana getirilen pontik kelimesinden oluşmuştur. Fındık (*Corylus avallana*) bitkisi, kış mevsiminde çiçeklenen bir bitki olup üretim alanına bakıldığında Türkiye'nin Karadeniz Bölgesi yoğun olmak üzere İspanya, İtalya ve Amerika fındık üreticiliği yapan başlıca ülkelerdir. Ülkemiz dünya çapında en büyük üreticisi olduğu fındıkların temel besin içerikleri incelendiğinde; protein, yağ ve karbonhidratların yanı sıra fenolik bileşenler, polifenoller, organik asitler, esansiyel mineraller bakımından oldukça zengin ve α -tokoferol

kaynağıdır. Bileşen bakımından zeytinyağına oldukça benzese de fındık yağı tokoferol bakımından 3 kat daha fazla zengindir. Çıkan yağ değerlendirildiğinde % 90'ından fazlasını oleik ve linoleik yağ asitleri oluşturmaktadır. Yapısında bulundurduğu tokoferoller ve polifenoller sayesinde kanser riskini azalttığı bulunmuştur. Bileşimindeki tekli doymamış yağ asitleri kolesterol seviyesini düşürmede etkilidir. Fındık içi büyük çoğunlukla çikolata sektöründe kullanılmakta olup bunun yanı sıra şekerleme, bisküvi ve tatlılarda kullanılır. Fındık yağında çeşitli şekilde kullanım alanı bulunmaktadır. Fındık yağı, yemeklik yağ olarak salata soslarında, kozmetik ürünlerinde ve eczacılıkta kullanımı mevcuttur (Şengül, Şengül, Apaydın, Taşçı ve İlgün, 2017; Jokic, Moslavac, Aladic, Bilic, Ackar ve Subaric, 2016; Karabulut, Topçu, Yorulmaz ve Tekin, 2005).

Kakao Tozu

Kakao tozu insan diyetinde içeceklerin yapımında, çikolata ve diğer şekerleme, pastacılık ürünlerinde gıdaların tadını daha hoş hale getirmek için kullanılmaktadır. Son ürüne kattığı renk ve zararlı bileşen içermemesinden dolayı gıdalarda renklendirici amacıyla da kullanılabilir. Kendisine özel aroması kakao çekirdeklerinin yaklaşık 150 °C sıcaklığa çıkılan kavurma işlemine tabi tutulmasıyla kazanılır. Kakao tozunun bileşiminde en fazla bulunan monosakkarit fruktoz, ve disakkarit sükrozdur. Kakao çekirdeklerinden üretilen kakao tozu sağlık açısından olumlu yönde katkısı bulunan Fe, Ca, Cu, K gibi birçok madde içerir. Bunlara ek olarak kanser ve kalp damar hastalıklarının oluşmasını engellemeye yardımcı antioksidan etki yapan, şeker hastalığı oluşum ihtimalini düşüren, bağışıklık sistemini güçlendiren polifenollerce zengindir. Yapısında en çok miktarda selüloz ve pektin komplekslerini içeren kakao tozu protein bakımından ise albümin ve globülinleri daha fazla barındırmaktadır. Bağımlılık yapma yönü olan alkaloidlerden ise % 1,5-3 oranlarında teobromin ve kafein içermektedir. Metilksantinler kafeini de içinde barındıran ve merkezi sinir sistemi üzerinde etkili bir grup olup kakao tozunun metilksantin içeriği yüksektir ve kakao tozunun acı tadında etkilidir. Kakao tozunun doğal yapısının bozulup fiziksel olarak topaklaşmaya başlamasının önlenmesi için depolanma koşulları önem arz etmektedir (Quelal-Vasconez, Lerma-Garcia, Esteve, Arnau-Bonachera, Barat ve Talens, 2019; Yıldız, 2017; Tutun, 2014).

Süt Tozu

İnsanların bebeklik döneminden itibaren tüketmesi elzem olup, kompleks bir organizmanın bütün gereksinimlerini karşılayabilecek besin öğelerine sahip iki gıdadan biri

süt diğeri yumurtadır. Sütün bileşim değerleri incelendiğinde % 87'lik kısmını su oluşturur. Süt, protein bakımından oldukça zengin ve önemli mineralleri içerisinde barındıran bir besindir. Bunlar; P, Ca, Mg ve K'dır. Süt proteini kazeindir (Demirgöl ve Sağdıç, 2018; Kalyankar, Chopde, Deskmukh ve Khedkar, 2016).

Süt tozunun gıdalara katımıyla beraber çeşitli kullanım alanları bulunmaktadır. Süt açığının fazla olduğu ülkelerin başında Çin, İtalya gelir. Böyle tedarik etmede başarılı olamayan ülkelerde UHT süt, şekerli yoğunlaştırılmış süt ve buharlaştırılmış süt gibi geleneksel rekombinasyon süt ürünlerinin üretiminde süt tozu kullanılmaktadır. Bunların yanı sıra bebek mamalarında, çikolata ve şekerleme sanayinde, unlu mamullerde, dondurmada, hazır çorba gibi kurutulmuş hazır ürünlerde ve soslarda da içerik olarak dahil edilmektedir. Ayrıca hayvan yemi olarak işlevselliği olan süt tozu süt ihtiyacını gidermek için bir seçenek olarak yer almaktadır. Yağ bağlayıcı ve su bağlayıcı gibi görevleri de üstlenmektedir (Anonim, 2018; Munir ve diğerleri, 2018; Augustin ve Craven, 2003).

Şeker

Şeker kamışından ve şeker pancarından üretilen şeker endüstrisi M.Ö. zamanlara dayanmaktadır. Şeker kamışı ilk olarak M.Ö. 8000 zamanlarında Yeni Gine'de kullanılmaya başlanmıştır ve daha sonra Güneydoğu Asya bölgesinde yer alan Malezya, Filipinler, Endonezya gibi çeşitli ülkelerde yer almıştır (Atalık, 2008).

Şeker, besin öğelerinden karbonhidrat sınıfına girmektedir. Yapı taşı glikoz olan karbonhidratların, vücutta enerji bakımından kullanımda ilk sırada yer alırken vücutta bulunmada üçüncü sırada yer alan bu besin öğesinin asıl görevi; vücutta gerçekleşmesi gereken fizyolojik faaliyetlerin gerçekleşebilmesi için gerekli ATP üretimidir. Sofralık şeker glikoz ve fruktozdan oluşan bir disakkarittir (Ahern, Rajagopal ve Tan, 2019; Misral, Shrivastava, Shukla ve Ansari, 2016).

Lesitin

Yunanca lekithos (yumurta sarısı) kelimesinden türetilen ve bütün canlı hücrelerde yer alan lesitin bir fosfolipiddir. Fosfolipidler hücre zarını oluşturan temel bir bileşen olduğundan dolayı lesitinde hücreyi oksidasyona karşı koruyarak gıdada tat kaybına yol açan ve hücreye zarar veren serbest radikallerin oluşmasını önlemeye yardımcı olur. Gıdalarda emülgatör amacıyla kullanımı bulunan lesitin (E322) soya fasulyesinden elde edilmektedir. Lesitin en temel unsuru fosfatidilkolindir. Lesitin yapısında hidrofilik ve hidrofobik gruplar barındırmaktadır. Bu özelliği iyi bir emülgatör olmasını sağlamaktadır. Çikolatada lesitin

kullanılmasının önemli bir nedeni ise kakao yağı ile kakao tozunun homojen bir şekilde karışıp yeniden birbirinden ayrılmasını önlemek amacıyla kullanıldığı belirtilmiştir. Bunun dışında sıvı formu yoğunlaştırıp katı hale gelmesini sağlayabilen lesitin yalıtıcı madde olarak da kullanılabilir (Robert, Couédelo, Vaysse ve Michalski, 2019; Anonim, 2017).

1.3.2. Kokolin Üretim Teknolojisi

Karıştırma

Kokolin üretiminde kullanılacak olan malzemeler temin edildikten sonra öncelikle formülasyonda belirlenen miktarlardaki hammaddeler tartılmalıdır. Tartımda yapılan küçük hatalarda son üründe yapısal ve lezzet değişimlerine neden olacağı için tartımda hassasiyet gösterilmelidir. Hazır hale gelen ham maddeler; kakao yağı, kakao tozu, süt tozu ve pudra şekeri homojenlik sağlanacak şekilde karıştırılmaktadır. Bu karışımın sağlanması için sıcaklığa ve karıştırıcıya ihtiyaç duyulmaktadır. Büyük firmalarda çikolata üretmek için sürekli karıştırma işleminde istedikleri tekstürü yakalayabilmek için otomatik yoğurucularla çalışmaktadırlar (Doğan, 2016; Göktaş, 2016).

İnceltme

Karıştırma işlemine tabi tutulup ortaya çıkan kokolin hamuru 150-200 µm kalınlığa sahiptir. % 65 altındaki ortam bağıl neminde ball-mill adı verilen bilyeli değirmenler ile şeker kristalleri, süt tozu ve kakao tozu içeren kokolin hamuru 2-6 mm civarındaki bilyeler arasından 20-25 µm kalınlığında olacak şekilde iki defa öğütme işleminden geçirilmektedir. Kokolin lapasının iyi bir şekilde inceltmesi; son üründe mat bir görünüm oluşmaması, ağızda pürüzlülük hissi bırakmaması ve lezzetin iyi olması açısından önemlidir. Çünkü inceltme işlemi oluşacak kokolinin tekstür, koku, görünüş gibi karakteristik özelliklerine ve akış özelliklerini etkilemektedir (Şahin-Cebeci, 2013).

Konçlama

Homojenliği sağlanmış ve inceltme işlemiyle daha küçük partiküllere ulaşan kokolin hamurundaki hammaddelerin birbirine daha iyi karışması için yapılan işlem basamaklarından birisi son işlem olarak kabul edilen konçlamadır. Bu işlemin yapılmasının nedeni temel olarak istenen aroma, viskozite ve tekstürün ayarlanmasıdır. Yüksek sıcaklıklarda, uzun ve hızlı karıştırmada gerçekleşen konçlamanın kelime anlamı dövmedir. Karıştırılıp havalanması sonucunda biriken nemin ve kakao çekirdeklerinin fermentasyonu ile uçucu bileşenlerin ve istenmeyen kokuların uzaklaştırılmasında rol oynamaktadır. Aynı

zamanda topaklanmanın önüne geçerek partiküllerin yağ ile dolmasında ve nemin düşürülmesinde etkilidir. 50 °C üzerinde ve yaklaşık 1-2 saat süren bu işlemde daha önce katılan kakao yağı, kakao tozu, süt tozu, pudra şekerine ek olarak lesitin ilavesi yapılmaktadır. Geleneksel konçlama işleminde kullanılan makinenin adı konç olup Latince ‘kabuk’ kelimesinden türetilmiştir. Genel olarak üç adet birbirlerinin içlerine geçen kesme ve karıştırma işlemini sağlayan bıçaklardan meydana gelen bir tanktan ibarettir (Reshi, 2018; Doğan, 2016; Göktaş, 2016).

Kalıplara Doldurma

Konçlamadan sonra yapılması gereken işlem olan kalıplama işlemi sıvı bir halde olan kokolini katı ve istenilen son ürün şekline dönüştürmektedir. Bu aşamada kokolin dökülecek kalıplar ısıtılmaktadır ve basınç ile kalıplara gönderilen kokolin, tamamen kalıp şeklini almaktadır. Daha sonra soğutma tüneline gönderilmektedir ancak kokolinin kalıplarda kalmaması için kalıp ile kokolin temas yüzeyi oldukça temiz olmalıdır. Kokolin kalıplama işleminde plastik ve metal kaplar kullanılmakta olup plastik kap kullanılması üretim hızında artış sağlamaktadır. Çikolata üretiminde temperleme işlemi yapılmasının aksine kokolin üretiminde kalıplama işleminden önce temperleme aşaması yapılmamaktadır (Baker, Monighetti ve Draper, 2018; Şahin-Cebeci, 2013; Beckett, 1999).

Soğutma ve Paketleme

Belirlenen şekil ve büyüklüklere sahip kalıplara dökülmüş olan kokolin hamuru buzdolabında soğutmaya bırakılmaktadır. Soğutmanın ardından kalıplardan çıkarılan kokolin, kaplama maddesi ile ambalajlanmaktadır. Buradaki en temel husus kaplama maddesinin kokolinle uygunluğudur. Bu nedendir ki kaplama maddesinin özelliklerine (kalınlık, cins), sağlığa zararlı bir etkisinin bulunup bulunmamasına aynı zamanda kokolini dış çevrenin etkilerinden koruyup koruyamayacağına dikkat edilmektedir. Genel olarak alüminyum, kağıt, plastik yapıdaki malzemeler ve türevleri kullanılmaktadır. Büyük kokolin üreticileri, küçük ambalajlamadan sonra buna ilaveten dış ambalajlama, serin ve kuru yerde depolama ile ürünlerinin muhafazasını desteklemektedir (Dereli, 2011).

1.3.3. Çikolatada Çiçeklenme Sorunu

Çikolata çiçeklenmesi, çikolatanın dış yüzeyinde beyazımsı grimsi bir renkte oluşan fiziki bir sorundur. Depolama aşamasında meydana gelen çiçeklenme olayı çikolatanın bileşimindeki yağlardan ya da şekerlerden kaynaklanmaktadır. Şekerlerin değişiminden

kaynaklanan sorun şeker çiçeklenmesi olarak adlandırılırken çikolata çiçeklenmesi kakao yağının kristal halinin değişiminden ötürü çikolatanın dışında kakao yağının kendini salmasıyla oluşan beyazımsı tabakadır. Kakao yağ kristallerinin adedi ve cinsinin etkilediği çikolata çiçeklenmesi tüketicinin duysal olarak görünümünü olumsuz yönde etkilerken aynı zamanda tadını ve kokusunu da bozmaktadır. Çikolata çiçeklenmesi üretilen çikolatanın çeşidine göre değişiklik göstermektedir. Çikolata çiçeklenmesinin sebepleri incelendiğinde çikolata yapımında birbiriyle alakasız yağların kullanımı, çikolatanın üretim aşamalarından birini oluşturan temperlemenin az yapılmış olması, çikolatanın yetersiz tavlama işlemine tabi tutulmuş olması, çikolatayı soğutma sırasında yapılan yanlışlıklar, üretim sırasında aşırımlar ve depolama koşullarına (% 50 bağıl nem ve 18-20 ° C sıcaklık) uyulmamasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca depolama sırasında çikolata güneş ışığına maruz kalmadan serin bir yerde saklanmalıdır. Çikolata çiçeklenmesinin giderilmesi için çikolatanın doğru şekilde eritilip (benmari usulü) tekrar sıvı halini almasından sonra bir kalıp içine dökülüp soğutulmalıdır (Reshi, 2018; Tokuşçuoğlu, 2016; Tisoncik, 2013).

BÖLÜM 2

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Çikolata ve konfeksiyoneri ürünleri, gıda sektörleri arasında en önemli ve büyük kollar arasında yer almaktadır. Konfeksiyoneri genel bir terim olup, çikolata bunun bir alt sektörü olarak bulunmaktadır. Genel olarak konfeksiyoneri ürünleri tatlı fırıncılık ürünleri ve şekerli ürünler olarak da ikiye ayrılmaktadır. Şeker konfeksiyoneri grubunda çikolata ve çikolatalı ürünler haricinde tatlılar, şekerlemeler, sakızlar, pastiller ve benzerleri yer almaktadır. Çikolatanın ana ingrediyanları çikolata likörü (% 14-42), kakao yağı (% 8-20), şeker (% 40-50), yağsız süt ve diğer katılar (% 1-15) ile lesitin (% 0,4)'den oluşmaktadır. Çikolatada ana kalite parametreleri çikolatanın lezzeti ve tekstürüdür. Çikolatanın oda sıcaklığında katı ve ağız içi sıcaklığında ise hızla erimesi en aranan niteliğidir (Wainwright, 1996; Talbot, 2009).

Çikolatanın ana bileşenlerinden olan kakao yağı, ürüne flavor, tekstür, aroma, görünüm, ağız hissi, stabilite ve yeme kalitesini sağlayan ana unsurdur. Kakao yağı, başarılı çikolata ürünlerinin elzem hammaddesidir. Kakao yağı, gres yağı gibi olmayan doku, ağızda hızlı ergime, oda sıcaklığında mükemmel stabilite sağlamaktadır. Kakao yağı, temel olarak % 98 trigliseritler, % 1 serbest yağ asitleri, % 0,3-0,5 digliseritler, % 0,1 monogliseritler, % 0,2 steroller, 150-250 ppm tokoferoller ve % 0,05-0,13 fosfolipidler içermektedir. Trigliseritlerin sn-2 pozisyonunda bulunan yağ asidi oldukça tipiktir ve %36 oranında stearik, % 34 oranında oleik, % 25 oranında palmitik asitten oluşmaktadır. Çoğunlukla palmitik-oleik-stearik (% 36-42), stearik-oleik-stearik (% 23-29) ve palmitik-oleik-palmitik (% 13-19) trigliserit konfigürasyonları bulunmaktadır. Kakao yağı 27-33 °C arasında ergimekte ve ergime yaklaşık 35 °C'de tamamlanmaktadır. Öte yandan oda sıcaklığında ise (25 °C) ergime olmamaktadır. Dolayısıyla kakao yağı yerine ikame edilecek her yağda yaklaşık bu ergime profile arzu edilmektedir. Kakao yağı oldukça pahalı ve sınırlı miktarda üretilen bir yağ olduğu için, konfeksiyoneri sektörü bu yağın ikamelerini aramaya başlamış ve çok sayıda alternatif kaynaklar geliştirilmiştir. Tüm bu yağlara 'kakao yağı alternatifleri' denilmektedir. Bu alternatif kaynaklar da kendi aralarında 'kakao yağı eşdeğerleri', 'kakao yağı ikameleri' ve 'kakao yağı benzerleri' olarak sınıflandırılmıştır. Bazı özel bitkisel ve hayvansal yağ kaynaklarının hidrojenasyon, interesterifikasyon, karışım hazırlama gibi tekniklerle hazırlanmasıyla bu ürünler elde edilmektedir. Avrupa Birliğinde 6 bitkisel yağ kaynağı bu amaçla kullanılmaktadır; palm yağı (*Elaeis guineensis*, *Elaeis olifera*), shea yağı (*Butyrospermum parkii*), illipé yağı (Borneo tallow, *Shorea stenoptera*), kokum yağı (*Garcinia indica*), sal yağı (*Shorea robusta*), ve mango çekirdek

yağı (*Mangifera indica*). Öte yandan son yıllarda geliştirilmeye başlanılan oleojel teknolojiyle de kako yağı alternatiflerinin üretimine ait araştırmalar başlamıştır (Wainwright, 1996; Talbot, 2009).

Oleojellerin çikolata ve benzeri ürünlerde kullanımıyla ilgili çalışmalar sınırlı sayıdadır. İlk yayınlardan birinde (Hughes ve diğerleri, 2009), oleojelasyon tekniği ile çikolatadan yağ migrasyonunun azaltılacağı üzerinde durulmuştur. Özellikle dolgulu çikolata ürünlerinde likit yağın ürünün yüzeyine migrasyonunun oleojel ile engellenebildiği gösterilmiştir. Dolgulu çikolatalı ürünlerde eğer dolgu kısmında bulunan yağ yüzeye difüze olursa, burada yeniden kristallenmekte ve yağ çiçeklenmesi denilen bozulma meydana gelmektedir.

Çikolata pastasındaki kakao yağının şellak oleojeli ile ikame edilmesine dair bir çalışma yayınlanmıştır (Patel, Rajarethinam, Gredowska, Turhan, Lesaffer, De Vos, Walle ve Dewettinck, 2014). Çikolata pastaları, kakao tozu ve şekerin yağ fazında dağıtılmasıyla üretilen, reolojik olarak hem katı hem sıvı özellikleri gösteren dolgu malzemeleridir. Bu yapıda da likit yağın sızması önemlidir. Palm yağı yerine kolza yağı konulmuş ve içerisine de % 1,5'lük şellak oleojeli eklenmiştir. Böylece ürünün katı yağ içeriği önemli düzeyde azaltılırken, 30 °C'de 4 hafta depolanmasından sonra bile yağ sızması oluşmamıştır. Reolojik analizler de yapılmış ve oleojel pastasının istenen düşük viskoziteye sahip olduğu, ancak yield stress değerinin yüksek olduğu gözlenmiştir. Ayrıca şellak oleojel pastası tiksotropik davranış göstermiştir. Bu davranış, uygulanan kuvvet karşısında zamanla viskozitenin düşmesi olarak bilinmektedir. Bu çalışma uygun kıvamdaki bir çikolata pastasının şellak oleojeli ile daha düşük doymuş yağ kullanılarak üretililebileceğini ortaya koymuştur.

Bir başka araştırmada (Doan, Patel, Tavernier, Clercq, Raemdonck, Walle, Delbaere ve Dewettinck, 2016), balmumu oleojeli konfeksiyoneri dolgu materyali olarak değerlendirilmiştir. Pirinç kepeği yağı ve balmumu (% 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, ve 3.5 % ağırlıkça katım oranı) oleojelleri hazırlanmış ve çikolata dolgu malzemesi hazırlamada palm yağı yerine % 17, % 33 ve % 50 oranında ikame edilmişlerdir. Oleojellerin vücut sıcaklığında katı yağ oranları yaklaşık % 2 civarında ölçülmüştür. Mikroyapı analizleri yuvarlak morfolojideki kristallerin daha çok β' polimorfik yapıda olduğunu göstermiştir. Tüm ürünlerin ergime aralığı 31–44 °C arasında ölçülmüştür. % 17 oleojel içeren dolgu malzemesinin ana ürüne en benzer olduğu görülmüştür. Bu çalışma, düşük doymuş yağ aside içerikli, ancak reolojik olarak oldukça uyumlu konfeksiyoner dolgu çikolatalarının oleojel kullanılarak üretililebileceğini ortaya koymuştur.

Olejellerin okolata ve benzeri urnlerde kakao yağı yerine kullanımıyla ilgili en önemli çalışmalar yukarıda özetlenmiştir. Bu konuda literatürde fazla çalışma bulunmamaktadır ve araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu tez çalışması dolayısıyla son derece zgndr ve literatüre önemli bilgiler sağlamıştır.

Mısır yağına eklenen monogliserol stearat, β -sitosterol, etil selüloz ve lesitin organojelatrleriyle hazırlanan oleojeller okolata üretiminde yağ kaynağı olarak kullanılmıştır. Oleojel ihtiva etmeyen bitter okolata kontrol grubu olarak belirlenmiş ve, hazırlanan oleojel içerikli okolatalarla yapısal ve termal özellikleri karşılaştırılmıştır. Akış davranışı değerlendirildiğinde, oleojel içeren okolata örneklerinde tilsotropik davranışın arttığı belirlenmiştir (Li ve Liu, 2019).

Yapılan bir diğer çalışmada propolis mumu, monogliserit ve balmumu organojelatrleri ve nar çekirdeği yağı ve palm yağı kullanılarak düşük doymuş yağ içerikli okolatalar üretilmiştir. Reolojik davranışların incelenmesiyle palm yağına monogliserit katılarak hazırlanan okolataların, balmumu katılarak hazırlanan okolatalara kıyasla depolama ve kayıp modülüs değerleri daha yüksek olduğu grlmştir (Fayaz ve diğerleri, 2017).

Farklı organojelatrlerle ve tekniklerle çok sayıda oleojel üretmek mümkündür. Oleojellerin geliştirilmesi ve karakterize edilmesine dair literatürde çok sayıda çalışma bulunmasına karşın, bu jellerin gıda ürünlerinin üretiminde kullanımına ait çalışmalar henüz başlamıştır. Oleojellerin kakao yağı alternatifini olarak okolata ve benzeri ürünlerin hazırlanmasında kullanımına ait sınırlı sayıdaki çalışma yukarıda özetlenmiştir. Bu tez çalışmasında literatürde daha önce çalışılmayan oleojeller ile kokolin ürünleri geliştirilmiştir. Bu amaçla soğuk pres fındık yağı, ayçiçek mumu ve poligliserol stearat organogelatrleriyle kullanılarak iki farklı oleojel geliştirilmiş ve kakao yağı yerine formülasyonda kullanılmıştır. Araştırmada kontrol grubu gerçek kakao yağı ve aynı formülasyon ile üretilen okolata örneğidir. Bu alışma ile olejellerin kokolin üretiminde kullanımına ait bazı ilk sonuçlar literatüre kazandırılmıştır.

BÖLÜM 3

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyaller

Bu tez çalışmasında kokolin üretiminde kullanılan soğuk pres fındık yağı laboratuvarında tarafımızca üretilmiştir. Üretim süreci Şekil 2’de gösterilmiştir. Soğuk preslemede kullanılan fındıklar Sakarya ilinde 2018 yılında hasat edilen ve kabuklarından çıkarılan iç fındıklardır. Kakao yağı (Tito), glutensiz düşük yağlı, koyu renkli kakao tozu (Tito) Smart Kimya Ltd. (İstanbul, Türkiye) firmasından satın alınmıştır. Yağsız süt tozu (% 1 toplam yağ, % 35 protein, % 52 laktoz) Gusto Pastacılık Ltd. Şti. (İstanbul, Türkiye) firmasından satın alınmıştır. Pudra şekeri (Şafak) lokal marketten satın alınmıştır. Lesitin, Kimbiotik Kimyevi Maddeler San. ve Tic. A.Ş. (İstanbul, Türkiye) firmasından satın alınmıştır. Organojelatör olarak kullanılan Ayçiçek mumu (6607L) Kahlwax firmasından (Kahl GmbH & Co., Trittenau, Almanya) ve poligliserol stearat Karlsruhe (Almanya) firmasından satın alınmıştır.

Araştırmada kullanılan mutfak malzemeleri yerel marketlerden ve diğer tüm kimyasallar, standartlar ve sarf malzemeleri Sigma Chem. Co. (St. Louis, ABD) ve Merck'ten (Darmstadt, Almanya) ve yerel mağazalardan satın alınmıştır.



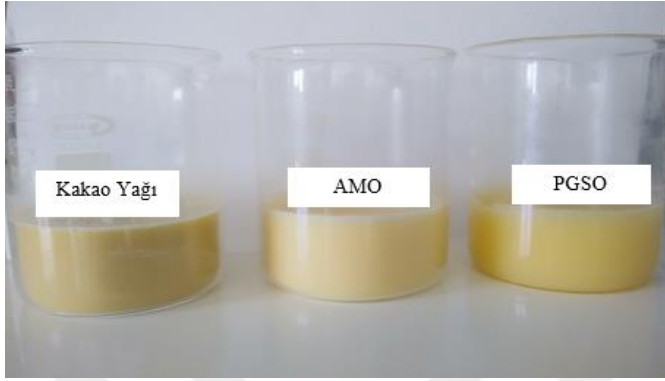
Şekil 2. Fındıktan soğuk pres yağ üretimi

3.2. Yöntemler

3.2.1. Fındık Yağı Oleojellerinin Hazırlanması

Soğuk pres fındık tohumu yağına ağırlıkça % 10 (w/w) oranında ayçiçek mumu (AM) ve poligliserol stearat (PGS) katılıp, karışım su banyosunda 80 °C’ye kadar ısıtılmış, organojelatörler tamamen eritilmiş ve kuvvetlice karıştırılmıştır. Daha sonra karışım, su

banyosundan alınmış ve oda sıcaklığına soğuması beklenmiştir. Bu arada oleojel oluşumu gerçekleşmiştir. Hazırlanan oleojeller daha sonra kokolin üretiminde kullanılıncaya kadar buzdolabında muhafaza edilmiştir. Çalışmada kullanılan çikolata yağı ve oleojeller (AMO ve PGSO) Şekil 3’de gösterilmiştir.



Şekil 3. Çikolata ve kokolin üretiminde kullanılan kakao yağı ve fındık yağı oleojelleri

3.2.2. Ana Yağların ve Fındık Yağı Oleojellerinin Yağ Asitleri Bileşimi

Çikolata üretiminde kullanılan kakao yağının, oleojelleri hazırlamada kullanılan soğuk pres fındık yağının ve hazırlanan AMO ve PGSO’lerin yağ asitleri bileşimi belirlenmiştir. Önce örneklerin yağ asidi metil esterleri AOCS Ce 2-66 (AOCS, 1998)’e göre hazırlanmıştır. Bunun için yaklaşık 100 mg yağ veya oleojel örneği ağzı kapaklı bir test tüpü içerisine tartılmış ve 10 mL hekzan ilavesini takiben çözünmesi için 1 sn karıştırma işlemi uygulanmıştır (Heidolph Reax top, Heidolph, Almanya). Test tüpüne 100 mikrolitre 2 N etanollü KOH ilavesi yapıldıktan sonra karıştırma işlemi tekrarlanmış ve santrifüjün ardından (6461 xg, 10 dk, Sigma 2-16K, Sartorius, Almanya) berrak faz alınarak, enjekte edilmek üzere 2 mL’lik viallere aktarılmıştır. Agilent 7890 B Gaz Kromatografisi (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, ABD) cihazı kullanılmış ve ölçüm FID (Flame İonization Detector) dedektör ile yapılmıştır (Dedektörün üretim yeri ABD, marka ve modeli Agilent Technologies, Palo Alto’dur. Kullanılan kolon ABD üretimi HP-88 adlı kolondur). Giriş sıcaklığı 250 °C olarak belirlenmiş ve 1 µL örnek enjeksiyonu sağlanmıştır. Mobil faz olarak hidrojen gazı kullanılmıştır. 2 mL/dk bir akış sağlanmıştır. Isıtma programlaması 120 °C’de 1 dk, 10 °C/dk artış ile 175 °C’ye çıkış ve bu sıcaklıkta 10 dk bekleme, 5 °C/dk ile 210 °C’ye çıkma ve bu sıcaklıkta 5 dk bekleme, 5 °C/dk ile 230 °C ve bu sıcaklıkta 5 dk bekleme olacak şekilde ayarlanmıştır.

Referans yağ asidi metil esterleri karışımı (Supelco, Bellefonte, PA, ABD) öncesinde aynı şekilde analiz edilmiş ve elde edilen kromatogram numunelerin yağ asitlerinin

belirlenmesinde kullanılmıştır.

3.2.3. Kakao Yağı ve Fındık Yağı Oleojellerinin Reolojik Özellikleri

Örneklerin reolojik analizleri DHR 2 Reometresiyle (TA Instruments, ABD) gerçekleştirilmiştir. Analizde paralel plakalı geometrisi ($\phi = 40$ mm, aralık 0.9 ± 0.1 mm), ve Peltier sıcaklık kontrol sistemi (± 0.1 °C) kullanılmıştır. Önce her örnek için gerilme-tarama testi (strain = 0,01 – 100 %) 1 Hz frekansta ve 10 °C’de (kakao yağında 30 °C’de) uygulanarak lineer viskoelastik bölge (LVR) belirlenmiştir. Daha sonra LVR’de her örnek için belirlenen gerilim değerleri ile frekans-tarama testi 10 °C’de (kakao yağında 30 °C’de) ve % 0,02-0,26 gerilim aralığında ve 0,1’den 100 Hz’e kadar frekans aralığında gerçekleştirilmiştir. Böylece örneklerin depo (G') ve kayıp (G'') modülleri belirlenmiştir.

Daha sonra her örneğin zaman-tarama testi, 10 °C’de (kakao yağında 30 °C’de) 1 Hz frekansta ve gerilim değerleri LVR bölgesinde, LVR bölgesinin altında ($LVR_{strain} \geq Strain$) ve LVR bölgesinin üstünde ($LVR_{strain} \leq Strain$) olmak üzere ölçülmüştür. Zaman-tarama testi ilk bölge için 180 sn, ikinci bölge için 180 sn ve son bölge için 900 sn olarak uygulanmıştır.

Son olarak, bu örneklerle sıcaklık-rampa testi de uygulanmıştır. Örnekler LVR bölgesinde 1 Hz frekans ile 0 °C’den 75 °C’ye 1 °C/dak hızla ısıtılmışlardır. Tüm örnekler 3 kez test edilmiş ve ortalama sonuçlar verilmiştir.

3.2.4. Çikolata ve Kokolin Örneklerinin Üretilmesi

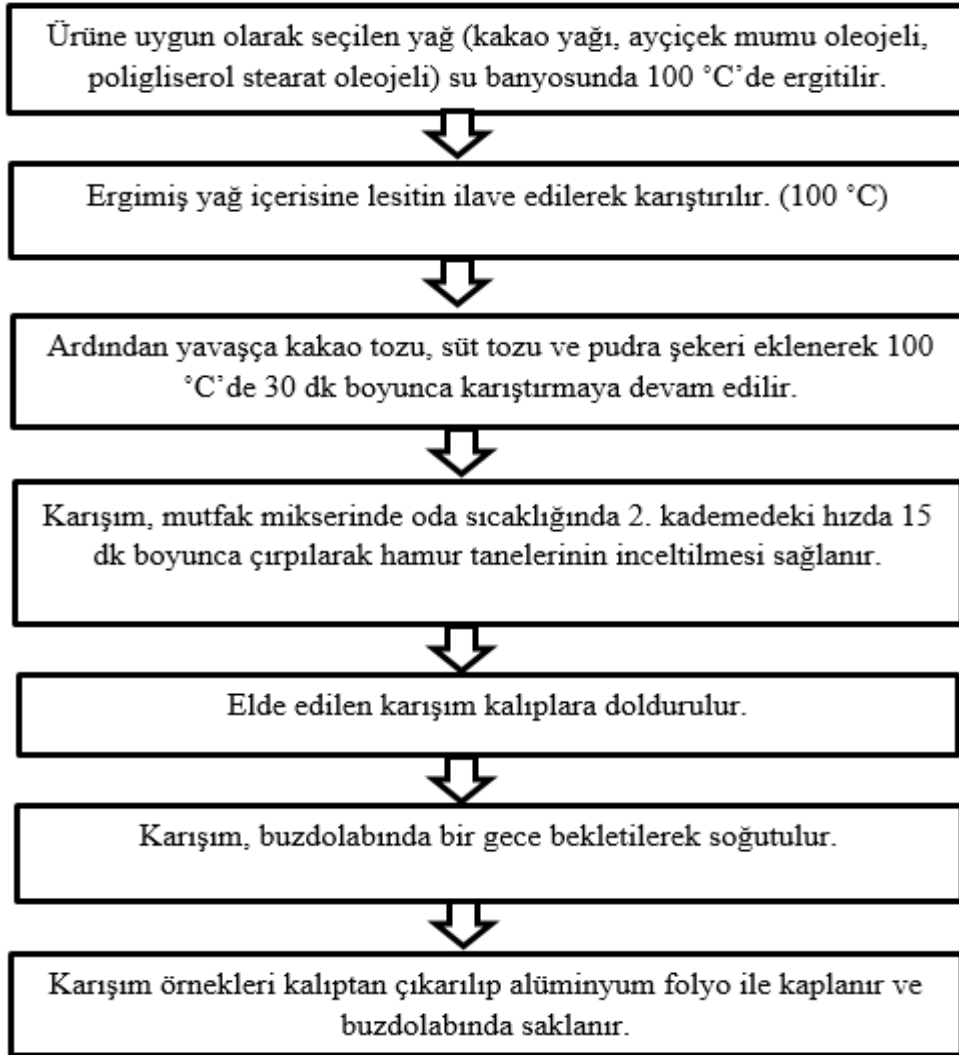
Bu tezde, 1 çikolata (kontrol örneği) ve 2 farklı kokolin (AMO ve PGSO ile üretilen) örneği laboratuvarımızda aşağıda Tablo 1’de verilen formülasyona göre üretilmiştir.

Tablo 1
Çikolata ve kokolin üretiminde kullanılan reçete (%)

İçindekiler (%)	Çikolata-KNT	Kokolin-AMO	Kokolin-PGSO
Yağ	30,0	30,0	30,0
Kakao tozu	14,0	14,0	14,0
Süt tozu	7,0	7,0	7,0
Şeker	48,0	48,0	48,0
Lesitin	1,0	1,0	1,0

Üretim için önce belirlenen miktar yağ veya oleojel tartılmış ve su banyosunda ısıtılarak ergitilmiştir, daha sonra sırasıyla aşağıdaki üretim akış şemasında verilen prosedür

uygulanarak üretimler gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4. Çikolata ve kokolin üretimi akış şeması

Üretim sürecini gösteren resimler ise aşağıda Şekil 5'de sunulmuştur.



Şekil 5. Çikolata ve kokolin üretimi ve kullanılan kalıplar.

Planlanan analizlere göre üretim miktarı ayarlanmış ve her analiz grubu için örnekler

ayrılarak analizlere kadar uygun kutularda buzdolabında tutulmuştur. Bazı analizler ise üretimden hemen sonra yapılmıştır.

3.2.5. Üretilen Çikolata ve Kokolinlerin Yağ Asitleri Bileşimi

Üretilen çikolata ve kokolinlerin içerdiği tüm yağ öncelikle ekstrakte edilmiştir. Bunun için 10 g örnek iyice parçalandıktan sonra ayırma hunisine alınmış ve üzerine 100 mL hekzan eklenmiştir. Oda sıcaklığında, yaklaşık 0,5 saat karıştırıldıktan sonra yağ içeren hekzan fazı katı fazdan ayrılmış ve toplanmıştır. İşlem ardışık olarak üç defa tekrarlanarak misella (hekzan + yağ) toplanmıştır. Daha sonra karışım Rotary evaporatör (Hei-VAP Advantage, Heidolph, Almanya) bağlanarak vakum altında 70 °C’de hekzan tamamen uzaklaştırılmış ve yağ örnekleri elde edilmiştir.

Ekstrakte edilen yağ örneklerinin yağ asidi bileşimini belirlemek için önce örneklerin yağ asidi metil esterleri AOCS Ce 2-66 (AOCS, 1998)’e göre hazırlanmıştır. Yağ asidi bileşimi analizi, Gaz Kromatografisi (Agilent Technologies 7890B, Palo Alto, CA, ABD) ve ona bağlı FID dedektör (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, USA) ve HP 88 kapilar kolum (100 m × 0.25 mm ID × 0.2 µm film kalınlığı, J&W Scientific Co, CA, ABD) ile gerçekleştirilmiştir. Analizde kullanılan termal program şöyledir: 120 °C’de 1 dak, 175 °C’de (10 °C/dak) 10 dak, 210 °C’de (5 °C/min) 5 dak ve 230 °C’de (5 °C/dak) 5 dak. Enjeksiyon hacmi 1 µL, split oranı 1:50, taşıyıcı gaz (H₂) akış hızı 2 ml/dak olarak ayarlanmıştır. Enjektör ve detektör sıcaklıkları 250 ve 280 °C’dir. Yağ asitlerinin tanımlanması ve kantifikasyonu, daha önce aynı koşullarda cihaza verilen standart FAME karışımının (37-components, C4-C24, Supelco, Bellefonte, PA, ABD) alıkonma zamanları ve pik alanlarından faydalanılarak hesaplanmıştır.

3.2.6. Üretilen Çikolata ve Kokolinlerin Temel Bileşim ve Bazı Kimyasal Özelliklerinin Analizleri

Kontrol örneği olarak üretilen çikolata ve iki kokolin örneğinin temel bileşenleri analiz edilmiştir. Toplam yağ içeriğinin belirlenebilmesi için AOAC 920.39 metodu (AOAC, 2002) kullanılarak kartuşlara 3-5 g arasında öğütülmüş örnekler tartılmıştır ve otomatik soxhlet ekstraktöre (SER 148 Solvent Extractor, VELP Scientifica, İtalya) yerleştirilmiştir. Ekstraksiyon işlemi gerçekleştikten sonra beherde elde edilen yağda, hekzanın tamamen uçurulması için etüvde sabit tartıma gelinceye dek ısıtılmıştır. Ham protein içeriği Kjeldahl metoduna göre (AOCS Ba 4d-90), 1 g tartılan örnekler homojenize edildikten sonra Kjeldahl tüplerine eklenmiştir, ardından 2 adet Kjeldahl tableti ve 10 mL

sülfürik asit ilave edilmiştir. Protein yakma düzeneğinde yakıldıktan sonra açık mavi-yeşil renkli bir görünüm elde edilmiştir. Üzerine 75 mL saf su ilave edilip % 40'lık NaOH çözeltisinden 75 mL kullanılarak destilasyon ünitesine yerleştirilmiştir. Bir erlen içine % 2'lik 50 mL H₃BO₄ çözeltisi üzerine 3-5 damla indikatör çözeltisi eklenmiş ve destilasyon başlatılmıştır. Borik asit çözeltisi içerisinde toplanan ve amonyak miktarın belirlenebilmesi için 0,1 N HCl çözeltisi ile titre edilmiştir. Harcanan HCl asit miktarından % azot miktarı hesaplanmıştır ve sonuç 6,25 ile çarpılarak % protein miktarı sonuç olarak verilmiştir.

Kül miktarı AOCS Ba 5a-49 metoduna (AOCS, 1998) göre yapılmıştır. Temiz krozeler 105 °C'de etüvde sabit tartıma getirilmiş, ardından kodlanan krozelerin içine 3 g örnekler tartılmıştır. Her bir örneğin üzerine 1 mL kadar etanol ilave edilerek ön yakma işlemi gerçekleştirilmiştir. Kül fırınında (Protherm Furnaces. PLF 110/15, Türkiye) 550 °C'ye kadar kademeli sıcaklık artışıyla rengi gri-beyaz olunca yakma sonlandırılmıştır. Çıkartılan krozeler desikatöre oda sıcaklığına gelinceye dek bekletilmiştir ve tartılarak kül miktarı hesaplanmıştır.

Lane-Eynon metodu ile toplam şeker miktarı ölçülmüştür (Cemeroğlu, 2007). Öğütülmüş ve homojen haline getirilen örnekler 500 mL'lik balon jøjeye 5 g tartılmıştır ve hacim çizgisine kadar saf su ile tamamlanmıştır. Ardından filtre kağıdından süzölmüştür. Başka bir yerde 5 mL fehling A ve B çözeltisi 250 mL'lik erlene eklenmiştir, sırasıyla kaynama taşları ve 20-25 mL kadar saf su ilave edilmiş, kaynatma işlemi gerçekleştirilmiştir. Kaynama başladığı andan itibaren 2- 3 damla metilen mavisini eklenerek 3-5 dk kadar kaynatılmıştır. Başta hazırlanmış olduğumuz şeker çözeltisi ile kiremit kırmızısı renk oluncaya dek titre edilmiştir. Titrasyonda harcanan şeker çözeltisi miktarı aşağıdaki eşitlikte olduğu gibi hesaplanmıştır.

$$\text{İnvert Şeker (\%)} = \frac{F \times S \times 100}{V \times M} \quad (3.1)$$

F= Faktör

S= Seyreltme oranı

V= Titrasyonda harcanan şeker çözeltisi miktarı (mL)

M= Örnek miktarı (g)

İnvert şeker için hazırlanan filtrattan balon jøjeye 50 mL alınmıştır ve üzerine derişik HCl asit çözeltisinden 5 mL yavaş yavaş ilave edilmiştir. 60 °C'ye ayarlanmış su banyosu içine yerleştirilen balon jöje yaklaşık 15 dk tutulmuştur. Su banyosundan çıkartılan balon

joje soğuduktan sonra 1-2 damla fenolftalein çözeltisi damlatılarak, % 33'lük NaOH ile nötrleşme işlemi gerçekleştirilmiştir. Yeniden soğutmaya bırakılan 100 mL'lik balon joje hacim çizgisine kadar tamamlanmıştır.

Hesaplama;

$$\text{Toplam İvert Şeker (\%)} = F \times 100 \times \frac{2}{5} \times M \times 100 \quad (3.2)$$

$$\text{Sakkaroz (\% g)} = (\text{Toplam İvert Şeker} - \text{İvert Şeker}) \times 0,95 \quad (3.3)$$

Çikolata ve kokolin örneklerinin nem miktarları IR nem analiz cihazı Ohaus MB45 (Ohaus, Pine Brook, ABD) kullanılarak ölçülmüştür.

Örneklerden ekstrakte edilen yağlarda ise serbest yağ asitliği (SYA) ve peroksit sayısı (PV) ölçülmüştür. Serbest yağ asitliği (SYA), AOCS Ca 5a-40 (AOCS, 1998)'e göre analiz edilmiştir. 2 g yağ 0,001 duyarlılıkta tartılarak üzerine 30 mL etanol ve dietil eter karışımı eklenmiştir. Yağın karışım içinde çözünebilmesi için yaklaşık 10 sn çalkalanmıştır. Karışım üzerine % 1'lik fenolftalein ilave edildikten sonra 0,1 N KOH ile titre edilerek pembe renk gözlenmiştir. Serbest yağ asitliği hesaplanırken, yağ asidi kompozisyonunu dikkate alarak major yağ asidi olan linoleik asit (% linoleik) cinsinden hesaplanmıştır.

Hesaplama;

$$\text{Serbest asitlik (\% linoleik olarak)} = \frac{V \times N \times 0,28 \times 100}{m} \quad (3.4)$$

V= Harcanan 0,1 N KOH miktarı (mL)

N= Kullanılan KOH çözeltisinin normalitesi

m= Örnek miktarı (g)

0,28= 1 mL 1 N NaOH' e eşdeğer linoleik asit (g)

Peroksit sayısı (PV), AOCS Cd 8-53 (AOCS, 1998)'e göre analiz edilmiştir. Elde edilen yağlardan 0,001 duyarlılıktaki hassas terazide 1,5 g tartılarak üzerine 10 mL kloroform ve 15 mL glasiyel asetik asit karışımı ilave edilmiştir. Yağın karışım içinde çözünebilmesi için çalkalanmıştır Üzerine 1 mL kadar doymuş KI çözeltisi eklenmiştir. 1 dk boyunca karıştırılarak karanlık ortamda 5 dk bekletilmiştir. Süre bitiminden sonra çıkartılan çözelti üzerine 75 mL saf su ilave edilmesinin takiben % 1'lik nişasta çözeltisinden 1 mL kadar indikatör olarak damlatılarak, 0,01 N sodyum tiyosülfat ile titre edilmiştir.

Yağın içerdiği peroksit sayısı miliekivalent gram peroksit oksijen/kg yağ cinsinden aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanmıştır.

$$\text{Peroksit Sayısı (miliekivalent O}_2\text{/kg)} = \frac{(V_1 - V_0) \times N \times 1000}{m} \quad (3.5)$$

V_0 = Tanık deney için harcanan sodyum tiyosülfat çözeltisinin hacmi (mL)

V_1 = Numune için harcanan sodyum tiyosülfat çözeltisinin hacmi (mL)

N = Sodyum tiyosülfat çözeltisinin normalitesi

m = Deney numunesinin kütlesi (g)

3.2.7. Üretilen Çikolata ve Kokolinlerin Fiziksel Özellikleri

Örneklerin aletsel renk değerleri (L , a^* ve b^*) Minolta CR-400 Reflektans kolorimetresi (Osaka, Japonya) kullanılarak belirlenmiştir. Bunun için önce cihaz beyaz plakaya karşı sıfırlanmış ve daha sonra doğrudan örnek yüzeylerine cihazın probu dokundurularak ölçümler alınmıştır. Bilindiği gibi CIE sisteminde L (0, siyah; 100, beyaz), a^* ($+a^*$ = kırmızı, $-a^*$ = yeşil) ve b^* ($+b^*$ = sarı, $-b^*$ = mavi) göstermektedir.

Örneklerin Şekil Tutma İndeksi (Shape Retention Index = SRI) değerleri Jin ve ark. (2019)'nın metodu modifiye edilerek iki farklı sıcaklıkta ölçülmüştür (40 ve 60 °C). Bunun için önce her örneğin oda sıcaklığındaki taban çapı ölçülmüş (d_1) ve kaydedilmiştir. Daha sonra örnekler aynı metal tavalara konularak verilen sıcaklıkta bir etüvde 1 saat tutulmuşlar ve ardından 46 cm yükseklikten başka boş bir tavaya bırakılmışlardır. Son olarak düşen örneklerin çapı (d_2) tekrar ölçülmüştür. SRI değerleri aşağıda verilen formülle hesaplanmıştır;

$$\% \text{ SRI} = \left(1 - \frac{d_2^5 - d_1^5}{d_2^c - d_1^c} \times \frac{w^c}{w^s}\right) \times 100 \quad (3.6)$$

Formüldeki d 'ler örnek çap değerlerini, üstte yazılan s , örnek ve c kontrol örneğini ve W örnek ve kontrolün ağırlığını ifade etmektedir. Bu analizde çikolata kontrol örneği ve kokolinler ise ölçülen örneklerdir. Kontrol örneğinin iki farklı sıcaklıktaki SRI değerlerini belirlemek için ise, kendisinin oda sıcaklığındaki çap değeri kullanılmıştır. SRI değeri 100 ise, örnekte hiç şekil bozulması olmadığı anlaşılmaktadır. Değer yüzden düştüğü oranda ise şeklin bozulduğu veya örneğin eriyerek yayıldığı anlaşılmalıdır.

Örneklerin Çiçeklenme durumları ise Beyazlama Endeksi (Whitening Index = WI)

teknikiyle ölçülmüştür. Bunun için Zhao ve James (2019)'un metodu modifiye edilerek kullanılmıştır. Buna göre, örneklerin yüzey rengi bir kolormetre yardımıyla üretimden hemen sonra taze örneklerde ölçülmüş ve daha sonra örnekler ardışık olarak 24 saat buzdolabında (5 °C) ve 24 saat etüvde (25 °C) olacak şekilde depolanmıştır. Her gün örneklerin rengi ölçülerek kaydedilmiştir. Aşağıdaki formül kullanılarak Beyazlama Endeksi (WI) hesaplanmıştır.

$$WI = 100 - [(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}]^{0.5} \quad (3.7)$$

Yüzde WI değeri, ilk gün ve on beşinci gün ölçümleri kullanılarak aşağıdaki formül ile belirlenmiştir.

$$\% WI = \left(\frac{WI_{15} - WI_0}{WI_0} \right) \times 100 \quad (3.8)$$

Çikolata ve kokolin örneklerinin yüzey morfolojisi taramalı elektron mikroskopisi (SEM) ile görüntülenmiştir. SEM görüntüleri JSM-7100F (JEOL, Japonya) cihazıyla alınmıştır. Bunun için örnekler karbon bandına tutturulmuş ve Altın-Paldyum (80-20 %) ile 0,8 mbar/Pa vakum ve 10 mA voltaj altında Quorum cihazı ile kaplanmıştır. Cihaza yerleştirilen örneklerin 15 kV hızlandırıcı voltajı altında 500x-1000x büyütülmüş görüntüleri elde edilmiştir.

Işık mikroskobu görüntüleri içinde, çikolata ve kokolin örnekleri lam üzerine yerleştirilmiş ve ısıtıcı tablet üzerinde ergitilmiştir. Daha sonra üzerlerine lamel kapatılmış ve 24 saat oda sıcaklığında bekletilmiştir. Hazırlanan bu preparatların Olympus CX31 (CX31RTSF, Japonya) cihazı ile x40 büyütmede görüntüleri alınmıştır.

Fiziksel ölçümlerin sonuncusu olarak, örneklerin X-ışını kırınım desenleri de çekilmiştir. Bu amaçla PANalytical Empyrean model (Hollanda) X-ray diffractometre cihazı kullanılmıştır. Örnekler 4-40 °C arasında 0,02/0,6 (san) tarama hızıyla 40 kV ve 40 mA altında CuK α ($\lambda = 0.1546$ nm) radyasyonla analiz edilmiştir. X-ışını kırınım deseni grafikleri elde edilmiştir.

3.2.8. Üretilen Çikolata ve Kokolinlerin Termal Özellikleri

Çikolata ve kokolin örneklerinin termal özellikleri diferansiyel taramalı kalorimetre (DSC) ile (Perkin-Elmer DSC 4000 serisi, ABD) ile belirlenmiştir. Örneklerden yaklaşık 5-

7 mg arasında örnek alüminyum panlara tartılıp, daha sonra bu panlar kapatılmıştır. Örnek içeren panlar cihazın örnek hücresine koyularak önce 25 °C'den 40 °C'ye 5 °C/dk ile ısıtılmış, sonra 5 °C'de 3 dak bekletilmiş, daha sonra 40 °C'den - 5 °C'ye 5 °C/dak hızla soğutulmuştur. Örnekler - 5 °C'de 3 dak bekletilmiştir. 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 diğerleri, 2009).

3.2.9. Üretilen Çikolata ve Kokolinlerin Reolojik Analizleri

Yapılan tüm reolojik analizlerde DHR 2 Reometresiyle (TA Instruments, USA) gerçekleştirilmiştir. Analizde paralel plakalı geometrisi ($\phi = 40$ mm, aralık 0.9 ± 0.1 mm), ve Peltier sıcaklık kontrol sistemi (± 0.1 °C) kullanılmıştır.

Önce her örnek için gerilme-tarama testi (strain = 0,01 – 100 %) 1 Hz frekansta ve 37 °C'de uygulanarak lineer viskoelastik bölge (LVR) belirlenmiştir. Daha sonra LVR'de her örnek için belirlenen gerilme değerleri ile frekans-tarama testi 37 °C'de ve %0,02-0,26 gerilme aralığında ve 0,1'den 100 Hz'e kadar frekans aralığında gerçekleştirilmiştir. Böylece çikolata ve kokolinlerin depo (G') ve kayıp (G'') modülleri belirlenmiştir. Sıcaklık-rampa testi de uygulanmıştır. Örnekler LVR bölgesinde 1 Hz frekans ile 37 °C'den - 5 °C'ye 1 °C/dak hızla soğutulmuş, daha sonra - 5 °C'den 40 °C'ye 1 °C/dak hızla ısıtılmıştır.

Örneklerin osilatör viskozitesi 37 °C'de 0,1-10,000 Pa aralığında ve 10 rd/sn açılal frekans altında ölçülmüştür.

Triboloji ölçümleri için cihazdan paralel plaka probu çıkarılmış ve plaka üzerinde halka probu takılmıştır. Daha sonra ölçümlerin yapıldığı 37 °C sıcaklığa gelinceye kadar 120 sn beklenilmiştir. Daha sonra lineer modta, 3 N eksenel kuvvet ve 1 N duyarlılık ile, 0-160,000 $\mu\text{m/sn}$ sürme hızıyla sürtünme katsayıları belirlenmiştir.

3.2.10. Üretilen Çikolata ve Kokolinlerin Uçucu Bileşen Analizleri

Her bir kokolin örneği bıçak yardımıyla ufak parçalara ayrılarak 2,0 g olarak örnek hazırlama şişelerine tartılmıştır. Ardından üzerine 1,0 g tuz ilave edilerek ağızları septumlu kapak ile kaplanan şişeler uçucu bileşen (volatil) analizine alınmıştır.

Kokolin örneklerine ait uçucu bileşenler Aydeniz Güneşer (2016)'in tekniklerinde bazı modifikasyonlar yapılarak gerçekleştirilmiştir. Uçucu bileşenlerin elde edilmesinde katı faz mikro ekstraksiyon (SPME) tekniği kullanılmıştır. Yaklaşık 2 g kokolin örneği içerisine 1 g tuz ve 20 mikrolitre internal standart ilavesini takiben, 1 dk kuvvetle çalkalanmış (Heidolph

Reax Top, Heidolph, Almanya) ve aroma maddelerinin belirlenmesi için özel renkli şişelere alınarak 40 °C'deki su banyosunda (GFL 1013, GFL Labortechnik, Almanya) 10 dk bekletilmiştir. Süre sonunda su banyosundaki örnek içerisine SPME (2 cm, 50/30 µm DVB/Carboxen/PDMS, Supelco, Bellafonte, ABD) fiber yerleştirilerek 10 dk boyunca aroma maddelerinin fiberde tutunması sağlanmıştır. Uçucu bileşenlerin analizinde aşağıda belirtilen çalışma şartları kullanılmıştır;

Kromatografi sistemi: Agilent 6890HB Gaz Kromatografisi (Agilent Technologies, Wilmington, DE, ABD)

Dedektör: Agilent 5875C Kütle seçici dedektör Agilent Technologies, Wilmington, DE, ABD)

Kolon: DB-5MS kolon (60 m x 0.25 mm i.d. x 0.25-µm film kalınlığı (J&W Scientific, Folsom, CA, ABD)

Split oranı: ½

Taşıyıcı gaz: Helyum

Akış hızı: 1,2 mL/dk

Fırın sıcaklığı: 40 °C'de 1 dk, 1 °C/dk hızla 70 °C'ye artış, 5 °C/dk hızla 200 °C'ye artış, 50 °C/dk hızla 230 °C'ye artış ve bu sıcaklıkta 5 dk bekleme

Dedektör gazları: Hidrojen - 30 mL/dk; Kuru hava - 400 mL/dk

Kütle seçici dedektör koşulları ise şöyledir: kapiler direkt arayüz sıcaklığı, 280 °C; iyonizasyon enerjisi, 70 eV; kütle aralığı, 35 - 350 amu; tarama hızı, 4.45 scans/sn. Aroma bileşenlerinin tanımlanması için bilinmeyen bileşenlerin kütle spektralleri, National Institute of Standards and Technology (Nist, 2008), Wiley Registry of Mass Spectral Data, 7th Edition (McLafferty, 2005) veri bankaları ile karşılaştırılmıştır. Belirlenen uçucu bileşenlerin kütle değerleri alan yüzdesi olarak verilmiştir.

3.2.11. Üretilen Çikolata ve Kokolinlerin Duyusal Tanımlama (QDA) Analizi

Çikolata ve kokolin örneklerinin duyusal tanımlanması “Kantitatif Tanımlayıcı Analiz (QDA)” (Meilgaard ve diğerleri, 1991) tekniğine göre yapılmıştır. Testler bir panel liderinin moderatörlüğünde 12 kişiden oluşan panelistlerce (6 bay, 6 bayan; yaş aralığı 23-47; yaş ortalaması 27) gerçekleştirilmiştir. İlk oturumda panelistlere testin uygulanışı ve dikkat edilecek hususlarla ilgili bilgiler verilmiş, bunu takiben piyasadan temin edilen farklı tip çikolata ve kokolin örnekleri kullanılarak ortak tanımlayıcı duyusal terimler belirlenmiştir. Daha sonra 10 puanlık (0-yok, 10-kuvvetli) skalalar esas alınarak, geliştirilen tanımlayıcı terimlerin derecesini ifade etmeye yarayan referans standartlar (bitkisel

materyaller, gıda maddeleri, kimyasal çözeltiler vb.) seçilmiştir. Seçilen standartlar ve farklı tip kokolin örnekleriyle ön denemeler yapılarak panelin varyans aralığı kabul edilir aralığa düşünceye kadar eğitimler devam etmiştir. Farklı gün ve oturumlarda gerçekleşen panellerde, tanımlama analizinin hatasız gerçekleştirilmesi amacıyla panelistlere en az 15 saat eğitim verilmiştir. Örnekler için panel tarafından geliştirilen terimler Tablo 2’de gösterilmiştir.

Daha sonra duyuusal tanımlama testlerine başlanmıştır. Bu amaçla farklı oturumlarda panelistlere örnekler sunulmuştur. Tüm oturumlarda örnekler birbirinden farklı üç basamaklı sayılarla kodlanmış ve oda sıcaklığında beyaz renkli köpük tabaklar içerisinde sunulmuştur. Oturumlar esnasında ve arasında panelist duyularının dinlendirilmesi ve tazelenmesi amacıyla ılık su, tuzsuz kraker, elma dilimleri ve tükürme kabı sağlanmıştır. Analizde kullanılan skala Şekil 6’da verilmiştir. Örnekler rastgele düzende (random) sunulmuş ve testler tekerrürlü olarak farklı oturumlarda gerçekleştirilmiştir.

Tablo 2

Çikolata ve kokolin örneklerini duyuşal tanımlamada kullanılan terimler, tanımları ve referansları

Özellik	Tanım	Referanslar
Görünüş Özellikleri		
Şekil	Kalıptan çıkan şeklin düzgünlüğü	0- deforme şekil / 10- mükemmel şekil
Yüzey parlaklığı	Yüzeyin düzgün ve parlaklığını betimler	0- mat, bozuk yüzey / 10- parlak homojen yüzey
Aroma Özellikleri		
Fındığımsı	Taze kavrulmuş fındık	0- hiç yok / 10- kavrulmuş fındık
Süt/Tereyağ	Sıcak süt veya ergimiş tereyağ aroması	0- hiç yok / 10- sıcak tam yağlı süt
Ransit	Acılaşmış yağ aroması, metalik	0- yok / 10- patlamış mısır
Lezzet Özellikleri		
Kahve	Kavrulmuş, çekilmiş çiğ kahve lezzeti	0- yok / 10- kavrulmuş kuru kahve
Tatlı	Şeker tadı	0- yok / 10- %5 şeker çözeltisi
Acı	Dilin ucunda algılanan kinon tadı	0- yok / 10- %0.1 kafein çözeltisi
Mumsu	Mumun lezzeti	0- yok / 10- Parafin veya mum
Ağız Hissi Özellikleri		
Sertlik	Ön dişlerle ilk ısırıda hissedilen direnç	0 – yok / 10- şert şeker
Kumluluk	Ağızda hissedilen pütürlülük	0- yok / 10- toz şeker
Serinletme	Ağızda hissedilen ferahlama, mentol	0- yok / 10-mentollü şeker
Kaplama	Yutmadan sonra damakta kalan tabaka seviyesi	0- yok / 10-damakta tam yapışma

Kokolin QDA Testi:

Panelistin Cinciyeti: E B

Panelistin Yaşı:.....

GÖRÜNÜŞ ÖZELLİKLERİ

Şekil (0 = deforme şekil, 10 = mükemmel kalıp şekli)



Yüzey parlaklığı (0 = mat, bozuk yüzey, 10 = parlak, homojen yüzey)



AROMA ÖZELLİKLERİ

Fındığımsı (0 = hiç yok, 10 = kavrulmuş fındık)



Süt/Tereyağ (0 = hiç yok, 10 = sıcak tam yağlı süt)



Ransit (0 = yok, 10 = patlamış mısır)



LEZZET ÖZELLİKLERİ

Kahve (0 = yok, 10 = kavrulmuş kuru kahve)



Tatlı (0 = yok, 10 = çay şekeri)



Acı (0 = yok, 10 = %0.1 kafein çözeltisi)
Mumsu (0 = yok, 10 = ayçiçek mumu)
<u>AĞIZ HİSSİ ÖZELLİKLERİ</u>
Sertlik (0 = yok, 10 = sert şeker)
Kumluluk (0 = yok, 10 = toz şeker)
Serinletme (0 = yok, 10 = mentollü şeker)
Kaplama (0 = YOK. 10 = damakta tam vanısması)

Şekil 6. Kokolin örnekleri için kullanılan duyu tanımlama testi skalası

3.2.12. Üretilen Çikolata ve Kokolinlerin Tüketici Testleri

Çalışmada üretilen çikolata ve kokolin örneklerinin tüketici tercihlerini test etmek için 5-noktalı hedonik skala kullanılarak 50 gönüllü katılımcı tüketici (18 bay, 32 bayan; yaş aralığı 19-56; yaş ortalaması 25) ile testler gerçekleştirilmiştir. Örneklerin görünüş, koku/aroma, tat/lezzet ve genel kabul durumları ölçülmüştür. Duyusal değerlendirmede kullanılan hedonik skala örneği Şekil 7’de verilmiştir.

	1 Hiç Beğenmedim	2 Az Beğendim	3 Ne Beğendim Ne beğenmedim	4 Beğendim	5 Çok beğendim
Görünüş					
Koku/Aroma					
Tat/Lezzet					
Genel Kabul					

Şekil 7. Kokolin örnekleri için kullanılan tüketici testi skalası

3.2.13. İstatistik Analizler

Elde edilen verilerin değerlendirilmesi ve örnekler arasındaki farklılıkların açıklanmasında varyans analizi (ANOVA) ve çoklu karşılaştırma testi (Tukey) kullanılmıştır. Duyusal analiz (kantitatif tanımlayıcı analiz ve tüketici testi) verilerinin değerlendirilmesinde non-parametrik Kruskal-Wallis testi kullanılmıştır. İstatistik analizlerin yapılmasında Minitab Ver 16.1.1 (Minitab, 2010) programından faydalanılmıştır. Güvenlik seviyesi tüm analizlerde en az % 95 olarak belirlenmiştir.

BÖLÜM 4

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Çalışmanın başlangıcında soğuk pres fındık tohumu yağından iki farklı oleojel (AMO ve PGSO) hazırlanmış ve kakao yağına karşı önce yağ asitleri bileşimleri belirlenmiştir. Bir önceki bölümde verilen üretim tekniği (Şekil 4) ve formülasyonlar kullanılarak kakao yağı ve oleojellerden (AMO ve PGSO) sırasıyla 1 grup çikolata ve 2 grup kokolin üretilmiştir. Üretilen çikolata ve kokolinlerde bazı analizler gerçekleştirilmiş ve veriler elde edilmiştir. Tüm üretim işlemleri 2 tekerrürlü olarak yapılmış ve her bir tekerrür örnekte analizler de iki paralel olarak yapılmıştır. Ölçümlere ilişkin tanıtıcı veriler ortalama \pm standart hata ya da standart sapma şeklinde verilerek uygun istatistiksel analizleriyle birlikte aşağıda tartışılmıştır.

4.1. Kakao Yağı ve Üretilen Oleojellerin Yağ Asitleri Bileşimi

Çikolata ve kokolin üretiminde kullanılan kakao yağı ve oleojel üretiminde kullanılan fındık yağı ve geliştirilen fındık yağı oleojellerinin (AMO ve PGSO) yağ asitleri bileşimi Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3
Çalışmada kullanılan yağlar ve oleojellerin yağ asitleri bileşimi (%)

	Kakao Yağı	Fındık Yağı	AMO	PGSO
Laurik (C12:0)	-	-	-	-
Tridekanoik (C13:0)	-	-	-	-
Miristik (C14:0)	0,56 \pm 0,30	0,21 \pm 0,09	0,22 \pm 0,30	0,55 \pm 0,39
Miristoleik (C14:1)	-	-	-	-
Palmitik (C16:0)	24,37 \pm 0,42	7,73 \pm 3,33	15,30 \pm 1,33	28,99 \pm 0,73
Palmitoleik (C16:1)	0,87 \pm 0,01	0,48 \pm 0,14	0,52 \pm 0,02	0,44 \pm 0,07
Stearik (C18:0)	34,58 \pm 0,05	2,25 \pm 0,05	2,05 \pm 0,30	4,49 \pm 0,57
Oleik (C18:1)	34,96 \pm 0,36	75,83 \pm 0,75	74,01 \pm 0,01	59,24 \pm 1,41
Linoleik (C18:2)	2,25 \pm 0,33	13,50 \pm 0,03	7,90 \pm 0,05	6,29 \pm 0,20
Linolenik (C18:3)	0,11 \pm 0,01	-	-	-
Araşidik (C20:0)	-	-	-	-
Behenik (C22:0)	-	-	-	-

Kakao yağı bitkisel kaynaklı olsa da oldukça katı formdadır. Bileşiminde yer alan stearik, oleik, palmitik ve linoleik asitlerinin gliserin ile esterleşme reaksiyonuyla oluşan polimorfik bir yağdır. Vücut sıcaklığında tam ve hızlı ergime özelliğine, oda sıcaklığında ise kırılğan yapıya sahip olan kakao yağının tipik yağ asidi bileşimi incelendiğinde % 29-38 oleik asit ve stearik asit, % 20-26 oranlarında ise palmitik asidi barındırmakla beraber steroller, polar lipidler ve tokoferoller de içermektedir.

Fındık yağı ise yaklaşık % 78-83 oleik, % 7-13 linoleik, % 4-5 palmitik ve % 2-3 oranında stearik asidi ihtiva etmektedir (Turhan, 2011) . Ancak yağ asitleri kompozisyonu sürekli sabit değildir, morfolojik, ekolojik ve fizyolojik faktörlerden etkilenmektedir. Diğer yağlarla kıyaslandığında içerisinde tekli doymamış yağ asitlerinden biri olan oleik asidi en fazla barındıran bir yağ çeşididir. Oleik asit insan sağlığında önemli rol oynamaktadır. Yukarıdaki tabloda da görüldüğü üzere yağ asidi profilinde kakao yağında yüzdesel olarak en çok stearik ve oleik asit, bunları takiben palmitik asit gelmektedir. % 10 oranında hazırlanmış olan fındık yağı-ayçiçek mumu oleojeli yağ asidi profilinde oleik asit bakımından önemli ölçüde değişime sebep olmamakla birlikte ayçiçeği mumundan geldiğine inandığımız palmitik asit varlığı % 7,73'ten % 15,30'a çıkmasını sağlamıştır. Fındık yağıyla kombinlenerek hazırlanan poligliserol stearat-fındık yağı oleojelinde de oleik asit değeri oldukça yüksektir, ancak ayçiçek mumu kullanılarak hazırlanan oleojeline kıyasla oleik asit miktarında azalma gözlenmiştir. Bunun nedeni olarak palmitik asit değerinin yüksek olması gösterilmektedir. Bu palmitik asitin de katılan organojelatörden geldiği açıktır.

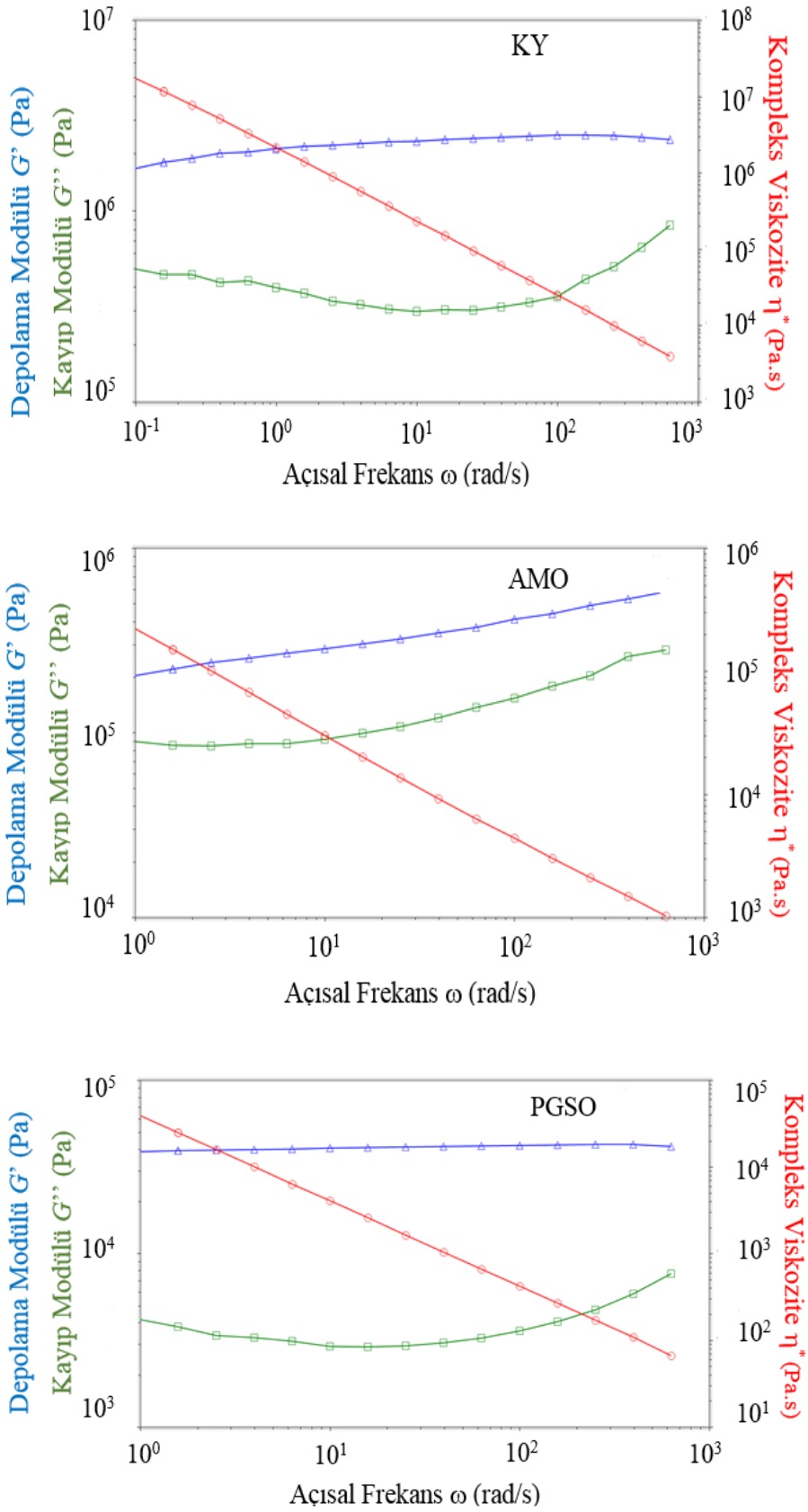
4.2. Kakao Yağı ve Oleojellerin Reolojik Özellikleri

Üretilen çikolata ve kokolinlerin yapısal, morfolojik, duysal özelliklerini ve stabilitelelerini birinci dereceden etkileyen bileşen formülasyonda kullanılan yağlar olduğu için öncelikle yağların reolojik analizleri gerçekleştirilmiştir. Yemeklik katı ve yarı-katı yağlarda reolojik özellikler, örneklerin farklı sıcaklıklardaki ve kuvvet uygulamaları altındaki akış-davranışlarını gösteren verilerdir. Çikolatanın bilinen tüm teknik özellikleri aslında kakao yağından kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla çikolata-benzeri ürünler olan kokolinlerde kullanılan yağın mümkün olduğunca kakao yağına benzer reolojik özelliklerde olması arzu edilmektedir. Özellikle kullanılan yağların ergime başlangıç ve bitiş noktaları, ağızda ergime hızı, sertliği, yapışma özelliği, akış-davranış özellikleri, kendi tadı gibi nitelikleri üretilen ürünlerin kalitesine doğrudan etki yapmaktadır. Oleojelasyon teknolojisinde genellikle kullanılan likit yağın yağ asitleri bileşimi değişmemektedir (Co ve

Marangoni, 2012), bu durum beslenme açısından bir avantaj sunmaktadır. Ancak ikolata gibi ürünlerde oleojelin reolojik özellikleri beslenme özelliklerinin önüne geçmektedir.

Kakao yağı (KY), AMO ve PGSO rneklelerinde reometre cihazıyla ölçülen frekans-sweep, time-sweep and sıcaklık-rampa testlerinin grafikleri Şekil 8, 9, ve 10'da verilmiştir.

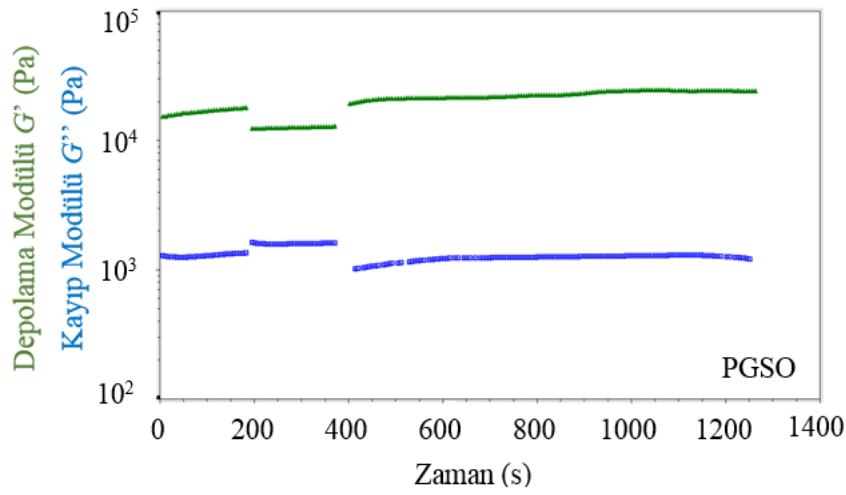
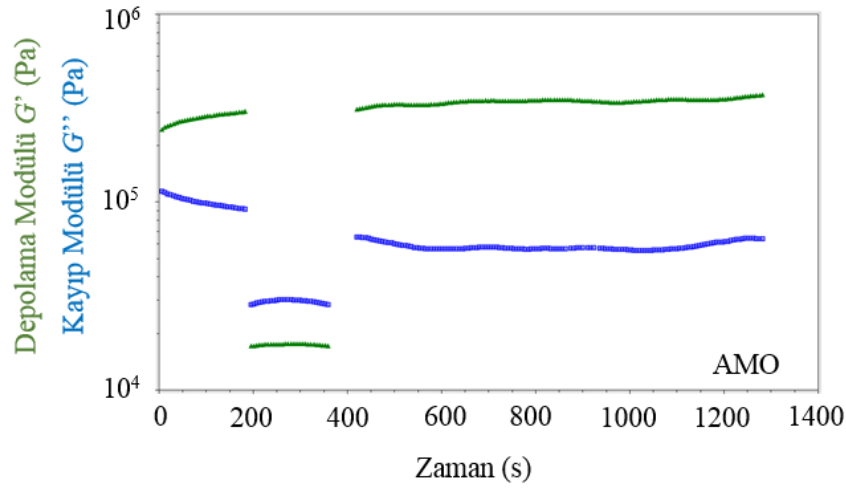
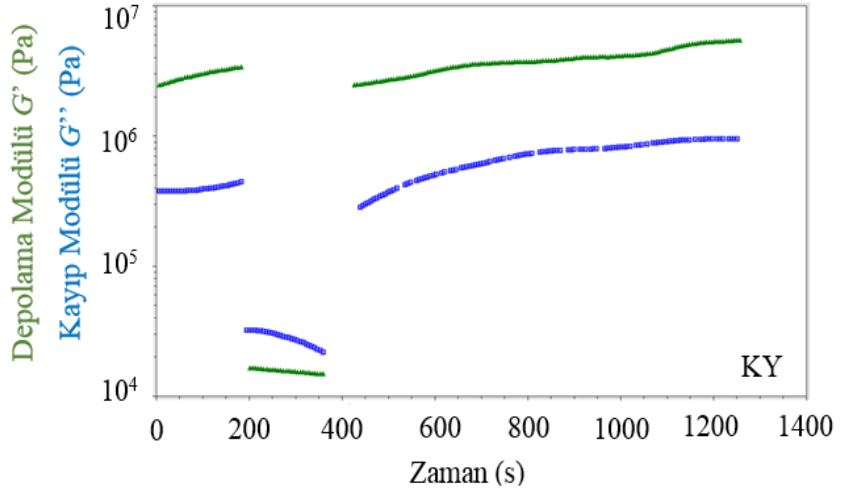




Şekil 8. Kakao yağı, AMO ve PGSO örneklerinin frekans-tarama testi sonuçları

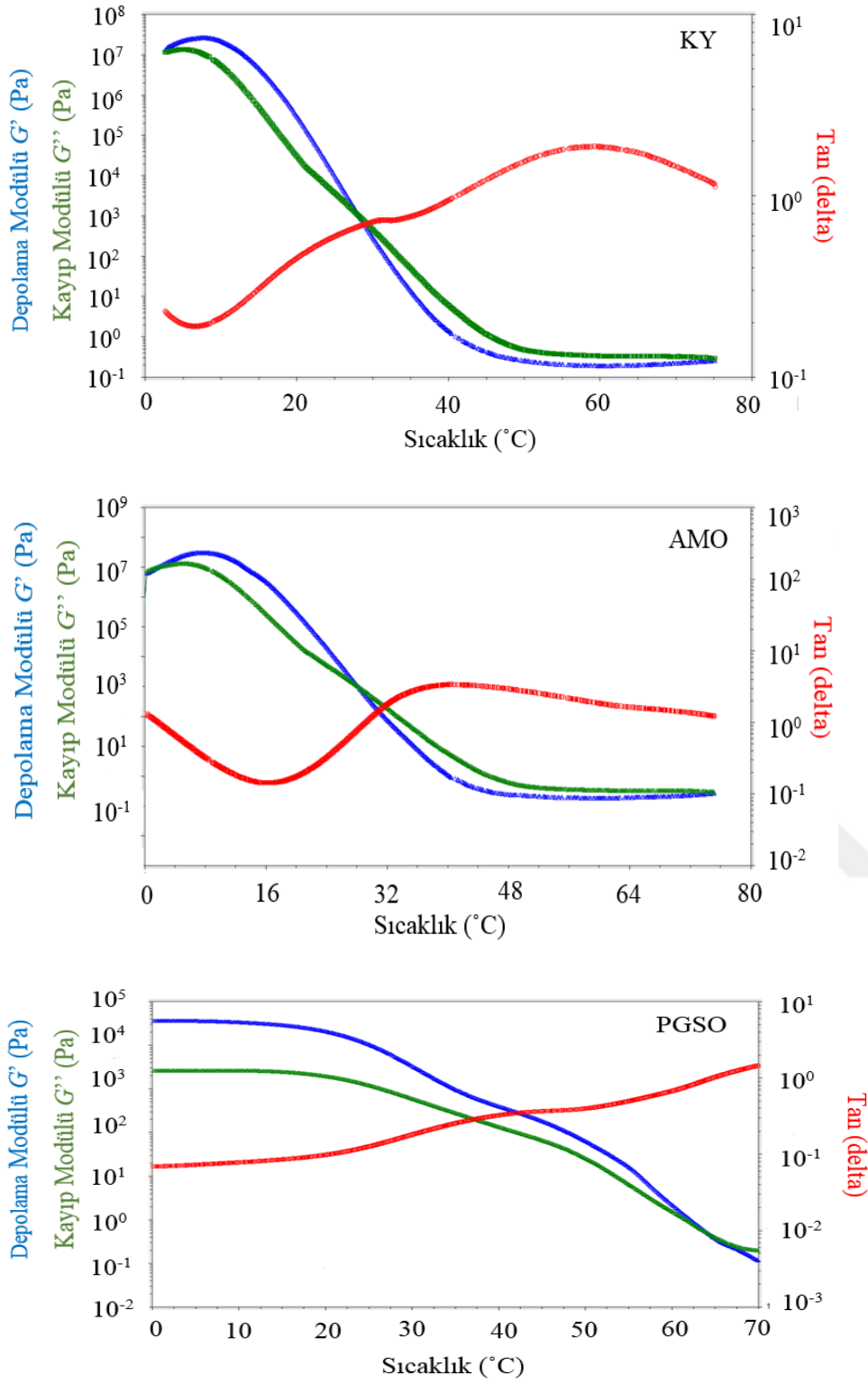
Depolama modülüs değerinin (G'), kayıp modülüs değerinden (G'') yüksek olması oleojellerin kuvvetli elastik yapısına sahip ve jele özgü özelliklerini taşıdığını ifade etmektedir. Kakao yağı, ayçiçek mumu ve poligliserol stearat oleojelinin viskoelastik özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Şekil 8'de de görüldüğü gibi mavi rengi tanımlayan depolama modülüs değerinin kakao yağında, ayçiçek mumu ve poligliserol stearatın fındık yağıyla kombinasyonundan üretilen oleojellere nazaran daha yüksek olduğu görülmektedir. Kırmızı rengi tanımlayan viskozite özellikleri incelendiğinde en yüksek viskoz özelliklerine sahip kakao yağı iken en düşük ise poligliserol stearat oleojeli kullanılarak hazırlanan oleojel olmuştur.





Şekil 9. Kakao yağı, AMO ve PGSO örneklerinin zaman-tarama testi sonuçları

Kakao yağı ve oleojellerin zamana bağılı olarak viskoelastik yapılarını incelemek amacıyla zaman-tarama testi uygulanmıştır. 10 °C'de (kakao yağında 30 °C'de) 1 Hz frekansta ve gerilim değerleri LVR bölgesinde, LVR bölgesinin altında ($LVR_{strain} \geq Strain$) ve LVR bölgesinin üstünde ($LVR_{strain} \leq Strain$) olmak üzere ölçümler yapılmıştır (Şekil 9). Üç zaman bölgesinden birinci bölge 180 sn'lik salınım sürecinde tüm örneklerde G' depolama modülüs değerinin G'' kayıp modülüs değerinden yüksek olduğu, ikinci bölge için 180 sn'lik süreçte ürünlere uygulanan kuvvetli bir kayma uygulanarak örneklerin modülüs değerlerinde önemli ölçüde azalma görülmekte ve son bölge için 900 sn sonunda ilk modülüs değerlerine ulaşabilmiştir. Bu test, her üç örnekte de yapının yüksek kuvvet uygulamasıyla kırıldığı, ancak uygulanan kuvvet ortadan kalktıktan sonra, eski yapının yeniden kazanıldığını göstermektedir. Bu durum özellikle oleojellerin kullanıldığı gıda ürünlerinde karıştırma, çırpma gibi mekanik kuvvet işlemleri sırasında oleojelin yapısı likit benzeri duruma dönüşse de (yapının kırılması), mekanik işlemler tamamlandıktan sonra jel yapısının yeniden oluştuğunu göstermektedir. Bu özellik oleojeller için uygulamada bir avantaj oluşturmaktadır. Kokolin üretiminde de, formülasyon ısıtılıp karıştırılırken, oleojeller jel yapıyı yitirmekte ancak daha sonra bekletme ve soğutma anında yeniden jel yapı (katılaşma) oluşmaktadır. Yukarıdaki test bu durumu ispatlamıştır.



Şekil 10. Kakao yağı, AMO ve PGSO örneklerinin sıcaklık-artış testi sonuçları

Sabit genlik ve frekans altında; jelasyon davranışlarını incelemek, birbiriyle kıyaslamak ve jel kırılma noktası sıcaklığını belirleyebilmek için sıcaklık tarama testi yapılmıştır. Grafiklerden de görüldüğü gibi, kakao yağı yaklaşık olarak 30 °C'de çapraz

geçiş noktasına ulaşmıştır. Bu noktada depolama modülü, kayıp modüle eşit duruma gelmiştir ve yapı daha çok likit benzer özellikler göstermeye başlamıştır demektir. Bu nokta DSC ile belirlenen ergime noktasından farklıdır, çünkü burada ısı artışıyla beraber uygulanan bir kayma kuvveti de mevcuttur. Benzer şekilde çapraz geçiş sıcaklıkları AMO ve PGSO örnekleri için yaklaşık olarak 30 °C ve 62 °C olarak ölçülmüştür (Şekil 10). Bu bulgular her iki oleojelin de kakao yağına göre daha yüksek ısıl kayma stabilitesine sahip olduğunu göstermiştir.

4.3. Üretilen Çikolata ve Kokolinlerin Yağ Asitleri Bileşimi

Kakao yağı ile üretilen gerçek çikolata (kontrol örneği) ile karşılaştırmak için oleojeller ile üretilen 2 kokolinin yağ asitleri bileşimi analiz edilmiş ve sonuçlar Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 4
Üretilen çikolata ve kokolin örneklerinin yağ asitleri bileşimi (%)

	Çikolata-KNT	Kokolin-AMO	Kokolin-PGSO
Laurik (C12:0)	-	-	0,05 ± 0,03
Tridekanoik (C13:0)	-	-	1,41 ± 0,11
Miristik (C14:0)	0,89 ± 0,09 ^a	0,46 ± 0,12 ^c	0,57 ± 0,01 ^b
Miristoleik (C14:1)	-	-	-
Palmitik (C16:0)	22,36 ± 0,29 ^b	20,07 ± 0,14 ^c	29,39 ± 0,28 ^a
Palmitoleik (C16:1)	0,90 ± 0,13 ^b	0,97 ± 0,01 ^b	1,21 ± 0,12 ^a
Stearik (C18:0)	33,22 ± 0,38 ^a	4,49 ± 0,03 ^c	5,38 ± 0,15 ^b
Oleik (C18:1)	34,85 ± 0,15 ^c	57,37 ± 0,01 ^a	50,71 ± 0,02 ^b
Linoleik (C18:2)	2,07 ± 0,02 ^c	15,85 ± 0,05 ^a	11,16 ± 0,19 ^b
Linolenik (C18:3)	0,15 ± 0,16	-	-
Araşidik (C20:0)	0,08 ± 0,01	-	-
Behenik (C22:0)	-	0,19 ± 0,06	-

Aynı satırda her bir özellik için farklı küçük harflerle gösterilen örnekler istatistik olarak birbirlerinden farklıdır ($p \leq 0,05$).

Yağ asidi kompozisyonu değerlendirildiğinde, miristik asit bakımından en zengin olan Çikolata-KNT; palmitik asit, palmitoleik asit ve stearik asit bakımından Kokolin-PGSO, oleik asit ve linoleik asit bakımından ise Kokolin-AMO nun değerleri yüksek bulunmuştur.

Fındık yağının içeriğindeki yüksek oleik asit miktarı tablodada görüldüğü gibi fındık yağı kullanılarak kombinlenen ayçiçek mumu ve poligliserol stearate oleojelleriyle hazırlanan kokolinlerin oleik asit içeriği, kakao yağıyla hazırlanan Çikolata-KNT ürününe kıyasla büyük oranda fark yaratmıştır. Kakao yağında ise birbirine yakın oranlarda beklenen % 29-38 aralığında oleik asit ve stearik asit miktarları tablodada doğrulanmıştır.

4.4. Üretilen Çikolata ve Kokolinlerin Bazı Kimyasal Özellikleri

Üretilen çikolata ve kokolin örneklerinin temel bileşen analizleri ve bazı önemli kimyasal kalite parametreleri ölçülmüş ve sonuçlar aşağıda Tablo 5’de verilmiştir. Hazırlanan çikolata ve kokolin örneklerinde toplam yağ değerleri baz alındığında en düşük değeri ayçiçek mumu ile hazırlanan kokolinde % 32,5; en yüksek değeri ise poligliserol stearat ile hazırlanan kokolinde olup % 33,0’dır. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği Çikolata ve Çikolatalı Ürünler Tebliği’ne (Tebliğ No:2003/23) göre çikolatalardaki toplam kakao yağ miktarı en az % 18 olmalıdır. Toplam yağ değerlerinin ilgili tebliğde belirtilen sınırlarla uyumlu olduğu görülmektedir (Türk Gıda Kodeksi, 2017; Özocak, 2004). Toplam şeker, protein ve kül bakımından ürünler kıyaslandığında istatistiksel olarak önemli bir fark görülmemiştir. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği Çikolata ve Çikolatalı Ürünler Tebliği’ne (Tebliğ No:2003/23) göre kakao yağının serbest yağ asidi içeriği oleik asit cinsinden % 1,75’ten fazla olamayacağı belirtilmiş ve kakao yağı kullanılarak hazırlanan çikolata örneğinin serbest yağ asidi içeriği % 0,30 bulunarak yönetmelikle uygun olduğu görülmektedir. AMO-kokolin ve PGSO-kokolin örneklerinin serbest yağ asitliği değerleri de kodeks uygun durumdadır. Peroksit sayısı değerlerine bakıldığında Çikolata-KNT ve Kokolin-AMO arasında istatistiksel olarak fark önemsiz olup, Kokolin-PGSO nun peroksit sayısı diğerlerine nazaran biraz daha yüksek bulunmuştur. Ancak bulunan değerlerin tümü 10 meqO₂/kg değerinin altında olup, kabul edilebilir düzeydedir. Elde edilen sonuçlar, temel kimyasal özellikler bakımından çikolata ve oleojel kokolin ürünlerinin oldukça benzer olduğunu göstermiştir. Bu durum kokolin ürünlerinin standartlara uygunluğu açısından ve kalite uygunluğu açısından oldukça olumlu olarak kabul edilmiştir.

Tablo 5

Üretilen çikolata ve kokolin örneklerinin temel bileşimleri (%) ve bazı kimyasal özellikleri

	Çikolata-KNT	Kokolin- AMO	Kokolin- PGSO
Toplam Yağ	32,8 ± 0,8 ^a	32,5 ± 1,2 ^a	33,0 ± 0,7 ^a
Toplam Şeker	51,7 ± 0,5 ^a	51,0 ± 0,3 ^a	51,3 ± 0,5 ^a
Protein	6,05 ± 0,2 ^a	6,00 ± 0,1 ^a	6,01 ± 0,2 ^a
Kül	2,45 ± 0,07 ^a	2,47 ± 0,01 ^a	2,44 ± 0,01 ^a
Toplam Uçucular	0,59 ± 0,01 ^a	0,41 ± 0,01 ^b	0,46 ± 0,01 ^b
Toplam Diğer	6,41 ± 0,05 ^b	7,62 ± 0,09 ^a	6,79 ± 0,18 ^b
Serbest Asitlik (% major asit)	0,30 ± 0,04 ^b	1,29 ± 0,46 ^a	1,16 ± 0,22 ^a
Peroksit Sayısı (meqO ₂ /kg)	4,6 ± 0,28 ^b	4,7 ± 0,35 ^b	5,3 ± 0,47 ^a

Aynı sütunda her bir özellik için farklı küçük harflerle gösterilen örnekler istatistik olarak birbirlerinden farklıdır ($p \leq 0,05$).

4.5. Üretilen Çikolata ve Kokolinlerin Bazı Fiziksel Özellikleri

Bu araştırmada üretilen çikolata ve kokolin örneklerinin bir resmi Şekil 11’de gösterilmiştir. Ürünlerde yapılan fiziksel ölçümlere geçmeden önce bu fotoğrafın verilerin algılanmasında faydalı olacağı değerlendirilmiştir. Üretilen çikolata ve kokolin örneklerinin bazı önemli fiziksel kalite parametreleri ölçülmüş ve sonuçlar aşağıda Tablo 6’da verilmiştir. Aletsel renk örneklerin renginin objektif bir ölçüsü olup, parlaklık seviyesi (L^* değeri; $L^* = 0$, Siyah; $L^* = 100$, beyaz), kırmızılık-yeşillik seviyesi (a^* değeri; $+a^*$ = kırmızıda artış; $-a^*$ = yeşillikte artış) ve sarılık-mavilik seviyesi (b^* değeri; $+b^*$ = sarılıkta artış, $-b^*$ = mavilikte artış) hakkında bilgi sağlamaktadır. Renk gıda maddeleri için çok önemli bir kalite ve güvenlik göstergesi olup, tüketici tercihlerini doğrudan etkilemektedir. Tablo 6 incelendiğinde örneklerin L^* değerleri arasında istatistik olarak önemli bir fark olduğu ve Kokolin-PGSO örneğinin daha az parlak olduğu görülmektedir. Bunun nedeni katılan organojelatör (PGS) olmalıdır, çünkü diğer bileşenler hepsinde aynıdır ve aynı üretim parametreleri kullanılmıştır. Kakao yağıyla üretilen çikolata ve organojelatör ajanlarla ürettiğimiz kokolinlerin a^* değeri ve b^* değeri açısından karşılaştırıldığında en yüksek Kokolin-PGSO iken, en düşük Kokolin-AMO ‘dur.



Şekil 11. Üretilen çikolata ve kokolin örnekleri

Tablo 6
Üretilen çikolata ve kokolin örneklerinin fiziksel özellikleri

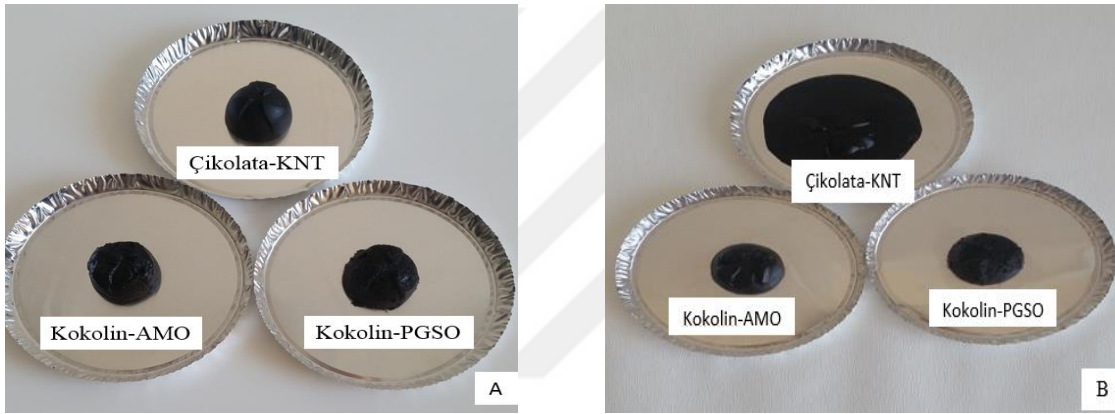
	L*	a*	b*	Şekil Tutma Endeksi (% SRI, 40 °C)	Şekil Tutma Endeksi (% SRI, 60 °C)	Beyazlama Endeksi (% WI)
Çikolata-KNT	29,3 ± 0,38 ^a	0,4 ± 0,04 ^b	1,1 ± 0,02 ^b	85,50 ± 0,5 ^b	11,75 ± 0,3 ^b	25,43 ± 0,28 ^a
Kokolin-AMO	30,3 ± 0,06 ^a	0,3 ± 0,24 ^c	0,7 ± 0,34 ^c	90,09 ± 0,5 ^a	74,25 ± 1,5 ^a	25,79 ± 0,17 ^a
Kokolin-PGSO	26,5 ± 0,45 ^b	0,7 ± 0,08 ^a	1,3 ± 0,07 ^a	90,09 ± 1,0 ^a	74,25 ± 0,8 ^a	25,28 ± 1,63 ^a

Aynı sütunda her bir özellik için farklı küçük harflerle gösterilen örnekler istatistik olarak birbirlerinden farklıdır ($p \leq 0,05$).

Kalite parametrelerinden, tüketicinin ilk dikkatini çeken noktalardan biri olan renk özelliklerinin sonuçlarını değerlendirecek olursak; en yüksek L* (L* değeri; L* = 0, Siyah; L* = 100, beyaz) değerine Kokolin-AMO ulaşmıştır. Çikolata-KNT ile L* değerleri bakımından aralarında istatistiksel olarak fark görülmemiştir. En yüksek a* ve b* değerine ise Kokolin-PGSO ulaşmış ve diğer ürünlerle aralarında istatistiksel olarak fark gözlenmiştir. Dolayısıyla katılan organojelator türüne göre, kokolin örneklerinin sarılık ve kırmızılık değerlerinin küçük bazı farklılıklar oluşturduğu görülmüştür. Bu farkların gözle

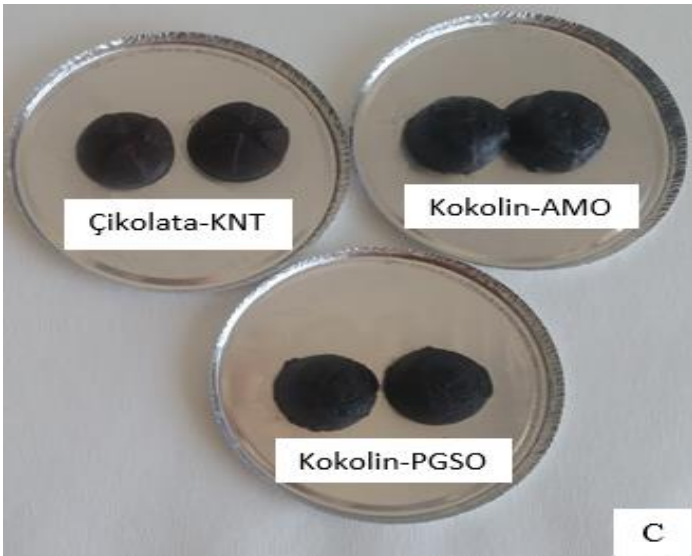
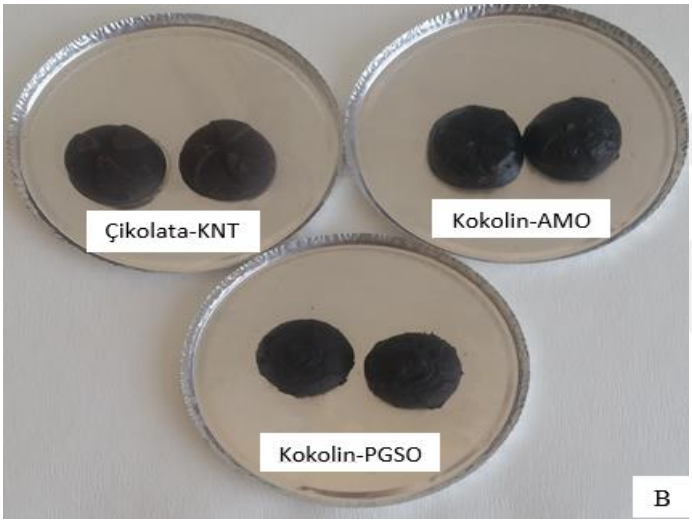
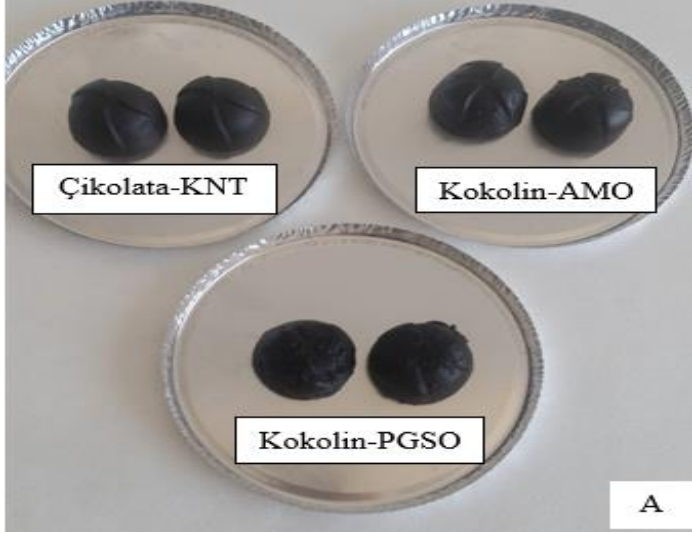
algılanmasının ise oldukça zor olduğu anlaşılmıştır (Şekil 11).

Çikolata ve kokolin örneklerinin şekil tutma endeksleri (SRI) 40 °C ve 60 °C’de belirlenmiştir. Kullanılan tekniğe göre hesaplamalar yapılmış ve endeks değerleri Tablo 6’da verilmiştir, ayrıca test esnasında çekilen resimlerde aşağıda Şekil 12’de sunulmuştur. Farklı sıcaklıklara 1 saat maruz bırakılan örneklerin orijinal şekillerindeki değişimler bu resimde çok net olarak gözlenmektedir. Görüldüğü gibi kokolin örneklerindeki oldukça iyi olarak muhafaza etmişlerdir. Bu durum içerdikleri ergime noktası yüksek oleojellerden kaynaklanan bir sonuçtur. Bu tarz ürünler ile ısıya dayanıklı kokolinler üretilebildiği ortaya konulmuştur. Özellikle sıcak kuşak ülkeleri için üretilecek kokolinlerde oleojel kullanılması bir avantaj sağlayabilir.



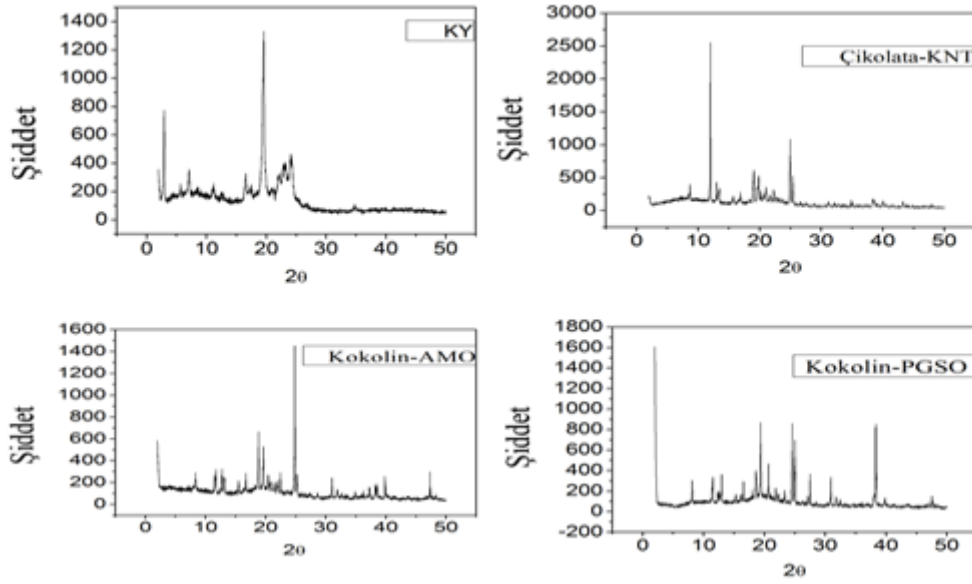
Şekil 12. Üretilen çikolata ve kokolinlerin şekil tutma endekslerinin fotoğrafları (A: 40 °C’de 1 saat, B: 60 °C’de 1 saat)

Örneklerin beyazlama endeks değerleri (WI) hesaplanarak Tablo 6’da verilmiştir. WI, çikolata ve benzeri ürünlerde yağ bloom’unun bir ölçütüdür. Belli depolama koşulları altında ölçülen ilk ve son gün renk farklarından hesaplanmaktadır ve bloom ile örnek yüzeyine çıkan yağın kristallenip beyaz renk almasıyla karakterize bir durumu ifade etmektedir. Bu test yapılırken ilk gün, sekizinci gün ve onbeşinci gün sonunda örneklerin resimleri alınmış ve Şekil 13’de gösterilmiştir. Şekillerden de kolayca görüleceği üzere 8. günde çiçeklenme daha yeni başlamışken, onbeşinci gün sonunda tüm örneklerde çiçeklenme artık oluşmuştur. Örnekler arasında ise bir fark görülmemiştir.



Şekil 13. Üretilen çikolata ve kokolinlerin beyazlama endeksi testi fotoğrafları (A: 1.gün, B: 8.gün, C: 15.gün)

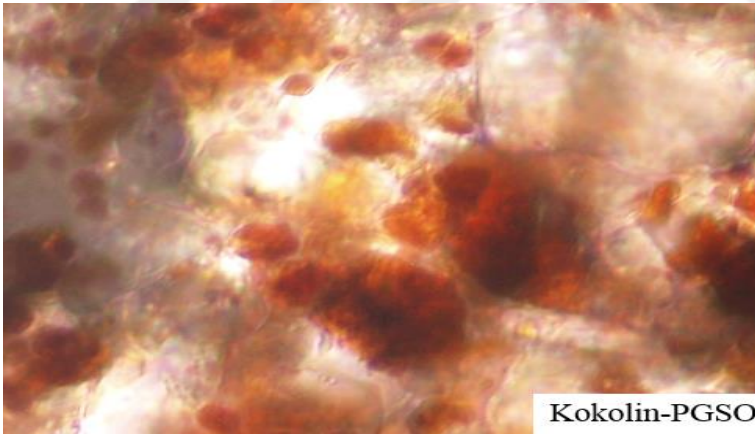
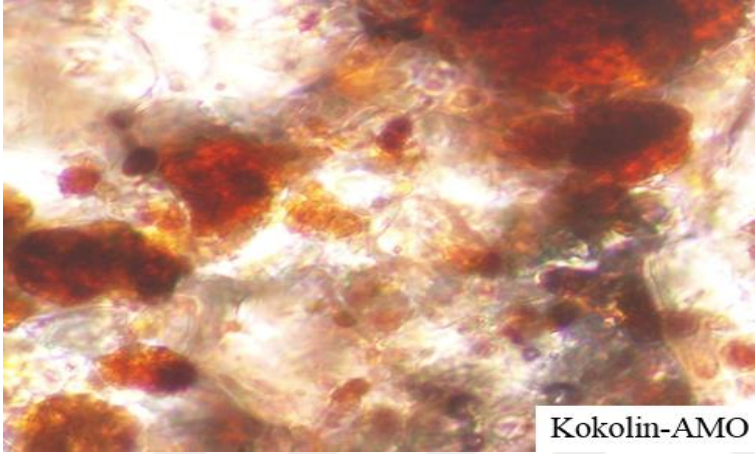
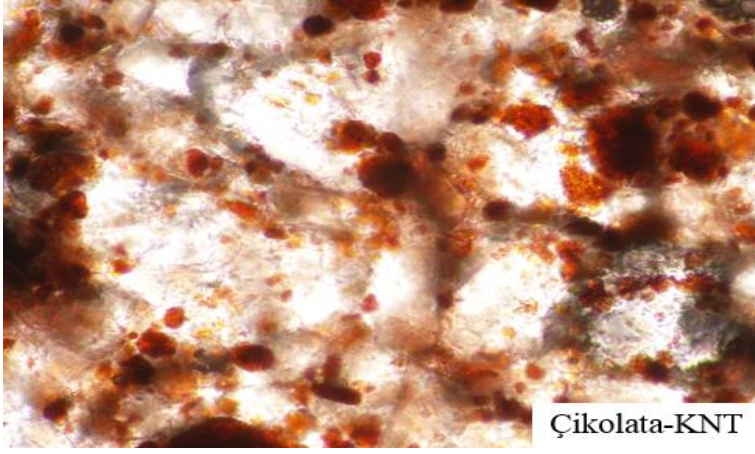
Çalışmada kullanılan kakao yağı, üretilen çikolata ve kokolinlerin X-ışını kırınım desenleri de çekilmiştir. Sonuçlar Şekil 14’de gösterilmiştir.



Şekil 14. Üretilen çikolata ve kokolin örneklerinin X-RD grafikleri

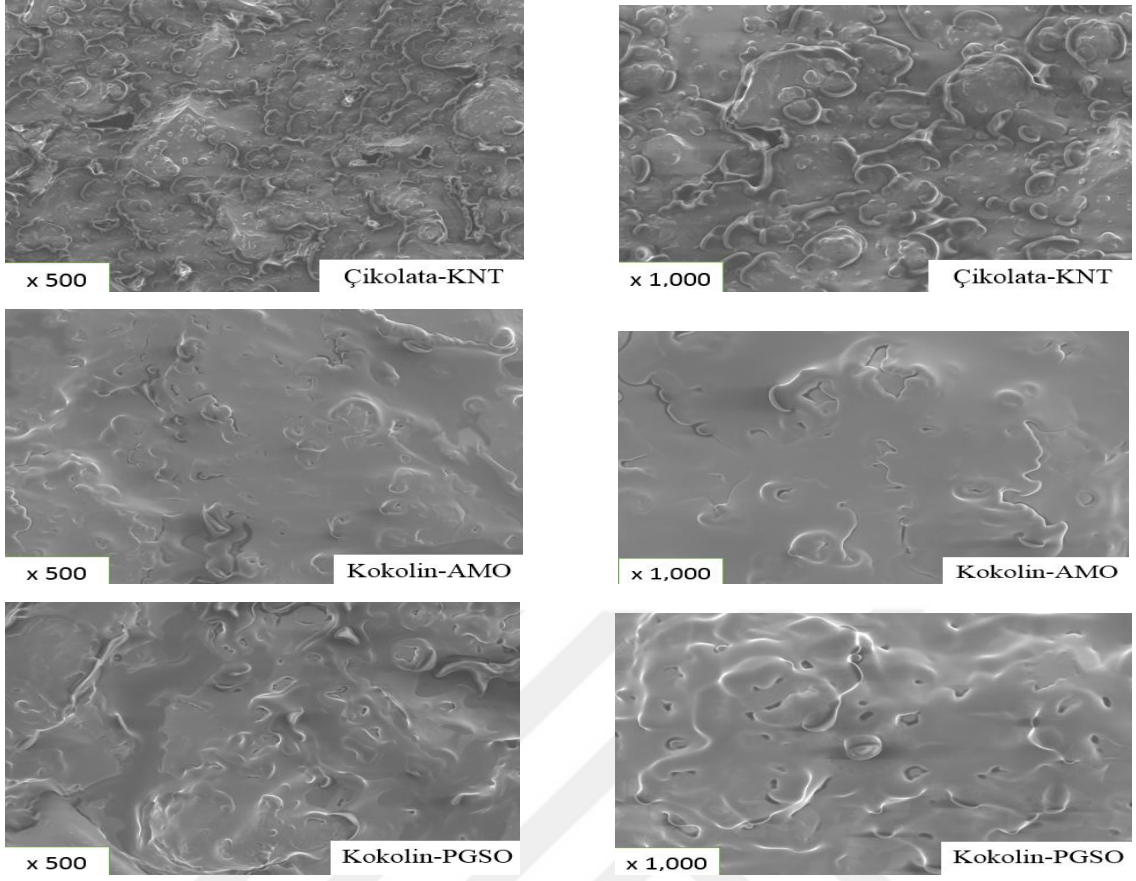
Kakao yağından üretilen çikolata (kontrol) örneği ve oleojellerden üretilen 2 kokolin örneğinin X-ışını kırınım desenleri birbirlerine benzer özellikler göstermiştir. Genel olarak ürünlerde önemli miktarlarda kristal yapıların olduğu ve kristallerin çoğunluğunun da β polimorfik yapıda olduğu gözlenmiştir (Şekil 14).

Üretilen çikolata ve kokolin örneklerinin ışık mikroskobu görüntüleri ve taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüleri de alınmış ve Şekil 15 ve 16’da verilmiştir. Işık mikroskobu görüntüleri heterojen yapıdaki katı kolloit kitlesini göstermektedir. Yağ fazı içerisinde dağılmış şeker ve diğer katılar açıkça gözlemlenmektedir. Şeker ve diğer partiküllerin sürekli yağ fazı içinde homojen olarak dağıldığı ve örnekler arasında bu açıdan bir farklılık oluşmadığı görülmektedir. Dolayısıyla oleojellerinde kakao yağı gibi şeker ve diğer katıları homojen olarak içerisinde dağıtabildikleri ispatlanmıştır. Kokolin yapısının sağlamlığı ve tat unsurlarının homojen dağılımı için bu durum olumlu olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 15. Üretilen çikolata ve kokolin örneklerinin ışık mikroskobu görüntüleri

Şeker kristalli ağda, parçacık etkileşimleri, partikül-yağ fazı davranışları şekilde görülmektedir. Şeker kristalleri ağının toplanması ya da topaklanması, taneler arası yüksek etkileşim ile reolojik özelliklerinin daha yüksek ve mekanik özellikleri açısından daha sert bir yapı elde edildiği vurgulanmıştır (Beckett, 1999; Chevalley, 1999). Örneklerin 500 ve 1000 kat büyütme ile alınmış elektron mikroskobu görüntüleri Şekil 16'da sunulmuştur.



Şekil 16. Üretilen çikolata ve kokolin örneklerinin SEM görüntüleri

SEM cihazı, gazlı bir ortamda zayıf iletkenliğe sahip örneklerin görüntülerini gözlemeyi mümkün kılar. Çikolata yüzeyleri elektron ışını ile ışınlandığında sertleşmektedir. Çikolata ve kokolin örneklerinin SEM görüntüleri şekilde görüldüğü gibi x500 ve x1000 de görüntülenmiştir. Bu görüntüler tüm örneklerde mikro yapının birbirine oldukça benzer olduğunu göstermiştir. Yağ fazı içinde dağınık şeker kristalleri ve diğer katıların homojen dağılımları doğrulanmaktadır.

4.6. Üretilen Çikolata ve Kokolinlerin Termal Özellikleri

Çikolata, margarin, şortening ve diğer katı yağ içeren ürünlerde termal özellikler son derece önemli, kalite ve stabiliteyi belirleyen parametrelerdir. Örneklerin hem ergime hem de kristallenme sıcaklıkları ve entalpileri DSC cihazıyla ölçülmüş ve sonuçlar aşağıda Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7

Üretilen çikolata ve kokolin örneklerinin termal özellikleri

	Kristalizasyon			Ergime		
	Onset _c (°C)	Pik (T _c , °C)	ΔH _c (J/g)	Onset _m (°C)	Pik (T _m , °C)	ΔH _m (J/g)
Çikolata-KNT	6,29 ± 1,40 ^b	7,12 ± 2,11 ^b	-13,66 ± 1,51 ^c	30,72 ± 0,06 ^a	32,07 ± 0,00 ^a	3,93 ± 4,66 ^a
Kokolin-AMO	25,96 ± 1,42 ^a	21,90 ± 2,37 ^a	-0,66 ± 0,06 ^b	21,87 ± 2,78 ^b	25,44 ± 2,02 ^b	0,03 ± 0,01 ^b
Kokolin-PGSO	23,65 ± 0,00 ^a	22,62 ± 0,01 ^a	-0,23 ± 0,01 ^a	21,85 ± 2,51 ^b	23,82 ± 0,03 ^b	0,09 ± 0,00 ^b

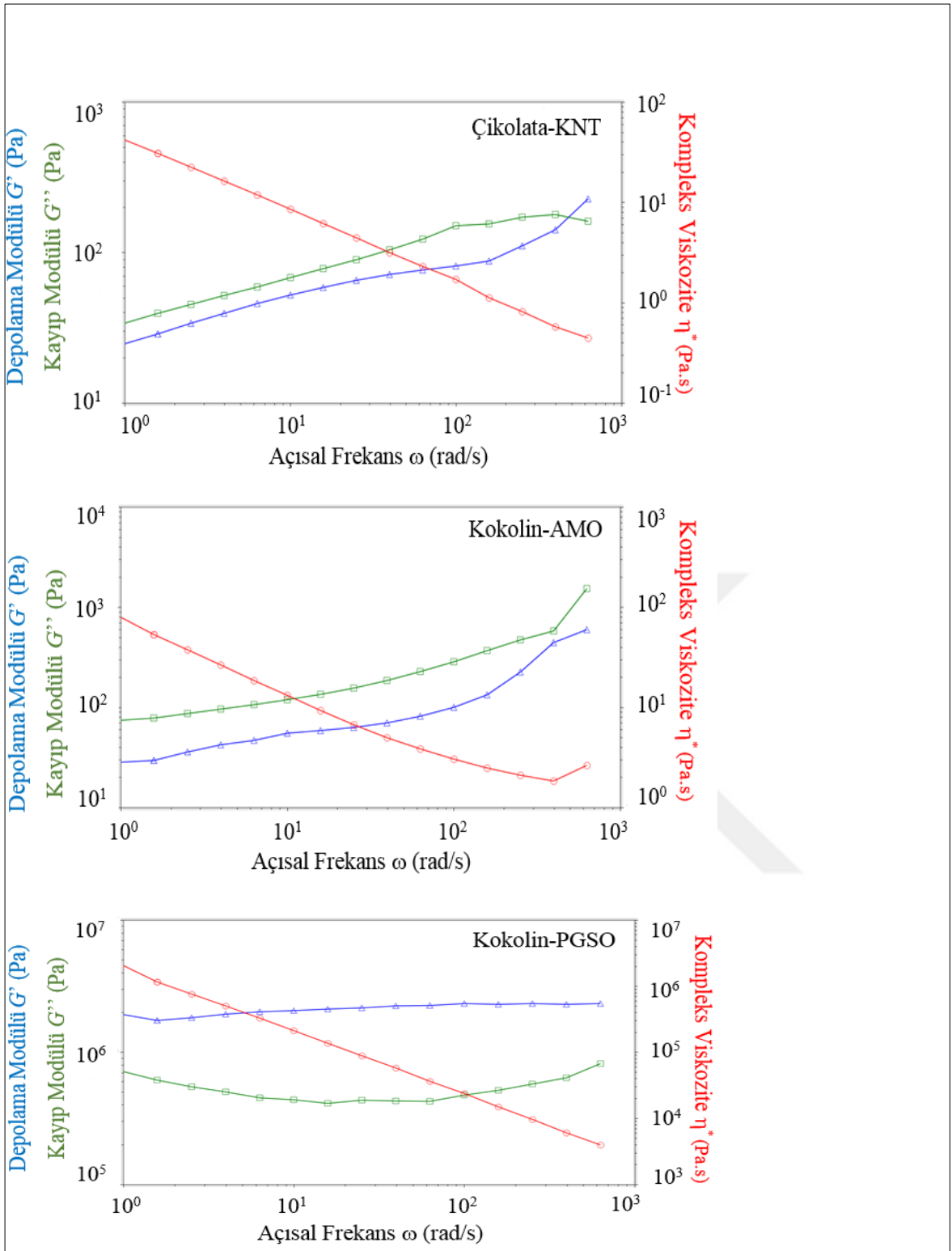
Aynı sütunda her bir özellik için farklı küçük harflerle gösterilen örnekler istatistik olarak birbirlerinden farklıdır ($p \leq 0,05$).

Kristalleşme ve ergime sıcaklıkları plastik yağ ürünlerinde önemli kalite parametrelerinden birisidir (Yılmaz ve diğerleri, 2015). Çikolata örneği yaklaşık 30,7 °C’de ergimeye başlamış ve ergime 32 °C civarında tamamlanmıştır. Kakao yağının yaklaşık vücut ısısında ergidiği ve ergime aralığının dar olduğu bilinmektedir. Burada üretilen çikolata içerisinde kakao yağından başka şeker, süttozu ve diğer bileşenlerde bulunmaktadır. Dolayısıyla burada ölçülen ergime değerleri oldukça beklenen ve normal aralıkta olan değerlerdir. Öte yandan her iki kokolin örneği de yaklaşık 22 °C civarında ergimeye başlamış ve 24-25 °C civarında ise ergime tamamlanmıştır. Bu değerler çikolata örneğine göre oldukça düşüktür. Oleojellerin kokolinde, kakao yağı kadar iyi termal performans gösteremedikleri açıktır. Ancak bu bulgu şekil koruma indeks bilgisi ile uyumsuzdur. Buradan şu açığa çıkmaktadır ki, kokolin örneklerindeki yağ ergise bile katılan organojelatör sayesinde şeklini daha yüksek ısı değerlerine kadar korumaktadır, ancak kakao yağı birden ve hızla ergidiği için şekil kalıcı olamamaktadır. Yapılan bir çalışmada (Jin ve Hartel, 2015), kakao yağının 6 tip polimorfik yapısının mevcut olduğunu ve 27.5 °C ye yakın ergime noktasına sahip olan çikolata gruplarının IV kristalleri olarak genellikle zayıf temperlenmiş çikolatalarda görüldüğünden ve DSC sonuçlarına bakılarak temperlenmemiş çikolataların polimorfik yapılarından IV kristalleri için en yüksek ergime sıcaklığının 29.9 °C’ye ulaşabileceği bulgusuna varmıştır. Yukarıdaki tabloda yapılan analiz değerlendirildiğinde kakao yağı kullanılarak elde edilen çikolatada başlangıç ergime sıcaklığının 30,7 °C olduğuna ve kakao yağının IV polimorfik yapısına ait olduğu görülmüştür.

4.7. Üretilen Çikolata ve Kokolinlerin Reolojik Özellikleri

Çikolata, kokolin ve benzeri ürünlerde reoloji ile ölçülebilen özellikler hem örneklerin farklı sıcaklık ve kuvvet uygulaması altındaki davranışlarını ve stabilitelerini belirlemede, hem de ağız içi ergime, akış-davranış özelliklerini betimeleme ve karşılaştırmalarda kullanılabilir. Çikolata ve kokolin örneklerinin farklı frekanslardaki akış-davranışları, farklı sıcaklıklardaki davranışları, farklı kuvvet uygulandığında sergiledikleri viskozite değerleri ve sürtünme özellikleri (triboloji) belirlenmiştir. Üretilen çikolata ve kokolin örneklerinin frekans-tarama testi grafikleri aşağıda Şekil 17’de verilmiştir.



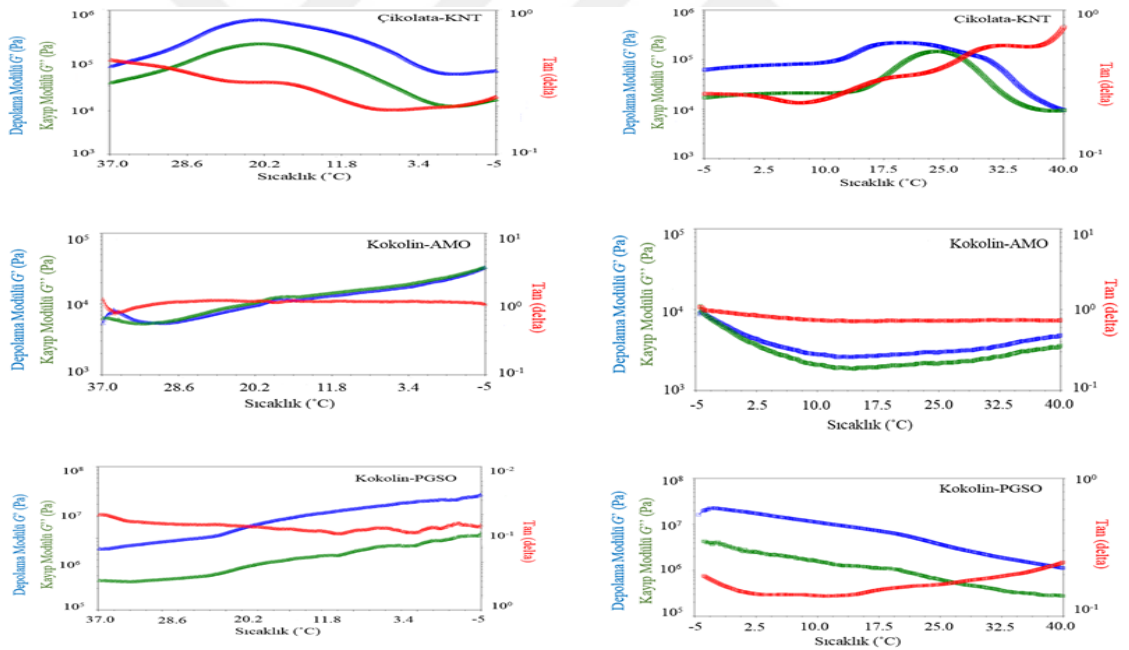


Şekil 17. Üretilen çikolata ve kokolin örneklerinin frekans-tarama testi sonuçları

LVR'de her örnek için belirlenen gerilme değerleri ile frekans-tarama testi 37°C 'de ve % 0,02-0,26 gerilme aralığında ve 0,1'den 100 Hz'e kadar frekans aralığında gerçekleştirilmiştir. Böylece çikolata ve kokolinlerin depo (G') ve kayıp (G'') modülleri belirlenmiştir. Frekans tarama testinin amacı örneklerin deformasyon ile zamana bağlı davranışlarını ölçmeye yarayan bir test gibi düşünülebilir. Şekil 17'den de görüldüğü üzere

yalnızca Kokolin-PGSO örneğinde 37 °C’de depolama modülüs değeri, kayıp modülüs değerinden yüksektir. Yani bu örnek vücut sıcaklığında daha çok katı formunda bulunurken, çikolata ve kokolin-AMO örneği daha çok likit benzer özellikler sergilemişlerdir. Benzer şekilde çikolata ve kokolin-AMO örneklerinin depo modül değerleri 30-300 Pa arasında değişirken, kokolin-PGSO örneğinin depo modül değeri yaklaşık 1.000.0000 Pa civarında ölçülmüştür. Bu bulgu kokolin-PGSO örneğinin diğerlerine göre çok daha sert ve katı yapıldığını göstermiştir. Öte yandan üç örnekte de uygulanan açısız frekans arttıkça kompleks viskozite değeri orantılı olarak düşmüştür. Bu akış-davranış şekli tiksotropik davranış olarak bilinmekte olup, çikolata örneklerinde tipiktir.

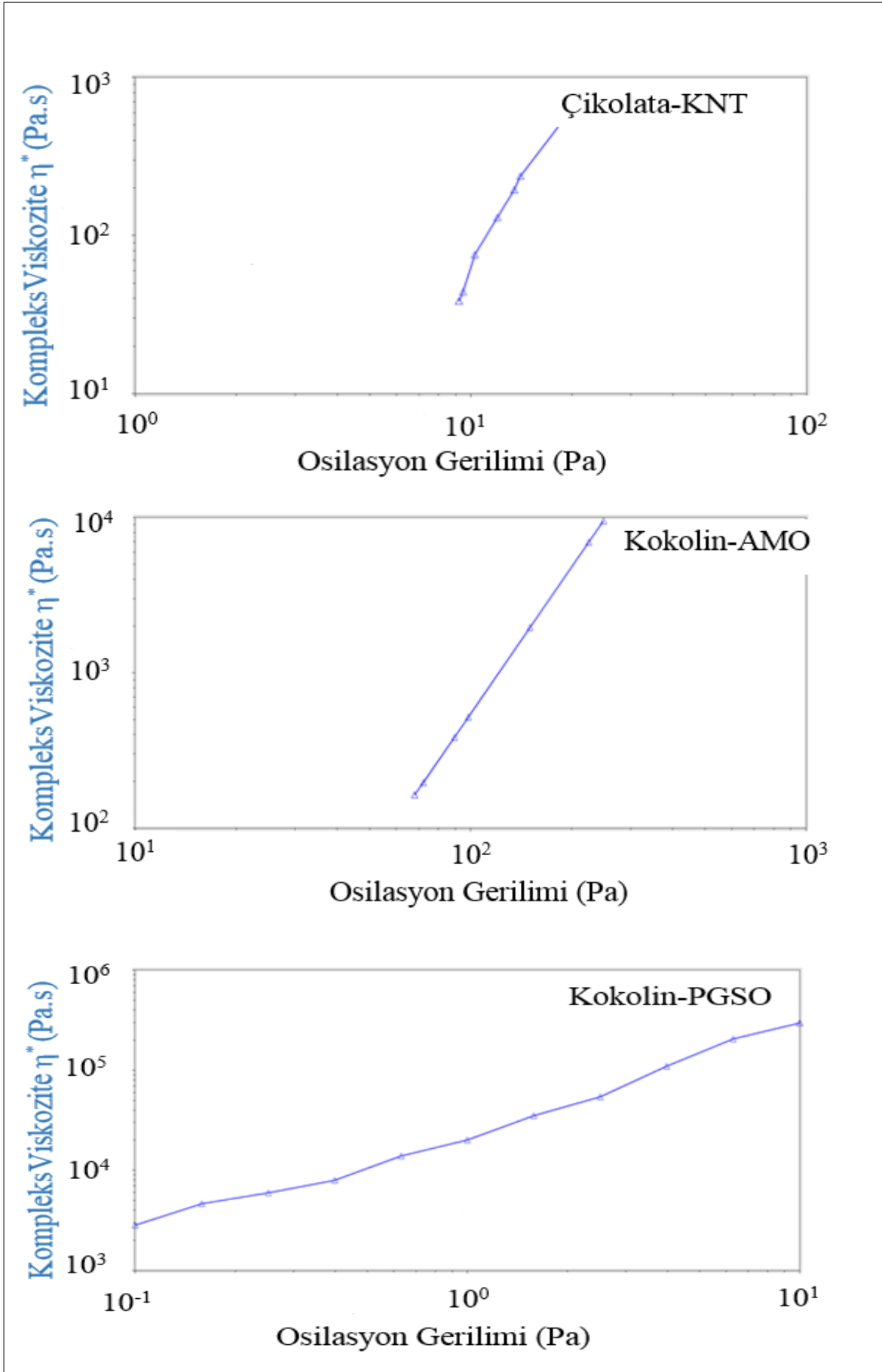
Çikolata ve kokolin örneklerine sıcaklık-rampa testi de yapılmıştır. Her örneğe iki tür test uygulanmıştır. Önce 37 °C’den – 5 °C’ye soğutma testi yapılmış, daha sonra da – 5 °C’den 40 °C’ye ısıtma testi yapılmıştır. Örneklerde depo ve kayıp modüllerin farklı sıcaklıklardaki değişimleri tan (δ) değerleriyle beraber aşağıda Şekil 18’de gösterilmiştir.



Şekil 18. Üretilen çikolata ve kokolin örneklerinin temperature-rampa testi sonuçları

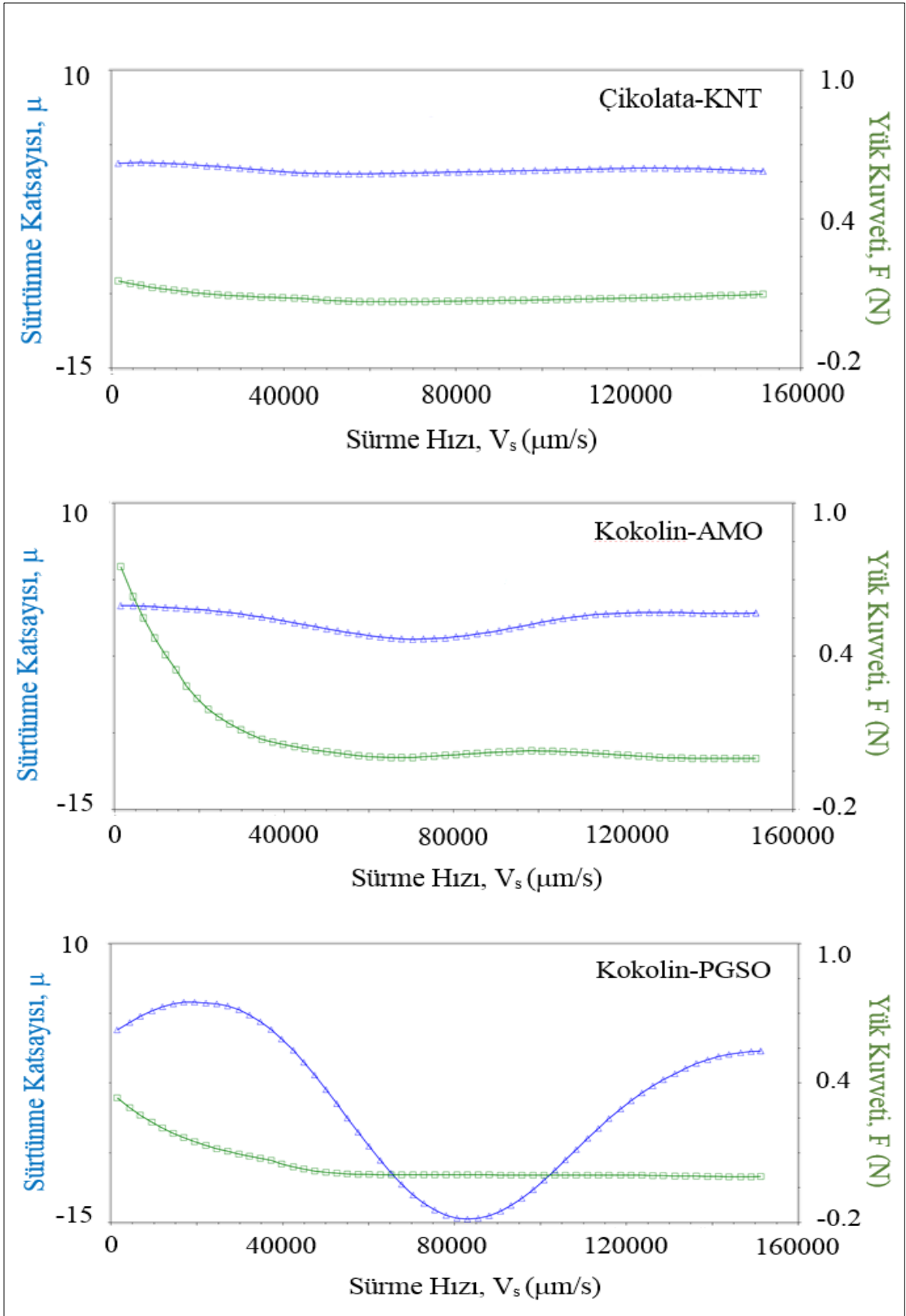
Sabit genlik ve frekans altında viskoelastik davranışlarını incelemek amacıyla sıcaklık-tarama testi yapılan örnekler LVR bölgesinde 1 Hz frekans ile 37 °C'den - 5 °C'ye 1 °C/dak hızla soğutulmuş, daha sonra - 5 °C'den 40 °C'ye 1 °C/dak hızla ısıtılmıştır. Çikolata örneği, soğulması sırasında katı yapısını korumuştur ve tüm bölgede depo modülü kayıp modülden daha yüksek olarak devam etmiştir. Aynı örnek ısıtıldığında da yaklaşık 32 °C'de ergimenin başladığı görülmüştür, yani yaklaşık bu noktada $\tan \delta$ eğrisinin depo modülü eğrisiyle çakıştığı görülmüştür. Aynı örneklerin DSC'ye göre en yüksek ergime sıcaklıkları Tablo 7'de belirtildiği gibi sırasıyla 32,07; 25,44; ve 23,82 °C, kristalizasyon sıcaklıkları ise 7,12; 21,90; ve 22,62 °C'dir. Çikolata örneğinin ergime davranışı beklenen şekilde oluşmuştur. Kokolin-AMO örneğinde hem soğutma hem de ısıtma döngülerinde depo ve kayıp modüller birbirlerine yakın çıkmıştır. Ancak 40 °C'de bile kesişme noktasına ($G' = G''$) ulaşamamıştır. Bu örneğin bu sıcaklıkta halen daha katı özellik sergilediği görülmüştür. Benzer durum kokolin-PGSO örneğinde de görülmüştür. Bunun nedeni olarak reometrik ölçüm sırasında uygulanan kuvvet olarak düşünülebilir. Sonuç olarak, üretilen kokolin örneklerinin 40 °C sıcaklığa kadar ergimedikleri ve katı yapılarını korudukları görülmüştür. Bu durum ağız hissi için bir dezavantaj olarak değerlendirilebilir, ancak yaz aylarında sıcağa dayanıklı kokolin üretimi için de avantaj olarak değerlendirilebilir.

Olejellerle hazırlanan çikolata ve kokolin örneklerinin viskozite ile osilasyon gerilimi arasındaki ilişki incelenmiştir (Şekil 19). En yüksek viskoziteyi Kokolin-PGSO göstermiştir. En düşük viskozite ise Çikolata-KNT ürününe aittir. Çikolata örneğinde osilasyon gerilimi 10 ile 20 Pa aralığındayken, kompleks viskozite değeri 30-2800 Pa.s aralığında değişmiştir. Kokolin-AMO örneğinde osilasyon gerilimi 70-200 Pa aralığındayken, kompleks viskozite yaklaşık 100-10.000 Pa.s değerlerine ulaşmıştır. Çikolata örneğinden çok daha viskoz bir yapıda olduğu açıkça bellidir. Öte yandan kokolin-PGSO örneğine 0,1-10 Pa osilasyon gerilimi uygulandığında kompleks viskozitesi 3.000-800.000 Pa.s aralığında değişmiştir. Bu örnek oldukça viskoz bir karakter sergilemiştir. Bu durumun kullanılan organojelatörden dolayı olduğu düşünülmektedir. Kısacası çikolata yağı yavaş yükselen ve ortalama bir viskoziteye sahip iken, hazırlanan kokolin örnekleri yüksek viskozite özelliği göstermişlerdir.



Şekil 19. Üretilen çikolata ve kokolin örneklerinin viskozite ölçüm sonuçları

Çikolata ve kokolin örneklerindeki reolojik analizlerin sonuncusu olarak tribolojik ölçüm yapılmıştır (Şekil 20). Çikolata ve oleojel içerikli kokolinlerin tribolojik ölçümleri için sürüklenme hızının bir fonksiyonu olarak sürtünme katsayısı incelenmiştir. Bu tribolojik yöntemin seçilmesinin asıl amacı çikolata ve kokolinlerin ağız hissi için dilin hareketi olarak düşünülebilir. Çikolata örneğinde, sürtünme katsayısının sürme hızıyla pek fazla değişmediği görülmüştür. Değişim uygulanan yük kuvvetiyle de benzerlik göstermiştir. Sürme hızı artırıldıkça, örneğin sürtünme katsayısı önce çok az düşmüş daha sonra tekrar eski durumuna yükselmiştir. Aslında değişim çok küçük olarak gerçekleşmiştir. Hazırlanan çikolatanın formülasyonuna göre, çikolata için bu kısmen beklenen bir davranış olarak değerlendirilmiştir. Benzer davranış kokolin-AMO örneğinde de görülmüştür. Ancak bu örnekte sürme hızı arttıkça, yük kuvvetinde önce ciddi bir düşüş gözlenmiştir. Sürtünme katsayısı da önce biraz düşmüş daha sonra kendini toplamıştır. Buradan bu örnekte kuvvet ilk uygulandığında bir kayma etkininin olduğu ancak bunun çok fazla değişmediği sonucu çıkmaktadır. Öte yandan, kokolin-PGSO örneğinde losyonlara benzer bir Stribeck eğrisi gözlenmiştir. Bu eğri sürtünmeyle ilgili 3 farklı davranış rejimini tanımlamaktadır. İlk bölüm sınır bölgesi (boundary lubrication) olup, sürme hızının artışıyla, sürtünme katsayısının değişmediği ve yüksek kaldığı kısımdır. Burada yüzey bölgesindeki katı-katı teması sürtünme katsayısının oldukça yüksek olmasını sağlamaktadır. İkinci bölge karışık yağlama bölgesi (mixed lubrication) olup, uygulanan yük kuvvetinin çoğunun yağlayıcı materyal tarafından desteklendiği ve sürtünme katsayısının hızla düştüğü bölgedir. Son bölge ise hidrodinamik (hydrodynamic lubrication) bölge olup, iki yüzeyin ince akışkan bir film tabakası tarafından ayrıldığı ve böylece sürtünme katsayısının tekrar yükseldiği bölgedir (Lee ve diğerleri, 2008; Mantihal ve diğerleri, 2019). Sonuç olarak Şekil 20'den de görüldüğü gibi, kokolin-AMO örneğinin ağız içindeki sürtünme-kayganlık davranışı, çikolataya daha çok benzemektedir. Kokolin-PGSO örneği ise daha çok el losyonları gibi kaygan ve kaplayıcı bir özellik göstermiştir. Yeme kalitesi açısından kokolin-AMO daha iyi olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 20. Üretilen çikolata ve kokolin örneklerinin triboloji sonuçları

4.8. Üretilen Çikolata ve Kokolinlerin Uçucu Bileşenleri

Her gıda maddesinde olduğu gibi volatil/uçucu aromatik bileşenler, ürünlerin duyuşsal aroma ve lezzet kalitesini belirlemede son derece etkindir. Bu maddeler ürün ağıza alınıp parçalandığında salınmakta ve olfaktori boşluk içindeki sinir hücreleriyle etkileşime girerek ürünün algılanan aroma ve lezzetini oluşturmaktadırlar. Bu çalışmada çikolata örneğine karşı hazırlanan iki kokolinde soğuk pres fındık yağı ve iki farklı organojelatör kullanıldığı için ürünlerin uçucu aromatik bileşenlerinin farklı olabileceği düşünölmüş ve bu analiz yapılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 8’de özetlenmiştir.

Kakao yağı ve fındık yağı kullanılarak %10 oranında katılaştırıcı ajanlarla üretimi yapılan kokolinlerin ve çikolata örneğinin uçucu aromatik bileşenleri ölçölmüştür. Çikolata-KNT de 7 adet uçucu aromatik madde, Kokolin-AMO da 17 adet uçucu aromatik madde, Kokolin-PGSO da 14 adet uçucu aromatik madde tanımlanmıştır. Çikolata-KNT de asetik asit, 2,3-bütandiol, alfa-pinen, benzaldehit, dl-limonen, gama terpinen ve n-nonanal bulunmakta ve en fazla d-limonen bulunmaktadıdır. Kokolin-AMO da etil asetat, propanal, bütanoik asit, alfa-thujene, alfa-pinen, L(-) pinen, kamfen, benzaldehit, sabinane, beta-pinen, oktanal, delta-3-karen, dl-limonen, fenil-asetaldehit, gama terpinen, terpinolen ve n-nonanal bulunmakta, içeriğinde en çok yine dl-limonen bulunmaktadıdır. Kokolin-PGSO da etil asetat, asetik asit, 2,3-bütandiol, bütanoik asit, pirazin, +3-karen, alfa pinen, beta pinen, oktanal, delta-3 karen, dl-limonen, gama terpinen, terpinolen, n-nonanal bulunmakta ve en çok yine dl-limonen bulunmaktadıdır. Üç üründe aromatize bileşen analizinde % lik olarak en fazla limonen bulunmasının nedeni; limonenin turunçgiller başta olmak üzere kakao meyvesinin ve diğere birçok bitki türünün esansiyel yağlarında bulunan aromatize bir bileşen olmasından kaynaklı olabilir. Ayrıca limonen portakalın ana aroma bileşenidir. Ürünlerde oranların değışmesinin sebebi ise organojeller içerisinde gerçekleşen kimyasal dönüşümlerle artmış ya da azalmış olabilmektedir. Genel olarak hazırlanan çikolata ve kokolin örneklerinde badem, çikolata, odunsu, turunçgil, terpenik aroma tanımlı uçucu bileşenlerin bulunduğu görölmektedir (Yılmaz, Öğütçü ve Yüceer, 2015). Ayrıca, kokolin örneklerinde daha fazla sayıda uçucu aromatik madde bulunmuştur. Kokolinleri hazırlamak için soğuk pres fındık yağı kullanılmıştır. Bu yağ oldukça aromalı bir üründür. Ayrıca katılan organojelatörler de (ayçiçek mumu ve poligliserol stearat) bazı uçucu maddeleri sağlamış olabilirler. Sonuç olarak, genellikle olumlu aroma tanımına sahip bileşenler bulunmuştur. Beğeni durumunu belirlemek için ise duyuşsal analizler ve tüketici testleri yapılmıştır.

Tablo 8

Üretilen çikolata ve kokolin örneklerinin uçucu bileşenleri

Retention Time	Uçucu Madde	Aroma Tanımı	Çikolata-KNT	Kokolin-AMO	Kokolin-PGSO
5,351	Asetik Asit Etil Ester	Meyvemsi, tatlı, üzüm	9,67	-	-
5,374	Etil Asetat	Eterik, meyveli, tatlı, üzüm, kiraz	-	8,98	16,45
5,378	Asetik Asit	Keskin, ekşi, meyve	-	-	24,31
11,611	2,3-Bütandiol	Aroma tanımı yok	9,63	-	7,83
12,250	Propanal	Badem, çikolata, muz, elma, kakao, üzüm	-	0,17	-
16,544	Bütanoik Asit	Meyveli, süt benzeri, peynirli, tereyağlı	-	0,64	0,32
23,040	Pirazin	Kavrulmuş fındık, tatlı mısır	-	-	0,01
24,221	(+)-3 Karen	Tatlı	-	-	0,05
24,249	Alfa-Thujene	Odunsu, bitkisel	-	0,13	-
24,983	Alfa-Pinen	Odunsu, çam terpenli, çamurlu, bitkisel, baharatlı	2,49	4,77	3,16
24,990	L-(-)-Alfa Pinen	Keskin, terpenik, iğne yapraklılar, odunsu, reçineli	-	4,68	-
27,044	Kamfen	Narenciye, yeşil baharatlı, serinletici	-	0,01	-
28,816	Benzaldehit	Badem, meyveli, pudralı, cevizli, odunsu	0,26	0,04	-
29,768	Sabinane	Odunsu, baharatlı, turunçgil, yağlı	-	0,11	-
30,288	Beta-Pinen	Kuru, odunsu, reçineli, çam samanı	-	0,55	0,27
33,477	Oktanal	Mumsu, turunçgil turşusu, portakal kabuğu yeşili	-	0,12	0,26
33,734	Delta-3-Karen	Narenciye, odunsu, bitkisel	-	0,27	0,16
35,567	DL-Limonen	Narenciye	29,26	69,14	34,11
36,599	Fenil Asetaldehit	Yeşil, tatlı, çiçek, baharatlı, çikolata ve kakao	-	0,01	-
37,604	Gama Terpinen	Tatlı, narenciye, tropikal, limonlu	0,23	0,19	0,13
39,226	Terpinolen	Odunsu, tatlı, narenciye, bitkisel, limon	-	0,13	0,09
40,311	N-Nonanal	Narenciye, taze yeşil limon, salatalık, hindistan cevizi	0,51	0,3	0,41

4.9. Üretilen Çikolata ve Kokolinlerin Duyusal Tanımlama Analizi Sonuçları

Duyusal tanımlama analizleri, gıda ürünlerinin algılanan duyusal niteliklerinin bazı referanslar kullanılarak objektif metotla ve insan ölçekler (panelistler) kullanarak sayısal verilere dönüştürülme işlemidir. Üründe algılanan duyusal niteliklerin sayısal miktarı belirlendiği için, üründe yapılması gereken değişimler hakkında da doğrudan bilgi sağlanmaktadır. Özellikle tüketici testleriyle birlikte duyusal tanımlama testleri yeni ürün geliştirme, ürün modifikasyonu ve iyileştirmeye çalışmalarının elzem bileşenleridir. Bu çalışmadaki örnekler için eğitilmiş panel ile yapılan Kantitatif Duyusal Tanımlama Analizi (QDA) bulguları Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 9

Üretilen çikolata ve kokolin örneklerinin duyusal tanımlama (QDA) testi sonuçları

	Çikolata-KNT	Kokolin-AMO	Kokolin-PGSO
Şekil	9,41 ± 0,66 ^a	5,58 ± 1,31 ^b	3,41 ± 2,19 ^c
Yüzey Parlaklığı	8,83 ± 1,33 ^a	6,16 ± 1,74 ^b	3,58 ± 2,50 ^c
Fındıgımsı	5,00 ± 1,85 ^a	5,50 ± 2,61 ^a	5,50 ± 2,50 ^a
Süt/Tereyağ	4,08 ± 1,72 ^a	4,58 ± 1,83 ^a	4,50 ± 2,71 ^a
Ransit	4,83 ± 1,89 ^a	4,83 ± 1,89 ^a	3,50 ± 2,96 ^b
Kahve	2,41 ± 1,83 ^a	1,66 ± 1,15 ^b	1,50 ± 0,90 ^b
Tatlı	7,83 ± 2,16 ^a	7,58 ± 1,88 ^a	8,16 ± 1,74 ^a
Acı	2,50 ± 1,78 ^a	1,66 ± 1,30 ^b	1,75 ± 1,48 ^b
Mumsu	2,75 ± 1,71 ^a	3,58 ± 2,27 ^a	2,91 ± 2,50 ^a
Sertlik	7,00 ± 1,65 ^a	3,83 ± 2,24 ^b	2,08 ± 1,92 ^b
Kumluluk	4,33 ± 1,50 ^a	4,41 ± 2,02 ^a	5,75 ± 2,52 ^a
Serinletme	4,72 ± 1,48 ^a	2,58 ± 0,90 ^b	2,83 ± 1,46 ^b
Kaplama	2,91 ± 1,56 ^b	5,08 ± 1,79 ^a	4,08 ± 2,23 ^a

Aynı satırda her bir özellik için farklı küçük harflerle gösterilen örnekler istatistik olarak birbirlerinden farklıdır ($p \leq 0,05$).

Tablo 9’da verilen 13 duyusal tanımlayıcı terimler 0-10 arası skalada panelistler tarafından puanlandırılmıştır. Duyusal tanımlayıcı terimlerden ‘şekil’ ve ‘yüzey parlaklığında’ örnekler arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir ($p < 0,05$). İki özellikte de çikolata örneği daha yüksek skorlar almıştır. ‘Fındıgımsı’ aromasında örnekler birbirinden farksızdır. Sadece fındık yağından değil, kullanılan diğer ingredivenlerden de

yeterince fındığımsı aromanın geldiği anlaşılmaktadır. Benzer şekilde ‘süt/tereyağ’, ‘tatlı’, ‘mumsu’ ve ‘kumluluk’ özellikleri bakımından örnekler arasında istatistik farklılık saptanmamıştır. Oksidasyonun bir göstergesi olan ‘ransit’ tanımlayıcı açısından sadece kokolin-PGSO biraz daha düşük bulunmuştur. ‘Kahve’ tanımlayıcı açısından çikolata örneği daha yüksek değer almıştır ve bunun katılan çikolata yağından kaynaklandığı düşünülmüştür. Çünkü formülasyonlardaki diğer ingrediyenler aynıdır. Benzer durum ‘acı’ için de geçerlidir. Ancak ‘tatlılık’ değerleri farklı değildir. Formülasyon aynı miktarda şeker içermektedir ve yağın tatlılık algısına fazla bir etki yapmadığı görülmüştür. Örnekler arasında duyuusal ‘sertlik’ algısı açısından çok önemli farklılık bulunmaktadır ve çikolata örneği kokolinlerden çok daha serttir. Bunun yapıdaki kako yağından kaynaklandığı bilinmektedir. Ürünün ağızda ergidiğinde sağladığı ‘serinletme’ özelliği çikolatada daha yüksektir ve bu durum kullanılan kakao yağından dolayı beklenen bir sonuçtur. Kokolinler çikolata kadar serinletme sağlayamamıştır. Kokolinlerin ağız boşluğunu daha yüksek seviyede ‘kapladığı’ da görülmüştür. Sonuç olarak, kokolinlerin çikolata örneğinden daha çok şekil, yüzey parlaklığı, sertlik gibi yapısal özellikler ve serinletme ve kaplama gibi ergime özellikleri açısından farklı olduğu belirlenmiştir. Panelistler tarafından algılanan bu farklılıkların, önceki bölümlerde yapılan ölçümler ile bulunan farklılıklara da oldukça benzer olduğu görülmüştür. Yani ürünler arasındaki farklılıklardan kaynaklanan mekanizk ve termal özellikler hem aletli analizler hem de duyuusal analizler ile doğrulanmıştır.

Göktaş (2016), yaptığı çalışmada inülin içeren çikolatalarda azaltılmış pürüzsüzlük ve ağız hissi en önemli duyuusal kusur olarak belirlenmiştir. Aynı zamanda inülin içeren çikolataların tatlılık haricinde kontrol örneği ile benzer özellikler gösterdiğini belirtmişlerdir. Bu bulgu da bu çalışmanın verileriyle genelde uyumludur, yani kako yağı haricinde diğer yağ ikameleri kullanıldığında kokolinlerde ergime ve lezzet farklılıkları oluşabilmektedir.

4.10. Üretilen Çikolata ve Kokolinlerin Tüketici Testi Sonuçları

Gıda maddelerinde tüketici testi son derece önemlidir. Çünkü bir ürünün teknolojik kalitesi ne kadar üstün olursa olsun, son tahlilde tüketicilerin beğendiği ürünler market raflarında yer almaktadır. Gıda sanayicisi için başarı geliştirdiği ürünün satılmasına, yani tüketiciler tarafından beğenilmesine bağlıdır. Bunu garanti etmenin yolu ise tüketici beklentilerini sağlamaktan geçmektedir. Dolayısıyla hedonik skala kullanılarak geliştirilen ürünlerin tüketici testi yapılmış ve elde edilen sonuçlar aşağıda Tablo 10’da verilmiştir.

Tablo 10

Üretilen çikolata ve kokolin örneklerinin tüketici testi sonuçları

	Çikolata-KNT	Kokolin-AMO	Kokolin-PGSO
Görünüş	4,47 ± 0,81 ^a	2,80 ± 0,92 ^b	2,04 ± 0,92 ^b
Koku/Aroma	3,33 ± 1,35 ^a	3,61 ± 0,74 ^a	3,61 ± 1,16 ^a
Tat/Lezzet	3,57 ± 1,39 ^a	2,85 ± 0,15 ^b	4,28 ± 0,64 ^a
Genel kabul	3,33 ± 1,52 ^a	3,23 ± 0,94 ^a	4,14 ± 0,91 ^a

Aynı satırda her bir özellik için farklı küçük harflerle gösterilen örnekler istatistik olarak birbirlerinden farklıdır ($p \leq 0,05$).

Üretilen çikolata ve kokolin örnekleri, 50 kişilik gönüllü katılımcı olan tüketiciler tarafından duyuşal olarak değerlendirilmiştir. Duyusal değerlendirmede görünüş, koku/aroma, tat/lezzet, genel kabul özelliklerine göre en düşük 0 ve en yüksek 5 olan skalaya göre puanlandırılmıştır. Tablo 10'da görüldüğü gibi duyuşal değerlendirme puanlamasına göre örnekler arasında farklılıklar bulunmaktadır. Görünüş açısından çikolata örneği daha yüksek puan almışken, koku/aroma açısından örnekler arasında fark bulunmamıştır. Tat/lezzet değerlendirilmesinde kokolin-AMO diğer iki örnekten daha düşük puan almıştır. Tüketicilerin genel kabulünde ise kokolin-PGSO örneği en yüksek puanı almıştır. Bu da tüketiciler tarafından Kokolin-PGSO'nun daha çok tercih edildiği anlamına gelmektedir. Bu sonuç oldukça ilginç olmakla beraber, bu ürünün lezzetinin belirgin olarak daha çok beğenildiği ve bu durumun genel kabulü artırdığı ortaya çıkmıştır.

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızda soğuk pres fındık tohumu yağından iki farklı oleojel (AMO ve PGSO) hazırlanmış ve kakao yağına karşı önce yağ asitleri bileşimleri ve reolojik özellikleri belirlenmiş ve daha sonra bu yağlar kullanılarak, verilen üretim tekniği ve formülasyon ile 1 çikolata ve 2 kokolin üretilmiştir. Kokolin örnekleri şekillerini oldukça iyi olarak muhafaza etmişlerdir. Bu durum içerdikleri ergime noktası yüksek oleojellerden kaynaklanan bir sonuçtur. Bu tarz ürünler ile ısıya dayanıklı kokolinler üretilbildiği ortaya konulmuştur.

8. Günde çiçeklenme daha yeni başlamışken, on beşinci gün sonunda tüm örneklerde çiçeklenme oluşmuştur. Örnekler arasında ise bir fark gözlenmemiştir. Yani kokolinler kakao yağı kadar çiçeklenmeye dayanıklı bulunmuştur.

Hazırlanan çikolata ve kokolin ürünlerinin reolojik analizleri de yapılmıştır. Genel olarak kokolin-PGSO örneğinin katıya daha yakın özellikler gösterdiği, viskozite değerinin diğerlerinden çok yüksek olduğu ve sıcaklığa karşı da çok daha dayanıklı olduğu görülmüştür. Sürtünme-kayma davranışı açısından da kokolin-PGSO örneği çok farklı özellik göstermiştir. Triboloji sonuçlarına göre bu örnek ağız içinde kaygan bir yapı sergileyebilecektir. Özellikle kokolin örneklerinin uygulanan kuvvet karşısında yapılarını daha güçlü olarak korudukları da belirlenmiştir. Reolojik ölçüm sonuçları genel olarak termal ölçüm sonuçlarıyla da uyumaktadır. Çikolata örneğinin ergime aralığı dar ve vücut sıcaklığının altında iken, diğer örnekler çok daha yüksek sıcaklıklarda ergimişlerdir.

Çikolata ve kokolinlere yapılan uçucu bileşen analizinde ise kontrol grubu olarak seçilen Çikolata-KNT meyvemsi, tatlı, üzüm, odunsu, çamurlu, bitkisel, baharatlı, aromaları en yoğun bulunan aroma bileşiklerinin tanımını oluştururken, ayçiçek mumu oleojeliyle yapılan kokolinde (kokolin-AMO), eterik, meyveli, tatlı, üzüm, kiraz, odunsu, çam terpenli, reçineli, baharatlı, çamurlu, narenciye en yoğun bulunan aroma bileşiklerinin tanımını oluştururken, poligliserol stearat oleojeliyle yapılan kokolinde (kokolin-PGSO) ise odunsu, çap terpenli, keskin, ekşi, meyve,eterik ,tatlı, üzüm, kiraz, narenciye aromaları en yoğun bulunan aroma bileşiklerinin tanımını oluşturmuştur. Aromatiklerin farklılığının kullanılan yağdan (kakao yağı ve fındık yağı) ve kullanılan organojelatörlerden kaynaklandığı değerlendirilmiştir.

Duyusal tanımlama testi ile ürünler arasındaki yapısal ve termal davranış

farklılıklarının, panelistler tarafından da belirlendiği ortaya konmuştur. Yapılan tüketici testi ise oldukça ilginç bir sonucu ortaya koymuştur. Tüketiciler lezzetini daha çok beğendikleri kokolin-PGSO örneğini kontrol-çikolata örneğinden de daha çok tercih etmişlerdir.

Tüm sonuçlar değerlendirildiğinde findık yağının katılaştırıcı ajanı olarak %10 poligliserol-stearat kullanılarak hazırlanan Kokolin-PGSO'da başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Bu kapsamda hem kakao yağının yüksek maliyetinin önüne geçerek hem de yüksek sıcaklıklara daha dayanıklı ve lezzeti daha çok beğenilen kokolin ürünlerinin hazırlanabileceği ortaya konulmuştur. Bununla beraber, farklı diğer orhanojelatörler kullanılarak da kokolin örneklerinin üretilebileceği ve ergime ve lezzet özellikleri modifiye edilmiş yeni ürün türlerinin tüketicilere sunulabileceği de ortaya çıkarılmıştır. Bu konuda yeni araştırmalara olan ihtiyaç da belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Ahern, K., Rajagopal, I. ve Tan, T. (2019). *Structure and Function- Carbohydrates*. Erişim Adresi: <https://courses.lumenlearning.com/wm-biology1/chapter/reading-types-of-carbohydrates/>
- Alayo, E.M., Vasquez, G.I., Siche, R. ve Toro, F.P. (2019). Formation of aromatic compounds precursors during fermentation of Criollo and Forastero cocoa. *Heliyon*, 5(1). doi: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01157>
- Alptekin, E., ve Çanakcı, M. (2008). Farklı Hammaddelerden Üretilen Metil Ester ve Gliserinin Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Der.*, 23(3), 549-556. Erişim Adresi: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/75729>
- Anonim, (2017). *Lesitin*. Erişim Adresi: <https://tr.wikipedia.org/wiki/Lesitin>
- Anonim, (2018). *Kakao*. Erişim Adresi: <https://tr.wikipedia.org/wiki/Kakao>
- Anonim, (2018). *Süt tozu nedir? Nasıl elde edilir? Nerelerde Kullanılır?*. Erişim Adresi: <https://gidabilinci.com/sut-tozu-nedir-nasil-elde-edilir-nerelerde-kullanilir>
- Anonim, 2015. Erişim Adresi: <http://www.gimdes.org/hidrojenizasyon-ve-interesterifikasyon-margarinlere-alternatif-fraksiyonel-yaglar.html>
- Anonim, 2017. Triglicerit nedir? Normal fizyolojideki yeri nedir? *Türk Kardiyol Dern Ars.*, 45(1), 1–63. Erişim Adresi: https://www.journalagent.com/tkd/pdfs/TKDA_45_SUP_1_1_63.pdf
- Anonim, 2018. *Kakao Likörü*. Erişim Adresi: https://tr.wikipedi0.org/wiki/Kakao_lik%C3%B6r%C3%BC
- Anonim. *Çikolatanın bileşenleri*. Erişim Adresi: https://drive.google.com/file/d/1Q6jO2LYNyA7NHn-emoLIDJq_OTDUiscb/view
- Anonim. *Kakao Yağı*. Erişim Adresi: https://en.wikipedia.org/wiki/Cocoa_butter

- AOAC, 2002. Method 920.39, Crude Fat and Oil. Association of Official Analytical Chemists (17th ed.). Association of Analytical Communities, Gaithersburg, MD, USA.
- AOCS, 1989. Method Aa 5-38, Modified Kjeldahl Method. Official Methods and Recommended Practice of the American Oil Chemist's Society (7th ed.). *American Oil Chemist's Society*, Champaign, IL, USA.
- AOCS, 1998. Method Ba 5a-49, Ash in Oilseed Cake and Meals. Official Methods and Recommended Practice of the American Oil Chemist's Society (7th ed.). *American Oil Chemist's Society*, Champaign, IL, USA.
- AOCS, 1998. Method Ca 5a-40, Free fatty acids in crude and refined fats and oils. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemist's Society (7th ed.). *American Oil Chemist's Society*, Champaign, IL, USA.
- AOCS, 1998. Method Cd 8-53, Peroxide value: Acetic Acid–Chloroform method. Official Methods and Recommended Practice of the American Oil Chemist's Society (7th ed.). *American Oil Chemist's Society*, Champaign, IL, USA.
- AOCS, 1998. Method Ce 2-66, Preparation of methyl esters of fatty acids. Official Methods and Recommended Practice of the American Oil Chemist's Society (7th ed.). *American Oil Chemist's Society*, Champaign, IL, USA.
- AOCS, 1998. Method Ti 1a-64, Spectrophotometric determination of conjugated dienoic acid. Official Methods and Recommended Practice of the American Oil Chemist's Society (7th ed.). *American Oil Chemist's Society*, Champaign, IL, USA.
- Atalık, A., (2008). *Şeker ve şeker sanayiinin tarihçesi*. Erişim Adresi: http://www.zmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=9724&tipi=2
- Augustin, M.A. ve Craven, A. (2003). Powdered Milk. *In Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition (Second Edition)*. Erişim Adresi: <https://www.sciencedirect.com/topics/food-science/dried-milk>
- Baker, J.L., Monighetti, K.A. ve Draper, R.A. (2018). *The Application Of Single-Screw Plastic Molding Techniques In Chocolate Production*. Erişim Adresi: <https://digitalcommons.wpi.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1419&context=mqp-all>

- Balasubramanian, R., Sughir, A. ve Damodar, G. (2012). Oleogel: A promising base for transdermal formulations. *Asian Journal of Pharmaceutics*, 6(1). Erişim Adresi: <http://www.asiapharmaceutics.info/index.php/ajp/article/view/67>
- Beckett, S.T. (1999). Stephen T. Beckett B.Sc., D.Phil. (Ed.), *Industrial Chocolate Manufacture and Use*. Oxford: Blackwell Science. doi: [10.1002/9781444301588](https://doi.org/10.1002/9781444301588)
- Carvalho Junior, J.N., Pires, A.J.V., Veloso, C.M., Silva, F.F., Reis, R.A. ve Carvalho, G.G.P. (2010). Digestibilidade aparente da dieta com capim-elefante ensilado com diferentes aditivos. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 62(4), 889-897. Erişim Adresi: <http://www.scielo.br/pdf/abmvz/v62n4/19.pdf>
- Chevalley, J. (1999). Chocolate flow properties. In: *Industrial Chocolate Manufacture and Use* (edited by S.T. Beckett). *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 182–199.
- Cısse, V., ve Yemiscioglu, F. (2019). Cacao Butter and Alternatives Production. *Çukurova J. Agric. Food Science*, 34(1), 37-50. Erişim Adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/765734>
- Co, E.D., Marangoni, A.G. (2012). Organogels: An alternative edible oil-structuring method. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 89, 749-780. Erişim Adresi: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11746-012-2049-3>
- Demiralp, Ş.Y., Soncu, E.D. ve Kolsarıcı, N. (2017). Oleojeller ve Emülsifiye Et Ürünlerinde Kullanımı. *Gıda*, 42(5), 505-513. doi: [10.15237/gida.GD17017](https://doi.org/10.15237/gida.GD17017)
- Demirci, A.Ş., Taşan, M., ve Gülcü M., (2008). Zeytinyağlarında önemli bir bileşen olarak squalen. *I.Ulusal Zeytin Öğrenci Kongresi*, 122-124. Erişim Adresi: https://www.researchgate.net/publication/330141456_Zeytinyaglarinda_Onemli_Bir_Minor_Bilesen_Olarak_Squalen
- Demirgöl, F. ve Sağdıç, O., (2018). Fermente Süt Ürünlerinin İnsan Sağlığına Etkisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 13, 45-53. Erişim Adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/529166>
- Dereli, C. (2011). *Bir Çikolata Üretim Tesisinde Kalite Yönetim Sisteminin Kurulması*. Yüksek Lisans Tezi. Erişim Adresi:

<http://acikerisim.nku.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/20.500.11776/842/0037352.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Doan, C.D., Patel, A. R., Tavernier, I., Clercq, N. De, Raemdonck, K. Van ; Van de Walle, D., Delbaere, C. ve Dewettinck, K. (2016). The feasibility of wax-based oleogel as a potential co-structurant with palm oil in low-saturated fat confectionery fillings. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 118, 1903-1914. doi: <https://doi.org/10.1002/ejlt.201500172>

Doğan, E. (2016). *Development of heat resistant compound chocolate* (Yüksek lisans tezi). Erişim Adresi: <https://polen.itu.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/11527/13619/10126785.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Fayaz, G., Goli, S.A.H., Kadivar, M., Valoppi, F., Barba, L., Calligaris, S., Nicoli, M.C. (2017). Potential Applications 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. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.08.036>

Göktaş, H., (2016). *Farkli polimerizasyon derecesine sahip inulinin kaplamalik çikolatada kullanim olanaklarinin arastirilmesi* (Yüksek lisans tezi). Erişim Adresi: <http://www.food.yildiz.edu.tr/media/files/19.pdf>

Güngör, İ., Keleş, F., (2004). Fitik asit ve beslenmeye etkisi. *Gıda*, 29(6), 405-409. Erişim Adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/79424>

Hughes, N.E., Marangoni, A.G., Wright, A.J., Rogers, M.A. ve Rush, J.W.E. (2009). Potential food applications of edible oil organogels. *Trends Food Sci Technol*, 20, 470-480. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2009.06.002>

Jang, A., Bae, W., Hwang, H.S, Lee, H.G. ve Lee, S. (2015). Evaluation of canola oil oleogels with candelilla wax as an alternativeto shortening in baked goods. *Food Chemistry*, 187, 525-529. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.04.110>

Jiménez Colmenero, F., Sandoval, L.S., Bou, R., Cofrades, S., Herrero, A.M. ve Ruiz-Capillas, C. (2015). Novel applications of oil structuring methods as a strategy to

- improve the fat content of meat products. *Trends Food Sci Technol*, 44, 177-188. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.04.011>
- Jin, J. ve Hartel, R.W. (2015). Accelerated fat bloom in chocolate model systems: solid fat content and temperature fluctuation frequency. *Journal of The American Oil Chemists' Society*, 1473–1481. doi: <https://doi.org/10.1007/s11746-015-2709-1>
- Jokic, S., Moslavac, T., Aladic, K., Bilic, M., Aćkar, Đ. Ve Šubarić, D., (2016). Hazelnut oil production using pressing and supercritical CO₂ extraction. *Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Food Technology Osijek*, 70(4), 359–366. doi: [10.2298/HEMIND150428043J](https://doi.org/10.2298/HEMIND150428043J)
- Kalaivani, S.S., Thangaraj, V., Arukkani, M. ve Baskaralingam, P. (2014). Equilibrium and kinetic studies on the adsorption of Ni(II) ion from an aqueous solution using activated carbon prepared from Theobroma Cacao (cocoa) shell. *Article in Desalination and water treatment*, 54(6), 1-13. doi: [10.1080/19443994.2014.888678](https://doi.org/10.1080/19443994.2014.888678)
- Kalyankar, S.D., Chopde, S., Deskmukh, M. ve Khedkar, C.D. (2016). Milk Powder. *The Encyclopedia of Food and Health*, 724-728. Erişim Adresi: file:///C:/Users/user/Downloads/Milk_Powder.pdf
- Karabulut, İ., Topçu, A., Yorulmaz, A. ve Tekin, A. (2005). Effects of industrial refining process on some properties of hazelnut oil. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 107(7-8), 476 – 480. doi: [10.1002/ejlt.200501147](https://doi.org/10.1002/ejlt.200501147)
- Karaca, E., ve Aytaç, S. (2017). Yağ Bitkilerinde Yağ Asitleri Kompozisyonu Üzerine Etki Eden Faktörler. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(1), 123-131. Erişim Adresi: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/187662>
- Karğın, D. ve Güneş, F.E., (2017). Çikolatanın kardiyovasküler sistem üzerine etkileri. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 6(4), 234-246. Erişim Adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/388832>
- Kayahan, M. ve Tekin, A. (1994). Türkiye’de Üretilen bazı Margarinlerdeki Trans Yağ Asitleri ve Konjuge Yağ Asitleri Miktarları Üzerine Araştırma. *Gıda* , 19(3). Erişim Adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/gida/issue/6983/93053>

- Kumar, V., Naik, B., Kumar, V. ve Kumar, D. (2014). Evaluation of antibacterial and anti-oxidant activity of some lichens of uttarakhand. *American Journal of Current Biology*, 1, 1-8. Erişim Adresi: https://www.researchgate.net/publication/261549356_Evaluation_of_antibacterial_and_anti-oxidant_activity_of_some_lichens_of_Uttarakhand
- Lee, S., Biresaw, G., Kinney, M. ve Inglett, G. (2008). Effect of cocoa butter replacement with a β -glucan-rich hydrocolloid (C-trim30) on the rheological and tribological properties of chocolates. *Research Article*. doi: <https://doi.org/10.1002/jsfa.3424>
- Li, Linlin., Liu, Guoqin. (2019). Corn oil-based oleogels with different gelation mechanisms as novel cocoa butter alternatives in dark chocolate. *Journal of Food Engineering*, 263, 114-122. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2019.06.001>
- Lieb, V.M., Schex, R., Esquivel, P., Jimenez, V.M., Schmarr, H.-G., Carle, R. ve Steingass, C.B. (2019). Fatty acids and triacylglycerols in the mesocarp and kernel oils of maturing Costa Rican *Acrocomia aculeata* fruits. *NFS Journal*, 14-15, 6-13. doi: <https://doi.org/10.1016/j.nfs.2019.02.002>
- Lipp, M. ve Anklam, E. (1998). Review of cocoa butter and alternative fats for use in chocolate—Part A. compositional data. *Food Chemistry*, 62(1), 73-97. doi: [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(97\)00160-X](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(97)00160-X)
- Lonchamp, P. ve Hartel Richard, W. (2004). "Fat bloom in chocolate and compound coatings". *European Journal of Lipid Science and Technology*, 106(4), 241–274. doi: [10.1002/ejlt.200400938](https://doi.org/10.1002/ejlt.200400938)
- Lupi, F.R., Gabriele, D., Greco, V., Baldino, N., Seta, L. ve Cindio, B. (2013). A rheological characterisation of an olive oil/fatty alcohols organogel. *Food Research International*, 51, 510-517. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.01.013>
- Mansour, M.P. ve Sinclair, A.J., (1993). The trans fatty acid and positional (sn-2) fatty acid composition of some Australian margarines, dairy blends and animal fats. *Asia Pacific J. Clin. Nutr.*, 3, 155-163. Erişim Adresi: <http://acikerisim.nku.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/20.500.11776/722/0034660.pdf?sequence=1>

- Mantihal, S., Prakash, S., Godoi, F.C. ve Bhandari, B., (2019). Effect of additives on thermal, rheological and tribological properties of 3D printed dark chocolate. *Food Research International*, 119, 161-169. Erişim Adresi: <file:///C:/Users/user/Downloads/triboloji.pdf>
- Marangoni, A.G. ve Garti, N. (2011). 1 - An overview of the past, present, and future of organogels. *Edible Oleogels: Structure and health implications* (s. 1-17) içinde. AOCS Press, Urbana III. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-9830791-1-8.50004-8>
- Mert, B. ve Demirkesen, I., (2016). Reducing saturated fat with oleogel/shortening blendsin a baked product. *Food Chemistry*, 199, 809-816. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.12.087>
- Misral, V., Shrivastava, A.K., Shukla, S.P. ve Ansari, M.I., (2016). Effect of sugar intake towards human health. *Saudi Journal of Medicine*, 2518-3397. doi: [10.21276/sjm.2016.1.2.2](https://doi.org/10.21276/sjm.2016.1.2.2)
- Mounjouenpou, P., Belibi, D., Andoseh, B.K., Okouda, A., Mouanfou, K. ve Ehabe, E.E., (2018). Temperature/duration couples variation of cocoa beans roasting on the quantity and quality properties of extracted cocoa butter. *Annals of Agricultural Sciences*, 63, 19-24. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aogas.2018.04.001>
- Munir, M.T., Wilson, D.I., Yu, W. ve Young, B.R., (2018). An evaluation of hyperspectral imaging for characterising milk powders. *Journal of Food Engineering*, 221, 1-10. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.10.001>
- Nas, S. ve Gökalp, H.Y., (2017). *Bitkisel Yağ Teknolojisi*. Erişim Adresi: <https://www.kitapyurdu.com/kitap/bitkisel-yag-teknolojisi/437305.html>
- Okiyama, D.C.G., Navarro, S.L.B. ve Rodrigues, C.E.C., (2017). Cocoa shell and its compounds: Applications in the food industry. *Trends in Food Science –Technology*, 63, 103-112. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.03.007>
- Osundahunsi, O.F., Bolade, M.K. ve Akinbinu, A.A., (2007). Effect of shell ash as an alkalizing agent on cocoa products. *Journal of Applied Sciences*, 7(12), 1674-1678. doi: [10.3923/jas.2007.1674.1678](https://doi.org/10.3923/jas.2007.1674.1678)

- Öğütçü, M. ve Yılmaz, E., (2012). Margarinlere Alternatif Olabilecek Yeni Bir Ürün: Oleojeller-I. *Dünya Gıda*, 01, 68-73. Erişim Adresi: <http://www.dunyagida.com.tr/haber/margarinlere-alternatif-olabilecek-yeni-bir-urun-oleojeller-i/4087>
- Öğütçü, M., (2014). *Yemeklik oleojellerin hazırlanması ve gıda ürünü olarak kullanımlarının araştırılması* (Doktora tezi). Erişim Adresi: http://acikerisim.lib.comu.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/20.500.12428/1989/Mustafa_Ogutcu_Dokoratez.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Öndül, E., ve Albayrak, N. (2006). Biyodizel Üretiminde Kullanılan Yöntemlerin Karşılaştırılması. *Türkiye 9. Gıda Kongresi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Van*, 587-590. Erişim Adresi: [file:///C:/Users/user/Downloads/240934434%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/240934434%20(1).pdf)
- Özocak, A., (2004). *Çikolatalarda kakao yağı ikamelerinin tesbiti* (Yüksek lisans tezi). İstanbul Üniversitesi. Erişim Adresi: <http://polen.itu.edu.tr/bitstream/11527/4434/1/2289.pdf>
- Öztürk, M. (2014). Esansiyel Yağ Asitlerinin İnsan Metabolizması ve Beslenmesi Üzerine Etkileri. *Kocatepe Veteriner Dergisi*, 7(2), 37-40. doi: [10.5578/kvj.8394](https://doi.org/10.5578/kvj.8394)
- Patel, A. R., Rajarethinem, P. S., Gredowska, A., Turhan, O., Lesaffer, A., De Vos, W.H., Van de Walle, D. ve Dewettinck, K. (2014). Edible applications of shellac oleogels: spreads, chocolate paste and cakes. *Food Funct.*, 5, 645-652. doi: [10.1039/C4FO00034J](https://doi.org/10.1039/C4FO00034J)
- Patel, A., Dewettinck, K., (2015). Edible oil structuring: An overview and recent updates. *Food-Function*. doi: [10.1039/c5fo01006c](https://doi.org/10.1039/c5fo01006c)
- Prasad, M., Simmons, P., Maher, M.J.,(2004). Release characteristics of organic fertilizers. *Article in Acta horticulturae*, 644, 163-170. doi: [10.17660/ActaHortic.2004.644.20](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2004.644.20)
- Quader, M.A., ve Ahmed, S. (2017). Bioenergy with carbon capture and storage (BECCS): future prospects of carbon-negative technologies. *Comparisons and Contrasts of New Approaches*, 91-140. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805423-9.00004-1>

- Quelal-Vasconez, M.A., Lerma-Garcia, M.J., Esteve, E.P., Arnau-Bonachera, A., Barat, J.M. ve Talens, P. (2019). Fast detection of cocoa shell in cocoa powders by near infrared spectroscopy and multivariate analysis. *Food Control*, 99, 68-72. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.12.028>
- Ramel, P.R., Co, E.D., Acevedo, N. ve Marangoni, A.G. (2016). Structure and functionality of nanostructured triacylglycerolcrystal networks. *Progress in Lipid Research*, 64, 231-242. doi: <https://doi.org/10.1016/j.plipres.2016.09.004>
- Reshi, M. (2018). Chocolate processing. *International Journal of Advanced Biological Research*, 8 (3), 408-419. Erişim Adresi: <file:///C:/Users/user/Downloads/chocolate.pdf>
- Robert, C., Couñedelo, L., Vaysse, C. ve Michalski, M.C., (2019). Vegetable lecithins: A review of their compositional diversity, impacton lipid metabolism and potential in cardiometabolic diseaseprevention. *Biochimie*. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biochi.2019.11.017>
- Rogers, M.A. (2009). Novel structuring strategies for unsaturated fats – Meeting the zero-trans, zero-saturated fat challenge: A review. Canada. *Food Research International* 42, 747–753. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.02.024>
- Rogers, M.A., Wright, A.J. ve Marangoni, A.G. (2009a). Nanostructuring fiber morphology and solvent inclusions in 12-hydroxystearic acid / canola oil organogels. *CurrOpin CollInt Sci*, 14, 33-42. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cocis.2008.02.004>
- Scholey, A. ve Owen, L. (2013). Effects of chocolate on cognitive function and mood: a systematic review. *Nutrition Reviews*, 71(10), 665-81. Erişim Adresi: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24117885>
- Shafi, F., Reshi, M. ve Bashir, I., (2018). Chocolate Processing. *IJABR*, 8(3), 408-419. Erişim Adresi: https://www.researchgate.net/publication/330171165_CHOCOLATE_PROCESSING
- Singh, A., Auzanneau, F.-I., ve Rogers, M.A. (2017). Advances in edible oleogel technologies–A decade in review. *Food Research International*, 97, 307-317. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.04.022>

- Şahin-Cebeci, O.I. (2013). *Çikolata ve Kakao*. Erişim Adresi: <http://blog.yalova.edu.tr/oyairmaksahin/wp-content/uploads/sites/27/2013/11/%C3%87ikolata-Kakao-%C3%9Cretimi.pdf>
- Şengül, Ü., Şengül, B., Apaydın, E., Taşçı, E. ve İlgün, R. (2017). Aflatoxin contamination in hazelnut oil obtained from hazelnuts containing high levels of aflatoxin. *Tarım Bilimleri Dergisi*. Erişim Adresi: http://tarimbilimleri.agri.ankara.edu.tr/2018/24_4/11.makale.pdf
- Talbot, G. (2009). Vegetable Fat. In: *Industrial Chocolate Manufacture and Use*, (Ed. S. T. Beckett), Blackwell Publishing Ltd., West Sussex, UK, 4(19), 415-433.
- Taşan, M., ve Dağlıoğlu O. (2005). Trans Yağ Asitlerini Yapısı,Oluşumu ve Gıdalarla Alınması. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(1). Erişim Adresi: <https://docplayer.biz.tr/11123373-Trans-yag-asitlerinin-yapisi-olusumu-ve-gidalarla-alinmasi.html>
- Tisoncik, M. (2013). Chocolate Fat Bloom. *The Manufacturing Confectioner*, 65-68. Erişim Adresi: <https://www.blommer.com/documents/Chocolate-Fat-Bloom-article.pdf>
- Tokuşcuoğlu, Ö. (2016). *Çikolatada Kalite*. Araştırma. Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Manisa. Erişim Adresi: <http://www.gida2000.com/cikolatada-kalite.html>
- Turhan, S. (2011). *Türk fındık yağlarının trigliserit yapılarının belirlenmesi* (Yüksek lisans tezi). Erişim Adresi: <file:///C:/Users/user/Downloads/turhan%20sezer.pdf>
- Türk Gıda Kodeksi Kakao ve Çikolata Ürünleri Tebliği. (2017, 3 Kasım). *Resmi Gazete* (Sayı:30229). Erişim Adresi: http://www.tk.org.tr/APA/apa_2.pdf
- Tutun, H. (2014). Çikolata Zehirlenmesi. *Mehmet Akif Ersoy University Journal of Health Sciences Institute*, 2(2), 114-120. Erişim Adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/maeusabed/issue/19414/206496>
- Wainwright, R.E. (1996). Oils and Fats in Confections. In: *Bailey's Industrial Oil & Fat Products*, (Ed. Y.H. Hui), Wiley-Interscience Pub, New York, US, 5(3), 353 - 408.

- Vintiloiu, A. ve Leroux, J.-C. (2007). Organogel and their use in drug delivery – A review. *Journal of Controlled Released*, 125, 179-192. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2007.09.014>
- Yiğit, G.G., Cerit, İ. ve Demirkol, O. (2018). Fonksiyonel kakao ve kakao ürünleri. *The Journal Food*, 43(4), 702-715. Erişim Adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/525835>
- Yıldız, F. (2017). Polifenoller: Optimum Sağlık için gerekli gıda bileşenleri. Ankara. Erişim Adresi: https://www.researchgate.net/publication/319550145_Polifenoller_Optimum_Saglik_icin_gerekli_gida_bilesenleri
- Yılmaz, E., Ögütçü, M. ve Yüceer, Y. (2015). Physical properties, volatiles compositions and sensory descriptions of the aromatized hazelnut oil-wax organogels. *Journal of Food Science*, 80(9). doi: [10.1111/1750-3841.129](https://doi.org/10.1111/1750-3841.129)

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Ceren ÖZ
Doğum Yeri: Eskişehir
Doğum Tarihi : 05.04.1995

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik
Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 2013-2017
Yüksek Lisans Öğrenimi : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri
Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 2017-2020
Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

a) Bildiriler

1) Öz, C., Yılmaz, E. 2019. Oleojellerin kokolin ve imitasyon çikolata ürünlerinin üretiminde kullanılması. YABİTED IV. Bitkisel yağ Kongresi, 18-19 Nisan 2019, İstanbul, sayfa, 39 (Poster)

b) Katıldığı Projeler

Yüksel Lisans Bursiyeri. Potansiyel Organojelatörlerle Yeni Oleojellerin Geliştirilmesi ve Gıda Uygulamaları. TÜBİTAK 1001 Projesi (Proje No: 217O094)

İLETİŞİM

E-posta : ceereen.ozz@gmail.com