



**T.C.
AMASYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI BİTKİSEL YAĞ KAYNAKLI HİDROJEL OLEOJEL İLE
FONKSİYONEL SÜRÜLEBİLİR ÇİKOLATA ÜRETİMİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TUĞÇE YILDIRIM

AĞUSTOS

TUĞÇE YILDIRIM

BIYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI

AĞUSTOS 2024

**FARKLI BİTKİSEL YAĞ KAYNAKLI HİDROJEL OLEOJEL İLE
FONKSİYONEL SÜRÜLEBİLİR ÇİKOLATA ÜRETİMİ**

Tuğçe YILDIRIM

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI**

**Danışman
Dr. Öğretim Üyesi Şirin OBA İLTER**

**AMASYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

AĞUSTOS 2024

Yüksek Lisans Tezi Kabul ve Onay Sayfası

Tuğçe YILDIRIM tarafından hazırlanan “Farklı Bitkisel Yağ Kaynaklı Hidrojel Oleojel ile Fonksiyonel Sürülebilir Çikolata Üretimi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Amasya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoteknoloji Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Dr. Öğretim Üyesi Şirin OBA İLTER

Suluova Meslek Yüksek Okulu Gıda İşleme Bölümü, Amasya Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

Başkan: Dr. Öğretim Üyesi Ayten EKİNCİ

Denizli Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu Gıda İşleme Bölümü, Pamukkale Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

Üye: Dr. Öğretim Üyesi İnci Bahar ÇINAR

Suluova Meslek Yüksek Okulu Çevre Koruma Teknolojileri Bölümü, Amasya Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

Tez Savunma Tarihi: 26/07/2024

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Doç. Dr. Ümit YILDIRIM

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Amasya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

Bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Tuğçe YILDIRIM

21.08.2024

FARKLI BİTKİSEL YAĞ KAYNAKLI HİDROJEL OLEOJEL İLE FONKSİYONEL SÜRÜLEBİLİR ÇİKOLATA ÜRETİMİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Tuğçe YILDIRIM

AMASYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ağustos 2024

ÖZET

Bu çalışma gam ve oleojelatör oranlarını değiştirmeden beş farklı yağ ortamında (Antep fıstığı, buğday, incir çekirdeği, keten tohumu ve kabak çekirdeği yağları) üretilen hidrojel/oleojelin farklı oranlarda palm yağının ikamesi ile üretilen sürülebilir çikolatanın kalitesi üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Sürülebilir çikolatalar palm yağının %25, %050, %75 ve %100'nün hidrojel oleojellerle değiştirilmesi ile yeniden formüle edilen ürünlerin yağ asidi kompozisyonunu, dokusal ve duyusal özelliklerinin karşılaştırılması gerçekleştirildi. Bu araştırmanın sonucunda kabak çekirdek yağı hidrojel/oleojelini içeren sürülebilir çikolatanın work of shear değeri (910.89 ± 28.04 g.sec) palm yağı içeren örneklerle kıyasla (9400.985 ± 35.94) daha yüksektir. Palm yağı yerine hidrojel/oleojel ikame oranı artıkça sürülebilir çikolatanın sürülebilirliğinin artması ve sertliğinin azalması istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0.05$). Duyusal değerlendirmede, palm yağının %75 ve %100 antep fıstık yağ hidrojel/oleojeli ile ikame edilen sürülebilir çikolatalar kontrol grubu ile karşılaştırıldığında yayılabilirlik, görünüm ve tat gibi özelliklere panelistler tarafından yüksek puan almıştır. Yağ asit profili değerlendirildiğinde %100 antep fıstık yağ hidrojel/oleojeli ile üretilmiş sürülebilir çikolatanın tekli doymamış yağ asit değeri (%79,26) palm yağı (%37,98) ile üretilen kontrol örneklerine kıyasla daha yüksek tespit edilmiştir. Bu nedenle farklı yağ esaslı hidrojel/oleojeller ile üretilen sürülebilir çikolatalar daha sağlıklı lipid profiline sahip ve doymamış yağ oranı azaltılmış sürülebilir çikolata üretiminde kullanılabilir.

Sayfa Adedi

: 98

Anahtar Kelimeler

: Hidrojel-oleojel, Sürülebilir Çikolata, Tekstür, Yağ

Danışman

: Dr. Öğretim Üyesi Şirin OBA İLTER

FUNCTIONAL SPREADABLE CHOCOLATE PRODUCTION WITH DIFFERENT
VEGETABLE OIL-SOURCED HYDROJEL OLEOGEL

(M. Sc. Thesis)

Tuğçe YILDIRIM

AMASYA UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

August 2024

ABSTRACT

This study evaluated the effect of hydrogel/oleogel produced in five different oil mediums (pistachios, wheat, fig seeds, flaxseed, and pumpkin seeds oils) without varying the gum and oleogelator ratios on the quality of chocolate spread. The spreads were made by replacing 25%, 50%, 75%, and 100% of the palm oil with hydrogel/oleogel, and then comparing the fatty acid profiles, as well as textural and sensory properties. The spreadability value was higher chocolate spread with pumpkin seed oil hydrogel/oleogel (910.89 ± 28.04 g.s) than in chocolate spread with palm oil (9400.985 ± 35.94 g.s). The increase in the spreadability of chocolate spread and the decrease in hardness are statistically significant as the rate of hydrogel/oleogel substitution for palm oil increases. Sensory evaluation showed that the chocolate spread, with palm oil replaced by 75% and 100% pistachio oil-based hydrogel/oleogel, presented sensory properties of "spreadability", "appearance" and "taste" that were highly scored by the panelists compared to the control spread. The results demonstrated that monounsaturated fatty acid reformulated spreads were higher in chocolate spread with pistachio oil (79.26 %) than in chocolate spread with palm oil (37.98 %). Therefore, these hydrogel/oleogel s can be used to produce reduced-fat palm oil chocolate spread with healthier lipid profiles.

Number of pages : 98
Keywords : Hydrojel-oleogel, Chocolate Spreads, Texture, Oil
Supervisor : Assist. Prof. Dr. Şirin OBA İLTER

ÖN SÖZ ve TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim boyunca ve tez çalışmamın her aşamasının yürütülmesi sırasında, yoğun çalışma temposunda olmasına rağmen güler yüzü ve içtenliğini hiçbir zaman esirgemeyen her konuda bana yol gösteren bu tezin oluşumuna büyük katkıda bulunan çok değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Şirin OBA İLTER'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam boyunca ihtiyaç duyduğum her an desteğini esirgemeyen ve motivasyon desteği için değerli arkadaşlarım Gıda Mühendisi Hatice Alton'a Diyetisyen Elif BOZAT'a teşekkür ediyorum.

Zorlu süreçlerimde maddi ve manevi her türlü beni destekleyen çok sevgili ANNEME ve BABAMA, sevgili ablam Ece YILDIRIM ve kardeşim Cem YILDIRIM'a teşekkür ediyorum.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
ÖN SÖZ ve TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
RESİMLER DİZİNİ	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Çikolata.....	3
2.2. Sürülebilir Çikolata.....	4
2.2.1. Sürülebilir Çikolata Üretiminde Kullanılan Ham Maddeler	5
2.2.2. Kakao	5
2.2.3. Şeker.....	7
2.2.4. Süt tozu.....	8
2.2.5. Fındık ezmesi	9
2.2.6. Emülgatörler.....	10
2.3. Yağlar.....	10
2.3.1. Palm yağı.....	10
2.3.2. İncir çekirdeği yağı.....	16
2.3.3. Buğday yağı.....	19
2.3.4. Keten tohum yağı	21

2.3.5. Kabak çekirdeği yağı.....	23
2.3.6. Antep fıstığı yağı.....	26
2.4. Hidrojel-oleojel	30
3. MATERYAL ve YÖNTEM	33
3.1. Materyal	33
3.2. Metot	33
3.2.1. Hidrojel-Oleojel üretimi.....	33
3.3. Hidrojel-Oleojel Analizleri	34
3.3.1. Yağ bağlama kapasitesi(%YBK)	34
3.3.2. Santrifüj stabilite testi (SS)	35
3.3.3. Su aktivitesi analizi	35
3.3.4. Renk analizi.....	35
3.3.5. Serbest yağ asitliği	35
3.4. Sürülebilir Çikolata Üretimi	36
3.5. Sürülebilir Çikolataların Analizleri.....	40
3.5.1. Yağ bağlama kapasitesi.....	40
3.5.2. Su aktivitesi analizi	40
3.5.3. Renk analizi.....	40
3.5.4. Serbest yağ asitliği	40
3.5.5. Yağ asidi kompozisyonu analizi	41
3.5.6. Tekstür profil analizi (TPA).....	42
3.5.7. Duyusal analiz	42
3.6. İstatistiksel Analiz.....	44
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	45
4.1. Hidrojel-Oleojellerin Özellikleri.....	45

4.1.1. Hidrojel-Oleojellerin yağ bağlama kapasitesi ve santrifüj stabilitesi.....	45
4.1.2. Hidrojel-Oleojellerin su aktivitesi	47
4.1.3. Hidrojel-Oleojellerin renk değerleri.....	48
4.2. Sürülebilir Çikolatalarının Özellikleri	50
4.2.1. Farklı bitkisel yağ esaslı hidrojel-oleojel ikamesinin sürülebilir çikolatanın yağ bağlama kapasitesine etkisi	50
4.2.2. Farklı bitkisel yağ esaslı hidrojel-oleojel ikamesinin sürülebilir çikolatanın su aktivitesi özelliklerine etkisi.....	54
4.2.3. Farklı bitkisel yağ esaslı hidrojel-oleojel ikamesinin sürülebilir çikolatanın renk özelliklerine etkisi.....	57
4.2.4. Farklı bitkisel yağ esaslı hidrojel-oleojel ikamesinin sürülebilir çikolataların serbest yağ asitliği değerine etkisi	60
4.2.5. Farklı bitkisel yağ esaslı hidrojel-oleojel ikamesi ile üretilen sürülebilir çikolataların ve bitki bazlı yağların yağ asit kompozisyonu.....	63
4.2.6. Farklı bitkisel yağ esaslı hidrojel-oleojel ikamesinin sürülebilir çikolataların tekstürel özelliklerine etkisi	66
4.2.7. Farklı bitkisel yağ esaslı hidrojel-oleojel ikamesinin sürülebilir çikolatanın duyuşal özelliklerine etkisi	70
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	74
KAYNAKLAR	79
ÖZGEÇMİŞ	98

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Palm yağı (PY) ve palm çekirdeği yağı (PÇY)'nın % yağ asit bileşimi.....	16
Çizelge 2.2. <i>Ficus carica</i> L. tohumunun % yağ asit bileşimi	18
Çizelge 2.3. Buğday yağının % toplam yağ asit bileşimi	21
Çizelge 2.4. Keten tohumu yağının % yağ asit bileşimi	23
Çizelge 2.5. Kabak çekirdeği yağının % yağ asit bileşimi	26
Çizelge 2.6. Antep fıstığı işleme.....	28
Çizelge 2.7. Tuzlu, kavrulmuş antep fıstığı yağının yağ asit bileşimi	30
Çizelge 3.1. Sürülebilir çikolata örneklerinin bileşimi (g/100g)	37
Çizelge 3.2. Sürülebilir çikolatanın duyu özelliklerinin tanımlanması ve puanlanması ..	43
Çizelge 3.3. Duyusal analizin puanlanması	44
Çizelge 3.4. Duyusal analiz değerlendirme formu.....	44
Çizelge 4.1. Yağ bağlama kapasitesi ve santrifüj stabilite testi sonuçları	46
Çizelge 4.2. Hidrojel-oleojel numunelerinin su aktivitesi değerlerinin sonuçları	48
Çizelge 4.3. Hidrojel-oleojel numunelerinin renk değerlerinin sonuçları	49
Çizelge 4.4. Farklı bitkisel yağ esaslı hidrojel-oleojeller kullanılarak üretilen sürülebilir çikolatanın yağ bağlama kapasitesine hidrojel-oleojel ikame oranının etkisi ...	51
Çizelge 4.5. Farklı bitkisel yağ esaslı hidrojel-oleojeller kullanılarak üretilen sürülebilir çikolatanın su aktivitesi değerlerine hidrojel-oleojel konsantrasyonunun etkisi	55
Çizelge 4.6. Farklı bitkisel yağ esaslı hidrojel-oleojeller kullanılarak üretilen sürülebilir çikolataların renk özelliklerine hidrojel-oleojel konsantrasyonunun etkisi....	58
Çizelge 4.7. Farklı bitkisel yağ esaslı hidrojel-oleojeller kullanılarak üretilen sürülebilir çikolataların serbest yağ asitliği (oleik asit cinsinden) ve asit sayısı (mg KOH/g) değerleri ve hidrojel-oleojel konsantrasyonunun etkisi.....	61
Çizelge 4.8. Farklı bitkisel yağ esaslı hidrojel-oleojeller kullanılarak üretilen sürülebilir çikolataların (SÇ) ve bitki bazlı yağların yağ asidi içeriği	64

Çizelge 4.9. Farklı bitkisel yağ esaslı hidrojel-oleojel kullanılarak üretilen sürülebilir çikolatanın tekstürel özelliklerine hidrojel-oleojel konsantrasyonunun etkisi	67
Çizelge 4.10. Farklı bitkisel yağ esaslı hidrojel-oleojel kullanılarak üretilen sürülebilir çikolatanın duyuşal özelliklerine hidrojel-oleojel konsantrasyonunun etkisi	71



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Kakao ön işleme akış şeması	7
Şekil 2.2. Kakao işleme akış şeması	7
Şekil 2.3. Palm meyvesi.....	11
Şekil 2.4. Palm çekirdeğinin perikarp katmanları.....	12
Şekil 2.5. Palm yağı değirmeninin geleneksel proses akışı	14
Şekil 2.6. Palm yağı	15
Şekil 3.1. Hidrojel-oleojel üretimi	34
Şekil 3.2. Sürülebilir çikolata üretimi	38

RESİMLER DİZİNİ**Sayfa**

Resim 3.1. Farkılı bitkisel yağ esaslı hidrojel-oleojel ikamesi ile üretilen sürülebilir çikolata resimleri	39
--	----



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, yanda açıklamaları verilmek üzere aşağıda listelenmiştir.

Simgeler	Açıklamalar
° C	Santigrat derece
µL	Mikrolitre
dk	Dakika
G	Gram
kg	Kilogram
M	Kütle
mg	Miligram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
N	Newton
Psi	Bar
rpm	Dakikadaki devir sayısı
sn	Saniye
V	Hacim

Kısaltmalar	Açıklamalar
ALA	Alfa linoleik asit
AS	Asit sayısı
AGGA	Avrupa gıda güvenliği ajansı

BTY	Buğday tohumu yağı
DYA	Doymamış yağ asitleri
HO	Hidrojel-oleojel
KÇY	Kabak çekirdeği yağı
KOH	Potasyum hidroksit
LDL	Düşük yoğunluklu lipoprotein
TDYA	Tekli doymamış yağ asidi
PÇY	Palm çekirdek yağı
PY	Palm yağı
ÇDYA	Çoklu doymamış yağ asidi
SÇ	Sürülebilir çikolata
SS	Santrifüj stabilite testi
SYA	Serbest yağ asitliği
TAG	Trigliserit
TPA	Tekstür profil analizi
TÜİK	Türkiye istatistik kurumu
YBK	Yağ bağlama kapasitesi

1. GİRİŞ

Çikolata ürünleri; pratik olmaları, iyi duyuşal kabulleri ve uzun raf ömürleri gibi nedenlerden dolayı dünya çapında tüketiciler tarafından en çok tercih edilen gıda kategorileri arasında yer almaktadır (Albuquerque, Silva, Oliveira Costa, 2017; Li ve Liu, 2019). Çikolatanın yüksek tüketici çekiciliğı, tüketicilerin farklı ekonomik seviyeleri, sağlıklı ürün seçeneklerine ilişkin talep ve beklentiler çikolata ve şekerleme üreticilerini ve araştırmacılarını ucuz yollarla yeni ürünler üretmeye yöneltmiştir (NorazuraAila ve Ismail,2018; Acan ve diğeri, 2021). Bu bağlamda, çikolata türevi ürün grupları arasında yeni ürün geliştirme sürecinde en başarılı sonuçlar sürülebilir çikolatalarda sağlanmıştır. Sürülebilir çikolata sürülebilir olma özelliğinden dolayı ekmek, waffle, kurabiye ve diğeri unlu mamullerle birlikte kahvaltı ve tatlılarda çocuklar ve büyükler tarafından sıklıkla tüketilmektedir (Said, Nasir, Bakar ve Mohamad, 2019).

Çikolata bazlı ürün grupları arasında yer almakta olan sürülebilir çikolata, bir yağ kristal ağına gömülü emülgatör, kakao, şeker, yağ, peynir altı suyu tozu ve süt tozu parçacıkların bir süspansiyonudur ve formülasyonu ürünün türüne bağılı olarak farklılık göstermektedir. Sürülebilir çikolata yarı sıvı kıvamı, oda sıcaklığında yayılma kolaylığı, yayılma kapasitesi ve uzun raf ömrü ile karakterize edilmektedir (Fidaleo, Mainardi ve Nardi, 2017). Bu özellikler genellikle ürün içeriğindeki yaklaşık %30-40 palm yağı veya az yağlı sürülebilir çikolatada %28-35 palm yağı ile elde edilmektedir. Sürülebilir çikolatanın oda sıcaklığında katılaşmama özelliğı yağ fraksiyonuna bağılı olup (Fayaz ve diğeri, 2017) ürünün lezzet, renk, koku ve tekstürüne önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır (Devi ve Khatkar, 2018).

Sürülebilir çikolatalarda yüksek seviyelerde doymuş veya trans yağ asitleri içeren yağlar, uygun maliyetinden dolayı sıklıkla tercih edilmektedir (Wagner, Auer ve Elmadfa, 2000). Bu tür yağların fazla miktarda tüketilmesi diyabet, yüksek kolesterol ve kalp hastalıkları gibi birçok hastalık için risk oluşturmakta ve doymuş yağların toplumun genel sağlığı üzerinde olumsuz etkileri konusunda çalışmalar gün geçtikçe artmaktadır (Remig ve diğeri, 2010; Calder, 2015; Bascuas ve diğeri, 2021). Avrupa Gıda Güvenliğı Ajansı (AGGA) Diyetetik Ürünler, Beslenme ve Alerjiler Panel değerlendirmelerine göre, günlük diyetle toplam kalorinin maksimum %35'inin yağdan elde edilmesi gerektiğini ve bir diyetleki doymuş yağ asidi içeriğinin mümkün olduğunca düşük olması gerektiğine vurgu yapılmaktadır. Avrupa

Komisyonu gıdalardaki hayvansal kaynaklı yağda doğal olarak oluşan trans yağ dışındaki maksimum trans yağ sınırını 2g/100g olarak belirlemiştir (EFSA, 2010). Bu sınırlamalar nedeniyle bilim insanları orijinal gıda yapısını değiştirmeden, trans ve doymuş yağ asitleri yerine gıdanın bileşimine sağlıklı yağları dahil etmek için mekanizmalar keşfetmeye odaklanmıştır. Besleyici özelliklerinin artırılması ve aynı zamanda belirli fiziksel özelliklerin korunması için sıvı yağların kullanımıyla ilgili bazı sorunları çözmek adına yağ yapılandırmasında tercih edilen hidrojel-oleoje uygulamaları araştırılmaktadır. Hidrojel-oleojeller kullanımının sürülebilir çikolataların formülasyondaki doymuş oranın kısmen veya tamamen kaldırılması ve doymamış yağ asitleri ile zenginleştirilmesi için iyi bir aday olabileceği düşünülmektedir.

Hidrojel-oleojelasyon, yağlara viskoelastik özellikler sağlayan ve bunları kararlı, sussuz, termal olarak geri dönüşümlü, üç boyutlu bir jel ağına dönüştüren, yeni bir işlemdir (Edmund Daniel Co ve Marangoni, 2012; Live diğerleri, 2021). Hidrojel-oleojeller, yağ, su ve organojelatörlerden oluşan jel yağ sistemleridir ve kullanılan yağın tipi, miktarı, organojelatörün türü ve konsantrasyonu dahil olmak üzere hidrojel-oleojellerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini etkileyebilmektedir (Moghtadaei, Soltanizadeh ve Goli, 2018). Farklı türdeki bitki bazlı yağların hidrojel-oleojel jelleşme kabiliyetinin bir modelüründe etkileri ile ilgili yapılan çalışmaların literatürde sayısının sınırlı olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle bu çalışmayla, farklı konsantrasyonlarda incir çekirdeği yağı, buğday yağı, keten tohumu yağı, kabak çekirdeği yağı ve antep fıstığı yağı bazlı hidrojel-oleojelleri farklı oranlarda palm yağı ikamesiyle üretilen sürülebilir çikolataların fizikokimyasal, tekstürel ve duyusal özellikleri üzerindeki etkilerinin değerlendirmesi amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Çikolata

Çikolata, kavrulmuş ve öğütülmüş kakao çekirdeği tanelerinden yapılan sıvı, katı veya macun halinde bulunan dünyada en çok sevilen ve tercih edilen yiyeceklerden biridir (Afoakwa, 2008).

Çikolata ve kakaonun gıda olarak kullanımı en az 1400 yıl öncesine dayanmaktadır. Kakao ve çikolatanın tarihi, muhtemelen Güney Amerika'da kakao bitkisini yetiştiren ilk insanlar olan Mayalarla başlamıştır. Mayalar için çikolata, sıcak suyla hazırlanan ve genellikle tarçın ve biberle tatlandırılan bir kakao içeceği olarak kullanılmış ve “Tanrıların Yemeği” olarak adlandırılmıştır (FAO, 2014). 1502'de Kristof Kolomb, kakao ile karşılaşan ilk Avrupalı olup, Mezoamerika'da kakao bir para birimi olarak tanımlanan kakao çekirdeklerini "gizemli görünümlü bademler" olarak tanımlamıştır.

Kakao, Avrupa'da 1528'de İspanyol fatih Hernán Cortés'in İspanya Kralı Charles'a kakao örnekleri getirmesiyle ortaya çıkmış ve bu "kahverengi altından" hazırlanan içeceğin büyük etkileri Avrupa'ya yayılmıştır. Kakao, acı tadı ve diğer özellikleri nedeniyle Avrupa'da uzun süre göz ardı edilmiştir. Kakao içeceği içme geleneği şeker, tarçın ve vanilya ilavesi ile kakaonun tadı tatlı ve yumuşak hale getirilmiş ve başlangıçta yüksek sosyal sınıfların tüketimine sunulmuştur. Çikolata tüketiminin Avrupa'ya yayılması ancak 17.yüzyılda gerçekleşmiştir. 18. yüzyılda çikolata tüketimi giderek yaygınlaşmıştır. İtalyanlar, Hollandalılar ve Portekizliler tarafından plantasyonlar kurulmuştur. Bu noktada, çikolata hâlen daha sıvı halde tüketilmiş olup ve çoğunlukla köpüklü bir çikolata içeceği oluşturmak için su veya sütte çözülebilecek taneli bir kütlenin preslenmiş blokları olarak satılmıştır. Çikolata bloklarının seri üretimi ise 18. yüzyılda kakao çekirdeklerini öğütmek için hidrolik ekipmanların geliştirilmesinin ardından 1728'de ilk çikolata fabrikasının kurulması ile başlamıştır.

Kakaodan çikolata üretimi çok adımlı süreçlerden oluşmaktadır. Bu adımlardan ilki kakao meyvesi hasat sonrası çikolata aromasının gelişimi için önemli bir adım olan fermentasyon ile başlamaktadır. Fermentasyon işlemi tamamlanması ile su içeriğini %5-7 seviyesine

düşürmek için bir kurutma adımı gerçekleştirilmektedir. Bu aşama sonraki işlemlerden önce ürün stabilitesini sağlamaktadır.

Kurutulmuş kakao çekirdekleri veya taneleri (yani, dış kabuğu olmayan çekirdekler) daha sonra çikolata aromasını daha da geliştirmek için kavrulur ve sıvı bir macuna (likör) dönüştürmek için kakao nibi öğütülülerek kakao likörü elde edilmektedir.

Çikolata üretimi; kakao likörü, şeker, kakao yağı ve emülgatörlerin yanı sıra tercih ve çeşidine göre süt ve diğer bileşenler eklenmesi ile tüm bileşenleri karıştırma, katıların parçacık boyutlarını azaltmak için inceltme, çikolata kütlelerinin yüksek sıcaklıklarda çalkalanmasından oluşan konçlama işlemi ve son olarak, nihai doku ve aromanın geliştirilmesi için ısıtma, soğutma ve karıştırma işlemlerinden oluşan temperleme aşamalarını içermektedir.

Çikolata bileşenleri ve üretim aşamaları gıda sanayisinde yeni ürün geliştirme çalışmaları ile sürekli iyileştirilmektedir. Buna bağlı olarak üretilen bitter, sütlü, beyaz çikolata, çikolatalı şekerlemeler, dolgular, sürülebilir ürünler, fondü ve daha birçok alternatif ürün ile kakao ve çikolata pazarının gelişmesini olumlu yönde etkilemektedir (Gonçalves, 2011).

2.2. Sürülebilir çikolata

Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği Kakao ve Çikolata Ürünleri Tebliği'nin (No: 2017/29) 4. maddesinin 3. bendinde yer alan Fındık ezmesi/Gianduja (veya 'gianduja' kelimesinin türevlerinden biri) sürülebilir çikolata, bileşiminde en az %8 yağsız kakao kuru maddesi olacak şekilde en az %32 toplam kakao kuru maddesi içeren çikolataya %20-40 arasında ince öğütülmüş fındık veya fındık füresi ilavesi ile elde edilen ürün olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2017).

Tanımdan da anlaşılacağı üzere bileşimin içerisinde farklı içerikler bulunabilmektedir. Sürülebilir çikolata, pudra şekeri, bitkisel yağ, kakao tozu, süt tozu ve fındık ezmesi, emülgatör ve aroma gibi diğer bileşenler ile besin açısından zenginleştirilebilen ve ortam sıcaklığından buzdolabı sıcaklığına kadar geniş sıcaklık aralığında yağı salmadan sürülebilir özellikte bulunan, pürüzsüz yapıda olan şekerleme ürünlerdir (Fidaleo ve diğerleri, 2017).

Sürülebilir çikolata, başta çocuklar olmak üzere her yaş grubu insan tarafından sevilen bir gıda ürünüdür. Sürülebilir çikolata, fırıncılıkta bisküvi dolgusu olarak kullanılmasının yanı sıra özellikle kahvaltılarda ve diğer öğünlerde ekmeğin üzerine sürülüp tüketilmektedir (Manzocco ve diğerleri, 2014). Günümüzde sürülebilir çikolatalar, çocuklar ve yetişkinler için en çok arzu edilen kahvaltı öğünlerinden biridir. Bu sebeple, 2018 yılında Fransa'da Syndicat Du Chocolat üyesi şirketlerin genel satışların toplam hacminin yüzdesi değerlendirildiğinde Fransa'da tüketilen toplam kakao hacminin %24,4'ü sürülebilir kakaolu ürünler olup, bar çikolatadan sonra ülkede satılan iki numaralı çikolata ürünüdür. Sürülebilir çikolata üreten fabrikalar arasında en büyüğü olan Villers-Ecalles fabrikasını modernize etmek için yapılan yatırımlar sayesinde satış gelirleri 10 yıl içinde iki katına çıkmış ve 84000 tona ulaşmış Nutella (yıllık küresel üretimin tahminen %25'i) markası tarafından üretimin yapıldığı belirtilmiştir. Bu fabrikanın üretiminin %33'ünden fazlasını Avrupa Birliği içindeki diğer ülkelere ihraç ettiği tahmin edilmektedir (Feige-Muller, 2020).

Asya Pasifik bölgesinin yanı sıra Avustralya gibi bölgelerde unlu mamuller, waffle, krep ve ekmekle birlikte tüketebilir olması nedeniyle küresel çikolata endüstrisinde sürülebilir çikolata ürünün artan tüketimi dikkat çekmektedir. Ürüne olan talep, artan kentleşme, değişen yaşam tarzları ve bölgedeki tüketicilerin artan harcanabilir gelirleri gibi değişkenler tarafından tetiklenmektedir. Bu üretim artışı, çikolata işletmelerinin ekonomik faaliyetine ve yeni ürün geliştirme çalışmalarına önemli bir katkı sağlamaktadır.

2.2.1. Sürülebilir çikolata üretiminde kullanılan ham maddeler

Sürülebilir çikolata; bitkisel yağ, süt, tatlandırıcı, kakao tozu, stabilizatör, emülgatör, antioksidan ve ilave aromalar gibi çeşitli bileşenlere sahiptir (Manzocco, Calligaris, Camerin, Pizzale ve Nicoli, 2014; Shakerardekani, Karim, Ghazali ve Chin, 2013). Sürülebilir çikolatanın üretiminde kullanılan bileşenleri aşağıda açıklanmıştır.

2.2.2. Kakao

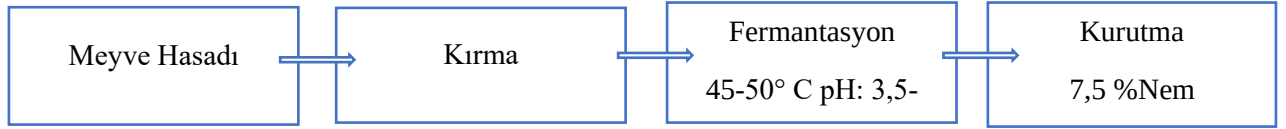
Kakao, önemli bir tarımsal emtia olup çikolata ve ürünlerinin üretiminde kilit bir hammaddedir. Kakao, kakao ağacının (*Theobroma cacao L.*) çekirdeklerinden elde edilir.

Kakao çekirdeklerinden çeşitli işlem aşamaları sonucunda elde edilen kakao tozu, kakao likörü ve kakao yağı hammadde niteliğinde birçok farklı gıda ürün üretiminde kullanılmaktadır (Giacometti, Jolic ve Josic, 2015).

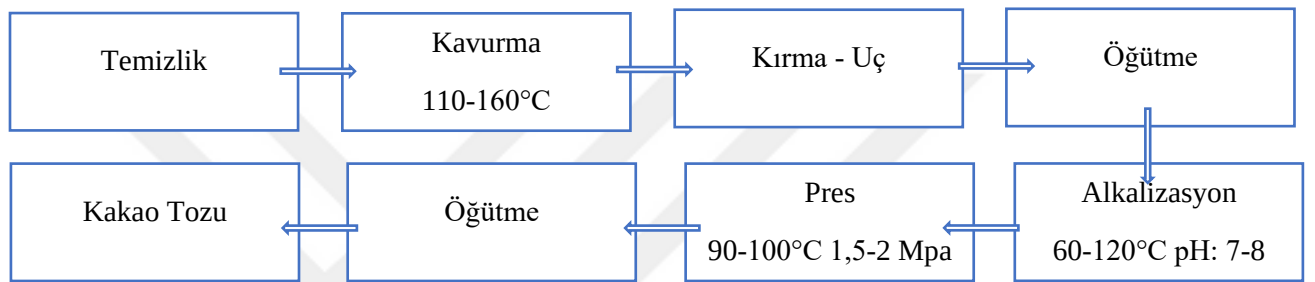
Kakaoda elde edilen son ürünün çeşidi ve kalitesi büyük ölçüde kakao işlemenin çeşitli aşamalarına bağlıdır (Saltini, Akkerman ve Frosch, 2013). Bu süreç kakao çiftçilerinin hasat zamanı manuel olarak topladıkları kakao meyvesinden tohumların çıkarılması sonrasında yaklaşık altı gün boyunca farklı fermantasyon yöntemleri olan ahşap kutularda, sepetlerde veya tepsilerde fermantasyonu (Copetti, Iamanaka, Frisvad, Pereira ve Taniwaki, 2011; Wood, 1985) ile başlar. Fermantasyon, kakao çekirdeklerinin hamurunu çevreleyen birkaç mikroorganizmanın (mayalar, laktik asit bakterileri, asetik asit bakterileri) etkisinin bir sonucudur. Fermantasyondan sonra, nem içeriğini yaklaşık %5-7'e düşürmeyi amaçlayan güneşte veya yapay kurutma yöntemleri kullanılarak kurutma prosedürü gerçekleştirilir. Ön işleme adımlarından sonra, fermente edilmiş ve kurutulmuş çekirdekler kavrulur, öğütülür, depolanır ve pazarlanır. Kavrurma sırasında 110–160 °C sıcaklıklar kullanılır (Farah, McIntosh, Georgiou ve McCullough, 2012). Bu süreç, daha yoğun bir kahverengi renk ve dokusal değişiklikler gibi tipik çikolata lezzetinin geliştirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Oliviero ve diğerleri, 2009; Oracz ve Nebesny, 2014). Çekirdekler iyice kavrulduktan sonra ayıklanmakta ve kabuğu çıkarılmaktadır. Kakao parçacıkları daha sonra çikolata üretiminde kullanılan kakao likörü, kakao tozu ve kakao yağı gibi diğer kakao ürünlerine işlenir. Kavrulmuş çekirdekler, bir kütle veya likör oluşturmak üzere öğütülen nib adı verilen parçalara ayrılır (Copetti, 2009; Wood, 1985) (Şekil 2.1.) ve (Şekil 2.2.). Kakao çekirdekleri ilk olarak, daha hafif kabuğu üfleme için bir hava akımının kullanıldığı silindirlerden veya dönen konilerden geçirilerek kırılır ve kabuk niblerden ayrılır ve sonrasında yüksek sıcaklıklarda bir alkalın solüsyona (örneğin potasyum karbonat) daldırılarak alkalileştirmeye tabi tutulur.

Kakao tozu işlemede alkalileştirme, sodyum veya potasyum karbonatlar gibi alkali çözeltiler veya süspansiyonlar kullanılarak gerçekleştirilir. Alkali konsantrasyonu %1 ile %6 arasında değişebilirken, sıcaklık 60 °C ile 120°C arasında değişebilir ve işlem 30–150 dakika arasında gerçekleşebilir (Bispo, 1999). Bu işlem, pH 5,0'dan veya 5,6'dan 7,0-8,0'a kadar yükseltilerek kakaonun asitliğini nötralize eder (Li ve Liu, 2019). Presleme adımında, likör veya kütle 90 ile 110°C arasındaki sıcaklıklarda yüksek basınca (1,5–2 MPa) tabi tutularak

kakao yağı ve kekin ayrılması sağlanır (Minifie, 1980). Kakao kekinin uygulanan kırma ve öğütme işlemi sonucunda kakao tozu elde edilir. Kakao tozu, çikolatalı içeceklerde ve çeşitli şekerleme ve unlu mamullerde kullanılabilir (Bispo, 1999).



Şekil 2.1. Kakao ön işleme akış şeması (Pereira ve Sant'Ana, 2018)



Şekil 2.2. Kakao işleme akış şeması (Pereira ve Sant'Ana, 2018)

2.2.3. Şeker

Şeker; reçeller, jöleleler, pudingler ve farklı şekerli ürünler gibi birçok tatlıda ana bileşen olarak kullanılmaktadır (Hoffmann, Mills, Yee ve Hoffmann, 1992). Tatlandırıcı olarak şekerli ürünlere ilave edilen yaygın şeker, sofr şeker olarak da bilinen sakkarozdur. Ayrıca şeker, çikolata üretiminde kakao likörünün acılığını dengelemek için kullanılmasıyla birlikte lezzet açısından da çok önemli bir etkiye sahiptir (Man ve Jones, 1994; Goldfein ve Slavin 2015). Şeker genellikle yağ bazlı dolguların ve şekerleme ürünlerinin ana bileşenidir. Yüksek derecede rafine edilmiş beyaz şeker, indirgeyici olmayan sakaroz bir disakkarittir. Farklı bitki türleri olan şeker kamışından veya şeker pancarından üretilen şeker, beyaz şekerin yanı sıra esmer şeker, altın şurup, pekmez ve melas dahil olmak üzere çeşitli şeker türleri vardır. Rafine edilmiş şeker kamışı ya da pancar şeker, tekstüre edici bir madde olarak çalıştığı için kıvamın yanı sıra sürülebilirlik ve tatlılık vermekten sorumludur. Ticarileştirilmiş sürülebilir ürünler farklı şeker oranlarına sahiptir.

2.2.4. Süt tozu

Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği Koyulaştırılmış Süt ve Süttozu Tebliği'nin (No:2005/18) 4. Maddesinin 2. bendinde yer alan süttozu yağlı, yağı kısmen veya tamamen alınmış süttten, kremadan ya da bu ürünlerin karışımından suyun doğrudan uzaklaştırılması ile elde edilen ve son üründe nem içeriğinin ağırlıkça en fazla %5 oranında olduğu katı üründür.

Süt tozu, sütün standardizasyonu, homojenizasyonu, pastörizasyonu, konsantrasyonu, kurutulması ve paketlenmesiyle elde edilir. Yağ içeriği ise standardizasyon adımı sırasında ayarlanmaktadır. Süt kremasını ayırmak için santrifüj kullanılarak istenen yağ içeriğini elde edebilmek ve standardize edilebilmektedir (Schuck, 2011). Ayırma, yüksek (50–52°C) veya düşük (4–20°C) sıcaklıklarda gerçekleşebilir. Soğuk ayırma, mikrobiyal büyümeyi engellediği için ürün kalitesini artırır (Moejes ve Van Boxtel, 2017). Daha sonra süt pastörizasyon ile ısıl işleme tabi tutulur (72°C'de 15 saniye veya 63 °C'de 30 dakika) (Medeiros, 2010). 110–125°C'de 10–45 dakika sterilizasyon veya 135 °C'de 0,4–4 sn UHT sterilizasyon, ticari olarak steril gıdalar üretmek için kullanılabilir. Isıl işlemler mikroorganizmaları yok etmeyi ve enzimleri inaktive ederek son ürünün uzun raf ömrünü garanti eder (Schuck, 2011). Bir sonraki adım olan buharlaştırma (evaporasyon), işleminde kurutma işleminin enerji maliyetini en aza indirir (Medeiros, 2010). Buharlaştırmadan sonra, konsantre süt emülsiyonunun dönen bir disk atomizer yoluyla sprey kurutucuya enjekte edildiği kurutma işlemi gerçekleşir. Emülsiyon, aşağı doğru sıcak hava akımıyla doğrudan ve anında temas eden damlacıklara dönüşür (Medeiros, 2010).

Püskürtmeli kurutucuda oluşan toz hala yüksek bir neme sahiptir ve ayrıca vibrofluidize yatak sistemi üzerinde istenen neme (tam yağlı süt tozu için %2,5–3 ve yağsız süt tozu için %3,5–4) kadar kurutulur. Daha sonra süt tozu paketlenir, depolanır ve dağıtılır (Doyle ve diğerleri, 2015; Gopal ve diğerleri, 2015; Medeiros, 2010).

Süt tozu üretim aşamaları ürün kalitesini etkileyen önemli işlemleri içermektedir. Üretilen süt tozu çikolata ve ürünlerinde lezzet ve dokuyu olumlu yönde etkilemek için kullanılmaktadır. Süt, yapısı gereği çok çeşitli yağ asitlerinden oluşmaktadır. Bu yağ asitleri ürüne lezzet, aroma ve tekstür oluşumunda önemli etkiler sağlamaktadır. Süt tozunun türü dolgunun lezzetini ve fiziksel özelliklerini etkiler. Süt tozu, fırıncılık, şekerleme ürünleri,

dondurma, yeniden yapılandırılmış süt ürünleri ve bebek maması gibi birçok farklı ürünün üretiminde kullanılmaktadır (Medeiros, 2010).

2.2.5. Fındık ezmesi

Betulaceae familyasının bir üyesi olan fındık, *Corylus* cinsi içerisinde yer almaktadır (Doğan ve Bircan, 2010). Türk fındığı (*Coryluscolurna L.*) ve Lambert fındığı ekonomik olarak yetiştirilen fındıklardır. Dünya fındık üretiminin %73'ünü Türkiye, %16'sını İtalya, %3'ünü İspanya ve %4'ünü Amerika ve %3'ünü diğer ülkeler oluşturmaktadır (Alasalvar ve diğerleri, 2010). Fındıkların sadece %10'u kabuklu fındık olarak satın alınmakta, %90'ı ise kabuksuz fındık (iç fındık) olarak endüstriyel amaçlar için kullanılmaktadır (Stévigny, Rolle, Valentini ve Zeppa, 2007).

İç fındık, dünyada şekerleme, çikolata ürünlerinde sütlü ve unlu mamullerde lezzet, aroma ve tekstür sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. İç fındığın doğal olarak kullanılabileceği gibi çeşitli uygulamalar sonucu beyazlatılmış, kavrulmuş, dilimlenmiş, doğranmış, un haline getirilmiş, yağın ekstraksiyonu sonucu elde edilen fındık yağı ve fındık ezmesi gibi farklı şekillerde tüketildiği ve gıda ürünleri için ham madde olarak tercih edildiği bilinmektedir. İç fındığın %80'i çikolata imalatında, %15'i şekerleme, bisküvi ve pastacılık imalatında işlenmekte, %5'i ise herhangi bir işlem görmeden tüketilmektedir (Anonim, 2017).

Fındığın bileşiminde yaklaşık olarak %50-65 oranında yağ bulunmaktadır ve fındık yağı ekstraksiyonundan geriye kalan kekin ana bileşenleri protein (%39,4–42,1), ham yağ (%1,8–11,2), ham lif (%9,2–10,1) ve kül (%3,7–8,2)'den oluşmaktadır (Doğan ve Bircan, 2010).

Fındık, sahip olduğu çok özel besin değeri nedeniyle insanların beslenmesinde ve sağlığında büyük rol oynamaktadır. Fındık içi iyi bir yağ kaynağıdır (%50-73) ve insan sağlığı için gerekli olan doymamış yağ asitlerini (linoleik, linolenik, oleik asitler, palmitik ve stearik) içermektedir (Garcia, Hernandez ve Costa, 1994). Fındık yağı kandaki kolesterol seviyesini düşürdüğü ve ayrıca hipertansiyonun olumsuz etkilerini kontrol ettiğine dair çalışmalar mevcuttur (Durak ve diğerleri, 1999). İç fındık B1, B6 vitaminleri, niasin ve α -tokoferol gibi vitaminler içeriğinin yanı sıra değerli mineral bileşenleride içermektedir.

Fındık püreleri gıda ürünlerinde kullanılırken dikkat edilmesi gereken en önemli özelliği katı fraksiyonun parçacık boyutudur. Çikolata ve çikolata bazlı ürünler için, katı parçacıkların boyutunun reolojik (akış özellikleri) ve duyuşsal (ağızda pürüzlülük hissi) özellikler üzerinde doğrudan bir etkiye sahip olduğu iyi bilinmektedir. Fındık pürelerinde katı boyut küçültme, çoğunlukla beş merdaneli değirmenlerde (Beckett, 1999) ve sıklıkla üç merdaneli ön arıtmayla gerçekleştirilen bir ünite işlemi olan rafinasyon yoluyla elde edilir.

Çikolata ve türevlerinde sıklıkla tercih edilen fındık ürünleri ve miktarının doku, tat ve lezzet, tüketici seçimini ve kabul edilebilirliğini etkileyen önemli bir bileşendir. Ayrıca çikolata ve ürünlerinin rengi ve parlaklığı, tüketicinin satın alma davranışını önemli ölçüde etkilemektedir (Afoakwa, Paterson, Fowler ve Vieira, 2008).

2.2.6. Emülgatörler

Emülgatörler, zaman içinde stabil bir emülsiyon oluşumuna izin veren kimyasal bileşiklerdir. Emülgatörler, uzun süredir çikolata kütlelerinin akış özelliklerini değiştirmek için kullanılmaktadır. Özel moleküler yapılarından dolayı bu yüzey aktif bileşenler, dağınık ve sürekli faz arasındaki ara yüzey gerilimini düşürür ve reolojinin yanı sıra sıcaklığa duyarlılık ve temperleme davranışı gibi bir dizi özelliği etkiler (Minifie, 1980; Schantz ve Linke, 2001). Ek olarak, emülgatörler katılaştırmış çikolatanın yağ patlaması, dolgulardan yağ göçüne karşı stabilite ve oksidasyon gibi bazı özellikleri etkileyebilmektedir (Walter ve Cornillon, 2001). Çikolata üretiminde potansiyel kullanıma yönelik diğer reolojik aktif emülgatörler, örneğin, doğal soya lesitininden fraksiyona edilen fosfogliseritler, fosfatid asitlerin (YN) amonyum tuzları ve poligliserol polirisinoleattır (PGPR) (Van Nieuwenhuyzen ve Szuhaj, 1998; Beckett, 2000).

2.3. Yağlar

2.3.1. Palm yağı

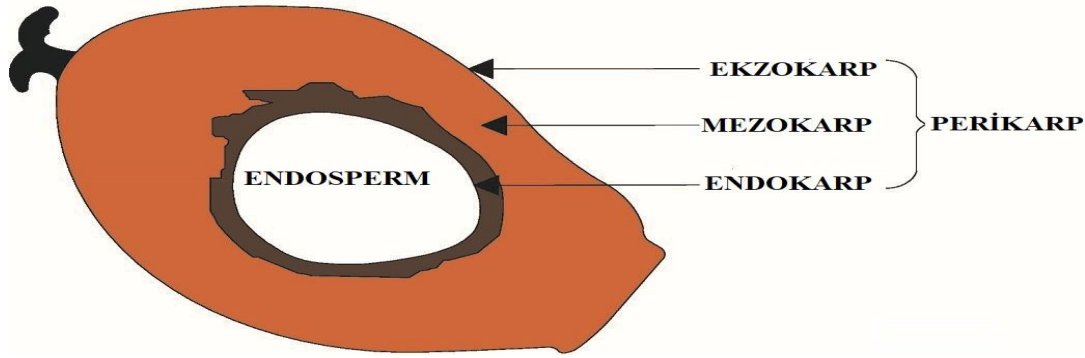
Palm yağı dünyada en çok kullanılan bitkisel yağdır. Genel olarak palm yağı olarak bilinen bu ürün palmye ağacının (*Elaeis Guineensis Jacq.*) dikenli sıkı meyve demetlerinin içindeki çekirdeklerden çeşitli işlemler sonucunda elde edilen bitkisel bir yağdır. Bu meyvelerin genel görünümü Şekil 2.3' te gösterilmektedir.

Palmiye plantasyonları Dura, Psifera ve Tenera olmak üzere üç tipten oluşmaktadır (Umerie ve Ogbuagu, 2004). Dura ve Psifera türlerinin bir melezi olan Tenera ticari plantasyonlarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Cheng ve diğerleri, 2006). Tropikal palmiye meyvesi kırmızımsı ve oval şekilli olup bitkilerin büyüklüğüne ve yaşına bağlı olarak 10-40 kg ağırlığındaki salkımlarda bulunan meyvelerin ağırlığı 6-20 g arasında değişmektedir. Meyve, hurma çekirdeği yağı üretmek için kullanılan tek bir tohum veya çekirdeğe sahiptir ve her hurma meyvesi yaklaşık %30-35 oranında yağ içermektedir (Thoe, Surugau ve Chong, 2019).



Şekil 2.3. Palm meyvesi (Kaya, 2017)

Palm meyvesinden hurma yağı ve hurma çekirdek yağı olmak üzere iki farklı yağ üretilmektedir. Palm yağı ve hurma çekirdeği yağı aynı botanik kökene sahip olmakla birlikte yağ asidi bileşimlerinde önemli ölçüde farklılık göstermektedir. Palm yağı, hurma meyvesinin mezokarp parçalarının preslenmesi ve ekstraksiyon işlemi ile üretilirken, hurma çekirdeği yağı, hurma çekirdeği parçalarının preslenmesi ve çıkarılması ile üretilmektedir (Albuquerque, Santos, Silva, Oliveira ve Costa, 2018). Hurma meyvesinin katmanları Şekil2.4.'te gösterilmiş olup perikarp üç katmandan oluşmaktadır. Bunlar; ekzokarp (kabuk, dış kısım); mezokarp (palm yağı içeren dış posa) ve endokarp (embriyo için yağ ve karbonhidrat rezervleri içeren çekirdeği (endosperm) çevreleyen sert bir kabuk kısmından oluşmaktadır. Palm yağı meyvesinden iki farklı yağ mezokarptan ham palm yağı ve çekirdekten palm çekirdeği yağından üretilmektedir.



Şekil 2.4. Palm çekirdeğinin perikarp katmanları (Chew ve ve diğerleri, 2021)

Ham palm yağı, alfa-karoten ve beta-karoten gibi antioksidanlar bakımından zengindir. Bu bileşenler karakteristik koyu kırmızı bir renk verir ve çoğunlukla gıda üretim endüstrisinde kullanılmaktadır (Nehdi ve diğerleri, 2013).

Genellikle palmiye yağı fraksiyonunun fizikokimyasal özellikleri nedeniyle çeşitli uygulamalar için palmiye olein ve palmiye stearine fraksiyone edilir. Palm olein, ticari yemeklik yağda yaygın olarak kullanılırken, palm stearini genellikle katı yağ ve margarin ürünleri için kullanılmaktadır.

Palm çekirdeği yağı çoğunlukla deterjanlar, kozmetikler, plastikler, yüzey aktif maddeler, herbisitler ve çok çeşitli diğer endüstriyel ve tarımsal kimyasallar gibi gıda dışı ürünlerde de tercih edilebilmektedir (Cukalovic ve diğerleri, 2013; Tres, Ruiz-Samblas, Van Der Veer ve Van Ruth, 2013; Mba, Dumont ve Ngadi, 2015; Hassim ve Dian, 2017; Albuquerque ve diğerleri, 2018).

2.3.1.1. Palm yağı üretimi

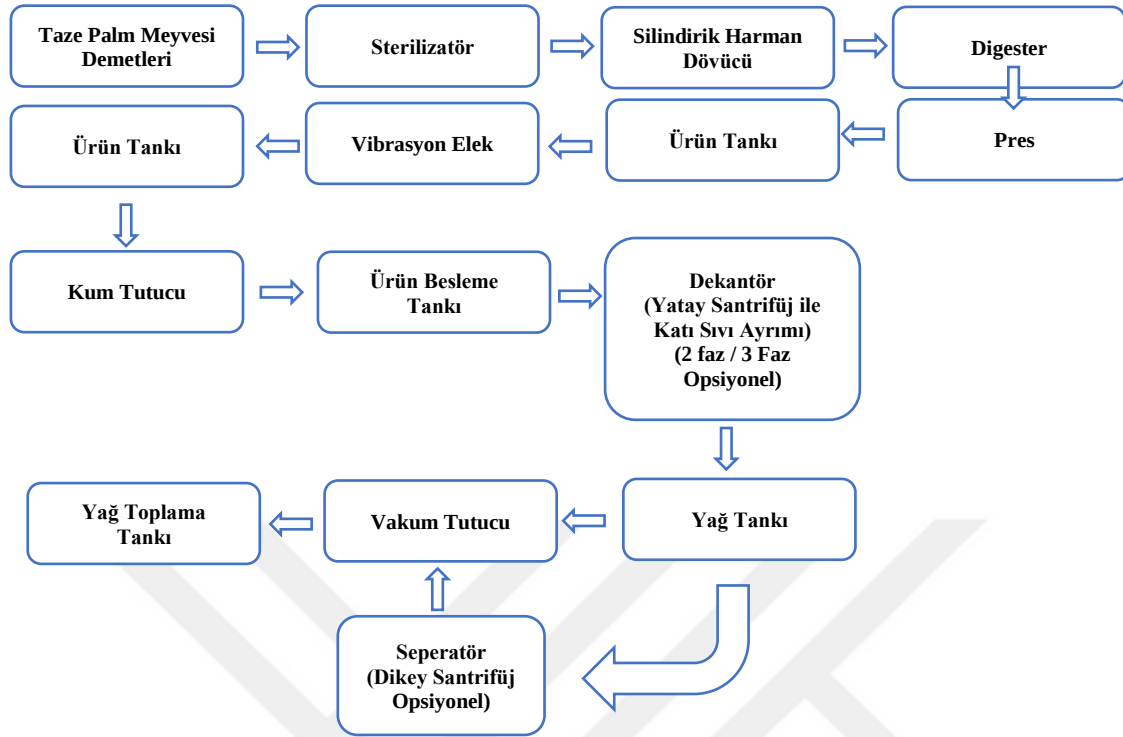
2018 yılında, küresel yemeklik yağ üretimi 204 milyon tona ulaşmış olup palm yağı üretilen toplam yağın %36'sını oluşturmaktadır. Palm yağı tüketimi yaklaşık 69 milyon tona ulaştığı çalışmalarda ifade edilmektedir. Asya ve Afrika, yaklaşık 57 milyon tonluk toplam tüketimle palm yağının en büyük tüketicileri konumundadır. Bu, tüketilen toplam palm yağının %82'sine eşittir. Bu eğilim, bölgedeki palmiye yağının mevcudiyetine ve diğer yenilebilir yağ türlerine kıyasla satın alınabilirliğine bağlanmaktadır. Bu nedenle palm yağı, her iki kıtadaki birçok gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkenin gıda ve enerji güvenliği için önemlidir. Gıda ve Tarım Örgütü'ne göre, palmiye yağı talebinin 2050 yılına kadar 156 milyon tona ulaşması

beklenmektedir (Officer, 2016). Palmiye yağının üretimi, kullanımı ve ihracatı tropikal ülkeler için geliştirilmiş olmasına rağmen, palm yağının olumlu özellikleri küresel olarak dikkat çekmiştir (Sawangkeaw ve diğerleri, 2011).

Birçok faydalı niteliğine rağmen, palmiye yağı üretimi ile ilgili birkaç olumsuz yön bulunmaktadır. Sivil toplum kuruluşları palmiye yağı plantasyonlarının neden olduğu ciddi sorunlar olarak üretim için kesilen ağaçlardan dolayı ormansızlaştırma, hayvan habitatlarının yok edilmesi, biyoyakıt üretimi ve gıda üretimini işaret etmektedir. Bunların yanı sıra palm yağı değirmenlerinden salınan büyük miktarlarda palmiye yağı değirmen atık suyu çevreyi tehlikeye atabilir ve anaerobik çürütme sırasında atık sudan salınan biyogaz ciddi bir zorluk olarak karşımıza çıkabilmektedir (Yacob, Hassan, Shirai, Wakisaka ve Subash, 2005). Çevreye zarar verme potansiyellerine rağmen palmiye yağı bazlı biyodizele olan küresel ilgi nedeniyle değirmenlerin sayısı artmaya devam etmektedir. Çevre koruma ve iklim değişikliği konusunda artan farkındalıkla birlikte, palm yağı üreten ülkeler, özellikle Malezya, palm yağı üretiminde sürdürülebilir uygulamaları benimsemek için muazzam çaba sarf etmektedirler. Bunun için uygulanan stratejilerden bir tanesinde palm yağı üretim aşamalarını iyileştirmektedir (Hosseini ve Abdul,2015).

Palm yağı, plantasyon şirketlerinin sahip olduğu mülklerde üretilmekte ve genellikle, hasat edilen meyve demetlerinin yağın ekstrakte etmek için kullanılan değirmenlerde işlenmektedir. Farklı boyutlarda palmiye işletmelerine sahip küçük çiftçiler meyve salkımlarını ürettikten sonra yağ çıkarma işlemi için bayiler aracılığıyla ürünlerini yakındaki değirmenlere göndermektedir. Yıllar içinde, palmiye yağı endüstrisinin geleneksel proses akışı Şekil 2.5'te gösterilmiştir.

Palm yağı fabrikasında yer alan ünite operasyonları meyve alımı, ısıl işlem, meyve ayırma, yağ çıkarma, yağ geri kazanım sistemi, çekirdek geri kazanım sistemi, kazan sistemi ve atık su arıtma sistemi olarak kategorize edilebilir. İlk olarak fabrika tesisine gelen taze palm meyvesi demetleri sterilizatöre alınır. Palm meyvesine yaklaşık 45 dakika süre boyunca 130°C sıcaklıkta buhar verilir. Sterilizasyon işleminin bitmesinin ardından taze palm meyvesi demetleri palm meyvesinin salkımından ayrıştırılması amacıyla harman dövücüye gönderilir.



Şekil 2.5. Palm yağı değirmeninin geleneksel proses akışı (HAUS, 2022)

Harman dövücüde salkımdan ayrıştırılan palm meyvesi "digester" ismi verilen silindirik büyük tanklara alınıp, bu tankların altından sıkım yapılmak üzere büyük preslere aktarılır. Pres ekipmanında yapılan sıkım sonrasında ham palm yağı elde edilir. Bu yağ takiben silindirik tanklarda toplanıp, vibrasyon elek donanımından geçirilip bir sonraki aşamada bulunan tanklarda toplanır. Ham palm yağı içerisindeki kumun uzaklaştırılması hedefiyle kum tutucu ekipmanına gönderildikten sonra direkt olarak 3 faz dekantöre beslenir ve dekantör santrifüjler aracılığıyla ham palm yağının yağ, su ve katı fazlarına ayrılmasını sağlamaktadır. Dekantör sonrasında elde edilen yağ içerisinde kalan az miktardaki suyun tam anlamıyla ayrıştırılması amacıyla vakum kurutucuya transfer edilir. Vakum kurutucu sonrası elde edilen yağ, depolama tanklarına alınır ve Şekil 2.6'da gösterilen palm yağı elde edilmesi sağlanır (HAUS, 2022).



Şekil 2.6. Palm yağı (HAUS, 2022)

2.3.1.2. Palm yağının bileşimi ve sağlık üzerine etkisi

Palm yağı, margarin, çikolata, şekerleme, dondurma, unlu ve atıştırmalık gıdalarda çoğunlukla kullanılmasının sebepleri arasındaki en önemli faktörler; ucuz olması, kimyasal özellikleri ve yağ asit bileşiminden dolayı uzun raf ömrüne sahip olmasıdır (Fattore ve Fanelli, 2013). Palm yağı ve fraksiyonları, yüksek miktarda TAG (trigliserit) içerdiğinden dolayı kristalleşme eğilimi yavaş bir şekilde gerçekleşmektedir. Yarı katı bir yapıya sahip olması, maliyetinin düşük olması ve trans yağ içermemesi gibi nedenler ile şekerleme sektöründe sıklıkla kullanılmaktadır (West ve Rousseau, 2017).

Hurma yağı ve hurma çekirdeğinin yağ asit içeriği sırasıyla yaklaşık %50 ve %80 gibi yüksek oranlarda gliserol ile esterleşmiş doymuş yağ asitleri içermektedir. 16 karbonlu doymuş yağ asidi olan palmitik asit ve tekli doymamış oleik asit hurma yağının bir bileşenidir. Hurma çekirdeği yağı ise esas olarak laurik asit içermektedir.

Palm yağı, tokotrienolün en büyük doğal kaynağı olup K vitamini ve diyet magnezyum oranı da yüksektir. Çizelge 2.1’de hurma yağı ve hurma çekirdeği yağının yüzde yağ asit bileşimi gösterilmektedir. Palm yağı linoleik asit içermektedir. Linoleik asit, insanların ihtiyaç duyduğu iki temel yağ asidinden biridir. Palm yağı ayrıca az miktarda skualen (olası kolesterol düşürücü ve kanser önleyici özellikleri) ve ubikinon (enerji yükseltici) içermektedir. Ayrıca kırmızı palmiye yağının yanı sıra koenzim Q10 açısından da zengindir (Sutapa ve Analava, 2009).

Çizelge 2.1. Palm yağı (PY) ve palm çekirdeği yağı (PÇY)'nın % yağ asit bileşimi (Corley ve Tinker, 2007)

Yağ Asidi	% Yağ Asidi	
	PÇY	PY
Laurik Asit C12:0	48,7	-
Miristik Asit C14:0	15,6	1,1
Palmitik Asit C16:0	7,5	43,5
Stearik Asit C18:0	1,8	4,3
Oleik Asit C18:1	14,8	39,8
Linoleik Asit C18:2	12,6	10,2

Palm yağını diğer bitkisel yağlardan ayıran en önemli özellik %50'ye kadar varabilen palmitik asit ve diğer doymuş yağ içeriğinin bulunmasıdır. Palm yağının içerisindeki doymuş yağ miktarının çok olması sebebiyle, hastalıkların ilerlemesi açısından risk oluşturmaktadır. Uzun yıllardır koroner kalp hastalığı riskinin ve kolesterolün yükselmesine sebep olan birincil yağ asitlerinin 12 (laurik asit), 14 (miristik asit) ve 16 (palmitik asit) karbon atomlu doymuş yağ asitlerinden kaynaklandığı tespit edilmiş olup bu yağ asitlerinin çoğu yüksek oranlarda palm yağında bulunmaktadır (Abrahamsson ve diğerleri, 2006; Budin ve diğerleri, 2009; Fattore ve Fanelli, 2013; Voon ve diğerleri, 2011; Sutapa ve Analava, 2009). Diyet, Dünya Sağlık Örgütü (2003) raporunda palmitik yağı tüketiminin kardiyovasküler hastalık geliştirme riskinde artışa katkıda bulunduğuna dair ikna edici kanıtlar olduğu belirtilmektedir. Bundan dolayı, palm yağının sağlık üzerine olan etkileri tartışmalıdır.

2.3.2. İncir çekirdeği yağı

İncir, bilimsel adıyla *Ficus carica L.* olarak bilinen, *Ficus* cinsinin önemli üyelerinden biridir. İncir, Güneybatı Asya ve Doğu Akdeniz'e özgü olan ve insanlar tarafından yetiştirilen ilk bitkilerden biridir (Dueñas, Perez-Alonso, Santos-Buelga ve Escribano-Bailon, 2008). *Ficus* cins üyesi incir dünyanın subtropikal ve tropikal bölgelerinde yetişebilen büyük bir familyaya sahip olup 700'den fazla bilinen türü bulunmaktadır (Condit, 1955). *Ficus*, besin değeri ve yüksek ekonomik değeri nedeniyle önemli bir gen kaynağıdır ve yağmur ormanı ekosistemindeki biyolojik çeşitliliğin önemli bir parçasıdır. İncir, Güneybatı Asya ve Doğu Akdeniz'e özgü ve insanlar tarafından yetiştirilen ilk bitkilerden biridir (Badgujar, Patel, Bandivdekar ve Mahajan, 2014).

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre ülkemizdeki incir üretimin 2018 yılında 306.499 ton olduğu bilinmektedir. Ayrıca Gıda ve Tarım Örgütü 2017 yılı verilerine göre (FAO,2020) Türkiye incir üretiminde 305.689 ton ile dünyada ilk sırada yer almaktadır. Bunu sırasıyla Mısır (177.135 ton), Fas (137.934 ton) ve Cezayir (128.684 ton) izlemektedir.

Dünyada incir tüketimi; kuru ve sofralık taze tüketim olmak üzere genelde iki şekildedir. Hem kuru hem de taze incir yüksek düzeyde lif ve polifenol içermektedir (Vinson, 1999; Vinson, Zubik, Bose, Samman ve Proch, 2005). Ayrıca kurutulmuş meyvelerin şeker, vitamin, mineral, protein, organik asit, karbonhidrat ve fenolik bileşik kaynağı olduğu birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (Jeong ve Lachance, 2001; Veberic, Jakopic ve Stampar, 2008; Mawa, Husain ve Jantan, 2013; Oliveira ve diğerleri, 2009). Bu özelliklerinden dolayı incir, gıdalar arasında önemli bir yere ve oldukça geniş bir tüketim alanına sahiptir. Ayrıca içerdiği birçok bileşik açısından insan sağlığı için çok önemli antioksidan aktivitelere sahiptir.

İncirleri hem besin değerleri hem de sağlık açısından önemli kılan kısımlardan biri de tohumlarıdır. Bu tohumlar büyük, orta ve küçük olabilir ve meyve başına tohum sayısı 30 ila 1600 arasında değişmektedir. Bir incirde birçok yenilebilir tohum vardır ve tohumlar tozlaşmadıkça içi boşalır. Öte yandan, tozlaşan tohumlar, incirin karakteristik cevizli tadını vermektedir. İncir tohumları içerdikleri zengin kimyasal bileşikler nedeniyle araştırmacıların ilgisini çekmektedir (Badgujar ve diğerleri, 2014; Joseph ve Raj, 2011). Bu sebeple son dönemlerde, düşük kaliteli incirlerden üretilmiş olan yeni bir ürün “incir çekirdek yağı” oldukça popüler hale gelmiştir. Fitokimyasal ürün ya da gıda katkı maddesi olarak tüketilebileceği gibi farmasötik ve kozmetik amaçlı kullanılabilir (Icyer ve diğerleri, 2017).

2.3.2.1. İncir çekirdek yağı bileşimi

Ficus, besin değeri yüksek bileşenlerinden dolayı meyveleri antik çağlardan beri yaygın olarak yetiştirilmektedir (Badgujar ve diğerleri, 2014).

Bir incir meyvesi, meyvenin olgunluğuna ve boyutuna bağlı olarak değişen sayılarda önemli sayıda küçük tohum içerir (Jeong ve Lachance, 2001). Kuru incir tohumları, linolenik asit

bolluğu ile karakterize edilen %30'a kadar yağ içeriğine sahiptir. Tohumlarda bulunan diğer yağ asitleri sırasıyla linoleik, oleik, palmitik ve stearik asitlerdir (Joseph ve Raj, 2011). *Ficus carica L.* tohumunun yüzde yağ asit bileşimi Çizelge 2.2'de gösterilmiştir. Bu çizelgeden anlaşılacağı üzere incir yağının yağ asitlerinin doymamış yağlardan oluşması ve potansiyel sağlık faydaları nedeniyle insan beslenmesinde yer alması ve ticari üretiminin teşvik edilmesi gerektiğini göstermektedir (Joseph ve Raj, 2011).

Çizelge 2.2. *Ficus carica L.* tohumunun % yağ asit bileşimi (Ergun ve Bozkurt, 2020)

Yağ Asidi	% Yağ Asidi
	<i>Ficus carica L.</i> Tohumu
Palmitik Asit (C16: 0)	15,10
Palmitoleik Asit (C16: 1)	0,07
Stearik Asit (C18: 0)	5,89
Oleik Asit (C18: 1n9c)	19,65
Eleaidik Asit (C18: 1n9t)	0,04
Linoleik Asit (C18: 2n6c)	24,27
alfa-Linolenik Asit (C18: 3n3)	26,31
gama-Linolenik Asit (C18: 3n6)	0,11
Araşidik Asit (C20: 0)	0,37
Eikosenoik Asit (C20: 1n9c)	0,29
Behenik Asit (C22: 0)	0,17
Kaproik Asit (C6: 0)	0,13
Lignoserik Asit (C24: 0)	0,08
Kaprilik Asit (C8: 0)	0,56
Kaprik Asit (C10: 0)	0,04
Miristik Asit (C14: 0)	0,12
Undekanoik Asit (C17: 0)	0,08
Heptadekanoik Asit (C17: 0)	0,16
Pentadekanoik Asit (C15: 0)	0,04

İncir ağacının meyveleri, küspesi, yaprakları, kökleri ve lateksi Hindistan ve Çin'de geleneksel tıbbın bir parçası olarak kullanılmıştır. Antispazmodik, antibakteriyel, anti inflamatuvar ve doğal müshil etkilerinden yararlanılmıştır (Mawa ve diğerleri, 2013; Slavin, 2006; Harzallah, Bhourri, Amri, Soltana ve Hammami, 2016; Abbasi ve diğerleri, 2015). Müshil etkisi tohum ve liflerin kütesinden kaynaklanmaktadır (Joseph ve Raj, 2011).

Ayurveda, Unani, Homeopati ve Siddha gibi geleneksel tıbbi sistemlerde, *F. Carica L.*'nin terapötik faydaları vurgulanmıştır. Bu geleneksel tıp sistemlerinin kardiyovasküler, hipertansif, ülseratif, enfeksiyöz ve kanser hastalıkları gibi birçok hastalığın tedavisinde kullanıldığı bilinmektedir (Badgujar ve diğerleri, 2014; Prasad ve diğerleri, 2006).

Polifenoller, flavonoidler ve antosiyaninler yüksek antioksidan içermektedir (Joseph ve Raj, 2011).

İncirlerin antosiyanin içeriği, sağlıklı kan lipid seviyelerinin korunmasına yardımcı olabilir ve obezite, diyabet, kardiyovasküler hastalık ve bazı kanserlerin önlenmesinde önemli bir rol oynadığı ifade edilmektedir (Samoticha ve diğerleri, 2016).

İncir ağacının yaprakları ve kökleri, eksojen kolesterol emilimini bloke ederek kolesterol seviyelerini düşürdüğü gösterilen bitki steroller (özellikle modifiye triterpenler) içermektedir (Barolo, Mostacero ve Lopez, 2014). Baskın biyoaktif bileşikler arasında fenolik bileşikler, fitosteroller, antosiyaninler ve antioksidan aktiviteye katkıda bulunan organik asitler bulunur. İncir ayrıca anti-enflamatuvar, anti-ödem ve sitotoksik aktiviteler sergileyen çok sayıda uçucu bileşik içermektedir (Mawa ve diğerleri, 2013). Mono terpenler, sesquiterpenler ve norisoprenoidler dahil olmak üzere bitkinin diğer kısımlarında elli dokuz uçucu bileşik tanımlanmıştır. Bu bileşikler, mono terpenler hariç, esas olarak bitkinin yaprağında bulunmaktadır.

İncir çekirdeği yağı içerik bakımından hem omega-3 hem de omega-6 ve E vitaminin gamma tokoferol formunu belirgin oranda içermesi nedeniyle önemli bir kaynak olarak bilinmektedir. Yüksek oranda oleik, linolenik yağ asitleri içeren ve iyi bir diyet lifi, mineral ve polifenol kaynağı önemli bir egzotik meyve olan incirden üretilmiş sağlıklı bir meyve yağıdır (Duman ve Yazıcı, 2018).

2.3.3. Buğday yağı

İnsan beslenmesinin bir parçası olan, yaygın ve uzun süredir kullanılan buğday türü *Triticum aestivum* L. türüdür (Moreau ve Kamal-Eldin, 2015). Buğday tanesi endosperm (tanenin %80-85'i beyaz nişastalı iç kısım), kepek (%14-16 tanenin kahverengi kabuğu) ve rüşeym (tanenin %2-2,5'i) olarak ayrılabilir (Belderok, Mesdag, Mesdag ve Donner, 2000). Doğal olarak endosperm ile rüşeymin kabuğu arasında bir ayırma çizgisi vardır. Bu nedenle buğday tanesinden ayrılması kolay kabul edilir (Pomeranz, 1987; Özkaya ve diğerleri, 2017). Embriyo, embriyonik eksen ve bir depolama organı olan scutellum olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır (Özkaya ve diğerleri, 2017; Hosney, 1994).

Buğday yüksek miktarda protein (%25), şeker (%18), yağ (embriyonik eksenin %16'sı ve scutellum'un %32'si) ve kül (%5) içermektedir. Buğday tohumu yağı (BTY) fosfor bakımından zengindir (1,4g/kg), nişasta içermez, ancak yüksek B vitamini ve 500 ppm civarında E vitamini içerebilmektedir (Hoseney, 1994; Brandolini ve Hidalgo, 2012). BTY'nin tokoferol içeriği bitkisel yağlar arasında en yüksek orana sahip olup bu değer; 2500 mg/kg'a kadar ulaşabilir ve alfa-tokoferol (%60) oranında baskın bileşen olarak bulunmaktadır (Özcan ve diğerleri, 2013). BTY'nin fitosteroller (esas olarak sitosterol ve kampesterol) içerikleri de genellikle diğer ticari yağlardan daha yüksektir (Eisenmenger ve Dunford, 2008). Buğday tohumu (tahılın% 2-3' ü), buğday öğütme sırasında bir yan ürün olarak ayrılabilir. Önemli bir yan ürün olarak kabul edilir ve gıda, ilaç ve diğer biyolojik amaçlar gibi farklı uygulamalarda kullanılabilir (Shao ve diğerleri, 2009).

2.3.3.1. Buğday yağı bileşimi

Yüksek miktarlarda çoklu doymamış yağ asidi, mineral ve elementel içeriklerin varlığı nedeniyle, BTY diyet açısından değerlidir. Besleyici açıdan önemli makro ve mikro elementler, yağ bileşiminin önemli bir bölümünü oluşturur (Kan ve diğerleri, 2016). Ayrıca, %80'i linolenik ve linoleik asitler olan yüksek düzeyde doymamış yağ asitleri içerir. Bu esansiyel yağ asitlerinin tüketimi, gerekli olarak kabul edildikleri için insan sağlığı için önemlidir. Ayrıca, kas kasılmalarındaki rolleri ve antienflamatuvar özellikleri için önemli olan prostaglandinler adı verilen bir grup hormonun sentezine yardımcı olduklarına dair çalışmalar bulunmaktadır (Özcan ve diğerleri, 2013). BTY, biyoaktif bileşikler nedeniyle plazma ve karaciğer kolesterol seviyelerinin azaltılması, fiziksel dayanıklılığın artırılması ve yaşlanma etkilerinin geciktirilmesi gibi farklı beslenme ve sağlık yararları ile ilişkilidir. Olumlu sağlık etkilerinden bazıları polikozanol ve özellikle BTY'nin oktakozanol içeriğinden kaynaklanmaktadır (Eisenmenger ve Dunford, 2008). Daha yüksek miktarda E vitamini, doymamış yağ asitlerinin peroksidaz bölünmesinden korunması yoluyla hücre zarı için stabilizatör görevi görmektedir (Megahad ve El-Kinawy, 2002). BTY ayrıca gıdalarda, biyolojik böcek kontrol ajanlarında ve farmasötik formülasyonlarda da kullanılmaktadır (Dunford ve Zhang, 2003).

BTY'nin yağ asidi bileşimi buğday çeşidine, tohum özelliklerine (olgunluk, kokuşmuşluk, kalite vb.), ayırma yöntemine, depolama ve ekstraksiyon koşullarına bağlı olarak

değişebilmektedir. BTY, trigliseritlerin %80'ini oluşturan çoklu doymamış yağ asitleri bakımından zengindir. Çizelge 2.3'te buğday yağının yüzde toplam yağ asiti bileşimi görülmektedir. En çok bulunan yağ asidi, toplam trigliseritlerin %42-59'unu oluşturan linoleik asittir (18:2), ardından palmitik (16:0) ve oleik asit (18:1) oluşturmaktadır. Doymuş bir yağ asidi olan stearik asit genellikle %2'den azdır. Genel olarak palmitik (%13-20), stearik (%2), oleik (%14-23), linoleik (%51-60) ve linolenik (%4-12) BTY'nin yağ asidi içeriğini oluşturur. BTY'da ki çoklu doymamış yağ asitlerinin yüksek seviyesi insan sağlığı için önemlidir. Bu özelliğinden dolayı gıda ürünlerinde kullanım için değerli bir özellik olarak kabul edilebilir (Barnes, 1983).

Çizelge 2.3. Buğday yağının % toplam yağ asit bileşimi (Ghafoor ve diğerleri, 2017)

Yağ Asidi	%Toplam Yağ Asidi
	Buğday Yağı
Palmitik asit (16:0)	11–17
Sitearik asit (18:0)	0,6–3,6
Oleik asit (18:1)	14–25
Linoleik asit (18:2)	49–60
Linolenik asit (18:3)	4–10

2.3.4. Keten tohumu yağı

Keten bitkisi, bilimsel olarak *Linum usitatissimum* L. şeklinde ifade edilir. *Linaceae* (Ketengiller) familyasına ait çiçekli bir bitki olan keten; “çok yararlı iplik” anlamına gelmektedir (Konuklugil, 2004). Keten bitkisi (*Linum usitatissimum*), 30-100 cm boyunda, mavi çiçekli ve tek yıllık kültür bitki olup tohumları, 4-6 mm uzunlukta, yumurta biçiminde, yassı, parlak, kırmızımtırak esmer renkli, kokusuz, lezzetli ve yağlı bir bitkidir (Türker ve işleroğlu, 2020). Keten tohumları, eski dönemlerden bu yana çeşitli amaçlarla kullanıldığı bilinmektedir. Keten tohumuna ait bilgilerin M.Ö. 8000’li yıllara dayandığı ve Mezopotamya’da yabani olarak yetiştiği, M.Ö. 7000’li yıllarda ise kültüre alınıp yetiştirildiği bilinmektedir (Vaisey-Genser ve Morris, 2003). Keten tohumunun %55’ini embriyo, %36’sını kabukla birlikte endosperm ve %4’ünü ise embriyo kutbunun oluşturduğu bilinmektedir (Singh, Mridula, Rehal ve Barnwal, 2011).

Dünyada keten tohumu üretimi yaklaşık olarak 2,2 milyon ton olarak bildirilmiştir. Dünyada yıllık 600 bin ton keten tohumu yağı üretilmekte olup bu yağ üretiminde, Çin, Belçika,

Almanya ve Kanada gibi ülkeler başta gelmektedir (FAO, 2011). Keten tohumu; gıda sanayisinde hazır kahvaltılık ürünlerde, kahvaltı içeceklerinde, salata soslarında, bisküvilerde, krakerlerde ve lifli gıdalarda kullanılmaktadır (Berglund 2002; Singh ve diğerleri, 2011). Keten tohumu bitkisi, yem, gıda ve lif eldesi gibi amaçlarla kullanılan en önemli yağ bitkisi olduğu bilinmektedir. Ayrıca keten bitkisinin tamamı doğrudan ya da işlemden geçirildikten sonra ticari olarak kullanılmaktadır (Singh ve diğerleri, 2011).

Son zamanlarda keten tohumunun fonksiyonel bileşenler içerdiği anlaşılmış, dolayısıyla tüketimi ve kullanımı önemli derecede artmıştır. Keten tohumunun bu fonksiyonel özellikleri bileşimindeki alfa-linolenik asit (ALA), lif, lignan, fenolik asitler ve flavonoid gibi fitokimyasal bileşenlerden kaynaklanmaktadır. Soğuk pres ile elde edilen keten tohumu yağı yemeklik yağ olarak kullanılmaktadır (Cunnane, 2003).

2.3.4.1. Keten tohumu yağı bileşimi

Keten tohumu yağında, %73 çoklu doymamış, %18 tekli doymamış ve %9 doymuş yağ asidi bulunmaktadır (Türker ve İşleroğlu, 2020). Çizelge 2.4'te keten tohumu yağının yağ asidi bileşimi görülmektedir. Yağ asidi kompozisyonu, keten tohumunun kısımlarına göre farklılık göstermektedir. Kabuk ve endospermde bulunan linolenik asit, embriyo kutbundakine göre daha fazladır (Singh ve diğerleri, 2011).

Önemli bir bitkisel kaynak olan keten tohumu, sağlığa yararlı bileşikler içerir ve alfa-linolenik asit ve protein içeriği açısından da oldukça zengindir (Bloedon ve Szapary, 2004). Keten tohumu, omega-3 serisinin temel yağ asitlerinin kaynağı olan alfa-linolenik asit, keten tohumunda %50 oranında bulunmaktadır (Anonymous, 2006). Ayrıca keten tohumu yağı insan tüketimi için uygun olup yüksek omega-3, düşük omega-6 yağ asidi içeriğinden dolayı diyetteki omega-6/omega-3 oranını düşürmesi sebebiyle destekleyici besin olarak kullanıldığı bilinmektedir (Cunnane, 2003).

Keten tohumu yağının, antioksidan, antikarsinogenik, fitoöstrojenik ve kardiyoprotektif etkiler göstermesi diğer benzer bileşiklerden tokoferollerden (E vitamini) ve fitosterollerden (kampesterol, stigmasterol, Beta-sitosterol) kaynaklanmaktadır (Yoshida ve diğerleri, 2003; Kanmaz ve O.V.A, 2012; Silva ve diğerleri, 2020; Ghena ve Amany, 2020). Keten tohumu yağı, yüksek alfa-linolenik asit içeriği sayesinde, insanlarda beyin ve sinir dokularının

yapımı, kalp hastalıkları ve damar sertliklerini önleme, bağışıklık sistemini destekleme, tümör gelişimini ve yayılmasını önleyici etkilere sahiptir (Hirano ve diğerleri, 1991; Layne ve diğerleri, 1996; Rodriguez-Leyva, Basset, McCullough ve Pierce, 2010).

Çizelge 2.4. Keten tohumu yağının % yağ asit bileşimi (Zamora ve Hidalgo, 2004)

Yağ Asidi	% Yağ Asidi
	Keten Tohumu Yağı
Palmitik Asit C16:0	4-6
Stearik asit C18:0	2-3
Oleik asit C18:1	10-22
Linoleik asit C18:2	12-18
Linolenik asit C18:3	56-71
Araşidik Asit C20:0	<0,5
Eikosenoik Asit C20:1	<0,6

2.3.5. Kabak çekirdeği yağı

Cucurbita pepo L. (kabak), yaklaşık 95 cins ve 950-980 türden oluşan kavun familyası *Cucurbitaceae*'ye aittir (Schaefer ve Renner, 2011). *Cucurbita pepo L.* (kabak) sıcak ve ılıman bölgelerde çok ağır ve kumlu topraklar haricinde tüm topraklarda yetiştiriciliği yapılabilir. Kabak (*Cucurbita pepo L.*) yıllık bir tırmanıcıdır ve Temmuz'dan Eylül'e kadar çiçek açar ve tohumlar Ağustos'tan Ekim'e kadar olgunlaşır (Tadmor ve diğerleri, 2005). Milattan 10 bin yıl öncesinden bilinen kabak hem sebze hem de meyve grubunda yer alan bir bitkidir (McCreight, 2016). Dünya genelinde ekonomik önemi nispeten yüksek olan kabağın ana yurdunun Amerika olduğu sanılmakta olup Avrupa ve Asya'da farklı tür ve çeşitlerde yetiştirilmektedir.

Kabak ve kış kabağının *Cucurbita L.* türleri dünyanın her yerinde yetiştirilmektedir. *Cucurbitaceae*, Türkiye'de önemli derecede zengin genetik kaynaklara sahip en önemli familyalardan biridir. *Cucurbitaceae* familyasının Türkiye'de en yaygın kültürü yapılan türleri *Citrullus lanatus* (Thunb.), *Cucumis flexuosus L.*, *Cucumis sativus L.*, *Cucurbita maxima* Duch., *Cucurbita moschata* Duch. ve *Cucurbita pepo L.*'dir (Balkaya ve Karaağaç, 2006). Kış kabağı ve balkabağı genellikle küçük bahçelerde yetiştirilen geleneksel sebzelerdir. Türk çiftçileri, yerel çevre koşullarına uyum sağlamaları ve yerel tüketicilerin tercihlerine uygunlukları nedeniyle balkabağının yerel çeşitlerini yetiştirmişlerdir. Kabak çekirdeğinin mevcut ürünü (*Cucurbita pepo L.*) yerel çeşitlere dayanmaktadır.

Kabak çekirdeği, Türkiye'de, Almanya, Macaristan, Avusturya, Çin ve bazı Akdeniz ülkelerinde çerez olarak kullanılmaktadır (Sari ve diğerleri, 2008). Türkiye'de 2021 yılında toplam kabak ve bal kabak üretimi 771.651 ton olmuştur. Kabak çekirdeği üretimi yıllık 64.861 ton ile %8,41 paya sahiptir. Türkiye'de başlıca üretim bölgeleri İç Anadolu Bölgesi'nde yer almakta olup, kabak çekirdeği üretiminde Kayseri ili 16.920 ton ile büyük paya (%26,08) sahiptir ve onu Nevşehir (20.064 ton), Konya (6.617 ton), Aksaray (5.211 ton) ve Eskişehir (3.081 ton) takip etmektedir (Anonim, 2021).

Uzun yıllardır gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılan *Cucurbita pepo* L. tohumları, farmasötik ve alternatif tıp uygulamalarının yanı sıra soğuk pres kabak çekirdeği yağı (KÇY) üretiminde de kullanılmaktadır (Caili, Huan ve Quanhong, 2006).

Soğuk pres KÇY, çoğunlukla işlenmemiş-kurutulmuş, çıplak (kabuksuz) kabak çekirdeğinin sürekli mekanik vidalı preslerle ve çıkış yağ sıcaklığı 50°C'nin altında preslenmesiyle elde edilir (Rabrenović, Dimic, Novakovic, Tesevic ve Basic, 2014). Vidalı presler sırasında, ne işlenmemiş yağlı tohum ne de çıkış yağı daha yüksek sıcaklıklara Codex Alimentarius'un soğuk preslenmiş yağlar mevzuata uygun kimyasal uygulamalara maruz kalarak üretilmemektedir (Nederal ve diğerleri, 2012; Codex, 1999). Soğuk preslenmiş KÇY'nin vidalı işleme teknolojisi birtakım adımlarla gerçekleştirilmektedir; Üretim aşamaları hasat, yıkama ve kurutma ve ardından kabak çekirdeğini depolaması gibi temel adımlarla başlamaktadır. Tohumlar manyetik temizleyiciden geçer, ardından organik safsızlıkların giderilmesi sağlanır. Temiz kurutulmuş yağlı tohumlar vidalı prese sürekli olarak takviye edilerek sıkılmış yağ elde edilir ve koyu kahverengi cam şişelerde toplanır. Yağın içindeki istenmeyen bulanık madde çöktürme veya filtreleme ile uzaklaştırılır. Daha sonra filtrelenmiş yağ koyu renkli cam şişelere doldurulur. Bu geleneksel vida prosesi sayesinde, soğuk preslenmiş KÇY'ler biyoaktif bileşenler ve lezzet açısından doğal bileşimlerini koruyabilmektedirler. Bu yağların avantajları, yağın ekstraksiyonu sırasında, tohumda bulunan biyoaktif bileşiklerin düşük işleme sıcaklıkları nedeniyle bozulmamasıdır. Bu nedenle, soğuk preslenmiş kabak çekirdeği yağlarının tüketimi günümüzde artmaktadır. Soğuk preslenmiş KÇY, yemeklik yağ veya potansiyel nutrasötik olarak kullanılan fonksiyonel özelliklere sahip çeşitli biyoaktif bileşiklerin olağanüstü zengin bir kaynağıdır.

KÇY, insan sağığı üzerinde belirli olumlu etkileri olan uygun biyoaktif bileşikleri nedeniyle besin değeri yüksek yağlar grubuna aittir.

Kabak çekirdeğı yağı, E vitamini özellikle gama-tokoferol bakımından oldukça zengindir. Bunun yanı sıra yüksek oranda A ve B vitaminleriyle birlikte fitosteroller ve kukurbitin adı verilen bir amino asidi içermektedir. Kabak çekirdeğinden elde edilen yağlar; E vitamini ve sterol yönünden oldukça zengin olmasının yanı sıra mineral maddeler olan çinko ve selenyum açısından da zengindir (Yanmaz ve Düzeltir, 2003).

Kabak çekirdeğı yağı çiğ olarak tüketilmesinin dışında, gıda sektöründe salata sosu olarak ve bunun yanı sıra sağık sektöründe ilaç üretiminde hammadde olarak kullanılmaktadır (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

2.3.5.1. Kabak çekirdeğı yağı bileşimi

Kabak çekirdeğı yağının temel yağ asitlerini, oleik (%17,0-39,5), linoleik (%18,1-62,8), palmitik (%12,6-18,4) ve stearik 5,1-8,5) asit oluşturmaktadır. Toplam yağ asitleri miktarının $98 \pm 0,1$ 'ini temsil etmektedir (Badr ve diğerleri, 2011). Kuru kabak çekirdeğinin yağ içeriğı %47,03'tür. Bununla birlikte, çeşitli balkabağı türlerinde yağ içeriğinin değışkenliğı, ağırlıklı olarak geniş genetik çeşitliliğine bağlanmaktadır (Younis, Ghirmay ve Al-Shihry, 2000). Kabak çekirdeğı yağı, doğal protein kaynakları, esansiyel yağ asitleri, çoklu doymamış yağ asitleri, omega 3,6 ve 9, karotenler, karotenoidler gibi vitaminler ve tokoferoller, fitosteroller, klorofil, çinko ve selenyum gibi eser elementler içerir (Gossell-Williams, Davis ve O'connor, 2006; Tsai ve diğerleri, 2006). Kabak çekirdeğı yağının yapısında bulunan doymamış yağ asitleri, hidrokarbonlar, fitosteroller, karotenoidler, tokoferoller, bazı mineraller ve fenolik bileşiklerinin sağık üzerine pozitif etkileri ileri geldiğı düşünülmektedir (Veronezi ve Jorge, 2012; Gohari, Farhoosh ve Haddad, 2011). Bu önemli bileşenler kabak çekirdeğı ve kabak çekirdeğı yağının antidiyabetik, antihipertansif (kan basıncını düşürücü), hipolipidemik veya antihiperlipidemik (kandaki yağ oranını düşürücü), antihelmintik (parazit enfeksiyonlarını engelleyici), hipokolesterolemik (kandaki kolesterol düzeyini düşüren), antikanserojen, antibakteriyel ve antioksidan etkilere sahip olduğu bilinmektedir (Caili ve diğerleri, 2006; Yadav, Jain, Tomar, Prasad ve Yadav, 2010). Kabak çekirdeğı yağında fazla miktarda bulunan kolestrolün ve tüm steroid hormonlarının öncülü olan skualen, çeşitli kanser türlerini engelleyici etkiye sahiptir ve önemli bir

antioksidandır (Covas ve diğerleri, 2006; Demirci, Taşan ve Gülcü 2008). Kabak çekirdeği ekstraktları, immünomodülasyon, üreme sağlığı ve çok çeşitli hastalık koşulları için terapötik amaçlar için bir adjuvan olarak kullanılmıştır (Fruhworth ve Hermetter, 2007; Stevenson ve diğerleri, 2007). Kabak çekirdeğindeki temel eser mineral çinko, serbest radikal oluşumunu nötralizeetme veya lipidlerin, proteinlerin ve DNA moleküllerinin demir veya bakır bağlama bölgelerini doğrudan tutma yeteneğini sağlayan bir antioksidan görevi görür (Amara ve diğerleri, 2008). Ayrıca, kabak çekirdeği yağındaki omega 3 ve 6 esansiyel yağ asitleri, sağlıklı beyin ve vücut işleyişi için ve ayrıca mesane ve prostat problemlerini önlemek ve iyileştirmek için önemlidir (Taylor, Eller, Jackson ve Stevenson, 2006). Kabak çekirdeği yağı çeşitli fizyolojik süreçleri etkiler. Birçok çalışmada, kabak çekirdeğinin ve günlük zengin çinko diyetinin, kurşun kirleticilerin istenmeyen yan etkilerini azaltabileceğini ve cinsel sağlık durumunu iyileştirebileceğini göstermiştir (El-Ghany, Dalia ve Soha, 2010).

Kabak çekirdeği yağı; kokusu ve rengi sebebiyle, yemeklerde tercih edilmeyip, önemli biyoaktif bileşenleri sebebiyle bazı ülkelerde salata yağı olarak tercih edilmektedir. Çizelge 2.5'te kabak çekirdeği yağının yüzde yağ asidi bileşimine bakıldığında, kabak çekirdeği yağına ait en önemli özellik toplam doymamış yağ asidi (%80,65) oranının, toplam doymuş yağ asidi (%19,35) içeriğine oranının yüksek olmasıdır (Bonvehi ve diğerleri, 2009).

Çizelge 2.5. Kabak çekirdeği yağının % yağ asit bileşimi (Yücelşengün ve diğerleri, 2021)

Yağ Asidi	% Yağ Asidi
	Kabak Çekirdeği Yağı
Palmitik asit (C16:0)	11,2
Palmitoleik asit (C16:1)	-
Stearik asit (C18:0)	6,9
Oleik asit (C18:1)	38,6
Elaidik asit (C18:1)	-
Linoleik asit (C18:2)	41,1
Toplam yağ asidi	97,8

2.3.6. Antep fıstığı yağı

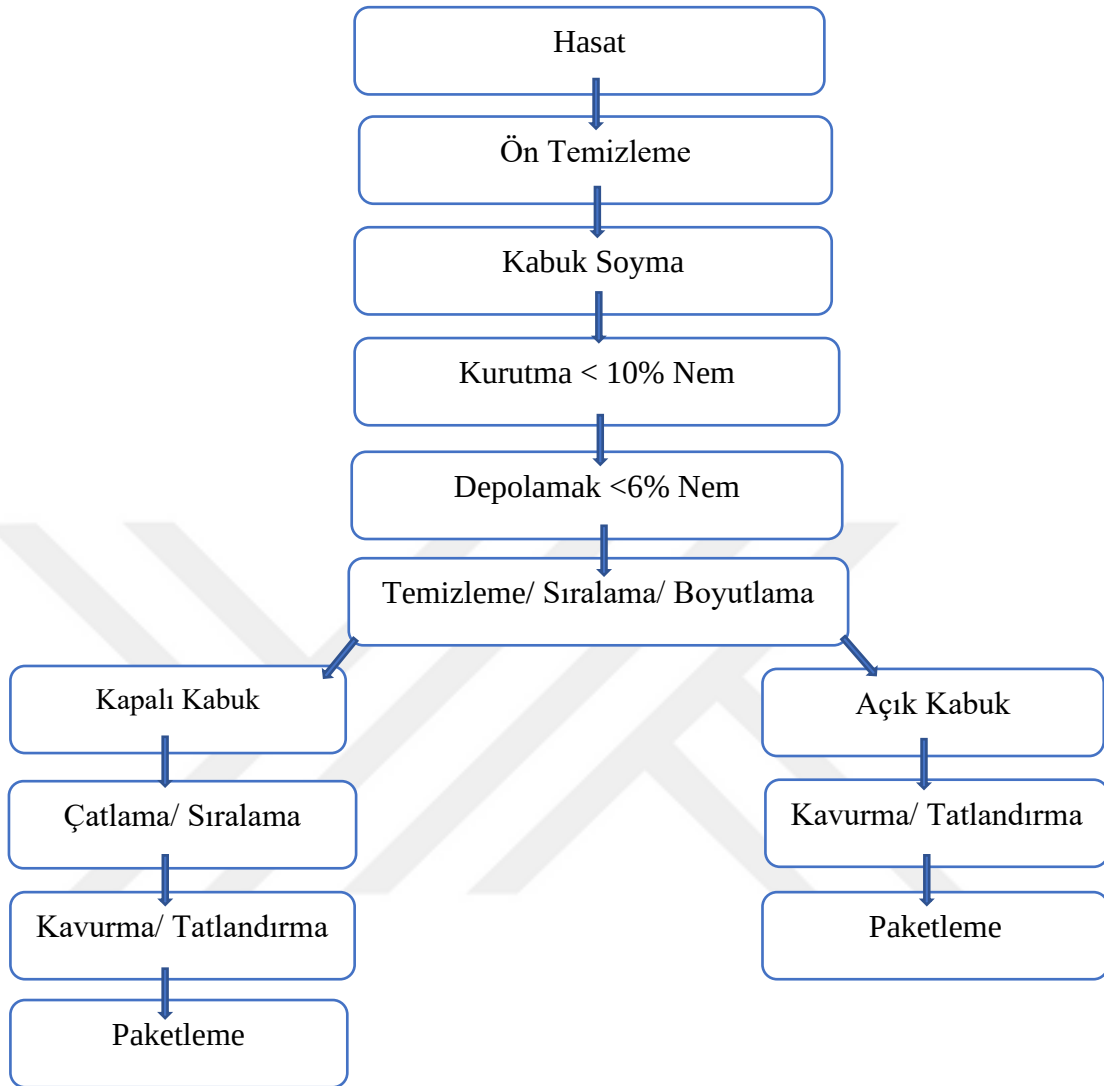
Antepfıstığı (*P. vera*) “yeşil altın”, “meyvelerin kralı”, “altın ağaç” ve “kral meyvesi” olarak adlandırılmaktadır. Antep fıstığı (*P. vera*), popüler ağaç yemişlerinden biridir. *P. vera* cinsinin çeşitli türlerine antep fıstığı adı verilmektedir, ancak yalnızca *P. vera*'nın meyveleri

tüketiciler tarafından yenilebilir fındık olarak kabul edilebilecek kadar büyük bir boyuta ulaşmıştır. Antep fıstığı Ortadoğu, Amerika Birleşik Devletleri ve Akdeniz ülkelerinde yetiştirilmektedir. Son 20 yılda bu ülkelerde antep fıstığı üretiminde çarpıcı bir artış olmuştur. İran, en büyük antep fıstığı üreticisi ve ihracatçılarından biridir. 2003 yılında 250.000 tondan fazla üretim gerçekleştirmiş ve 2002 yılında farklı ülkelere 115.335 ton ihraç etmiştir (FAO, 2011).

Antep fıstığının içi iyi bir yağ kaynağıdır (%50-60) ve insan beslenmesi için gerekli olan doymamış yağ asitlerini (linoleik, linolenik ve oleik asitler) içermektedir (Maskan ve Karataş, 1999). Şekerleme ve atıştırmalık yiyeceklerin üretilmesinde sıklıkla tercih edilmektedir. Antep fıstık kabuğu (endokarp) dikişleri boyunca ayrılır, bu arzu edilen bir özelliktir, çünkü antep fıstığı genellikle atıştırmalık yiyecek olarak elde yenmek üzere kabuklu olarak pazarlanır. Antep fıstığının koyu yeşil renginden dolayı dondurma ve pastacılık endüstrilerinde de tercih edilmektedir (Woodroof, 1979).

Antep fıstığı üretim parametreleri ürün kalitesi üzerinde etkili olup hasat sonrasında Çizelge 2.6'da antep fıstığı işleme görüldüğü gibi yumuşak kabuğu fındıktan ayırmak için (1) kabuk çıkarma, boş fıstıklar ve küçük dallar, kalan kabuklar ve yapraklar gibi çöpleri çıkarılması için çöp ve boş ayırma, (2) soyulmamış ve olgunlaşmamış yemişleri çıkarmak için soyulmamış antep fıstığının ayrılması, (3) fındıkları temizlemek için antep fıstığı üzerine yüksek basınçta su püskürtmeyi içeren yıkama, (4) antep fıstığının nem içeriğini %37-40'tan uygun seviyeye düşürmek için kurutma, (5) bölünmüş somunları, bölünmüş somunları bölünmemiş olanlardan ayırmak için ayırma, (6) tuzlama, (7) kavurma; ve (8) paketleme (KashaniNejad ve diğerleri, 2003) adımlarını içermektedir. Antep fıstığı ve çekirdeğinin fiziksel özellikleri, işleme, taşıma, ayırma ve depolama ekipmanlarını tasarlamak için önemlidir.

Antep fıstığı, yüksek antioksidan potansiyeline sahip olan 50 gıda arasında yer almaktadır. Zengin fenolik bileşenlerin kaynağı olduğundan ve zengin protein, yağ ve yağ asitleri, vitamin, mineral ve antioksidan içeriğinden dolayı yüksek besleyici değere sahiptir. Ayrıca lezzetli sert kabuklu meyvelerden biri olması antep fıstığının fonksiyonel gıdalar arasında yer almasını sağlamaktadır (Seferoğlu, Seferoğlu, Tekintas ve Balta, 2006; Tokuşoğlu, 2007)



Çizelge 2.6. Antep fıstığı işleme (Mandalari ve diğerleri, 2021)

2.3.6.1. Antep fıstığı yağı bileşimi

Antep fıstığı yağı, triaçilgliseroller, düşük yoğunluklu kolesterolü (LDL), toplam kolesterolü ve glisemik indeksi (Satil ve diğerleri, 2003) azaltmak gibi önemli terapötik özelliklere sahip, önemli miktarda oleik, linoleik ve linolenik asitler içermektedir (Arena, Campisi, Fallico ve Maccarone, 2007). Antep fıstığı yağı, tokoferoller, steroller ve fenolik bileşikler gibi biyoaktif ve sağlığı geliştirici bileşikler içermektedir. Toplam doymamış yağ asitleri oranı %87 iken, doymuş yağ asitleri oranı ise %13'tür (Yıldız, Gürcan ve Özdemir, 1998).

Çizelge 2.7’de tuzlu, kavrulmuş antep fıstığı yağının yağ asidi bileşimi görülmektedir. Antep fıstığında en önemli doymamış yağ asitlerinden biri oleik asittir. Oleik asit Antep fıstığındaki yağ asitlerinin %50’sinden fazlasını oluşturmaktadır (Küçüköner ve Yurt, 2003; Yıldız ve diğerleri, 1998; Chahed ve diğerleri, 2008). Vitamin F olarak adlandırılan ve esansiyel çoklu doymamış yağ asidi (omega-6) olan linoleik asit insan sağlığı için önemli olup Antep fıstığında önemli miktarda bulunduğu bilinmektedir (Tokuşoğlu, 2007).

Antep fıstık yağı bileşenlerinin sağlık üzerine etkisi ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Ortaya çıkan kanıtlara göre yağların sağlık üzerinde birçok yararlı rolü olduğu öne sürülmektedir. Buna göre Y-labirent Sürekli Değişim Görevi ve Wistar farelerinde yapılan Morris WaterMaze testleri sayesinde, *P. vera* tohumu yağının sırasıyla çalışma belleği ve uzamsal öğrenme ve bellek üzerindeki etkisini değerlendirilmiştir. Antep fıstığı yağının hafızayı ve bilişsel bozukluğu iyileştirdiği, ancak uzamsal hafıza parametreleri üzerinde hiçbir etkisi olmadığı tespit edilmiştir. Antep fıstığı, koroner kalp hastalıkları riskini azaltmasıyla bilinen tekli doymamış yağları yüksek oranda içermesi nedeniyle önemli bir doymamış yağ asitleri kaynağıdır (Kris-Etherton, 1999). Düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) doymamış yağ asitleri azalttığı bilinmektedir (Yıldız ve diğerleri, 1998).

Çizelge 2.7. Tuzlu, kavrulmuş antep fıstığı yağının yağ asit bileşimi (Çağlar ve diğerleri, 2017)

Yağ Asidi	100 g'daki Değer
	Antep Fıstığı Yağı
Toplam Doymuş Yağ Asitleri	5,645 g
Miristik Asit	0,012 g
Palmitik Asit	4,994 g
Stearik Asit	0,558 g
Araşhidik Asit	0,033 g
Behenik Asit	0,026 g
Lignoserik Asit	0,011 g
Toplam Tekli Doymamış Yağ Asitleri	24,534 g
Miristoleik Asit	0,005 g
Palmitoleik Asit	0,464 g
Oleik Asit	23,926 g
Gadoleik Asit	0,106 g
Erusik Asit	0,005 g
Toplam Çoklu Doymamış Yağ Asitleri	13,346 g
Linoleik Asit	13,125 g
Linolenik Asit	0,212 g
Toplam Trans-monoenoik Yağ Asitleri	0,000 g
Kolesterol	0 mg
Stigmasterol	2 mg
Kampesterol	10 mg
Beta-sitosterol	210

2.4. Hidrojel-Oleojel

Jeller, büyük miktarda çözücünün üç boyutlu ağlarda hapsoldüğü yumuşak malzemelerdir. Gıda sektöründe jeller, jel matrisinin polaritesine bağlı olarak hidrojeller ve oleojeller olmak üzere iki gruba ayrılabilir (Yang, Yang, Chen, Chen ve Liu, 2020). Jel ağlarında dağılmış sıvı damlacıkları içeren emülsiyon jelleri de vardır (Li ve Liu, 2019).

Hidrojeller, bir jelleştirici maddenin polimer zincirleri arasındaki fiziksel veya kimyasal etkileşimlerle yapılandırılır, bu da büyük miktarda suyu hareketsiz hale getirebilen üç boyutlu bir ağla sonuçlanır. Fiziksel etkileşimlere dayalı termal olarak tersine çevrilebilir bir hidrojel jelatin veya gamlar tarafından oluşturulur. Jelatin ve gamlar suyun yapıya hapsedilmesine olanak sağlar ve böylece su moleküllerini hapseden bir ağ oluşturabilen bağlantı bölgeleri olarak hareket eder (Samui, Goldenisky, Rosen-Kligvasser ve Davidovich-Pinhas, 2021).

Oleojeller ise, sıvı yağı etkin bir şekilde hapseden iyi organize edilmiş üç boyutlu bir ağ oluşturmak için yapısal maddelerin eklenmesine bağlı olarak bir yağ jelleşme süreciyle oluşan yarı katı sistemlerdir (Marangoni, 2012).

Bigeller ise yeni bifazik sistemlerdir ve iki sistemle karakterize edilirler jelleşmiş fazlar, genellikle yağ fazı (oleojel) ve sulu fazlardır (hidrojel) (Shakeel ve diğerleri, 2018). Bigel oluşumu için her bir faz ayrı ayrı özel jelleştiriciler kullanılarak hazırlanır ve ardından iki faz karıştırılır (Singh ve diğerleri, 2018). Oleojel ve hidrojel oranına bağlı olarak bigeller kategorilere ayrılabilir: oleojel içinde hidrojel, hidrojel içinde oleojel, iki devamlı ve karmaşık bigellerdir (Lupi ve diğerleri, 2016). Bu bifazik sistemler hem oleojellerin hem de hidrojellerin avantajlarını bir araya getirerek hidrofobik ve hidrofilik ajanları taşıma kabiliyetine sahiptir. Bigel sistemlerinde yağ (bal mumu, sorbitan monostearat) ve su (sodyum aljinat, keçiyoynuzu, jelatin) fazlarını yapılandırmak için farklı jelleştirici ajanlar kullanılmıştır (Martins ve diğerleri, 2019; Samui ve diğerleri, 2021; Singh ve diğerleri, 2014). Bigelin emülsiyon jel veya tekli jele kıyasla en büyük farkı, jel ağındaki her iki fazın da yapılandırılabilmesi ve bigelin 6-12 ay boyunca stabil halde olabildiğini sağlamaktır (Shakeel ve diğerleri, 2018, 2021; Singh ve diğerleri, 2014). Hidrojel içinde oleojel (bigel) tasarımıyla ilgili olarak, yapısı yağ içinde su emülsiyonlarına karşılık gelir, ancak hem su hem de yağ fazları jel halindedir. Emülsiyonlara benzer şekilde bigeller, jelleşmiş dağılmış fazların küçük damlacıklar halinde parçalandığı hidrojel içinde oleojel sistemleri olarak sunulabilir (Shakeel ve diğerleri, 2019). Emülsiyon ve emülsiyon jellerinin aksine, bigellerde her iki faz da (sürekli ve dağılmış) yarı katıdır ve yüzey aktif maddelerin varlığı gerekli değildir. Bigeller, sıcaklık kontrolü ile kolay bir karıştırma yaklaşımı ile hazırlanabilir. Ancak bigeller, oleojel ve hidrojin basit bir karışımı değildir. Bigellerin hazırlanması genellikle yağ ve sulu fazın karışımı sırasında sıcaklık kontrol sürecini içerir ve bu da onlara iyi bir depolama stabilitesi sağlar. Basit oleojel ve hidrojel karışımlarından farklı olarak, bigeller genellikle iyi fiziksel stabiliteye (küçük yağ sızıntısı) ve uzun raf ömrüne sahiptir (Satapathy ve diğerleri, 2015). Kullanılan malzemelere ve işleme yöntemlerine bağlı olarak, bigeller hidrojel içinde oleojel, hidrojel içinde oleojel veya iki devamlı jeller olabilir (Shakeel ve diğerleri, 2019). Son zamanlarda, bigeller üstün stabiliteye, dağılım sistemi olarak kontrollü salım özelliklerine ve benzersiz reolojik özelliklere sahip oldukları için büyük ilgi görmüştür (Varrato ve diğerleri, 2012). Bigellerin özellikleri, tek fazlı formülasyonlar ve bunların kombinasyonları ayarlanarak uyarlanabilir.

Ayrıca hem hidrojel hem de oleojel içeren bigeller, hem lipofilik hem de hidrofilik biyoaktif bileşikler için olağanüstü taşıma kabiliyetine sahiptir (Behera ve diğerleri, 2015). Bu özellikleriyle bigeller, cilt iyileştirici ajanlar veya ilaç taşıyıcıları olarak farmasötik ve kozmetik alanlarda geniş uygulamalara sahiptir (İbrahim ve diğerleri, 2013; Lupi ve diğerleri, 2016).

Gıda alanında, stabil bigeller oluşturmak için sınırlı sayıda gıda sınıfı oleojelatör ve hidrojel jelleştirici nedeniyle bigeller pek araştırılmamaktadır. Ancak gıda bigelleri yapı düzenleyiciler, yağ ikame maddeleri ve hidrofilik ve lipofilik biyoaktif maddeleri sağlayabilen dağıtım sistemleri olarak büyük potansiyeller sunmaktadır (Zheng ve diğerleri, 2020; Fasolin, Martins, Cerqueira ve Vicente, 2021).

Bigellerin yapısal ve fizikokimyasal özelliklerinin formülasyon ve proses parametreleri değiştirilerek modüle edilebileceği bilinmektedir (Shakeel ve diğerleri, 2019). Özellikle yağ fazları (oleojeller), bigellerin yapı ve işlevlerinde önemli rol oynamıştır. Oleojeller genellikle jelatör moleküllerinin yağlarda bir araya getirilmesi yoluyla geliştirilir. Oluşan ağlar, sıvı yağı örneğin kılcal kuvvetler, π - π istifleme, Van der Waals kuvvetleri ve bağları gibi çeşitli kuvvetler aracılığıyla hapseder (Zheng ve diğerleri, 2020). Monogliseritler, şeker esterleri, mumlar, stearik asit, steroller ve etil selüloz dâhil olmak üzere bir dizi gıda sınıfı oleojelatör geliştirilmiştir (Bollom ve diğerleri, 2020; Li ve Liu, 2019). Bu jelleştirici moleküller, ağların oluşturulması için örneğin polimer ağları, kristaller ve filamanlı parçacıklar gibi çeşitli yapısal birimlere dönüşebilir (Esposito, Kirilov ve Roullin, 2018). Jelleşme kapasitesi jelatör-jelatör etkileşimleri ve jelatör-yag etkileşimleri arasındaki dengeye bağlıdır. Bigel sistemlerde su, hidrojel, diğer katkı maddelerinin varlığı ve ayrıca yağ fazının dağılma durumu (sürekli faz veya dağılmış faz olarak) nedeniyle bu denge bozulabilmektedir. Ancak hidrojellerin bigel sistemi içerisinde oleojelasyonu nasıl etkilediği açık değildir. Ayrıca oleojellerin yapıları ve özellikleri, oleojelatörlerin türü, içeriği, yağın bileşimi, işleme parametreleri ve diğer katkı maddeleri ile ilişkilendirilmiştir (Dassanayake, Kodali, Ueno ve Sato, 2012; Moghtadaei ve diğerleri, 2018; Yılmaz ve Ögütçü, 2015). Gıda uygulamaları için oleojel yapılarının bigellerin özelliklerini nasıl modüle ettiğine dair daha fazla analize ihtiyaç vardır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Sürülebilir çikolata üretiminde su fazını formüle etmek için yağsız süt tozu (Enka, Turkey), yağsız süt (İçim, Turkey) ve şeker (Torku, Konya, Turkey) kullanılmıştır. Formülasyonun yağ fazını hazırlamak için kullanılan bileşenler Tween 80 (Sigma Chem. Co. St. Louis, MO, USA), kakao tozu (Ülker, Turkey), kakao kitlesi (Golden Brand, Turkey), fındık ezmesi (Guersoy, Turkey), palm yağı (Tito, Turkey), incir çekirdeği yağı (Egesia, Aydın, Turkey), buğday yağı (Saracoglu, Turkey), keten tohumu yağı (Saracoglu İzmir, Turkey), kabak çekirdeği yağı (Saracoglu, Turkey) ve antep fıstığı yağı (Saraçoglu, Turkey) farklı firmalardan temin edilmiştir. Hidrojel-oleojel formülasyonunun bileşenler; keçiyoynuzu gamı ve karnauba mumu, Tito firmasından (İzmir, Türkiye) temin edilmiştir. Balmumu Amasya'nın yerel köylerindeki bal üreticilerinden temin edilmiştir.

3.2. Metot

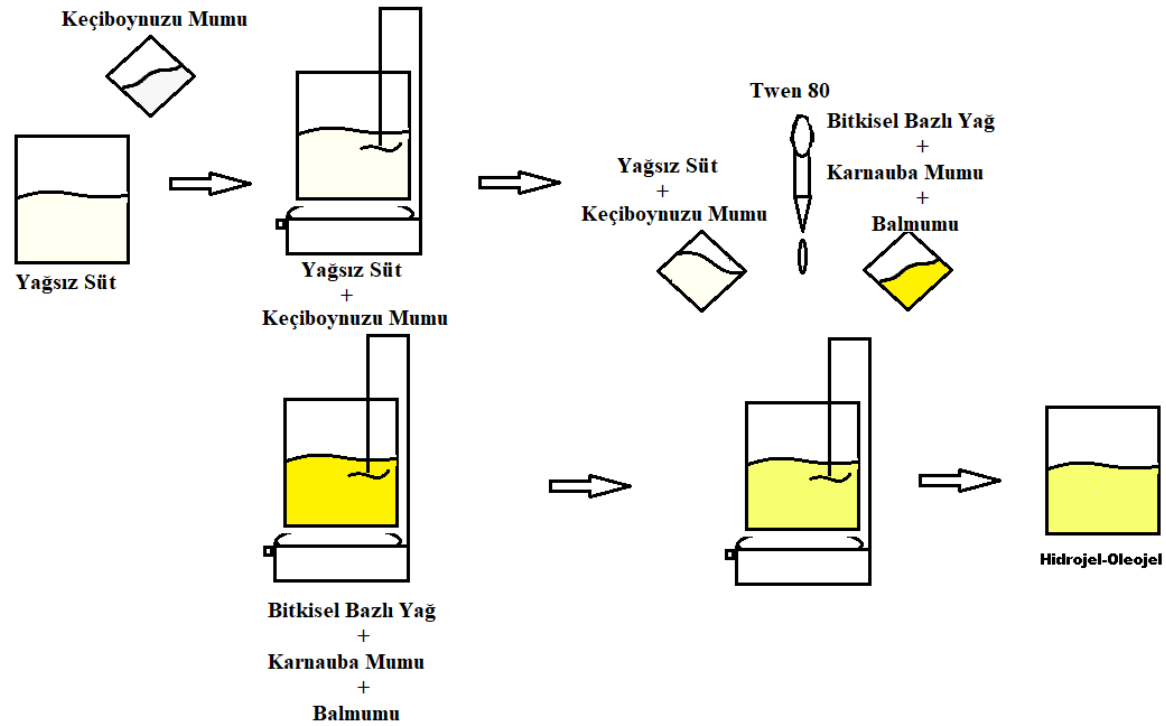
3.2.1. Hidrojel-oleojel üretimi

Sürülebilir çikolata üretiminde kullanılmak üzere hazırlanan hidrojel-oleojel (HO) Yang ve diğerlerinin (2021) yılında belirttiği metotta bazı değişiklikler yapılarak hazırlanmıştır. HO'nun üretim aşamaları Şekil 3,1'de gösterilmiştir. Hidrojel (%0,6 w/w) üretimi için ilk olarak belirlenen ağırlıkta keçiyoynuzu gamı bir ölçüm kabı içerisinde tartılmıştır. Keçiyoynuzu gamı 100°C'deki suyun içerisine ilave edilmiş ve homojen bir çözelti elde edilene kadar karışım manyetik karıştırıcıda 200 rpm hızda 10 dk boyunca karıştırılmıştır.

Oleojel üretimi için karnauba mumu (%12,5 w/w) ve bal mumu (%0,9 w/w) vaksları bitki bazlı yağ (%40 w/w) içerisinde ilave edilmiş ve 100°C'de 200 rpm hızda 10 dakika boyunca tamamen eriyene kadar karıştırılmıştır. Ardından hidrojel-oleojel üretimi için manyetik karıştırıcının üzerinde 100°C sıcaklıkta akışkan halde bulunan hidrojel ve oleojel oranı 50:50 (v/v) olacak şekilde birleştirilmiştir. Bu amaçla oleojel içerisine hidrojel ve Tween 80 (1 mL, %1 w/w) belirtilen oranda damla damla eklenmiştir. Homojen bir yapı elde etmek için karışım oleojel ve hidrojel üretiminde belirlenen optimum sıcaklık ve optimum karışım hızı değerlerinde oluşturulmuştur.

Oleojel içerisine hidrojel eklenmesiyle oluşan çözelti ULTRA-TURRAX homojenizatöründe 2 dakika boyunca 2500 rpm hızda karıştırılmış ve hidrojel-oleojel örnekleri hazırlanmıştır.

İncir çekirdeği yağı, buğday yağı, keten tohumu yağı, antep fıstığı yağı ve kabak çekirdeği yağları kullanılarak 5 farklı Hidrojel-oleojeller hazırlanmıştır. Daha sonra hidrojel-oleojel 100 g'lık kaplara doldurulmuş ve kaplar kapatılıp hidrojel-oleojel analizi için oda sıcaklığına soğutulmuştur. Üretilen hidrojel-oleojel örnekleri +4°C'de muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.1. Hidrojel-Oleojel üretimi

3.3. Hidrojel-oleojel Analizleri

3.3.1. Yağ bağlama kapasitesi (%YBK)

Yağ bağlama kapasitesini belirlemek için Palla ve diğerlerinin (2017) yöntemine göre, 20g hidrojel-oleojel numuneleri 50 mL'lik santrifüj tüpüne aktarılmıştır. Sonrasında 20°C'de 15 dk süreyle 10000 rpm hızda santrifüj (Hermle Z 216, Germany) edilmiştir. Santrifüj sonrası

tüpler ağırlığı bilinen bir filtre kâğıdı üzerine ters çevrilerek 5 dk boyunca bekletilmiştir. İşlem sonrası filtre kâğıtları tekrar tartılmış ve hidrojel-oleojel örneklerinin yağ bağlama kapasitesi (%YBK) aşağıdaki eşitlik (1) yardımı ile hesaplanmıştır.

$$\%OBC=100-\% \text{ Serbest Bırakılan Yağ} \quad (1)$$

3.3.2. Santrifüj stabilite testi (SS)

Santrifüj stabilite testi için Morais ve diğerlerinin (2006) tanımladığı metotta bazı değişiklikler yapılarak uygulanmıştır. Buna göre falcon tüplerine 5 g hidrojel-oleojel örnekleri alınıp buzdolabı sıcaklığında bir gün bekletildikten sonra 25°C’de 30 dk süreyle 14000 rpm hızda santrifüj (Hermle Z 216, Germany) edilmiştir. Emülsiyonun stabilizasyonu, emülsiyonun kırılıp kırılmadığına bakılarak kontrol edilmiştir. Faz ayrımı gösteren numuneler negatif (-) olarak gösterilirken, bu testi geçen ve faz ayrımı göstermeyen numuneler pozitif (+) olarak gösterilmiştir.

3.3.3. Su aktivitesi analizi

Hidrojel-oleojellerin su aktivitesi Ferro ve diğerlerinin (2021)’ metoduna göre ve su aktivitesi cihazı (NovasinaLabSwift, İsviçre) kullanılarak üç paralel olacak şekilde belirlenmiştir.

3.3.4. Renk analizi

Hidrojel-oleojel formülasyonlarının CIE-Lab renk parametreleri Ferro ve diğerlerinin (2021) metoduna göre, L^* , a^* , ve b^* reflektans ölçümü ile belirlenmiştir. Kolorimetre (MinoltaChromameter CR-300, Japan) beyaz bir referans plakası kullanılarak kalibrasyonu sağlanmış ve hidrojel-oleojel numuneleri, numune alıcıya (Petri dish CM-A128) oda sıcaklığında yerleştirilerek her bir numunenin rengi için en az beş ölçümün ortalaması alınmıştır.

3.3.5. Serbest yağ asitliği

Hidrojel-oleojel örneklerinde ekstrakte edilen yağ örneklerinin yüzde serbest yağ asitliği (SYA), AOCS (Cd-3a-63) metoduna göre yapılmıştır (AOCS, 1998). Yüzde serbest yağ asitliği, yağlarda bağlı olmayan yağ asitleri toplamının oleik/linoleik asit yüzdesi olarak

belirtilmesi ile hesaplanmaktadır. 250 mL erlene 5 g numuneden tartılıp üzerine 50 mL dietileter-etanol karışımı ve %1'lik fenolfitalein ilave edilerek 0,05N potasyum hidroksit çözeltisi ile hafif pembe renk oluşuncaya kadar titre edilmiştir. Titrasyon çözeltisinin sarfiyatı mL olarak kayıt edilmiştir. Aynı işlem örnek katılmaksızın yapılarak kör denemede harcanan miktarı örnek titrasyonun sarfiyatından çıkarılmak suretiyle örneklerle ait serbest yağ asitliği değerleri ve asit sayısı değerleri eşitlik (2) ve (3) yardımıyla hesaplanmıştır (AOCS, 1998).

$$SYA = (V/m) \times 2,82 \times 0,05 \text{ (\%oleik asit cinsinden)} \quad (2)$$

$$AS = (V/m) \times 5,6 \text{ mg KOH / Gram Yağ} \quad (3)$$

SYA: Serbest Yağ Asitliği (oleik asit cinsinden)

AS: Asit Sayısı

V: Titrasyonda Harcanan 0.05 N KOH miktarı (mL)

m: Örnek Ağırlığı (g)

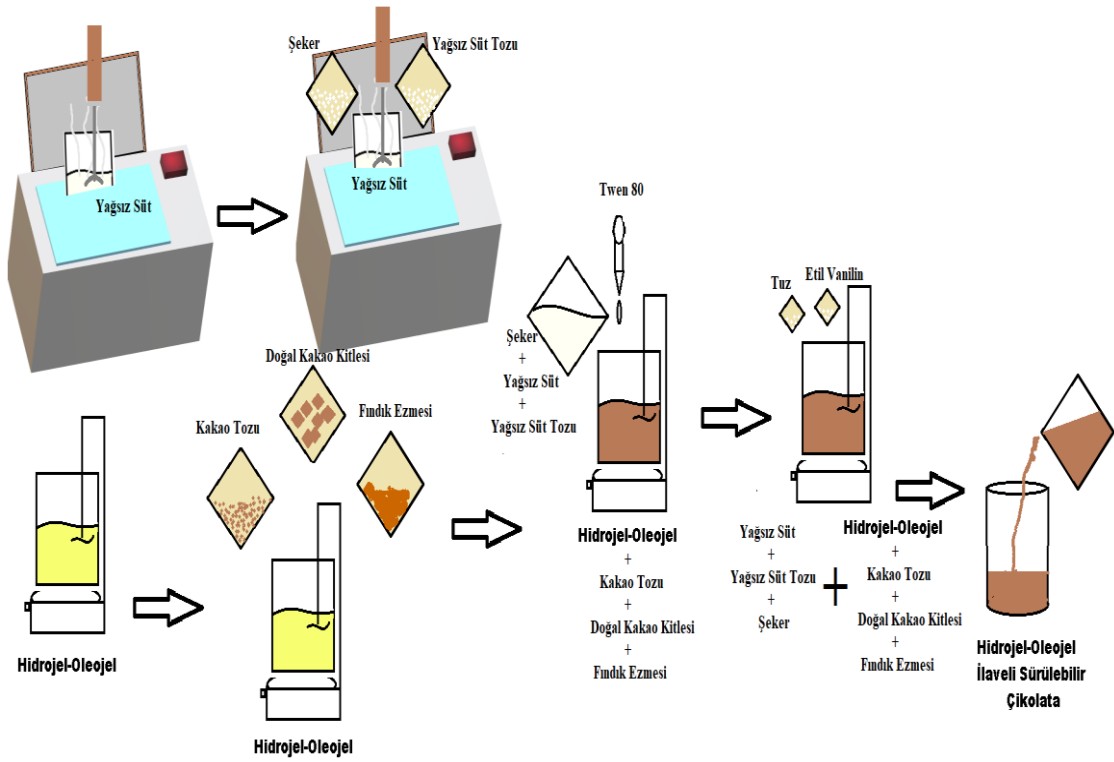
3.4. Sürülebilir Çikolata Üretimi

Sürülebilir çikolata üretiminde kullanılacak bileşenler ve düzeyleri yürütülen ön-çalışmalar sonucunda belirlenmiş olup ürün reçetesinde kullanılan materyaller; şeker (sakaroz), kakao tozu, yağsız süt tozu, yağsız süt, palm yağı, doğal kakao kitlesi, fındık ezmesi, Twen 80, tuz ve etil vanilin kullanılarak üretim sağlanmıştır. Tez çalışma kapsamında üretilen sürülebilir çikolata örnekleri Amasya Üniversitesi Merkezi Araştırma laboratuvarında üretilmiş olup kontrol numunesi ile birlikte yirmi bir deneysel sürülebilir çikolata üretimi gerçekleştirilmiştir. Palm yağının 25%, 50%, 75% ve %100 oranlarında hidrojel-oleojeline ikame edilen sürülebilir çikolata formülasyonları ve palm yağı ile üretilen kontrol sürülebilir çikolataların bileşenleri ve oranları Çizelge 3.1' de gösterilmektedir.

Çizelge 3.1. Sürülebilir çikolata örneklerinin bileşimi (g/100g)

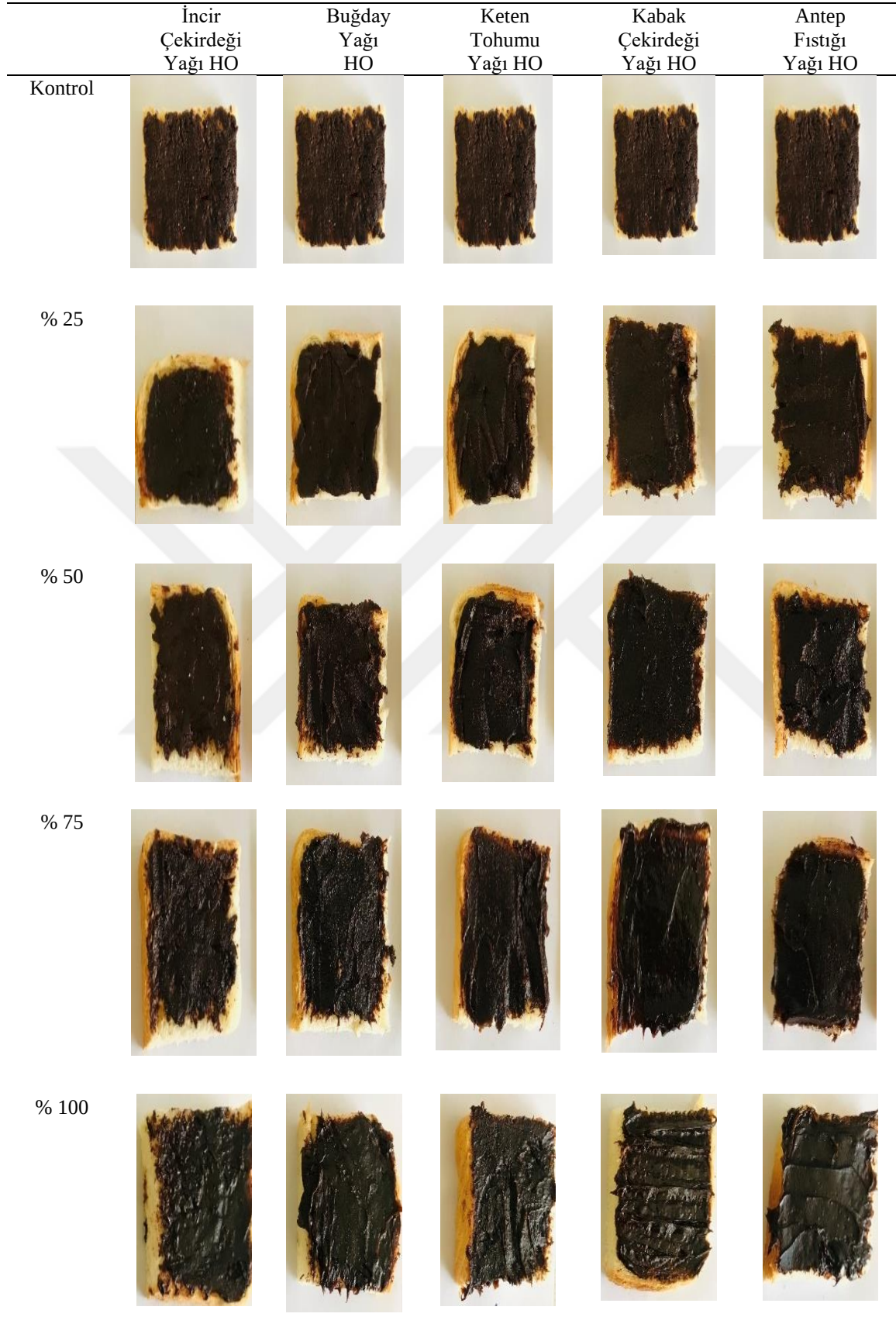
Bileşenler	Miktar (g/100g)				
	Palm Yağı (Kontrol)	Hidrojel- oleojel (%25)	Hidrojel- oleojel (%50)	Hidrojel- oleojel (%75)	Hidrojel- oleojel (%100)
Şeker	33	33	33	33	33
Palm Yağı	28	21	14	7	-
Hidrojel-oleojel	-	7	14	21	28
Kakao Tozu	5	5	5	5	5
Natural Kako Kitlesi	3	3	3	3	3
Fındık Ezmesi	7	7	7	7	7
Yağsız Süt Tozu	8	8	8	8	8
Yağsız Süt	15	15	15	15	15
Lesitin	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Etil Vanilin	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Tuz	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

Sürülebilir çikolatalarının üretiminde kullanılmak üzere incir çekirdeği yağı, buğday yağı, keten tohumu yağı, kabak çekirdek yağı ve antepfıstığı yağı olmak üzere beş farklı yağ kullanılarak üretilen hidrojel-oleojeller hazırlanmıştır. Bu amaçla Şekil 3,2’de yer alan prosese uygun olarak sürülebilir çikolata üretimi sağlanmıştır. İlk olarak önceden 90°C’ye ısıtılan su banyosunda bekletilen yağsız süte şeker ve süt tozu ilave edildikten sonra 5 dakika boyunca blender ile karıştırılarak su fazının homojenizasyonu sağlanmıştır. Hidrojel-oleojel ikamesi içeren sürülebilir çikolata örneklerinde kullanılmak üzere hazırlanan 4 farklı oranda (palm yağı/HO; (75: 25 (%25), 50: 50 (%50), 25: 75 (%75), 0:100 (%100)) yağ fazı ve kontrol örneği için kullanılan palm yağı 100°C manyetik bir karıştırıcıda ayrı ayrı ısıtılarak eritilmiştir. Yağ fazı bileşenleri (kakao tozu, kakao kitlesi ve fındık ezmesi) erimiş palm yağına ilave edilmiş ve macun benzeri bir kıvam elde edebilmek için 3 dakika boyunca 200 rpm’de karıştırılmıştır. Daha sonra yağ fazının içerisine 1 ml Twen 80 ilave edilmiş ve son olarak şeker, yağsız süt ve yağsız süt tozu karışımı eklenip 5 dk 200 rpm’de karıştırılmıştır.



Şekil 3.2. Sürülebilir çikolata üretimi

Son adımda, tuz ve etil vanilin ilave edilmiş ve homojenize çikolata kitleleri elde edebilmek için 1 dakika boyunca bir blender ile karıştırılmıştır. Üretim tamamlandıktan sonra elde edilen karışımlar steril kavanozlara doldurulmuş ve 20°C'ye soğutulmuştur. Resim 3.1'de bitkisel yağ kaynaklı hidrojel-oleojel ikamesi ile üretilen sürülebilir çikolata resimleri gösterilmektedir.



Resim 3.1. Farklı bitkisel yağ esaslı hidrojel-oleojel ikamesi ile üretilen sürülebilir çikolata resimleri

3.5. Sürülebilir Çikolataların Analizleri

3.5.1. Yağ bağlama kapasitesi

Sürülebilir çikolataların yağ bağlama kapasitesini belirlemek için Palla ve diğerlerinin (2017) yöntemine göre, 20g hidrojel-oleojel numuneleri 50 mL'lik santrifüj tüpüne aktarılmıştır. Sonrasında 20°C'de 15 dk süreyle 10000 rpm hızda santrifüj (Hermle Z 216, Germany) edilmiştir. Santrifüj sonrası tüpler ağırlığı bilinen bir filtre kâğıdı üzerine ters çevrilerek 5 dk boyunca bekletilmiştir. İşlem sonrası filtre kâğıtları tekrar tartılmış ve hidrojel-oleojel örneklerinin yağ bağlama kapasitesi (%YBK) aşağıdaki eşitlik (1) yardımı ile hesaplanmıştır.

$$\%OBC=100-\% \text{ Serbest Bırakılan Yağ} \quad (1)$$

3.5.2. Su aktivitesi analizi

Sürülebilir çikolata numunelerinin su aktivitesi Ferro ve diğerlerinin (2021) yöntemine göre ve su aktivitesi cihazı kullanılarak (Novasina Lab Swift, İsviçre) belirlenmiştir ve üç paralelli ölçümlerin ortalaması alınarak örneklerin su aktivitesi belirlenmiştir.

3.5.3. Renk analizi

Sürülebilir çikolata numunelerinin CIE-Lab renk parametreleri Ferro ve diğerlerinin (2021) yaptıkları yöntemine göre, L , a^* , ve b^* reflektans ölçümü ile belirlenmiştir (Minolta Chromameter CR-300, Japan). Kolorimetre beyaz bir referans plakası kullanılarak kalibrasyonu sağlanmıştır ve sürülebilir çikolata numuneleri, numune alıcısı (Petri dish CM-A128) oda sıcaklığında yerleştirilerek her bir numunenin rengi için en az beş ölçümün ortalaması alınmıştır.

3.5.4. Serbest yağ asitliği

Sürülebilir çikolata örneklerinde ekstrakte edilen yağ örneklerinin yüzde serbest yağ asitliği (SYA), AOCS (Cd-3a-63) metoduna göre yapılmıştır (AOCS, 1998). Yüzde serbest yağ asitliği, yağlarda bağlı olmayan yağ asitleri toplamının oleik/linoleik asit yüzdesi alınarak

hesaplanmaktadır. 250 mL erlene 5 g numuneden tartılıp üzerine 50 mL dietileter-etanol karışımı ve %1'lik fenolfitalein ilave edilerek 0,05 N Potasyum Hidroksit çözeltisi ile hafif pembe renk oluşuncaya kadar titre edilmiştir. Titrasyon çözeltisinin sarfiyatı mL olarak kayıt edilmiştir. Aynı işlem örnek katılmaksızın yapılarak kör denemede harcanan miktarı örnek titrasyonun sarfiyatından çıkarılmak suretiyle örneklerle ait serbest yağ asitliği değerleri ve asit sayısı değerleri eşitlik (2) ve (3) yardımıyla hesaplanmıştır (AOCS, 1998). SYA, yağlarda bağlı olmayan yağ asitleri toplamı oleik asit yüzdesi olarak belirtilmektedir.

$$SYA = (V/m) \times 2,82 \times 0,05 \text{ (\%oleik asit cinsinden)} \quad (2)$$

$$AS = (V/m) \times 5,6 \text{ mg KOH / Gram Yağ} \quad (3)$$

SYA: Serbest Yağ Asitliği (oleik asit cinsinden)

AS: Asit Sayısı

V: Titrasyonda Harcanan 0.05 N KOH miktarı (mL)

m: Örnek Ağırlığı (g)

3.5.5. Yağ asidi kompozisyonu analizi

Sürülebilir çikolata örneklerinden yağ ekstraksiyonu Ömeroğlu ve Özdal (2020)'ın belirttiği metotta bazı değişiklikler yapılarak hazırlanmıştır. Sürülebilir çikolatadan ekstrakte edilen yağ ve bitkisel yağ numuneleri bazik şartlarda esterleştirilmiş ve yağ asitlerinin metil esterleri biçiminde türevlendirilerek kromatografik şekilde belirlenmiştir. Sürülebilir çikolatanın yağından alınan 0,1 gr örnek tüplere tartılmış, 10 mL hekzan eklenmiş ve tüpler 15 dakika ultrasonik su banyosunda tutulmuştur. Daha sonra yağ asitlerini esterleşmesini sağlamak amacıyla 100 mL metanol içerisinde çözündürülmüş 1 mol/LKOH çözeltisi 10ml olacak şekilde ilave edilmiş ve 1 dakika ultrasonik su banyosunda bırakılmıştır. Numuneler birkaç dakika kuvvetlice vortekslenmiş ve ardından 4000 rpm'de 5 dakika santrifüj edilmiştir. Çözeltinin üst kısmından toplanan yağ asitlerinin metil esterlerini içeren berrak süpernatant, gaz kromatografi şişelerine aktarılmıştır. Benzer işlem basamakları incir çekirdeği yağı, buğday yağı, keten tohumu yağı, kabak çekirdek yağı ve Antep fıstığı yağı için ayrı ayrı tekrarlanmıştır. Türevlendirme işlemi tamamlanan örnekler GC-MS kullanılarak gerçekleştirilen sonraki analize kadar maksimum 4°C'de 12 saat boyunca buzdolabında saklanmıştır. GC-MS analizi, Agilent 5977A kütle seçici detektör (Agilent Technologies, Santa Clara, CA) ile donatılmış bir Agilent 7890B gaz kromatografisi üzerinde

gerçekleştirilmiştir. Tüm numuneler bir DB-WAX kolonunda analiz edilmiştir (60 m x 0,25 mm iç çap, 0,25 µm film kalınlığı; J ve W Scientific, ABD). Kolon fırın sıcaklığı 5 dakika süreyle 50°C'de programlanmış, daha sonra 5°C/dakika hızla 270°C'ye ulaştıktan sonra ve bu sıcaklıkta 10 dakika kalması sağlanmıştır. Enjektör sıcaklığı 300°C ve detektör sıcaklığı 230°C olacak şekilde ayarlanmıştır. Bölünme hızı 20:1'e ayarlanmış ve basınç 244 psi'de iken ölçümler gerçekleştirilmiştir. Taşıyıcı gaz olarak kullanılan helyum akış hızı 3 mL/dak ve enjeksiyon hacmi 1 uL olacak şekilde çalışması sağlanmıştır. Bileşenler, kütle spektrumlarının NIST 05 ve Wiley 7N Registry of GC MassSpectral Data (John Wiley, New York, ABD) spektral kütüphaneleriyle karşılaştırılması temel alınarak tanımlanmıştır. Yağ asidi bileşiminin sonuçları bağıl yüzde olarak ifade edilmiştir.

3.5.6. Tekstür profil analizi (TPA)

Sürülebilir çikolata örneklerinin sürülebilirlik ve sertlik parametreleri 22°C derecede TA-XT Plus tekstür analiz cihazında (Stable Microsystems Ltd., London, UK) McGill ve Hartel'in (2018) yılındaki metodu kullanılarak belirlenmiştir. Sürülebilirlik testi için 90°C'de konik prob (TTC sürülebilirlik probu) 3 mm/s hız ile numune yüzeyinden 23 milimetre derinliğe batırılarak okuma sağlanmıştır. Aynı sondanın dönüş koşulları ise; mesafe, 25 mm; hız, 5 mm/s ve temas kuvveti, 5 kg olacak şekilde ayarlanmıştır. Kesme işi (AUC; g.s), pozitif eğrinin altındaki alandan türetildi ve yayılabilirliğin bir ölçüsü olarak kullanıldı; nüfuz kuvveti (g) ise bir mukavemet ölçüsü olarak belirlendi. Analizler üç kopya halinde gerçekleştirildi.

3.5.7. Duyusal analiz

Tirgarian ve diğerleri (2022)'nin belirttiği yöntemle göre duyusal analiz gerçekleştirildi. Sürülebilir çikolata örnekleri oluşacak herhangi bir yanlılığı önlemek için rastgele kodlanmış üç haneli kodlar ile beyaz tabaklarda servis edilmiştir. Değerlendirmeler arasında ağızlarını durulamaları için panelistlere su ve ekmek verilmiştir. Analiz öncesinde, sürülebilir çikolataların değerlendirici özellikleri tanımlanmış ve panelistlere açıklanmıştır. Sürülebilir çikolatanın duyusal özelliklerinin tanımlanması ve puanlanması ile ilgili bilgiler Çizelge 3,2'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2. Sürülebilir çikolatanın duyu özelliklerinin tanımlanması ve puanlanması

Duyusal Terim	Tanım	Referans
Renk	Kakao	1= Soluk renk, mat yüzey, homojen ve düzgün olmayan renk 10= Kakao rengi, kusursuz renk dağılımı
Parlaklık	Ürünün Parlaklığı	1= Mat 10= Parlak
Görünüm	Yağlı, macunsu, topaklı, yapışkan, krem görünüş	1= Topaklı görünüş 10= Krem görünüş
Sürülebilirlik	Bir yüzeye ince bir tabaka olarak yayma kolaylığı	1= Sakız gibi sürülemeyen, sert yapı 10= Yumuşak yapı, yayılabilir, kolay sürülebilir
Tekstür	Dil ve damak arasında hissedilen yapı	1= Çok yavaş erime; çok kumsuluk; yapışkanlık 10= Ağızda homojen eriyen yumuşak yapı; yayılabilir
Yağ Aroması	Buğday yağı, kabak çekirdeği yağı, antep fıstığı yağı, incir çekirdeği yağı, keten tohumu yağı	1= Kabul edilemez derecede bir tat ve lezzette 10= Kendine özgü lezzet ve tatlılıkta
Yabancı Tat	Alışkın olmayan tanımlanmayan tat	1= Acı benzeri yutkunma sonrası kalan tat 10= Yok
Genel Değerlendirme		

On farklı panelist (20 ila 40 yaşları arasında altı erkek ve dört kadın) çikolata numunelerinin görünüm, koku, parlaklık, tat, ağızda erime, pürüzsüzlük, sürülebilirlik ve genel kabul edilebilirliği çoklu karşılaştırma tekniği kullanılarak belirlenmiştir. 10 puanlık bir hedonik ölçek uygulandı (10 = çok beğenildi, 1=kesinlikle sevilmedi). Bu bilgiler Çizelge 3,3'te gösterilmiş ve analiz esnasında panelistlere sunulmuştur.

Çizelge 3.3. Duyusal analizin puanlanması

1: Tüketilemez	5: Ne İyi Ne Kötü	9-10: Oldukça İyi
2: Çok Kötü	6: Biraz İyi	
3: Kötü	7: İyi	
4: Biraz Kötü	8: Çok İyi	

Her panelist, çikolatayı ekmeğin üzerine sürerek oda sıcaklığında tamamen rastgele bir sırayla tüketmiş ve Çizelge 3.4’te gösterilen duyusal analiz değerlendirme formuna puanları yazmışlardır. Duyusal özelliklere verilen puanların ortalaması alınarak duyusal özellikler belirlenmiştir.

Çizelge 3.4. Duyusal analiz değerlendirme formu

	Örnek Kodları	Örnek 1	Örnek 2	Örnek 3
Görünüm	Görünüm			
	Renk			
	Parlaklık			
Tekstür	Sürülebilirlik			
	Tekstür			
	Tat			
Tat	Yağ Aroması			
	Yabancı Tat			
	Genel			
	Değerlendirme			
Panelist Cinsiyet:				Tarih:

3.6. İstatistiksel Analiz

Araştırma sonuçlarında elde edilen verilerin değerlendirilmesinde varyans analizi ve Duncan Çoklu Karşılaştırma yöntemi uygulanmıştır. Elde edilen veriler SPSS, (SPSS for Windows Release 10.0.1, 1999) istatistik programı kullanılarak analiz edilmiştir.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu çalışma kapsamında, incir çekirdeği yağı, buğday yağı, keten tohumu yağı, kabak çekirdek yağı ve antep fıstık yağı esaslı HO'ları %25, %50, %75, %100 oranlarında palm yağı ikamesi kullanarak üretilen sürülebilir çikolataların fiziksel ve duyuşal özellikleri üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgulara aşağıda değinilmiş ve diğer araştırmacıların bulguları ile karşılaştırılarak tartışılmıştır.

4.1. Hidrojel-oleojellerin özellikleri

4.1.1. Hidrojel-oleojellerin yağ bağlama kapasitesi ve santrifüj stabilitesi

Bu çalışmada, incir çekirdeği yağı, buğday yağı, keten tohumu yağı, kabak çekirdeği yağı ve antep fıstığı yağı ile hazırlanmış hidrojel-oleojellerin üretimi sağlanmış ve üretilen hidrojel-oleojellerin yağ bağlama kapasitesi ve santrifüj stabilite değerleri saptanmıştır. Yağ bağlama kapasitesi ve santrifüj stabilite testleri, hidrojel-oleojellerin fiziksel stabilitesini belirlemek ve gıda uygulamalarında uygulanabilirliklerini tahmin etmek için çok önemlidir (Doan ve diğerleri, 2016). Hidrojel-oleojel ağının yapılandırma özellikleri ve jel stabilitesi yağ bağlama kapasitesi ile temsil edilmektedir (Yang ve diğerleri, 2020; Blach ve diğerleri, 2016). Lipit temelli ürünlerde yağ bağlama kapasitesi önemli bir kalite kriteridir (Blake, 2015).

Bu nedenle çalışma kapsamında farklı yağlarla hazırlanan hidrojel-oleojel örneklerinin yağ bağlama kapasitesi ve santrifüj stabilitesi değerleri belirlenmiş olup Çizelge 4.1'de verilmiştir. Çizelge 4,1'de gösterildiği gibi, farklı bitki bazlı yağ hidrojel-oleojellerinin yağ bağlama kapasitesi değerleri %100 ile %99,73 arasında değişmektedir ve yağları ağa hapsedmek için en iyi kapasiteyi sergilemektedir.

Çizelge 4.1. Yağ bağlama kapasitesi ve santrifüj stabilite testi sonuçları

Hidrojel-oleojel	Yağ Bağlama Kapasitesi (%)	Santrifüj Stabilitesi
İncir Çekirdeği Yağı Hidrojel-oleojel	%100 ^a	+
Buğday Yağı Hidrojel-oleojel	%100 ^a	+
Keten Tohumu Yağı Hidrojel-oleojel	%99,73 ^b	-
Kabak Çekirdeği Yağı Hidrojel-oleojel	%100 ^a	+
Antep Fıstığı Yağı Hidrojel-oleojel	%100 ^a	+

^{A,B}Farklı büyük harfler aynı oleojel çeşidinde farklı konsantrasyon arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olduğunu gösterir ($p<0,05$).^{a,b} Farklı küçük harfler aynı konsantrasyonda hidrojel-oleojeller arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğunu gösterir ($p<0,05$).

Farklı yağlar kullanılarak hazırlanan hidrojel-oleojel numunelerinin yağ bağlama kapasite değerleri arasında keten tohumu yağ hidrojel-oleojelinin yağ bağlama kapasitesi değeri istatistiksel olarak diğerlerinden farklı olup bu fark istatistiksel ($p<0,05$) olarak anlamlıdır. Bascuas ve diğerleri (2020) benzer bulguları bildirmiştir. Bu durum muhtemelen keten tohumu yağı ile üretilen emülsiyonun zayıf ağ yapısından kaynaklanmaktadır. Sonuç olarak, santrifüj stabilite işlemine direnememe, yağ sızıntısına ve yapılandırılmamış hidrojel-oleojele yol açmıştır. Santrifüj stabilitesindeki bu bulgu, muhtemelen yağ içeriğinin emülsiyon stabilitesindeki baskınlığına dayanmaktadır (Zhang ve diğerleri, 2022). Yağın yapısal özellikleri ve minör bileşikleri, hidrojel-oleojellerin yağ bağlama kapasitelerini etkilediği ön görülmektedir.

Karnabau vakası, balmumu ve keçiyoynuzu sabit oranlarda kullanılmıştır ve sadece yağ kaynakları değiştirilerek elde edilen hidrojel-oleojel örneklerinin yağ bağlama kapasitesinin yağ tipinin değişmesi ile değiştiği görülmüştür ($p<0,05$). Hidrojel-oleojeller arasında en yüksek yağ bağlama kapasitesi değerlerine incir çekirdeği yağı, buğday yağı, kabak çekirdeği yağı ve antep fıstığı yağı ile üretilen hidrojel-oleojellerde görülmüştür. Ancak keten tohumu yağı ile üretilen hidrojel-oleojel formülasyonu aynı olmasına rağmen yağ bağlama kapasitesi %99,73 olarak tespit edilmiştir. İncir çekirdeği yağı hidrojel-oleojeli, buğday yağı hidrojel-oleojeli, antep fıstığı yağı hidrojel-oleojeli ve kabak çekirdeği yağı hidrojel-oleojeliyle üretilen örneklerde faz ayrımının gerçekleşmediği tespit edilmiştir. Hidrojel-oleojel örnekleri emülsiyon bazlıdır ve formülasyonlarında en önemli faktör raf ömrü boyunca stabilitelerini korumaktır. Ancak keten tohumu yağı hidrojel-oleojeli bu koşullarda mekanik stabilite açısından benzer etki göstermemiştir ve yağ kaybı gözlenmiştir.

Literatürdeki diğer çalışmalar incelendiğinde, Blake ve diğerleri (2014) farklı bitkisel (pirinç kepeği, ayçiçeği, kandelila ve karnauba) vaksları ile oluşturdukları hidrojel-oleojellerin yağ bağlama kapasitesini incelemişlerdir. Yaptıkları çalışmanın sonucuna göre yağ bağlama kapasitesi kandelila vaksı ile yapılan hidrojel-oleojellerde sırasıyla karnauba vaksı, ayçiçeği vaksı ve pirinç kepeği vaksı ile yapılan hidrojel-oleojellerde en yüksek değeri saptamışlardır. Kandelila vaksı ile hazırlanan jellerin yağ bağlama kapasitesinin yüksek olmasının sebebinin kandelila vaksı kristallerinin daha büyük yüzey alanı oluşturmaları ve daha yüksek oranda yağı adsorbe edebilmelerine bağlamışlardır.

Özdemir'in (2021) yürüttüğü çalışmada farklı hidrojel-oleojelatörler (balmumu, karnauba ve kandelila vaksı) ve yağlar (keten tohum yağı, yüksek oleik asitli ayçiçek yağı) kullanarak hazırlanan hidrojel-oleojeller ile bisküvi üretmiştir. Hidrojel-oleojellerin üretimi için, yüksek oleik asitli ayçiçek yağı ve keten tohumu yağına %10 oranında balmumu, karnauba vaksı ve kandelila vaksı kullanılarak 120°C'de 15 dakika boyunca karıştırıp homojen hale getirmiştir. Elde ettiği karışımı oda sıcaklığında katılaşana kadar bekletmiş ve bisküvi formülasyonuna dâhil etmiştir. Elde ettiği sonuçlara göre, kandelila vaksının diğer vakslarla karşılaştırdığında yağ bağlama kapasitesi keten tohumu ile oluşturulan hidrojel-oleojele göre %99,75 iken ayçiçek yağı ile oluşturulan jelde %99,33 olduğunu saptamıştır. Özdemir (2021)'in yürüttüğü çalışmada keten tohumu ile üretilen hidrojel-oleojel numunesinde yağ bağlama kapasitesi değeri ile mevcut çalışmamızda keten tohumu yağı ile üretilen hidrojel-oleojelin yağ bağlama kapasitesi değeri benzerlik göstermektedir.

4.1.2. Hidrojel-oleojellerin su aktivitesi

Bu çalışmada farklı kaynaklı bitkisel yağlar kullanılarak incir çekirdeği yağı, buğday yağı, keten tohumu yağı, kabak çekirdeği yağı ve antep fıstığı yağı ile hidrojel-oleojel üretimi sağlanmış ve üretilen hidrojel-oleojellerin su aktivitesi değerleri belirlenmiştir.

Bu çalışma kapsamında farklı bitkisel kaynaklı yağlar kullanılarak üretilen hidrojel-oleojellerin, su aktivitesi değerleri gözlemlenmiş olup Çizelge 4.2'de gösterilmektedir. Farklı bitkisel kaynaklı yağlar kullanılarak üretilen hidrojel-oleojellerin su aktivitesi değerleri arasında istatistiksel olarak fark tespit edilmemiştir ($p>0,05$). Çizelge 4.2'de görüldüğü üzere su aktivitesi değerleri belirlenerek 0,93 olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.2. Hidrojel-oleojel numunelerinin su aktivitesi değerlerinin sonuçları

Hidrojel-oleojel	aw
İncir çekirdeği yağı hidrojel-oleojel	0,93± 0,15 ^a
Buğday tohumu yağı hidrojel-oleojel	0,93±0,25 ^a
Keten tohumu yağı hidrojel-oleojel	0,93±0,13 ^a
Antep fıstığı yağı hidrojel-oleojel	0,93±0,10 ^a
Kabak çekirdeği yağı hidrojel-oleojel	0,93±0,20 ^a

Hidrojel-oleojeller istatistiksel olarak birbirinden farklılık göstermeden 0,93±0,20 olarak belirlenen su aktivite değerleri Çizelge 4.2’de sunulmuştur ($p>0,05$). Sawalha ve diğerleri (2012) düşük polariteli ve su fazına tuz ilave edilmiş numunelerde su aktivitesinin 0,9 ve altına ulaştığını belirlemiştir ve değişen polaritelere ve kimyasal yapılara sahip bir dizi yağ ve emülsiyonun su aktivitesi değerleri değerlendirmiştir. Hidrojel-oleojellerin gıda matrislerinde kullanımına yönelik en büyük zorluklardan biri, su bazlı gıda maddeleri ile zayıf uyumsuzluklarıdır (Pinto ve diğerleri, 2021). Bu nedenle, su aktivitesi değeri, emülsiyon teknikleri ve diğer yöntemlerle üretilen hidrojel-oleojeller için temel bir ölçü olmalıdır.

4.1.3. Hidrojel-oleojellerin renk değerleri

Bu çalışma kapsamında farklı kaynaklı bitkisel yağlar kullanılarak incir çekirdeği yağı, buğday yağı, keten tohumu yağı, kabak çekirdeği yağı ve antep fıstığı yağı ile hidrojel-oleojel üretimi sağlanmış ve üretilen hidrojel-oleojellerin renk parametreleri belirlenmiştir.

Bu çalışma kapsamında farklı bitkisel kaynaklı yağlar kullanılarak üretilen hidrojel-oleojellerin, renk parametreleri gözlemlenmiş olup değerler Çizelge 4.3’te gösterilmektedir. Farklı bitkisel kaynaklı yağlar kullanılarak üretilen hidrojel-oleojellerin renk değerleri arasında istatistiksel olarak fark tespit edildiği görülmüştür ($p<0,05$). Çizelge 4.3’te görüldüğü üzere renk parametrelerine ait L^* değeri (0 ile 100 arası) ile koyu renkten parlaklığa değişim, a^* değeri (-120 ile 120 arası) ile yeşil renkten kırmızıya değişim, b^* değeri (-120 ile 120 arası) ile de mavi renkten sarı renge değişim ile ifade edilmektedir. Değerler üç boyutlu koordinat sisteminde gösterilmektedir (Leon ve diğerleri, 2006). Koordinat düzleminde merkez renksiz iken merkezden uzaklaştıkça a^* değerlerindeki renk ayrımı belirginleşmektedir. Pozitif değerlerin artışı ile kırmızılık, negatif değerlerin artışı ile yeşillik

değerlerinde artış gözlenmektedir (Say, 2008; Aydemir, 2010). Renk analizinde b^* değeri pozitif iken sarı rengi, negatif iken mavi rengi ifade etmektedir. Koordinat düzleminde renksiz olan merkezden uzaklaştıkça b^* değerlerindeki renk ayrımı belirginleşmektedir. Pozitif değerlerin artışıyla birlikte sarı renk, negatif değerlerin artışı ile birlikte mavi rengin değerlerinde artış gözlenmektedir (Say 2008; Aydemir ve Dervisoglu, 2010). Bu nedenle, renk değerlerine baktığımızda L^* değeri en yüksek $54,05 \pm 2,42$ en düşük $39,46 \pm 1,16$ ile arasında değiştiği gözlemlenmektedir. a^* ve b^* değerleri sırasıyla artan pozitif değerlerde kırmızılık ve sarılığ, azalan negatif değerlerde yeşillik ve maviliği temsil etmekte olup hidrojel-oleojel örneklerinin a^* değerleri sırasıyla $19,22 \pm 0,46$ ile $9,80 \pm 0,22$ arasında ve b^* değeri için ise $52,39 \pm 1,98$ ile $38,81 \pm 1,29$ arasında değişmektedir.

Çizelge 4.3. Hidrojel-oleojel numunelerinin renk değerlerinin sonuçları

Hidrojel-oleojel	L^*	a^*	b^*
İncir çekirdeği yağı hidrojel-oleojel	$49,97 \pm 2,13^c$	$14,91 \pm 0,69^b$	$49,03 \pm 4,25^b$
Buğday tohumu yağı hidrojel-oleojel	$54,05 \pm 2,42^b$	$9,80 \pm 0,22^d$	$45,36 \pm 2,89^c$
Keten tohumu yağı hidrojel-oleojel	$50,30 \pm 1,11^c$	$19,22 \pm 0,46^a$	$52,39 \pm 1,98^a$
Antep fıstığı yağı hidrojel-oleojel	$39,46 \pm 1,16^d$	$12,17 \pm 0,35^c$	$38,81 \pm 1,29^d$
Kabak çekirdeği yağı hidrojel-oleojel	$49,21 \pm 0,78^c$	$13,31 \pm 0,37^b$	$44,67 \pm 1,17^c$

Farklı büyük harfler aynı oleojel çeşidinde farklı konsantrasyon arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olduğunu gösterir ($p < 0,05$).

Farklı küçük harfler aynı konsantrasyonda hidrojel-oleojeller arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğunu gösterir ($p < 0,05$).

Hidrojel-oleojellerin renk özelliklerinin gıda modellerinde potansiyel olarak uygulanması, nihai ürünün tüketici kabulünü önemli ölçüde etkilemektedir. Çizelge 4.3'te farklı bitki bazlı yağlarla hazırlanan hidrojel-oleojellerin a^* ve b^* değerlerinde farklılıklar olduğunu göstermektedir. Ancak kullanılan yağların L^* değeri arasında fark yoktur. Hidrojel-oleojel üretiminde kullanılan incir çekirdeği, buğday, keten tohumu, kabak çekirdeği yağı ve antep fıstığı yağlarının L^* değerleri sırasıyla $22,83 \pm 0,53$, $22,29 \pm 0,45$, $22,38 \pm 0,14$, $22,33 \pm 0,14$ ve $22,32 \pm 0,15$ olarak belirlenmiştir. Buğday yağı hidrojel-oleojel numunelerinin L^* değeri, hidrojel-oleojel oluşumu sırasında kristal ağın diğer bileşenlerle daha fazla ışık saçılmasına ve önemli ölçüde ($p < 0,05$) yüksek parlaklığa neden olmuştur. L^* değeri hidrojel-oleojelasyon ile birlikte artmıştır, çünkü kristal ağın kırılma indisi yağındakinden daha yüksektir (Borriello ve diğerleri, 2022). Antep fıstığı yağı ile üretilen hidrojel-oleojel numunelerinde en düşük parlaklık değeri $39,46 \pm 1,16$ olarak belirlenmiştir. Antep fıstığı yağının a^* değeri ($12,17 \pm 0,35$) yüksek ve diğer yağlardan farklı bulunmuştur. En yüksek a^* değeri, kabak çekirdeği yağı ile hazırlanan hidrojel-oleojel numunelerinde belirlenmiştir.

Hidrojel-oleojellerin bir diğer renk parametresi (b^*) değeri $52,39 \pm 1,98$ ile $38,81 \pm 1,29$ arasında belirlenmiştir.

En yüksek b^* değeri keten tohumu yağında saptanmıştır. Sonuç olarak, keten tohumu yağı ile hazırlanmış hidrojel-oleojel numuneleri en yüksek b^* değerine sahiptir. Hidrojel-oleojellerin sarı renk tonunun korunması, bal mumunun renginden kaynaklanabilir. (Moghtadaei ve diğerleri, 2018; Temkov ve Mureşan, 2021). Hidrojel-oleojellerin rengi, yağın renginden nispeten daha yoğun olan hafif sarımsı bir renk almıştır. Bu sonuçların sebebinin hidrojel-oleojel üretiminde kullanılan yağların elde edildiği kaynak bitkiden elde edilen bileşenlerinin renk üzerinde etkili olabileceği varsayılmaktadır.

Farklı çalışmalara baktığımızda, Öğütücü ve Yılmaz (2014) sürdürdükleri bir çalışmada sızma zeytinyağı ve karnauba vaksı kullanılarak hazırladıkları oleojellerin rengini incelemişlerdir ve $L^*(42-54)$, $a^*(5,6-6,4)$ ve $b^*(16-25)$ değerleri saptamışlardır. Kullanılan oleojelatör konsantrasyonlarının (%3-10) renk değerleri üzerinde etkili olduğu saptanmıştır. Dursun ve Keçeli (2020) yaptıkları çalışmada, balmumu, kanola yağı ve %100 palm yağı olan margarin üretimi sağlamıştır. Kanola yağı numunelerine oranları farklı olacak şekilde (%3,6 ve 9) balmumu organojelatörü ekleyerek karışım hazırlamışlardır. Bu karışımın renk değerlerini saptamışlar. Sonuçlara göre, üretilen oleojellerin parlaklık (L^*) değerlerinin 32,24-54,38 arasında değiştiğini saptamışlardır ve referans yağın parlaklık değerinin (L^*) balmumu ile üretilen organojel numunelerinden daha yüksek 77,63 olduğunu saptamışlardır. Organojel numunelerinin sarılık (b^*) ve kırmızılık (a^*) değerlerinin artan balmumu konsantrasyonu ile azaldığı ve referans yağa kıyasla kırmızılığın (a^*) daha yüksek, sarılığın (b^*) daha düşük olduğunu saptamışlardır.

4.2. Sürülebilir Çikolatalarının Özellikleri

4.2.1. Farklı bitkisel yağ esaslı hidrojel-oleojel ikamesinin sürülebilir çikolatanın yağ bağlama kapasitesine etkisi

Çikolatadaki yağ fazı mikroyapıyı, dokuyu, kristalleşmeyi ve reolojik özellikleri etkilemektedir (Samsudin, 2004; Sun ve diğerleri, 2021). Bu nedenle, palm yağının hidrojel-oleojel numuneleri ile ikame edilmesi sonucu sürülebilir çikolatalarının üretimi üzerindeki

jel mukavemeti, ağ gelişimi ve fiziksel stabilite üzerindeki etkisini belirlemek için yağ bağlama kapasitesi incelenmiştir.

Yağı azaltılmış sürülebilir çikolata üretiminde incir çekirdeği, buğday, keten tohumu, kabak çekirdeği ve antep fıstığı yağ hidrojel-oleojelinin %25, %50, %75 ve %100 oranında palm yağı ile ikamesinin sürülebilir çikolata örneklerinin yağ kapasitesi üzerine etkileri tartışılmış, elde edilen bulgular istatistiksel açıdan da değerlendirilmiştir. Sürülebilir çikolata örneklerine ait yağ bağlama kapasitesine ait bazı sonuçlar ortalamalar olarak standart sapmalarıyla beraber Çizelge 4.4' te verilmiştir.

Çizelge 4.4'te görüldüğü gibi, yağ bağlama kapasitesi değerleri $92,73 \pm 0,46$ ile $99,54 \pm 0,01$ arasında değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.4. Farklı bitkisel yağ esaslı hidrojel-oleojeller kullanılarak üretilen sürülebilir çikolatanın yağ bağlama kapasitesine hidrojel-oleojel ikame oranının etkisi

Hidrojel-oleojel Tipi	Hidrojel-oleojel ikame oranı (%)	Yağ Bağlama Kapasitesi (%)
Antep Fıstık Yağı Hidrojel-oleojel	25	$96,27 \pm 0,54^{Ca}$
	50	$96,27 \pm 0,38^{Ca}$
	75	$97,17 \pm 0,03^{Bab}$
	100	$99,54 \pm 0,01^{Aa}$
Buğday Yağı Hidrojel-oleojel	25	$92,73 \pm 0,46^{Dab}$
	50	$94,55 \pm 2,79^{Ca}$
	75	$97,48 \pm 1,06^{Bab}$
	100	$98,89 \pm 0,89^{Aa}$
İncir Çekirdek Yağı Hidrojel-oleojel	25	$94,31 \pm 2,13^{Bab}$
	50	$93,71 \pm 1,01^{Ca}$
	75	$93,16 \pm 0,18^{Dc}$
	100	$96,34 \pm 0,65^{Ab}$
Kabak Çekirdeği Yağı Hidrojel-oleojel	25	$94,86 \pm 0,74^{Cab}$
	50	$96,37 \pm 1,03^{Ba}$
	75	$98,04 \pm 1,53^{Aa}$
	100	$98,54 \pm 0,06^{Aa}$
Keten Tohum Yağı Hidrojel-oleojel	25	$94,68 \pm 1,03^{Dab}$
	50	$95,94 \pm 0,74^{Ca}$
	75	$96,95 \pm 1,53^{Bab}$
	100	$99,05 \pm 0,06^{Aa}$
Palm Yağı	100	$93,30 \pm 2,39^C$

^{A,B}Farklı büyük harfler aynı oleojel çeşidinde farklı konsantrasyon arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olduğunu gösterir ($p < 0,05$).

^{a,b}Farklı küçük harfler aynı konsantrasyonda hidrojel-oleojeller arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğunu gösterir ($p < 0,05$).

Farklı oranlar kullanılarak üretilen sürülebilir çikolata numunelerinin yağ bağlama kapasitesi değerleri arasında istatistiksel olarak fark tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Sürülebilir

çikolatalardaki farklı yağ bazlı hidrojel-oleojellerin seviyesi arttıkça, yağ bağlama kapasitesi değerlerinde önemli ölçüde ($p<0,05$) bir artış olmuştur. Yeniden formüle edilmiş sürülebilir çikolatalarda gözlemlenen teknolojik kalitedeki iyileşme, hidrojel-oleojel moleküllerinin kompakt üç boyutlu bir yapı halinde kendi kendine bir araya gelme yeteneğinden (Sun ve diğerleri, 2021) veya çikolatanın katı ve sıvı bileşenlerinin hidrojel-oleojel yapısında bağlanmasından kaynaklanabilir. Yağ bağlama kapasitesi verileri, kontrol numunesinin (palm yağı) %50, %75 ve %100 hidrojel-oleojel (farklı bitkisel yağ esaslı yağlar için) ile formüle edilenlerden önemli ölçüde daha düşük bir yağ bağlama kapasitesi değeri ($p<0,05$) sergilediğini ortaya konmuştur. Bu sonuçlar, Fayaz ve diğerleri (2017)'nin palm-hidrojel-oleojel karışımını içeren sürülebilir çikolatalarının yağ bağlama kapasitesi analiz sonuçlarıyla oldukça uyumlu olduğu görülmüştür. Buna ek olarak, %100 hidrojel-oleojel eklenmiş numunelerde daha yüksek yağ bağlama kapasitesi ile sonuçlandığı görülmüştür.

Sürülebilir çikolatanın yağ bağlama kapasitesi üzerine %25 hidrojel-oleojel kullanımının etkisi incelendiğinde antep fıstık yağ hidrojel-oleojeli kullanımı ile en yüksek yağ bağlama kapasitesi değeri ($96,27\pm0,54$) elde edilmiş olup antep fıstık yağ hidrojel-oleojel konsantrasyonundan önemli derecede ($p<0,05$) etkilendiği tespit edilmiştir.

Sürülebilir çikolataların formülasyonunda bulunan palm yağının %50 oranında hidrojel-oleojel ikamesi ile üretilen incir çekirdeği yağı, hidrojel-oleojel numunesinin yağ bağlama kapasitesi değerleri $93,71\pm1,01$ ile $96,37\pm1,03$ arasında değişmiştir. Farklı yağlar ile hazırlanan hidrojel-oleojellerin %50 oranında palm yağ ikamesinin yağ bağlama kapasitesi değerleri üzerinde istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$).

Yeniden formüle edilmiş sürülebilir çikolataların palm yağı ile yer değiştirme oranı %75 olan hidrojel-oleojellerin yağ bağlama kapasitesi değerleri üzerine etkisi değerlendirildiğinde incir çekirdek yağ hidrojel-oleojelin en düşük yağ bağlama kapasitesi değeri ($93,16\pm0,18$) ve kabak çekirdek yağ hidrojel-oleojel kullanımında ise en yüksek yağ bağlama kapasitesi değeri ($98,04\pm1,53$) tespit edilmiştir.

Çalışma kapsamında sürülebilir çikolataların palm yağı yerine %100 hidrojel-oleojel ile üretilmesi yağ bağlama kapasitesi değerini önemli derecede etkilemiş olup keten tohum,

kabak çekirdeği, buğday ve antep fıstık yağ hidrojel-oleojeli ile üretilen örneklerde en yüksek yağ bağlama kapasitesi değerleri elde edilmiştir.

Sonuçlar incelendiğinde, genel olarak formülasyonda artan konsantrasyonlarda hidrojel-oleojellerin kullanılmasıyla üretilen tüm sürülebilir çikolata örneklerinin yağ bağlama kapasitesi değerlerinin kullanılan hidrojel-oleojellerin konsantrasyonuna bağlı olarak değiştiği görülmektedir.

Bu çalışmanın sonuçlarının, Fayaz ve diğerleri (2017)'nin nar çekirdeği yağı hidrojel-oleojel karışımını içeren sürülebilir çikolatalarının yağ bağlama kapasitesi analiz sonuçlarıyla oldukça uyumlu olduğu görülmüştür. Buna ek olarak, %100 hidrojel-oleojel eklenmiş numunelerde daha yüksek yağ bağlama kapasitesi ile sonuçlandığı görülmüştür.

Kontrol ve %25 hidrojel-oleojel ikameli palm yağı ikameli örneklerde yağ bağlama kapasitesi düşük olup bunun sebebinin, kristal ağın oluşmasının, paketlenmesinin ve morfolojisinin etkileyerek yağları tutma yeteneğinin azalmasına neden olabilir (Puşças ve diğerleri, 2020).

Elde edilen sonuçlara göre, ikame edilen hidrojel-oleojel oranının yapıyı etkilediğini ve buna bağlı olarak yağ bağlama kapasitesini olumlu yönde etkilediğini gösterdiğini Doan ve diğerleri (2016)'nin benzer bulgularla bildirmiştir. Bu sonuçlar, daha sağlıklı sürülebilir çikolatalarının formülasyonunda hidrojel-oleojel kullanmanın yüksek potansiyelini göstermektedir. Farklı bitkisel esaslı yağlar ile hidrojel-oleojellerin %25 ikamesi ile elde edilen yağ bağlama kapasitesi değerleri birbirine çok yakındır ($p < 0,05$) ve %50 ile %75 oranında ikame ile elde edilen yağ bağlama kapasitesi değerleri arasında istatistiksel bir fark yoktur ($p > 0,05$). Bu sonuçlar, numunelerdeki palm yağından kaynaklanıyor olabilir ve bu da bitki bazlı yağ bileşenleri üzerinde baskın bir etki yaratmış olabilir.

Sürülebilir çikolatalarda palm yağı yerine %100 keten tohumu yağ esaslı hidrojel-oleojel kullanılarak oluşturulan numunelerin yağ bağlama kapasitesi değeri, incir çekirdeği yağı bazlı hidrojel-oleojel ikamesi ile üretilen numunelerden daha yüksektir ($p < 0,05$). Ramel ve diğerleri (2021)'nin yaptığı çalışmada da sürülebilir çikolatada keten tohumu yağı kullanılması sonucunda benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Literatürdeki diğer çalışmalar incelendiğinde, Patel ve diğerleri (2014)'nin yaptıkları bir çalışmada şellak vaksı ile ürettikleri emülsiyon hidrojel-oleojellerinin, emülgatör bulunmayan kahvaltılık sürülebilir margarin ve çikolata karışımında yağ bağlayıcı ikamesi olarak kullanım potansiyellerini araştırmışlardır. Kontrol grubu olarak sadece palm yağı ve palm yağı (%27) ile şellak ile hazırlanan hidrojel-oleojeli kullandıkları çikolata karışımının 30°C'de 28 gün depolanması sonucunda yağ sızıntısı gözlemlenmediğini rapor edilmiştir. Yaptıkları bu çalışma sonucunda bitkisel sıvı yağlar ve şellak vaksı kullandıkları hidrojel-oleojellerin, kahvaltılık sürülebilir margarin, çikolata formülasyonlarında yağ bağlama ajanı ve fırıncılık şorteningi olarak kullanılma uygunluğu rapor edilmiştir.

4.2.2. Farklı bitkisel yağ esaslı hidrojel-oleojel ikamesinin sürülebilir çikolatanın su aktivitesi özelliklerine etkisi

Bu çalışma kapsamında, sürülebilir çikolata üretimine kullanılan farklı yağ kaynaklı hidrojel-oleojellerin (incir çekirdeği, buğday, keten tohumu, kabak çekirdeği ve antep fıstığı yağı) ürün içeriğindeki palm yağının miktarı üzerinden (%25, %50, %75 ve %100) farklı konsantrasyonlarda yer değiştirmesi ile üretilen sürülebilir çikolataların su aktivitesi değerleri saptanmıştır. Sürülebilir çikolata örneklerinin su aktivitesi değerleri Çizelge 4.5'te verilmiştir. Çizelge 4.5'te görüldüğü üzere sürülebilir çikolata numunelerin su aktivitesi değeri $0,78 \pm 0,00 - 0,682 \pm 0,02$ aralığında olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.5. Farklı bitkisel yağ esaslı hidrojel-oleojeller kullanılarak üretilen sürülebilir çikolatanın su aktivitesi değerlerine hidrojel-oleojel konsantrasyonunun etkisi

Hidrojel-Oleojel Tipi	Hidrojel-oleojel İkame Oranı (%)	Su Aktivitesi
Antep fıstık yağ hidrojel-oleojel	25	0,699 ±0,09 ^{Db}
	50	0,707±0,00 ^{Ca}
	75	0,747±0,02 ^{Bb}
	100	0,779±0,00 ^{Ab}
Buğday yağ hidrojel-oleojel	25	0,690±0,00 ^{Dc}
	50	0,714±0,00 ^{Ca}
	75	0,727±0,00 ^{Bd}
	100	0,735±0,00 ^{Ad}
İncir çekirdek yağ hidrojel-oleojel	25	0,689±0,00 ^{Dc}
	50	0,699±0,00 ^{Cab}
	75	0,709±0,00 ^{Be}
	100	0,739±0,00 ^{Ac}
Kabak çekirdeği yağ hidrojel-oleojel	25	0,716±0,00 ^{Ca}
	50	0,714±0,00 ^{Ca}
	75	0,756±0,00 ^{Ba}
	100	0,787±0,00 ^{Aa}
Keten tohum yağ hidrojel-oleojel	25	0,686±0,00 ^{Dc}
	50	0,682±0,02 ^{Cb}
	75	0,734±0,02 ^{Ac}
	100	0,716±0,00 ^{Be}
Palm yağ	100	0,637±0,028 ^E

^{A,B}Farklı büyük harfler aynı oleojel çeşidinde farklı konsantrasyon arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olduğunu gösterir ($p<0,05$).

^{a,b}Farklı küçük harfler aynı konsantrasyonda hidrojel-oleojeller arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğunu gösterir ($p<0,05$).

Genel olarak hidrojel-oleojel konsantrasyonunun sürülebilir çikolata örneklerinin su aktivitesi değerlerini önemli derecede etkilediği görülmektedir. Sürülebilir çikolataların su aktivitesi lipit reformasyonundan ($p<0,05$) etkilenmiştir ve formülasyonda tamamen palm yağı kullanılarak üretilen çikolata örneklerinin en düşük su aktivitesi değerine ($0,637\pm0,028$) sahip olduğu gözlemlenmiştir. Sürülebilir çikolatalarının farklı yağ türevi hidrojel-oleojellerinin kullanım seviyesi arttıkça su aktivitesi artmış, kullanılan hidrojel-oleojel seviyesindeki değişim istatistiksel olarak anlamlı ($p<0,05$) olduğu tespit edilmiştir.

Bu sonucun sebebini değerlendirmek için diğer çalışmalarla karşılaştırdığımızda benzer çalışmaların yapıldığı, Almeida ve Lannes (2017); Cozentino ve diğerleri (2022) sürülebilir çikolatalardaki yağın bir kısmının hidrojel-oleojel ile değiştirilmesinin ürünlerde su fazını arttırdığını ve bu da su aktivitesinin artmasını sağladığı ön görülmüştür.

%25 ve %50 hidrojel-oleojel ilavesi ile üretilen sürülebilir çikolatalarının su aktivitesinin 0,686 ile 0,714 arasında değişen oranlarda tespit edilmiş olup istatistiksel olarak farklı ($<0,05$) olduğu saptanmıştır. Literatüre göre, bazı çikolata çeşitleri, lokum ve reçel gibi ürünlerin su aktivitesi değeri 0,70 ve altı seviyelerde olup düşük kabul edilirken ve çalışma kapsamında

kontrol numunesi %25 ve %50 hidrojel-oleojel ilavesi ile üretilen sürülebilir çikolatalarında bu aralığa uygun olduğu gözlemlenmiştir (Gurtler ve diğerleri, 2014). Hidrojel-oleojel ilavesi ile üretilen diğer çalışmalarla kıyaslandığında yakın değerlerin tespit edildiği gözlemlenmiştir. Almeida ve Lannes (2017)'in yaptıkları çalışmada daha yüksek su aktivitesi değerleri (0,65 ila 0,89) bulurken; Cozentino ve diğerlerinin (2022) yaptıkları çalışmada daha düşük su aktivitesi değerleri (0,40 ila 0,38) tespit edilmiştir.

Sürülebilir çikolatanın su aktivitesi değerleri üzerine %75 hidrojel-oleojel ikamesinin etkisi incelendiğinde sürülebilir çikolatanın su aktivitesi değerlerinin en düşük $0,709 \pm 0,00$ ile en yüksek $0,756 \pm 0,00$ değeri arasında değiştiği tespit edilmiştir. Farklı yağ kaynaklı hidrojel-oleojellerin aynı konsantrasyonlarda ilavesinin istatistiksel olarak önemli olduğunu ve yağ tipinin su aktivitesini etkilediği gözlemlenmiştir. Çizelge 4.5'te gösterilen istatistiksel sonuçlar incelendiğinde %75 oranında hidrojel-oleojel ilavesinde en yüksek su aktivitesi kabak çekirdek yağ hidrojel-oleojel ilavesinde elde edilirken en düşük değerin incir çekirdek yağ hidrojel-oleojelinde elde edildiği gözlemlenmiştir.

Aynı konsantrasyonlarda farklı yağ kaynaklı hidrojel-oleojellerin sürülebilir çikolatanın su aktivitesi özelliklerini önemli derecede etkilediği tespit edilmiştir. %100 oranında hidrojel-oleojel ile üretilen örneklerin su aktivitesi değerleri değerlendirildiğinde kabak çekirdeği yağının en yüksek su aktivitesi değeri ($0,787 \pm 0,00$) bulunurken en düşük su aktivitesi değerinin keten tohum yağ hidrojel-oleojeli ile üretilen örneklerde saptanmıştır.

Antep fıstığı ve kabak çekirdeği yağ hidrojel-oleojellerinin %100'ü ve diğer %75 hidrojel-oleojel ikamesi ile üretilen numunelerin su aktivitesi, marmelat ve badem ezmesi (0,70-0,80) gibi ürünlerin su aktivitesi aralığına ait sonuçlar tespit edilmiştir (Reid ve Fennema, 2008). Kabak çekirdeği yağı hidrojel-oleojeli ile üretilen numunelerin su aktivitesi değerleri 0,716 ila 0,787 arasında değişmekte olup, diğer numunelerle karşılaştırıldığında en yüksek su aktivitesi değerleri bulunmuştur. Sürülebilir çikolataların üretiminde farklı yağ kaynaklarının sürülebilir çikolatanın su aktivitesi üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0,05$). Bunun nedeni, yağların yoğunluklarının ve TAG yapı moleküllerinin/molekül konfigürasyonlarının birbirinden farklı olması ve bunun fiziksel özellikleri ve su aktivitesinin sonucunu etkileyebilecek olduğu düşünülmektedir.

4.2.3. Farklı bitkisel yağ esaslı hidrojel-oleojel ikamesinin sürülebilir çikolatanın renk özelliklerine etkisi

Bu çalışma kapsamında, sürülebilir çikolata üretimine kullanılan farklı yağ kaynaklı hidrojel-oleojellerin (incir çekirdeği, buğday, keten tohumu, kabak çekirdeği ve antep fıstığı yağı) ürün formülasyonunda palm yağının miktarı üzerinden (%25, %50, %75 ve %100) farklı konsantrasyonlarda yer değiştirmesi ile üretilen sürülebilir çikolataların renk değerleri saptanmış olup Çizelge 4.6'da ifade edilmiştir.

Çizelge 4.6'da ifade edildiği gibi renk skalası 0 ile 100 aralığında ölçülen L^* değeri ürün parlaklığı ile ilgili bilgi vermekte olup farklı konsantrasyonlarda üretilen sürülebilir çikolata örneklerinin L^* değerinin en düşük $18,14 \pm 0,41$ ile en yüksek $22,43 \pm 2,03$ arasında değiştiği gözlemlenmektedir. Kroma C^* değerinin ise $6,14 \pm 1,05$ - $12,98 \pm 0,62$ arasında olduğu ve hue açısı değerlerinin (h°) ise $4,70 \pm 1,93$ ile $20,12 \pm 1,77$ arasında değiştiği gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.6.Farklı bitkisel yağ esaslı hidrojel-oleojeller kullanılarak üretilen sürülebilir çikolataların renk özelliklerine hidrojel-oleojel konsantrasyonunun etkisi

Hidrojel-oleojel Tipi	Hidrojel-oleojel İkame oranı (%)	Parlaklık (L*)	Kroma (C*)	Hue açısı (h°)
Antep fıstık yağ hidrojel-oleojel	25	19,91±0,45 ^{Ab}	9,71±0,59 ^{Ad}	10,04±1,54 ^{Ad}
	50	20,09±0,67 ^{Ab}	8,37±0,44 ^{Bc}	10,07±0,61 ^{Ac}
	75	20,20±0,99 ^{Ab}	8,46±1,32 ^{Bc}	9,83±1,90 ^{Bc}
	100	19,58±0,06 ^{Ac}	7,72±0,57 ^{Cc}	7,19±1,43 ^{Cc}
Buğday yağ hidrojel-oleojel	25	20,28±0,87 ^{Ab}	12,98±0,62 ^{Aa}	15,61±2,18 ^{Ac}
	50	19,23±1,26 ^{Abc}	10,63±0,68 ^{Bb}	11,35±1,41 ^{Bb}
	75	19,74±0,64 ^{Ac}	7,74±0,49 ^{Cd}	9,87±1,25 ^{Cc}
	100	20,92±0,92 ^{Ab}	7,26±1,05 ^{Dd}	8,54±2,84 ^{Db}
İncir çekirdek yağ hidrojel-oleojel	25	22,43±2,03 ^{Aa}	11,99±1,19 ^{Ab}	20,12±1,77 ^{Aa}
	50	21,86±0,59 ^{Ba}	10,54±0,93 ^{Bb}	17,46±306 ^{Ba}
	75	20,48±0,57 ^{Dc}	9,97±2,41 ^{Ca}	15,50±1,58 ^{Cb}
	100	21,59±0,92 ^{Ca}	8,35±0,82 ^{Da}	15,47±1,41 ^{Ca}
Kabak çekirdek yağ hidrojel-oleojel	25	19,32±0,54 ^{Ab}	9,18±1,42 ^{Ae}	7,35±1,69 ^{Af}
	50	18,14±0,41 ^{Ac}	7,18±0,77 ^{Bd}	6,00±3,06 ^{Be}
	75	19,42±1,01 ^{Ac}	7,48±0,60 ^{Bd}	5,56±2,30 ^{Ce}
	100	18,92±0,80 ^{Ad}	6,14±1,05 ^{Ce}	4,70±1,93 ^{Dd}
Keten tohum yağı hidrojel-oleojel	25	19,45±0,41 ^{Ab}	10,53±1,40 ^{Ac}	9,13±1,73 ^{Ae}
	50	19,57±0,45 ^{Abc}	10,11±0,92 ^{Bb}	9,56±1,69 ^{Ad}
	75	19,46±0,51 ^{Ac}	10,24±0,41 ^{Ba}	8,79±1,07 ^{Bd}
	100	19,71±0,77 ^{Ac}	8,11±1,19 ^{Ca}	7,52±0,59 ^{Cc}
Palm Yağı	100	19,18±0,95	11,77±2,11 ^A	14,73±3,37

Farklı büyük harfler aynı oleojel çeşidinde farklı konsantrasyon arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olduğunu gösterir (p<0,05). Farklı küçük harfler aynı konsantrasyonda hidrojel-oleojeller arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğunu gösterir (p<0,05).

Farklı yağ tipi hidrojel-oleojellerle üretilen sürülebilir çikolatalarının renk parametrelerine ait sonuçlar Çizelge 4.6’da gösterilmiştir. Tüm renk parametreleri (parlaklık) açısından değerlendirildiğine değerler arasındaki farkın küçük olduğu saptanmıştır. Palla ve diğerleri (2021)’nin yaptığı çalışmada yüksek hidrojel-oleojel içeriğinin sürülebilir çikolataların parlaklığını arttırdığını tespit etmiştir. Bu çalışmada hidrojel-oleojel içeriğinin parlaklığı etkilemediği tespit edilmiştir. Ancak yağ tipinin ürünlerin parlaklığı üzerindeki etkisi önemli olup incir çekirdek yağ hidrojel-oleojeli içeren sürülebilir çikolatalar diğerlerine göre daha yüksek parlaklık değerleri kaydedildiği görülmüştür. Bazı gıda ürünlerinde parlaklık tüketici tercihini etkileyen önemli bir kriter olarak değerlendirilmektedir. Bu sebeple çikolata ürünlerinde parlaklığını artırmak ve geliştirmek için parlaticı bileşenlerin kullanılmasının alternatifi olarak uygun yağ seçiminin önemli olabileceği düşünülmektedir.

Formülasyonda tamamen palm yağı kullanılarak üretilen sürülebilir çikolata örneklerinin L^* , kroma ve hue açısı değerleri de sırasıyla $19,18 \pm 0,95$, $11,77 \pm 2,11$ ve $14,73 \pm 3,37$ olarak bulunmuştur. Sürülebilir çikolata örneklerinde artan ve kroma değerini azalttığı tespit edilmiştir. Benzer şekilde, Cozentino ve diğerleri (2022)'nin geleneksel bitkisel yağın yapılandırılmış TAG'lerle ikame edilmesinin, çikolataların kromasını önemli ölçüde azaltacağını bulmuşlardır. Yoğun bir şekilde sıkıştırılmış ortamda kristalleri daha yüksek yağ içeriğine sahip ürünlerdeki parlaklık ve doygunluk indekslerini azaltarak ışığı dağıtır.

Hidrojel-oleojelin %25'i oranında ikame edilen kabak çekirdek yağ hidrojel-oleojeli ilavesinde en düşük kroma değerleri ($9,18 \pm 1,42$) elde edilirken buğday yağı hidrojel-oleojel ikamesinde en yüksek kroma değeri ($12,98 \pm 0,62$) olarak tespit edilmiştir. %25 buğday yağ hidrojel-oleojel ikamesi kontrole benzer davranış sergilemiştir ($p < 0,05$).

Sürülebilir çikolata formülasyonunda %50 oranında hidrojel-oleojel ikamesinin örneklerin kroma değerlerini önemli düzeyde etkilememiş olup bu değerler sırasıyla $7,18 \pm 0,77$ ve $10,63 \pm 0,68$ arasında değişiklik göstermiştir. Buğday yağ hidrojel-oleojeli kullanılan örnekler arasında en yüksek kroma değeri ölçülürken en düşük kroma değerinin kabak çekirdek yağ olejelinde tespit edilmiştir.

%75 konsantrasyon incelendiğinde ise keten yağı hidrojel-oleojeli içeren sürülebilir çikolata örneğinin kroma değerinin diğer örneklerle kıyasla en büyük ($10,24 \pm 0,41$), kabak çekirdek yağ hidrojel-oleojeli içeren örneğin kroma değerinin en düşük ($7,48 \pm 0,60$) olduğu görülmektedir.

Formülasyonda tamamen hidrojel-oleojel ile üretilen örneklerin kroma değerleri incelendiğinde en yüksek kroma değeri incir çekirdek yağ hidrojel-oleojelinde $8,35 \pm 0,82$ olarak tespit edilmiş ve en düşük kroma değerinin ise kabak çekirdek yağ hidrojel-oleojel ($6,14 \pm 1,05$) üretimi ile elde edildiği tespit edilmiştir. Benzer konsantrasyon uygulamaları göz önünde bulundurulduğunda yağ tipinin kroma üzerinde etkili ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir.

Hue açısı değerleri kırmızı-sarı kadran içinde olmak üzere $4,70 \pm 1,93$ ila $20,12 \pm 1,77$ arasında değişmekte olup kabak yağı hidrojel-oleojel ikameleri ile üretilen çikolata formülasyonları en düşük hue açısı değerlerine sahiptir. Ancak incir çekirdeği hidrojel-oleojel ikameleri ile hazırlananlar en yüksek renk tonu açısına sahiptir ($p < 0,05$). Kontrol formülasyonunun Hue

açı değerleri, incir çekirdeği hidrojel-oleojel ile formüle edilen çikolatalarda daha düşük, diğer yağ türleri ile üretilen formülasyonlardan daha yüksek olduğu bulunmuştur. Palm yağ konsantrasyonunda eşzamanlı bir azalma ile artan hidrojel-oleojel konsantrasyonlarının artması hue açı değerinde bir azalmaya neden olmuştur ($p<0,05$). Bunun nedeni, çikolata örneklerinde kullanılan hidrojel-oleojel miktarı arttıkça, hidrojel-oleojellerin yüksek a^* ve b^* değerlerinin renk Hue açısını düşürmesi olabilir. Bunun bir diğer nedeni ise balmumu ve karnabau vaksı miktarındaki artıştan kaynaklanıyor olabilir.

Başka bir çalışmada, bu sonuçların nedeninin, yağı azaltılmış çikolatalardaki yüksek su içeriğinin, suda çözünür kakao tozunu (koyu kahverengi renkte) yüksek oranda seyreltebilmesi sonucunda daha az koyu ve daha fazla kırmızı ve sarımsı çikolata ile sonuçlanması olduğu belirtilmiştir (Tirgarian ve diğerleri, 2023).

4.2.4. Farklı bitkisel yağ esaslı hidrojel-oleojel ikamesinin sürülebilir çikolataların serbest yağ asitliği değerine etkisi

Çalışma kapsamında, sürülebilir çikolata üretimine kullanılan farklı yağ kaynaklı hidrojel-oleojellerin (incir çekirdeği, buğday, keten tohumu, kabak çekirdeği ve antep fıstığı yağı) ürün formülasyonunda palm yağının miktarı üzerinden (%25, %50, %75 ve %100) farklı konsantrasyonlarda yer değiştirmesi ile üretilen sürülebilir çikolataların serbest yağ asitliği üzerindeki değişiklikler incelenmiş olup Şekil 4.1'de serbest yağ asitliği değerleri gösterilmiştir.

Yağlar için belirtilen önemli kalite kriterleri arasında yer alan serbest yağ asitliği, numunedeki trigliserit moleküllerine bağlı olmayan serbest yağ asitlerinin miktarının oleik asit yüzdesi olarak ölçülmesi ile ifade edilmektedir (Grossi ve diğerleri, 2019). Serbest yağ asitliği yağlarda oksidatif stabilitenin kalite kriterleridir ve yüksek serbest yağ asitliği, yağın oksidasyona karşı stabilitesinin azaldığını göstermekte olup (Syed, 2016) çikolata ürünlerinde doymamışlık, aroma ve tat reddi derecesini etkilediğini ifade edebilmektedir (Running ve diğerleri, 2017).

Bu çalışmada kullanılan incir çekirdeği, buğday, keten tohumu, kabak çekirdeği ve antep fıstığı yağlarının serbest yağ asitliği belirlenmiş olup sırasıyla oleik asit cinsinden 7,47 mg KOH/g, 1,49 mg KOH/g, 15,87 mg KOH/g, 10,36 mg KOH/mg ve 6,16 mg KOH/g olarak tespit edilmiştir. Tercih edilen yağlar TSE Bitki adı ile anılan yemeklik yağlar tebliğine

(Tebliğ no. 2012/29) uygunluğuna bakıldığında soğuk preslenmiş ve natürel yağların asit sayısı değerlerine en çok 4 mg KOH/g yağ olarak belirtilmiş olup seçilen yağların asit sayısı TSE standartlarına uygun ve kullanılabilir olduğu belirlenmiştir.

Bu bitkisel yağ esaslı hidrojel-oleojellerin sürülebilir çikolata örneklerinin formülasyonundaki palm yağının %25, %50, %75 ve %100 konsantrasyonlarda ikamesi ile hazırlanan örneklerin serbest yağ asitliği değerleri Çizelge 4.7’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.7.Farklı bitkisel yağ esaslı hidrojel-oleojeller kullanılarak üretilen sürülebilir çikolataların serbest yağ asitliği (oleik asit cinsinden) ve asit sayısı (mg KOH/g) değerleri ve hidrojel-oleojel konsantrasyonunun etkisi

Hidrojel-oleojel Tipi	Hidrojel-oleojel İkame oranı (%)	%Serbest Yağ Asitliği (Oleik Asit)	Asit Sayısı (mg KOH/g)
Antep fıstık yağı hidrojel-oleojel	25	0,63±0,17 ^{Ac}	1,68±0,00 ^{Ab}
	50	0,54±0,04 ^{Ad}	1,40±0,40 ^{Bd}
	75	0,18±0,01 ^{Be}	0,56±0,00 ^{Ce}
	100	0,18±0,01 ^{Be}	0,47±0,13 ^{De}
Buğday yağı hidrojel-oleojel	25	0,75±0,17 ^{Ab}	1,68±0,00 ^{Cb}
	50	0,71±0,01 ^{Bb}	1,87±0,00 ^{Ab}
	75	0,51±0,27 ^{Db}	1,49±0,00 ^{Dc}
	100	0,58±0,02 ^{Cb}	1,77±0,13 ^{Bb}
İncir çekirdek yağı hidrojel-oleojel	25	1,74±0,86 ^{Aa}	1,87±0,00 ^{Da}
	50	0,90±0,32 ^{Ba}	1,96±0,13 ^{Ca}
	75	0,78±0,23 ^{Ca}	2,24±0,00 ^{Ba}
	100	0,75±0,27 ^{Da}	4,76±0,13 ^{Aa}
Kabak çekirdeği yağı hidrojel-oleojel	25	0,51±0,08 ^{Bd}	1,31±0,26 ^{Ac}
	50	0,53±0,19 ^{Ad}	1,31±0,00 ^{Ae}
	75	0,40±0,09 ^{Cc}	1,03±0,13 ^{Bd}
	100	0,30±0,11 ^{Dd}	0,75±0,00 ^{Cd}
Keten tohum yağı hidrojel-oleojel	25	0,75±0,01 ^{Ab}	1,03±0,13 ^{Cd}
	50	0,63±0,27 ^{Bc}	1,68±0,00 ^{Bc}
	75	0,34±0,17 ^{Dd}	1,87±0,00 ^{Ab}
	100	0,39±0,09 ^{Cc}	1,31±0,00 ^{Cc}
Palm Yağı	100	0,87±0,36 ^B	2,24±0,26 ^B

Farklı büyük harfler aynı oleojel çeşidinde farklı konsantrasyon arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olduğunu gösterir (p<0,05). Farklı küçük harfler aynı konsantrasyonda hidrojel-oleojeller arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğunu gösterir (p<0,05).

Bu çalışmada incir çekirdek yağ hidrojel-oleojeli buğday yağ hidrojel-oleojeli, keten tohumu yağ hidrojel-oleojeli, kabak çekirdeği yağ hidrojel-oleojeli ve antep fıstık yağ hidrojel-oleojelleri ile üretilen çikolataların serbest yağ asit (oleik asit cinsinden) içerikleri sırasıyla 1,87-4,76 mg KOH/g, 1,68-1,77 mg KOH/g, 1,03-1,31 mg KOH/g, 1,31-0,75 mg KOH/g ve

1,68-0,47 mg KOH/g arasında değişkenlik gösterirken asit sayısı (mg KOH/g hidrojel-oleojel yağ) 4,76-0,56 mg KOH/g değerleri arasında olduğu tespit edilmiştir.

Genel olarak hidrojel-oleojel ikame düzeyindeki artış ile serbest yağ asidinin ortalama değerleri, tüm sürülebilir çikolata örneklerinde (Çizelge 4.7.) önemli ölçüde azalmıştır ($p<0,05$). Hidrojel-oleojel konsantrasyonu çikolata örneklerinin serbest yağ asitliği değerlerini önemli derecede etkilediği tespit edilmiştir. Sürülebilir çikolatanın %100 palm yağı ile üretilen kontrol örneğinde serbest yağ asitliği değerinin $0,87\pm0,36$ olarak bulunmuştur.

Sürülebilir çikolatada kullanılan palm yağının %25 hidrojel-oleojel ikamesi ile üretilen örneklerinin serbest yağ asitlik değeri $0,51\pm0,08$ ile $1,74\pm0,86$ arasında saptanmış iken %50 oranında hidrojel-oleojel ile ikame edilen örneklerde serbest yağ asitliği değerleri $0,53\pm0,19$ ve $0,90\pm0,32$ arasında bulunmuştur. %75 oranında hidrojel-oleojel ikamesi ile serbest yağ asitliği değerinde azalma göstermiş ve $0,18\pm0,01$ ile $0,78\pm0,23$ arasında değişim tespit edilmiştir. %100 oranında hidrojel-oleojel ikamesi ile üretilen örneklerde ise en düşük serbest yağ asitliği oranı tespit edilmiş olup bu değer $0,18\pm0,01$ olarak belirlenmiştir.

Sürülebilir çikolatada %25 incir çekirdeği hidrojel-oleojel ikamesi ile üretilen ürün haricinde diğer örnekler kakao yağı ve ilgili ürünler için serbest yağ asitliği değeri %1,75'ten az olmalı Jonfia-Essien ve Navarro (2010)'in yaptıkları çalışmada uygun veriler elde edilmiştir.

Sürülebilir çikolatalarda en düşük serbest yağ asitliği değeri %100 antep fıstığı hidrojel-oleojeli ile üretilen örneklerde elde edilmiştir. Bu sonuçlar, bitkisel yağların doğunluk düzeyi, bileşimi ve miktarı ile açıklanabilir (Running ve diğerleri, 2017). Çalışmamızda palm yağı ile üretilen kontrol numunesinin serbest yağ asitliği değeri 0,90 olarak bulunmuştur. Bu değerler, El-Hadad ve diğerleri (2021)'nin çalışmasında buldukları $0,09$ ile $0,73$ arasında değişen değerlere benzerlik göstermektedir. Sürülebilir çikolatada kırmızı palm yağının kullanımının araştırıldığı çalışmaya göre özellikle bitkisel yağlardan neredeyse hiç serbest yağ asitliği içermeyen sürülebilir çikolatalar elde edilmiş olup Shamsudin (2004)'in mevcut çalışmasında benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçlar

ışığında hidrojel-oleojellerin mevcudiyeti ile daha sağlıklı bir alternatif sürülebilir çikolata üretimi mümkün olabileceği söylenebilir.

4.2.5. Farklı bitkisel yağ esaslı hidrojel-oleojel ikamesi ile üretilen sürülebilir çikolataların ve bitki bazlı yağların yağ asit kompozisyonu

Çalışma kapsamında, sürülebilir çikolata üretimine kullanılan farklı bitkisel yağ esaslı hidrojel-oleojellerin (incir çekirdeği, buğday, keten tohumu, kabak çekirdeği ve antep fıstığı yağı) ürün formülasyonunda palm yağının miktarı üzerinden (%25, %50, %75 ve %100) farklı konsantrasyonlarda yer değiştirmesi ile üretilen sürülebilir çikolataların yağ asidi bileşimi incelenmiş olup Çizelge 4.8’de sunulmuştur.

Hidrojel-oleojelin özellikleri bitkisel yağ türüne göre değişmekte olup bitkisel yağın seçiminde yağ asidi profili önemli olmaktadır (Stortz ve diğerleri, 2012). Hidrojel-oleojellerin gıda sanayisinde uygulanmasının en önemli nedeni, üretilen ürünlerde faydalı yağ asit bileşiklerine sahip olması ve bunun yanı sıra katı benzeri özellik sağlamak için yağların yapısının değiştirilmesidir (EFSA, 2010). Bu nedenle bu çalışma kapsamında, farklı yağlar kullanılarak üretilen sürülebilir çikolataların ve sürülebilir çikolata üretiminde kullanılan bitki bazlı yağların, yağ asidi içeriği belirlenmiş olup %100 hidrojel-oleojel ikamesi ile üretilen sürülebilir çikolataların ve bitkisel yağların yağ asit profili Çizelge 4.8’de gösterilmektedir.

Bu çalışmada, yağ asidi içeriği, toplam pik alanına kıyasla pik alanının yüzdesi olarak hesaplanmıştır. İncelenen %100 palm yağı ile üretilen kontrol sürülebilir çikolata örneklerinde toplam yağ asidinin %451.95’ini oluşturan doymuş yağ asidi diğer çikolata örneklerine göre en yüksek oranda tespit edilmiştir. Kontrol numunesinde tespit edilen yağ asidi ve pik alanları C16:0 (palmitik asit: %42,12), C18:0 (stearik asit: %8,18) C18:1 (10-Oktadesenoik asit: % 37,66)’dir.

Çizelge 4.8. Farklı bitkisel yağ esaslı hidrojel-oleojeller kullanılarak üretilen sürülebilir çikolataların (SÇ)ve bitki bazlı yağların yağ asidi içeriği

Yağ asidi	Kod 1	Kolon	Alıkonma Zamanı RT (min)	SÇ ile Palm Yağı (Kontrol)	İncir Çekirdeği Yağı	SÇ ile İncir Çekirdeği Yağı	Buğday Yağı	SÇ ile Buğday Yağı	Keten Tohum Yağı	SÇ ile Keten Tohum Yağı	Kabak Yağı	CS ile Kabak Yağı	Antep Fıstığı Yağı	SÇ ile Antep Fıstığı Yağı
Laurik asit,	C12:0	SFA	13.084	0.22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Miristik asit	C14:0	SFA	15.418	0.97	-	-	0.10	-	0.07	-	0.12	-	0.15	-
Palmitoleik asit	C16:1	MUFA	17.315	0.19	0.10	-	0.46	-	0.22	0.25	0.16	-	0.94	0.39
Palmitik asit	C16:0	SFA	17.556	42.12	9.96	10.89	11.44	9.96	10.52	11.02	12.18	10.56	12.53	10.77
Margarik asit	C17:0	SFA	18.489	0.10	0.06	-	-	-	0.09	-	0.06	-	0.10	-
Konjuge linoleik	C18:2	PUFA	19.167	8.17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
cis-10-oleik asit	C18:1	MUFA	19.257	37.66	-	-	-	-	-	-	-	41.52	-	-
Linoleik asit	C18:2	PUFA	19.167	-	35.98	19.13	56.40	36.53	-	15.2	79.66	37.82	-	12.06
Oleik asit	C18:1	MUFA	19.227	-	-	58.56	23.15	40.34	-	61.65	-	-	80.38	68.21
Stearik asit	C18:0	SFA	19.423	8.18	4.35	7.98	5.95	9.87	8.57	9.54	6.22	7.73	4.34	7.50
Linolenik asit	C18:3	PUFA	19.318	-	48.77	-	-	-	79.45	-	-	-	-	-
Eikosenoik asit	C20:1	MUFA	20.989	0.13	0.41	-	0.34	-	0.37	0.21	0.70	-	0.87	0.38
Araşidik asit	C20:0	SFA	21.184	0.36	0.25	0.27	0.29	0.36	0.28	0.32	-	-	0.34	0.28
Dokosanoik asit	C22:0	SFA	22.856	-	-	-	0.97	0.45	0.36	-	0.90	-	0.16	-
Σ Doymuş Yağ Asidi				51.95 ^a	14.9	19.14 ^c	18.46	11.64 ^e	20.18 ^b	20.56 ^b	20.34 ^b	18.29 ^d	18.75 ^d	18.27 ^d
Σ Tekli Doymamış Yağ Asidi				37.98 ^e	0.41	58.83 ^c	0.34	40.34 ^d	0.37	62.11 ^b	0.70	41.52 ^d		79.26 ^a
Σ Çoklu Doymamış Yağ Asidi				8.17 ^f	84.75	19.13 ^c	79.55	36.53 ^b	79.82	15.2 ^d	79.66	37.82 ^a	80.38	12.06 ^e
Çoklu doymamış yağ asidi/Doymuş yağ asidiOran				0.15	5.68	0.99	3.85	3.13	3.93	0.73	3.91	2.06	4.28	0.66
Tekli doymamış yağ asidi/doymuş yağ asidi Oran				0.73		3.07		3.46		3.02		2.27		4.33

Bu çalışmanın bulguları Dağlıoğlu ve diğerlerinin (2000) palm yağında palmitik ve stearik asit oranlarını %16,9-%41,5 olarak bildirdiği çalışması ile uyumludur. En düşük doymuş yağ asit seviyesi, buğday yağı hidrojel-oleojeli ile üretilen sürülebilir çikolata örneklerinde (toplam yağ asitlerinin %11.64) gözlenmiştir. İncir çekirdeği yağı, antep fıstığı yağı, keten tohumu yağı ve kabak çekirdeği yağı ile üretilen çikolata örnekleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmış olup ve doymuş yağ asit değeri %18,27 ile %20,56 arasında değişmiştir.

Sürülebilir çikolata numunelerinde palm yağının bitki bazlı yağ hidrojel-oleojelleri ile ikame edilmesinin bir sonucu olarak, doymuş yağ asitleri (DYA) seviyeleri azalırken tekli doymamış yağ asitleri ve çoklu doymamış yağ asitleri içeriği artmıştır. Kamali ve diğerlerinin (2019) çalışmalarında da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Hidrojel-oleojel ile üretilen çikolata gruplarının tekli doymamış yağ asitleri içeriği kontrol grubuna (palm yağı ile üretilen çikolata) göre kıyaslandığında önemli ölçüde daha yüksektir.

Palm yağı ile üretilen sürülebilir çikolatalarının lipid profilinde bazı kronik dejeneratif hastalıklarla ilişkilendirilen palmitik asidin (Alvarez ve diğerleri, 2021) önemli ölçüde azaltılmış ve bunun yerine metabolik sendrom ve kardiyovasküler hastalık için risk faktörlerine karşı koruyucu olan tekli doymamış yağ asitleri (Sperry ve diğerleri, 2018) içeriğini artırılmıştır. Çikolata örneklerinin tekli doymamış yağ asitleri içeriği %37,98 ile %72,26 arasında değişmekte olup, en yüksek tekli doymamış yağ asitleri içeriği sırasıyla %72,26 ve %40,34 ile antep fıstığı yağı ve buğday yağı hidrojel-oleojel ile üretilen örneklerde tespit edilmiştir.

Hidrojel-oleojel üretiminde kullanılan ve kabak çekirdeği yağlarında tespit edilen başlıca majör yağ asidi olan linoleik asidin (9Z,12Z,15Z oktadekatrienoik asit) pik alanı sırasıyla %35,98 ve %79,66 olarak belirlenmiştir. Sonuçlar, Icyer ve diğerleri (2017); Qiu ve diğerleri (2020) tarafından elde edilen bulgulara benzerdir. Hidrojel-oleojel üretimi için seçilen bitki bazlı yağların çoklu doymamış yağ asitleri konsantrasyonu %79,55 ile % 84,75 arasında değişmiştir. Antep fıstığı hidrojel-oleojeli ile üretilen sürülebilir çikolata, %68,21 ile en yüksek oleik asit seviyelerini ve %12,06 ile en düşük linoleik asit seviyelerini içerdiği tespit edilmiştir. Antep fıstığı yağındaki oleik asit içeriği %80,38 olarak belirlenmiştir (Icyer ve diğerleri, 2017; Qiu ve diğerleri, 2020).

Antep fıstık yağı ile ve antep fıstık hidrojel-oleojeli ile üretilen çikolatadaki oleik asit seviyeleri farklı tespit edilmiştir. Bu nedenle, yağdan hidrojel-oleojel ve çikolata üretimi sırasında uygulanan işlemler, sıcaklık, yağ asidinin dönüşümüne neden olmuş olabileceği ön görülmektedir. Bu durumda, sürülebilir çikolata örneklerin çoklu doymamış yağ asitleri ve tekli doymamış yağ asitleri miktarını etkilemiştir. Bitki bazlı yağlardan üretilen tüm çikolata örneklerinde benzer sonuçlar bulunmuştur. Linoleik asidin alfa-linolenik aside veya oleik aside veya birbirine dönüşümü önceki araştırmalarla tutarlıdır (Sébédio ve diğerleri, 1988; Ruyter ve diğerleri, 2003), ancak sürülebilir çikolata numunelerinde karşılaştırılabilir bir sonuca ulaşamamıştır.

4.2.6. Farklı bitkisel yağ esaslı hidrojel-oleojel ikamesinin sürülebilir çikolataların tekstürel özelliklerine etkisi

Çalışma kapsamında, sürülebilir çikolata üretimine kullanılan farklı bitkisel yağ esaslı hidrojel-oleojellerin (incir çekirdeği, buğday, keten tohumu, kabak çekirdeği ve antep fıstığı yağı) ürün formülasyonunda palm yağının miktarı üzerinden (%25, %50, %75 ve %100) farklı konsantrasyonlarda yer değiştirmesi ile üretilen sürülebilir çikolataların tekstürel özellikleri incelenmiştir.

Çikolata ürünlerinde temel kalite parametresi çikolatanın tekstürü ve lezzetidir. Tekstür, gıdanın dokusu ile gıda yapısı arasındaki ilişkiyi anlamak, ürün kalitesini ve kabul edilebilirliğini değerlendirmek için gıdalarda kullanılan önemli kalite özelliklerinden bir tanesidir (Chen ve Opara, 2013; Wilkinson ve diğerleri, 2000). Sürülebilirlik, sürülebilir ve jel haline getirilmiş gıda ürünlerinin dokusal kalite özelliklerini belirlemek için ölçülmektedir (Martins ve diğerleri, 2019). Bu nedenle bu çalışmada, sertlik ve sürülebilirlik (maksimum kuvvet (g-kuvveti) ve kesme işi (g.sec)) verileri analiz edilmiştir.

Sürülebilir çikolata ürünlerinin üretiminde palm yağı yerine kullanılan farklı yağ kaynaklı hidrojel-oleojellerinin %25, %50, %75 ve %100 konsantrasyonlarında ikamesi ile üretilen sürülebilir çikolata örneklerinin dokusal özellikleri Çizelge4.9'da gösterilmiştir. Sürülebilir çikolata örneklerinin sürülebilirlik (work of shear) ve sertlik (firmness) sırasıyla

599,902±0,06 ile 52,809±4,61 g.sec ve 960,670±40,56 ile 60,707±43,15 g arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.9. Farklı bitkisel yağ esaslı hidrojel-oleojel kullanılarak üretilen sürülebilir çikolatanın tekstürel özelliklerine hidrojel-oleojel konsantrasyonunun etkisi

Hidrojel-oleojel Tipi	İkame Oranı (%)	Tekstür	
		Sertlik (g)	Sürülebilirlik (g.sec)
Antep fıstığı yağı hidrojel-oleojel	25	3638,04±16,27 ^{Ab}	6077,41±39,95 ^{Bd}
	50	3177,80±3,91 ^{Bc}	7629,00±42,39 ^{Ab}
	75	1305,22±8,27 ^{Cd}	1587,27±16,68 ^{Cd}
	100	1153,74±28,51 ^{Cc}	1487,35±28,83 ^{Dd}
Buğday yağı hidrojel-oleojel	25	5999,02±0,06 ^{Aa}	9606,70±40,56 ^{Aa}
	50	3716,16±79,19 ^{Bb}	4764,27±40,56 ^{Be}
	75	2165,06±56,62 ^{Cc}	2917,82±52,72 ^{Cc}
	100	1441,14±28,26 ^{Db}	1771,36±12,25 ^{Db}
İncir çekirdeği yağı hidrojel-oleojel	25	59976,15±1,90 ^{Aa}	8887,97±4,42 ^{Ab}
	50	5361,49±34,48 ^{Ba}	7799,53±13,48 ^{Ba}
	75	4462,18±25,32 ^{Ca}	6868,85±18,80 ^{Ca}
	100	1109,84±19,9 ^{Dd}	1543,53±56,17 ^{Dc}
Kabak çekirdeği yağı hidrojel-oleojel	25	3086,59±13,27 ^{Ac}	6404,04±37,04 ^{Ac}
	50	2767,28±58,97 ^{Bd}	5315,04±37,04 ^{Bd}
	75	1052,33±7,18 ^{Ce}	1122,05±15,76 ^{Ce}
	100	678,46±7,78 ^{De}	910,89±28,04 ^{De}
Keten tohumu yağı hidrojel-oleojel	25	5828,58±0,43 ^{Aa}	9037,83±261,1 ^{Ab}
	50	3217,55±26,58 ^{Bc}	5494,53±4,04 ^{Bc}
	75	2217,32±78,09 ^{Cb}	3318,98±15,69 ^{Cb}
	100	2085,58±5,52 ^{Da}	3049,91±60,02 ^{Ca}
Palm yağı	100	599,91±0,06	94009,85±35,94

Farklı büyük harfler aynı oleojel çeşidinde farklı konsantrasyon arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olduğunu gösterir (p<0,05). Farklı küçük harfler aynı konsantrasyonda hidrojel-oleojeller arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğunu gösterir (p<0,05).

Çizelge 4.9'da görüldüğü üzere formülasyonda tamamen palm yağı kullanılarak üretilen kontrol sürülebilir çikolata örneğinin sertlik ve sürülebilirlik değerleri sırasıyla 599,91±0,06g ve 94009,85±35,94 (g.sec) olarak bulunmuştur.

Sürülebilir çikolata formülasyonunda hidrojel-oleojel kullanımı çikolata örneklerinin tekstürel özelliklerini önemli derecede etkilemiştir.

Formülasyonda palm yağının %25 oranında hidrojel-oleojel ikamesi ile üretilen sürülebilir çikolata örneklerinin sertlik değerleri en düşük kabak çekirdek yağ hidrojel-oleojeli ile üretilen örneklerde 678,46±7,78 g ve keten tohum yağ hidrojel-oleojeli ile üretilen

örneklerde de $2085,58 \pm 5,52$ g olarak belirlenmiştir. Sürülebilirlik değeri de sertlik değerinin tersine en düşük değer kabak çekirdek yağ hidrojel-oleojeli ile üretilen örneklerde tespit edilmiş olup $910,89 \pm 28,04$ g.sec olarak saptanmıştır. Keten tohum yağ hidrojel-oleojeli ile üretilen örneklerde ise en yüksek $3049,91 \pm 60,02$ g.sec değerinde tespit edilmiştir.

Sürülebilir çikolatanın formülasyonunda palm yağının %50 oranında hidrojel-oleojel ile ikame edilmesinin etkisi incelendiğinde örneklerde sertlik değerleri sırasıyla $2767,28 \pm 58,97$ ile $5361,49 \pm 34,48$ g arasında iken sürülebilirlik değerleri $4764,27 \pm 40,56$ ile $7629,00 \pm 42,39$ g.sec arasında belirlenmiştir. %50 oranında palm yağı ile ikame edilen hidrojel-oleojel örneklerinde en düşük sertlik değeri %25 konsantrasyon oranının benzeri olarak en düşük sertlik değeri kabak çekirdek yağ oleojeli ile üretilen örneklerde saptanmıştır.

Formülasyonda ikame edilen hidrojel-oleojel oranı %75 olduğunda sürülebilir çikolataların sertlik oranı $1052,33 \pm 7,18$ ile $4462,18 \pm 25,32$ g arasında tespit edilmiştir. Sürülebilirlik değerleri ise en düşük kabak çekirdek yağ oleojelinde ($1122,05 \pm 15,76$) g.sec tespit edilmiş olup en yüksek sürülebilirlik $6868,85 \pm 18,80$ g.sec değeri ile incir çekirdek yağ oleojelinde elde edilmiştir. Her iki tekstürel parametrenin de genel olarak konsantrasyon oranlarından önemli derecede etkilendiği görülmektedir.

%100 hidrojel-oleojel ile üretilen örneklerde en düşük sertlik değerleri $678,46 \pm 7,78$ - $2085,58 \pm 5,52$ g arasında elde edilmiş olup hidrojel-oleojel konsantrasyonu arttıkça sürülebilirlik değerleri artmıştır. Sertliğin azalmasıyla sürülebilirlik değerlerinin artması bu tez çalışması kapsamında istenen amaçlarda bir tanesidir. Keten tohum yağ hidrojel-oleojelinin %100 oranında ikamesi ile en yüksek sürülebilirlik değerine sahip ürün elde edilmiştir.

Analiz edilen diğer sürülebilir çikolatalarda görüldüğü gibi örneklerin sertlik ve sürülebilirlik değeri palm yağının hidrojel-oleojel ile ikame konsantrasyonuna bağlı olarak değişiklik göstermiş ve hidrojel-oleojel ikame konsantrasyonunun etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).

Sertliğin azalması ve sürülebilirliğin artması olgusu, Mohd Rozalli ve diğerlerinin (2016) ulaştığı sonuçlara benzerlik göstermiştir. Ayrıca bu sonuç, hidrojel-oleojel ikamesi ile palm

yağındaki doymuş yağ oranının azalması ile beraber ikame oranı ile bitkisel bazlı yağlardaki doymamış yağ miktarının artması ile açıklanabilir.

Bunun dışında hidrojel-oleojel konsantrasyonu artıkça sertliğin azalması ve sürülebilirliğin artması sonuçları ile su aktivitesi arasında bir ilişki olabileceği Acan ve diğerleri (2021)'nin çalışması ile değerlendirilmiştir. Buna göre hidrojel-oleojel oranı artması ile birlikte sertliğin azalması sürülebilir çikolatalarda serbest suyun yumuşatıcı etkisine bağlanabilir. En yüksek su aktivitesine sahip kabak çekirdeği yağı hidrojel-oleojeli ile üretilen sürülebilir çikolatada gözlemlenmiş (0.787 ± 0.00) ve bu numunenin neden en düşük sertliğe ve maksimum sürülebilirliğe sahip olduğunu su aktivitesine bağlı tekstür özelliği ile açıklanabilir.

Palm yağı ile üretilen kontrol örneği ile farklı yağ hidrojel-oleojellerinin değişen oranlarda eklenerek üretilen numunelerin sertlik ve sürülebilirlik değerleri arasında istatistiksel bir farklılık tespit edilmiştir. Ancak %25 buğday yağı, %25 incir çekirdeği yağı ve %25 keten tohumu yağı hidrojel-oleojel ikamesi ile üretilen numuneler ile palm yağı ile hazırlanan kontrol numunesi en yüksek sertlik değerine sahip olup birbirleri arasında istatistiksel bir fark bulunmamıştır. Benzer sonuçlar, %25 keten tohumu yağı ile üretilen hidrojel-oleojel örneklerinde ve diğer yağlara kıyasla en yüksek sertlik değerine sahip hidrojel-oleojelde de gözlenmiştir (Yang ve diğerleri, 2018).

Kabak çekirdeği yağı hidrojel-oleojel ile üretilen sürülebilir çikolataları, diğer örneklerden daha yumuşak ve sürülebilirliği daha kolaydır. Kabak çekirdeği yağının yapısındaki doymuş yağ oranının diğer yağlar arasında en az olması, çoklu doymamış yağ asit içeriği/doymuş yağ asit ve tekli doymuş yağ asit içeriği/doymuş yağ asit içeriği oranlarının ise en yüksek olması nedeniyle olduğu iddia edilmektedir. Ek olarak, farklı yağların hidrojel-oleojeli ile üretilen sürülebilir çikolatalarının sertliği ve sürülebilirliğindeki farklılıklar, yağın kimyasal bileşimi, polaritesi ve viskozitesi gibi faktörlerle ilişkili olabilir. Bu değişkenler jelatör çözünürlüğünü, jelatör kristalizasyonunu ve jelatör-jelatör ve jelatör yağı molekülleri arasındaki etkileşimleri etkileyerek daha zayıf veya daha güçlü bir jel ağı ile sonuçlanabilir (Bascuas ve diğerleri, 2020; Ferro ve diğerleri, 2021).

Özata (2021)'nin farklı oranlarda fındık zarı ilaveli sürülebilir çikolatanın, sürülebilirlik, yapışma ve yapışkanlık parametrelerini gözlemlemiştir. Yaptığı çalışmada sürülebilir

çikolataların sertlik değerini $151395 \pm 34,54$ g ile $305561 \pm 26,12$ g arasında gözlemlemiştir (Özata, 2021). Bir diğer çalışmada sürülebilir çikolata numunelerinin 1,25N-2,45N arasında sertlik değeri gözlemlemiştir (Yıldırım, 2007). Shiehazadeh (2019)'nin yaptığı çalışmada ise sürülebilir çikolata numunelerinin 57,33g-269,13g aralığında sertlik değeri saptamıştır.

4.2.7. Farklı bitkisel yağ esaslı hidrojel-oleojel ikamesinin sürülebilir çikolatanın duyuşal özelliklerine etkisi

Çalışma kapsamında, sürülebilir çikolata üretimine kullanılan farklı yağ kaynaklı hidrojel-oleojellerin (incir çekirdeğı, buğday, keten tohumu, kabak çekirdeğı ve antep fıstığı yağı) ürün formülasyonunda palm yağının miktarı üzerinden (%25, %50, %75 ve %100) farklı konsantrasyonlarda yer değıştirmesi ile üretilen sürülebilir çikolataların duyuşal özellikleri incelenmiş olup Çizelge 4.10'da gösterilmiştir.

Hidrojel-oleojel ikameli sürülebilir çikolata ve palm yağı ile sürülebilir çikolata üretilmiş ve üretilen çikolata numuneleri duyuşal analiz kapsamında panelistler tarafından görünüm, renk, parlaklık, sürülebilirlik, tekstür, tat, yağ aroması, yabancı tat ve genel ve genel kabul edilebilirliğı çoklu karşılaştırma tekniğı kullanılarak değıerlendirme yapılmıştır.

Duyuşal özellik bütün gıda ürünlerinde olduğı gibi sürülebilir çikolatalarda da kaliteyi belirleyen önemli bir parametredir. Çikolataların duyuşal analizinde, görünüm, tat, aroma, ağızda erime ve tadım sonrasında bıraktığı his akla ilk gelen parametrelerdir (Afoakwa ve diğeri, 2008).

Bu nedenle bu çalışmada, palm yağının %25, %50, %75 ve %100 oranında da hidrojel-oleojel ikamesi ile üretilen sürülebilir çikolata örneklerinin kontrole göre duyuşal değıerlendirme sonuçları Çizelge 4.10'da gösterilmektedir. Duyuşal analizlerde görünüm, tekstür, sürülebilirlik, ağızda kalan tat, aroma ve genel kabul sırasıyla $4,90 \pm 1,96$ - $8,40 \pm 1,71$, $5,60 \pm 1,83$, $8,60 \pm 1,26$, $4,10 \pm 1,72$ - $8,75 \pm 1,83$, $4,55 \pm 2,17$ - $7,50 \pm 2,34$, $4,80 \pm 1,98$ - $7,90 \pm 1,44$ ve $4,80 \pm 8$ - $20 \pm 0,9$ aralığında değıerlendirilmiştir.

Dikkate alınan duyuşal özellikler için yüksek puanlar, antep fıstığı yağı ve kabak çekirdeğı yağı hidrojel-oleojelinin %100 palm yağı ile ikame edildiğı örneklerde elde edilmiştir. Hidrojel-oleojel ikamesi ile üretilen tüm sürülebilir çikolatalarının, palm yağı ile üretilen

örneklerden daha iyi olması dikkat çekicidir. Bu çalışmada tüm örneklerin görünümü $4,90 \pm 1,96$ ile $8,40 \pm 1,71$ arasında değişmektedir.

Çizelge 4.10. Farklı bitkisel yağ esaslı hidrojel-oleojel kullanılarak üretilen sürülebilir çikolatanın duyuusal özelliklerine hidrojel-oleojel konsantrasyonunun etkisi

Görünüm					
	İncir Çekirdeği Yağı Hidrojel-oleojel	Buğday Yağı Hidrojel-oleojel	Keten Tohumu Yağı Hidrojel-oleojel	Antep Fıstığı Yağı Hidrojel-oleojel	Kabak Çekirdeği Yağı Hidrojel-oleojel
Palm Yağı	$4,60 \pm 2,33^{Ea}$	$4,6 \pm 2,17^{Dc}$	$4,7 \pm 2,11^{Ec}$	$4,9 \pm 2,13^{Eb}$	$4,8 \pm 2,09^{Db}$
% 25	$6,64 \pm 1,50^{Cb}$	$4,9 \pm 1,96^{Dd}$	$4,9 \pm 1,52^{Dd}$	$6,2 \pm 1,54^{Dc}$	$6,7 \pm 1,63^{Ca}$
% 50	$6,00 \pm 1,49^{Dd}$	$5,9 \pm 1,10^{Ce}$	$6,1 \pm 1,49^{Cc}$	$6,4 \pm 1,34^{Cb}$	$6,7 \pm 1,05^{Ca}$
% 75	$6,70 \pm 1,88^{Be}$	$6,8 \pm 1,22^{Bc}$	$6,7 \pm 1,25^{Bd}$	$8,0 \pm 1,24^{Bb}$	$8,4 \pm 1,17^{Ba}$
% 100	$8,60 \pm 1,17^{Ab}$	$7,2 \pm 1,22^{Ae}$	$7,6 \pm 1,34^{Ad}$	$8,4 \pm 1,71^{Ac}$	$8,7 \pm 1,82^{Aa}$
Renk					
	İncir Çekirdeği Yağı Hidrojel-oleojel	Buğday Yağı Hidrojel-oleojel	Keten Tohumu Yağı Hidrojel-oleojel	Antep Fıstığı Yağı Hidrojel-oleojel	Kabak Çekirdeği Yağı Hidrojel-oleojel
Palm Yağı	$5,2 \pm 2,05^{Db}$	$5,2 \pm 1,82^{Db}$	$5,1 \pm 1,76^{Da}$	$5,1 \pm 1,72^{Da}$	$5,1 \pm 1,72^{Ea}$
% 25	$6,2 \pm 1,16^{Cc}$	$5,4 \pm 1,64^{Dd}$	$5,1 \pm 1,19^{De}$	$6,4 \pm 1,42^{Cb}$	$6,5 \pm 1,50^{Da}$
% 50	$6,1 \pm 1,72^{Cd}$	$6,6 \pm 1,17^{Cb}$	$6,0 \pm 1,41^{Cd}$	$6,4 \pm 0,96^{Cc}$	$7,0 \pm 1,24^{Ca}$
% 75	$6,7 \pm 1,63^{Bd}$	$7,0 \pm 0,81^{Bc}$	$6,7 \pm 1,41^{Be}$	$8,2 \pm 1,22^{Bb}$	$8,4 \pm 1,42^{Aa}$
% 100	$8,3 \pm 1,25^{Ab}$	$7,5 \pm 1,08^{Ac}$	$7,5 \pm 1,64^{Ac}$	$8,8 \pm 1,31^{Aa}$	$8,8 \pm 1,31^{Ba}$
Parlaklık					
	İncir Çekirdeği Yağı Hidrojel-oleojel	Buğday Yağı Hidrojel-oleojel	Keten Tohumu Yağı Hidrojel-oleojel	Antep Fıstığı Yağı Hidrojel-oleojel	Kabak Çekirdeği Yağı Hidrojel-oleojel
Palm Yağı	$4,0 \pm 1,69^{Da}$	$3,5 \pm 1,43^{Ee}$	$3,6 \pm 1,34^{Ed}$	$3,7 \pm 1,33^{Ec}$	$3,8 \pm 1,39^{Eb}$
% 25	$5,4 \pm 1,89^{Cc}$	$4,3 \pm 1,56^{De}$	$4,6 \pm 1,64^{Dd}$	$5,9 \pm 1,85^{Db}$	$6,4 \pm 1,50^{Da}$
% 50	$5,3 \pm 1,56^{Ce}$	$6,2 \pm 1,22^{Cc}$	$6,1 \pm 1,85^{Cd}$	$6,4 \pm 0,96^{Cb}$	$6,8 \pm 1,22^{Ca}$
% 75	$5,9 \pm 1,66^{Be}$	$6,7 \pm 1,41^{Bd}$	$6,8 \pm 1,22^{Bc}$	$8,5 \pm 0,84^{Bb}$	$8,6 \pm 1,17^{Ba}$
% 100	$7,9 \pm 1,79^{Ab}$	$7,6 \pm 1,50^{Ac}$	$7,7 \pm 1,56^{Ac}$	$9,0 \pm 0,94^{Aa}$	$9,0 \pm 1,33^{Aa}$
Sürülebilirlik					
	İncir Çekirdeği Yağı Hidrojel-oleojel	Buğday Yağı Hidrojel-oleojel	Keten Tohumu Yağı Hidrojel-oleojel	Antep Fıstığı Yağı Hidrojel-oleojel	Kabak Çekirdeği Yağı Hidrojel-oleojel
Palm Yağı	$3,6 \pm 2,17^{Da}$	$3,7 \pm 1,76^{Ea}$	$3,8 \pm 1,68^{Ea}$	$3,7 \pm 1,76^{Da}$	$3,8 \pm 1,68^{Da}$
% 25	$5,4 \pm 2,01^{Cb}$	$4,1 \pm 1,72^{Dd}$	$4,3 \pm 1,76^{Dc}$	$6,1 \pm 1,10^{Ca}$	$6,2 \pm 1,54^{Ca}$
% 50	$5,2 \pm 2,04^{Cd}$	$6,1 \pm 1,37^{Cb}$	$5,2 \pm 1,68^{Cd}$	$6,7 \pm 0,94^{Bb}$	$6,8 \pm 1,68^{Ba}$
% 75	$5,7 \pm 2,11^{Be}$	$6,8 \pm 1,81^{Bc}$	$6,5 \pm 1,58^{Bd}$	$8,6 \pm 1,26^{Ab}$	$8,8 \pm 1,03^{Aa}$
% 100	$8,0 \pm 1,15^{Ac}$	$7,7 \pm 1,94^{Ad}$	$7,4 \pm 1,71^{Ae}$	$8,6 \pm 1,83^{Ab}$	$8,8 \pm 1,87^{Aa}$
Tekstür					
	İncir Çekirdeği Yağı Hidrojel-oleojel	Buğday Yağı Hidrojel-oleojel	Keten Tohumu Yağı Hidrojel-oleojel	Antep Fıstığı Yağı Hidrojel-oleojel	Kabak Çekirdeği Yağı Hidrojel-oleojel
Palm Yağı	$5,4 \pm 2,63^{Ea}$	$5,0 \pm 2,30^{Ea}$	$5,3 \pm 2,35^{Ea}$	$5,3 \pm 2,37^{Ca}$	$5,2 \pm 2,37^{Ea}$
% 25	$6,3 \pm 2,05^{Bb}$	$5,7 \pm 2,11^{Dd}$	$5,6 \pm 1,83^{Dd}$	$6,0 \pm 1,63^{Bc}$	$6,5 \pm 1,84^{Ca}$
% 50	$6,2 \pm 2,25^{Cb}$	$6,2 \pm 1,13^{Bb}$	$5,8 \pm 2,25^{Cc}$	$5,9 \pm 2,02^{Bc}$	$6,3 \pm 1,70^{Da}$
% 75	$6,1 \pm 2,18^{Dd}$	$6,0 \pm 2,10^{Ce}$	$6,3 \pm 1,76^{Ab}$	$8,0 \pm 1,69^{Ab}$	$8,2 \pm 1,47^{Ba}$
% 100	$6,6 \pm 1,64^{Ad}$	$7,0 \pm 1,49^{Ac}$	$5,9 \pm 1,72^{Be}$	$8,1 \pm 1,19^{Ab}$	$8,4 \pm 1,77^{Aa}$

Tat						
	İncir Çekirdeği Yağı Hidrojel-oleojel	Buğday Yağı Hidrojel-oleojel	Keten Yağı Hidrojel-oleojel	Tohumu Hidrojel-oleojel	Antep Fıstığı Yağı Hidrojel-oleojel	Kabak Çekirdeği Yağı Hidrojel-oleojel
Palm Yağı	6.5±2.17 ^{Aa}	6.4±1.89 ^{Aa}	6.4±1.89 ^{Aa}	6.4±1.89 ^{Aa}	6.4±2.02 ^{Ca}	6.4±1.89 ^{Ca}
% 25	5.9±2.13 ^{Bc}	5.7±2.62 ^{Cd}	5.6±1.83 ^{Be}	5.6±1.83 ^{Be}	6.7±1.49 ^{Bb}	6.8±1.68 ^{Ba}
% 50	5.8±2.09 ^{Bc}	5.8±1.68 ^{Cc}	5.2±1.68 ^{Cd}	5.2±1.68 ^{Cd}	6.6±1.71 ^{Ba}	6.5±2.46 ^{Cb}
% 75	5.3±2.21 ^{Cd}	5.6±1.34 ^{Dc}	5.1±1.44 ^{Ce}	5.1±1.44 ^{Ce}	7.1±1.72 ^{Ab}	7.8±1.75 ^{Aa}
% 100	5.2±2.39 ^{Cd}	6.0±1.33 ^{Bc}	3.9±1.96 ^{De}	3.9±1.96 ^{De}	6.2±2.69 ^{Cb}	6.8±2.34 ^{Ba}
Yağ Aroması						
	İncir Çekirdeği Yağı Hidrojel-oleojel	Buğday Yağı Hidrojel-oleojel	Keten Yağı Hidrojel-oleojel	Tohumu Hidrojel-oleojel	Antep Fıstığı Yağı Hidrojel-oleojel	Kabak Çekirdeği Yağı Hidrojel-oleojel
Palm Yağı	5.4±2.62 ^{Ca}	5.4±2.58 ^{Da}	5.4±2.36 ^{Aa}	5.4±2.36 ^{Aa}	5.0±2.58 ^{Ca}	5.4±2.36 ^{Da}
% 25	5.3±2.26 ^{Dc}	4.9±2.37 ^{Ec}	5.1±2.46 ^{Bd}	5.1±2.46 ^{Bd}	6.5±1.64 ^{Bb}	6.7±1.49 ^{Ba}
% 50	5.9±2.33 ^{Bb}	5.6±1.50 ^{Cc}	5.2±2.48 ^{Bd}	5.2±2.48 ^{Bd}	6.5±1.95 ^{Ba}	6.4±2.27 ^{Ca}
% 75	5.1±2.55 ^{Ed}	6.0±1.33 ^{Ac}	5.1±1.66 ^{Bd}	5.1±1.66 ^{Bd}	6.9±1.91 ^{Ab}	7.9±1.44 ^{Aa}
% 100	6.2±2.57 ^{Ac}	5.7±2.21 ^{Bd}	4.8±2.69 ^{Ce}	4.8±2.69 ^{Ce}	6.4±2.95 ^{Bb}	6.7±2.35 ^{Ba}
Yabancı Tat						
	İncir Çekirdeği Yağı Hidrojel-oleojel	Buğday Yağı Hidrojel-oleojel	Keten Yağı Hidrojel-oleojel	Tohumu Hidrojel-oleojel	Antep Fıstığı Yağı Hidrojel-oleojel	Kabak Çekirdeği Yağı Hidrojel-oleojel
Palm Yağı	7.9±3.20 ^{Aa}	8.0±2.16 ^{Aa}	7.8±2.25 ^{Aa}	7.8±2.25 ^{Aa}	7.9±2.88 ^{Aa}	8.0±2.16 ^{Ba}
% 25	6.8±3.01 ^{Bc}	6.1±3.47 ^{Be}	7.1±3.10 ^{Bb}	7.1±3.10 ^{Bb}	6.4±1.57 ^{Cd}	7.6±1.95 ^{Ca}
% 50	6.4±3.68 ^{Bc}	5.7±2.45 ^{Ce}	6.1±2.33 ^{Cd}	6.1±2.33 ^{Cd}	6.8±1.87 ^{Bb}	7.3±3.05 ^{Da}
% 75	5.5±3.30 ^{Cd}	5.0±2.44 ^{De}	5.8±2.20 ^{Dc}	5.8±2.20 ^{Dc}	7.0±2.49 ^{Ab}	8.5±1.58 ^{Aa}
% 100	5.5±2.95 ^{Cd}	5.8±2.29 ^{Cc}	4.5±2.71 ^{Ee}	4.5±2.71 ^{Ee}	6.2±3.39 ^{Db}	7.2±2.89 ^{Da}
Genel Değerlendirme						
	İncir Çekirdeği Yağı Hidrojel-oleojel	Buğday Yağı Hidrojel-oleojel	Keten Yağı Hidrojel-oleojel	Tohumu Hidrojel-oleojel	Antep Fıstığı Yağı Hidrojel-oleojel	Kabak Çekirdeği Yağı Hidrojel-oleojel
Palm Yağı	5.4±2.02 ^{Aa}	5.3±1.70 ^{Ca}	5.3±1.70 ^{Da}	5.3±1.70 ^{Da}	5.3±1.61 ^{Da}	5.4±1.83 ^{Ea}
% 25	6.4±1.57 ^{Bb}	5.2±1.93 ^{Cc}	6.4±1.57 ^{Bb}	6.4±1.57 ^{Bb}	6.5±1.08 ^{Cb}	6.9±1.44 ^{Da}
% 50	6.4±2.36 ^{Bd}	6.2±1.13 ^{Ae}	6.6±0.96 ^{Ac}	6.6±0.96 ^{Ac}	6.8±1.68 ^{Bb}	7.3±1.56 ^{Ba}
% 75	5.8±2.39 ^{Ac}	5.6±2.01 ^{Bd}	5.6±1.17 ^{Cd}	5.6±1.17 ^{Cd}	7.6±1.89 ^{Ab}	8.2±0.91 ^{Aa}
% 100	6.4±2.36 ^{Bc}	6.3±1.82 ^{Ac}	4.8±1.93 ^{Ed}	4.8±1.93 ^{Ed}	6.9±2.76 ^{Bb}	7.1±2.37 ^{Ca}

Hidrojel-oleojellerin palm yağı ile yer değiştirme oranı arttıkça numunelerin görünüm değerlerinde iyileşme eğilimi gözlenmiş ve artan yüksek puanlar elde edilmiştir. Palm yağının görünüm değeri 4,6±2,17 olarak belirlenmiştir. Benzer sonuçlar tekstür ve sürülebilirlik için de gözlenmiştir. Aroma ve tat diğer önemli özelliktir ve antep fıstığı, kabak çekirdeği, buğday ve incir çekirdeği yağının hidrojel-oleojel ikame oranı arttıkça aroma değeri lezzet değeri artmış ve maksimum puanlar sırasıyla 6,90±1,60, 7,90±1,44, 5,70±2,21 ve 6,20±2,13 olarak belirlenmiş ve palm yağının tat (5,90±2,30) skorundan çok daha yüksek bulunmuştur.

Antep fıstık, kabak çekirdeği, buğday yağı ve incir çekirdeği yağları hidrojel-oleojel ikame oranı arttıkça lezzet değeri artmış ve maksimum puanlar sırasıyla $6,90 \pm 1,60$, $7,90 \pm 1,44$, $5,70 \pm 2,21$ ve $6,20 \pm 2,13$ olarak belirlenmiş, palm yağının tat ($5,90 \pm 2,30$) puanından çok daha yüksek bulunmuştur. %100 ikame edilmiş kabak çekirdeği hidrojel-oleojelinin lezzet puanı $7,90 \pm 1,44$ olarak belirlenmiş ve en popüler örnek olmuştur. Ancak, tüm örnekler için durum böyle değildir. %100 oranından keten tohumu yağ hidrojel-oleojeli ile üretilen numunelerin tat puanı $3,90 \pm 1,96$ olarak belirlenmiş olup, palm yağı ile üretilen numunelere göre daha düşüktür.

Keten tohumu yağı hidrojel-oleojel ikame oranı arttıkça, lezzet ve genel kabul edilebilirlik azaldığı tespit edilmiştir. Sürülebilir çikolata formülasyonundaki yağın türü ve miktarı, sürülebilir çikolatalarının tatlılık hissini ve yabancı tat algısını etkilemiştir. İncir çekirdeği yağı, buğday yağı, kabak çekirdeği yağı, antep fıstığı yağ hidrojel-oleojel ikame oranı arttıkça, tat değeri palm yağı tat puanından ($5,90 \pm 2,30$) daha fazla artmıştır. Bununla birlikte, tüm numuneler için durum böyle değildir ve keten tohumu yağı hidrojel-oleojeli ile üretilen numunelerde ikame oranı arttıkça lezzet üzerindeki beğeni puanları azalmıştır.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Sürülebilir ürünler, kahvaltılık yiyecekler veya fırın dolguları olarak (bisküvi, kek ve kurabiye üretiminde) yaygın olarak tüketilmektedir (Fayaz ve diğerleri, 2017). Sürülebilir çikolataların yağ fazı çoğunlukla doymuş yağ asit içeriği yüksek olan palm yağı kullanılarak üretimi sağlanmaktadır. Bununla birlikte, son yıllarda yüksek düzeyde doymuş yağ içeren bir diyetin obezite, diyabet ve kardiyovasküler hastalıklar gibi belirli sağlık sorunlarına yol açabileceği tespit edilmiştir (Prosapio ve Norton, 2019). Sonuç olarak, gıda üreticileri, gıda ürünlerinin istenen fonksiyonel ve duyuşal özelliklerini korurken doymuş yağ içeriğini düşürme eğilimindedir (Manzoor ve diğerleri, 2022). Doymuş yağlar kremsi doku, parlak görünüm, zengin tat ve ağızda erime davranışı gibi özelliklere katkıda bulunduğundan, bu özellikler sürülebilir çikolatalar için oldukça zorlayıcı olabilir (Selvasekaran ve Chidambaram, 2021). Bu sorunlara çözüm bulabilmek için son yıllarda, sıvı bitkisel yağların yapılandırıcı maddeler kullanılarak hidrojel-oleojel olarak bilinen yumuşak katı maddelere dönüştürülmesi konusunda alternatif ve birbirinden farklı yağların hidrojel-oleojel üretimi sağlanarak sürülebilir çikolata üzerindeki etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

Bu çalışmada sürülebilir çikolata üretimine kullanılmak üzere farklı yağ kaynaklı hidrojel-oleojellerin (incir çekirdeği, buğday, keten tohumu, kabak çekirdeği ve antep fıstığı yağı) ürün formülasyonunda palm yağının miktarı üzerinden (%25, %50, %75 ve %100) farklı konsantrasyonlarda yer değiştirmesi ile üretilen sürülebilir çikolataların bazı parametreleri üzerinde yağ tipinin ve hidrojel-oleojel konsantrasyonunun etkisi incelenmiştir.

Sürülebilir çikolatanın kalite parametreleri arasında örneklerin su aktivitesi değerleri $0,78 \pm 0,00$ 'in altında belirlenmiştir. Sürülebilir çikolatalarda palm yağı kullanılmadan tamamen hidrojel-oleojel (%100) ile üretilen örneklerin su aktivitesi değeri kontrolden ve diğer ikame oranları ile üretilen örneklerinden yüksek belirlenmiştir. Bu durum, örneklerin bileşimindeki yağın tamamının hidrojel-oleojel ile değiştirilmesinin ürünlerde su fazını artırdığını ve bu durumda su aktivitesinin artmasından kaynaklanmaktadır. Yağ tipi sürülebilir çikolataların su aktivite değerlerini etkilemiş ve en yüksek su aktivitesi sonuçları kabak çekirdeği yağ hidrojel-oleojeli ile üretilen örneklerde tespit edilmiştir.

Sürülebilir çikolataların hidrojel-oleojel ikame oranına bağlı olarak renk değerlerinde değişikliklerin olduğu gözlemlenmiştir. Örneklere ilave edilen hidrojel-oleojel konsantrasyonu arttıkça hidrojel-oleojel içeriğinin parlaklığı etkilemediği tespit edilmiştir. Ancak yağ tipinin ürünlerin parlaklığı üzerindeki etkisi önemli olmakla birlikte, en yüksek değer incir çekirdeği yağ hidrojel-oleojeli içeren örneklerde saptanmıştır. Benzer sonuç hue açısı değerlerinde de gözlemlenmiş olup en yüksek değer incir çekirdeği yağ hidrojel-oleojeli ile üretilenlerde belirlenmiştir. Sürülebilir çikolata örneklerinde artan konsantrasyonlarda hidrojel-oleojel ikamesi kroma değerlerini artırmıştır.

Sürülebilir çikolataların serbest yağ asitliği analizi, yağlar için önemli bir kalite kriteridir. Sürülebilir çikolata örneklerinde hidrojel-oleojel ikame düzeyinin artmasıyla serbest yağ asidinin ortalama değerleri tüm sürülebilir çikolata örneklerinde önemli ölçüde azalmıştır. Hidrojel-oleojel konsantrasyonu çikolata örneklerinde serbest yağ asitlik değerini önemli ölçüde etkilemiştir. Serbest yağ asitlik değeri en yüksek değer sürülebilir çikolata örneklerinde %25 buğday yağı hidrojel-oleojeli ile üretilen sürülebilir çikolatada iken, en düşük değer %100 antep fıstığı yağı hidrojel-oleojeli ile üretilen sürülebilir çikolata örneklerinde olduğu belirlenmiştir. Sürülebilir çikolata örneklerinde artan konsantrasyonlarda hidrojel-oleojel ikamesi serbest yağ asitliği değerlerini düşürmüştür.

Farklı yağ kaynaklı hidrojel-oleojel ikamesi ile üretilen sürülebilir çikolataların ve bitki bazlı yağların yağ asidi kompozisyonu değerlendirildiğinde ise, hidrojel-oleojel üretimi için gerekli olan bitkisel yağ türüne göre değişmektedir ve bitkisel yağın seçiminde yağ asidi kompozisyonu önemli olmaktadır. Sürülebilir çikolata örneklerinde yağ asidi içeriği, toplam pik alanına kıyasla pik alanının yüzdesi olarak hesaplanmıştır. %100 palm yağı ile üretilen kontrol sürülebilir çikolata örneklerinde toplam yağ asidinin %51,95'ini oluşturan doymuş yağ asidi diğer sürülebilir çikolata örneklerine göre en yüksek oranda tespit edilmiştir. En düşük doymuş yağ asidi seviyesi, buğday yağı hidrojel-oleojeli ile üretilen sürülebilir çikolata örneklerinde toplam yağ asitlerinin %11,64'ini oluşturan doymuş yağ asidi içerdiği gözlemlenmiştir. Sürülebilir çikolata örneklerinde palm yağının bitki bazlı yağ hidrojel-oleojelleri ile ikame edilmesinin bir sonucu olarak, doymuş yağ asitleri seviyeleri azalırken tekli doymamış yağ asitleri ve çoklu doymamış yağ asitleri içeriği artmıştır. Çikolata numunelerinde tekli doymamış yağ asitleri içeriği en yüksek sırasıyla %79,26 ve %62,11 ile antep fıstığı yağı ve keten tohumu yağı hidrojel-oleojel ile üretilen örneklerde olduğu tespit

edilmiştir. Çoklu doymamış yağ asitleri ise antep fıstığı hidrojel-oleojeli ile üretilen sürülebilir çikolata, %68,21 ile en yüksek oleik asit seviyelerini ve %12,06 ile en düşük linoleik asit seviyelerini içerdiği tespit edilmiştir. Sürülebilir çikolata örnekleri ve yağdan hidrojel-oleojel üretimi sırasında işlemler veya sıcaklık, yağ asidinin dönüşümüne neden olabileceği ön görülmüştür ve bu durumda, sürülebilir çikolata örneklerinin çoklu doymamış yağ asitleri ve tekli doymamış yağ asitleri miktarını etkilemiştir.

Sürülebilir çikolata örneklerinin sıklık ve sürülebilirlik gibi başlıca tekstür özellikleri belirlenmiştir. Sürülebilirlik ve sıklık gıdanın yapısı arasındaki ilişkiyi anlamak ve ürün kalite özelliklerini belirlemek için ölçülmektedir. Sürülebilir çikolata üretilirken hidrojel-oleojel kullanımı çikolata örneklerinin tekstürel özelliklerini önemli derecede etkilemiştir. Palm yağının %25 oranında hidrojel-oleojel ikamesi ile üretilen sürülebilir çikolata örneklerinin sertlik değerleri en düşük kabak çekirdeği yağı hidrojel-oleojeli ile üretilen örneklerde $678,46 \pm 7,78$ g iken, keten tohum yağ hidrojel-oleojeli ile üretilen örneklerde de $2085,58 \pm 5,52$ g olarak saptanmıştır. Sürülebilirlik değerinde sertlik değerinin tersine en düşük değer kabak çekirdek yağ hidrojel-oleojeli ile üretilen örneklerde tespit edilmiş olup $910,89 \pm 28,04$ g.sec olarak saptanmış ve keten tohum yağ hidrojel-oleojeli ile üretilen örneklerde ise en yüksek $3049,91 \pm 60,02$ g.sec değerinde tespit edilmiştir. %100 hidrojel-oleojel ile üretilen örneklerde en düşük sertlik değerleri $678,46 \pm 7,78$ ile $2085,58 \pm 5,52$ g arasında elde edilmiş olup hidrojel-oleojel konsantrasyonu arttıkça sürülebilirlik değerleri artmıştır. Keten tohum yağ hidrojel-oleojelinin %100 oranında ikamesi ile en yüksek sürülebilirlik değerine sahip ürün elde edilmiştir. Diğer sürülebilir çikolata örneklerinde sertlik ve sürülebilirlik değeri palm yağının hidrojel-oleojel ile ikame konsantrasyonuna bağlı olarak değişkenlik göstermiştir. Bunun dışında hidrojel-oleojel konsantrasyonu arttıkça sertliğin azalması ve sürülebilirliğin artması sonuçları ile su aktivitesi arasında bir ilişki olabileceği buna göre hidrojel-oleojel oranı artması ile birlikte sertliğin azalması sürülebilir çikolatalarda serbest suyun yumuşatıcı etkisine bağlanabilir. En yüksek su aktivitesine sahip kabak çekirdeği yağı hidrojel-oleojeli ile üretilen sürülebilir çikolatada gözlemlenmiş (0.787 ± 0.00) ve bu numunenin en düşük sertliğe ve maksimum sürülebilirliğe sahip olmasının nedeni ise su aktivitesine bağlı tekstür özelliği ile açıklana bilmektedir.

Duyusal analiz sonuçlarına göre, duyusal özellik de diğer gıda ürünlerinde olduğu gibi sürülebilir çikolatalarda da kaliteyi belirleyen önemli parametrelerden biridir. Hidrojel-

oleojel ikameli sürülebilir çikolata ve palm yağı ile üretilmiş sürülebilir çikolata numunelerin duyu analizi kapsamında görünüm, renk, parlaklık, sürülebilirlik, tekstür, tat, yağ aroması, yabancı tat ve genel kabul edilebilirliği panelistler tarafından karşılaştırılmıştır. Bununla birlikte duyu özellikler için daha yüksek puanlar, antep fıstığı yağı ve kabak çekirdeği yağı hidrojel-oleojelinin %100 palm yağı ile ikame edildiği numunelerde görülmüştür. Hidrojel-oleojel ikamesi ile üretilen sürülebilir çikolata örneklerinin, palm yağı ile üretilen örneklerden daha iyi olduğu görülmüştür. Hidrojel-oleojellerin palm yağı ile yer değiştirme oranı arttıkça numunelerin görünüm değerlerinde iyileşme gözlemlenmiş ve artan yüksek puanlar elde edilmiştir. Benzer sonuçlar tekstür ve sürülebilirlik için de gözlemlenmiştir. Aroma ve tat diğer önemli özellikler olup, antep fıstığı, kabak çekirdeği, buğday ve incir çekirdeği yağının hidrojel-oleojel ikame oranı arttıkça aroma değeri lezzet değeri artmış ve maksimum puanlar sırasıyla $6,90 \pm 1,60$, $7,90 \pm 1,44$, $5,70 \pm 2,21$ ve $6,20 \pm 2,13$ olarak belirlenmiş ve palm yağının tat skorundan çok daha yüksek bulunmuştur. Antep fıstık, kabak çekirdeği, buğday yağı ve incir çekirdeği yağları hidrojel-oleojel ikame oranı arttıkça lezzet değeri artmış ve maksimum puanlar sırasıyla $6,90 \pm 1,60$, $7,90 \pm 1,44$, $5,70 \pm 2,21$ ve $6,20 \pm 2,13$ olarak belirlenmiş ve palm yağının tat puanından çok daha yüksek bulunmuştur. %100 ikame edilmiş kabak çekirdeği hidrojel-oleojelinin lezzet puanı $7,90 \pm 1,44$ olarak belirlenmiş ve en popüler örnek olmuştur. Ancak, tüm örnekler için durum bu şekilde açıklanamamaktadır. %100 oranından keten tohumu yağı hidrojel-oleojeli ile üretilen numunelerin tat puanı $3,90 \pm 1,96$ olarak belirlenmiş olup palm yağı ile üretilen numunelere göre daha düşüktür. Keten tohumu yağı hidrojel-oleojel ikame oranı arttıkça lezzet ve genel kabul edilebilirlik azaldığı tespit edilmiştir. Sürülebilir çikolata formülasyonundaki yağın türü ve miktarı sürülebilir çikolatalarının tatlılık hissini ve yabancı tat algısını etkilemiştir. İncir çekirdeği yağı, buğday yağı, kabak çekirdeği yağı, antep fıstığı yağı hidrojel-oleojel ikame oranı arttıkça tat değeri palm yağı tat puanından daha fazla artmıştır. Bununla birlikte, tüm numuneler için durum böyle değildir ve keten tohumu yağı hidrojel-oleojeli ile üretilen numunelerde ikame oranı arttıkça lezzet üzerindeki beğeni puanları azalmıştır.

Bu araştırmanın sonuçları göz önüne alındığında aşağıdaki önerilerin yapılabileceği düşünülmektedir.

Çalışma kapsamında sürülebilir çikolata üretiminde farklı yağlar ile üretilen hidrojel-oleojellerin kullanılması ile laboratuvar koşullarında kabul edilebilir sonuçlar göstermiştir.

Ancak laboratuvar çalışmalarının yanında sanayi ölçeğinde denemelerin yapılması ve raf ömrü testlerinin sonuçlandırılması gerekmektedir.

Çikolata üretiminde kullanılan hidrojel-oleojel bileşimi ve ürün formülasyonunun sanayi üretimine uygun olabilmesi için sonraki süreçlerde optimizasyon çalışmaları yapılabilir.



KAYNAKLAR

- Abbasi, A. M., Shah, M. H., Li, T., Fu, X., Guo, X. and Liu, R. H. (2015). Ethnomedicinal Values, Phenolic Contents and Antioxidant Properties of Wild Culinary Vegetables. *Journal of Ethnopharmacology*, 162, 333-345.
- Abrahamsson, L., Andersson, A. and Nilsson, G. (2013). *Näringslära för högskolan: från grundläggande till avancerad nutrition*. Liber AB.
- Acan, B. G., Kilicli, M., Bursa, K., Toker, O. S., Palabiyik, I., Gulcu, M. ve Konar, N. (2021). Effect of Grape Pomace Usage in Chocolate Spread Formulation on Textural, Rheological and Digestibility Properties. *LWT*, 138, 110451.
- Afoakwa, E. O. (2008). Cocoa and Chocolate Consumption—Are There Aphrodisiac and Other Benefits for Human Health.
- Afoakwa, E. O. (2016). *Chocolate Science and Technology*. John Wiley and Sons.
- Afoakwa, E. O., Paterson, A., Fowler, M. and Vieira, J. (2008). Particle Size Distribution and Compositional Effects on Textural Properties and Appearance of Dark Chocolates. *Journal of Food Engineering*, 87(2), 181-190.
- Alasalvar, C., Pelvan, E. and Topal, B. (2010). Effects of Roasting on Oil and Fatty Acid Composition of Turkish Hazelnut Varieties (*Corylus avellana* L.). *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 61(6), 630-642.
- Albuquerque, T. G., Santos, J., Silva, M. A., Oliveira, M. B. P. and Costa, H. S. (2018). An Update on Processed Foods: Relationship Between Salt, Saturated and Trans Fatty Acids Contents. *Food chemistry*, 267, 75-82.
- Albuquerque, T. G., Silva, M. A., Oliveira, B. B. and Costa, H. S. (2017). *Trans Fatty Acids Content in Worlwide Edible Fats and Oils: Current Trends and Challenges*.
- Almeida, P. F. and Lannes, S. C. D. S. (2017). Effects of Chicken by-product Gelatin on the Physicochemical Properties and Texture of Chocolate Spread. *Journal of Texture Studies*, 48(5), 392-402.
- Alvarez, M. D., Cofrades, S., Espert, M., Sanz, T. and Salvador, A. (2021). Development of Chocolates with Improved Lipid Profile by Replacing Cocoa Butter with an Hydrojel-oleogel. *Gels*, 7(4), 220.
- Amara, S., Abdelmelek, H., Garrel, C., Guiraud, P., Douki, T., Ravanat, J. L. and Rhouma, K. B. (2008). Preventive Effect of Zinc Against Cadmium-induced Oxidative Stress in the Rat Testis. *Journal of Reproduction and Development*, 54(2), 129-134.
- Arena, E., Campisi, S., Fallico, B. and Maccarone, E. (2007). Distribution of Fatty Acids and Phytosterols as a Criterion to Discriminate Geographic Origin of Pistachio Seeds. *Food Chemistry*, 104(1), 403-408.

- Aydemir, O. and Dervisoglu, M. (2010). The effect of heat treatment and starter culture on colour intensity and sensory properties of Kulek cheese. *International journal of dairy technology*, 63(4), 569-574.
- Badgujar, S. B., Patel, V. V., Bandivdekar, A. H. and Mahajan, R. T. (2014). Traditional Uses, Phytochemistry and Pharmacology of *Ficus Carica*: A review. *Pharmaceutical Biology*, 52(11), 1487-1503.
- Badr, S. E., Shaaban, M., Elkholy, Y. M., Helal, M. H., Hamza, A. S., Masoud, M. S. and El Safty, M. M. (2011). Chemical Composition and Biological Activity of Ripe Pumpkin Fruits (*Cucurbita pepo*L.) Cultivated in Egyptian Habitats. *Natural Product Research*, 25(16), 1524-1539.
- Balkaya, A. and Karaagac, O. (2006). Vegetable Genetic Resources of Turkey. *Journal of Vegetable Science*, 11(4), 81-102.
- Barnes, P. J., (1983) *Lipidsincereal Technology*, AcademicPressInc. Ltd, London (UK).
- Barolo, M. I., Mostacero, N. R. and López, S. N. (2014). *Ficus Carica* L. (Moraceae): An Ancient Source of Food and Health. *Food Chemistry*, 164, 119-127.
- Bascuas, S., Espert, M., Llorca, E., Quiles, A., Salvador, A. and Hernando, I. (2021). Structural and Sensory Studies on Chocolate Spreads with Hydrocolloid-based Hydrogel-oleogels as a Fat Alternative. *Lwt*, 135, 110228.
- Bascuas, S., Hernando, I., Moraga, G. and Quiles, A. (2020). Structure and Stability of Edible Hydrogel-oleogels Prepared with Different Unsaturated Oils and Hydrocolloids. *International Journal of Food Science and Technology*, 55(4), 1458-1467.
- Beckett, S. T. (1999). *Industrial Chocolate Manufacture and Use*. (3 rd ed.). (pp. 153–181). UK: Blackwell Science.
- Beckett, S. T. (2000). *The Science of Chocolate*. Cambridge: The Royal Society of Chemistry.
- Behera, B., Singh, V. K., Kulanthaivel, S., Bhattacharya, M. K., Paramanik, K., Banerjee, I. and Pal, K. (2015). Physical and Mechanical Properties of Sunflower Oil and Synthetic Polymers Based Bigels for The Delivery of Nitroimidazole Antibiotic–A therapeutic Approach for Controlled Drug Delivery. *European Polymer Journal*, 64, 253-264.
- Belderok, B., Mesdag, J., Mesdag, H. and Donner, D. A. (2000). *Bread-making Quality of Wheat: a Century of Breeding in Europe*. Springer Science and Business Media.
- Bispo, E. (1999). *Alkalization Process of Cocoa Nibs (Theobroma cacao L.) and Powder Quality Assessment*. PhD thesis. Faculty of Food Engineering. University of Campinas.

- Blach, C., Gravelle, A. J., Peyronel, F., Weiss, J., Barbut, S. and Marangoni, A. G. (2016). Revisiting the Crystallization Behavior of Stearyl Alcohol: Stearic Acid (SO: SA) Mixtures in Edible Oil. *RSC advances*, 6(84), 81151-81163.
- Blake, A. (2015). *The Microstructure and Physical Properties of Plant-based Waxes and Their Relationship to the Oil Binding Capacity of Wax Hydrogel-oleogels* (Doctoral dissertation, University of Guelph).
- Blake, A. I., Co, E. D. and Marangoni, A. G. (2014). Structure and Physical Properties of Plant Wax Crystal Networks and Their Relationship to Oil Binding Capacity. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 91(6), 885-903.
- Bloedon, L. T. and Szapary, P. O. (2004). Flaxseed and Cardiovascular Risk. *Nutrition Reviews*, 62(1), 18-27.
- Bollom, M. A., Clark, S. and Acevedo, N. C. (2020). Development and Characterization of a Novel Soy Lecithin-stearic Acid and Whey Protein Concentrate Bigel System for Potential Edible Applications. *Food Hydrocolloids*, 101, 105570.
- Borriello, A., Miele, N. A., Masi, P., Aiello, A. and Cavella, S. (2022). Effect of Fatty Acid Composition of Vegetable Oils on Crystallization and Gelation Kinetics of Hydrogel-oleogels Based on Natural Wax. *Food Chemistry*, 375, 131805.
- Brandolini, A. and Hidalgo, A. (2012). Wheat Germ: Not Only a by-product. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 63(sup1), 71-74.
- Budin, S. B., Othman, F., Louis, S. R., Bakar, M. A., Das, S. and Mohamed, J. (2009). The Effects of Palm Oil Tocotrienol-rich Fraction Supplementation on Biochemical Parameters, Oxidative Stress and the Vascular Wall of Streptozotocin-induced Diabetic Rats. *Clinics*, 64, 235-244.
- Caili, F. U., Huan, S. and Quanhong, L. I. (2006). A Review on Pharmacological Activities and Utilization Technologies of Pumpkin. *Plant Foods for Human Nutrition*, 61(2), 70-77.
- Calder, P. C. (2015). Functional Roles of Fatty Acids and Their Effects on Human Health. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, 39, 18S-32S.
- Chen, L. and Opara, U. L. (2013). Approaches to Analysis and Modeling Texture in Fresh and Processed Foods—A review. *Journal of food Engineering*, 119(3), 497-507.
- Chew, C. L., Low, L. E., Chia, W. Y., Chew, K. W., Liew, Z. K., Chan, E. S. and Show, P. L. (2021). Prospects of Palm Fruit Extraction Technology: Palm Oil Recovery Processes and Quality Enhancement. *Food Reviews International*, 1-28.
- Codex Alimentarius Commission. (1999). Edible Fats and Oils Not Covered by Individual Standards. *Codex Alimentarius*.
- Condit, I. (1955). Fig Varieties: a Monograph. *Hilgardia*, 23(11), 323-538.

- Copetti, M. V. (2009). *Cocoa Mycobiota: Fungi and Mycotoxins from Cocoa Until Chocolate*. PhD thesis. Faculty of Food Engineering. University of Campinas.
- Copetti, M. V., Iamanaka, B. T., Frisvad, J. C., Pereira, J. L. and Taniwaki, M. H. (2011). Mycobiota of Cocoa: From Farm to Chocolate. *Food Microbiology*, 28(8), 1499-1504.
- Corley, R. H. V. and Tinker, P. B. (2007). *Theoilpalm*. 4th ed. Oxford: Blackwell Pub. Co.
- Covas, M. I., Ruiz-Gutiérrez, V., De La Torre, R., Kafatos, A., Lamuela-Raventós, R. M., Osada, J. and Visioli, F. (2006). Minor Components of Olive Oil: Evidence to Date of Health Benefits in Humans. *Nutrition Reviews*, 64(suppl_4), S20-S30.
- Cozentino, I. D. S. C., de Paula, A. V., Ribeiro, C. A., Alonso, J. D., Grimaldi, R., Luccas, V. and Cavallini, D. C. U. (2022). Development of a Potentially Functional Chocolate Spread Containing Probiotics and Structured Triglycerides. *LWT*, 154, 112746.
- Cui, M., Mao, L., Lu, Y., Yuan, F. and Gao, Y. (2019). Effect of Monoglyceride Content on the Solubility and Chemical Stability of β -carotene in Organogels. *LWT*, 106, 83-91.
- Cukalovic, A., Monbaliu, J. C. M., Eeckhout, Y., Echim, C., Verhé, R., Heynderickx, G. and Stevens, C. V. (2013). Development, Optimization and Scale-up of Biodiesel Production from Crude Palm Oil and Effective Use in Developing Countries. *Biomass and Bioenergy*, 56, 62-69.
- Cunnane, S. C. (2003). The Contribution of α -linolenic Acid in Flaxseed to Human Health. *Flax*, 162-192.
- Çağlar, A., Tomar, O., Vatansever, H. ve Ekmekçi, E. (2017). Antepfıstığı (*Pistacia vera* L.) ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. *Akademik Gıda*, 15(4), 436-447.
- Daglioglu, O., Tasan, M. ve Tuncel, B. (2000). Kapiler Gaz-sıvı Kromatografisi ile Türk Bisküvilerinin Yağ Asidi Bileşiminin ve Toplam Trans Yağ Asitlerinin Belirlenmesi. *Avrupa Gıda Araştırma ve Teknolojisi*, 211, 41-44.
- Dassanayake, L. S. K., Kodali, D. R., Ueno, S. and Sato, K. (2012). Crystallization Kinetics of Organogels Prepared by Rice Bran Wax and Vegetable Oils. *Journal of Oleo Science*, 61(1), 1-9.
- Demirci, A. Ş., Taşan, M. ve Gülcü, M. (2008). Zeytinyağlarında Önemli Bir Minör Bileşen Olarak Squalen. <http://www.kimyakongreleri.org/Z2008/Z2008-025.pdf>. Son Erişim Tarihi: .06.2024.
- Devi, A. and Khatkar, B. S. (2018). Effects of Fatty Acids Composition and Microstructure Properties of Fats and Oils on Textural Properties of Dough and Cookie quality. *Journal of Food Science and Technology*, 55(1), 321-330.
- Doan, C. D., Patel, A. R., Tavernier, I., De Clercq, N., Van Raemdonck, K., Van de Walle, D. and Dewettinck, K. (2016). The Feasibility of Wax-based Oleogel as a Potential Co-structurant with Palm Oil in Low-saturated Fat Confectionery Fillings. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 118(12), 1903-1914.

- Doğan, G. and Bircan, R. (2010). Balık Yemlerinde Alternatif Bitkisel Protein Kaynağı Olarak Fındık Küspesi Kullanımı. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 1(2), 49-57.
- Doyle, C. J., Gleeson, D., Jordan, K., Beresford, T. P., Ross, R. P., Fitzgerald, G. F. and Cotter, P. D. (2015). Anaerobic Sporeformers and Their Significance with Respect to Milk and Dairy Products. *International Journal of Food Microbiology*, 197, 77-87.
- Dueñas, M., Pérez-Alonso, J. J., Santos-Buelga, C. and Escribano-Bailón, T. (2008). Anthocyanin Composition in fig (*Ficus carica* L.). *Journal of Food Composition and Analysis*, 21(2), 107-115.
- Duman, E. and Yazici, A. S. (2018). Physico-chemical Properties of Fresh Fig (Mor Güz-Sarı Lop) Seed and Seed Oil. *Anadolu*, 28(1), 69-76.
- Dunford, N. T. and Zhang, M. (2003). Pressurized Solvent Extraction of Wheat Germ Oil. *Food Research International*, 36(9-10), 905-909.
- Durak, İ., Avci, A., Kalmaz, M., Buyukkoçak, S., Burak Simen, M. Y., Elgun, S. and Serdar Ozturk, H. (1999). Comparison of Antioxidant Potentials of Red Wine, White Wine, Grape Juice and Alcohol. *Current Medical Research and Opinion*, 15(4), 316-320.
- Edmund Daniel Co, and Marangoni, A. G. (2012). Organogels: An Alternative Edible Oil-Structuring Method. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 89, 749-780.
- EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ) (2011). Scientific Opinion on Campylobacter in Broiler Meat Production: Control Option and Performance Objectives and/or Targets at Different Stages of the Foodchain. *EFSA Journal*, 9(4), 2105.
- EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA) (2010). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for Fats, including Saturated Fatty Acids, Polyunsaturated Fatty Acids, Monounsaturated Fatty Acids, Trans Fatty Acids and Cholesterol. *EFSA Journal*, 8(3), 1461.
- Eisenmenger, M. and Dunford, N. T. (2008). Bioactive Components of Commercial and Supercritical Carbon Dioxide Processed Wheat Germ Oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 85(1), 55-61.
- El-Ghany, A., Dalia, A. H. and Soha, M. (2010). Biological Study on The Effect of Pumpkin Seeds and Zinc on Reproductive Potential of Male Rats.
- El-Hadad, N. N., Youssef, M. M., Abd El-Aal, M. H. and Abou-Gharbia, H. H. (2011). Utilisation of Red Palm Olein in Formulating Functional Chocolate Spread. *Food Chemistry*, 124(1), 285-290.
- Ergun, Z. and Bozkurt, T. (2020). Determination of Fatty Acid Composition and Antioxidant Activity of Fig Seed Oil. *International Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 13(2), 101-107.

- Esposito, C. L., Kirilov, P. and Roullin, V. G. (2018). Organogels, Promising Drug Delivery Systems: An Update of State-of-the-art and Recent Applications. *Journal of Controlled Release*, 271, 1-20.
- Farah, C. S., McIntosh, L., Georgiou, A. and McCullough, M. J. (2012). Efficacy of Tissue Autofluorescence Imaging (VELScope) in the Visualization of Oral Mucosal Lesions. *Head and neck*, 34(6), 856-862.
- Fasolin, L. H., Martins, A. J., Cerqueira, M. A. and Vicente, A. A. (2021). Modulating Process Parameters to Change Physical Properties of Bigels for Food Applications. *Food Structure*, 28, 100173.
- Fattore, E. and Fanelli, R. (2013). Palm Oil and Palmitic Acid: a Review on Cardiovascular Effects and Carcinogenicity. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 64(5), 648-659.
- Fayaz, G., Goli, S. A. H., Kadivar, M., Valoppi, F., Barba, L., Calligaris, S. and Nicoli, M. C. (2017). Potential Application of Pomegranate Seed Oil Hydrogel-oleogels based on Monoglycerides, Beeswax and Propolis Wax as Partial Substitutes of Palm Oil in Functional Chocolate Spread. *Lwt*, 86, 523-529.
- Feige-Muller, M. (2020). Comparative Study on the Distribution of Value in European Chocolate Chains.
- Fellows, P. J. (2009). *Food Processing Technology: Principles and Practice*. Elsevier.
- Ferro, A. C., de Souza Paglarini, C., Pollonio, M. A. R. and Cunha, R. L. (2021). Glyceryl Monostearate-based Hydrogel-oleogels as a New Fat Substitute in Meat Emulsion. *Meat Science*, 174, 108424.
- Fidaleo, M., Mainardi, S. and Nardi, R. (2017). Modeling the Refining Process of an Anhydrous Hazelnut and Cocoa Paste in Stirred Ball Mills. *Food and Bioprocess Processing*, 105, 147-156.
- Fruhworth, G. O. and Hermetter, A. (2007). Seeds and Oil of the Styrian Oil Pumpkin: Components and Biological Activities. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 109(11), 1128-1140.
- Garcia, C., Hernandez, T. and Costa, F. (1994). Microbial Activity in Soils Under Mediterranean Environmental Conditions. *Soil Biology and Biochemistry*, 26(9), 1185-1191.
- Ghafoor, K., Özcan, M. M., AL-Juhaimi, F., Babiker, E. E., Sarker, Z. I., Ahmed, I. A. M., and Ahmed, M. A. (2017). Nutritional Composition, Extraction and Utilization of Wheat Germ Oil: A Review. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 119(7), 1600160.
- Ghena, M and Amany, M. B. (2020). Chia (*Salvia hispanica* L.) Seed Oil a New Wource of Omega-3. *Plant Archives*, 20(1), 2678-2683.

- Giacometti, J., Jolić, SM ve Josić, D. (2015). Kakao İşleme ve Kompozisyon Üzerindeki Etkisi. *İşleme ve Gıdadaki Aktif Bileşenler Üzerindeki Etki* (s. 605-612).
- Gohari, A. A., Farhoosh, R and Haddad, K. M. (2011). Chemical Composition and Physicochemical Properties of Pumpkin Seeds (*Cucurbita pepo* Subsp. *pepo* Var. *Styriaca*) Grown in Iran.
- Goldfein, K. R and Slavin, J. L. (2015). Why Sugar is Added to Food: Food Science 101. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 14(5), 644-656.
- Gonçalves, E. V. (2011). *Development and Rheological Characterization of Chocolate Fondu Especial Formulations*. M.Sc. Thesis. University of São Paulo: Brazil.
- Gopal, N., Hill, C., Ross, P. R., Beresford, T. P., Fenelon, M. A and Cotter, P. D. (2015). The Prevalence and Control of *Bacillus* and Related Spore-forming Bacteria in the Dairy Industry. *Frontiers in Microbiology*, 6, 1418.
- Gossell-Williams, M., Davis, A., and O'connor, N. (2006). Inhibition of Testosterone-induced hyperplasia of the Prostate of Sprague-dawley Rats by Pumpkin Seed Oil. *Journal of Medicinal Food*, 9(2), 284-286.
- Grossi, M., Palagano, R., Bendini, A., Riccò, B., Servili, M., García-González, D. L and Toschi, T. G. (2019). Design and in-house Validation of a Portable System for the Determination of Free Acidity in Virgin Olive Oil. *Food Control*, 104, 208-216.
- Gurtler, J. B., Doyle, M. P and Kornacki, J. L. (2014). The Microbiological Safety of Spices and Low-water Activity Foods: Correcting Historic Misassumptions. In *The Microbiological Safety of Low Water Activity Foods and Spices* (pp. 3-13). Springer, New York, NY.
- Harzallah, A., Bhouri, A. M., Amri, Z., Soltana, H and Hammami, M. (2016). Phytochemical Content and Antioxidant Activity of Different Fruit Parts Juices of Three Figs (*Ficus carica* L.) Varieties Grown in Tunisia. *Industrial Crops and Products*, 83, 255-267.
- Hassim, N. A. M and Dian, L. N. H. M. (2017). Usage of Palm Oil, Palm Kernel Oil and Their Fractions as Confectionery Fats. *J. Oil Palm Res*, 29(3), 301-310.
- Hoffman, A. J., Mills, G., Yee, H. and Hoffmann, M. R. (1992). Q-sized Cadmium Sulfide: Synthesis, Characterization and Efficiency of Photoinitiation of Polymerization of Several Vinylic Monomers. *The Journal of Physical Chemistry*, 96(13), 5546-5552.
- Hoffmann, F. L., Cruz, C. H. G. and Vinturim, T. M. (1992). Evaluation of the Microbiological Characteristics of Various Kinds of Refined Sugar in Sao Jose do Rio Preto, Sao Paulo. *Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos (Brazil)*.
- Hoseney, R. C. (1994). *Principles of Cereal Science and Technology* (No. Ed. 2). American Association of Cereal Chemists (AACC).

- Hosseini, S. E. and Abdul Wahid, M. (2015). Pollutant in Palm Oil Production Process. *Journal of the Air and Waste Management Association*, 65(7), 773-781.
- Ibrahim, A. K., Kelly, S. J., Adams, C. E and Glazebrook, C. (2013). A Systematic Review of Studies of Depression Prevalence in University Students. *Journal of Psychiatric Research*, 47(3), 391-400.
- Icyer C., N., Toker, O. S., Karasu, S., Tornuk, F., Kahyaoglu, T and Arici, M. (2017). Microencapsulation of Fig Seed Oil Rich in Polyunsaturated Fatty Acids by Spray Drying. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 11(1), 50-57.
- İnternet: Anonim,(2017).ResmiGazete.URL:<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/11/20171103-10.htm>. Son Erişim Tarihi: 24.12.2022
- İnternet: Anonymous, 2006. URL: <http://www.veganaturel.com/ketentohumu.htm>. Son Erişim Tarihi: 12.11.2022
- İnternet: FAO (2011). Available online at: <http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx>. *Food and Agriculture Organization*. Son Erişim Tarihi: 06.07.2022.
- İnternet: FAO (2020): Food and Agriculture Organization of The United Nations, <http://faostat.fao.org/download/Q/QC/E>. Son Erişim Tarihi: 06.07.2022.
- İnternet: FAO World Food Outlook (2014) *Meat Consumption; Food and Agriculture Organisation of the United Nations*; FAO: Rome, Italy, 2014; pp. 1–143. Son Erişim Tarihi: 06.07.2022.
- İnternet: HAUS Santrifüj Teknolojileri. URL:<https://www.hausworld.com/uygulama-21PalmYagiEndustrisi.html#:~:text=Harman%20d%C3%B6v%C3%BCc%C3%BCde%20salk%C4%B1mdan%20ayr%C4%B1%C5%9Ft%C4%B1r%C4%B1lan%20palm,ham%20palm%20ya%C4%9F%C4%B1%20elde%20edilir>. Son Erişim Tarihi: 12.10.2022.
- İnternet: Kaya, E. (2017). Gıda Bilinci. URL:<https://gidabilinci.com/palpalm-yagi-nedir-saglik-acisindan-zararli-midir>. Son Erişim Tarihi: 01.06.2021.
- Jeong, W. S and Lachance, P. A. (2001). Phytosterols and Fatty Acids in Fig (*Ficus carica*, var. Mission) Fruit and Tree Components. *Journal of Food Science*, 66(2), 278-281.
- Jonfia-Essien, W. A and Navarro, S. (2010). Effect of Storage Management on Free Fatty Acid Content in Dry Cocoa Beans. *10th Int'l Work. Confe..on Stored Product Protection: In Julius-Kuhn-Archiv*, 425, 963-968.
- Joseph, B and Raj, S. J. (2011). Pharmacognostic and Phytochemical Properties of *Ficus Sarica* Linn—An Overview. *International Journal of Pharmtech Research*, 3(1), 8-12.
- Kamali, E., Sahari, M. A., Barzegar, M. and Ahmadi Gavlighi, H. (2019). Novel hydrogel-oleogel formulation based on amaranth oil: Physicochemical characterization. *Food science and nutrition*, 7(6), 1986-1996.

- Kanmaz, E. Ö. ve Gülден, O. V. A. (2012). Keten Tohumunun Yapısındaki Fenolik Bileşikler. *Akademik Gıda*, 10(4), 85-90.
- Konar, N. (2013). Influence of Conching Temperature and Some Bulk Sweeteners on Physical and Rheological Properties of Prebiotic Milk Chocolate Containing Inulin. *European Food Research and Technology*, 236(1), 135-143.
- Konuklugil, B. *Linum usitatissimum* l. And Its Chemical Constituents and Biological activities: *linum usitatissimum* l.'nin Kimyasal Bileşikleri ve Biyolojik Aktiviteleri.
- Küçüköner, E and Yurt, B. (2003). Some Chemical Characteristics of Pistacia Vera Varieties Produced in Turkey. *European Food Research and Technology*, 217(4), 308-310.
- Labuza, T. P., Altunakar, B., Barbosa-Canovas, G. V., Fontana, A. J and Schmidt, S. J. (2007). Water Activity in Foods: Fundamentals and Applications. *Chap. Water Activity Prediction and Moisture Sorption Isotherms*, pp. 109–154). *Blackwell Publishing, Oxford, UK*.
- Leon, K., Mery, D., Pedreschi, F and Leon, J. (2006). Color Measurement in. $L^* a^* b^*$ Units from RGB Digital Images *Food Research International*, 39 (10), 1084-1091.
- Li, J., Guo, R., Bi, Y., Zhang, H. and Xu, X. (2021). Comprehensive Evaluation of Saturated Monoglycerides for the Forming of Hydrojel-oleogels. *LWT*, 151, 112061.
- Li, L. and Liu, G. (2019). Corn Oil-based Hydrojel-oleogels with Different Gelation Mechanisms as Novel Cocoa Butter Alternatives in Dark Chocolate. *Journal of Food Engineering*, 263, 114-122.
- Lupi, F. R., Shakeel, A., Greco, V., Rossi, C. O., Baldino, N. and Gabriele, D. (2016). A Rheological and Microstructural Characterisation of Bigels for Cosmetic and Pharmaceutical Uses. *Materials Science and Engineering, C*, 69, 358-365.
- Man, C. D. and Jones, A. A. (Eds.). (1994). *Shelf Life Evaluation of Foods*. Glasgow: Blackie Academic and Professional.
- Mandalari, G., Barreca, D., Gervasi, T., Roussell, M. A., Klein, B., Feeney, M. J. and Carughi, A. (2021). Pistachio Nuts (*Pistacia vera* L.): Production, Nutrients, Bioactives and Novel Health Effects. *Plants*, 11(1), 18.
- Manzocco, L., Calligaris, S., Camerin, M., Pizzale, L and Nicoli, M. C. (2014). Prediction of Firmness and Physical Stability of Low-fat Chocolate Spreads. *Journal of Food Engineering*, 126, 120-125.
- Marangoni, A. G. (2012). Organogels: An Alternative Edible Oil-structuring Method. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 89(5), 749-780.
- Martins, A. J., Silva, P., Maciel, F., Pastrana, L. M., Cunha, R. L., Cerqueira, M. A., and Vicente, A. A. (2019). Hybrid Gels: Influence of Hydrojel-oleogel/hydrogel Ratio on Rheological and Textural Properties. *Food Research International*, 116, 1298-1305.

- Maskan, M and Karataş, Ş. (1999). Storage Stability of Whole-split Pistachio Nuts (*Pistachia vera* L.) at Various Conditions. *Food Chemistry*, 66(2), 227-233.
- Mawa, S., Husain, K and Jantan, I. (2013). *Ficus Carica* L.(Moraceae): Phytochemistry, Traditional Uses and Biological Activities. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2013.
- Mba, O. I., Dumont, M. J and Ngadi, M. (2015). Palm Oil: Processing, Characterization and Utilization in the Food Industry—A review. *Food Bioscience*, 10, 26-41.
- McCreight, J. D. (2016). Cultivation and Uses of Cucurbits. In *Genetics and genomics of Cucurbitaceae* (pp. 1-12). Springer, Cham.
- McGill, J and Hartel, R. W. (2018). Investigation into the Microstructure, Texture and Rheological Properties of Chocolate Ganache. *Journal of Food Science*, 83(3), 689-699.
- Medeiros, U. K. L. D. (2010). Viabilidade Técnica de Uma Rota Não Convencional Para a Produção de Leite de Cabra em pó em Cooperativas do Rio Grande do Norte.
- Megahad, O. A. and El Kinawy, O. S. (2002). Studies on the Extraction of Wheat Germ Oil by Commercial Hexane. *Grasas y Aceites*, 53(4), 414-418.
- Minifie, B. W. (1980). Lecithin—use of Lecithin in Chocolate and Confectionery as an Emulsifier and in Powdered Drinks as a Wetting Agent. *Manuf Confect*, 60(4), 47-50.
- Moejes, S. N. and Van Boxtel, A. J. B. (2017). Energy Saving Potential of Emerging Technologies in Milk Powder Production. *Trends in Food Science and Technology*, 60, 31-42.
- Moghtadaei, M., Soltanizadeh, N. and Goli, S. A. H. (2018). Production of Sesame Oil Hydrogel-oleogels based on Beeswax and Application as Partial Substitutes of Animal Fat in Beef Burger. *Food Research International*, 108, 368-377.
- Mohd Rozalli, N. H., Chin, N. L., Yusof, Y. A. and Mahyudin, N. (2016). Quality Changes of Stabilizer-free Natural Peanut Butter During Storage. *Journal of Food Science and Technology*, 53(1), 694-702.
- Moreau, R. and Kamal-Eldin, A. (Eds.). (2015). *Gourmet and Health-promoting Specialty oils*. Elsevier.
- Moreira de Moraes, J., David Henrique dos Santos, O., Delicato, T., Azzini Gonçalves, R. and Alves da Rocha-Filho, P. (2006). Physicochemical Characterization of Canola oil/water Nano-emulsions Obtained by Determination of Required HLB Number and Emulsion Phase Inversion Methods. *Journal of Dispersion Science and Technology*, 27(1), 109-115.
- Morrison, W. R. (1988) *Chemistry and Technology*, American Association of Cereal Chemists, Inc, Eagan, MN (USA).

- Munichor, N. and Friedlander, N. (2019). Sadly, You Made Me Earn It: The Effect of Responsibility Attributions For Sadness on Food Indulgence. *Journal of Consumer Behaviour*, 18(5), 415-428.
- Nedžeral, S., Škevin, D., Kraljić, K., Obranović, M., Papeša, S and Bataljaku, A. (2012). Chemical Composition and Oxidative Stability of Roasted and Cold Pressed Pumpkin Seed Oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 89(9), 1763-1770.
- Nopens, I., Foubert, I., De Graef, V., Van Laere, D., Dewettinck, K and Vanrolleghem, P. (2008). Automated Image Analysis Tool for Migration Fat Bloom Evaluation of Chocolate Coated Food Products. *LWT-Food Science and Technology*, 41(10), 1884-1891.
- Norazura Aila, M. H., and Ismail, N. H. (2018). Palm Fractions and Phytonutrients in Chocolate Spread. *Palm Oil Developments*, (68), 5-8.
- Officer, P. (2016). Food and Agriculture Organization of the United Nations. *FAO, Italy*. Oliveira, A. P., Valentão, P., Pereira, J. A., Silva, B. M., Tavares, F and Andrade, P. B. (2009). *Ficus carica* L.: Metabolic and biological screening. *Food and Chemical Toxicology*, 47(11), 2841-2846.
- Oliviero, B., Varchetta, S., Paudice, E., Michelone, G., Zaramella, M., Mavilio, D., ... and Mondelli, M. U. (2009). Natural Killer Cell Functional Dichotomy in Chronic Hepatitis B and Chronic Hepatitis C Virus Infections. *Gastroenterology*, 137(3), 1151-1160.
- Oracz, J. and Nebesny, E. (2014). Influence of Roasting Conditions on the Biogenic Amine Content in Cocoa Beans of Different Theobroma Cacao Cultivars. *Food Research International*, 55, 1-10.
- Öğütçü, M and Yılmaz, E. (2014). Hydrojel-oleogels of Virgin Olive Oil with Carnauba Wax and Monoglyceride as Spreadable Products. *Grasas y Aceites*, 65(3), e040-e040.
- Özata, A. B. (2021). *Farklı Oranlarda Fındık Zarı İlaveli Sürülebilir Çikolatanın Kalite Özelliklerinin Araştırılması*, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Özcan, M. M., Rosa, A., Dessi, M. A., Marongiu, B., Piras, A and Juhaimi, F. A. (2013). Quality of Wheat Germ Oil Obtained by Cold Pressing and Supercritical Carbon Dioxide Extraction. *Czech Journal of Food Sciences*, 31(3), 236-240.
- Özdemir, K. S. (2021). Keten Tohumu Yağı ve Ayçiçek Yağından Farklı Vakslar Kullanılarak Oluşturulan Hidrojel-Oleojellerin Bisküvi Kalitesi Üzerine Etkileri. *Gıda*, 46(5), 1279-1288.
- Palla, C. A., Wasinger, M. F. and Carrín, M. E. (2021). Monoglyceride Hydrojel-oleogels as Fat Replacers in Filling Creams for Sandwich Cookies. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101(6), 2398-2405.
- Palla, C., Giacomozzi, A., Genovese, D. B and Carrín, M. E. (2017). Multi-objective Optimization of High Oleic Sunflower Oil and Monoglycerides Hydrojel-oleogels:

- Searching for Rheological and Textural Properties Similar to Margarine. *Food Structure*, 12, 1-14.
- Panchal, B., Truong, T., Prakash, S., Bansal, N. and Bhandari, B. (2020). Effect of Water Content, Droplet Size and Gelation on Fat Phase Transition and Water Mobility in Water-in-milk Fat Emulsions. *Food Chemistry*, 333, 127538.
- Patel, A. R. (2018). Structuring Edible Oils with Hydrocolloids: Where Do We Stand. *Food Biophysics*, 13(2), 113-115.
- Patel, A. R., Cludts, N., Bin Sintang, M. D., Lewille, B., Lesaffer, A. and Dewettinck, K. (2014). Polysaccharide-based Hydrogel-oleogels Prepared with an Emulsion-templated Approach. *ChemPhysChem*, 15(16), 3435-3439.
- Patel, A. R., Cludts, N., Sintang, M. D. B., Lesaffer, A., and Dewettinck, K. (2014). Edible Hydrogel-oleogels based on Water Soluble Food Polymers: Preparation, Characterization and Potential Application. *Food and Function*, 5(11), 2833-2841.
- Patel, A. R., Rajarethinam, P. S., Grędowska, A., Turhan, O., Lesaffer, A., De Vos, W. H. and Dewettinck, K. (2014). Edible Applications of Shellac Hydrogel-oleogels: Spreads, Chocolate Paste and Cakes. *Food and Function*, 5(4), 645-652.
- Patel, A. R. and Dewettinck, K. (2016). Edible Oil Structuring: an Overview and Recent Updates. *Food and Function*, 7(1), 20-29.
- Paul, S. D. and Jeanne, M. H. (1981). Chemico-physical Aspects of Chocolate Processing—a Review. *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal*, 14(4), 269-282.
- Pereira, A. P. M. and Sant'Ana, A. S. (2018). Diversity and Fate of Spore Forming Bacteria in Cocoa Powder, Milk Powder, Starch and Sugar During Processing: A Review. *Trends in Food Science and Technology*, 76, 101-118.
- Pereira, E. M., da Costa, F. B., dos Santos Formiga, A., Sales, G. N. B., de Albuquerque, J. R. T., da Rocha, T. C. and de Souza, P. A. (2018). Physiology and Postharvest Quality of Palm Sprouts (*Opuntia ficus-indica*) Harvested at Different Times. *Journal of Experimental Agriculture International*, 1-8.
- Pinto, T. C., Martins, A. J., Pastrana, L., Pereira, M. C., and Cerqueira, M. A. (2021). Hydrogel-oleogel-based Systems for the Delivery of Bioactive Compounds in Foods. *Gels*, 7(3), 86.
- Pomeranz, Y. (1987). Modern Cereal Science and Technology. VCH. Prasad, P. V., Subhaktha, P. K., Narayana, A., and Rao, M. M. (2006). Medico-historical study of "aśvattha" (sacred fig tree). *Bulletin of the Indian Institute of History of Medicine (Hyderabad)*, 36(1), 1-20.
- Puşcaş, A., Mureşan, V., Socaciu, C. and Muste, S. (2020). Hydrogel-oleogels in Food: A Review of Current and Potential Applications. *Foods*, 9(1).

- Qiu, C., Huang, Y., Li, A., Ma, D. and Wang, Y. (2018). Fabrication and Characterization of Hydrogel Oleogel Stabilized by Gelatin Polyphenolpoly Saccharides Nano Complexes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66(50), 13243-13252.
- Rabrenović, B. B., Dimić, E. B., Novaković, M. M., Tešević, V. V and Basić, Z. N. (2014). The Most Important Bioactive Components of Cold Pressed Oil from Different Pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seeds. *LWT-Food Science and Technology*, 55(2), 521-527.
- Rafanan, R. and Rousseau, D. (2019). Dispersed Droplets as Tunable Fillers in Water-in-oil Emulsions Stabilized with Fat Crystals. *Journal of Food Engineering*, 244, 192-201.
- Ramel, P. R. and Marangoni, A. G. (2017). Effect of Oil viscosity on Oil migration in a Two-phase Model System (cream-filled chocolate). *LWT*, 84, 740-745.
- Reid, D and Fennema, O. (2008). In *Food Chemistry*, Ch. 2, 17–82.
- Remig, V., Franklin, B., Margolis, S., Kostas, G., Nece, T. and Street, J. C. (2010). Trans fats in America: a Review of Their Use, Consumption, Health Implications and Regulation. *Journal of the American Dietetic Association*, 110(4), 585-592.
- Rodriguez-Leyva, D., Bassett, C. M., McCullough, R. and Pierce, G. N. (2010). The Cardiovascular Effects of Flaxseed and its Omega-3 Fatty Acid, Alpha-linolenic acid. *Canadian Journal of Cardiology*, 26(9), 489-496.
- Running, C. A., Hayes, J. E and Ziegler, G. R. (2017). Degree of Free Fatty Acid Saturation Influences Chocolate Rejection in Human Assessors. *Chemical Senses*, 42(2), 161-166.
- Ruyter, B., Røjøl, C., Grisdale-Helland, B., Rosenlund, G., Obach, A and Thomassen, M. S. (2003). Influence of Temperature and High Dietary Linoleic Acid Content on Esterification, Elongation and Desaturation of PUFA in Atlantic Salmon Hepatocytes. *Lipids*, 38(8), 833-840.
- Said, A., Nasir, N. A. M., Bakar, C. A. A and Mohamad, W. A. F. W. (2019). Chocolate Spread Emulsion: Effects of Varying Oil Types on Physico-chemical Properties, Sensory Qualities and Storage Stability. *Journal of Agrobiotechnology*, 10(2), 32-42.
- Saltini, R., Akkerman, R. and Frosch, S. (2013). Optimizing Chocolate Production Through Traceability: A Review of The Influence of Farming Practices on Cocoa Bean Quality. *Food Control*, 29(1), 167-187.
- Samsudin, S. Y. (2004). Low-fat Chocolate Spread Based on Palm Oil. *Palm Oil Developments*, 45, 27-30.
- Samui, T., Goldenisky, D., Rosen-Kligvasser, J. and Davidovich-Pinhas, M. (2021). The Development and Characterization of Novel in-situ Bigel Formulation. *Food Hydrocolloids*, 113, 106416.

- Sari, N., Tan, A., Yanmaz, R., Yetisir, H., Balkaya, A., Solmaz, I. and Pitrat, M. (2008). General status of cucurbit genetic resources in Turkey. *Sari*.
- Satapathy, S., Singh, V. K., Sagiri, S. S., Agarwal, T., Banerjee, I., Bhattacharya, M. K., ... and Pal, K. (2015). Development and Characterization of Gelatin-based Hydrogels, Emulsion Hydrogels and Bigels: A Comparative Study. *Journal of Applied Polymer Science*, 132(8).
- Satil, F., Azcan, N and Baser, K. H. C. (2003). Fatty Acid Composition of Pistachio Nuts in Turkey. *Chemistry of Natural Compounds*, 39(4), 322-324.
- Sawalha, H., den Adel, R., Venema, P., Bot, A., Flöter, E and van der Linden, E. (2012). Organogel-emulsions with Mixtures of β -sitosterol and γ -oryzanol: Influence of Water Activity and Type of Oil Phase on Gelling Capability. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(13), 3462-3470.
- Sawangkeaw, R., Teeravitud, S., Bunyakiat, K. and Ngamprasertsith, S. (2011). Biofuel Production from Palm Oil with Super Critical Alcohols: Effects of the Alcohol to Oil Molar Ratios on the Biofuel Chemical Composition and Properties. *Bioresource Technology*, 102(22), 10704-10710.
- Say, D. and Güzeler, N. (2008). Taze Kaşar Peynirlerinin Randıman, Bileşim ve Duyusal Özellikleri Üzerine Haşlama Suyunun Tuz Konsantrasyonunun Etkisi. *Çukurova Ün Fen Bil Ens*, 19, 30-41.
- Schantz, B and Linke, L. (2001). Der Einfluss von Emulgatoren auf das Kristallisationsverhalten. *Zucker-und Süßwarenwirtschaft*, 54, 20-22.
- Schuck, P. (2011). *Milk Powder: Types and Manufacture. Encyclopedia of Dairy Sciences* (2. Edition), Edited by Fuquay, J.W., Fox, P.F., McSweeney, P.L.H. London, UK: Elsevier Academic Press.
- Sébédio, J. L., Grandgirard, A and Prevost, J. (1988). Linoleic Acid Isomers in Heat Treated Sunflower Oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 65(3), 362-366.
- Seferoglu, S., Seferoglu, H. G., Tekintas, F. E and Balta, F. (2006). Biochemical Composition Influenced by Different Locations in Uzun pistachio cv. (*Pistacia vera* L.) grown in Turkey. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(5), 461-465.
- Shadwell, N., Villalobos, F., Kern, M and Hong, M. Y. (2013). Blooming Reduces the Antioxidant Capacity of Dark Chocolate in Rats without Lowering its Capacity to Improve Lipid Profiles. *Nutrition Research*, 33(5), 414-421.
- Shafi, F., Reshi, M., Bashir, A and Bashir, I. (2018). Chocolate Processing. *International Journal of Advanced Biological Research*, 8(3), 408-419.
- Shakeel, A., Farooq, U., Iqbal, T., Yasin, S., Lupi, F. R. and Gabriele, D. (2019). Key Characteristics and Modelling of Bigels Systems: A review. *Materials Science and Engineering*, C, 97, 932-953.

- Shakeel, A., Lupi, F. R., Gabriele, D., Baldino, N. and De Cindio, B. (2018). Bigels: A Unique Class of Materials for Drug Delivery Applications. *Soft Materials*, 16(2), 77-93.
- Shakerardekani, A., Karim, R., Ghazali, H. M. and Chin, N. L. (2013). Textural, Rheological and Sensory Properties and Oxidative Stability of Nut Spreads—a Review. *International Journal of Molecular Sciences*, 14(2), 4223-4241.
- Shamsudin, S. Y. (2004). Trans-freepalm-based Chocolate Spread.
- Shao, P., Sun, P. and Ying, Y. (2008). Response Surface Optimization of Wheat Germ Oil Yield by Supercritical Carbon Dioxide Extraction. *Food and Bioproducts Processing*, 86(3), 227-231.
- Sharmila, A., Alimon, AR, Azhar, K., Noor, HM ve Samsudin, AA (2014). Kümes Hayvanları Yemi Olarak Palm Kernel Cake'in (PKC) Besin Değerlerinin İyileştirilmesi: Bir İnceleme. *Malezya Hayvan Bilimleri Dergisi*, 17 (1), 1-18.
- Shiehazadeh, R. (2019). *Keçiboynuzu Tozu Tereyağı ve Zeytinyağı Kullanımının Sürülebilir Çikolatada Fiziksel Kimyasal ve Reolojik Özellikler Üzerine Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum.
- Silva, S. A. D., Sampaio, G. R. and Torres, E. A. F. D. S. (2020). Phytosterols Content in Vegetable Oils of Brazil: Coconut, Safflower, Linseed and Evening Primrose. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 63.
- Silva, S. M., Sampaio, K. A., Ceriani, R., Verhe, R., Stevens, C., De Greyt, W. and Meirelles, A. J. (2014). Effect of Type of Bleaching Earth on the Final Color of Refined Palm Oil. *LWT-Food Science and Technology*, 59(2), 1258-1264.
- Singh, K. K., Mridula, D., Rehal, J and Barnwal, P. (2011). Flaxseed: a Potential Source of Food, Feed and Fiber. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51(3), 210-222.
- Singh, R. P. and Banerjee, N. (2018). Exploring the Influence of Celebrity Credibility on Brand Attitude, Advertisement Attitude and Purchase Intention. *Global Business Review*, 19(6), 1622-1639.
- Singh, V. K., Anis, A., Banerjee, I., Pramanik, K., Bhattacharya, M. K. and Pal, K. (2014). Preparation and Characterization of Novel Carbopol based Bigels for Topical Delivery of Metronidazole for the Treatment of Bacterial Vaginosis. *Materials Science and Engineering*, C, 44, 151-158.
- Slavin, J. (2006). Figs: Past. Present and Future. *Nutr. Today* 4: 180-4.
- Stevenson, D. G., Eller, F. J., Wang, L., Jane, J. L., Wang, T. and Inglett, G. E. (2007). Oil and Tocopherol Content and Composition of Pumpkin Seed Oil in 12 Cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(10), 4005-4013.

- Stévigny, C., Rolle, L., Valentini, N and Zeppa, G. (2007). Optimization of Extraction of Phenolic Content from Hazelnut Shell using Response Surface Methodology. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(15), 2817-2822.
- Stortz, T. A., Zetzel, A. K., Barbut, S., Cattaruzza, A and Marangoni, A. G. (2012). Edible Hydrogel-oleogels in Food Products to Help Maximize Health Benefits and Improve Nutritional Profiles. *Lipid Technol.*, 24 (7): 151-154.
- Sun, P., Xia, B., Ni, Z. J., Wang, Y., Elam, E., Thakur, K. and Wei, Z. J. (2021). Characterization of Functional Chocolate Formulated using Hydrogel-oleogels Derived from β -sitosterol with γ -oryzanol/lecithin/stearic acid. *Food Chemistry*, 360, 130017.
- Sutapa, M and Analava, M. (2009). Health Effects of Palm Oil. *Journal of Human Ecology*, 26(3), 197-203.
- Syed, A. (2016). Oxidative Stability and Shelf Life of Vegetable Oils. In *Oxidative Stability and Shelf Life of Foods Containing Oils and Fats* (pp. 187-207). AOCS Press.
- Tadmor, Y., Paris, H. S., Meir, A., Schaffer, A. A and Lewinsohn, E. (2005). Dual Role of the Pigmentation Gene B in Affecting Carotenoid and Vitamin E Content in Squash (*Cucurbita pepo*) Mesocarp. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(25), 9759-9763.
- Taylor, S. L., Eller, F. J., Jackson, M. A and Stevenson, D. G. (2006). Pressurized Fluid Extraction of Pumpkin Seed and Pumpkin Seed Pressed Cake. In *New Crops and Processing Technology, Pittsburgh Conference* (pp. 1220-1225).
- Temkov, M and Mureşan, V. (2021). Tailoring the Structure of Lipids, Hydrogel-oleogels and Fat Replacers by Different Approaches for Solving the Trans-fat Issue—A Review. *Foods*, 10(6), 1376.
- Thoe, J. M. L., Surugau, N and Chong, H. L. H. (2019). Application of Oil Palm Empty Fruit Bunch as Adsorbent: A review. *Transactions on Science and Technology*, 6(1), 9-26.
- Tirgarian, B., Yadegari, H., Bagheri, A., Neshagaran, E., Mardani, M and Farmani, J. (2023). Reduced-fat Chocolate Spreads Developed by Water-in-hydrogel-oleogel Emulsions. *Journal of Food Engineering*, 337, 111233.
- Tokuşoğlu, Ö., 2007. *Yeşil Altın: Antepfıstığı: Teknolojisi, Kimyası ve Kalite Kontrolü*, Sönmez Ofset Matbaacılık, Nisan, 1. Baskı, Syf 86.
- Tres, A., Ruiz-Samblas, C., Van Der Veer, G and Van Ruth, S. M. (2013). Geographical Provenance of Palm Oil by Fatty Acid and Volatile Compound Fingerprinting Techniques. *Food Chemistry*, 137(1-4), 142-150.
- Tsai, Y. S., Tong, Y. C., Cheng, J. T., Lee, C. H., Yang, F. S and Lee, H. Y. (2006). Pumpkin Seed Oil and Phytosterol-F can Block Testosterone/prazosin-induced Prostate Growth in Rats. *Urologia Internationalis*, 77(3), 269-274.

- Umerie, S. C., Ogbuagu, A. S and Ogbuagu, J. O. (2004). Stabilization of Palm Oils by using *Ficus Exasperata* Leaves in Local Processing Methods. *Bioresource Technology*, 94(3), 307-310.
- Vaisey-Genser, M and Morris, D. H. (2003). Introduction: History of The Cultivation and Uses of Flaxseed. In *Flax* (pp. 13-33). CRC Press.
- Van Kleef, E., Kavvouris, C and van Trijp, H. C. (2014). The Unit Size Effect of Indulgent Food: How Eating Smaller Sized Items Signals Impulsivity and Makes Consumers Eat Less. *Psychology and Health*, 29(9), 1081-1103.
- Van Nieuwenhuyzen, W and Szuhaj, B. F. (1998). Effects of Lecithins and Proteins on the Stability of Emulsions. *Lipid/Fett*, 100(7), 282-291.
- Varrato, F., Di Michele, L., Belushkin, M., Dorsaz, N., Nathan, S. H., Eiser, E and Foffi, G. (2012). Arrested Demixing Opens Route to Bigels. *National Academy of Sciences*, 109(47), 19155-19160.
- Veberic, R., Jakopic, J and Stampar, F. (2008). Internal Fruit Quality of Figs (*Ficus carica* L.) in the Northern Mediterranean Region. *Italian Journal of Food Science*, 20(2), 255-262.
- Veronezi, C. M and Jorge, N. (2012). Bioactive Compounds in Lipid Fractions of Pumpkin (*Cucurbitas*) Seeds for use in Food. *Journal of Food Science*, 77(6), C653-C657.
- Vinson, J. A. (1999). The Functional Food Properties of Figs. *Cereal Foods World*, 44(2), 82-87.
- Vinson, J. A., Zubik, L., Bose, P., Samman, N and Proch, J. (2005). Dried fruits: Excellent in Vitro and in Vivo antioxidants. *Journal of the American College of Nutrition*, 24(1), 44-50.
- Voon, P. T., Ng, T. K. W., Lee, V. K. M and Nesaretnam, K. (2011). Diets High in Palmitic Acid (16: 0), Lauric and Myristic Acids (12: 0+ 14: 0), or Oleic Acid (18: 1) Do Not Alter Postprandial or Fasting Plasma Homocysteine and Inflammatory Markers in Healthy Malaysian Adults. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 94(6), 1451-1457.
- Wagner, K. H., Auer, E and Elmadfa, I. (2000). Content of Trans Fatty Acids in Margarines, Plant Oils, Fried Products and Chocolate Spreads in Austria. *European Food Research and Technology*, 210(4), 237-241.
- Walter, P. and Cornillon, P. (2001). Influence of Thermal Conditions and Presence of Additives on Fat Bloom in Chocolate. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 78(9), 927-932.
- West, R and Rousseau, D. (2017). Modelling Sugar, Processing and Storage Effects on Palm Oil Crystallization and Rheology. *LWT-Food Science and Technology*, 83, 201-212.

- Wilkinson, C., Dijksterhuis, G. B and Minekus, M. (2000). From Food Structure to Texture. *Trends in Food Science and Technology*, 11(12), 442-450.
- Wood, G. (1985). From Harvest to Store. In G. Wood and R. Lass (Eds.), *Cocoa* (pp. 444–504). New York: Longman Scientific and Technical.
- World Health Organization. (2003). *Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases: Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation* (Vol. 916). World Health Organization.
- Yacob, S., Hassan, M. A., Shirai, Y., Wakisaka, M and Subash, S. (2005). Baseline Study of Methane Emission from Open Digesting Tanks of Palm Oil Mill Effluent Treatment. *Chemosphere*, 59(11), 1575-1581.
- Yadav, M., Jain, S., Tomar, R., Prasad, G. B. K. S and Yadav, H. (2010). Medicinal and Biological Potential of Pumpkin: an Updated Review. *Nutrition Research Reviews*, 23(2), 184-190.
- Yang, S., Yang, G., Chen, X., Chen, J and Liu, W. (2020). Interaction of Monopalmitate and Carnuba Wax on the Properties and Crystallization Behavior of Soybean Hydrojel-oleogel. *Grain and Oil Science and Technology*, 3(2), 49-56.
- Yang, S., Zhu, M., Wang, N., Cui, X., Xu, Q., Saleh, A. S. and Xiao, Z. (2018). Influence of Oil Type on Characteristics of β -sitosterol and Stearic Acid Based Hydrojel-oleogel. *Food Biophysics*, 13(4), 362-373.
- Yanmaz, R. ve Düzeltir, B. (2003). Çekirdek Kabağı Yetiştiriciliği. *Ekin Dergisi*, 7(6), 22-24.
- Yıldırım, M. (2017). *Farklı Formülasyonlarda Üretilen Sürülebilir Çikolataların Depolanmasıyla Meydana Gelen Değişikliklerin Araştırılması*, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yıldız, M., Gürcan, Ş. T and Özdemir, M. (1998). Oil composition of pistachionuts (*Pistacia vera* L.) from Turkey. *Lipid/Fett*, 100(3), 84-86.
- Yılmaz, E. ve Ögütçü, M. (2015). Sürülebilir Yağ ve Tereyağı Alternatifleri Olarak Hidrojelleojeller: Duyusal Tanım ve Tüketici Algısı. *Rsc Gelişmeleri*, 5 (62), 50259-50267.
- Yoshida, Y. and Niki, E. (2003). Antioxidant Effects of Phytosterol and its Components. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, 49(4), 277-280.
- Younis, Y. M. H., Ghirmay, S and Al-Shihry, S. S. (2000). African Cucurbitapepo L.: Properties of Seed and Variability in Fatty Acid Composition of Seed oil. *Phytochemistry*, 54(1), 71-75.
- Yücel Şengün, İ., Yücel, E., Kılıç, G. ve Öztürk, B. (2021). Kabak ve Kayısı Çekirdeği Yağlarının Yağ Asidi Kompozisyonu, Biyoaktif Özelliklerinin Belirlenmesi. *Gıda*, 46(3), 608-620.

- Zamora, R. and Hidalgo, F. J. (2004). FattyAcids. In L. M. L. Nollet (Eds.), *Handbook of Food Analysis*, (p. 230). CRC Press.
- Zhang, Y., Wang, Y., Zhang, R., Yu, J., Gao, Y and Mao, L. (2022). Tuning the Rheological and Tribological Properties to Simulate Oral Processing of NovelHigh Internal Phase Hydrojel-oleogel-in-water Emulsions. *Food Hydrocolloids*, 131, 107757.
- Zheng, H., Mao, L., Cui, M., Liu, J and Gao, Y. (2020). Development of Food-grade Bigels based on κ -carrageenan Hydrogel and Monoglyceride Hydrojel-oleogels as Carriers for β -carotene: Roles of Hydrojel-oleogel Fraction. *Food Hydrocolloids*, 105, 105855.



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı-Soyadı : Tuğçe YILDIRIM

Eğitim Derecesi

Lisans : Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, GıdaMühendisliği Bölümü (2014-2018).

Bilimsel Faaliyetler (Yayınlar, Bildiriler, Katıldığı Projeler)

Uluslararası İndeksli Dergi

- 1- Oba, S., Yildirim, T. and Karataş, Ş. M. (2022). ProbioticsSafetyAspect of FunctionalFoods. *Journal of Culinary Science and Technology*, 1-30.

Ulusal İndeksli Dergi

- 2- Şirin, O. B. A. and Yıldırım, T. Food biotechnology and foodsafety. *International Journal of ScienceLetters*, 3(1), 52-64.

Uluslararası Kongre

- 1- Oba-İlter Ş., Yıldırım T. (2022). **Farklı yağ tipinin hidrojel-oleojel özellikleri üzerine etkisinin değerlendirmesi.** 7thinternational Erciyes Conference on ScientificResearchHeld on March 9-10,2022 / Kayseri, Türkiye.
- 2- Oba-İlter Ş., Yıldırım T. (2022). **Palm yağı ikamesiyle buğday yağı esaslı hidrojel-oleojeller ile sürülebilir çikolata üzerine yapısal çalışmalar.** InternationalEuropeanConferenceonInterdisciplinaryScientificResearchJanu ary 28-29, 2022 Valencia, Spain.

Proje

- 1- Oba-İlter Ş., Yıldırım T. (2021). **Hidrojel-oleojelasyon teknolojisiyle probiyotik sürülebilir çikolatanın geliştirilmesi.** Amasya Üniversitesi FMB-BAP 21-0508 no'lu proje.