

**T.C.  
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ**

**MALATYA KAYISI GAMININ FİZİKOKİMYASAL VE YÜZEY AKTİF  
MADDE ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Maide KOŞAR**

**Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Sibel ULUATA**

**AĞUSTOS 2023**

**T.C.  
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ**

**MALATYA KAYISI GAMININ FİZİKOKİMYASAL VE YÜZEY AKTİF  
MADDE ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Maide KOŞAR  
36203220001**

**Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Sibel ULUATA**

**AĞUSTOS 2023**

## TEŞEKKÜR VE ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasının her aşamasında yardım, öneri, bilgi, tecrübe ve desteklerini esirgmeden beni her konuda yönlendiren danışman hocam Sayın Prof. Dr. Sibel ULUATA' ya

Lisans eğitimimden bu yana desteklerini, bilgilerini ve görüşlerini esirgemeyen ve her türlü imkânlardan yararlanmamı sağlayan başta Sayın Prof. Dr. Gökhan DURMAZ' a, bütün gıda mühendisliği bölümü hocalarıma ve jüri üyelerim Dr. Öğr. Üyesi Tuğça BİLENLER KOÇ ve Doç. Dr. Aysun YÜCETEPE' ye

Öncelikli Alan Projeleri kapsamında FOA-2021-2619 numarasıyla bu tezin uygulama aşamasında vermiş oldukları maddi ve manevi destekten dolayı İnönü Üniversitesi BAP birimine,

Laboratuvarda yaptığım çalışmalar boyunca desteklerini, tecrübelerini ve yardımlarını esirgemeyen sevgili çalışma arkadaşlarıma,

Tüm hayatım boyunca olduğu gibi bu çalışmalarım süresince bana her türlü desteklerini gösteren, varlıklarını her an yanımda hissettiğim çok kıymetli annem Mesadet KOŞAR, sevgili babam Ergün KOŞAR, değerli ablam Nezihe KOŞAR, canım kardeşim Melike KOŞAR' a ve yanımda olan tüm aileme,

İçtenlikle teşekkür ederim.

## ONUR SÖZÜ

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum “Malatya Kayısı Gaminin Fizikokimyasal ve Yüzey Aktif Madde Özelliklerinin Araştırılması” başlıklı bu çalışmanın bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığına ve yararlandığım bütün kaynakların hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Maide KOŞAR



## İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR VE ÖNSÖZ.....	i
ONUR SÖZÜ.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
SEMBOLLER VE KISALTMALAR.....	viii
ÖZET.....	ix
ABSTRACT.....	x
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. LİTERATÜR ÖZETİ.....</b>	<b>3</b>
2.1. Kayısı.....	3
2.2. Ağaç Gamları.....	4
2.3. Kayısı Gamı.....	7
2.4. Polisakkaritler ve Kullanım Alanları.....	10
2.5. Yüzey Aktif Maddeler.....	12
2.6. Emülsiyon ve Stabilite.....	14
<b>3. MATERYAL METOT.....</b>	<b>18</b>
3.1. Materyal.....	18
3.1.1. Kullanılan materyal.....	18
3.1.2. Kullanılan kimyasallar.....	18
3.1.3. Kullanılan cihazlar.....	18
3.2. Yöntem.....	19
3.2.1. Ham kayısı gamı tozu eldesi.....	19
3.2.2. Saflaştırılmış kayısı gamı tozu eldesi.....	19
3.2.3. Fizikokimyasal özellikler.....	22
3.2.3.1. Renk tayini (tozlarda).....	22
3.2.3.2. Köpük oluşturma kapasitesi ve köpük stabilitesi.....	22
3.2.3.3. Yığın ve sıkıştırılmış yığın yoğunluğu, carr indeksi ve hausner oranı.....	22
3.2.3.4. pH.....	23
3.2.3.5. Nem.....	23
3.2.3.6. Kül.....	23
3.2.3.7. Ham protein tayini.....	24
3.2.3.8. Toplam yağ tayini.....	24
3.2.3.9. Toplam karbonhidrat miktarı.....	25
3.2.3.10. Toplam besinsel lif tayini.....	25
3.2.3.11. Toplam fenolik madde miktarı.....	26
3.2.3.12. Toplam antioksidan kapasitesi.....	26
3.2.3.13. Fonksiyonel grup karakterizasyonu (FTIR).....	27
3.2.3.14. Taramalı elektron mikrografları (SEM).....	27
3.2.3.15. Termal analizler (DSC).....	28
3.2.4. Emülsiyon fiziksel özellikleri.....	28
3.2.4.1. Renk ölçümü.....	28

3.2.4.2.	Bulanıklık (Türbidite) ölçümü.....	28
3.2.4.3.	Emülsiyon stabilite indeksi.....	29
3.2.4.4.	Kremalaşma indeksi .....	29
3.2.4.5.	Partikül boyutu ve partikül yükü ölçümleri.....	29
3.2.4.5.1.	Depolama stabilitesi .....	30
3.2.4.5.2.	Termal stabilite .....	30
3.2.4.5.3.	pH stabilitesi.....	30
3.2.4.5.4.	İyonik şiddet stabilitesi.....	30
3.2.4.6.	Oksidatif stabilite testleri.....	30
3.2.4.6.1.	Peroksit sayısı.....	31
3.2.4.6.2.	TBA sayısı.....	31
3.2.5.	İstatistiksel analizler .....	31
<b>4.</b>	<b>BULGULAR.....</b>	<b>32</b>
4.1.	Fizikokimyasal Özellikler.....	32
4.1.1.	Renk tayini (tozlarda) .....	32
4.1.2.	Köpüklenme kapasitesi ve köpük stabilitesi.....	33
4.1.3.	Yığın ve sıkıştırılmış yığın yoğunluğu, carr indeksi ve hausner oranı.....	34
4.1.4.	pH .....	36
4.1.5.	Nem .....	37
4.1.6.	Kül .....	37
4.1.7.	Ham protein tayini .....	38
4.1.8.	Toplam yağ tayini.....	39
4.1.9.	Toplam karbonhidrat miktarı.....	40
4.1.10.	Toplam besinsel lif tayini .....	40
4.1.11.	Toplam fenolik madde miktarı .....	41
4.1.12.	Toplam antioksidan kapasitesi .....	41
4.1.13.	Fonksiyonel grup karakterizasyonu (FTIR) .....	44
4.1.14.	Taramalı elektron mikrografları (SEM) .....	45
4.1.15.	Termal analizler (DSC) .....	46
4.2.	Emülsiyon Fiziksel Özellikleri .....	47
4.2.1.	Renk ölçümü.....	47
4.2.2.	Bulanıklık (türbidite) ölçümü .....	48
4.2.3.	Emülsiyon stabilite indeksi.....	50
4.2.4.	Kremalaşma indeksi .....	51
4.2.5.	Partikül boyutu ve partikül yükü ölçümleri.....	52
4.2.5.1.	Depolama stabilitesi .....	52
4.2.5.2.	Termal stabilite .....	55
4.2.5.3.	pH stabilitesi .....	57
4.2.5.4.	İyonik şiddet stabilitesi.....	60
4.2.6.	Oksidatif stabilite testleri.....	63
<b>5.</b>	<b>SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>65</b>
	<b>KAYNAKÇA.....</b>	<b>67</b>
	<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>77</b>

## ÇİZELGELER DİZİNİ

<b>Çizelge 4.1</b> : Malatya kayısı gamı tozlarına ait renk değerleri. ....	32
<b>Çizelge 4.2</b> : Tozlar için yoğunluk değerleri.....	35
<b>Çizelge 4.3</b> : Hausner oranı değerleri.....	35
<b>Çizelge 4.4</b> : Carr indeksi için akışkanlık özellikleri. ....	35
<b>Çizelge 4.5</b> : CG ve PG gamları için ABTS ve DPPH süpürme deneyi açısından antioksidan aktivitesi. ....	42
<b>Çizelge 4.6</b> : Malatya kayısı gamının ham ve saflaştırılmış tozlarının bazı fizikokimyasal özellikleri. ....	43
<b>Çizelge 4.7</b> : Emülsiyonların renk ölçüm değerleri. ....	48
<b>Çizelge 4.8</b> : Emülsiyonların bulanıklık (türbidite) değerleri. ....	48
<b>Çizelge 4.9</b> : Emülsiyonlara ait emülsiyon stabilite indeks değerleri. ....	50
<b>Çizelge 4.10</b> : Emülsiyonların kremalaşma indeksi.....	51

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 : Ağaçlarda doğal olarak bulunan gamlar. ....	4
Şekil 2.2 : Doğal ağaç gamı. ....	6
Şekil 2.3 : Malatya ilinde bulunan kayısı ağaçlarında doğal olarak oluşan gam. ....	7
Şekil 2.4 : Yüzey aktif maddelerin emülsiyonlardaki davranışı (A; Yağ-su emülsiyonu, B; Su-yağ emülsiyonu). ....	13
Şekil 2.5 : A: su içinde yağ emülsiyonu, B: yağ içinde su emülsiyonu. ....	14
Şekil 2.6 : Çoklu emülsiyonlarının şematik gösterimi (a: su içinde yağ, b: yağ içinde su, c: su içinde yağ çoklu emülsiyonları ve d: yağ içinde su). ....	15
Şekil 2.7 : Emülsiyonlarda görülen instabilite sorunları ....	16
Şekil 3.1 : Malatya kayısı gamı tozlarının hazırlanış şeması. ....	21
Şekil 4.1 : Toz haldeki kayısı gamları. ....	32
Şekil 4.2 : Gam dispersiyonlarında köpük stabilitesini gösteren bar grafiği. ....	34
Şekil 4.3 : Yağ tayini için kurulan Sokselet düzeneği. ....	39
Şekil 4.4 : Malatya kayısı gamlarına ait FTIR spektrumu. ....	44
Şekil 4.5 : Gam tozlarında çekilen SEM görüntüleri. ....	45
Şekil 4.6 : Gamlara ait DSC termogramları. ....	46
Şekil 4.7 : Emülsiyon örnekleri. ....	47
Şekil 4.8 : Emülsiyonların bulanıklık görüntüleri. ....	49
Şekil 4.9 : Emülsiyonlarda ölçülen bulanıklık değerleri. ....	49
Şekil 4.10 : Emülsiyon stabilite indeksi değerlerini veren grafik. ....	50
Şekil 4.11 : Emülsiyonların kremalaşma indeksine ait grafik. ....	52
Şekil 4.12 : Dört haftalık depolama süresinin emülsiyonlardaki ortalama parçacık çapına olan etkisi. ....	53
Şekil 4.13. Dört haftalık depolama süresinin emülsiyonlardaki ortalama parçacık yüküne olan etkisi. ....	53
Şekil 4.14 : Emülsiyonların dört hafta boyunca çekilen görüntüleri. ....	54
Şekil 4.15 : Farklı sıcaklık uygulamalarının AG ve GA kullanılarak oluşturulan emülsiyonlarda ortalama parçacık çapı üzerine olan etkisi. ....	55
Şekil 4.16 : Farklı sıcaklık uygulamalarının AG ve GA kullanılarak oluşturulan emülsiyonlarda ortalama parçacık yükü üzerine olan etkisi. ....	55
Şekil 4.17 : Farklı sıcaklık uygulamaları sonrası 24 saat sonunda AG emülsiyonlarında meydana gelen değişim. ....	56
Şekil 4.18 : Farklı sıcaklık uygulamaları sonrası 24 saat sonunda GA emülsiyonlarında meydana gelen değişim. ....	56
Şekil 4.19 : Farklı pH değerlerinin AG ve GA kullanılarak oluşturulan emülsiyonlarda ortalama parçacık çapı üzerine olan etkisi. ....	58
Şekil 4.20 : Farklı pH değerlerinin AG ve GA kullanılarak oluşturulan emülsiyonlarda ortalama parçacık yükü üzerine olan etkisi. ....	58
Şekil 4.21 : Farklı pH değerlerinde 24 saat sonunda AG emülsiyonlarında meydana gelen değişim. ....	59
Şekil 4.22 : Farklı pH değerlerinde 24 saat sonunda GA emülsiyonlarında meydana gelen değişim. ....	59



<b>Şekil 4.23</b> : NaCl konsantrasyonunun AG ve GA kullanılarak oluşturulan emülsiyonlarda ortalama parçacık çapı üzerine olan etkisi.....	60
<b>Şekil 4.24</b> : NaCl konsantrasyonunun AG ve GA kullanılarak oluşturulan emülsiyonlarda ortalama partikül yükü üzerine olan etkisi. ....	61
<b>Şekil 4.25</b> : Farklı tuz konsantrasyonlarının 24 saat sonunda AG emülsiyonlarında oluşturduğu etki. ....	62
<b>Şekil 4.26</b> : Farklı tuz konsantrasyonlarının 24 saat sonunda GA emülsiyonlarında oluşturduğu etki. ....	62
<b>Şekil 4.27</b> : 37 °C’de emülsiyonların oksidasyonu süresince hidroperoksit değerleri. ....	63
<b>Şekil 4.28</b> : 37 °C’de emülsiyonların oksidasyonu süresince TBARS değerleri. ....	64



## SEMBOLLER VE KISALTMALAR

<b>AG</b>	: Saflaştırılmış kayısı gamı kullanılarak yapılan emülsiyon
<b>BaCl<sub>2</sub></b>	: Baryum klorür
<b>BHT</b>	: Bütillenmiş Hidroksi Tolüen
<b>CG</b>	: Ham Malatya Kayısı Gamı
<b>DSC</b>	: Diferansiyel Taramalı Kalorimetre (Differential Scanning Calorimetry)
<b>ESİ</b>	: Emülsiyon stabilite indeksi
<b>FTIR</b>	: Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi (Fourier Transform Infrared Spectroscopy)
<b>GA</b>	: Gam Arabik
<b>GAE</b>	: Gallik Asit Eşdeğerliği
<b>KBr</b>	: Potasyum Bromür
<b>Kİ</b>	: Kremalaşma indeksi
<b>mM</b>	: Milimolar
<b>nm</b>	: Nanometre
<b>PG</b>	: Saflaştırılmış Malatya Kayısı Gamı
<b>PV</b>	: Peroksit Sayısı
<b>SEM</b>	: Taramalı Elektron Mikroskobu (Scanning Electron Microscope)
<b>TBA</b>	: Tiyobarbitürik asit
<b>TBARS</b>	: Tiyobarbitürik Asit Reaktif Maddeler
<b>TCA</b>	: Trikloroasetik asit
<b>Y/S</b>	: Su içinde yağ
<b>ζ</b>	: Zeta Potansiyeli
<b>µm</b>	: Mikrometre
<b>µM</b>	: Mikromolar

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### MALATYA KAYISI GAMININ FİZİKOKİMYASAL VE YÜZEY AKTİF MADDE ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

MAİDE KOŞAR

İnönü Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

77+X sayfa

2023

Danışman: Prof. Dr. Sibel ULUATA

Gamların fonksiyonel özellikleri nedeni ile gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılması, farklı gam kaynağı araştırmalarını artmıştır. Bu tez çalışmasında, bir alternatif olan Malatya kayısı gamının fizikokimyasal, yüzey aktif madde özellikleri araştırılmıştır. Gamlar, Malatya ilinde bulunan kayısı ağaçlarından toplanmış ve öğütülerek toz haline getirilmiştir. Bu toz kayısı gamı saflaştırılmamış kayısı gamı (CG) olarak adlandırılmıştır. CG' den ekstraksiyon işlemi ile polisakkarit kısımlar (PG) ayrılmıştır. Fizikokimyasal özelliklerin belirlenmesinde hem CG hem de PG analizlenirken, emülsiyon çalışmalarında sadece PG kullanılmıştır. Gamların nem, kül, protein gibi fizikokimyasal özellikleri araştırılmıştır. Yüzey aktif madde özelliklerinin araştırılması için emülsifiyer olarak kullanılarak fiziksel ve oksidatif stabiliteyi incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre CG %68,20 karbonhidrat, %2,23 protein, %12,37 nem ve %4,37 kül içerirken, PG %78,38 karbonhidrat, %2,37 protein, %8,98 nem ve %3,87 kül içermektedir. Emülsiyon çalışmalarında, PG konsantrasyonunun artması, çevresel etkilere karşı daha iyi dayanıklılık sağlamış ve oksidatif stabiliteyi arttırmıştır. En iyi stabiliteyi ise %5 PG içeren emülsiyon göstermiştir. Sonuç olarak, Malatya kayısı ağaçlarından elde edilen bu gamların, potansiyel bir yüzey aktif madde olarak değerlendirilmesi, bu malzemenin kullanım alanlarının artabileceği ve kayısı yetiştiriciliğiyle ilişkili topluluklar tarafından ticari olarak kullanılmasının teşvik edileceği düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** *Prunus armeniaca*, kayısı, gam, kayısı gamı, emülsiyon

## ABSTRACT

Master Thesis

Investigation of Physicochemical and Surfactant  
Properties of Malatya Apricot Gums

Maide KOŞAR

Inonu University  
Graduate School of Nature and Applied Sciences  
Department of Food Engineering

77+X sayfa

2023

Supervisor: Prof. Sibel ULUATA

The commonly use of gums in the food industry due to their functional properties has increased the search for alternative gum sources. In this thesis, physicochemical and surfactant properties of Malatya apricot gum were investigated. The gums were collected from apricot trees in Malatya province and ground into powder. This powdered apricot gum was named as crude apricot gum (CG). Polysaccharide fractions (PG) were separated from CG powders by extraction process. While both CG and PG were analysed in the determination of physicochemical properties, only PG was used in emulsion studies. Physicochemical properties of the gums such as moisture, ash and protein were investigated. In order to investigate the surfactant properties, they were used as emulsifiers and their physical and oxidative stabilities were analysed. The results showed that CG contained %68,20 carbohydrate, %2,23 protein, %12,37 moisture and %4,37 ash, while PG contained %78,38 carbohydrate, %2,37 protein, %8,98 moisture and %3,87 ash. In emulsion studies, it was found that as the PG concentration increased, it showed better stability against environmental effects and increased oxidative stability. The emulsion containing %5 PG showed the best stability. As a result, it is thought that the evaluation of these gums obtained from Malatya apricot trees as a potential surfactant may increase the usage areas of this material and encourage its commercial use by communities associated with apricot cultivation.

**Keywords:** *Prunus armeniaca*, apricot, gum, apricot gum, emulsion

## 1. GİRİŞ

Gıda sanayinde sentetik ve doğal emülsiyon yapıcı maddelerin kullanımı geniş yer tutmaktadır. Bu amaçla küçük moleküllü sürfektanlar, proteinler, fosfolipidler ve polisakkaritler kullanılmaktadır. Son yıllarda gıda sanayinde yaygın olarak kullanılan sentetik emülsifiyerlerin yerini doğal olanlar almaktadır. Tüketiciler label-friendly olarak adlandırılan sentetik katkı maddesi içermeyen ürünleri tercih etmektedir (R. Walker ve diğ., 2015). Bu amaçla son yıllarda doğal içerikli emülsifiyerler kullanılarak emülsiyonlar hazırlanmakta ve gıda üretiminde kullanılmaktadır. Gıda endüstrileri içinde yeni ve doğal çevresel biyopolimer gamların geliştirilmesi tüketicilerin gıda ürünlerinde sentetik içermeyen bileşenleri kullanma arzusunun artması nedeniyle de çok önemlidir.

Çalışmanın konusunu oluşturacak olan gamlar, toksik olmama, tahriş etmeme, düşük maliyetle elde edilebilme, sürdürülebilirlik, biyolojik olarak parçalanabilirlik, biyouyumluluk ve çevre dostu olma gibi çok sayıda özelliği sebebiyle sentetik ve yarı-sentetik polimerlere göre daha fazla tercih edilmelerini sağlamaktadır (Bouaziz ve diğ., 2016). Genel olarak ağaçlar meyve veya gövdede bulunan bir hastalıktan (gummosis), gövdedeki bir hasardan veya budamada sonrası mikrobiyal kaynaklı saldırılar sebebiyle ağacı korumaya yönelik olarak bol miktarda gam üretmektedirler. Kayısı gamı ise kayısı ağaçlarının (*Prunus armeniaca*) gövde ve dallarından elde edilen, suda çözünen çok dallanmış bir yapıda olan anyonik heteropolisakkarittir ve son zamanlarda diğer gamlara benzemeyen özellikleri ve gıda endüstrisinde kullanılabileceği çeşitli muhtemel uygulamalar nedeniyle birçok araştırmacının ilgi alanına girmiştir.

Gamlar arasında en çok çalışılan Rosaceae türüne ait bitkiler (çekirdekli meyveler, meyveler ve ağaçlar tarafından üretilenler dâhil) şunlardır: kirazlar (*Prunus cerasus L.*), süs Japon kirazları (*Prunus yedoensis*), erikler (*Prunus domestica L.* ), kayısı (*Prunus armeniaca*), Japon kayısı (*Prunus mume Sieb. et Zucc.*), şeftali (*Prunus persica Batsch.*) ve badem (*Prunus amygdalus Batsch.*). Toplanan bu gamlar onlarca yıldır çeşitli alanlarda kullanılmaktadır ve benzer özelliklere sahip alternatif zamkların ortaya çıkmasına rağmen önemlerini korumuşlardır (Bouaziz ve diğ., 2016).

Gamların farklı özelliklerini analiz etmek için birçok çalışma yapılmış olmasına rağmen diğer gamlarla karşılaştırıldığında, Malatya iline ait olan kayısı ağaçlarından elde edilen gamların fizikokimyasal, termal ve yüzey aktif madde özellikleri üzerine herhangi bir araştırma yapılmamıştır. Bu özelliklerin belirlenmesi, gamın performansının tanınmasına yardımcı olabilir ve diğer hidrokolloidlerle karşılaştırılması için bir temel oluşturabilir. Ayrıca, bu özelliklerin bilinmesi gıda, ilaç, kozmetik ve kimyasal ürünlerin üretimi, ambalajlanması ve geliştirilmesi için uygulama potansiyeli belirlenebilir.

Bu tez çalışmasında Malatya’da yetişen kayısı ağaçlarından elde edilen kayısı gamının fizikokimyasal özellikleri incelenecek ve yüzey aktif madde özellikleri araştırılarak emülsiyon sistemlerinde kullanım potansiyelleri araştırılacaktır.



## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

### 2.1. Kayısı

Kayısı, *Prunus armeniaca L.* cinsinden sert çekirdeğe sahip bir meyvedir. Kayısının kuzey ve kuzeydoğu Çin dağlarında ortaya çıktığı ve Orta Asya'da yabani formlarının hala var olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte kayısı dünyanın pek çok yerinde yetiştirilmektedir. Kayısılar, A, C vitamini ve potasyum bakımından zengindir ve bağışıklık sistemini güçlendirmeye, kalp sağlığını iyileştirmeye ve cilt sağlığını korumaya yardımcı olabilirler. Kayısı ağaçları, sıcak ve kurak iklimleri tercih eder ve en iyi Akdeniz ikliminde yetişir (Asma, 2015).

Türkiye, kayısı üretiminde dünya liderlerinden biridir ve önemli bir ihracat ürünüdür. Malatya ili, Türkiye'de kayısı üretiminin en yoğun olduğu yerdir ve dünya kuru kayısı ihracatının yaklaşık %85'ini karşılamaktadır. Bu, Malatya'nın kayısı üretiminde ne kadar önemli bir yere sahip olduğunu göstermektedir (Öztürk ve diğ., 2017).

Ülkemizde kayısı ağaç sayısı ve üretimi son yıllarda incelendiğinde, bazı yıllarda dalgalanmalar görülmektedir. Bu dalgalanmaların nedeni, iklim koşullarının olumsuz etkileridir. Ancak, genel olarak kayısı ağaç sayısı ve üretimi ülkemizde sürekli artmaktadır. Bu da kayısının ülkemiz için ne kadar önemli bir ürün olduğunu göstermektedir. (Durgaç, 2001). Kayısı ağaçları, Karadeniz Bölgesinin çok nemli bölgeleri ve Doğu Anadolu Bölgesinin kışların sert geçtiği dağlık alanları dışında ülkemizde hemen hemen her bölgede yetiştirilmektedir. Ülkemiz, dünya yaş ve kuru kayısı üretiminde lider konumdadır. Bu da kayısının ülkemiz için ne kadar değerli bir ürün olduğunu göstermektedir (Anonim, 2017).

Kayısı meyvesi, diyet lifi, organik asitler, C vitamini, karoten ve eser elementler dahil olmak üzere zengin besin değerine sahiptir. Karbonhidrat açısından zengindir ve birçok antioksidan özelliği olan ikincil metabolitler içerir. En çok bulunan fitokimyasallar polifenoller ve karotenoidlerdir. Ayrıca kayısı, lif, mineral (özellikle potasyum, kalsiyum, demir gibi mineraller) ve tiamin, riboflavin, niasin ve pantotenik asit gibi vitaminler açısından da iyi bir kaynaktır (Fратиanni ve diğ., 2018).

## 2.2. Ağaç Gamları

Gamlar, viskoziteyi geliştirmek, dokuda iyileşme sağlamak, köpükler ve emülsiyonların stabilizasyonunu korumak, film oluşturmak ve daha birçok çeşitte farklı uygulamalar için gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılan en popüler bileşenler arasında bulunan bir polisakkarit grubudur. Şekil 2.1' de grldği gibi ağaçlarda doğal olarak oluşurlar. Bitkisel gamların kullanımındaki artış ise, tüketicilerin son yıllarda daha sağlıklı ve doğal gıdalara olan ilgisinin dışında, uygun fonksiyonel özelliklere sahip ürünlerin talep edilmesiyle yeni gam kaynakları aranmasına yol aması sebebiyle yaygınlaşmıştır. Araştırmacıların çeşitli potansiyel kaynaklarının arasında, türlerinin büyük çeşitliliğinden dolayı bitkiler lemi bu hedefe ulaşmak için en önemli ve yaygın alternatiflerden biri olarak görülmüştür (Balaghi ve diğ., 2010).



**Şekil 2.1 :** Ağaçlarda doğal olarak bulunan gamlar.

Gamlar doğal ve modifiye gam olarak sınıflandırılır. Doğal gamlar arasında deniz yosunu zleri (rn. aljinatlar), bitki eksüdaları (rn. arap ve kitre gamları), tohum veya kökten elde edilen gamlar (rn. patates nişastası) ve mikrobiyal fermentasyonla elde edilen gamlar (rn. ksantan gamları) bulunmaktadır. Modifiye gamlar çoğunlukla selüloz ve selülozun eterleri ve esterleri gibi nişasta türevlerini içerir. Gamların ticari yararlılığı nedeniyle, bu polisakkaritlerin fizikokimyasal karakterizasyonu büyük önem taşımaktadır.

Doğal gamlar veya diğer adlarıyla sakızlar, zamklar, reçineler, büyük moleküller oluşturmak üzere birbirine bağlanmış çok sayıda Şeker biriminden oluşan polisakkaritlerdir. Gamlar, yüksek bitkiler tarafından yaralanma sonrası koruma mekanizmalarının bir sonucu



olarak sıklıkla üretilir. Bileşim olarak heterojendirler. Hidroliz sonrasında arabinoz, galaktoz, glikoz, mannoz, ksiloz veya üronik asitler gibi basit şeker birimleri verirler. Ayrıca polisakkarit gamlar, biyolojik olarak parçalanabilirlikleri ve biyogüvenlikleri nedeniyle yoğun araştırmalara konu olmuştur.

Zamklar tablet formülasyonunda bağlayıcı, çözünürlük artırıcı, matris oluşturucu veya ilaç salım modifiye edici, film kaplama oluşturucu ve parçalayıcı olarak kullanılmaktadır (Bahadur ve diğ., 2017). Bitki kaynaklı polimerler, farmasötik yardımcı maddelerin birçok gereksinimine uygundur. Gamlar genellikle biyolojik olarak parçalanabilir ve biyoyumlu olarak tanımlanır ve toksisiteyi yoktur veya düşüktür (Olubajo ve diğ., 2020). Gamlar doğal ürünler oldukları için yenilenebilir kaynaklardan elde edilirler ve ekstraksiyon ve/veya saflaştırma işlemleri çevre için herhangi bir risk oluşturmaz (Amiri ve diğ., 2021). Gamların fizikokimyasal özelliklerine bağlı olarak yapılarında gösterdiği farklılıklar, sürfektan olarak da adlandırılan yüzey aktif madde özelliklerinde de değişiklik gösterebilir. Bu sebeple farklı türlerde olan ağaçlardan elde edilen gamların alternatif sürfektanlar olarak kullanım amacına uygun özellikte olup olmadığının araştırılması büyük önem teşkil etmektedir.

Rosaceae türünde ait gamlar genellikle yağlarda veya organik çözücülerde çözünmezken, suda çözünürler. Suda çözünürlüklerine bağlı olarak, gamlar çözünür, çözünmez veya kısmen çözünür gamlar olarak sınıflandırılır. Kısmen çözünen gamlar, suda dağılarak başlangıçta şişmiş bir jel oluşturur ve daha sonra daha fazla su eklendiğinde bir çözelti haline gelir. Birçok doğal gamın 'jel' olarak bilinen bu yapılarını üç boyutlu birbirine bağlı moleküler ağlar oluşturur. Jelin gücü, yapısı ve konsantrasyonunun yanı sıra iyonik güç, pH ve sıcaklık gibi faktörlere de bağlıdır. Doğrusal yapıdaki polisakkaritler, karşılaştırılabilir moleküler ağırlığa sahip dallanmış polimerlerden daha fazla hacim kaplar. Ayrıca, aynı konsantrasyonda, karşılaştırılabilir doğrusal polisakkaritler daha yüksek viskozite sergiler. Bu nedenle, heterojen sakız moleküllerinin birbirlerine (ve mevcut diğer büyük moleküllere) dolanmadan serbestçe hareket etmeleri zordur. Doğal sakızlar genellikle şişme özellikleriyle de bilinirler. Bu özellikler, zincirleri ve dalları arasında büyük miktarlarda su hapsolmesinden kaynaklanmaktadır (Rana ve diğ., 2011). Yapılan çalışmalar sonucunda ağaçlardan doğal olarak sızan gamlar (Şekil 2.2), genel olarak polisakkarit bileşenlerden ve daha az miktarda arabinoz, ksiloz, galaktoz, ramnoz, mannoz ve üronik asitten oluşabilir. Gamın kimyasal yapısındaki farklılıklar, içeriğinde bulunan monosakkaritlerin ve glikozidik bağların oranına bağlıdır (Simas ve diğ., 2008).

Bir alışmada *Prunus* türlerinden yaralanma sonucunda veya enfeksiyon yerlerinde bulunan dallarından elde edilen gamlar incelenmiştir ve esas olarak farklı oranlarda arabinoz ve galaktoz içeren polisakkaritlerden oluştuğu saptanmıştır (Malsawmtluangi ve diğ., 2014). *Prunus* türleri içerisinde de en yaygın bulunan yapısal bileşen arabinoz galaktandır ve bu türlerden elde edilen gamlar arabinoz galaktan yerine ikame edilebilirler (Amarioarei ve diğ., 2011).



**şekil 2.2 :** Doğal ağaç gamı.

İran badem ağaçlarından toplanan ve renklerinin farkına göre incelenen gamlar için yürütülen bir çalışmada ise, badem ağaı gam örnekleri öncelikle renklerine göre üç farklı gruba ayrılmış ve bu ayırma sonucunda Zedo olarak adlandırılan badem ağaı gamının genel kalitesini değerlendirmek için iyi bir araç olacağının kanısına varmışlardır. Moleküler ağırlık, dispersite, termal viskozite kararlılığı ve renk ile ilgili olarak, beyaz Zedo rneği gıda formülasyonlarında kullanılmak üzere daha iyi nitelikler göstermiştir. Kırmızı renkli Zedo numunesi ise, viskozite açısından diğer numunelere göre daha verimli bulunmasına rağmen, renginin koyuluğundan kaynaklı olarak uygulama alanı kısıtlı olabileceği sonucuna varılmıştır (Fadavi ve diğ., 2014). Suriye'de *Prunus domestica* olarak adlandırılan eriklerin, yaz mevsiminde ağaçlarından toplanan gamlar, yerli sakız ve şekerleme sektöründe kullanılmaktadır. Ayrıca, Hindistan'da arap zamkı, gatty ve tragacanth gibi diğer gamlarla birlikte kombinasyonlanması, gam olarak kullanabilmek amacıyla gıda sektöründe kendisine uygulanma alanı bulmuştur (Nussinovitch, 2009).

Başka bir çalışmada *Astragalus sarcocolla* bitkisinden elde edilen Enzeroot sakızının (EG) karakterize edilmesi amaçlanmıştır. EG tozunun karbonhidrat (%77.67), üronik asit

(%12.34), nem (%6.43) ve protein (%1.18) içerdiği bulunmuştur. FTIR analizinde EG' nin tipik bir polisakkarit olduğunu doğrulamıştır. EG' nin ana kısmının (%87.49) ortalama molekül ağırlığı jel geçirgenlik kromatografisinden ile elde edilen sonuçlara göre  $2.29 \times 10^5$  g/mol bulunmuştur. EG' nin amorf davranış gösterdiği X-ışını kırınım analizi ve taramalı elektron mikroskopunda yapılan çalışmalar sonucunda doğrulanmıştır. Ayrıca EG, iyi antioksidan ve antimikrobiyal özellikler göstermiştir. Özet olarak, bu çalışmanın sonuçları EG biyopolimerinin emülgatör olarak kullanılabileceğini göstermiştir (Hasheminya ve diğ., 2023).

### 2.3. Kayısı Gamı

*Prunus* cinsinden olan ve Rosaceae familyasına ait kayısı ağaçları (*P. Armeniaca*), Şekil 2.3'de de görüldüğü gibi meyve veya ağaç gövdesindeki bir hastalıktan (gummosis), gövdedeki bir hasardan veya budamadan sonra mikrobiyal kaynaklı saldırılardan sonra ağacı korumaya yönelik bol miktarda gam üretirler (Dakia ve diğ., 2008).



**Şekil 2.3 :** Malatya ilinde bulunan kayısı ağaçlarında doğal olarak oluşan gam.

Kayısı gamının yanıt yüzey metodolojisi (RSM) ve yapay sinir ağı (YSA) kullanılarak ekstraksiyon veriminin maksimize edilmesi ve farmakolojik karakterizasyonunun incelenmesini amaçlayan bir çalışmada ise, optimize edilmiş ekstraksiyon parametreleri (sıcaklık, pH, ekstraksiyon süresi ve sakız/su oranı) altında elde edilen maksimum verim için ekstraksiyon işleminin optimizasyonunda dört faktörlü bir

tasarım uygulanmıştır. Sakızın mikro ve makro-elemental bileşimi lazer kaynaklı parçalanma spektroskopisi (LIBS) kullanılarak belirlenmiştir. Kayısı gamı toksikolojik etki ve farmakolojik özellikler açısından değerlendirilmiştir. RSM ve YSA ile elde edilen maksimum tahmini verim %30.44 ve %30.70 olup, maksimum deneysel verim olan %30.23'e çok yakındır. LIBS spektrumları sonucunda ise kalsiyum, potasyum, magnezyum, sodyum, lityum, karbon, hidrojen, azot ve oksijen varlığı doğrulanmıştır. Akut oral toksisite çalışması, kayısı gamının tavşanlarda 2000 mg/kg vücut ağırlığına kadar toksik olmadığını ve MTT testi ile bazı hücrelere karşı kayısı gamının yüksek sitotoksik etkilerinin olduğunu göstermiştir. Sonuç olarak yapılan çalışmada kayısı gamının sulu çözeltisi, antioksidan, anti bakteriyel özellikler gibi çeşitli farmakolojik aktiviteler göstermiştir (Noureen ve diğ., 2023).

Kayısı gamında yapılan bazı analizler sonucunda su içinde tamamen çözünebilirken etanol, kloroform, benzen ve propanol içinde çözünmediği bildirilmiştir. İncelenen özellikleri arasında sürfektan özellikleri sebebiyle emülgatör olarak bir alternatif kullanımının olduğu bildirilmiştir (Umanskii, 1943).

Başka bir çalışmada ağaçların gövdelerinden elde edilen kayısı gamı, hidrolize edildiğinde arabinoz, galaktoz ve arabinogalaktan yapılarının yer aldığı bulunmuştur. Akış özellikleri incelendiğinde ise kayısı gamı ile hazırlanan çözeltinin Newtonian akış türünde bir akma gösterdiği bildirilmiştir (Djavad, 1980).

İncelenen diğer bir makalede, talk süspansiyonlarında çeşitli sürfektanların etkinliği araştırılmıştır. Kayısı gamı, agar-agar ve jelatinin karşılaştırıldığı çalışmada emülsiyon stabilitesi zaman içinde değerlendirilerek hangi materyalin en dayanıklı süspansiyonu sağladığı belirlenmiştir. Sonuçlar, kayısı gamı ile hazırlanan süspansiyonların agar-agar ile hazırlanandan daha dayanıklı olduğunu göstermiştir. Ancak jelatinle hazırlanan süspansiyonlar kayısı gamı ile hazırlananlardan daha dayanıklı bulunmuştur. Bu bulgular sonucunda jelatinin talk süspansiyonlarında kullanım için en etkili süspansiyon ajanı olabileceğini, kayısı gamının ise agar-agar' a uygun bir alternatif sağlayabileceği bildirilmiştir (Nurmukhamedov, 1956). Yapılan diğer bir çalışmada kayısı ağacı gamının yenilebilir film özellikleri ve gıda kaplaması olarak kullanımı incelenerek, kaplanan çilek ve yenidünya örneklerinin stabilitesini koruduğunu, raf ömrünün arttığını ve mikrobiyal bozulmalarının geciktiği bulunmuştur (Özmert, 2015).

Bir tez araştırmasında, kayısı ağacı gamının yumurta kaplama materyali olarak kullanılması incelenmiştir. Bu çalışmada, yumurtaların kayısı gamı çözeltisi ile kaplanması sonrasında raf ömrü ve hijyen kalitesinin arttığı böylece gıda güvenliği sağlanarak insan sağlığı açısından mikrobiyal risklerin azaltıldığı gözlemlenmiştir. Elde edilen sonuçlarda kayısı ağacı gamının kaplama materyali olarak etkili bir seçenek olabileceğini düşündürmektedir (İstek, 2016).

Kayısı gamı ile ilgili olarak bir araştırma makalesinde ise, İran ağaçlarından Mayıs ayında toplanan kayısı gamı için yapılan analizler sonucu kimyasal bileşiminin incelenmesinde ana bileşenin karbonhidrat olduğu bulunmuştur. GC-MS analizi yapılarak temel içeriğin l-arabinoz, d-galaktoz, ksiloz, mannoz ve ramnozdan sırasıyla: % 41.52, % 23.72, % 17.82, % 14.40 ve %2.54 oranlarında olduğu tespit edilmiştir. Fourier Transform Infrared Spektrofotometre (FTIR) analizlerinin sonucu olarak, karboksil, hidroksil ve metil grupları ve glikozit bağlarının kayısı gamının yapısında var olduğu görülmüştür. Ayrıca kayısı gamının,  $5.69 \times 10^5$  g/mol' lük ortalama moleküler ağırlığına sahip olduğu gözlemlenmiştir. Saflaştırıldıktan sonra ise kayısı gamı örneğinin sıcaklık ve konsantrasyonunun bir fonksiyonu olarak reolojik davranışı araştırılmış ve Newtonian olmayan kesme-incelme davranışına sahip olduğu bulunmuştur. Sonuç olarak, İran kayısı gamının yüksek sakız konsantrasyonunda uygun bir koyulaştırıcı ajan olduğu kanısına varılmıştır (Fathi ve diğ., 2016b).

Kayısı gamının bazı kimyasal özelliklerinin incelendiği bir çalışmada ise, kimyasal bileşim oranlarının şu şekilde olduğunu bulmuşlardır; toplam şeker (% 60), galaktoz (% 43), mannoz (% 4), arabinoz (% 44), ksiloz (% 7) ve ramnoz (% 1). Ayrıca bu tür bir bileşimin, bir ağaçtan diğerine her numunede farklı olabileceği ve sonuçların farklı doku kültürü laboratuvarlarında aynı oranlarda bulunamayacağını açıklamaya çalışmışlardır (Lluveras-Tenorio ve diğ., 2012).

Kayısı gamının kaplama materyali olarak kullanıldığı bir çalışmada, kabak dilimlerinin derin yağda kızartılması sırasında farklı konsantrasyonlarda kayısı gamından yapılan kaplamanın etkisi değerlendirilmiştir. Sonuçlar, kayısı gamı ile yapılan kaplamanın kabak dilimlerinin nem ve yağ içerikleri ile kızartma verimi üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu göstermiştir. Kayısı sakızı ile kaplama, kızartılan kabak dilimlerinde C vitamininin daha fazla korunduğu bulunmuştur (Abdollahi ve diğ., 2023).

Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan kayısı sakızı çözeltilerinin reolojik özelliklerinin incelendiği bir çalışmada, kayma gerilimi ve görünür viskozite değerlerinin konsantrasyon yükseldikçe arttığı gözlemlenmiştir. Ancak çalışma koşullarında sıcaklık yükseldikçe görünür viskozite sonuçlarının düştüğü anlaşılmıştır. Kıvam katsayısı ve akış davranışı indekslerine göre kayısı gamı, kesme inceme davranışını göre psödoplastik bir akış sergilemiştir. Ayrıca çalışmada FTIR spektrumlarına göre kayısı zankı aminoasit ve üronik asit içeren bir polisakkarit olarak bulunmuştur (Karataş ve diğ., 2022).

#### **2.4. Polisakkaritler ve Kullanım Alanları**

Polisakkaritler, son yıllarda biyoyumluluk, biyolojik olarak parçalanabilirlik, yenilenebilir köken ve kolay modifikasyon gibi dikkat çekici özelliklerinden dolayı geniş uygulama alanlarının olması sebebiyle büyük ilgi görmüştür. Yapılan araştırmalarda, polisakkarit nanopartiküllerin geliştirilmesine ve çeşitli alanlarda (örneğin sağlık çalışmalarında veya gıda endüstrisinde) uygulamalarının teşvik edilmesine odaklanılmıştır.

Glikozidik bağlarla birbirine bağlanmış monosakkarit birimlerinin uzun zincirlerinden oluşan polimerik karbonhidrat molekülleri olan polisakkaritler, doğal olarak oluşan polisakkaritler, moleküler ağırlık, monosakkarit bileşimi, bağlanma şekilleri, konfigürasyon ( $\alpha$  veya  $\beta$ ), yüklenme özellikleri, dallanma derecesi vb. açısından farklı yapısal özellikler sergiler. Bu çeşitlendirilmiş yapısal özellikler, polisakkaritlerin çözünürlük ve reolojik özellikler gibi işlevsel özelliklerini belirler ve bu da hem gıda hem de gıda dışı alanlardaki kapsamlı uygulamalarına fayda sağlar. Çoğu polisakkarit işlevini sulu çözeltide yerine getirdiğinden, polisakkaritlerin çözünürlüğünün anlaşılması bu nedenle kritik önem kazanmaktadır (Miller-Chou ve diğ., 2003).

Polisakkaritler genellikle gıda endüstrisinde stabilizatörler ve koyulaştırıcılar olarak kullanılır (Castel ve diğ., 2017; Xu ve diğ., 2017). Polisakkaritler, su içinde yağ emülsiyonlarına eklendiğinde, sulu fazın viskozitesini artırır, yağ damlacıkları arasındaki uzamsal itme kuvvetini ve elektrostatik itmeyi artırır ve emülsiyonun reolojik özelliklerini değiştirir (Hosseini ve diğ., 2015; Vianna-Filho ve diğ., 2013).

Polisakkaritler, yağ-su emülsiyonlarına eklendiğinde, sulu fazın viskozitesini artırır, yağ damlacıkları arasındaki uzamsal itici kuvveti, elektrostatik itme kuvvetini artırır ve böylece emülsiyonun reolojik özelliklerini değiştirir. Polisakkaritlerin gıda emülsiyonlarında kullanım alanları arasında mayonez ve dondurma gibi ürünler yer alır.

Polisakkaritler doğal hallerinde kullanılabilir ancak birçok durumda örneğin çözünürlüğü ve su tutma kapasitesini artırmak için işlevsellikleri kimyasal modifikasyonlarla adapte edilir (Heo ve diğ., 2017). Kimyasal işlevselliği esas olarak polisakkaritlerin omurgası boyunca dağılmış serbest karboksil ve hidroksil grupları kullanılarak elde edilir. Bu reaktif grupların kullanımı, belirlenmiş özelliklere (örneğin hidrofobiklik, çözünürlük) sahip uygun polisakkarit türevlerinin üretilmesine izin vererek, polisakkaritlerin belirli uygulama alanlarında daha fazla kullanılmasını teşvik etmektedir (Heo ve diğ., 2017).

Doğada en yaygın bulunan karbonhidrat formu olan polisakkaritler monosakkarit birimlerini içerirler. Bu birimler, glikozidik bağlarla birbirine bağlanır. Polisakkaritler, bu şeker kalıntılarının birbirine bağlanması veya peptitler, amino asitler ve lipitler gibi diğer yapılarla kovalent bağlar oluşturması temelinde tanımlanabilir. Doğada enerji depolama (örneğin, nişasta ve glikojen) veya mekanik yapı (örneğin, selüloz ve kitin) için kullanılırlar. Polisakkaritler homopolisakkaritlere (monosakkarit tekrar birimine sahip homoglikanlar) ve heteropolisakkaritlere (farklı türde tekrar birimlerine sahip heteroglikanlar veya hemisellülozlar) ayrılabilir. Genel olarak, bu polisakkaritler sadece 1,4- $\beta$ -glikozit bağları içererek doğrusal olabilir (örneğin, selüloz) veya 1,4- $\beta$ -glikozit bağları ile diğer bağlar gibi 1,6- $\alpha$ -glikozit bağlarının bir karışımını içererek dallanmış olabilir (örneğin, glikojen). Polisakkaritler ayrıca belirli bir pozisyondan eksik oksijen içeren şekerleri (deoksi şekerler), amin birimleri içeren şekerleri (amino şekerler) ve sülfat/sülfonat grupları içeren şekerleri de içerebilir. Amin ve sülfat/sülfonat gruplarının varlığı diğer kimyasal modifikasyonlara izin verir (Gomez d'Ayala ve diğ., 2008). OH, COOH ve NH<sub>2</sub> grupları gibi hidrofilik gruplar epitel ve mukoza dokuları ile biyoadheziv bir tabaka oluşturabilir (Liu ve diğ., 2008). Polisakkaritlerin en yaygın bileşeni D-glikozdur. Bununla birlikte, D-fruktoz, D-galaktoz, L-galaktoz, D-mannoz, L-arabinoz ve D-ksiloz da sık görülen bileşenler arasındadır.

Polisakkaritlerde bulunan bazı monosakkarit türevleri arasında amino şekerler (D-glukozamin ve D-galaktozamin) ve bunların türevleri (N-asetilnöraminik asit ve N-asetilmuramik asit) ve basit şeker asitleri (gluküronik ve üronik asitler) bulunur. Polisakkaritler, monosakkarit bileşenlerinin doğasına, zincirlerin uzunluğuna ve bu zincirlerin dallanmasına göre ayırt edilebilir. Glikozidik bağ vericisi ve alıcısı arasındaki anomeric karbon atomu aracılığıyla glikozidik bağlantı, doğrusal veya dallanmış zincirler oluşturur, bu da onları proteinlerden ve peptitlerden ayırır, çünkü ikincisi sadece doğrusal zincirlere sahiptir. Polisakkaritler doğal olarak nişasta gibi depolama özelliklerine veya

fiziksel yapı ve stabilite sağlayan selüloz gibi yapısal özelliklere sahiptir (Gomez d'Ayala ve diğ., 2008).

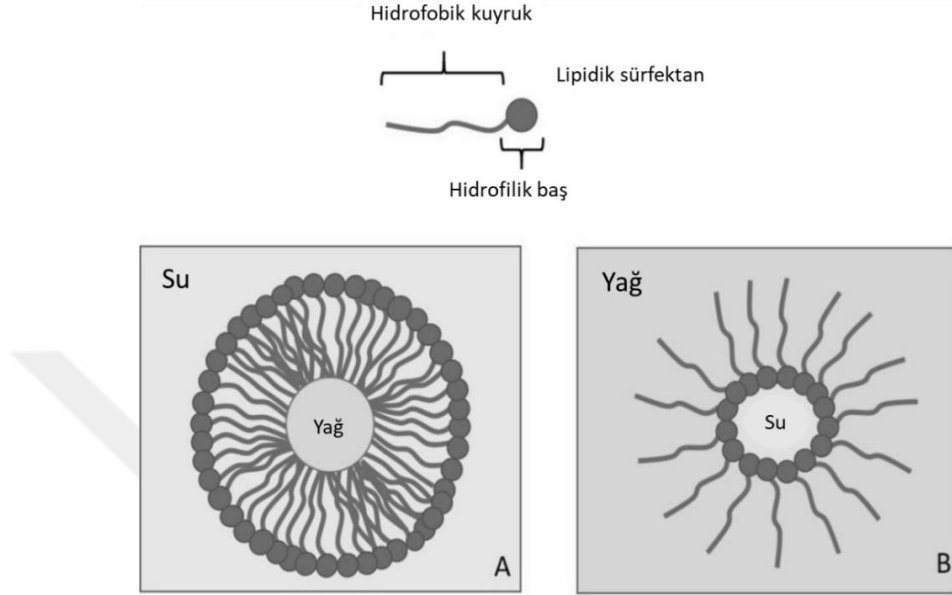
Yaygın olarak kullanılan bir polisakkarit olan gam arabik oldukça dallanmış bir yapıya sahiptir. Nispeten yüksek bir moleküler ağırlığa sahip olmasına rağmen, mükemmel su çözünürlüğü (oda sıcaklığında %30'a kadar) göstermiştir. Düşük kesme hızlarında %30 oranındaki gam arabik çözeltilerinin bile %1 oranında olan ksantan gam ve sodyum karboksil metil selülozdan daha düşük viskoziteye sahip olduğu bildirilmiştir. Gam arabik, proteinin yağ damlacığına bağlı hidrofobik grup olarak işlev gördüğü ve tüm emülsiyon sistemini stabil tuttuğu protein ile kovalent bağı nedeniyle ticari olarak emülgatör olarak kullanılmıştır. Benzer şekilde, ghatti gamı da yüksek oranda dallanmış yapılar içermektedir ve suda mükemmel çözünürlük (%20 oranına kadar) göstermiştir. Günümüzde gam arabik, alkolsüz içecekler için emülgatör/stabilizatör olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Ayrıca sprey kurutma yoluyla aroma kapsülleme içinde tercih edilen yaygın bir gamdır (Bertolini ve diğ., 2001). Arabik gamının mükemmel işlevsel özelliklerine rağmen, yüksek fiyatı ve değişken arzı nedeniyle yerini alabilecek başka doğal emülgatörlerin bulunmasına ihtiyaç vardır.

## **2.5. Yüzey Aktif Maddeler**

Sürfektan olarak da adlandırılan yüzey aktif maddeler kısa tanımıyla bir sıvıdaki yüzey gerilimini önemli ölçüde düşüren yapılardır (Desai ve diğ., 1997). Hidrofilik baş ve hidrofobik kuyruk kısımlardan oluşan yüzey aktif maddelerin molekülleri (Şekil 2.4) (Ahari ve diğ., 2021), su ve havanın birleştiği yerde yoğunlaşırlar. Yüzey aktif maddelerin molekülleri, suya çözüldüğünde hidrofobik kısımları hava kabarcıklarına doğru yönelir ve hava kabarcıklarının etrafını sararlar. Suyun dışında ise, tam tersi bir durum söz konusudur. Saf suyun yüksek yüzey gerilimi nedeniyle, su içindeki hava kabarcıkları yüzeye çıktığında hemen patlarlar. Ancak, yüzey aktif maddelerin varlığı sayesinde hava kabarcıkları daha uzun süre bozulmadan kalabilirler (Ahari ve diğ., 2021). Yüzey aktif maddeler, yüzey gerilimini azaltarak hava kabarcıklarının yüzeye ulaştığında uzun süre bozulmadan kalmasına yardımcı olurlar. Bu, yüzey aktif maddelerin moleküllerinin yüzey gerilimini düşürme özelliğinden kaynaklanmaktadır (Anonim, 2004).



Yüzey aktif maddelerin endüstride kullanılan önemli özellikleri ıslatma, deterjanlaştırma etkisi, yayılma, dağılma, çözündürme, emülsiyon oluşturma ve köpükleşme olarak sıralanabilir. Bu özellikler sayesinde yüzey aktif maddeler, farklı endüstrilerde geniş bir kullanım alanına sahiptir (Ece, 2005).



**Şekil 2.4 :** Yüzey aktif maddelerin emülsiyonlardaki davranışı (A; Yağ-su emülsiyonu, B; Su-yağ emülsiyonu).

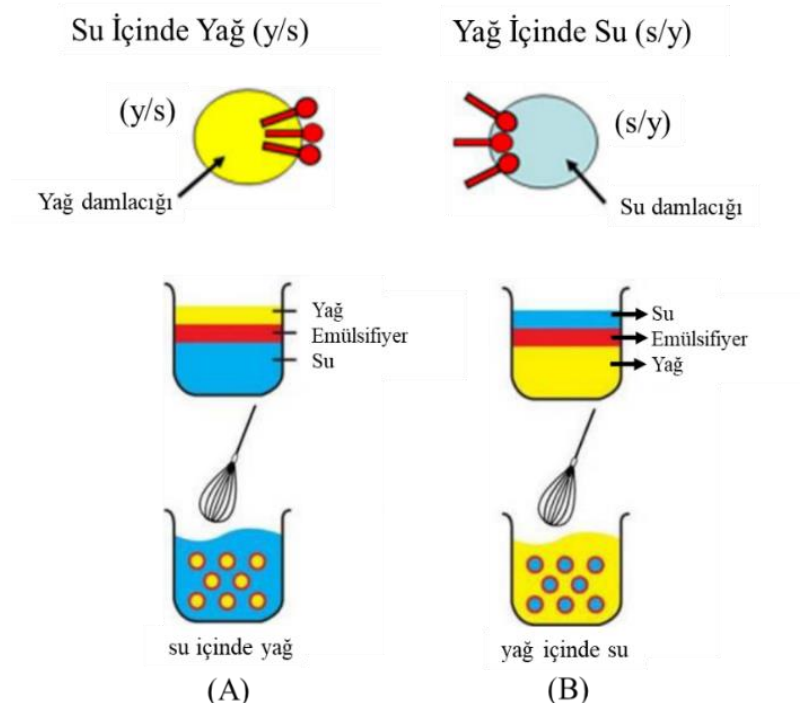
Yüzey aktif maddeler gıda sektöründe meyve ve sebzeleri pestisit artıklarından kurtarmada, koruyucu kaplamada yardımcı madde olarak fırıncılık ürünleri ve dondurmalarda, içeceklerde, şeker kristalizasyonunu düzenlemede kullanılmaktadır. Genel olarak yüzey aktif maddelerin farklı endüstrilerde geniş bir kullanım alanına sahip olabilmesi için ara film oluşturma yeteneğine sahip olmalı, viskoziteyi bulunduğu emülsiyonda arttırmalı, toksik bileşen içermemelidirler.

Yüzey aktif madde olarak en yaygın kullanılan polisakkaritlerden biri olan gam arabik, Afrika'nın Sahelian kuşağında yaygın olarak yetişen Senegal akasyası (*Acacia senegal*) ve daha az oranda Shittah (*Acacia seyal*) ağaçlarının gövde ve dallarından elde edilen bir eksüda gamdır (Draget ve diğ., 2006). *A. senegal*' den elde edilen gamlar birçok araştırmaya konu olmuştur ve esas olarak moleküler boyutları ve protein içerikleri bakımından farklılık gösteren üç bileşenden oluşan karmaşık bir polisakkarit olduğu gösterilmiştir. Bunların genellikle arabinogalaktan-protein (AGP), arabinogalaktan (AG) ve glikoprotein (GP) fraksiyonları olduğu bildirilmiştir Her üç fraksiyon da galaktoz, arabinoz, ramnoz ve glukuronik asitten oluşan dallanmış yan zincirlere sahip bir  $\beta$ -1,3-galaktan çekirdeğinden

oluşan oldukça dallanmış bir karbonhidrat bileşeni içerir (Renard ve diğ., 2006; Sanchez ve diğ., 2008). İçeceklerde, kurutulmuş çorbalarda, kek karışımlarında vb. aromalı yağ emülsiyonlarını stabilize etmek için yaygın olarak kullanılır. Emülsifikasyon özellikleri, karbonhidrat kısımları sulu çözeltiye doğru uzanırken yağ damlacıkları üzerine adsorbe olan proteinli kısımların varlığından kaynaklanır. Adsorbe edilen gam arabik yüzey tabakasında hem elektrostatik hem de sterik itici kuvvetler aracılığıyla damlacık flokülasyonunu ve birleşmesini önleyebilir (Funami ve diğ., 2008). Proteinler de su içinde yağ emülsiyonlarını stabilize etmek için kullanılabilir ancak genellikle gam arabik kadar etkili değildirler ve gam arabik ve diğer polisakkaritler elektrolitlerin varlığında flokülasyona daha duyarlıdır (DJ McClements, 2004).

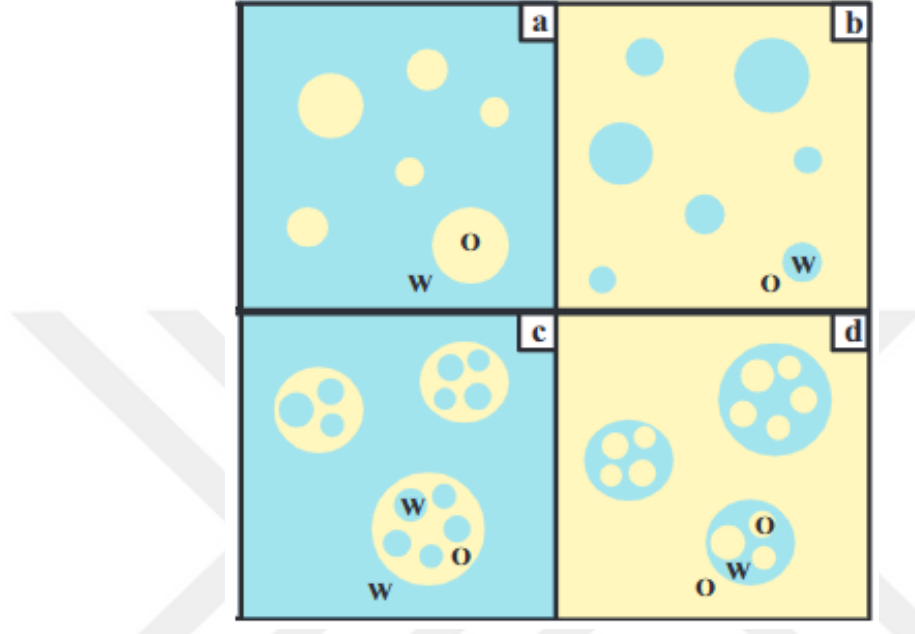
## 2.6. Emülsiyon ve Stabilite

Emülsiyonlar gıda, tarımsal kimyasallar ve tıp gibi çeşitli alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Emülsiyon, birbirine karışmayan iki tür sıvının termodinamik olarak kararsız bir sistemidir. (Tadros, 2013). Emülsiyonlar basit emülsiyonlar ve çoklu emülsiyonlar olarak ki grupta sınıflandırılabilirler. Ayrıca emülsiyonlar, su içinde yağ (O/W) ve yağ içinde su (W/O) emülsiyonları olarak iki ana sınıfa ayrılabilir. Bu sınıflandırma, emülsiyonun hangi sıvının diğerine dağılmış olduğuna göre yapılır. (Şekil 2.5) (Madaan ve diğ., 2014).



Şekil 2.5 : A: su içinde yağ emülsiyonu, B: yağ içinde su emülsiyonu.

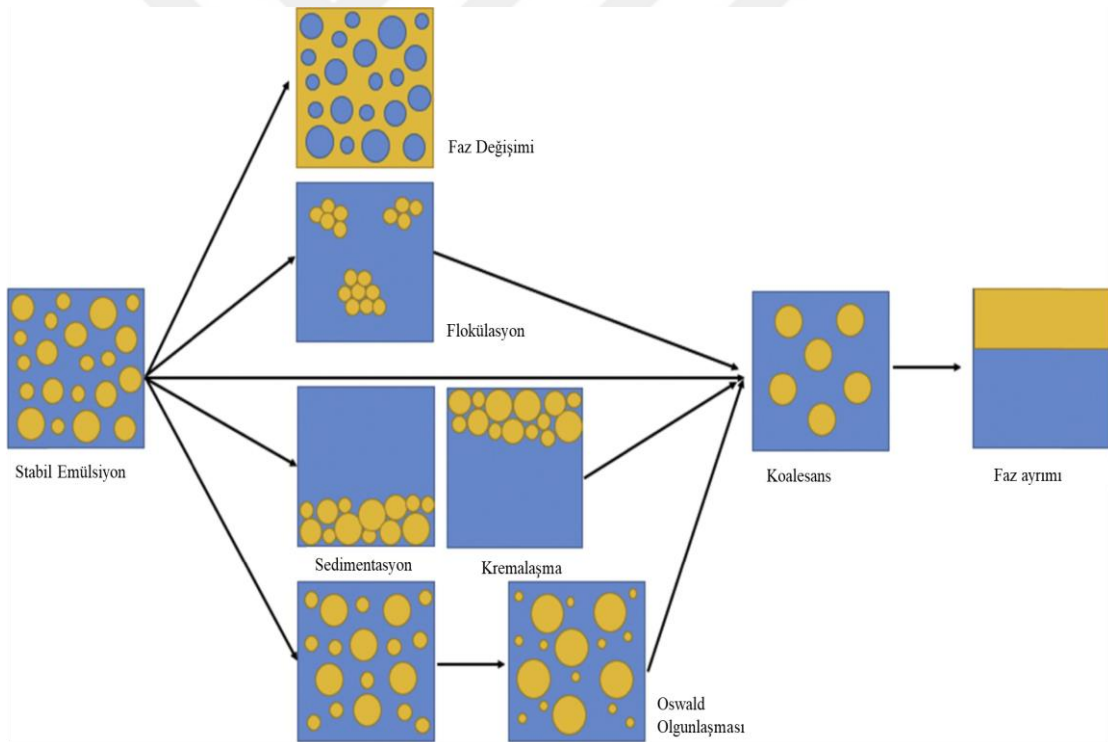
Çoklu olarak da bulunabilen emülsiyonlar daha karmaşık bir sistem oluştururlar. En basit örnek olarak bu emülsiyonlara yağ içinde su (O/W/O) veya su içinde yağ (W/O/W) çift emülsiyonları verilebilir (Şekil 2.6) (Bouyer ve diğ., 2012). Su içinde yağ çift emülsiyonlarında, yağ fazı dağılmış sulu bir faz içinde bulunurken ayrıca yağ kısmının kendisi de harici bir sulu faz içinde dağılmıştır halde yer alır (Grossiord ve diğ., 2001).



**Şekil 2.6 :** Çoklu emülsiyonlarının şematik gösterimi (a: su içinde yağ, b: yağ içinde su, c: su içinde yağ çoklu emülsiyonları ve d: yağ içinde su).

Emülsiyonlar ayrıca damlacık boyutlarına göre üç kategoride sınıflandırılabilir: makroemülsiyonlar, mikroemülsiyonlar ve nanoemülsiyonlar. Makroemülsiyonlar, damlacık boyutları 0,1 ila 100  $\mu\text{m}$  arasında değişen emülsiyon sistemleridir. Bu boyutlar ışığın saçılmasını sağlar ve bu sistemlere beyaz renklerini verir. Mikroemülsiyonlar genellikle hem bir yüzey aktif madde hem de sistemin kendiliğinden oluşumunu indükleyen eş yüzey aktif madde içerir. Nitekim damlacık boyutları 100 Å ila 100 nm arasında değişmektedir. Son kategori olan nanoemülsiyonlar, damlacık boyutları nanometrik ölçekte olan, yani ortalama çapı 20-200 nm olan emülsiyonları ifade etmektedir (Bouyer ve diğ., 2012). Bu damlacıkların görünür spektrumun optik dalga boylarına göre nispeten küçük boyutları, birçok nanoemülsiyonun büyük damlacık hacmi fraksiyonunda ve büyük kırılma indisi kontrastında bile optik olarak şeffaf görüldüğü anlamına gelmektedir (Mason ve diğ., 2006) Bununla birlikte, damlacık çapı 80 nm' ye yaklaştığında nanoemülsiyonlar hafif bulanık olma eğilimindedir (D. J. McClements, 2011).

Emülsiyonlar, termodinamik özellikleri açısından dayanıksızdır ve zamanla ayrışma eğilimindedirler. Bu nedenle, fiziksel anlamda dayanıklı bir emülsiyonun istenilen raf ömrü süresince stabil kalması gerekir. Emülsiyon stabilitesi, emülsiyon sistemindeki özelliklerinin belirli bir zaman içindeki değişimlere olan direnci olarak tanımlanabilir. Stabilité gıda emülsiyonlarında kullanıldığında raf ömrü ve işleme özelliklerini belirleyen önemli bir faktördür (D. J. McClements, 2011). Emülsiyonların stabilitesini etkileyen faktörlerin başında emülgatörü doğru seçmek gelmektedir. Emülgatör seçiminde dikkat edilmesi gereken bazı faktörler vardır. Bunlar emülgatörün istenilen özelliklerde olması, emülsiyonun raf ömrü, emülsiyonun tipi ve emülgatörün maliyeti olarak bilinmektedir (D. J. McClements, 2011). Emülsiyon kararlılığı, ürünlerin görünümünü etkileyebilir ve çoğu zaman emülsiyonlardaki stabilite sorunları doğrudan çıplak insan gözüyle gözlemlenebilir. Bekleme sırasında emülsiyonlarda görülen instabilite sorunları Şekil 2.7’de gösterilmektedir (Mavi renk sulu fazı, sarı renk yağ fazını temsil etmektedir) (Y. T. Hu ve diğ., 2017).



**Şekil 2.7 :** Emülsiyonlarda görülen instabilite sorunları

Yerçekimine bağlı olarak gözlemlenen iki mekanizmadan biri olan kremalaşma, sürekli fazdan daha düşük bir yoğunluğa sahip olan dağılmış fazın yukarı doğru hareket etmesiyle kalın bir ayrılmış tabaka meydana gelmesiyle oluşur.

Bu olayın tam tersine çökelme ise, dağılmış fazın sürekli fazdan daha yüksek bir yoğunluğa sahip olmasıyla damlacıkların aşağı doğru hareket ederek dibe çökmesiyle gerçekleşir. Diğer bir stabilite sorunu olan flokülasyon veya diğer bir adıyla agregasyon, dağılan fazı oluşturan damlacıkların birleşerek topaklaşması ile meydana gelir. Birbirine yakında bulunan iki damlacık arasında bulunan katmanın hasar alması sebebiyle birbirine yapışmasına koalesans denir. Koalesans ile beraber emülsiyonlarda ortalama tanecik boyutu büyüdüğü için kremalaşmaya eğilim artmaktadır (DJ McClements, 1999). Emülsiyonlarda stabilitenin iyileştirilmesi, gıda endüstrisinde kullanılan emülsiyonların raf ömrünün uzatılmasına ve işlenmesinin kolaylaştırılmasına katkı sağlamaktadır.



### 3. MATERYAL METOT

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Kullanılan materyal

Gamlar, 2021 Temmuz ayında tür fark etmeksizin Malatya Hekimhan bölgesinde bulunan kayısı ağaçlarından toplanmıştır. Toplanan kayısı ağacı gamları +4 °C' de depolanmıştır. Analizler için hem toz hale getirilmiş kayısı gamı hem de saflaştırılan polisakkarit kısım kullanılmıştır.

##### 3.1.2. Kullanılan kimyasallar

Bu tez çalışmasında emülsiyonlarda kullanılmak üzere keten tohumu yağı yerel marketlerden temin edilmiştir. Antioksidan aktivite tayinleri için standart olarak troloks (>% 95 saflıkta) kullanılmıştır. Besinsel lif tayininde %99 saflıkta amilaz, proteaz ve amiloglukosidaz (Sigma Aldrich, Darmstad, Germany) enzimleri kullanılmıştır.

Diğer analizler için analitik olarak saf halde hegzan, metanol, kloroform, izopropil alkol, etanol (Carlo Erba Reagents, Val de Reuil, Fransa), amonyum tiyosiyanat (NH<sub>4</sub>SCN), demir klorür (FeCl<sub>2</sub>), hidroklorik asit, TCA (triklorasetik asit), TBA (tiyobarbütirik asit), BHT (bütil hidroksi toluen), MES (2-N-morfolin etan sülfonik asit), TRİS (tris hidroksimetil aminometan) kullanılmıştır. HPLC saflığında ise etanol, metanol, asetik asit (Honeywell, Muskegon, ABD) kimyasal madde olarak kullanılmıştır.

##### 3.1.3. Kullanılan cihazlar

Bu tez çalışması kapsamında;

- Yüksek devirli parçalayıcı (T18 digital, IKA, Almanya),
- Manyetik karıştırıcı (Velp Scientifica, Almanya),
- Distile su cihazı (ND8, Nüve, Türkiye),
- Su banyoları (Memmert, Almanya ve NB 20, Nüve, Türkiye),
- Etüv (MLF 120, Mipro, Türkiye)
- Kül fırını (Carbolite, Elf 11, Birleşik Krallık )
- Vorteks (Advanced Vortex Mixer ZV3, Velp Scientifica, İtalya),
- Santrifüj (NF 800 R, Nüve, Türkiye),

- Çoklu manyetik karıştırıcı (Isolab – 61332001, Almanya),
- Öğütücü Değirmen (M20, IKA Werke, Almanya),
- Hassas terazi (PA214C, Ohaus, ABD),
- pH metre (Five Easy F20, Mettler-Toledo, İsviçre)
- Evaporatör (Hei-VAP Advantage, Heidolph, Almanca)
- UV-VIS Spektrofotometre (UV-1800, Shimadzu, Japonya),
- DSC (Diferansiyel Taramalı Kalorimetre) (DSC-60, Shimadzu, Japonya)
- SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) (Leo EVO-40 VPX Carl Zeiss SMT, Birleşik Krallık)
- FTIR (Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi) (Mattson 1000 FTIR Spectrometer, ATI UNICAM, Birleşik Krallık)
- Renk ölçüm cihazı (Colorimeter CR-14, Konica Minolta, Japonya),
- Ultra saf su cihazı (Millipore-Q, ABD),
- Partikül yükü ölçüm cihazı (Zetasizer Nano -ZS, model ZEN3600, Birleşik Krallık)
- Partikül boyutu ölçüm cihazı (Mastersizer 2000, Malvern Instruments, Birleşik Krallık) ve otomatik pipet setleri kullanılmıştır.

## **3.2. Yöntem**

### **3.2.1. Ham kayısı gamı tozu eldesi**

Depolanan kayısı gamı örnekleri küçük parçalara ayrılarak etüvde (MLF 120, Mipro, Türkiye) 4-6 saat boyunca 60 °C sıcaklıkta kurutulmuştur. Kurutulan kayısı gamları toplanarak boyut küçültülmesi amacıyla önce metal havanda ön işleminden geçirilmiş ve daha sonra laboratuvar tipi öğütücü değirmenden (IKA Werke M20, Almanya) geçirilerek toz haline getirilmiştir. Elde edilen bu toz saflaştırılmamış gam tozu (CG) olarak adlandırılmıştır.

### **3.2.2. Saflaştırılmış kayısı gamı tozu eldesi**

Emülsiyonlarda kullanılması amacıyla kayısı gamının polisakkarit kısmını elde edebilmek için literatürde yer alan yöntemde küçük değişiklikler yapılarak saflaştırma işlemi yapılmıştır.

Kayısı gamı örneklerinin öğütücüde toz haline getirilmesinden sonra elde edilen saflaştırılmamış kayısı gamı tozu ile saf su kullanılarak %5' lik dispersiyon hazırlanmıştır ve manyetik karıştırıcıda (Isolab, 61332001, Germany) 2 saat karıştırılmaya bırakılmıştır. Tam hidrasyonun sağlanması için bir gece boyunca +4 °C' de bekletilmiştir. Ertesi gün kayısı gamı dispersiyonu, etanol kullanılarak 1:6 (gam: çözücü) oranında sulu kayısı gamı çözeltisi ve çözücü içerecek şekilde hazırlanan örnekler falkon tüplerine alınmış ve 5500 rpm' de 20 dakika santrifüj (NF 800 R, Nüve, Türkiye) edilerek sulu faz ve çökelti ayrılmıştır (Sims ve diğ., 2003).

Çökelti yani kayısı gamının saflaştırılmış polisakkarit kısımları toplanarak 60 °C' ye getirilen etüvde kurutulmuştur. Kuruyan kayısı gamının polisakkarit kısımları öğütücüde toz hale getirilmiştir. Kayısı gamının saflaştırılmış polisakkaritlerini içeren bu örnek PG olarak adlandırılmıştır ve emülsiyon çalışmalarında bu kısım kullanılmıştır. Şekil 3.1' de yer alan akış şemasında tozların elde edilişi ayrıntılı olarak gösterilmiştir.





Şekil 3.1 : Malatya kayısı gamı tozlarının hazırlanış şeması.

### 3.2.3. Fizikokimyasal özellikler

#### 3.2.3.1. Renk tayini (tozlarda)

Ham kayısı gamı (CG) ve saflaştırılmış kayısı gamı tozunda (PG) renk parametreleri (L: parlaklık, a: kırmızılık ve b: sarılık) el tipi renk ölçüm cihazı Konica Minolta Chroma Meter CR-5 kullanılarak ölçülmüştür (Wani ve diğ., 2015).

#### 3.2.3.2. Köpük oluşturma kapasitesi ve köpük stabilitesi

Köpük kapasitesi ve köpük stabilitesinin belirlenmesi için 1 gram örnek 50 ml distile saf su ile 10000 rpm' de 10 dakika karıştırmanın ardından 100 ml' lik bir mezüre aktarılarak mezür üzerinde bulunan çizgiler yardımıyla hacimleri 1, 20, 40, 60 ve 100. dakikalarda ölçülmüştür. Gamların dispersiyonlarındaki köpük oluşturma kapasitesi ve köpük stabilitesi aşağıda verilen formüller yardımıyla hesaplanmıştır (Narayana ve diğ., 1982).

$$\text{Köpük oluşturma kapasitesi} = \frac{\text{karıştırma sonrası hacim} - \text{karıştırma öncesi hacim}}{\text{karıştırma öncesi hacim}} \times 100$$

$$\text{Köpük Stabilitesi} = \frac{t \text{ zaman sonraki köpük hacmi}}{\text{başlangıç köpük hacmi}} \times 100$$

#### 3.2.3.3. Yığın ve sıkıştırılmış yığın yoğunluğu, carr indeksi ve hausner oranı

CG ve PG örneklerinde yığın yoğunluk 10 ml' lik mezür içerisine hava boşluğu bulunmayacak şekilde, basınç uygulanmadan 5 gram tartılan örneklerin kütle/hacim oranında hesaplanmasıyla yapılmıştır. Sıkıştırılmış yığın yoğunluk ise 5 gram toz örneğin tartıldığı mezürün 50 defa toz materyalin arasındaki boşlukların tamamen kaybolabilmesi için bir zemin üzerinde sertçe vurulup sıkıştırılma işleminden sonra ölçülen hacminin belirlenmesi ile tekrar kütle/hacim oranıyla hesaplanmıştır. Yığın yoğunluk ve sıkıştırılmış yoğunluk sonuçlarından aşağıdaki eşitlikler kullanılarak Carr indeksi ve Hausner oranı değerleri hesaplanmıştır (Beristain ve diğ., 2001; Koç, 2015).

$$\text{Carr İndeksi} = \frac{\rho_t - \rho_b}{\rho_t} \times 100$$

$$\text{Hausner Oranı} = \frac{\rho_t}{\rho_b}$$

$\rho_t$  : sıkıştırılmış yoğunluk değeri (g/ml)

$\rho_b$  : yığın yoğunluk değeri (g/ml)

### 3.2.3.4. pH

CG ve PG örneklerinin pH değerini belirlemek için %5' lik sulu dispersiyon hazırlanmıştır. Bunun için 5 gram gam tozu tartılarak 100 mililitreye saf su ile tamamlanmıştır. Sulu dispersiyonların pH değerleri pH metre (Five Easy F20, Mettler-Toledo, İsviçre) kullanılarak ölçülmüştür (AOAC, 2000).

### 3.2.3.5. Nem

Uygun bir kurutma kabında üç paralel olacak şekilde gam tozundan 3 er gram tartılarak 105±1°C' de 4-5 saat sabit tartıma gelene kadar etüvde kurutma işlemi yapılmıştır.

Aşağıda verilen formül kullanılarak % nem miktarı hesaplanmıştır (AOAC, 2000).

$$\%Nem = \frac{(m_1 - m_2)}{(m)} \times 100$$

$m_1$  :Örnek ağırlığı ve kurutma kabı ağırlığı toplamı (g)

$m_2$  :Kuruyan örnek ve kurutma kabı ağırlığı toplamı (g)

$m$  :Örnek ağırlığı (g)

### 3.2.3.6. Kül

Darası alınmış kroze kaplarında üç paralel olacak şekilde gam tozlarından 3 er gram tartılarak 550 °C de 5-6 saat beyaz kül oluşumu gözlenene kadar kül fırınında (Carbolite, Elf 11, UK) yakma işlemi yapılmıştır.

Yakma işlemi sonunda sabit tartıma gelene kadar beklenmiş ve aşağıdaki formüle göre hesaplama yapılmıştır (AOAC, 2000).

$$\%Kül = \frac{(m_1 - m_2)}{(m)} \times 100$$

$m_1$  : Örnek ağırlığı ve kroze kabı ağırlığı toplamı (g)

$m_2$  : Kuruyan örnek ve kroze kabı ağırlığı toplamı (g)

$m$  : Örnek ağırlığı (g)

### 3.2.3.7. Ham protein tayini

CG ve PG örneklerinin toplam protein miktarı Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir. 0.1 g örnek üzerine 1 g 1:30 oranında hazırlanan CuSO<sub>4</sub>:K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> katalizörü ilave edilmiştir. Daha sonra 10 ml %95-98 saflıktaki H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> eklenmiştir ve 430°C’de 3 saat yağ yakma uygulanmıştır. Limon sarısı veya açık yeşil renk oluşumu gözleninceye kadar yakma işlemi devam ettirilmiştir ve uygun renk gözlemlenince analiz sonlandırılarak soğutma işlemi yapılmıştır. Elde edilen distilat 0.05 N HCl çözeltisi ile titre edilmiştir ve sonuç azot-protein dönüşüm faktörü 6.25 değeri kullanılarak aşağıdaki formüller ile hesaplanmıştır (AOAC, 2000).

$$\%Azot = \frac{(V_1 - V_0) \times N \times 0.014}{m} \times 100$$

$$\% Protein = \%Azot \text{ miktarı} \times \text{Faktör}$$

V<sub>1</sub> :Titrasyon işleminde harcanan çözelti miktarı (ml)

V<sub>0</sub> :Kör deneme titrasyonunda harcanan çözelti miktarı (ml)

N :Titrasyonda kullanılan çözeltinin normalitesi

0.014 :Azot için miliekivalen ağırlık

m :Alınan örnek miktarı (g)

Faktör :6.25

### 3.2.3.8. Toplam yağ tayini

CG ve PG için toplam yağ miktarının belirlenmesi ekstraksiyon yöntemiyle yağ tayini (sokselet) metoduna göre yapılmıştır. Bu amaçla her iki örnekten yaklaşık 5-10 g olacak şekilde tartım alınmış ve çözücü ile ıslatılan bir parça tampon pamuk ile beraber kartuşa konulmuştur. Sabit tartıma getirilip darası alınmış bir balona yaklaşık 150 ml-1.5 sifon hacmi olacak şekilde çözücü olarak hegzan ilave edilmiştir ve ekstraktör ve soğutucu birbirine bağlanmıştır. Su banyosu veya ısıtıcılı tabla üzerine yerleştirilip çözücünün yavaş kaynaması sağlanarak sıcaklık ayarlaması yapılmıştır ve geri damıtma hızının dakikada en az iki-üç damla olacak şekilde analiz başlatılmıştır. 6-8 saatlik ekstraksiyon uygulandıktan sonra balon alınmıştır ve rotary evaporatör (Hei-VAP Advantage, Heidolph, Almanya) ile çözgen uzaklaştırılmıştır. Daha sonra iz miktarda bulunabilecek çözgenin uzaklaştırılması

için ise etüvde bir süre bekledikten sonra sabit tartıma gelene kadar desikatörde soğutulmuştur. Sonuçlar verilen formüle göre yüzde olarak hesaplanmıştır (C. AOAC, 2005).

$$\%Yağ = \frac{(m_2 - m_1)}{(m_0)} \times 100$$

$m_0$  :Örnek miktarı (g)

$m_1$  :Balonun darası (g)

$m_2$  :Balonun darası ve balondaki yağ miktarı (g)

### **3.2.3.9. Toplam karbonhidrat miktarı**

Fenol Sülfürik asit metodu ile toplam şeker miktarı belirlenmiştir. Bu yöntem için standart olarak glikoz çözeltisinin farklı konsantrasyonlarda spektrofotometre cihazında (UV-1800, Shimadzu, Japonya) 490 nm' de absorbanları belirlenmiştir. Örnek hazırlanışı için CG ve PG örneklerinin uygun miktardaki gam dispersiyonuna fenol ve sülfürik asit eklenerek 20 dakika karanlıkta bekletmiştir ve daha sonra absorbanı 490 nm olan spektrofotometrede ölçüm alınmıştır. Sonuçlar mg glikoz/ml dispersiyon olarak verilmiştir (Nielsen, 2010).

### **3.2.3.10. Toplam besinsel lif tayini**

Tozların besinsel lif içeriğinin belirlenmesi amacıyla AOAC tarafından belirlenen 941.43 no' lu enzim-gravimetrik yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemde MES-TRİS tamponu ile amilaz, proteaz ve amiloglukosidaz enzimleri kullanılarak protein ve diğer yabancı içerikler parçalanarak çözünür lif, çözünmez lif ve toplam besinsel lif miktarı belirlenmiştir.

Analizler, sabit tartıma getirilmiş ve darası alınmış gooch krozelerinde 0.5 gram tartılan toz örneklerle yapılmıştır. Metotta uygulanan analize göre besinsel lif tayinindeki ekstraksiyondan sonra kalan örneğin protein ve kül miktarlarının belirlenmesi gerekmektedir. Fakat sonuçları etkilemediğinden veya bazı sonuçlarda negatif değer verdiklerinden yapılmamıştır. Sonuçlar aşağıda yer alan eşitliklerle hesaplanmıştır (AOAC, 2001).

$$\% \text{Besinsel Lif} = \frac{m_4 - m_1}{m} \times 100$$

$$\% \text{Çözünen Lif} = \frac{m_3 - m_1}{m} \times 100$$

$$\% \text{Çözünmeyen Lif} = \frac{m_2 - m_1}{m} \times 100$$

m : Alınan örnek miktarı (g)

m<sub>1</sub> : Gooch krozesi ağırlığı (g)

m<sub>2</sub> : Gooch krozesi ağırlığı ve çözünmeyen diyet lifindeki kalıntının ortalama ağırlığı toplamı (g)

m<sub>3</sub> : Gooch krozesi ağırlığı ve çözünen diyet lifindeki kalıntının ortalama ağırlığı toplamı (g)

m<sub>4</sub> : Gooch krozesi ağırlığı ve toplam diyet lifte bulunan kalıntının ortalama ağırlığı toplamı (g)

### 3.2.3.11. Toplam fenolik madde miktarı

Klasik Folin-Ciocalteu yöntemine göre örneklerdeki toplam fenolik bileşen içeriğinin belirlenmesi amacıyla %5'lik hazırlanan gam dispersiyonlarından 0.5 ml alınarak üzerine %10'luk olacak şekilde hazırlanan Folin-Ciocalteu Fenol çözeltisinden 2.5 ml ilave edilmiştir. Daha sonra %7.5 konsantrasyonda olacak şekilde hazırlanan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> çözeltisinden 2 ml ilave edilerek vorteksle (Advanced Vortex Mixer ZV3, Velp Scientifica, İtalya) 30 saniye boyunca karıştırılmıştır. Örnekler daha sonra 30 dakika boyunca karanlık bir yerde bekletilmiştir. Süre sonunda ölçüm 760 nm' de spektrofotometre cihazında yapılmıştır. Sonuçlar gallik asit eşdeğeri (GAE)/g olarak verilmiştir (Hamdani, Wani, Bhat, ve diğ., 2018).

### 3.2.3.12. Toplam antioksidan kapasitesi

CG ve PG tozlarında toplam antioksidan kapasitesinin belirlenmesi amacıyla 2,2-azino-bis-3-etilbenzothiazolin-6-sülfonik asit (ABTS) ve 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) yöntemleri kullanılmıştır. Toz örneklerin ekstraksiyonu için 5 gram tartılan örneklerin üzerine %70 metanol eklenerek homojenize edilmiştir ve 24 saat karışmaya bırakılmıştır. Süre sonunda 4000 rpm de 15 dk. santrifüjlendikten sonra süpernatant kısımlar

analizlerde kullanılmıştır. Her iki yöntem için standart olarak troloks kullanılmıştır. Hesaplamalar için farklı konsantrasyonlarda troloks çözeltisi kullanılarak kalibrasyon eğrisi hazırlanmıştır.

ABTS yöntemi için; 7 mM ABTS ve 2.45 mM potasyum persülfat kimyasalları aynı oranda karıştırılarak (1:1) stok solüsyon hazırlanmıştır ve 24 saat karanlık bir yerde bekletilmiştir. Analizler için stoktan alınan bir miktar solüsyonun 734 nm' de  $\pm 0.05$  duyarlılıkta absorbansı 0.7 ölçülene kadar etanol ile seyreltme işlemi yapılmıştır. Daha sonra ekstrakte edilen örneklerden 150  $\mu$ l alınmıştır ve üzerine seyreltilmiş ABTS solüsyonundan 2.85 ml eklenerek karıştırılmış ve 6 dakika oda sıcaklığında karanlık bir yerde bekletildikten sonra 734 nm' de absorbansı ölçülmüştür (Re ve diğ., 1999).

Örneklerin antioksidan kapasitesi belirlenmesinde ikinci yöntem olarak DPPH testi yapılmıştır. DPPH radikali %70' lik metanol ile çözülmüştür ve bir filtre kâğıdından süzülerek spektrofotometrede 520 nm' de yaklaşık olarak absorbansı 2.00 olacak şekilde ayarlanmıştır. Ekstrakte edilen örneklerden 1 ml alınarak 4 ml DPPH çözeltisi eklenmiştir. Örnekler 30 dakika boyunca karanlıkta bekletilmiştir ve süre sonunda 0.45  $\mu$ m' lik filtreden spektrofotometre küvetleri içerisine süzülerek 520 nm de absorbansı okunmuştur (Bakhshi ve diğ., 2006).

### **3.2.3.13. Fonksiyonel grup karakterizasyonu (FTIR)**

Toz örneklerin üzerindeki ana fonksiyonel grupları karakterize etmek için, örneklerin spektrumları Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi (FTIR) sistemi kullanılarak kaydedilmiştir. Analiz oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir ve spektrumlar potasyum bromür (KBr) diskler kullanılarak  $4 \text{ cm}^{-1}$  çözünürlükte  $400-4000 \text{ cm}^{-1}$  aralığında gamların fonksiyonel grupları elde edilmiştir (Thombare ve diğ., 2023).

### **3.2.3.14. Taramalı elektron mikrografları (SEM)**

CG ve PG örneklerinin morfolojisi Taramalı Elektron Mikroskopu (Leo EVO-40 VPX Carl Zeiss SMT, Birleşik Krallık) ile belirtilen yöntemle yapılmıştır (Wani ve diğ., 2015).

### **3.2.3.15. Termal analizler (DSC)**

Toz örneklerin termal analizi, ısıya karşı davranışları, termal kararlılıkları ve camı geçiş sıcaklıkları incelenecektir. Tozlar, DSC spektrofotometresinde (DSC-60, Shimadzu, Japonya) 10 °C dk<sup>-1</sup> ısıtma hızında 400°C' ye kadar ısıtılarak termal davranışları değerlendirilmiştir (Sudhamani ve diğ., 2003).

### **3.2.4. Emülsiyon fiziksel özellikleri**

Kayısı gamı tozlarından yapılacak olan emülsiyon çalışmalarında denemeler yapılarak uygun oranda üretimler yapılmıştır. Emülsiyonların bir kontrol örnek ile karşılaştırılması için gam arabik (GA) kullanılmıştır. Ön emülsiyon, %5 keten tohumu yağı ve %1, %3 ve %5 oranlarında saflaştırılmış kayısı gamı tozu (PG) kullanılarak fosfat tamponuyla beraber yüksek hızlı parçalayıcıda 14000 rpm'de 5 dakika parçalanarak oluşturulmuştur. Daha sonra 8 dakika boyunca ultrasonikasyon işlemine tabi tutulmuştur. Aynı oranlarda gam arabik için de emülsiyonlar hazırlanmıştır (Abdolmaleki ve diğ., 2016). Saflaştırılmış kayısı gamı tozu ile yapılan emülsiyonlar AG, gam arabik ile hazırlanan emülsiyonlar ise GA olarak adlandırılmıştır ve fiziksel özellikleri incelenmiştir.

Emülsiyonların 24 saat sonunda parçacık boyutu ve zeta potansiyel değerleri belirlenmiştir ve çevresel etkilere karşı yapılan fiziksel stabilite analizleri yapılmıştır. Ayrıca depolama stabilitelerinin belirlenmesi amacıyla emülsiyonlar oda sıcaklığında 4 hafta boyunca depolanmıştır ve her hafta partikül boyutu ve partikül yükü ölçümleri yapılmıştır (Abdolmaleki ve diğ., 2016).

#### **3.2.4.1. Renk ölçümü**

Emülsiyonlar hazırlandıktan sonra renk ölçümleri için bir petri kabına 20 ml örnek alınmıştır. Örneklerin renk parametreleri (L: parlaklık, a: kırmızılık ve b: sarılık) el tipi renk ölçüm cihazı ile belirlenmiştir.

#### **3.2.4.2. Bulanıklık (Türbidite) ölçümü**

Emülsiyonların bulanıklığı, hazırlama aşamasından sonra hemen örnek alınarak dalga boyu 600 nm' ye ayarlanan UV-VIS spektrofotometrede ölçülmüştür. Örneklerin okumaları yapılmadan önce, pH değeri 7 olan fosfat tamponu ile 500 kat seyreltilerek absorban okumalarını uygun bir aralığa düşürülmüştür (Raoufi ve diğ., 2017).



### 3.2.4.3. Emülsiyon stabilite indeksi

Emülsiyonların stabilite indeksini belirlemek amacıyla 0. ve 10. dakikada emülsiyonlardan alınan örnekler, fosfat tamponuyla 500 kat seyreltilerek 500 nm' de absorbanları okunmuştur. Sonuçlar aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Bhushette ve diğ., 2020).

$$\%ESI = \frac{A_0}{A_0 - A_{10}} \times t$$

$A_0$  : 0. dakikada ölçülen absorban

$A_{10}$  : 10. dakikada ölçülen absorban

$t$  : 10 (ölçüm zamanı)

### 3.2.4.4. Kremalaşma indeksi

Emülsiyonların krema tabakası oluşturma eğilimlerinin belirlenebilmesi amacıyla, test tüplerine aynı hacimlerde örnekler alınarak dört hafta boyunca depolanmıştır. Her hafta test tüplerindeki krema katmanı ile emülsiyonun toplam yüksekliği ölçülerek aşağıdaki formül yardımı ile kremalaşma indeksi (Kİ) hesaplanmıştır (Vasile ve diğ., 2016). Sonuçlar grafiğe geçirilerek emülsiyonların depolama süresi boyunca kremalaşma indeksleri belirlenmiştir.

$$\%KI = \frac{H_K}{H_T} \times 100$$

$H_K$  : kremalaşmış katmanının yüksekliği

$H_T$  : emülsiyonun toplam yüksekliği

### 3.2.4.5. Partikül boyutu ve partikül yükü ölçümleri

Emülsiyonların parçacık boyutu Malvern Mastersizer 2000 kullanılarak seyreltme yapılmadan ölçülmüştür. Partikül yükü ise ışık saçılımını kullanan Zetasizer (Zetasizer Nano-ZS) ile yapılmıştır. Partikül yüklerinin belirlenmesi için her emülsiyon pH değeri 7 olan fosfat tamponu kullanılarak 500 kat seyreltilmiştir. Analiz sonuçları ortalama partikül çapı (d.nm) ve zeta ( $\zeta$ ) potansiyeli (mV) olarak kaydedilmiştir (Uluata ve diğ., 2016).

#### **3.2.4.5.1. Depolama stabilitesi**

Depolama stabilitesi belirlemek amacıyla her bir hafta için ayrı ayrı olacak şekilde emülsiyonlardan 5' er ml tüplere alınmıştır ve 4 hafta boyunca oda sıcaklığında karanlık bir yerde bekletilmiştir. Analizler için her hafta örnek alınarak partikül boyutu ve partikül yükü belirlenerek bir aylık süreçte emülsiyonların değişimleri incelenmiştir. Her ölçüm, oda sıcaklığında üç kez tekrarlanmıştır (Uluata ve diğ., 2015).

#### **3.2.4.5.2. Termal stabilite**

Emülsiyonların termal değişimlere karşı stabilitelerinin incelenmesi için 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 °C sıcaklıklardaki su banyosunda 15 dakika bekletilmiştir. Sıcaklık uygulamalarının ardından örnekler oda ısısında karanlık bir yerde 24 saat bekletilmiştir. Örnekler 24 saat sonunda partikül boyutu ve yükü ölçümü için analizlenmiştir. Her ölçüm, oda sıcaklığında üç kez tekrarlanmıştır (Uluata ve diğ., 2015).

#### **3.2.4.5.3. pH stabilitesi**

Farklı pH değerlerinde emülsiyonların stabilitelerinin araştırılması için pH değerleri (3.0, 4.0, 5.0, 6.0, 7.0, 8.0 ) 1 molar HCl ve 1 molar NaOH kullanılarak ayarlanmıştır ve cam test tüplerine aktarılarak oda sıcaklığında karanlık bir yerde 24 saat bekletilmiştir. Örnekler 24 saat sonunda partikül boyutu ve yükü ölçümü için analizlenmiştir. Her ölçüm, oda sıcaklığında üç kez tekrarlanmıştır (Uluata ve diğ., 2015).

#### **3.2.4.5.4. İyonik şiddet stabilitesi**

Emülsiyon stabilitesine değişen tuz konsantrasyonlarının etkisinin ölçülmesi amacıyla farklı konsantrasyonlarda tuz çözeltisi (NaCl) (0, 25, 50, 75, 100 mM) içeren emülsiyonlar hazırlanarak cam test tüplerine alınmıştır. Daha sonra oda sıcaklığında 24 saat oda sıcaklığında karanlıkta bekletilmiştir. Örnekler 24 saat sonunda partikül boyutu ve yükü ölçümü için analizlenmiştir. Her ölçüm, oda sıcaklığında üç kez tekrarlanmıştır (Uluata ve diğ., 2015).

#### **3.2.4.6. Oksidatif stabilite testleri**

Hazırlanan emülsiyonlar 1.5 ml olacak şekilde ayrı ayrı kilitli kapaklı mikro santrifüj tüplerine alınarak 37°C' ye getirilmiş etüv içerisinde oksidasyona bırakılmıştır. Örnekler

deneyin başlangıcından (0. gün) itibaren 1, 3, 5, 7, 10, 15 ve 20. günlerde numune alımı yapılarak aynı gün analizlenmiştir.

#### **3.2.4.6.1. Peroksit sayısı**

20 gün boyunca belirlenen günlerde, her bir örnekten 200 µl emülsiyon alınarak bir tüpe eklenmiştir. Üzerine, 3:1 oranında hazırlanan izooktan+izopropanol çözeltisinden 1,5 ml ilave edilmiştir. Örnek, 10 saniye vortekslenerek 3000 rpm’de 2 dakika santrifüjlenmiştir. Üst fazdan 200 µl alınıp başka bir tüpe eklenmiştir. Absorbansın ölçümlerde 1 üzeri sonuç vermesi halinde, bu aşamada seyreltme yapılmıştır. Üst fazdan alınan örneğin üzerine, 2.8 ml metanol-bütanol (2:1) çözeltisinden eklenmiştir. Ardından 30 µl indikatör karışımı da eklenmiş ve örnek, 10 saniye vortekslendikten sonra 20 dakika karanlıkta bekletilerek 510 nm’de absorbans okunmuştur (Uluata ve diğ., 2015).

#### **3.2.4.6.2. TBA sayısı**

2 ml tiyobarbitürik asit (TBA) solüsyonu ve 1 ml emülsiyon bir tüpe alınmıştır. Tüplerin kapakları kapatılarak vortekslenmiş ve 90 °C sıcaklıktaki su banyosunda 15 dakika bekletilmiştir. Süre sonunda alınıp bir müddet soğuduktan sonra 3000 rpm’ de 15 dk. santrifüjlenmiştir. Kapaklar çıkarılarak 5-10 dk. beklenmiştir. Okuma için kullanılacak kör örnek (distile su) için de aynı işlemler yapılmıştır. Daha sonra 532 nm de absorbans okunmuştur (R. M. Walker, 2016).

#### **3.2.5. İstatistiksel analizler**

Bu çalışmada her analiz için 3 tekrar yapılmıştır ve elde edilen sonuçlar SPSS 26.0 paket programı yardımıyla istatistiksel anlamda değerlendirilmiştir. Çalışmalardan elde edilen sonuçlardaki ortalamaların arasındaki farkların istatistiksel önem düzeyleri “One way ANOVA (Analysis of variances - tek yönlü varyans analizi)” testi ve “DUNCAN” post testiyle belirlenmiştir.

## 4. BULGULAR

### 4.1. Fizikokimyasal Özellikler

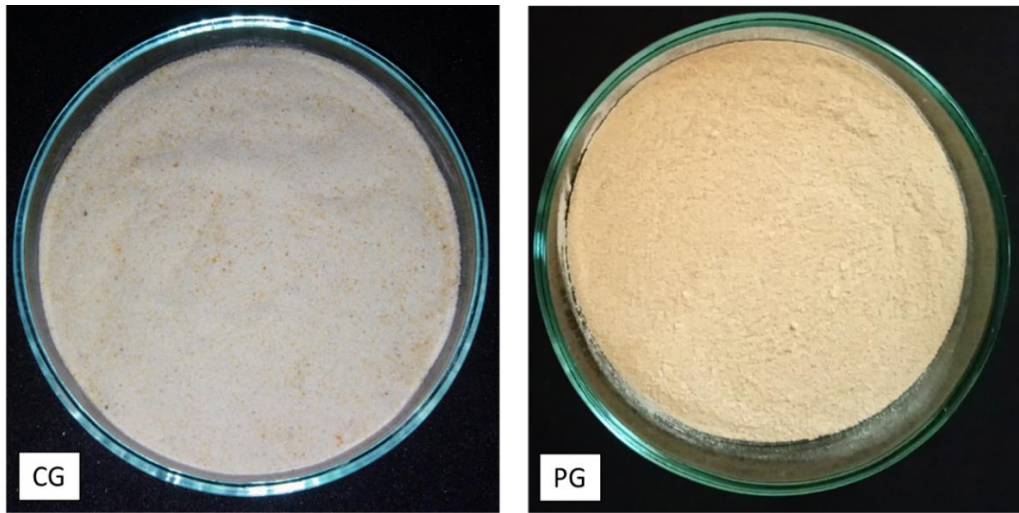
Bu çalışma kapsamında yapılan analizlerde, ham kayısı gamı (CG) ve saflaştırılmış kayısı gamı (PG) tozuna ait bazı fizikokimyasal özellikler belirlenmiştir. Sonuçlar toplu olarak Çizelge 4.6' da gösterilmiştir.

#### 4.1.1. Renk tayini (tozlarda)

Tozların renkleri Çizelge 4.1' de belirtildiği gibi CG için L, a, b değerleri sırasıyla  $76.27 \pm 5.01$ ,  $-2.09 \pm 0.88$  ve  $7.74 \pm 2.34$ , PG için sırasıyla  $79.19 \pm 7.96$ ,  $0.1 \pm 1.52$  ve  $9.9 \pm 4.12$  olarak bulunmuştur. Analiz edilen tozlar karşılaştırıldığında belirgin renk farkları gözlenmemiştir (Şekil 4.1). CG için L, a, b değerleri PG' den daha düşüktür. Ağaç gamlarından elde edilen tozlar için yapılan renk analizi, kalite değerlendirmelerinde önemli bir faktör olarak belirlenmiştir.

**Çizelge 4.1** : Malatya kayısı gamı tozlarına ait renk değerleri.

	L*	a*	b*
CG	$76.27 \pm 5.01$	$-2.09 \pm 0.88$	$17.74 \pm 2.34$
PG	$79.19 \pm 7.96$	$0.1 \pm 1.52$	$19.9 \pm 4.12$



**Şekil 4.1** : Toz haldeki kayısı gamları.

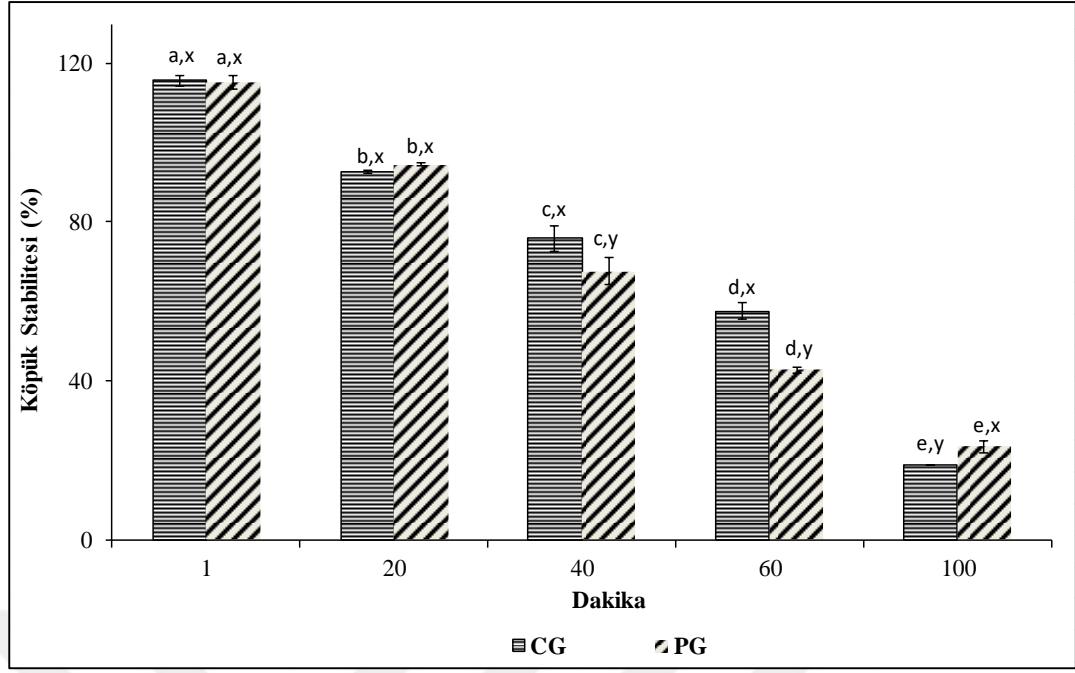
Yapılan bir çalışmada İran'da toplanan kayısı gamları farklı solventler kullanılarak saflaştırılmış ve elde edilen tozların parlaklık değeri (L) etanol için  $73.97 \pm 0.18$ , metanol için  $72.27 \pm 0.08$  ve aseton için  $74.35 \pm 0.56$  bulunmuştur (Fathi ve diğ., 2016b). Başka bir çalışmada ise yine İran'da toplanan kayısı gamı tozlarında L, a ve b değerleri sırasıyla  $58.16 \pm 0.07$ ,  $5.13 \pm 0.27$  ve  $18.34 \pm 0.62$  olarak bulunmuştur (Bashir ve diğ., 2018). Diğer bir çalışmada vişne (*Prunus cerasus*) gamı tozlarında L, a ve b değerleri sırasıyla  $84.27 \pm 0.22$ ,  $2.05 \pm 0.04$ ,  $21.96 \pm 0.09$  olarak bulunmuştur (Fathi ve diğ., 2016a).

Renklerin sarılık ve mavilik kalitesini gösteren b parametresinin yüksek olması, daha fazla sarılık seviyesine sahip olduklarını göstermektedir. Ağaç gamları, içlerinde bulunan tanen veya tanen benzeri bileşiklerin konsantrasyonuna bağlı olarak açıklık değeri bakımından tamamen farklılık gösterdiği yapılan çalışmalarla belirlenmiştir. Açık renkli gamlar, tanen içermemeleri nedeniyle kalite değerlendirmelerinde en iyi gamlar olarak bildirilmiştir (Bashir ve ark., 2018). Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre ise Malatya kayısı gamının diğer gamlar gibi b parametresi, renginin sarı-turuncu olması sebebiyle yüksek bulunmuştur. Parlaklık değeri olan L parametresinin ise diğer gamlarda olduğu gibi 70'den yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

#### **4.1.2. Köpüklenme kapasitesi ve köpük stabilitesi**

Köpük, dağılmış faz olarak hava ve sürekli faz olarak sıvı veya katıdan oluşan iki fazlı bir sistemdir. Köpük kapasitesi dispersiyonların hazırlanışından hemen sonra mezüre aktarılmasıyla ölçülmüştür ve CG için  $\%18.21 \pm 0.64$ , PG için  $\%14.83 \pm 1.27$  olarak hesaplanmıştır.

Şekil 4.2' de yer alan sonuçlara göre 1, 20, 40, 60 ve 100. dakikalarda hesaplanan köpük stabilitesi CG için sırasıyla  $\%115.69 \pm 1.33$ ,  $\%92.69 \pm 0.43$ ,  $\%75.92 \pm 3.27$ ,  $\%57.65 \pm 2.01$  ve  $\%18.95 \pm 0.17$  olarak ölçülmüştür. PG için ise aynı dakikalarda yapılan ölçümlerde sırasıyla  $\%115.21 \pm 1.63$ ,  $\%94.53 \pm 0.40$ ,  $\%67.66 \pm 3.35$ ,  $\%42.84 \pm 0.82$  ve  $\%23.53 \pm 1.61$  olarak kaydedilmiştir. Köpük stabilitesinde süre uzadıkça köpüklenme kaybolmaya başlamıştır. 100 dakika sonrasında başlangıç değerine göre PG' nin daha fazla köpük tutma kapasitesine sahip olduğu gözlemlenmiştir.



**Şekil 4.2 :** Gam dispersiyonlarında köpük stabilitesini gösteren bar grafiği.

Polisakkaritlerin gaz-sıvı sistemlerinde köpürme özelliği, dispersiyonların viskozitesini artırma yetenekleriyle ilgilidir. Gamların köpürme özelliğindeki farklılıklar, protein ve protein olmayan bileşenlerinin kalite ve miktarındaki farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir (Chaparro Acuña ve diğ., 2012). Çalışmada elde edilen sonuçlarda kayısı gamının köpük stabilitesi tutulan süre boyunca azalış göstermiştir ( $p < 0.05$ ). Süre sonunda PG tozundaki oluşan köpüğün daha uzun süre stabil kaldığı görülmüştür. Bunun sebebinin ise PG' nin daha yüksek miktarda protein (Çizelge 4.6'daki başlangıç ham protein miktarı) içermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

#### 4.1.3. Yığın ve sıkıştırılmış yığın yoğunluğu, carr indeksi ve hausner oranı

Carr indeksi ve Hausner oranı tozlarda teknolojik özelliklerin iyiliğini gösteren iki değer olarak bilinmektedir. Bu değerlerin hesaplanmasında kullanılan sıkıştırılmış yoğunluk değeri ( $\rho_t$ ) sırasıyla CG ve PG için  $1.77 \pm 0.05$  ve  $1.48 \pm 0.02$  g/ml bulunmuştur. Yığın yoğunluk değeri ( $\rho_b$ ) ise sırasıyla CG ve PG için  $1.54 \pm 0.04$  ve  $1.31 \pm 0.02$  g/ml olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.2).

Dikenli Akasya (*Acacia nilotica*) gamının incelendiği bir çalışmada yığın ve sıkıştırılmış yığın yoğunluğu sırasıyla  $1.32 \pm 0.03$  ve  $0.88 \pm 0.02$  g/ml olarak bulunmuştur. Aynı çalışmada karşılaştırma olarak Senegal akasya (*Acacia senegal*) gamı kullanmış ve sırasıyla değerler  $0.99 \pm 0.01$  ve  $0.52 \pm 0.01$  g/ml olarak bulunmuştur (Bhushette ve diğ.,

2020). Başka bir çalışmada ise *Moringa (Moringa oleifera)* gamı kullanılmıştır ve bu gamın yığın ve sıkıştırılmış yığın yoğunluğu sırasıyla 0.76 ve 0.59 g/ml olduğu bildirilmiştir (Kaushik ve diğ., 2023). CG ve PG tozlarının diğer ağaç gamlarıyla karşılaştırıldığında yığın ve sıkıştırılmış yığın yoğunluklarının literatürle uyumlu değerlerde olduğu gözlemlenmiştir.

**Çizelge 4.2 :** Tozlar için yoğunluk değerleri.

	CG	PG
Sıkıştırılmış Yoğunluk Değeri (pt)	1.77±0.05 g/ml	1.48±0.02 g/ml
Yığın Yoğunluk Değeri (pb)	1.54±0.04 g/ml	1.31±0.02 g/ml

Genel olarak, 1.25 veya daha büyük bir Hausner oranı değerinin zayıf bir akış özelliğine işaret ettiği, 1.25' den düşük bir değer ise incelenen örneğin iyi bir akış kabiliyetine sahip olduğu bildirilmiştir (Hausner, 1967). Çizelge 4.3' de bu değerler gösterilmiştir.

**Çizelge 4.3 :** Hausner oranı değerleri.

Hausner Oranı Değeri	Akış Özelliği
<1.2	Yüksek
1.2-1.4 arası	Orta
>1.4	Düşük

Carr sıkıştırılabilirlik indeksinde ise %16' nın altındaki değerler iyi akışkanlığı gösterirken, %35'in üzerindeki değerler kohezif tozlar olarak değerlendirilmiştir (Wells, 1988). Sonuçlar yorumlanırken genel olarak kabul görmüş kriterler kullanılmıştır (Carr Jr, 1965). Çizelge 4.4' de bu kriterler gösterilmiştir.

**Çizelge 4.4 :** Carr indeksi için akışkanlık özellikleri.

Carr İndeksi Değeri	Akış Özelliği
5 -15	Mükemmel
15 -16	İyi
18 - 21	Orta
23- 28	Zayıf

Analizler sonucunda Carr indeks değerleri CG ve PG için sırasıyla %12.93±0.69 ve %11.35±2.35 olarak bulunmuştur. Hausner oranı CG ve PG için sırasıyla %1.15±0.01 ve %1.13±0.03 olarak bulunmuştur (izelge 4.6).

Sonuçlarda CG ve PG' nin mükemmel bir akış özelliğine ve sıkıştırılabilirliğe sahip olduğu görülmüştür. Kayısı gamı ve kitozanın enkapsülasyon için beraber kullanıldığı bir çalışmada Carr indeks değeri %14.9 olarak bulunmuş ve mükemmel akış özellikleri göstermiştir. Kiraz ağaçlarından elde edilen gamlarda Hausner oranı ve Carr indeksi sırasıyla %0.88±0.01 ve %11.33±1.15 olarak bulunmuştur (Shabani ve diğ., 2016). Kiraz (*Prunus cerasoides*) gamı için Carr indeksi ve Hausner oranı sırasıyla %25.04 ve %1.33 olarak bulunmuştur (Malsawmtluangi ve diğ., 2014). Tabletlerde film olarak Cordia (*Cordia millenii*) gamının kullanılması için yapılan bir çalışmada Hausner oranı %1.30±0.01 olarak bulunmuştur (Kipo ve diğ., 2023). İncelenen çalışmaların sonuçlarına göre, Malatya kayısı gamının diğer doğal gamlarla kıyaslandığında mükemmel akış özelliklerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu özelliği sayesinde, geniş bir kullanım alanına sahip olabileceği düşünölmektedir.

#### 4.1.4. pH

Gamların pH değerleri tozların %5'lik sulu dispersiyonlarından ölçölmüştür. Buna göre pH değerleri CG için 4.85±0.01 ve PG için 4.87±0.07 bulunmuştur. İki toz arasında belirgin bir fark gözlemlenmemiştir.

Guar gam ve keçiboynuzu gamının incelendiği bir çalışmada hacimce %1 gam içerecek şekilde hazırlanan dispersiyonların, pH değeri guar gam için nötr (7.00), keçiboynuzu gamında ise asidik bir değerde pH 5.96 olarak bulunmuştur (Hamdani, Wani & Bhat, 2018). Başka bir çalışmada kaju ağaından elde edilen gamlarda saflaştırma işlemini yapılmış ve hem saflaştırılmış hem de saflaştırılmamış gam için pH değerleri sırasıyla ve 5.31±0.03 ve 4.69±0.09 bulunmuştur (Naka ve diğ., 2016). Diğer bir çalışmada Rohina (*Soymidafebrifuga A. Juss*) ve Goinja (*Lannea coromandelica*) gamlarının %2 lik sulu dispersiyonları hazırlanmış ve ölçölen pH değerleri sırasıyla %6.29 ve %5.64 olarak bulunmuştur (Ghritlahare ve diğ., 2023). Diğer çalışmalarda bulunan sonuçların mevcut çalışmada elde edilen değerlerle uyumlu olduğu belirlenmiştir.



#### 4.1.5. Nem

Nem içeriğinin belirlenmesi gıda ürünlerinin raf ömrünü belirlediği için bir kalite parametresidir. Ağaç gamların düşük nem değerleri daha uzun raf ömrüne sahip olduklarını gösterir. Nem içeriğinin hesaplanması sonucunda CG için  $12.37 \pm 0.6$  ve PG için  $8.98 \pm 0.5$  bulunmuştur (Çizelge 4.6).

*Prunus armeniaca L.* türüne ait kayısı ağaçlarından elde edilen gamlarda yapılan bir çalışmada, gam tozlarının nem içeriği  $6.9$  bulunmuştur (Fathi ve diğ., 2016b). Yapılan bir çalışmada kaju ağacından elde edilen gam tozlarının nemi  $13.06 \pm 0.23$  bulunmuştur (Porto ve diğ., 2014). Başka bir araştırma makalesinde ise *Prunus avium* cinsine ait kiraz ağaçlarından elde edilen gamların nem değeri  $7.53 \pm 0.15$  olarak bulunmuştur (Shabani ve diğ., 2016). Vişne (*Prunus cerasus*) ağaçlarına ait başka bir çalışmada ise, toplanan gamlarda nem içeriği  $6.2 \pm 0.15$  olarak bulunmuştur (Fathi ve diğ., 2016a). Başka bir çalışmada Kiraz (*Prunus cerasoides*) ağacı sakızının kurutma sonrası yüzde kayıp olarak ifade edilen nem içeriği  $9.25 \pm 0.54$  olarak bulunmuştur (Malsawmtluangi ve diğ., 2014). Kaju ağacından elde edilen gamlarda saflaştırma işlemi yapılmış ve hem saflaştırılmış hem de saflaştırılmamış gam için nem değerleri  $8.31 \pm 0.17$  ve  $11.93 \pm 0.12$  olarak bildirilmiştir (Naka ve diğ., 2016). Kayısı ağacından elde edilen saflaştırılmış gamlardan yapılan bir araştırma makalesinde kayısı gamında toplam nemin ağırlıkça  $10.18$  olduğu bildirilmiştir (Karataş ve diğ., 2022).

Gamların nem içeriği, farmakolojik ve gıda endüstrisi çalışmaları için araştırmacıların çoğu tarafından belirlenen sınırın (yaklaşık  $15$ ) altında bulunmuştur. Bu nedenle, enzimlerin aktivasyonuna ve canlı organizmaların çoğalmasına karşı stabildir. Elde edilen sonuçlar, Malatya kayısı gamında bulunan nem miktarının diğer ağaç gamları ile karşılaştırıldığında kabul edilebilir olduğunu göstermiştir.

#### 4.1.6. Kül

Malatya kayısı gamlarında yapılan yakma işlemi sonunda tozların kül değerleri CG ve PG için sırasıyla  $4.37 \pm 0.01$  ve  $3.87 \pm 0.05$  bulunmuştur (Çizelge 4.6). Bir çalışmada Kiraz (*Prunus avium*) ağaçlarından elde edilen gamların kül içeriği  $3.12 \pm 0.06$  olarak bulunmuştur (Shabani ve diğ., 2016). Farklı bir kiraz (*Prunus cerasoides*) türünden elde edilen gamlarda ise kül  $2.8 \pm 0.01$  olduğu bildirilmiştir (Fathi ve diğ., 2016a). Süs eriği (*Prunus cerasoides D. Don*) olarak bilinen ağaçların gamları için toplam kül değeri ise

%2.55±0.66 olarak bulunmuştur (Malsawmtluangi ve diğ., 2014). Başka bir çalışmada kayısı (*Prunus armeniaca L.*) ağacı türüne ait gam tozlarının bileşim analizinde kül miktarı %4 olarak bildirilmiştir (Fathi ve diğ., 2016b). Tabletlerde film olarak kullanmak için yapılan bir araştırmada Cordia (*Cordia millenii*) ağacı gamının toplam kül değeri %4.58±0.24 bulunmuştur (Kipo ve diğ., 2023). Kayısı ağacından elde edilen gamlardan yapılan bir araştırma makalesinde saflaştırılmış kayısı gamında kül miktarı ağırlıkça %4.62 bulunmuştur (Karataş ve diğ., 2022). Kaju ağacından elde edilen gamlarda saflaştırma işlemi yapılmış ve hem saflaştırılmış hem de saflaştırılmamış gam için toplam kül içeriği %0.89±0.02 ve %0.71±0.10 olarak bulunmuştur (Naka ve diğ., 2016). Literatürde yer alan farklı doğal gamlarda yapılan çalışmaların sonucunda Malatya kayısı gamında hesaplanan toplam kül miktarı diğer ağaç gamlarına benzer miktarda bulunmuştur.

#### 4.1.7. Ham protein tayini

Protein tayininde Malatya kayısı gamında bulunan toplam protein miktarı sonuçları CG için %2.23±0.19, PG için %2.37±0.18' dir (Çizelge 4.6). Kayısı ile aynı türe ait olan kiraz (*Prunus avium*) ağaçlarından elde edilen gamların protein miktarının %2.4±0.1 olduğu bildirilmiştir (Fathi ve diğ., 2016a). Başka bir çalışmada *Prunus cerasoides D. Don* türünden olan süs eriği ağacından alınan gam örneklerinde protein miktarı %2.33±1.25 olarak bulunmuştur (Malsawmtluangi ve diğ., 2014). Diğer bir araştırma makalesinde *Prunus armeniaca L.* türüne ait kayısı ağacı gam tozlarında protein miktarı %2.19 olarak hesaplanmıştır (Fathi ve diğ., 2016b). Badem ağacından elde edilen (*Prunus dulcis*) gamlarında ise protein miktarı %2.45 olarak bildirilmiştir (Mahfoudhi ve diğ., 2012).

Elazığ'da bulunan kayısı ağaçlarından elde edilen gamlardan yapılan bir araştırma makalesinde saflaştırılmış kayısı gamında ham protein ağırlıkça %2.04 bulunmuştur (Karataş ve diğ., 2022). Kaju ağaçlarından toplanarak ham ve saflaştırılmış gamların çalışıldığı bir araştırma makalesinde toplam protein miktarı ham kaju gamı için %0.57±0.04 olarak bulunmuştur. Saflaştırılmış kaju gamında proteinin tespit edilemediği bildirilmiştir (Naka ve diğ., 2016). Malatya kayısı gamındaki ham protein miktarı, incelenen diğer çalışmalarda olduğu gibi farklı doğal ağaç gamları ile kıyaslandığında kabul edilebilir seviyede olduğu belirlenmiştir.

#### 4.1.8. Toplam yağ tayini

Malatya kayısı gamlarında hegzan çözügeni kullanılarak yapılan sokselet yöntemine (Şekil 4.3) göre yağ tayininde, toplam yağ miktarı CG için  $0.13 \pm 0.02$  PG için  $0.11 \pm 0.44$  bulunmuştur (Çizelge 4.6). *Prunus avium* türündeki kiraz ağaçlarından elde edilen gamların toplam yağ miktarı  $1.48 \pm 0.13$  olarak bildirilmiştir (Fathi ve diğ., 2016a). Badem ağacından elde edilen (*Prunus dulcis*) gamların  $0.85$  yağ içerdiği bulunmuştur (Mahfoudhi ve diğ., 2012).



Şekil 4.3 : Yağ tayini için kurulan Sokselet düzeneği.

Elazığ'da bulunan kayısı ağaçlarından elde edilen saflaştırılmış gamlardan yapılan bir araştırma makalesinde kayısı gamlarının yağ içeriğinin ağırlıkça  $1.19$  olduğu bildirilmiştir (Karataş ve diğ., 2022). Kaju ağaçlarından toplanarak ham ve saflaştırılmış gamların çalışıldığı bir araştırma makalesinde toplam yağ miktarı ham kaju gamı için  $0.59 \pm 0.23$  olarak bulunmuştur. Saflaştırılmış kaju gamında yağ içeriğinin tespit edilemediği bildirilmiştir (Naka ve diğ., 2016). Sonuçlar Malatya kayısı gamında olduğu gibi literatür ile de karşılaştırıldığında gamların yağ içeriklerinin düşük olduğunu veya gözlemlenemediği göstermiştir. Bu farklılığın sebebinin, yetiştirilen bölgelerin değişmesi veya iklim şartlarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

#### 4.1.9. Toplam karbonhidrat miktarı

Karbonhidrat içeriğinin belirlenmesinde uygulanan bu analizde CG için toplam karbonhidrat miktarı  $68.20 \pm 0.008$  mg glikoz/ml gam dispersiyonu, PG için  $78.38 \pm 0.02$  mg glikoz/ml gam dispersiyonu olarak bulunmuştur (Çizelge 4.6).

*Prunus cerasus* türüne ait vişne ağaçlarından elde edilen gamlarda  $71.51 \pm 0.02$  karbonhidrat bulunmuştur (Fathi ve diğ., 2016a). Diğer bir çalışmada Süs eriği (*Prunus cerasoides* D. Don) ağaçlarından elde edilen gamların  $73.72 \pm 2.44$  karbonhidrat içerdiği bildirilmiştir (Malsawmtluangi ve diğ., 2014). Badem (*Prunus dulcis*) ağacından elde edilen gamların  $92.36$  karbonhidrattan oluştuğu bildirilmiştir (Mahfoudhi ve diğ., 2012). Kaju ağaçlarından toplanarak ham ve saflaştırılmış gamların çalışıldığı bir araştırma makalesinde toplam karbonhidrat oranı saflaştırılmış kaju gamı için  $90.37 \pm 0.24$ , ham kaju gamı için  $63.44 \pm 0.5$  olarak hesaplanmıştır (Naka ve diğ., 2016). Elazığ'da bulunan kayısı ağaçlarından elde edilen gamlardan yapılan bir araştırma makalesinde saflaştırılmış kayısı gamında toplam karbonhidrat miktarı  $81.97$  olarak hesaplanmıştır (Karataş ve diğ., 2022). Karbonhidrat içeriği gamların saflığı için bir gösterge olarak kullanılabilir olduğu bildirilmiştir. Malatya kayısı gamında bulunan toplam karbonhidrat miktarının literatürle uyumlu olduğu gözlemlenmiştir.

#### 4.1.10. Toplam besinsel lif tayini

Diyet lifi, ince bağırsakta ne sindirilen ne de emilen çok çeşitli maddeleri kapsayan genel bir terimdir. Bu maddeler arasında selüloz ve hemiselüloz gibi çözünmeyen lifler ve yüksek viskoziteli (guar gam, pektinler vb.) ve düşük viskoziteli (akasya gamı, fruktooligosakkaritler vb.) olarak sınıflandırılan çözünebilir lifler bulunmaktadır. Diyet liflerinin sağlık özellikleri fizikokimyasal özelliklerine bağlıdır. Diyet lifinin faydaları arasında bağırsak fonksiyonlarının iyileştirilmesinin yanı sıra kolorektal riskin azaltılması ve obezite ve diyabet risklerinin azaltılması yer almaktadır (Thevenet, 2009).

Çalışmaların sonucunda CG için toplam besinsel lif, çözünmeyen lif ve çözünen lif sırasıyla  $1.61 \pm 0.03$ ,  $0.29 \pm 0.09$  ve  $0.92 \pm 0.06$  bulunmuştur. PG içinse sırasıyla  $2.85 \pm 0.07$ ,  $0.69 \pm 0.09$  ve  $2.56 \pm 0.02$  olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.6). Sindirilemeyen polisakkarit olarak bilinen ve bu özellikleri açısından kapsamlı bir çalışması yapılan arabik gamının (*Acacia senegal* ve *Acacia seyal*) glikoz emilimini geciktirdiği, dışkı kütesini arttırdığı ve safra asitlerini hapsediği gösterilmiştir. Ayrıca insan deneklerin

fizyolojik durumunu faydalı bir şekilde değiştirme potansiyeline sahip olduğu bildirilmiştir. Gam arabik ince bağırsakta sindirilmeden kalın bağırsağa ulaşabildiğinden, sindirilemeyen bir karbonhidrat veya diyet lifi olarak kategorize edilmiştir (Phillips ve diğ., 2008). Kaju ağağlarından toplanarak ham ve saflaştırılmış gamların çalışıldığı bir araştırma makalesinde toplam besinsel lif miktarı ham kaju gamı için %3.92±0.18 olarak bulunmuştur. Saflaştırılmış kaju gamında besinsel lif tespit edilemediği bildirilmiştir (Naka ve diğ., 2016).

#### **4.1.11. Toplam fenolik madde miktarı**

Spektrofotometrik bir yöntem olan Folin-Ciocalteu yöntemine göre Malatya kayısı gamlarında bulunan fenolik bileşenlerin gallik asit eşdeğerliği (GAE) cinsinden toplam miktarları CG için 1.14±0.01 mg GAE/g gam, PG için 1.17 ±0.01 mg GAE/g gam olduğu grlmştir (izelge 4.6).

Yapılan bir çalışmada *Prunus avium* türündeki kiraz ağacı gamlarında llen toplam fenolik bileşikler 1.99±0.8 mg GAE/g gam ağırlığındadır (Shabani ve diğ., 2016). Başka bir çalışmada Acacia gamına ait farklı türlerin metanol ve aseton çözücülerindeki ekstraktlarındaki toplam fenolik madde miktarı kuru ağırlık bazında 1.93±0.01 ve 9.15±1.5 g GAE/100 g arasında bulunmuştur (Sowndhararajan ve diğ., 2013). Malatya kayısı gamının diğer doğal gamlarda olduğu gibi düşük fenolik madde miktarına sahip olduğu gözlemlenmiştir.

#### **4.1.12. Toplam antioksidan kapasitesi**

2,2-azino-bis(3-etilbenzotiazolin-6-slfonikasit) veya kısa adıyla ABTS, çeşitli bitki özütlerinin toplam antioksidan kapasitesinin tahmininde sıkça kullanılan bir substrat haline gelmiştir. Nispeten kararlı bir radikal (ABTS-) oluşturmak için bir elektron oksidasyonuna uğrayan bir peroksidaz substratıdır. Çeşitli örneklerin antioksidan aktivitesi, ABTS' nin bir elektronlu oksidasyonunu ve ABTS- oluşumunu engelleme eğilimlerine göre ölçülür (Bartosz, 2003). ABTS ile yapılan antioksidan aktivite tayini belirlenmesinde sonuçlar CG ve PG için sırasıyla 0.63±0.01 mg trolox/g gam ve 0.75±0.01 mg trolox/g gam olarak bulunmuştur (izelge 4.5).

ABTS radikal süpürme aktivitesi ile fenolik bileşikler arasında pozitif bir korelasyon vardır, çünkü fenolik bileşikler serbest radikalleri ve radikal katyonları inhibe etmede rol oynar (Lahouar ve diğ., 2014). Gamların fenolik bileşen içeriği daha az olduğundan, ABTS

süpürme aktivitesi de düşüktür. Gamlarda olduğu gibi diğer polisakkaritlerin de antioksidan kapasitelerindeki değişim, çeşitli çalışmalar tarafından moleküler ağırlıklarındaki farklılıklara ve polisakkarit zincirlerindeki dallanma derecelerine bağlanmıştır. Ayrıca, omurga zincirine bağlı fonksiyonel grubun türü ve konumu ile glikozidik bağlantıların doğasından da etkilenmektedir ve bu da farklı polisakkaritlerin antioksidan potansiyelindeki değişimin bir nedeni olabilir (Barahona ve diğ., 2011; S. K. Chen ve diğ., 2009).

Gamların serbest radikalleri temizleme aktivitesini araştırmak için genel olarak kullanılan kararlı azot merkezli radikal olan DPPH kullanılarak ölçülmüştür. DPPH, elektron verici bir bileşiğin, yani bir antioksidanın varlığında karakteristik mor rengini soluk sarıya dönüştürür. Yüzde inhibisyon değerleri CG için %22.04±0.66, PG için %20.11±0.78 bulunmuştur (Çizelge 4.5). Gamların radikal süpürme aktivitesi ABTS ve DPPH analizlerinin her ikisinde de örnekler arasında anlamlı farklılıklar göstermiştir (p<0,005).

**Çizelge 4.5 :** CG ve PG gamları için ABTS ve DPPH süpürme deneyi açısından antioksidan aktivitesi.

<b>Antioksidan Aktivite</b>	<b>CG</b>	<b>PG</b>
ABTS (mg trolox/g gam)	0.63 ±0.01 <sup>a</sup>	0.75 ±0.01 <sup>b</sup>
DPPH (% inhibisyon)	22.04 ± 0.66 <sup>b</sup>	20.11 ± 0.78 <sup>a</sup>

Ağaçlardan elde edilen doğal gamlar arasında badem ağacı gamı %35.52±1.13 ile maksimum inhibisyon sergilemiş, bunu mg/ml konsantrasyonda sırasıyla %23.43±0.93 ve %19.47±0.77 inhibitör etki ile kayısı gamı ve arap gamı izlemiştir (Bashir ve diğ., 2018). Gamların inhibe edici aktivitesindeki değişimin, içlerinde bulunan flavonoid ve fenolik bileşiklerin konsantrasyonu ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Bu iki bileşik sınıfı da iyi antioksidan potansiyele sahiptir ve insan beslenmesi ve sağlığı üzerindeki etkileri önemlidir. Bu iki bileşik sınıfının anti radikal etkisi, şelasyon ve elektron transferi veya hidrojen verme yeteneklerinden kaynaklandığı bildirilmiştir (Cook ve diğ., 1996; Yıldırım ve diğ., 2000). Bu nedenle, örneklerin DPPH radikali ile reaksiyonundan sonra ölçülen absorbans değerlerindeki düşüş, gamların yüksek reaktiflikteki radikal türlerini kararlı ürünlere dönüştürerek radikal söndürme etkisini açıkça göstermiştir.

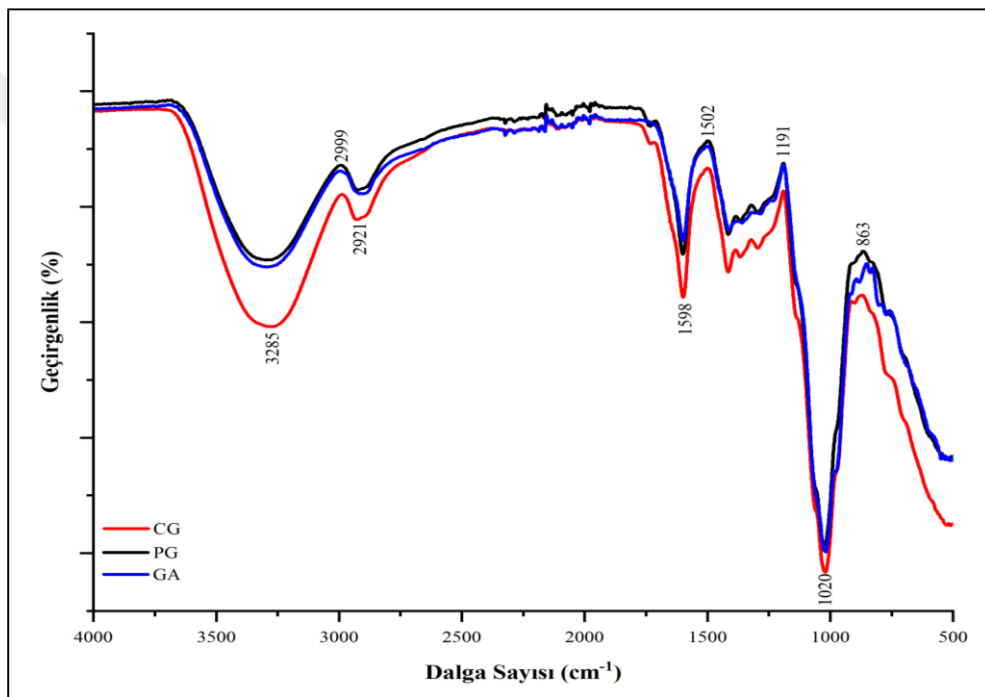
Gamlarda ölçülen düşük antioksidan aktivitesinin ana nedenin zayıf fenolik bileşikler olduğu düşünülmektedir ve tıpkı diğer doğal ağaç gamlarında olduğu gibi Malatya kayısı gamında da düşük antioksidan aktivite gözlemlenmiştir.

**Çizelge 4.6 :** Malatya kayısı gamının ham ve saflaştırılmış tozlarının bazı fizikokimyasal özellikleri.

	<b>Birim</b>	<b>Ham Kayısı Gamı (CG)</b>	<b>Saflaştırılmış Kayısı Gamı (PG)</b>
<b>Sıkıştırılmış Yoğunluk Değeri (pt)</b>	g/ml	1.77±0.05	1.48±0.02
<b>Yığın Yoğunluk Değeri (pb)</b>	g/ml	1.54±0.04	1.31±0.02
<b>Carr İndeksi</b>		Mükemmel	Mükemmel
<b>Hausner Oranı</b>		İyi	İyi
<b>pH</b>		4.85±0.01	4.87±0.07
<b>Nem</b>	%	12.37±0.6	8.98±0.5
<b>Kül</b>	%	4.37±0.01	3.87±0.05
<b>Ham Protein</b>	%	2.23±0.19	2.37±0.18
<b>Toplam Yağ Miktarı</b>	%	0.13± 0.02	0.11± 0.44
<b>Toplam Karbonhidrat Miktarı</b>	mg glikoz / ml gam dispersiyonu	68.20±0.01	78.38±0.02
<b>Çözünmez Lif</b>	%	0.29±0.09	0.69±0.09
<b>Çözünebilir Lif</b>	%	0.92±0.06	2.56±0.02
<b>Toplam Besinsel Lif</b>	%	1.61±0.03	2.85±0.07
<b>Toplam Fenolik Madde İçeriği</b>	mg GAE/ g gam	1.14 ±0.01	1.17 ±0.02
<b>Toplam Antioksidan Kapasitesi (ABTS)</b>	mg trolox/ g gam	0.63 ±0.01	0.75 ±0.01
<b>Toplam Antioksidan Kapasitesi (DPPH)</b>	% inhibisyon	22.04 ± 0.66	20.11 ± 0.78

#### 4.1.13. Fonksiyonel grup karakterizasyonu (FTIR)

Gam tozlarının ana fonksiyonel gruplarını incelemek ve tanımlamak için FTIR spektroskopisi kullanılmıştır. Karşılaştırma yapabilmek için kontrol olarak gam arabik (GA) seçilmiştir. Şekil 4.4' de yer alan FTIR spektrumları incelendiğinde üç örnekte aynı bantlarda değerler göstermiştir. Her iki gamın da polisakkarit yapılı olmaları bu benzerliği açıklayabilir. Hidroksil grupların verdiği germe titreşimlerine karşılık gelen 3200-3550  $\text{cm}^{-1}$  de karakteristik bir absorpsiyon bandı vardır. Bu bant 3285  $\text{cm}^{-1}$  de görülmüştür. Yaklaşık 2921  $\text{cm}^{-1}$  de görülen küçük bir bant, galaktoz, arabinoz ve ramnozu gösteren  $\text{CH}_2$  gruplarının C-H gerilmelerinin olduğuna dair bir bilgi vermektedir.



Şekil 4.4 : Malatya kayısı gamlarına ait FTIR spektrumu.

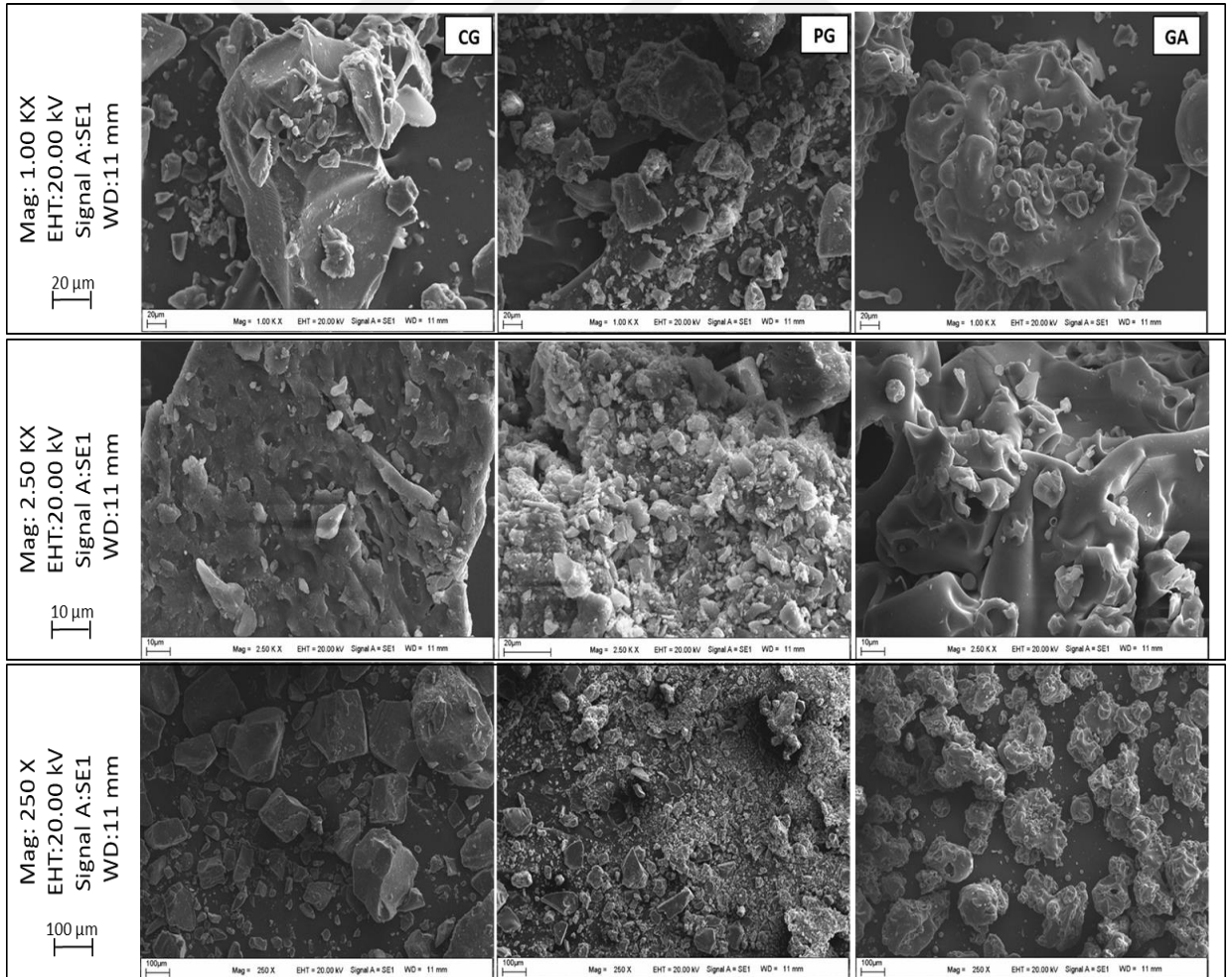
Karboksilat gruplarının ( $\text{COO}^-$ ) gerilmesini gösteren 1598  $\text{cm}^{-1}$  'deki pik, sakızdaki asidik şekerlerden (üronik asit) kaynaklanmaktadır. Glukoüronik asitler,  $\text{C}=\text{O}$  simetrik gerilmelerinden dolayı 1502  $\text{cm}^{-1}$  'deki bant gibi spesifik titreşimlere sahiptir. Polisakkaritler 1200-950  $\text{cm}^{-1}$  bölgesinde (yani parmak izi bölgesi olarak adlandırılan) spesifik bantlara sahiptir. Her polisakkaritin kendine özgü konumu ve yoğunluğu olan spesifik bir bandı vardır ve bu da polisakkaritlerin tanımlanmasına olanak tanır. Analizlenen polisakkaritlerdeki alken C-H kıvrımına karşılık gelen parmak izi alanı 1020  $\text{cm}^{-1}$  civarında görülmüştür. Ayrıca, beta glikozidik bağların varlığı, 890.7  $\text{cm}^{-1}$ 'deki bir absorpsiyon piki ile tanımlanmıştır. FTIR spektrumları kayısı sakızı gamının aminoasit ve üronik asit içeren



bir polisakkarit olduğunu doğrulamaktadır. Farklı türde incelenen 14 tür ağa gamının FTIR spektrumlarının karşılaştırıldığı bir çalışmada gözlemlenen piklerin tüm polisakkarit gamlarında hemen hemen aynı noktalarda olduğu, özellikle de parmak izi bölgelerinin, sakızın kimliği hakkında değerli bilgiler verdiğini ve diğer tekniklerle birlikte kullanıldığında, doğal sakızların tanımlanması ve kalite kontrolünde hayati öneme sahip olabileceğini göstermiştir (Thombare ve diğ., 2023). Malatya kayısı gamında görülen FTIR spektrumundaki piklerin, literatürdeki verilerle uyumlu olduğu görülmektedir.

#### 4.1.14. Taramalı elektron mikrografları (SEM)

Gamların yüzey özelliklerini inceleyebilmek için SEM görüntüleri çekilmiştir. Karşılaştırma yapabilmek için kontrol olarak gam arabik (GA) seçilmiştir. Şekil 4.5 'de gamların pürüzsüz yüzeyli düzensiz şekiller sergilediği ve tekdüze olmayan boyutlar gösterdiği görülmüştür.

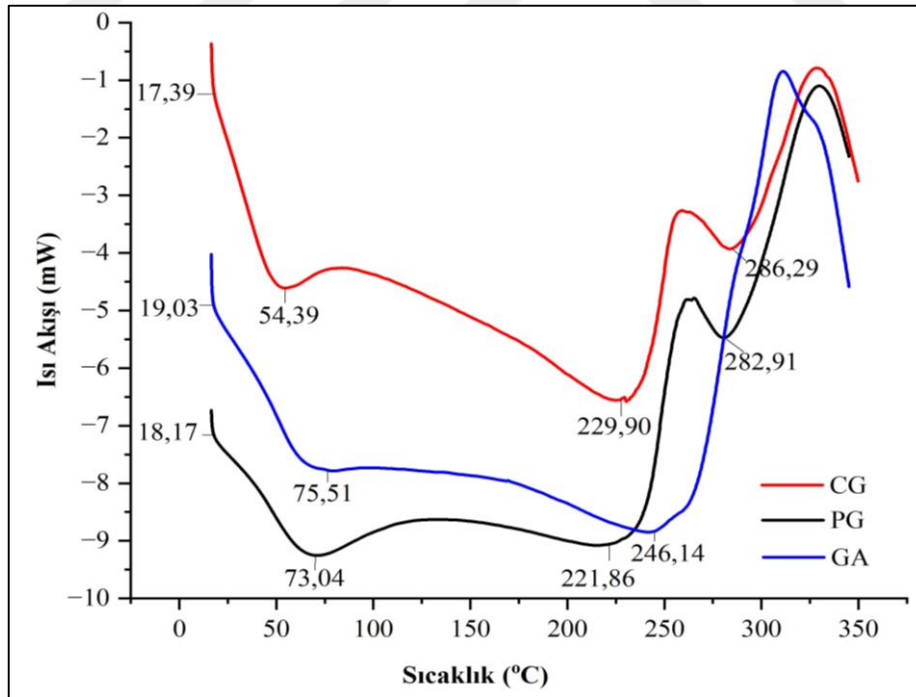


Şekil 4.5 : Gam tozlarında çekilen SEM görüntüleri.

Parçacık boyutu ve spesifik yüzey alanının gamların hidrasyon davranışını etkilediği ve bunun da içsel viskozitelerini ve moleküler kütlelerini etki ettiği daha önce bildirilmiştir. Polisakkarit tozlarının çözünme hızı genellikle partikül boyutunun küçülmesiyle artar. Ayrıca SEM görüntüleri CG ve PG' nin yüzeyinin gözeneklere sahip olduğunu göstermektedir. Malatya kayısı gamlarının bu düzensiz şekli, tıpkı bir çalışmada incelenen Dikenli Akasya (*Acacia nilotica*) ağacı gamı (Bhushette ve diğ., 2020) gibi pürüzlü yüzeyi ve gözenekleri iki partikül arasında boşluk olasılığını artırmakta ve bunun sonucunda da gerçek ve yığın yoğunlukları arasında farklı sonuçlar açığa çıkmaktadır.

#### 4.1.15. Termal analizler (DSC)

Diferansiyel taramalı kalorimetri, polimerlerin termal özelliklerini, bir referans malzemeye kıyasla ısı enerjisini absorbe etme hızlarına dayanarak ölçmek için kullanılan bir tekniktir. Karşılaştırmalar için kontrol olarak gam arabik (GA) seçilmiştir. Termogramlardan polimerin erime noktaları, erime entalpileri, kristalleşme sıcaklıkları, camsı geçiş sıcaklıkları ve bozunma sıcaklıkları gibi çeşitli özelliklerinin tespit edilmesini sağlar.



Şekil 4.6 : Gamlara ait DSC termogramları.

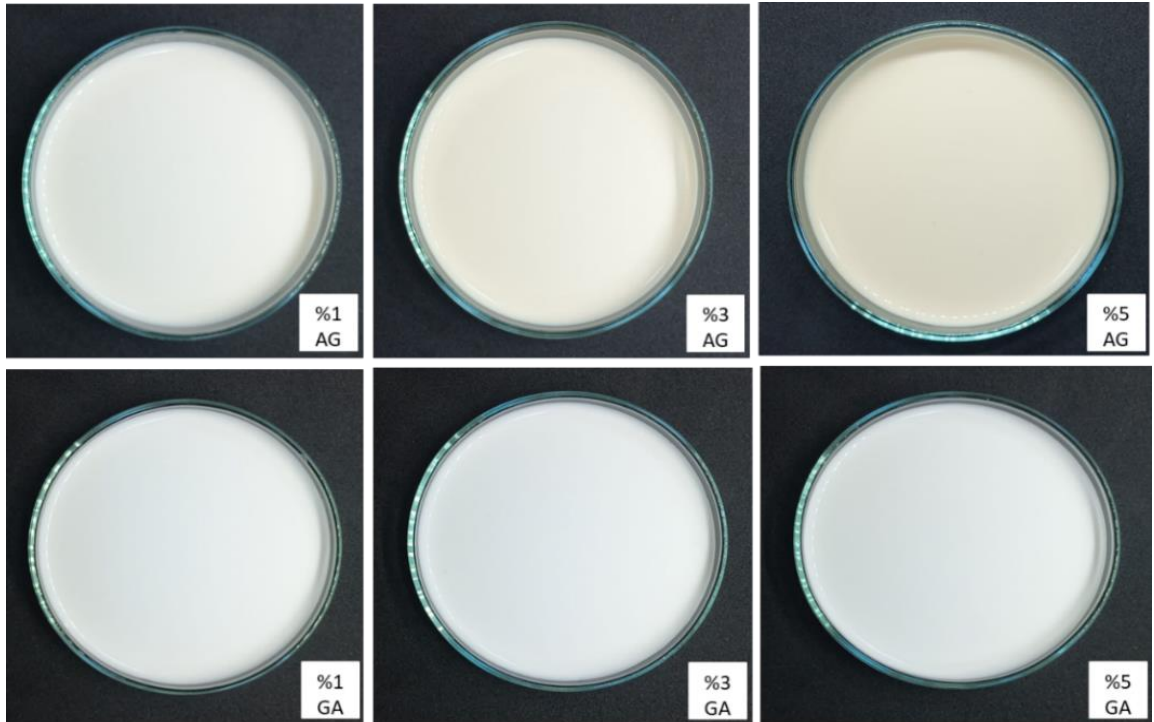
Şekil 4.6, gamların DSC eğrilerini göstermektedir. Camsı geçiş sıcaklığı CG, PG ve GA için sırasıyla 17.39, 18.17, 19.03 °C' dir. Düşük değerlerin, hızlı tarama sırasında

hareketsiz kalan kalıntı su moleküllerinin neden olduğu plastikleşmeden kaynaklandığı varsayılmıştır. PG' nin termodayanımının CG' den daha yüksek olduğu görülmüştür. Başlangıç degradasyon sıcaklığı PG' de daha yüksek bulunmuştur. Pikler hep endotermik yapıları göstermiştir. Yaklaşık olarak 70 dereceden sonra suyun uçmasından kaynaklanan azalışlar görülmüştür. Keskin erime piki 221 derecede görülmüştür. PG ve CG de karakteristik iki pik bulunmuştur. Yapısal ve işlevsel özellikler termal özellikleri ve geçiş sıcaklığını büyük ölçüde etkilemektedir. Isıl işlem ve bu yöntemler sırasında, polisakkaritte belirli bir sakız için benzersiz eğriler veren fiziksel ve kimyasal değişiklikler meydana gelir (Daoub ve diğ., 2018). Genel olarak, sonuçlar gamların yapısının 300 °C' nin altında termal olarak kararlı olduğunu göstermektedir. Termal kararlılık, yüksek sıcaklık içeren proseslerde gamların kullanılmasına olanak sağlamaktadır.

## 4.2. Emülsiyon Fiziksel Özellikleri

### 4.2.1. Renk ölçümü

Emülsiyonlarda renk ölçümleri Colorimeter CR-14 (Konica Minolta, Japonya) cihazıyla gerçekleştirilmiştir. Şekil 4.7' de yer alan kayısı gamı ile hazırlanan emülsiyonlar gamın rengini almıştır ve hafif turuncu gözükmemektedir. Sonuçlar Çizelge 4.7' de gösterilmektedir.



Şekil 4.7 : Emülsiyon örnekleri.

**Çizelge 4.7 :** Emülsiyonların renk ölçüm değerleri.

	L*	a*	b*
%1 AG	71.13±4.78 <sup>c</sup>	-2.9±3.24 <sup>a</sup>	7.7±0.76 <sup>b</sup>
%3 AG	70.4±4.03 <sup>c</sup>	-3.26±0.32 <sup>b</sup>	7.61±0.79 <sup>b</sup>
%5 AG	62.36±3.53 <sup>d</sup>	-3.13±0.43 <sup>b</sup>	9.34±0.95 <sup>a</sup>
%1 GA	88.51±5.66 <sup>a</sup>	-4.84±0.83 <sup>c</sup>	3.91±0.41 <sup>c</sup>
%3 GA	87.59±4.41 <sup>a</sup>	-3.86±0.9 <sup>b</sup>	3.34±0.01 <sup>c</sup>
%5 GA	80.36±3.63 <sup>b</sup>	-4.04±0.6 <sup>c</sup>	2.96±0.85 <sup>d</sup>

\*Farklı harflerle temsil edilen değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaktadır ( $p<0.05$ ).

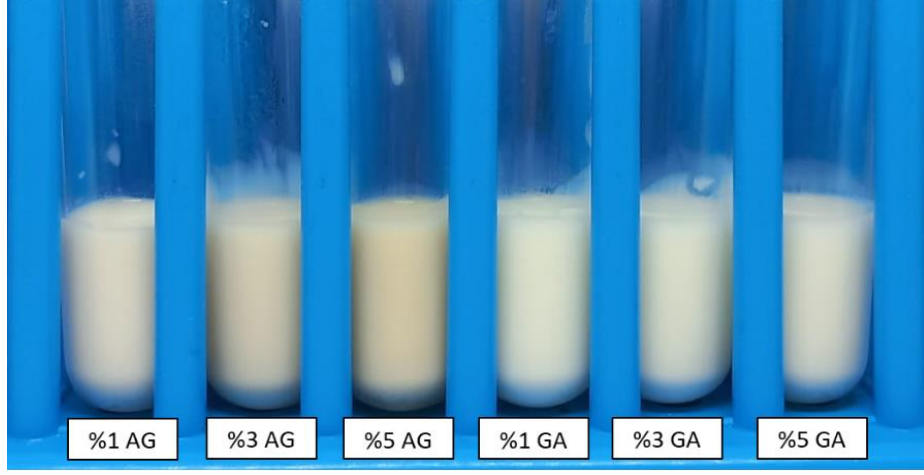
Emülsiyonlarda genel olarak parlaklık göstergesi olan L değeri konsantrasyon arttıkça düşmüştür. Kaysı gamlarının kendi rengi olan turuncu rengin emülsiyonlarda da görüldüğü gözlemlenmiştir. Konsantrasyon arttıkça açık turuncu renk gözlemlenmektedir. Gam arabik ile hazırlanan emülsiyonlarda ise konsantrasyon arttıkça matlaşma gözlemlenmiştir. Bu sebeple L değerinde düşüş olmuştur ( $p<0.05$ ). Sarılık-kırmızılık değerini gösteren b değeri ise Malatya kaysı gamı ile hazırlanan emülsiyonlarda konsantrasyonu arttıkça yükseliş göstermiştir.

#### 4.2.2. Bulanıklık (türbidite) ölçümü

Emülsiyonların 0. dakikada absorbanslarının ölçülmesiyle bulunan sonuçlar Çizelge 4.8' de belirtilen değerlerde bulunmuştur. Kayısı gamı ile hazırlanan emülsiyonların içeriğindeki kayısı gamı konsantrasyonu arttıkça bulanıklık yüzdesi düşmüştür. Bunun tam tersi olarak gam arabik içeren emülsiyonlarda konsantrasyon arttıkça bulanıklık değeri yükseliş göstermiştir. Şekil 4.8' de ise emülsiyonların bulanıklık görselleri verilmiştir.

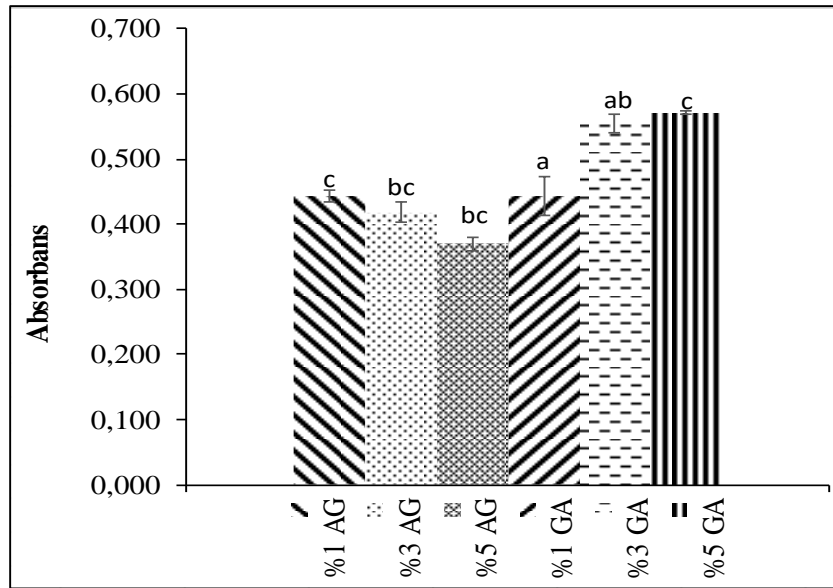
**Çizelge 4.8 :** Emülsiyonların bulanıklık (türbidite) değerleri.

%1 AG	%3 AG	%5 AG	%1 GA	%3 GA	%5 GA
0.43±0.09 <sup>c</sup>	0.41±0.01 <sup>bc</sup>	0.36±0.01 <sup>bc</sup>	0.40±0.03 <sup>a</sup>	0.54±0.01 <sup>ab</sup>	0.57±0.01 <sup>c</sup>



**Şekil 4.8 :** Emülsiyonların bulanıklık görüntüleri.

Emülsiyonların türbidite sonuçları ise grafik şeklinde Şekil 4.9’da verilmiştir. AG ile stabilize edilen emülsiyonlar, GA ile stabilize edilen emülsiyonlara göre daha küçük partikül boyutlarına sahip olması sebebiyle daha az bulanıklık gösterdiği belirlenmiştir. Emülsiyonların karakteristik özellikleri, ışık dalgalarının emülsiyondaki damlacıklar tarafından saçılmasına bağlıdır. Bu saçılma, emülsiyonun türbidite, opaklık ve açıklık gibi görsel özelliklerini belirleyerek emülsiyonların tercih edilen özelliklerini etkilemektedir (McClements, 2005). Şekil 4.9’ da yer alan grafikte de görüldüğü gibi düşük bulanıklık değeri daha büyük parçacık boyutuna sahip olan tanecikleri temsil etmektedir. Farklı harflerle temsil edilen değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaktadır ( $p < 0.05$ ).



**Şekil 4.9 :** Emülsiyonlarda ölçülen bulanıklık değerleri.

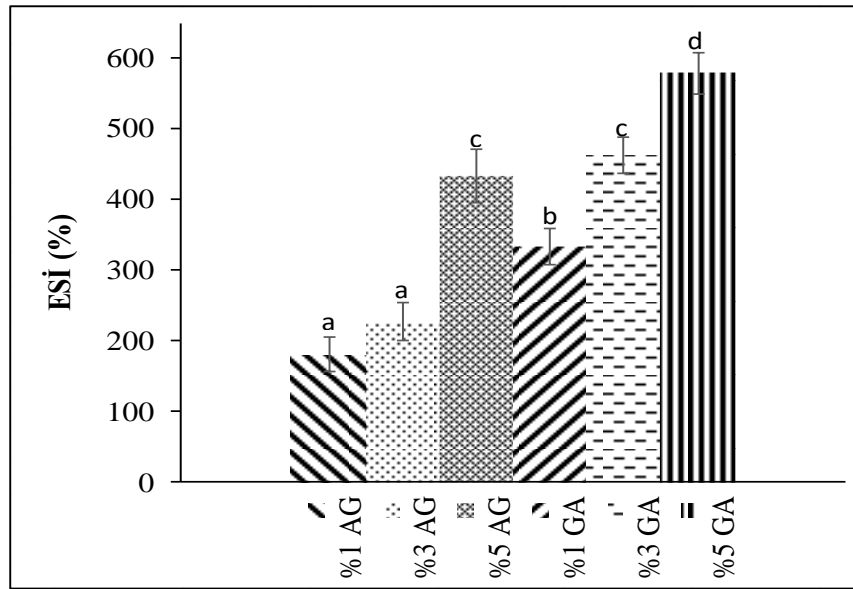
### 4.2.3. Emülsiyon stabilite indeksi

Emülsiyon stabilite indeksi (ESİ) gamların belirli bir süre boyunca stabil bir emülsiyon sağlayabilme yeteneğinin ölçüsüdür. Düşük ESİ değeri emülsiyonlarda düşük kararlılık göstergesidir denilmektedir (Subagio, 2006).

Bu tanımdan yola çıkarak örneklerde bulunan ESİ değeri ne kadar yüksek ise o kadar da yüksek stabiliteye sahip olduğu söylenebilir. Buna göre Çizelge 4.9’ da olduğu gibi sonuçlar arasında AG örnekleri arasında en kararsız su içinde yağ emülsiyonu %1 kayısı gamı içeren emülsiyondur. Kayısı gamı konsantrasyonu arttıkça stabilite indeksi artmıştır. Gam arabik için de konsantrasyon arttıkça stabilite iyileşmiştir. Bu değerler Şekil 4.10’ da grafik şeklinde gösterilmektedir. Farklı harflerle temsil edilen değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaktadır ( $p < 0.05$ ).

**Çizelge 4.9 :** Emülsiyonlara ait emülsiyon stabilite indeks değerleri.

%1 AG	%3 AG	%5 AG	%1 GA	%3 GA	%5 GA
180.55±24.69 <sup>a</sup>	226.8±26.32 <sup>a</sup>	433.4±37.85 <sup>c</sup>	333.46±25.77 <sup>b</sup>	462.1±25.17 <sup>c</sup>	578.94±29.94 <sup>d</sup>



**Şekil 4.10 :** Emülsiyon stabilite indeksi değerlerini veren grafik.

#### 4.2.4. Kremalaşma indeksi

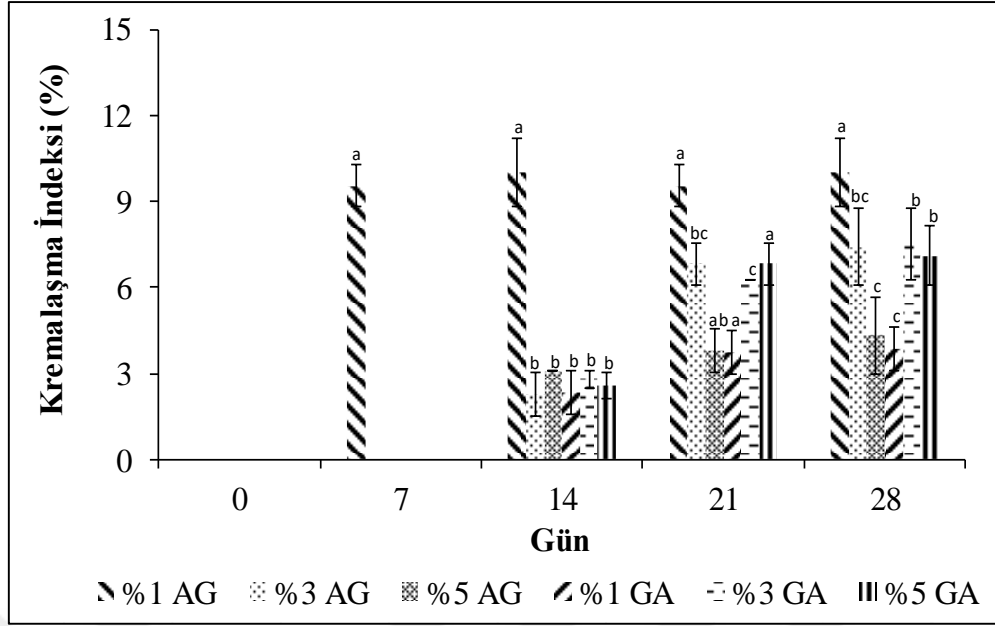
Kremalaşma indeksi (KI) bir emülsiyonda yağ damlacıklarının flokülasyon derecesi hakkında dolaylı bilgi sağlar. Damlacık boyutu ne kadar yüksekse flokülasyon ve kremalaşma o kadar hızlı gerçekleşir (Demetriades ve diğ., 2000). Şekil 4.11, dört haftalık depolama süresince her iki gam ile üretilen emülsiyonların kremalaşma sonuçlarını göstermektedir.

**Çizelge 4.10 :** Emülsiyonların kremalaşma indeksi.

	0. Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün	28. Gün
<b>%1 AG</b>	0 <sup>a</sup>	9.56±0.74 <sup>a</sup>	10±1.18 <sup>a</sup>	9.56±0.74 <sup>a</sup>	10±1.18 <sup>a</sup>
<b>%3 AG</b>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>b</sup>	2.27±0.76 <sup>b</sup>	6.82±0.76 <sup>bc</sup>	7.42±1.36 <sup>bc</sup>
<b>%5 AG</b>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>b</sup>	3.08±0.01 <sup>b</sup>	3.79±0.76 <sup>ab</sup>	4.33±1.34 <sup>c</sup>
<b>%1 GA</b>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>b</sup>	2.34±0.78 <sup>b</sup>	3.73±0.75 <sup>a</sup>	3.85±0.77 <sup>c</sup>
<b>%3 GA</b>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>b</sup>	2.81±0.31 <sup>b</sup>	6.25±0 <sup>c</sup>	7.5±1.25 <sup>b</sup>
<b>%5 GA</b>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>b</sup>	2.58±0.45 <sup>b</sup>	6.82±0.76 <sup>a</sup>	7.12±1.06 <sup>b</sup>

Çizelge 4. 10' da yer alan sonuçlara göre her iki gam ile üretilen emülsiyonların oda sıcaklığında depolamasında KI sonuçları arasında istatistiksel anlamda önemli farklılıklar tespit edilmiştir (p<0.05).

Sıfırncı günde alınan ölçümler her emülsiyon için aynıdır ve kremalaşma gözlenmemiştir. Emülsiyonlar arasında %1 AG emülsiyonu, yedinci günden itibaren destabilizasyona uğramış ve en hızlı kremalaşma eğilimini gösteren örnek olarak belirlenmiştir (Şekil 4.14). Farklı harflerle temsil edilen değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaktadır (p<0.05). Sonuçlara göre, kremalaşma indeksi daha yüksek sürfektan konsantrasyonlarında (ağırlıkça %1 ile %3) azalmıştır, bu da yağ damlacıklarının daha küçük boyutuyla ilişkilendirilebilir.



**Şekil 4.11 :** Emülsiyonların kremalaşma indeksine ait grafik.

Kalın ara yüzey katmanları oluşturan gam arabik gibi polisakkaritler sterik etkileşimler yoluyla damlacık agregasyonunu engellemede oldukça etkilidir. Bu sebeple GA emülsiyonlarında krema oluşturma eğilimi daha azdır (Chanamai ve diğ., 2002). Tıpkı gam arabik gibi, Malatya kayısı gamı da polisakkarit yapılı olması sebebiyle kremalaşmaya karşı güçlü bir etki göstermektedir.

#### 4.2.5. Partikül boyutu ve partikül yükü ölçümleri

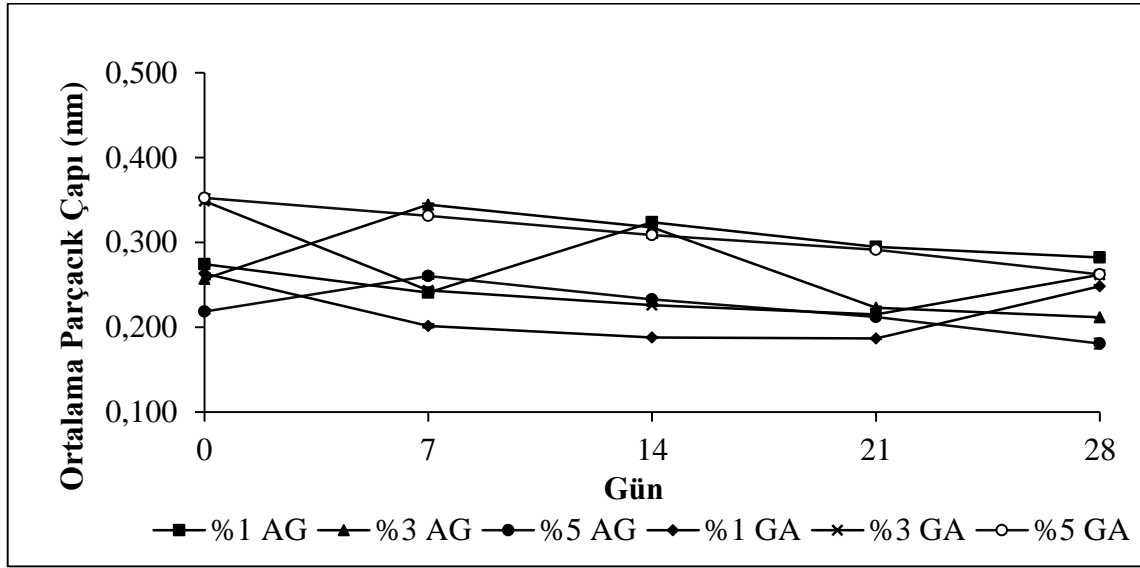
Emülsiyonlarda partikül boyutu ve partikül yükü depolama stabilitesi ve çevresel etkilere karşı fiziksel stabilite çalışmalarını sırasında belirlenmiştir. Depolama stabilitesi için her bir emülsiyon 4 hafta boyunca analizlenmiştir. Çevresel etkilere karşı gösterilen stabilite için sıcaklık uygulaması, farklı konsantrasyonlarda tuz çözeltileri ekleme ve değişik pH değerlerinde çalışmalar yapılarak emülsiyonların bu etkilere karşı partikül boyutu ve yük değişimleri incelenmiştir. Bu değişimler alt başlıklarda açıklanmıştır.

##### 4.2.5.1. Depolama stabilitesi

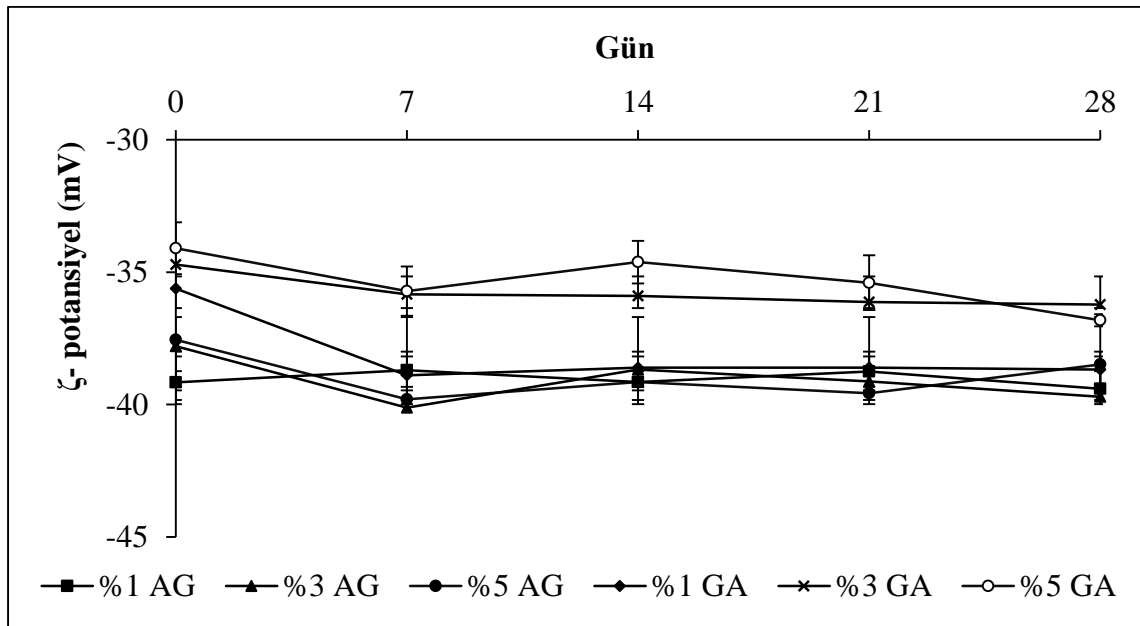
Depolama süresi boyunca örneklerin görsel temsili, Şekil 4.14'te sunulmuştur. Şekil 4.12' de de olduğu gibi başlangıç partikül boyutları %1, 3, 5 AG için sırasıyla 0.274, 0.257, 0.219 nm ve %1, 3, 5 GA için sırasıyla 0.263, 0.349 ve 0.353 nm olarak bulunmuştur. Partikül yükleri karşılaştırıldığında; GA' nın 28 gün boyunca AG' den çok daha yüksek bir negatif yüke sahip olması, GA' nın doğrusal yük yoğunluğunun AG' den daha yüksek



olduğunu göstermektedir (Şekil 4.13). Polisakkaritlerle kaplanan lipid damlacıklarının gıda ve içecek sistemlerindeki özellikle lipid oksidasyonunu teşvik eden geçiş metalleri gibi diğer yüklü türlerle etkileşimleri önemli sonuçlar doğurabilir. Bu etkileşimler lipid oksidasyonunu hızlandırabilir veya yavaşlatabilir ve bu da gıda ve içeceklerin kalitesini ve raf ömrünü etkilemektedir. Örneğin, negatif yüklü damlacıkların pozitif yüklü geçiş metallerini lipid damlacık yüzeylerine çektiği ve bunun da lipid oksidasyonunu teşvik ettiği gösterilmiştir (M. Hu ve diğ., 2003; D McClements ve diğ., 2000).



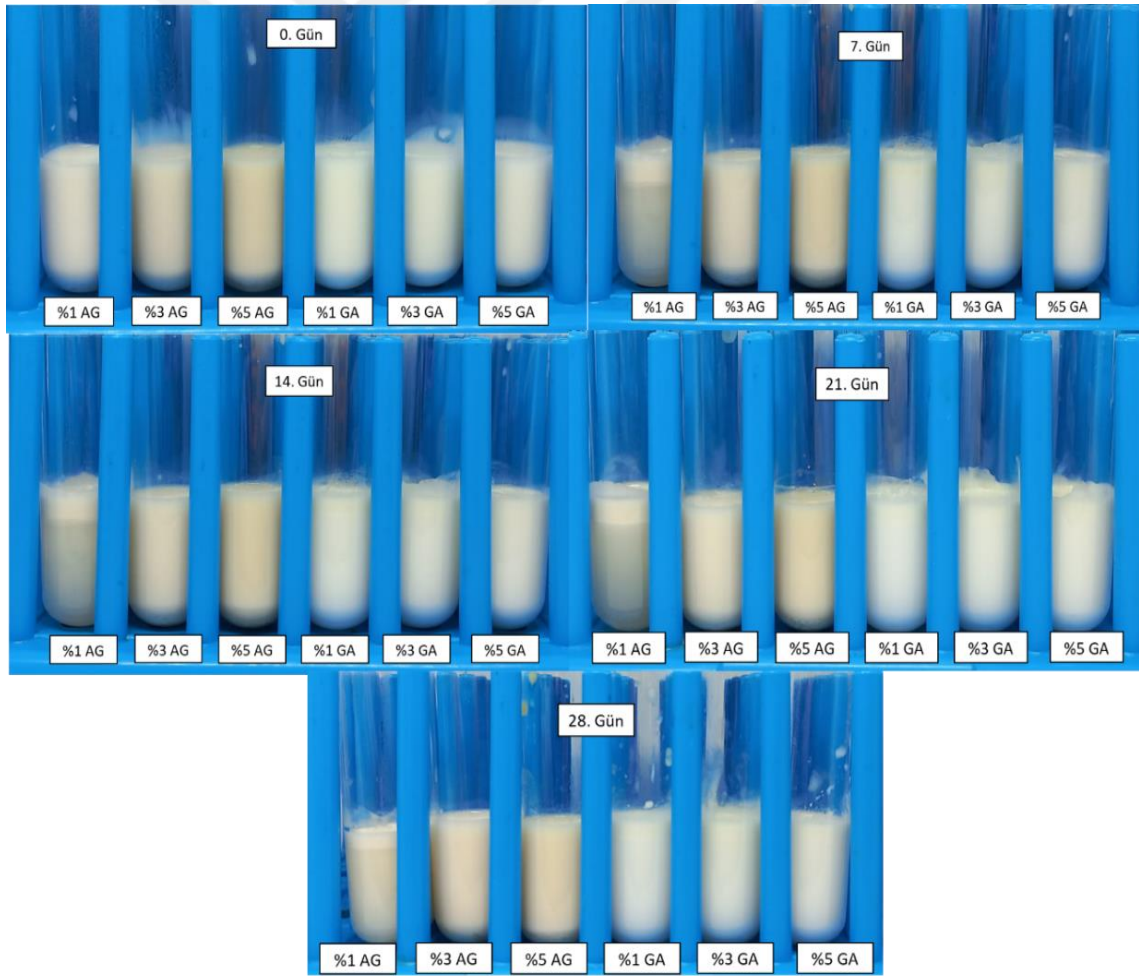
Şekil 4.12 : Dört haftalık depolama süresinin emülsiyonlardaki ortalama parçacık çapına olan etkisi.



Şekil 4.13. Dört haftalık depolama süresinin emülsiyonlardaki ortalama parçacık yüküne olan etkisi.

Zeta potansiyeli, çözeltinin kararlılığından sorumlu olan büyük parçacıklar veya moleküller arasında yer alan çekici ve itici kuvvetlerin gücünün ölçüsüdür. Pozitif veya negatif zeta potansiyel değeri ne kadar büyükse, çözelti sisteminin stabilitesi o kadar yüksek demektir (G. Chen ve diğ., 2018). Tüm emülsiyonlar için 28 gün boyunca partikül yükünde önemli bir azalış gözlemlenmemiştir. Yapılan bir çalışmada *Prunus armeniaca* gamının %0.1 konsantrasyondaki (pH 7'de) zeta potansiyeli - 26,33 mV olarak bulunmuştur ve bu da sakızın anyonik bir yapıya sahip olduğunu ortaya koymaktadır (Jafarian ve diğ., 2021).

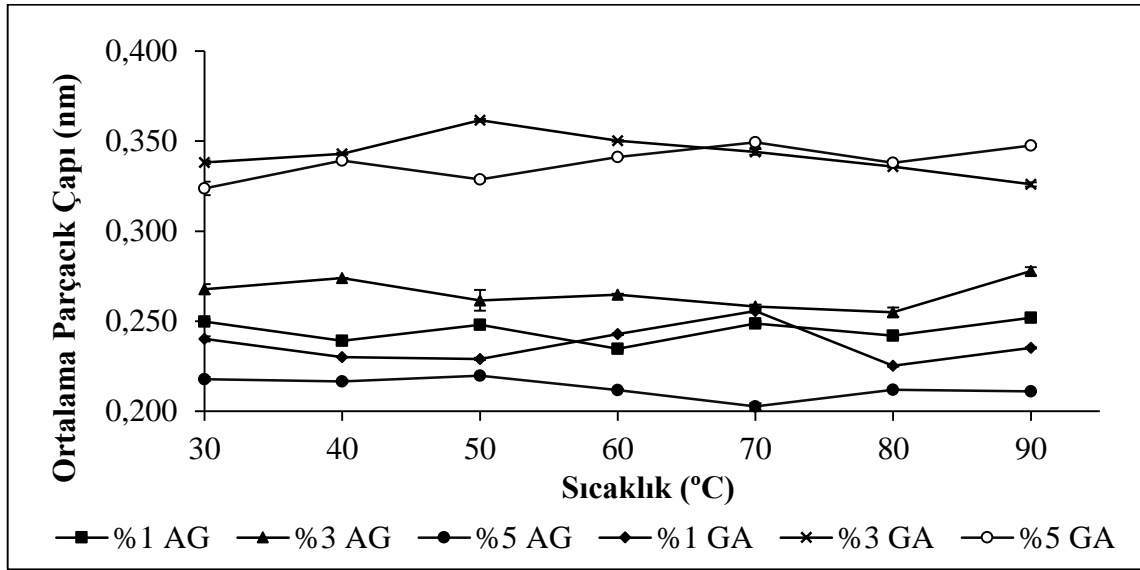
Şekil 4.12 'de tamamen çözünebilir olan Malatya kayısı gamının emülsiyonlardaki ortalama parçacık çapları çeşitli konsantrasyonlarda standart gam arabik ile karşılaştırılmaktadır. Malatya kayısı gamının düşük parçacık boyutlu olması, daha yüksek protein içeriği ve muhtemelen çözeltideki konformasyonu nedeniyle olabilir. Bunun sonucunda aynı konsantrasyondaki arabik gamından daha üstün olduğu düşünülmektedir.



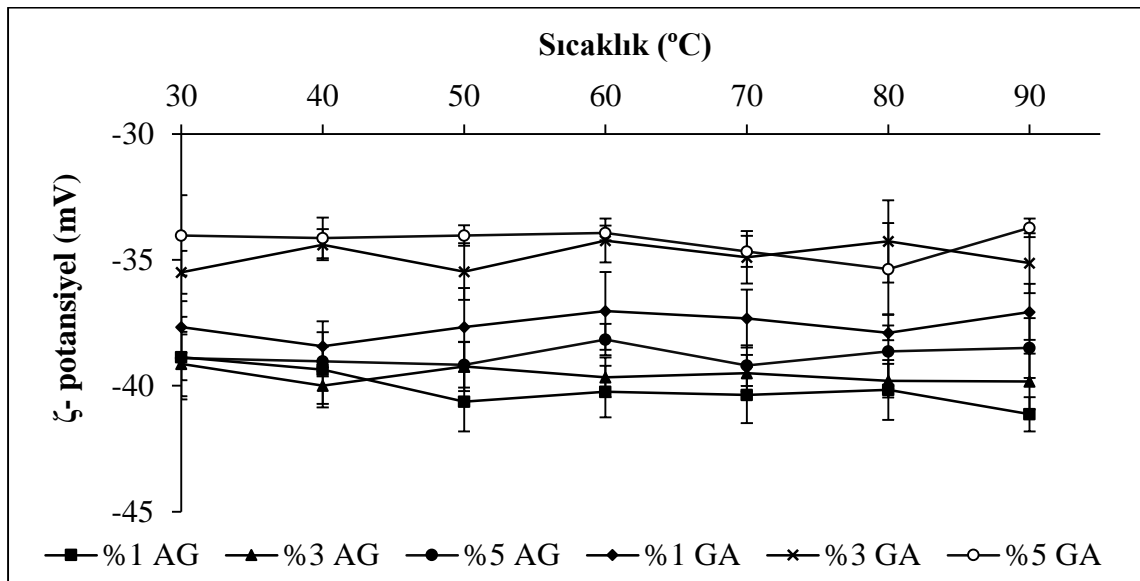
**Şekil 4.14 :** Emülsiyonların dört hafta boyunca çekilen görüntüleri.

#### 4.2.5.2. Termal stabilite

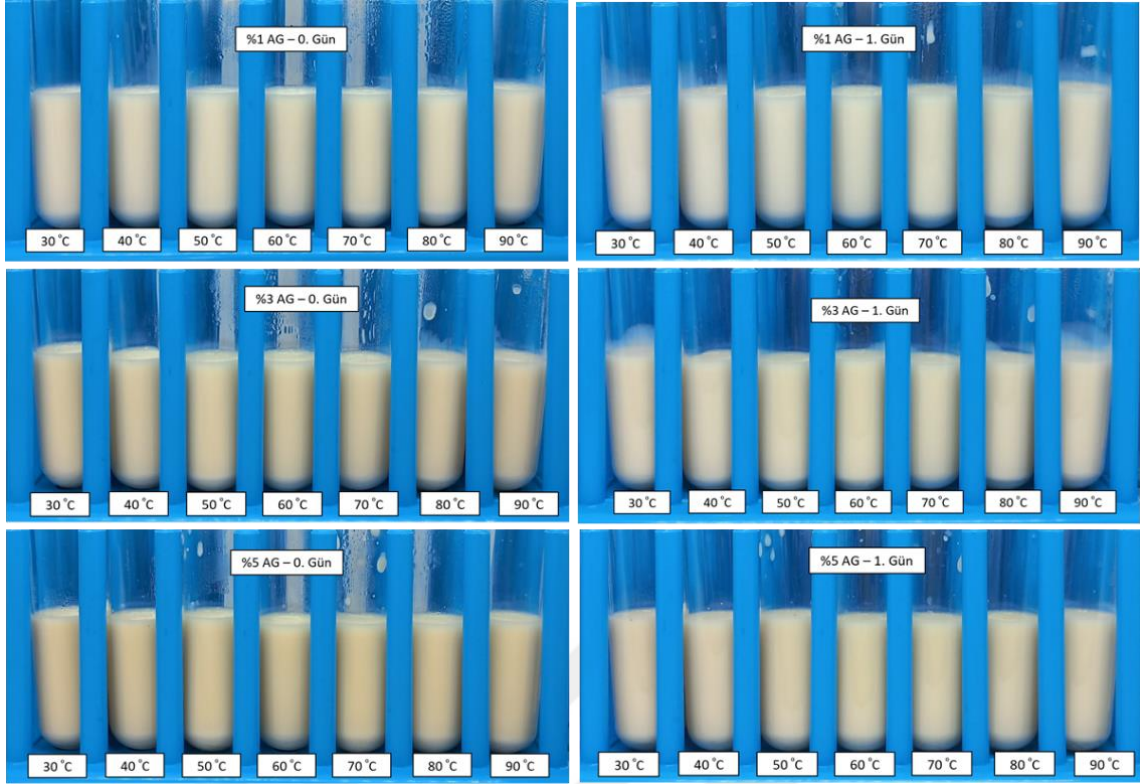
Sıcaklık uygulamalarının ardından 24 saat sonunda yapılan ölçümlerde partikül boyutları hem düşüş hem de yükseliş göstermiştir. Elde edilen sonuçlara göre yapılan bu çalışmada uygulanan değişen sıcaklık değerleri, partikül boyutlarında belirgin bir farklılık yaratmadığı gözlemlenmiştir. Tüm derecelerde genel olarak en düşük partikül boyutuna sahip emülsiyon %5 AG iken en yüksek partikül boyutlu emülsiyon %3 GA' dır (Şekil 4.15).



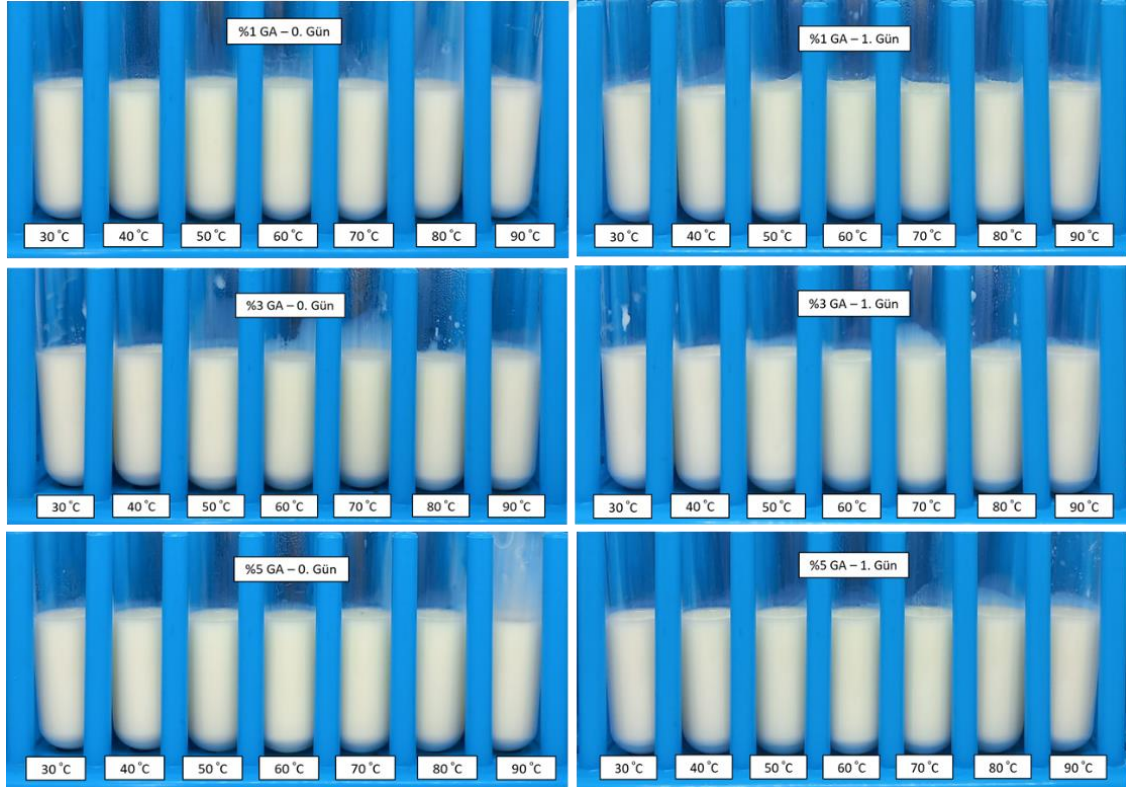
Şekil 4.15 : Farklı sıcaklık uygulamalarının AG ve GA kullanılarak oluşturulan emülsiyonlarda ortalama parçacık çapı üzerine olan etkisi.



Şekil 4.16 : Farklı sıcaklık uygulamalarının AG ve GA kullanılarak oluşturulan emülsiyonlarda ortalama parçacık yükü üzerine olan etkisi.



**Şekil 4.17 :** Farklı sıcaklık uygulamaları sonrası 24 saat sonunda AG emülsiyonlarında meydana gelen değişim.



**Şekil 4.18 :** Farklı sıcaklık uygulamaları sonrası 24 saat sonunda GA emülsiyonlarında meydana gelen değişim.

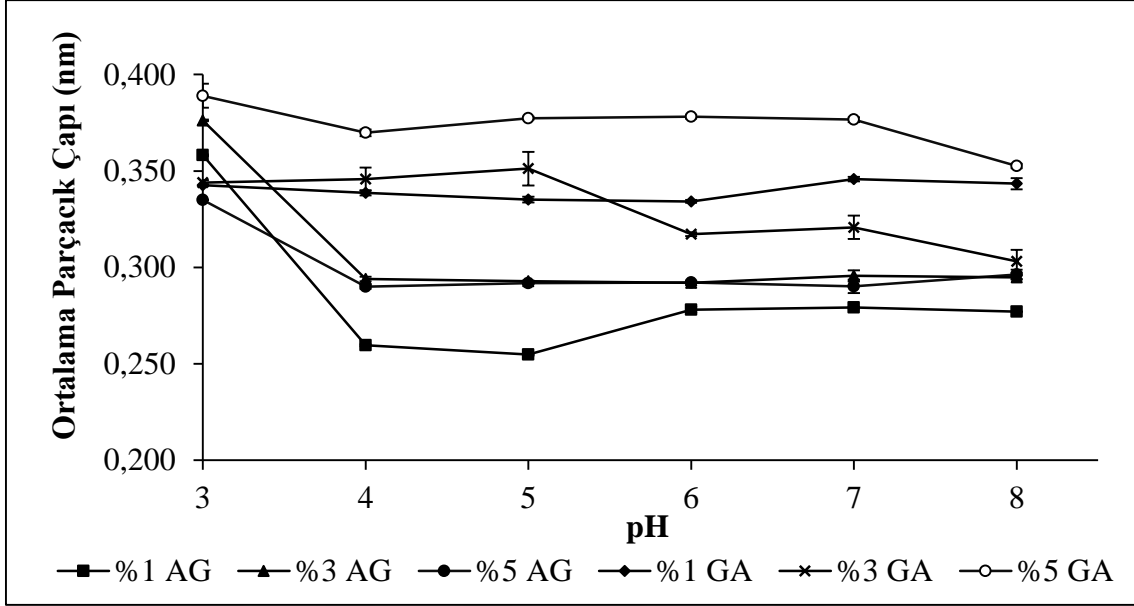
Partikül yükleri incelendiğinde de emülsiyonların zeta potansiyel değerlerinde bir değişiklik olmadığı görülmüştür. Partikül yükü ölçümlerinde partikül boyutlarında olduğu gibi her derece hem yükseliş hem artış gözlemlenmiştir. En yüksek zeta potansiyel %5 GA emülsiyonunda ölçülürken, en düşük zeta potansiyel değeri gösteren emülsiyon %1 AG örneğidir (Şekil 4.16). Ayrıca sıcaklık uygulamasının emülsiyonlarda görsel değişikliğe sebep olup olmadığı anlaşılacak için fotoğraflamalar yapılmıştır ve AG için Şekil 4.17 ve GA için Şekil 4.18’ de olduğu gibi belirgin bir fark gözlemlenmemiştir. Sonuç olarak hazırlanan tüm emülsiyonların termal stabilite açısından iyi bir performans sergilediği görülmektedir. Malatya kayısı gamı ve gam arabik ile stabilize edilmiş emülsiyonların ısıl stabilitesinin iyi olması, lipit damlacıklarının nispeten kalın bir hidrofilik polisakkarit tabakasıyla kaplanmış olmasıyla açıklanabilir (Charoen ve diğ., 2011).

#### **4.2.5.3. pH stabilitesi**

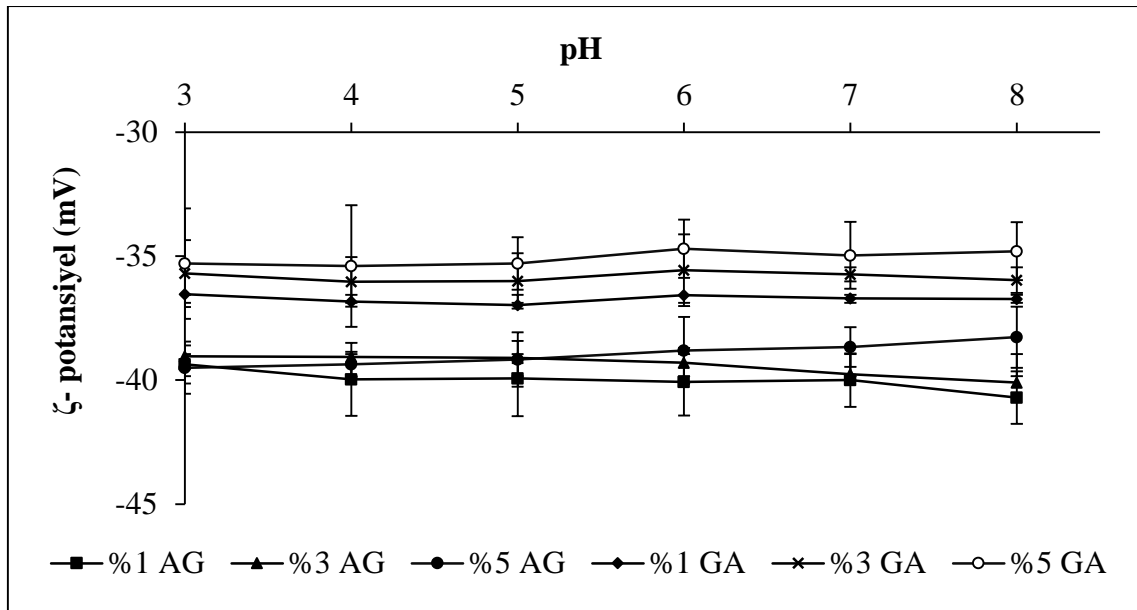
Farklı pH değerlerinin emülsiyonun stabilitesine etkisinin araştırılması için yapılan analizde AG ve GA’ nın sürfektan olarak kapladığı lipit damlacıklarının  $\zeta$ -potansiyelleri tüm pH değerlerinde negatif bulunmuştur ki bu da bu polisakkarit molekülleri üzerindeki bazı negatif yüklü yan grupların (-COO-) varlığına bağlanabilir (Padala ve diğ., 2009). Partikül boyutlarında AG örnekleri için her konsantrasyon pH 4’ de düşüş gözlemlenmiştir. GA örneklerinde pH 6’ dan sonra partikül boyutlar yükselmiştir (Şekil 4.19). Zeta potansiyel değerinin pH değişikliği ile GA ile hazırlanan emülsiyonların her bir konsantrasyonundaki partikül yükünde herhangi bir değişim gözlenmemiştir (Şekil 4.20). Emülsiyonlar tüm pH aralıklarında negatif bir değer göstermiştir. Negatif değerler, çözeltideki dağılmış partiküllerin negatif yüklü olduğunu gösterir. Sonuçlara bakıldığında zeta potansiyel değerlerinin pH yükseldikçe arttığı görülmüştür. pH 3.0’ de %5 GA emülsiyonunun zeta potansiyel değerinin en düşük olduğu görülmüştür. Maksimum zeta potansiyel değeri, %1 AG emülsiyonu için pH 8.0’ de bulunmuştur. %1 AG emülsiyonunun zeta potansiyel değeri pH 3.0 ila 6.0 aralığında önemli bir fark göstermemiştir fakat pH 6.0-8.0 aralığında -39.17’ den -40.7 mV’ a istikrarlı bir şekilde artmıştır.

Gam arabik polisakkarit yapıları bir bileşiktir ve lipit damlacıklarının etrafında kalın bir hidrofilik kaplama görevi gördüğü ve bunun sonucunda güçlü bir sterik itme gücüne sahip olduğu bildirilmiştir. Bu sayede farklı pH değerlerinde hazırlanan emülsiyonlardaki etkisi bakımından incelendiğinde değişimlerden çok daha az etkilendiği belirlenmiştir (D. J. McClements ve diğ., 2016). Gam arabik, peynir altı suyu tozu ve modifiye nişastanın

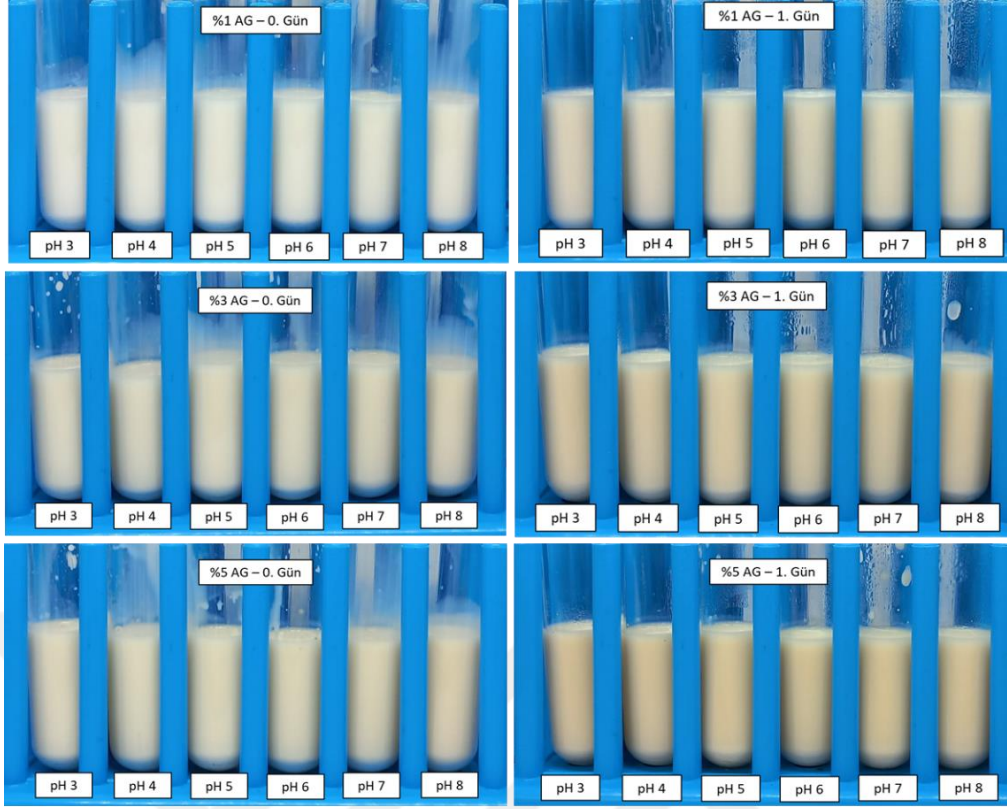
emülsifiyer madde olarak karşılaştırıldığı bir çalışmada gam arabiğin bu çalışmada elde edilen sonuçlarda da olduğu gibi pH 4' de düşüş gösterdiği ve sonrasında pH 8' e kadar parçacık boyutu ve yükünün yükseldiği bildirilmiştir (Chanamai ve diğ., 2002). pH değişiminin emülsiyonlardaki etkisi için fotoğraflamalar yapılmıştır ve AG için Şekil 4.21' de ve GA için Şekil 4.22' de olduğu gibi belirgin bir fark gözlemlenmemiştir.



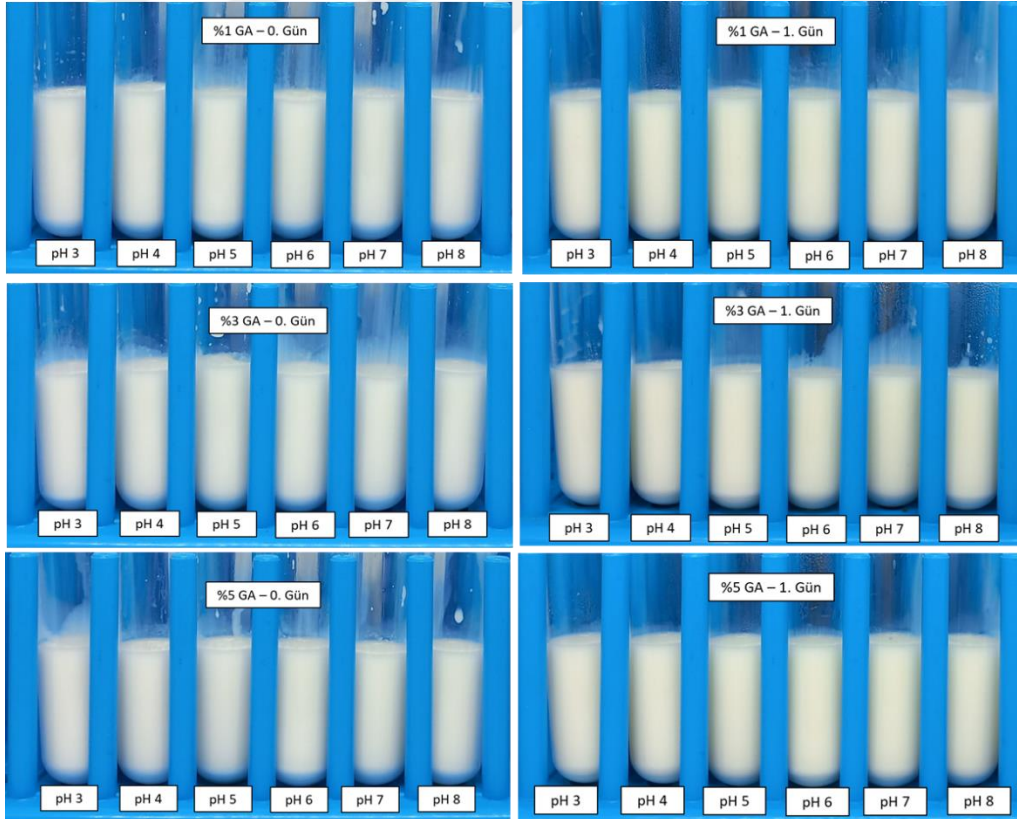
Şekil 4.19 : Farklı pH değerlerinin AG ve GA kullanılarak oluşturulan emülsiyonlarda ortalama parçacık çapı üzerine olan etkisi.



Şekil 4.20 : Farklı pH değerlerinin AG ve GA kullanılarak oluşturulan emülsiyonlarda ortalama parçacık yükü üzerine olan etkisi.



Şekil 4.21 : Farklı pH değerlerinde 24 saat sonunda AG emülsiyonlarında meydana gelen değişim.

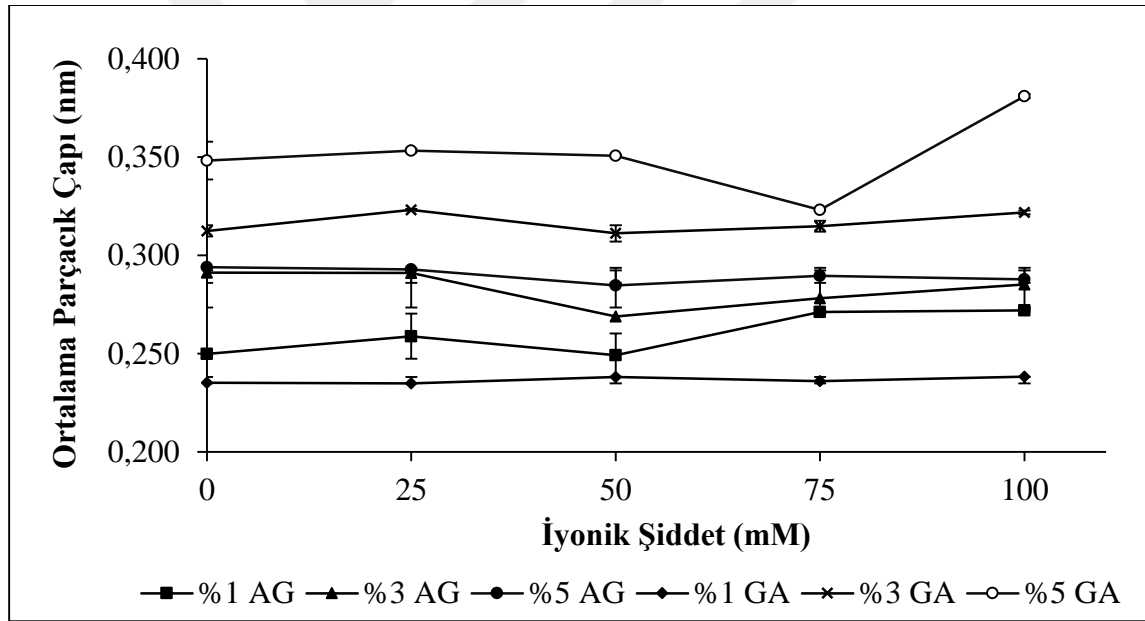


Şekil 4.22 : Farklı pH değerlerinde 24 saat sonunda GA emülsiyonlarında meydana gelen değişim.

#### 4.2.5.4. İyonik şiddet stabilitesi

Emülsiyonlara farklı konsantrasyonlarda eklenen tuz çözeltilerinin partikül boyutu ve partikül yüküne etkisinin önemli olduğu görülmüştür. Başlangıç değeri olan 0 tuz konsantrasyonundan en yüksek değer olan 100 mM tuz konsantrasyonuna kadar emülsiyonların partikül boyutları yükselmiştir (Şekil 4.23).

Partikül yükleri de tuz konsantrasyonlarının farklılaşması ile genel olarak yükselmiştir (Şekil 4.24). Gam arabik içeren emülsiyonlar 75 mM tuz konsantrasyonunda en düşük partikül boyutuna sahiptir. Malatya kayısı gamı ile hazırlanan emülsiyonlarda ise tuz konsantrasyonunun 50 mM olduğu emülsiyonlar en düşük partikül boyutuna sahip olduğu görülmüştür. Farklı tuz konsantrasyonlarının emülsiyonlardaki etkisi için fotoğraflamalar yapılmıştır ve AG için Şekil 4.25' de ve GA için Şekil 4.26' de verildiği gibi belirgin bir fark gözlemlenmemiştir.

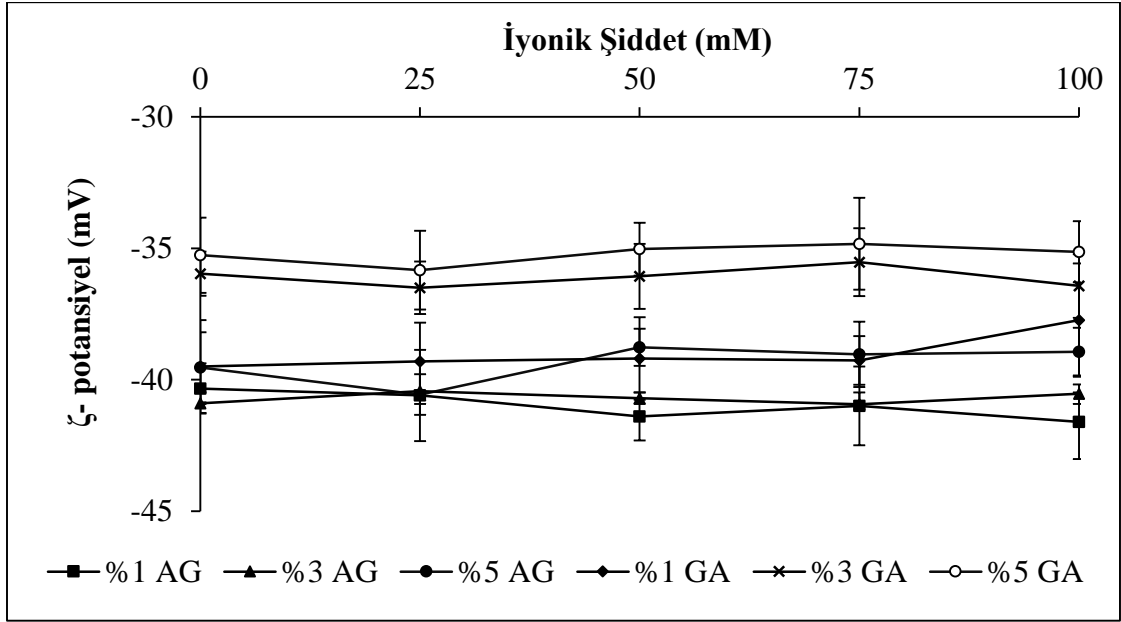


Şekil 4.23 : NaCl konsantrasyonunun AG ve GA kullanılarak oluşturulan emülsiyonlarda ortalama parçacık çapı üzerine olan etkisi.

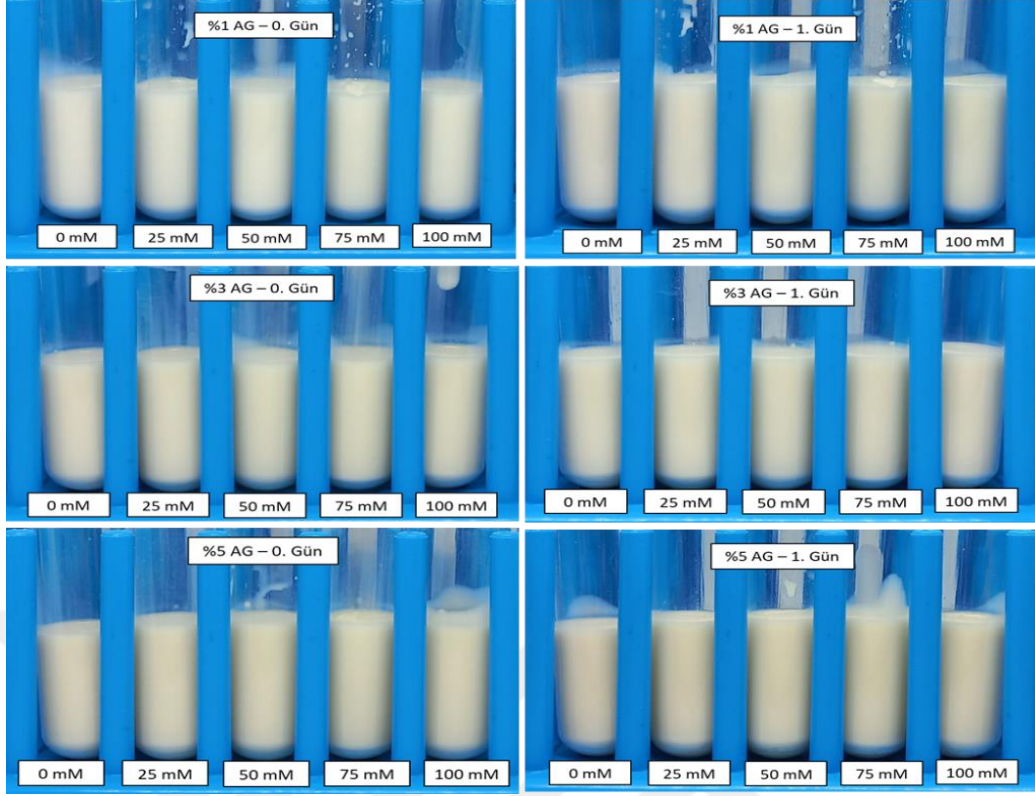
Genel olarak, kararlı ve kararsız emülsiyonlar arasındaki eşik +30 veya -30 mV olarak alınır. Çözelti büyük bir negatif veya pozitif zeta potansiyel değerine sahipse, birbirlerini itme eğilimindedirler ve partiküllerin toplanması için herhangi bir eğilim gözlenemez. Zeta potansiyel değeri yapısal yük yoğunluklarının ifadesidir, bu tutarsızlık örneklerin elektriksel özelliklerini etkileyebilecek çeşitli faktörlerden kaynaklanıyor olabilir.



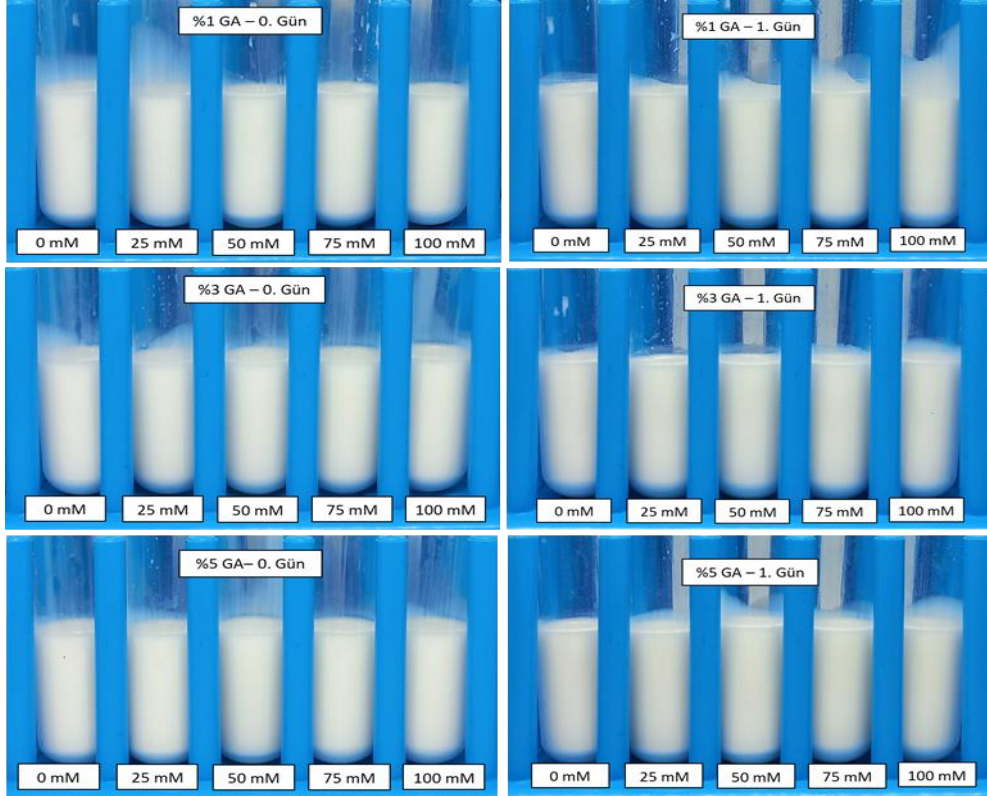
Ekstraksiyon yöntemi, şeker ve protein miktarı, pH değerindeki farklılıklar, sıcaklık ve iyonik şiddetin değişimi bu faktörlerden sayılabilir, dolayısıyla  $\zeta$ -potansiyel değerlerinde değişikliklere neden olabilir (Kaewmanee ve diğ., 2014; Wang ve diğ., 2011). NaCl eklenen emülsiyon sistemlerinde, sulu fazda bulunan pozitif iyonlar ( $\text{Na}^+$ ), elektrostatik çekim sebebiyle protein yüzeyindeki negatif yüklü grupların ( $\text{COO}^-$ ) etrafında toplanarak net yüklerini daha da azaltma eğilimine sahiptir (Charoen ve diğ., 2011).



**Şekil 4.24** : NaCl konsantrasyonunun AG ve GA kullanılarak oluşturulan emülsiyonlarda ortalama partikül yükü üzerine olan etkisi.



Şekil 4.25 : Farklı tuz konsantrasyonlarının 24 saat sonunda AG emülsiyonlarında oluşturduğu etki.

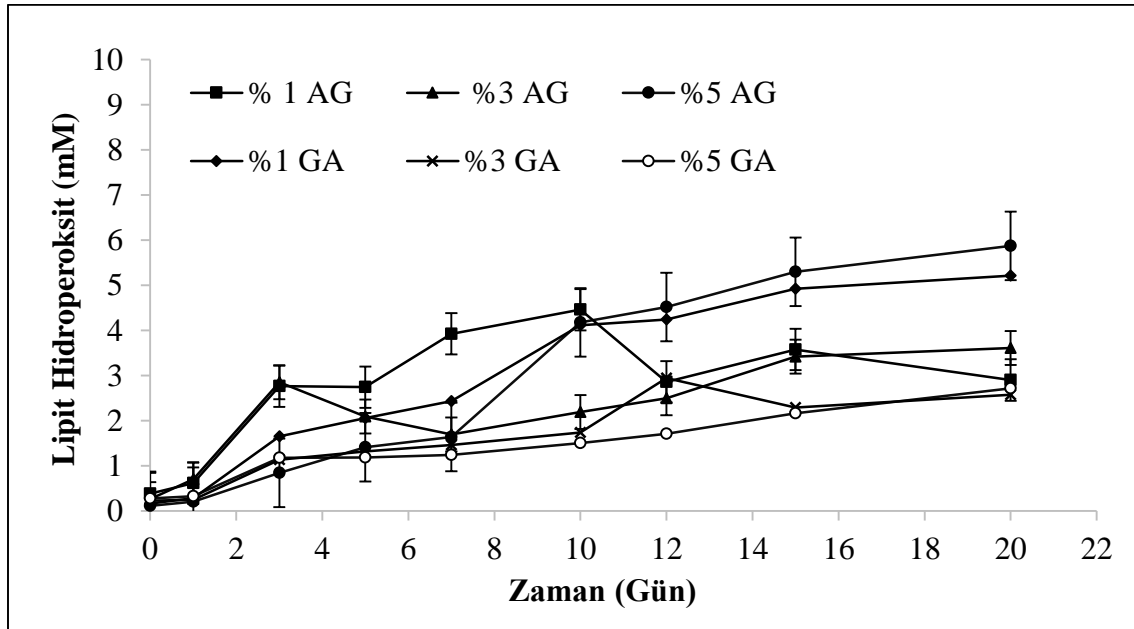


Şekil 4.26 : Farklı tuz konsantrasyonlarının 24 saat sonunda GA emülsiyonlarında oluşturduğu etki.

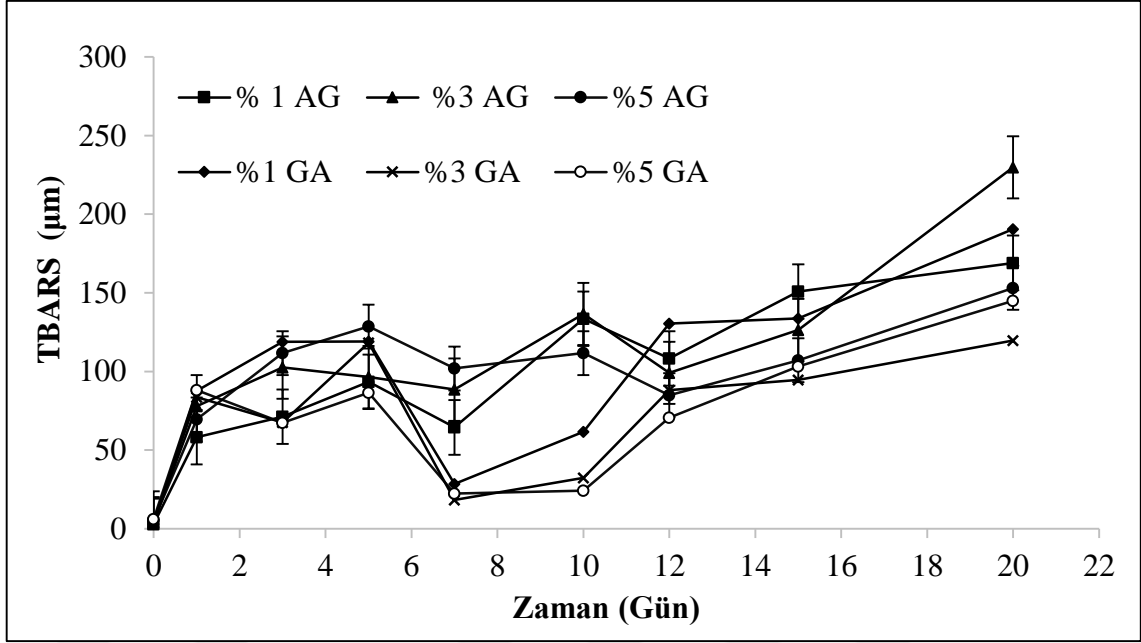
#### 4.2.6. Oksidatif stabilite testleri

Farklı konsantrasyonlarda saflaştırılmış Malatya kayısı gamı tozu ve gam arabik kullanılarak hazırlanan emülsiyonların oksidatif stabilitelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Malatya kayısı gamı ve gam arabik kullanılarak farklı konsantrasyonlarda üretilen emülsiyonların 37 °C’ de etüv içerisinde hızlandırılmış oksidasyon testlerine tabi tutularak birincil ve ikincil oksidasyon ürünleri olan ve sırasıyla peroksit, tiyobarbitürik asit reaktif maddelerinin (TBARS) oluşumları Şekil 4.27 ve 4.28’ de gösterilmektedir. Lipit hidroperoksit değeri yağların oksidasyonu sırasında ortaya çıkmakta ve lipitlerin bozulmuşluk derecelerinin bir ölçüsü olup oksidatif stabilitenin belirlenmesinde kullanılmaktadır (Liao ve diğ., 2023). Elde edilen sonuçlara göre; emülsiyon örneklerinin hepsinde lipit hidroperoksit oluşumlarının ilk 5 gün boyunca sürekli arttığı ve 5.günden itibaren de hızla bir artış gösterdiği görülmüştür. Konsantrasyon olarak %5 Malatya kayısı gamı içeren %5 AG emülsiyonunun lipit hidroperoksit değerleri diğer emülsiyon örneklerine göre nispeten daha fazla artış göstererek 7. günden itibaren hızla arttığı belirlenmiştir.

En yavaş hidroperoksit oluşturma eğilimi olan emülsiyon örneği ise %5 GA emülsiyonudur. Emülsiyonların hidroperoksit değerleri yüksekten düşüğe sırasıyla şu şekildedir; %5 AG,%1 GA, %3 AG, %1 AG, %3 GA, %5 GA (Şekil 4.27).



Şekil 4.27 : 37 °C’de emülsiyonların oksidasyonu süresince hidroperoksit değerleri.



**Şekil 4.28 :** 37 °C’de emülsiyonların oksidasyonu süresince TBARS değerleri.

İkincil oksidasyon ürünlerin oluşumunda ise tüm örneklerin TBARS değerleri 3.günden itibaren artmaya başlamış, 12.günden itibaren ise hızlı bir artış gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.28).

Oksidasyon oranlarındaki farklılıklar arayüzeyde etkili bir fiziksel bariyer oluşumuyla ilişkilendirilmektedir. Başka bir deyişle, Malatya kayısı gamı ve gam arabığın camsı bir kabuk oluşturarak oksijenin moleküler hareketliliğini azaltması ve böylece lipit oksidasyon hızını yavaşlatması sonucunda stabilitenin arttığı düşünülmektedir. Gam arabik ve sodyum kazeinatın püskürtmeli kurutucuyla kaplama materyali olarak kullanıldığı bir çalışmada aynı şekilde ara film oluşturmasıyla oksidasyonu geciktirdiği bildirilmiştir (Binsi ve diğ., 2017).

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Doğal olarak elde edilen gamlar, polisakkarit yapılu bileşiklerdir ve uzun yıllardır emülsiyon sistemlerinde yüzey aktif madde olarak kullanılmaktadırlar. Bu çalışmaya konu olan Malatya ilinde bulunan kayısı ağaçlarından toplanan gamlar veya diğer adlarıyla sakızların, fizikokimyasal ve yüzey aktif madde özellikleri araştırılarak endüstride geniş kullanımı olan gam arabik ile karşılaştırılmıştır.

Malatya kayısı gamının, su ile etkileşime girdiği ve emülgatör, yapıştırıcı ve stabilizatör özelliklere sahip olduğu keşfedilmiştir. Doğal olarak elde edilen ve toplanan sakızların reolojik özellikleri ve biyolojik olarak parçalanabilirliği, teknolojik açıdan ilgi çekici bulunmuştur. Arabik gamın pahalı bir bileşen olması ve bulunabilirliğinin ve maliyetinin dalgalanmalara maruz kalması nedeniyle, kayısı gamının arabik gama oranla daha düşük maliyetli bir ikamesi olarak kullanılma olasılığı çok caziptir. Kayısı ağaçlarından elde edilen bu sakızının potansiyel bir yüzey aktif madde olarak değerlendirilmesi, bu malzemenin kullanım olanaklarını genişletebilir ve kayısı yetiştiriciliğiyle ilişkili topluluklar tarafından ticari olarak kullanılmasını teşvik edebilir.

Bu çalışmada gam arabiğe kıyasla kayısı gamında üstün özellikler bulunmasına rağmen elde edilen sonuçlar iki polisakkarit yapılu gamında benzer özelliklere sahip olduğu belirlenmiştir. CG %68.20 karbonhidrat, %2.23 protein, %12.37 nem ve %4.37 kül içerirken, PG %78.38 karbonhidrat, %2.37 protein, %8.98 nem ve %3.87 kül içermektedir. Carr indeksi ve Hausner oranı için ölçülen değerler, CG ve PG tozunun mükemmel akış kabiliyetine sahip olduğunu göstermiştir. Emülsiyonlardaki bu üstün stabilizasyon da, Malatya kaysı gamının yağ damlacıklarının etrafında katı benzeri bir yapı ve viskoelastik bir film oluşturarak yağ damlacıklarını agregasyona karşı korumasıyla ilgili olduğu düşünülmektedir.

Gamların ana fonksiyonel gruplarının incelendiğinde her iki toz için karboksil ve hidroksil gruplarının ve glikozidik bağların varlığını göstermiştir. SEM' de incelenen elektron mikrografları CG ve PG için kaba ve düzensiz partiküllerin varlığını ortaya çıkarmıştır. Antioksidan aktivite ve toplam fenolik içerik tayini yapılarak zayıf antioksidan özellik gösterdikleri belirlenmiştir. Yapılan analizler sonucunda Malatya kayısı gamının doğal olarak bulunan diğer ağaç gamlarına göre benzer yapıda olduğu ve bunlara alternatif olabileceği bulunmuştur.

Emülsiyon çalışmalarında ise üç farklı oranda (%1, %3, %5) PG ve kontrol grubu olarak yine aynı oranlarda gam arabik kullanılarak %5 keten tohumu yağı içeren emülsiyonlar oluşturularak stabilite çalışmaları tamamlanmıştır. Sonuç olarak emülsiyonlarda PG tozunun konsantrasyonu arttıkça çevresel etkilere karşı daha iyi dayanıklılık göstermiştir ve oksidatif stabilite çalışmalarında da lipit oksidasyon hızını yavaşlattığı, böylece stabiliteyi arttırdığı bulunmuştur.

Kayısı sakızının fizikokimyasal özelliklerinin araştırılması, enkapsülasyon işlemleri için kullanılması ve gam arabik ile karşılaştırılarak potansiyel bir ikamesi olarak kullanımı, özellikle de keten tohumu yağı içeren emülsiyonlar için yapılan araştırma sayısı çok azdır. Elde edilen sonuçlara göre Malatya kayısı gamının benzersiz özellikleri nedeniyle daha ilerideki çalışmalara konu olabileceği ve daha birçok araştırmada yer bulabileceği düşünülmektedir. Ayrıca endüstride bir hammadde olarak kullanılması da olası bir seçenektir.

Araştırmalara göre bu tez çalışmasının, ileride yapılacak alternatif doğal polisakkarit kullanımlarını araştıran çalışmalar için özellikle stabiliteyi etkileyen faktörlerin incelenmesi ve doğal emülgatörlerin kullanımı konusunda yeni fırsatlar sunabileceği beklenmektedir. Örneğin, bu doğal emülgatörün farklı türdeki emülsiyonlarda (yağ-su veya su-yağ) nasıl davrandığı, farklı yağlar kullanılarak oluşturulan emülsiyonlarda hangi konsantrasyonların en iyi sonuçları verdiği ve hangi koşullar altında en iyi stabiliteyi sağladığı gibi konular üzerinde çalışmaların çeşitlendirileceği öngörülmektedir. Bu tür bir araştırma, gıda bilimi, kozmetik, ilaç ve diğer endüstrilerde uygulamalar için değerli bilgiler sağlayabileceği tahmin edilmektedir. Sonuç olarak endüstriyel uygulamalar için farklı türlerde doğal polisakkaritlerin araştırılması, gıda endüstrisinde yeni taleplerin oluşacağını öngörmektedir ve Malatya kayısı gamı gıda biyoaktif bileşiklerinin enkapsülasyonu için uygun bir alternatif olarak düşünülmektedir.

## KAYNAKÇA

- Abdollahi, A., Vazifedoost, M., Didar, Z., Karazhyan, R. &Armin, M.** (2023). Thermal Stability and Fat Uptake of Fried Zucchini (*Cucurbita pepo*) Cuttings Coated with Apricot Gum. *Journal of Food Processing and Preservation*, 2023.
- Abdolmaleki, K., Mohammadifar, M. A., Mohammadi, R., Fadavi, G. &Meybodi, N. M.** (2016). The effect of pH and salt on the stability and physicochemical properties of oil-in-water emulsions prepared with gum tragacanth. *Carbohydrate Polymers*, 140, 342-348.
- Ahari, H. &Naeimabadi, M.** (2021). Employing nanoemulsions in food packaging: Shelf life enhancement. *Food Engineering Reviews*, 13(4), 858-883.
- Amarioarei, G., Spiridon, I., Lungu, M. &Bercea, M.** (2011). Rheological investigation of Prunus Sp. gums in aqueous medium. *Industrial & engineering chemistry research*, 50(24), 14148-14154.
- Amiri, M. S., Mohammadzadeh, V., Yazdi, M. E. T., Barani, M., Rahdar, A. &Kyzas, G. Z.** (2021). Plant-based gums and mucilages applications in pharmacology and nanomedicine: a review. *Molecules*, 26(6), 1770.
- Anonim.** (2004). Yüzey Gerilimi ve Sürfektanlar. Retrieved from <http://w3.balikesir.edu.tr/~sedacan/eski/surfaktan.html>
- Anonim.** (2017). *VIII. Beş Yıllık Kalkınma Planı Kayısı Raporu*. Retrieved from
- AOAC.** (2000). *Official Methods Of Analysis* (17 ed.). Washington: D.C: Assn. Of Official Analytical Chemists.
- AOAC.** (2001). *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists* (Vol. 2): Association of Official Analytical Chemists.
- AOAC, C.** (2005). Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemists International. *Official Methods: Gaithersburg, MD, USA*.
- Asma, B. M.** (2015). *Tarihsel Süreçte Kayıscılık: Uyum Ajans*.
- Bahadur, S., Sahu, U. K., Sahu, D., Sahu, G. &Roy, A.** (2017). Review on natural gums and mucilage and their application as excipient. *Journal of applied pharmaceutical research*, 5(4), 13-21.
- Bakhshi, D. &Arakawa, O.** (2006). Effects of UV-B irradiation on phenolic compound accumulation and antioxidant activity in 'Jonathan'apple influenced by bagging, temperature and maturation.

- Balaghi, S., Mohammadifar, M. A. &Zargaraan, A.** (2010). Physicochemical and rheological characterization of gum tragacanth exudates from six species of Iranian Astragalus. *Food Biophysics*, 5, 59-71.
- Barahona, T., Chandía, N. P., Encinas, M. V., Matsuhiro, B. &Zúñiga, E. A.** (2011). Antioxidant capacity of sulfated polysaccharides from seaweeds. A kinetic approach. *Food Hydrocolloids*, 25(3), 529-535.
- Bartosz, G.** (2003). Total antioxidant capacity. *Advances in clinical chemistry*, 37, 219-292.
- Bashir, M., Usmani, T., Haripriya, S. &Ahmed, T.** (2018). Biological and textural properties of underutilized exudate gums of Jammu and Kashmir, India. *International Journal of Biological Macromolecules*, 109, 847-854.
- Beristain, C., Garcia, H. &Vernon-Carter, E.** (2001). Spray-dried encapsulation of cardamom (*Elettaria cardamomum*) essential oil with mesquite (*Prosopis juliflora*) gum. *LWT-Food Science and Technology*, 34(6), 398-401.
- Bertolini, A., Siani, A. &Grosso, C.** (2001). Stability of monoterpenes encapsulated in gum arabic by spray-drying. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(2), 780-785.
- Bhushette, P. R. &Annapure, U. S.** (2020). Characterization of Acacia nilotica exudate gum and its film. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 14(6), 3058-3066.
- Binsi, P., Nayak, N., Sarkar, P., Jeyakumari, A., Ashraf, P. M., Ninan, G. &Ravishankar, C.** (2017). Structural and oxidative stabilization of spray dried fish oil microencapsulates with gum arabic and sage polyphenols: Characterization and release kinetics. *Food chemistry*, 219, 158-168.
- Bouaziz, F., Koubaa, M., Ghorbel, R. E. &Chaabouni, S. E.** (2016). Recent advances in Rosaceae gum exudates: From synthesis to food and non-food applications. *International Journal of Biological Macromolecules*, 86, 535-545.
- Bouyer, E., Mekhloufi, G., Rosilio, V., Grossiord, J.-L. &Agnely, F.** (2012). Proteins, polysaccharides, and their complexes used as stabilizers for emulsions: Alternatives to synthetic surfactants in the pharmaceutical field? *International journal of pharmaceutics*, 436(1-2), 359-378.
- Carr Jr, R. L.** (1965). Evaluating flow properties of solids. *Chem. Eng.*, 18, 163-168.
- Castel, V., Rubiolo, A. C. &Carrara, C. R.** (2017). Droplet size distribution, rheological behavior and stability of corn oil emulsions stabilized by a novel hydrocolloid (Brea gum) compared with gum arabic. *Food Hydrocolloids*, 63, 170-177.



- Chanamai, R. &McClements, D.** (2002). Comparison of gum arabic, modified starch, and whey protein isolate as emulsifiers: influence of pH, CaCl<sub>2</sub> and temperature. *Journal of food science*, 67(1), 120-125.
- Chaparro Acuña, S. P., Gil González, J. H. &Aristizábal Torres, I. D.** (2012). Physicochemical characteristics and functional properties of vitabosa (*mucuna deeringiana*) and soybean (*glycine max*). *Food Science and Technology*, 32, 98-105.
- Charoen, R., Jangchud, A., Jangchud, K., Harnsilawat, T., Naivikul, O. &McClements, D. J.** (2011). Influence of biopolymer emulsifier type on formation and stability of rice bran oil-in-water emulsions: whey protein, gum arabic, and modified starch. *Journal of food science*, 76(1), E165-E172.
- Chen, G., Bu, F., Chen, X., Li, C., Wang, S. &Kan, J.** (2018). Ultrasonic extraction, structural characterization, physicochemical properties and antioxidant activities of polysaccharides from bamboo shoots (*Chimonobambusa quadrangularis*) processing by-products. *International journal of biological macromolecules*, 112, 656-666.
- Chen, S. K., Tsai, M. L., Huang, J. R. &Chen, R. H.** (2009). In vitro antioxidant activities of low-molecular-weight polysaccharides with various functional groups. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(7), 2699-2704.
- Cook, N. C. &Samman, S.** (1996). Flavonoids—chemistry, metabolism, cardioprotective effects, and dietary sources. *The Journal of nutritional biochemistry*, 7(2), 66-76.
- Dakia, P. A., Blecker, C., Robert, C., Wathélet, B. &Paquot, M.** (2008). Composition and physicochemical properties of locust bean gum extracted from whole seeds by acid or water dehulling pre-treatment. *Food hydrocolloids*, 22(5), 807-818.
- Daoub, R. M., Elmubarak, A. H., Misran, M., Hassan, E. A. &Osman, M. E.** (2018). Characterization and functional properties of some natural Acacia gums. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 17(3), 241-249.
- Demetriades, K. &McClements, D. J.** (2000). Influence of sodium dodecyl sulfate on the physicochemical properties of whey protein-stabilized emulsions. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 161(3), 391-400.
- Desai, J. D. &Banat, I. M.** (1997). Microbial production of surfactants and their commercial potential. *Microbiology and Molecular biology reviews*, 61(1), 47-64.
- Djavad, F. O., Allahgholpour.** (1980). Etude De Certaines Propriétés Physico-Chimiques De La Gomme De Prunus Armeniaca (Azarbaïdjan, Iran) En Vue De Son Application A La Préparation Des Comprimés Et Des Systèmes Dispersés.

- Draget, K. I., Moe, S., Skjåk-Bræk, G., Smidsrød, O., Stephen, A., Phillips, G. & Williams, P.** (2006). Food polysaccharides and their applications. *CRC Press, Boca Raton*, 289-234.
- Durğaç, C.** (2001). Sakıt kayısılarının seleksiyonu, meyve büyüme durumları ve Sakıt vadisinin soğuklama süresinin belirlenmesi. *Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Adana*, 254s.
- Ece, M.** (2005). *Yüzey aktif maddelerin kimyasal oksidasyon sürecinde giderimi*. Fen Bilimleri Enstitüsü, Süleyman Demirel Üniversitesi,
- Fadavi, G., Mohammadifar, M. A., Zargarran, A., Mortazavian, A. M. & Komeili, R.** (2014). Composition and physicochemical properties of Zedo gum exudates from *Amygdalus scoparia*. *Carbohydrate Polymers*, 101, 1074-1080.
- Fathi, M., Mohebbi, M. & Koocheki, A.** (2016a). Introducing *Prunus cerasus* gum exudates: Chemical structure, molecular weight, and rheological properties. *Food hydrocolloids*, 61, 946-955.
- Fathi, M., Mohebbi, M. & Koocheki, A.** (2016b). Some physico-chemical properties of *Prunus armeniaca* L. gum exudates. *International Journal of Biological Macromolecules*, 82, 744-750.
- Fратиани, F., Ombra, M. N., d’Acierno, A., Cipriano, L. & Nazzaro, F.** (2018). Apricots: Biochemistry and functional properties. *Current Opinion in Food Science*, 19, 23-29.
- Funami, T., Nakauma, M., Noda, S., Ishihara, S., Asai, I., Inouchi, N. & Nishinari, K.** (2008). Effects of some anionic polysaccharides on the gelatinization and retrogradation behaviors of wheat starch: Soybean-soluble polysaccharide and gum arabic. *Food hydrocolloids*, 22(8), 1528-1540.
- Ghritlahare, M. K., Katiyar, P., Singh, N., Parveen, Z., Bajnare, B., Khokhar, D., Pisalkar, P. & Patel, S.** (2023). Physicochemical, structural and thermal characterization of natural biopolymers of Indian medicinal trees: Rohina (*Soymida febrifuga*) and Goinja (*Lannea coromandelica*) gum exudates.
- Gomez d’Ayala, G., Malinconico, M. & Laurienzo, P.** (2008). Marine derived polysaccharides for biomedical applications: chemical modification approaches. *Molecules*, 13(9), 2069-2106.
- Grossiord, J. & Seiller, M.** (2001). W/O/W multiple emulsions: a review of the release mechanisms by break-up of the oily membrane. *STP pharma sciences*, 11(5), 331-339.

- Hamdani, A. M., Wani, I. A. & Bhat, N. A.** (2018). Effect of gamma irradiation on the physicochemical and structural properties of plant seed gums. *International journal of biological macromolecules*, 106, 507-515.
- Hamdani, A. M., Wani, I. A., Bhat, N. A. & Masoodi, F.** (2018). Chemical composition, total phenolic content, antioxidant and antinutritional characterisation of exudate gums. *Food bioscience*, 23, 67-74.
- Hasheminya, S.-M. & Dehghannya, J.** (2023). Physicochemical, Thermal and Rheological Characterization of Novel Biopolymer Gum Exudate from *Astragalus sarcocolla*. *Journal of Polymers and the Environment*, 31(3), 965-975.
- Hausner, H. H.** (1967). *Friction conditions in a mass of metal powder*. Retrieved from
- Heo, R., You, D. G., Um, W., Choi, K. Y., Jeon, S., Park, J.-S., Choi, Y., Kwon, S., . . . Kwon, I. C.** (2017). Dextran sulfate nanoparticles as a theranostic nanomedicine for rheumatoid arthritis. *Biomaterials*, 131, 15-26.
- Hosseini, A., Jafari, S. M., Mirzaei, H., Asghari, A. & Akhavan, S.** (2015). Application of image processing to assess emulsion stability and emulsification properties of Arabic gum. *Carbohydrate polymers*, 126, 1-8.
- Hu, M., McClements, D. J. & Decker, E. A.** (2003). Impact of whey protein emulsifiers on the oxidative stability of salmon oil-in-water emulsions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(5), 1435-1439.
- Hu, Y. T., Ting, Y., Hu, J.-Y. & Hsieh, S. C.** (2017). Techniques and methods to study functional characteristics of emulsion systems. *Journal of food and drug analysis*, 25(1), 16-26.
- İstek, Ö.** (2016). *Farklı ağaç reçineleri ile dış yüzeyleri kaplanan yumurtaların bazı fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik kalite özelliklerinin karşılaştırılması*. Afyon Kocatepe Üniversitesi,
- Jafarian, M., Taghinia, P., Baeghbali, S. & Samadi Ghorbani Dozdozani, N.** (2021). Application of *Prunus armeniaca* gum exudates and chitosan for encapsulation of Pomegranate peel extract as a natural antioxidant. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15, 4992-4999.
- Kaewmanee, T., Bagnasco, L., Benjakul, S., Lanteri, S., Morelli, C. F., Speranza, G. & Cosulich, M. E.** (2014). Characterisation of mucilages extracted from seven Italian cultivars of flax. *Food chemistry*, 148, 60-69.
- Karataş, M., Aydoğmuş, E. & Arslanoğlu, H.** (2022). Production and characterization of gum exudate from apricot tree: modeling the rheology of the obtained extract. *Pigment & Resin Technology*(ahead-of-print).

- Kaushik, A., Yadav, S., Mudgal, P., Pahwa, R., Kumar, T. & Ahuja, M.** (2023). Propyl modification of Moringa gum for drug delivery applications. *Polymer Bulletin*, 1-28.
- Kipo, S. L., Ofori-Kwakye, K., Kuntworbe, N., Johnson, R., Boakye-Gyasi, M. E., Osei, Y. A. & Owusu, F. A.** (2023). Physicochemical and Microbiological Characteristics of Stem Bark Exudate Gum of *Cordia millenii* Tree in Conventional Release Tablets. *The Scientific World Journal*, 2023.
- Koç, M.** (2015). Farklı kurutma yöntemleri ile bal tozu üretim koşullarının optimize edilmesi ve depolama stabilitesinin belirlenmesi.
- Lahouar, L., El Arem, A., Ghrairi, F., Chahdoura, H., Salem, H. B., El Felah, M. & Achour, L.** (2014). Phytochemical content and antioxidant properties of diverse varieties of whole barley (*Hordeum vulgare* L.) grown in Tunisia. *Food chemistry*, 145, 578-583.
- Liao, Y., Sun, Y., Peng, X., Qi, B. & Li, Y.** (2023). Effects of tannic acid on the physical stability, interfacial properties, and protein/lipid co-oxidation characteristics of oil body emulsions. *Food Hydrocolloids*, 135, 108230.
- Liu, Z., Jiao, Y., Wang, Y., Zhou, C. & Zhang, Z.** (2008). Polysaccharides-based nanoparticles as drug delivery systems. *Advanced drug delivery reviews*, 60(15), 1650-1662.
- Lluveras-Tenorio, A., Mazurek, J., Restivo, A., Colombini, M. P. & Bonaduce, I.** (2012). Analysis of plant gums and saccharide materials in paint samples: comparison of GC-MS analytical procedures and databases. *Chemistry Central Journal*, 6, 1-16.
- Madaan, V., Chanana, A., Kataria, M. & Bilandi, A.** (2014). Emulsion technology and recent trends in emulsion applications. *Int Res J Pharm*, 5(7), 533-542.
- Mahfoudhi, N., Chouaibi, M., Donsi, F., Ferrari, G. & Hamdi, S.** (2012). Chemical composition and functional properties of gum exudates from the trunk of the almond tree (*Prunus dulcis*). *Food Science and Technology International*, 18(3), 241-250.
- Malsawmtluangi, C., Thanzami, K., Lahlhenmawia, H., Selvan, V., Palanisamy, S., Kandasamy, R. & Pachuau, L.** (2014). Physicochemical characteristics and antioxidant activity of *Prunus cerasoides* D. Don gum exudates. *International Journal of Biological Macromolecules*, 69, 192-199.
- Mason, T. G., Wilking, J. N., Meleson, K., Chang, C. B. & Graves, S. M.** (2006). Nanoemulsions: formation, structure, and physical properties. *Journal of Physics: condensed matter*, 18(41), R635.
- McClements, D.** (1999). *Food Emulsions: Principles, Practice and Techniques* CRC Press. *New York: 2nd ed. Pp, 234.*

- McClements, D.** (2004). Role of hydrocolloids as emulsifiers in foods. In *Gums and stabilisers for the food industry 12* (pp. 379-393).
- McClements, D. & Decker, E. A.** (2000). Lipid oxidation in oil-in-water emulsions: Impact of molecular environment on chemical reactions in heterogeneous food systems. *Journal of food science*, 65(8), 1270-1282.
- McClements, D. J.** (2011). Edible nanoemulsions: fabrication, properties, and functional performance. *Soft matter*, 7(6), 2297-2316.
- Miller-Chou, B. A. & Koenig, J. L.** (2003). A review of polymer dissolution. *Progress in polymer science*, 28(8), 1223-1270.
- Naka, T., Martin, D. K., Soumaila, D., Simplicio, G. T., Patrice, K. L. & Abrogoua, N.** (2016). Some physico-chemical properties of cashew gum from cashew exudates and its use as clarifying agent of juice from cashew apple. *Agric. Biol. JN Am*, 7, 107-115.
- Narayana, K. & Narasinga Rao, M.** (1982). Functional properties of raw and heat processed winged bean (*Psophocarpus tetragonolobus*) flour. *Journal of food science*, 47(5), 1534-1538.
- Nielsen, S. S.** (2010). Phenol-sulfuric acid method for total carbohydrates. *Food analysis laboratory manual*, 47-53.
- Noureen, S., Noreen, S., Ghumman, S. A., Al-Hussain, S. A., Hameed, H., Anwar-Ul-Haq, M., Irfan, A., Batool, F., . . . Zaki, M. E.** (2023). Maximizing the extraction yield of plant gum exudate using response surface methodology and artificial neural networking and pharmacological characterization.
- Nurmukhamedov, F.** (1956). Stabilizing and protective action of dried apricot gum. *Trudy. Tashkent. Sel'skokhoz. Inst*, 7, 1.
- Nussinovitch, A.** (2009). *Plant gum exudates of the world: sources, distribution, properties, and applications*: CRC Press.
- Olubajo, O. O., Hussiani, A. & Osha, O. A.** (2020). Investigation of the Potentials of the Binding Properties of Mango, Cashew and Blended Gums. *Traektoriâ Nauki= Path of Science*, 6(5), 1001-1011.
- Özmert, S.** (2015). *Kiraz ve Kayısı Ağacı Reçinelerinin Yenilebilir Film Özelliklerinin İncelenmesi ve Gıda Kaplamasında Kullanımları*. (Phd). Afyon Kocatepe Üniversitesi,
- Öztürk, D. & Karakaş, G.** (2017). Kayısı Üretimi ve Pazarlama Sorunları; Malatya İli Örneği *Uluslararası Afro-Avasya Araştırmaları Dergisi*, 2(4), 113-125.

- Padala, S. R., Williams, P. A. & Phillips, G. O.** (2009). Adsorption of Gum Arabic, egg white protein, and their mixtures at the oil– water interface in limonene oil-in-water emulsions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(11), 4964-4973.
- Phillips, G. O., Ogasawara, T. & Ushida, K.** (2008). The regulatory and scientific approach to defining gum arabic (*Acacia senegal* and *Acacia seyal*) as a dietary fibre. *Food Hydrocolloids*, 22(1), 24-35.
- Porto, B. C. & Cristianini, M.** (2014). Evaluation of cashew tree gum (*Anacardium occidentale* L.) emulsifying properties. *LWT-Food Science and Technology*, 59(2), 1325-1331.
- Rana, V., Rai, P., Tiwary, A. K., Singh, R. S., Kennedy, J. F. & Knill, C. J.** (2011). Modified gums: Approaches and applications in drug delivery. *Carbohydrate Polymers*, 83(3), 1031-1047.
- Raoufi, N., Fang, Y., Kadkhodae, R., Phillips, G. O. & Najafi, M. N.** (2017). Changes in turbidity, zeta potential and precipitation yield induced by Persian gum-whey protein isolate interactions during acidification. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(3), e12975.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M. & Rice-Evans, C.** (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free radical biology and medicine*, 26(9-10), 1231-1237.
- Renard, D., Lavenant-Gourgeon, L., Ralet, M.-C. & Sanchez, C.** (2006). *Acacia senegal* gum: continuum of molecular species differing by their protein to sugar ratio, molecular weight, and charges. *Biomacromolecules*, 7(9), 2637-2649.
- Sanchez, C., Schmitt, C., Kolodziejczyk, E., Lapp, A., Gaillard, C. & Renard, D.** (2008). The acacia gum arabinogalactan fraction is a thin oblate ellipsoid: a new model based on small-angle neutron scattering and ab initio calculation. *Biophysical Journal*, 94(2), 629-639.
- Shabani, H., Askari, G., Jahanbin, K. & Khodaeian, F.** (2016). Evaluation of physicochemical characteristics and antioxidant property of *Prunus avium* gum exudates. *International Journal of Biological Macromolecules*, 93, 436-441.
- Simas, F. F., Gorin, P. A., Wagner, R., Sasaki, G. L., Bonkerner, A. & Iacomini, M.** (2008). Comparison of structure of gum exudate polysaccharides from the trunk and fruit of the peach tree (*Prunus persica*). *Carbohydrate Polymers*, 71(2), 218-228.
- Sims, I. M. & Furneaux, R. H.** (2003). Structure of the exudate gum from *Meryta sinclairii*. *Carbohydrate Polymers*, 52(4), 423-431.

- Sowndhararajan, K., Joseph, J. M. & Manian, S.** (2013). Antioxidant and free radical scavenging activities of Indian Acacias: *Acacia leucophloea* (Roxb.) Willd., *Acacia ferruginea* DC., *Acacia dealbata* Link. and *Acacia pennata* (L.) Willd. *International Journal of Food Properties*, 16(8), 1717-1729.
- Subagio, A.** (2006). Characterization of hyacinth bean (*Lablab purpureus* (L.) sweet) seeds from Indonesia and their protein isolate. *Food chemistry*, 95(1), 65-70.
- Sudhamani, S., Prasad, M. & Sankar, K. U.** (2003). DSC and FTIR studies on gellan and polyvinyl alcohol (PVA) blend films. *Food hydrocolloids*, 17(3), 245-250.
- Tadros, T. F.** (2013). Emulsion formation, stability, and rheology. *Emulsion formation and stability*, 1-75.
- Thevenet, F.** (2009). Acacia gum (gum arabic). *Food stabilisers, thickeners and gelling agents*, 11-30.
- Thombare, N., Mahto, A., Singh, D., Chowdhury, A. R. & Ansari, M. F.** (2023). Comparative FTIR characterization of various natural gums: A criterion for their identification. *Journal of Polymers and the Environment*, 1-9.
- Uluata, S., Decker, E. A. & McClements, D. J.** (2016). Optimization of nanoemulsion fabrication using microfluidization: role of surfactant concentration on formation and stability. *Food biophysics*, 11, 52-59.
- Uluata, S., McClements, D. J. & Decker, E. A.** (2015). Physical stability, autoxidation, and photosensitized oxidation of  $\omega$ -3 oils in nanoemulsions prepared with natural and synthetic surfactants. *Journal of agricultural and food chemistry*, 63(42), 9333-9340.
- Umanskii, Z.** (1943). Use of apricot gum as an emulsifier. *Farmatsiya*, 6, 28-32.
- Vasile, F. E., Martinez, M. J., Ruiz-Henestrosa, V. M. P., Judis, M. A. & Mazzobre, M. F.** (2016). Physicochemical, interfacial and emulsifying properties of a non-conventional exudate gum (*Prosopis alba*) in comparison with gum arabic. *Food hydrocolloids*, 56, 245-253.
- Vianna-Filho, R. P., Petkowicz, C. L. O. & Silveira, J. L. M.** (2013). Rheological characterization of O/W emulsions incorporated with neutral and charged polysaccharides. *Carbohydrate polymers*, 93(1), 266-272.
- Walker, R., Decker, E. A. & McClements, D. J.** (2015). Development of food-grade nanoemulsions and emulsions for delivery of omega-3 fatty acids: Opportunities and obstacles in the food industry. *Food & function*, 6(1), 41-54.
- Walker, R. M.** (2016). Fish oil nanoemulsions: optimization of physical and chemical stability for food system applications.

- Wang, Y., Li, D., Wang, L.-J. & Xue, J.** (2011). Effects of high pressure homogenization on rheological properties of flaxseed gum. *Carbohydrate polymers*, 83(2), 489-494.
- Wani, A. A., Wani, I. A., Hussain, P. R., Gani, A., Wani, T. A. & Masoodi, F. A.** (2015). Physicochemical properties of native and  $\gamma$ -irradiated wild arrowhead (*Sagittaria sagittifolia* L.) tuber starch. *International Journal of Biological Macromolecules*, 77, 360-368.
- Wells, J. I.** (1988). *Pharmaceutical preformulation: the physicochemical properties of drug substances*: Ellis Horwood.
- Xu, X., Liu, W., Luo, L., Liu, C. & McClements, D. J.** (2017). Influence of anionic polysaccharides on the physical and oxidative stability of hydrolyzed rice glutelin emulsions: Impact of polysaccharide type and pH. *Food Hydrocolloids*, 72, 185-194.
- Yıldırım, A., Mavi, A., Oktay, M., Kara, A. A., Algur, O. F. & Bilaloglu, V.** (2000). Comparison of antioxidant and antimicrobial activities of tilia (*Tilia argentea* Desf ex DC), sage (*Salvia triloba* L.), and black tea (*Camellia sinensis*) extracts. *J Agric Food Chem*, 48(10), 5030-5034. doi:10.1021/jf000590k



## ÖZGEÇMİŞ

**Adı-Soyadı** : Maide KOŞAR

### ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2020, İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği

### MESLEKİ DENEYİM:

- Malatya Kuru Gıda, Kalite Kontrol Sorumlusu (2020 - 2021)

### YÜKSEK LİSANS TEZİNDEN TÜRETİLEN ÇALIŞMALAR:

#### Bildiriler:

- **Maide KOŞAR, Gökhan DURMAZ, Sibel ULUATA. (2022).** Spectrophotometric Determination of Some Physicochemical Properties in Malatya Apricot Gum. *International Maldiva Health Sciences Congress*, Malatya.
- **Sibel ULUATA, Maide KOŞAR, Gökhan DURMAZ. (2022).** Investigation on Physicochemical Properties of Malatya Apricot Gum. *14th International Conference and Exhibition on Nutraceuticals and Functional Foods (ISNFF)*, Istanbul.