

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

**ENKAPSÜLE PROPOLİSİN FONKSİYONEL GIDA
ÜRETİMİNDE KULLANILMASI**

MERVENUR BAĞDATLI

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ ANABİLİM DALI**

EYLÜL 2019

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

**ENKAPSÜLE PROPOLİSİN FONKSİYONEL GIDA
ÜRETİMİNDE KULLANILMASI**

MERVENUR BAĞDATLI

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ ANABİLİM DALI**

EYLÜL 2019

Tezin Başlığı : Enkapsüle Propolisin Fonksiyonel Gıda Üretiminde Kullanılması

Tezi Hazırlayan : Mervener BAĞDATLI

Sınav Tarihi : 13.09.2019

Yukarıda adı geçen tez jürimizce değerlendirilerek Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Sınav Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Burhan ATEŞ

İnönü Üniversitesi

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi İncilay GÖKBULUT

İnönü Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Nurullah DEMİR

Bingöl Üniversitesi

Prof. Dr. Kazım TÜRK

Enstitü Müdürü

ONUR SÖZÜ

Yüksek lisans Tezi olarak sunduğum “Enkapsüle propolisin fonksiyonel gıda üretiminde kullanılması” başlıklı bu çalışmanın bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığını ve yararlandığım tüm kaynakların, hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Mervenur BAĞDATLI

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ENKAPSÜLE PROPOLİSİN FONKSİYONEL GIDA ÜRETİMİNDE KULLANILMASI

Mervenur BAĞDATLI

İnönü Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

76 + ix sayfa

2019

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi İncilay GÖKBULUT

Propolis, zengin kimyasal yapısından kaynaklanan antimikrobiyal, antikanserojenik, antiviral, antioksidan, antikaryojenik, antiinflamatuvar, yara iyileştirici ve anestezi etkiler gibi sağlık açısından olumlu etkilere sahip bir maddedir. Ancak gıda ürünlerinde, uçucu fenolik asit fraksiyonu, alkolde çözünür olması, arzu edilmeyen baskın tat-aroma karakteristiği ve gıdanın duyuşal özelliklerini değiştiren keskin kokusu nedeniyle kullanımı sınırlıdır. Enkapsülasyon teknolojisi, söz konusu olumsuzlukları engellemek ve gıda endüstrisinde aktif maddenin üstün kullanımı yani istenmeyen tat ve kokunun maskelenmesi için en uygun yöntemdir.

Bu çalışma, propolisin kaplama materyali olarak aljinat ile enkapsüle edilmesi ve elde edilen propolis ekstraktı içeren kapsüllerin fonksiyonel gıda olarak muffin üretiminde kullanılmasını kapsamaktadır. Çalışmada farklı oranlarda (% 1, %2, %3 w/v) CaCl₂ çözeltisi ve propolis ekstraktı (%0.5, %1, %2.5) kullanılarak iki ayrı enkapsülasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Optimum kapsüller %2 (w/v)'lik CaCl₂ çözeltisi ve %2.5 propolis ekstraktı kullanılarak hazırlanmıştır. Enkapsülasyon etkinliği %73.846 olarak belirlenmiştir.

Elde edilen propolis ekstraktı içeren kapsül ile propolis ekstrakt örneklerinin zamana ve depolama koşullarına bağlı olarak toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite düzeylerinde azalma saptanmıştır. Fakat örnekler kendi içerisinde kıyaslandığında, propolis ekstraktı içeren kapsül örneklerinin toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite düzeylerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca propolis ekstrakt kapsülü ve propolis ekstraktı içeren muffin örneklerinin zamana bağlı olarak toplam fenolik madde ve antioksidan aktiviteleri belirlenerek sonuçları incelenmiştir. Propolis ekstraktı içeren muffin örneklerinin ilk haftadan 4. haftanın sonuna kadar antioksidan aktivite değerinde (DPPH) %61.34 oranında azalma saptanırken, propolis ekstrakt kapsülü içeren muffin örneklerinde ise %39.76 oranında azalma saptanmıştır.

Yapılan çalışmayla propolis başarılı bir şekilde enkapsüle edilerek baskın tat-aroma karakteristiği ile keskin kokusu maskelenmiş ve elde edilen propolis ekstraktının kapsüllenmiş formu fonksiyonel gıda olarak muffin üretiminde kullanılmıştır. Enkapsüle propolis içeren muffin örneklerinin serbest propolis ekstraktı içeren muffin örneklerine göre sıcaklık ve depolama süresinden daha az etkilendiği ortaya konmuştur.

ANAHTAR KELİMELELER: Enkapsülasyon, propolis, antioksidan aktivite, muffin.

ABSTRACT

Master Thesis

USING ENCAPSULATED PROPOLIS IN FUNCTIONAL FOOD PRODUCTION

Mervenur BAĞDATLI

İnönü University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

76 + ix pages

2019

Supervisor: Assist. Prof. Dr. İncilay GÖKBULUT

Propolis is a substance, that has positive health effects such as antimicrobial, anticarcinogenic, antiviral, antioxidant, anti-inflammatory, wound healing, and anesthetic effects due to its rich chemical structure. However, using in food products are limited due to the volatile phenolic acid fraction, its solubility in alcohol, its undesirable dominant taste-aroma characteristic, and the pungent odor that changes the sensory properties of food. Encapsulation technology is the most appropriate method to prevent such drawbacks and to mask the undesirable taste and odor, which is active property of industrial industry.

This study covers the encapsulation of propolis with alginate as a coating material and the use of the obtained capsules containing propolis extract in the production of muffins as a functional food. In this study, two different encapsulation procedures are performed by using CaCl_2 solution and propolis extract (0.5%, 1%, 2.5%) in different ratios (1%, 2%, 3% w/v). Optimum capsules were prepared using 2% (w/v) CaCl_2 solution and 2.5% propolis extract. The encapsulation efficiency was determined as 73.846%.

Total phenolic and antioxidant activity levels of the capsule containing propolis extract and propolis extract samples were decreased depending on time and storage conditions. However, when the samples compared, the total phenolic and antioxidant activity levels of capsule samples containing propolis extract were found to be higher. In addition, total phenolic and antioxidant activity of propolis extract capsule and propolis extract muffin samples were determined according to time. Antioxidant activity (DPPH) decreased by 61.34% from the first week to the end of the fourth week and 39.76% in the muffin samples containing propolis extract capsule.

In this study, propolis successfully encapsulated, and the pungent taste-aroma characteristic and the pungent odor masked and the encapsulated form of the obtained propolis extract used in the production of muffins as a functional food. The study showed that encapsulated propolis containing muffin samples are less affected by temperature and storage time than muffin samples containing free propolis extract.

KEYWORDS: Encapsulation, propolis, antioxidant activity, muffin.

TEŞEKKÜR

Eğitimim süresince her daim yanımda olarak bana destek olan, bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan ve çalışmalarım da yol gösteren danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi İncilay GÖKBULUT' a,

Değerli fikirleriyle çalışmama katkı sağlayarak yardımlarını esirgemeyen hocam Prof. Dr. Burhan ATEŞ' e,

Çalışmalarım süresince tecrübesini esirgemeyerek beni yönlendiren hocam Dr. Merve Gökşin KARAASLAN' a,

Bu süreçte yanımda olarak desteğini hissettiren kardeşim Nida BAĞDATLI' ya,

Hayatımın her döneminde bana destek olarak yanımda olan annem Ruhsan BAĞDATLI ve babam Atilla BAĞDATLI' ya ve diğer aile üyelerime,

En içten duygularım la teşekkür ederim.

Bu çalışmayı 2018/1468 nolu proje ile araştırmamı maddi olarak destekleyen İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	3
2.1. Enkapsülasyon.....	3
2.2. Propolis	11
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	23
3.1. Materyal	23
3.2. Kullanılan Kimyasallar	23
3.3. Kullanılan Alet Ekipman ve Cihazlar	23
3.4. Yöntem.....	24
3.4.1. Propolis ekstraktının elde edilmesi.....	24
3.4.2. Propolis ekstraktının enkapsülasyonu	24
3.4.3. Enkapsülasyon etkinliğinin belirlenmesi	26
3.4.4. SEM ile kapsüllerin morfolojisinin belirlenmesi	27
3.4.5. Kapsüllerde zaman/depolama etkisinin incelenmesi.....	27
3.4.5.1. DPPH testi.....	28
3.4.5.2. ABTS testi.....	29
3.4.5.3. Toplam fenolik madde miktarı testi	29
3.4.6. Muffin formülasyonu ve üretimi	30
3.4.7. Duyusal analiz	32
3.4.8. Muffinlerde zaman/depolama etkisinin incelenmesi.....	32
3.4.8.1. DPPH testi.....	33
3.4.8.2. ABTS testi.....	33
3.4.8.3. Toplam fenolik madde miktarı testi	34
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	35
4.1. Propolis Ekstraktının Elde Edilmesi.....	35
4.2. Propolis Ekstraktının Enkapsülasyonu	36

4.3.	Enkapsülasyon Etkinliğinin Belirlenmesi.....	37
4.4.	SEM ile Kapsüllerin Morfolojisinin Belirlenmesi	39
4.5.	Kapsüllerde Zaman/Depolama Etkisinin İncelenmesi	41
4.5.1.	DPPH testi.....	41
4.5.2.	ABTS testi.....	43
4.5.3.	Toplam fenolik madde miktarı testi	46
4.6.	Muffin Formülasyonu ve Üretimi	49
4.7.	Duyusal Analiz.....	51
4.8.	Muffinlerde Zaman/Depolama Etkisinin İncelenmesi	51
4.8.1.	DPPH testi.....	52
4.8.2.	ABTS testi.....	55
4.8.3.	Toplam fenolik madde miktarı testi	57
5.	SONUÇ.....	61
6.	KAYNAKLAR	67
	ÖZGEÇMİŞ	76

SİMGELER VE KISALTMALAR

CaCl ₂	Kalsiyum klorür
Ca ⁺² , Ba ⁺²	Kalsiyum ve Baryum iyonları
nm	Nanometre
UV	UltraViyole
M	β -D-mannuronik asit
G	α -L-guluronik asit
TPP	Tripolifosfat
w/v	Hacimde ağırlıkça yüzde
DPPH	2,2-Difenil-1-pikril-hydrozyl
ABTS	2,2-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonicacid) diammonium salt
Trolox	(\pm)-6-Hidroksi-2,5,7,8-tetrametilkrom-2-karboksilik asit
dk	Dakika
μ L	Mikrolitre
mL	Mililitre
g	Gram
rpm	Dakikadaki devir sayısı (Revolutions per minute)
SEM	Scaning Electron Microscopy
TEAC	Trolox Eşdeğeri Antioksidan Kapasitesi
GAE	Gallik Asit Eşdeğeri
TFMM	Toplam fenolik madde miktarı
Tween 80	Polioksietilen(20) sorbitan monooleat
P _E	Propolis ekstraktı
P _{EK}	Propolis ekstraktı içeren kapsül
K _M	Kontrol grubu muffin
P _{EM}	Propolis ekstraktı içeren muffin
P _{EKM}	Propolis ekstrakt kapsülü içeren muffin
ANA	<i>Apis Mellifera Anatolica</i>
CAU	<i>Apis Mellifera Caucasica</i>
CAR	<i>Apis Mellifera Carnica</i>

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1.	β -(1-4)-D-mannuronik asit (M) ve α -(1-4)-L-guluronik asit ...	6
Şekil 2.2.	Yumurta-kafes modelinin oluşumu.....	7
Şekil 2.3.	Jelasyon/kalsiyum-aljinat iyonları arasındaki çapraz bağlanma	8
Şekil 2.4.	İyonik jelasyon yöntemiyle kitosan nanopartiküllerinin elde edilmesi.....	9
Şekil 2.5.	İyonik jelasyon yöntemiyle elde edilen lin-nanokapsülün hazırlama prensibi.....	10
Şekil 2.6.	Ekstrüzyon-damlama teknikleri ile yağ kapsülleme.....	10
Şekil 2.7.	Propolisin arılarda depo şekli.....	11
Şekil 3.1.	Ham propolis.....	23
Şekil 3.2.	Evaporatörde süzütünün çözücü kısmının uzaklaştırılması...	24
Şekil 3.3.	Enkapsülasyon işlemi - CaCl ₂ çözeltisinde kapsüller.....	26
Şekil 3.4.	Kapsül homojenizasyon işlemi.....	28
Şekil 3.5.	Muffinlerin fırında pişmesi.....	31
Şekil 3.6.	Muffin üretim akış şeması.....	31
Şekil 3.7.	Muffin örneklerinde homojenizasyon işlemi - sonikasyon işlemi.....	33
Şekil 4.1.	Propolis ekstraktının kapsülasyon görüntüsü.....	36
Şekil 4.2.	Farklı oranlarda kullanılan CaCl ₂ 'ün enkapsülasyon etkinliğine etkisi.....	37
Şekil 4.3.	Farklı oranlardaki propolis ekstrakt miktarının enkapsülasyon etkinlik yüzdesi.....	38
Şekil 4.4.	Boş aljinat kapsülü (350x)-Boş aljinat kapsülü (250x).....	40
Şekil 4.5.	Propolis /aljinat kapsülü (200x)-Propolis/aljinat kapsülü (250x).....	41
Şekil 4.6.	P _{EK} ile P _E örneklerinin zamana ve depolama koşullarına bağlı olarak antioksidan aktivite düzeyleri (DPPH) arasındaki farkın değişimi.....	43
Şekil 4.7.	P _{EK} ile P _E örneklerinin zamana ve depolama koşullarına bağlı olarak antioksidan aktivite düzeyleri (ABTS) arasındaki farkın değişimi.....	45
Şekil 4.8.	P _{EK} ile P _E örneklerinin zamana ve depolama koşullarına bağlı olarak toplam fenolik madde miktarları arasındaki farkın değişimi.....	48
Şekil 4.9.	Oda sıcaklığında muhafaza edilen muffin örnekleri.....	50

Şekil 4.10.	P_{EKM} örneği - P_{EM} örneği.....	50
Şekil 4.11.	Duyusal analize ait değerlendirme (ortalama) formu.....	51
Şekil 4.12.	K_M , P_{EM} ve P_{EKM} örneklerinin, 25 °C ortam koşulunda zamana bağlı antioksidan aktivite düzeyindeki (DPPH) değişim.....	52
Şekil 4.13.	P_{EKM} ile P_{EM} örneklerinin zamana bağlı olarak antioksidan aktivite düzeyleri (DPPH) <u>arasındaki farkın değişimi</u>	54
Şekil 4.14.	P_{EKM} ile P_{EM} örneklerinin zamana bağlı olarak antioksidan aktivite düzeyleri (ABTS) <u>arasındaki farkın değişimi</u>	56
Şekil 4.15.	P_{EKM} ile P_{EM} örneklerinin zamana bağlı olarak toplam fenolik madde miktarı değerleri <u>arasındaki farkın değişimi</u> ...	59



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1.	Propolisin genel yapısı ve kimyasal bileşenlerinin oranı.....	14
Çizelge 2.2.	Propolis ve içeriğinde bulunan etken maddelerinin <i>in vitro</i> olarak incelenen antitümör etkileri.....	18
Çizelge 3.1.	Muffin üretiminde kullanılan bileşen oranları.....	30
Çizelge 4.1.	4 °C ve 25 °C ortam koşullarında 4 haftalık depolama süreci sonunda P _{EK} ve P _E örneklerinde belirlenen antioksidan aktivite düzeyleri (DPPH).....	42
Çizelge 4.2.	4 °C ve 25 °C ortam koşullarında 4 haftalık depolama süreci sonunda P _E ve P _{EK} örneklerinde belirlenen antioksidan aktivite düzeyleri (ABTS).....	44
Çizelge 4.3.	4 °C ve 25 °C ortam koşullarında 4 haftalık depolama süreci sonunda P _E ve P _{EK} örneklerinde belirlenen toplam fenolik madde miktarları.....	47
Çizelge 4.4.	25 °C ortam koşulunda 4 haftalık depolama süreci sonunda P _{EKM} ve P _{EM} örneklerinde belirlenen antioksidan aktivite düzeyleri (DPPH).....	53
Çizelge 4.5.	25 °C ortam koşulunda 4 haftalık depolama süreci sonunda P _{EKM} ve P _{EM} örneklerinde belirlenen antioksidan aktivite düzeyleri (ABTS).....	55
Çizelge 4.6.	25 °C ortam koşulunda 4 haftalık depolama süreci sonunda P _{EKM} ve P _{EM} örneklerinde belirlenen toplam fenolik madde miktarı değerleri.....	58
Çizelge 4.7.	P _{EM} ve P _{EKM} örneklerinin 4 hafta sonundaki DPPH, ABTS ve TFMM düzeylerinde tespit edilen % azalma oranları.....	59

1. GİRİŞ

Son yıllarda değişen ve gelişen yaşam koşulları, insanların gıda ürünlerine yönelik isteklerinde, önemli değişiklikler meydana getirmiştir. İnsanlar gıdaları sadece açlıklarını yatıştırmak amacıyla değil, sağlıklı ve kaliteli bir hayat geçirmek için tüketmekte ve sağlık problemlerine çözüm yolu oluşturmanın yanı sıra hastalıklardan korunmaya yönelik önlemler almaktadır. Bu bağlamda fonksiyonel gıda tüketimi de günümüzün daha bilinçli tüketicileri tarafından alınan önlemlerden biri olarak öne çıkmaktadır.

Fonksiyonel gıdalar, genel olarak kabul gören net bir tanımı olmadığı gibi, “vücudun temel besin ihtiyaçlarını karşılamının ötesinde, insan fizyolojisi ve metabolik fonksiyonları üzerinde ilave faydalar sağlayan, böylelikle hastalıklardan korunmada ve daha sağlıklı bir yaşama ulaşmada etkinlik gösteren gıdalar” olarak da tanımlanmaktadır [1]. Fonksiyonel gıdaların elde edilmesinde; yararlı bileşenlerden biri doğal olarak artırılabilen, herhangi bir bileşen ilave edilebilme, gıdanın içeriğinde bulunarak olumsuz etki sağlayan bileşen/bileşenler ayrıştırılabilmekte veya kimyasal olarak modifiye edilebilme, biyoyararlılığı artırılabilme ve öne sürülen ihtimalleri sağlayabilen kombinasyonlar oluşturulabilmektedir [2].

Fonksiyonel gıdalar, insan sağlığına fayda sağlamanın yanı sıra, söz konusu gıdalara besinsel katkılar da yaparak fonksiyonel özellik kazandıran maddelerdir. Propolis son yıllarda gıdalara fonksiyonel özellik katma amacıyla ele alınmaya başlanan bir yapıdır. Propolis, işçi arıların ağaç kabuklarından, bitkilerin filiz ve tomurcuklarından toplayarak enzimlerle biyokimyasal değişikliğe uğrattığı reçinemsî bir maddedir [3]. Propolis içeriğinde flavonoidler, fenolikler ve çeşitli aromatik bileşikler gibi çok sayıda biyokimyasal açıdan zengin bileşenleri barındırmaktadır [4]. Propolis ekstraktlarının zengin kimyasal yapısından kaynaklanan antimikrobiyal, antikanserojenik, antiviral, antioksidan, antikaryojenik, antiinflamatuvar, yara iyileştirici ve anestetik etkiler gibi sağlık açısından olumlu etkilere sahip olduğu bildirilmektedir [5,6]. Propolis bu özelliklerinden dolayı gıda endüstrisinde gıda katkı maddesi olarak ve fonksiyonel gıda bileşeni olarak kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde propolis içeren şampuan, diş macunu ve kozmetik ürünler gibi kimyasal ürünler mevcuttur. Ancak gıda ürünlerinde, uçucu fenolik asit fraksiyonu, alkolde çözünür olması, arzu edilmeyen baskın tat-aroma karakteristiği ve gıdanın duyuşal

özelliklerini değiştiren keskin kokusu [7-9] nedeniyle kullanımını sınırlıdır. Bu olumsuzlukları engellemek için enkapsülasyon tekniği alternatif kullanım olabilir. Enkapsülasyon teknolojisinin gıda endüstrisinde, aktif maddenin üstün kullanımı yani istenmeyen tat ve kokunun maskelenmesi gibi olası faydaları bildirilmiştir [10].

Bu tezin kapsamı, sağlık açısından oldukça faydalı olan propolisin kaplama materyali olarak aljinat ile enkapsüle edilmesi ve elde edilen propolis kapsüllerinin bir fonksiyonel gıda (muffin) içerisinde kullanılmasını içermektedir. Çalışmada, propolisin arzu edilmeyen baskın tat-aroma karakteristiği ile gıdanın duyuşal özelliklerini değiştiren keskin kokusunu maskelemek ve dış etkilerden koruyarak mevcut güçlü antioksidan aktivitesinden daha uzun süre faydalanmak amacıyla, enkapsülasyon işlemini gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda, kaplama materyali olarak aljinat kullanılarak damlatma (iyonik jelasyon) yöntemi uygulamasıyla propolis ekstraktı içeren kapsüller üretilmiş ve elde edilen kapsüller ile serbest propolis ekstraktlarının, zamana ve depolama koşullarına bağlı olarak değişim gösteren antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde miktarları belirlenmiştir. Enkapsüle edilen propolis ekstraktlarının, fonksiyonel gıda olarak muffin üretiminde kullanılmasıyla, antioksidan aktivite bakımından zengin ve sağlıklı ürün eldesi gerçekleştirilmiş ve propolis ekstraktı içeren kapsüllerin, muffin örneklerinin duyuşal kalitelerine olası etkileri araştırılmıştır. Ayrıca propolis ekstrakt kapsülü ile serbest propolis ekstraktı içeren muffin örneklerinin zamana bağlı olarak antioksidan aktiviteleri ve toplam fenolik madde miktarları belirlenerek sonuçları incelenmiştir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Enkapsülasyon

Enkapsülasyon işlemi, bir maddenin veya karışımın farklı bir madde ile kaplanması/hapsedilmesi şeklinde ifade edilmekte [11] ve hapsedilen madde çekirdek, dolgu, iç faz, aktif madde olarak isimlendirilirken, kaplama materyali ise genellikle zar, kabuk, kapsül, taşıyıcı materyal veya matriks olarak isimlendirilmektedir [12].

Enkapsülasyon işlemleri aktif maddenin dış etmenlerden korunmasını, kararlı olmasını [13], uzun süre depolanabilmesini, stabilitesinin artırılmasını, arzu edilmeyen tat ve kokunun maskelenmesini [14] ve belirli maddelerin hedeflenen ortamlarda kontrollü olarak salınımının sağlanmasını amaçlamaktadır [11]. Bu bağlamda küçük partiküllerin belirli bir kabuk materyali ile kaplanması ve heterojen veya homojen bir matrise gömülü hale getirilmesiyle gerçekleştirilebilmektedir. Dolayısıyla üründeki aktif bileşen ile diğer bileşenler arasında fiziksel bir engel oluşumu sağlanmaktadır [15].

Enkapsüle materyalin boyutu, enkapsülasyon yöntemine ve kullanılan materyallere bağlı olarak, nanometre boyutundan milimetre boyutuna kadar değişiklik göstermektedir [12].

Enkapsülasyon uygulamasında, belirli hedef yönünde birçok aktif bileşen enkapsülasyon işlemiyle korunabilmektedir. Bu kapsamda antioksidan maddeler (tokoferol, flavonoidler, polifenoller), mineraller, vitaminler, renk maddeleri, koruyucu maddeler, proteinler, enzimler, esansiyel yağlar, organik asitler, yağ asitleri (ω -3, konjuge linoleik asit), prebiyotikler, probiyotikler, tatlandırıcı maddeler, aroma maddeleri ve karotenoidler (β -karoten, likopen) enkapsülasyon uygulamalarında enkapsüle edilen başlıca aktif bileşenler olarak bildirilmektedir [16].

Enkapsülasyon metodunun belirlenmesinde, aktif madde ve kabuk materyalinin kimyasal ve fiziksel özellikleri, kaplama materyallerinin geçirgenliği, elde edilen partiküllerin boyutu ve enkapsüle edilecek bileşenlerin proses özelliği oldukça önemlidir [17]. Enkapsülasyon uygulamalarında elde edilen enkapsüle bileşenin genellikle boyutunun belirli bir düzeyde olması, geçirgenliğinin uygun olması,

stabilitesinin ve ortam ile uyumluluğunun yüksek düzeyde olması arzu edilmektedir [18].

Kapsül özellikleri; istenilen partikül büyüklüğü, son ürünün kimyasal ve fiziksel özellikleri, salım mekanizması, bileşen kompozisyonu ve talep edilen maliyet gibi faktörlere bağlı olarak değiştirilebilmektedir. Kullanıma uygun olarak seçilen kaplama materyalleri doğal maddeler, sentetik ya da yarı sentetik maddeler olabilmektedir [19]. Kabuk materyalinin kompozisyonu elde edilen ürünün fonksiyonel özelliğine direkt etki edeceği için [20] enkapsülasyon işlemlerinde uygun kabuk materyali seçimleri oldukça fazla önem taşımaktadır [21]. Enkapsülasyon işlemlerinde kullanılacak ideal bir kabuk materyalinin barındırması gereken özellikler şunlardır;

- Yüksek konsantrasyon ortamlarında reolojik özelliği iyi olmalı ve enkapsülasyon işlemi esnasında prosesi kolaylaştırmalı,
- Aktif maddeyi disperse etmeli ve emülsiyon durumuna getirmeli, ayrıca emülsiyon stabilizasyonu yüksek olmalı,
- Aktif madde ile enkapsülasyon işlemi sırasında ve depolama sürecinde, aktif maddenin özelliklerine zarar verecek şekilde reaksiyona girmemeli, ortama uyum sağlamalı,
- Aktif maddeyi sarabilmeli ve stabil bir şekilde işlem sırasında ve muhafaza sürecinde koruyup sızdırmama yeteneğine sahip olmalı,
- Gıda endüstrisi için kabul edilebilir olmalı ve uygun çözümlerde çözünebilir olmalı,
- Toksik olmamalı, gıda saflığında ve ekonomik olmalı,
- Çevresel faktörlere karşı aktif maddenin korunmasını sağlayabilmeli,
- Aktif maddenin salınımına izin vermeli ve arzu edilen kapsül çözünme özelliğinde olmalıdır [20-22].

Doğal ya da sentetik polimerlerden seçilen kabuk materyallerinin özellikleri bazı enkapsülasyon uygulamalarında tek başına yeterli olmadığından farklı kabuk materyalleri ile kombinasyon halinde kullanılabilir. Genellikle kapsül stabilitesinin geliştirilmesi amacıyla hidrolize edilmiş nişastalar ikinci kabuk materyalleri olarak tercih edilmektedir [17].

Son yıllarda değişen ve gelişen yaşam şartları nedeniyle tüketicilerin gıda ürünlerine yönelik taleplerinde meydana gelen değişimler sonucunda, sağlıklı beslenme ve hazır gıda kavramları birbiriyle bağlantılı olarak önem kazanmaktadır. Değişen tüketici istekleri dikkate alınarak hızlı yaşam koşullarına uygun, hazır ve kolay tüketilebilir gıda ürünlerine talep doğrultusunda, gıda sanayi hazır gıda ve farmasötik ürünler üzerinde yenilikçi bir vizyonla çalışmalarını yürütmektedir [11].

Enkapsülasyon teknolojisi, gıda endüstrisinde genel olarak, katı parçacıkların, sıvı damlacıkların, ya da gaz bileşenlerinin gıda saflığındaki kabuk materyali ile çevrelenmesi amacıyla kullanılmakta [20] ve bu teknoloji fonksiyonel ve spesifik gıda ürünlerine yönelik talep doğrultusunda gıdanın türüne bağlı olarak gelişim göstermektedir [11]. Enkapsülasyon işlemlerinin gıda sektöründe uygulanması oldukça eskiye dayanmakta [20] ve çok farklı amaçlar için kullanılabilir [18].

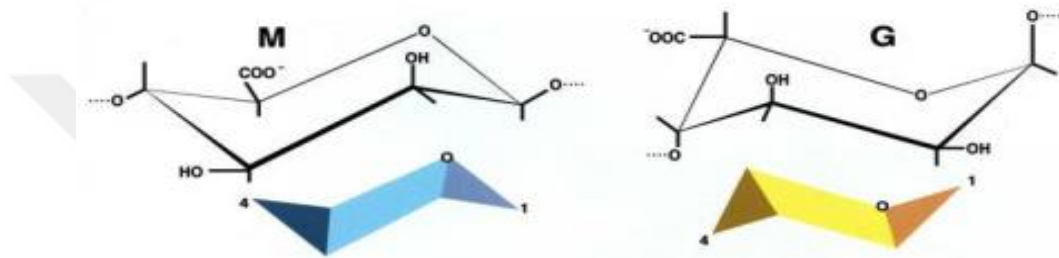
Gıda endüstrisinde enkapsülasyon teknolojisinin kullanım amaçları:

- Aktif materyali dış etkenlere karşı koruma,
- Aktif materyalin raf ömrünü uzatma,
- Enkapsüle edilen materyalin tadını ve kokusunu maskeleyme,
- Enkapsüle materyali çevreden gelen aktivasyon ve deaktivasyona karşı koruma (stabiliteyi artırma),
- Aktif materyalin kontrollü olarak açığa çıkarılması,
- Enkapsüle materyalin hedeflendiği şekilde salınması,
- Aktif materyalin diğer bileşenlerle reaksiyona girmesinin önlenmesi,
- Aktif materyalin buharlaşmasıyla kaybolmasını engelleme,
- Aktif materyalin fiziksel özelliğinin daha iyi muhafaza edilmesi,
- Aktif materyalin kaplanmasıyla taşıma işleminin daha kolay bir duruma getirilmesi,
- Aktif materyalin doğru yer ve zamanda kontrollü olarak çalışmasını sağlama olarak sıralanabilir [11, 18, 20, 23].

Ayrıca enkapsülasyon teknolojisiyle çabuk bozunabilen, uçucu ya da yüksek hidrofobisitede olan ω -3 yağ asitleri, karotenoidler, bitki sterolü, aroma maddeleri ve antioksidan maddeler gibi farklı pek çok madde daha etkin şekilde gıdaya dahil edilmektedir. Günümüzde modifiye kaplama materyalleri ile yeni teknolojilerin

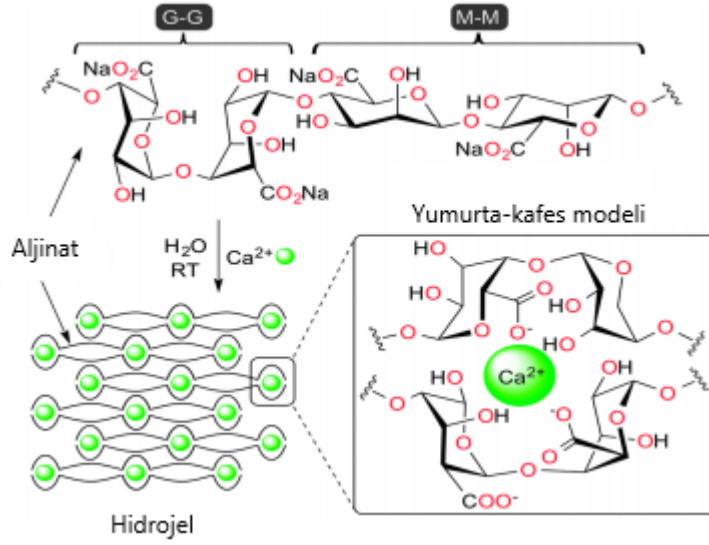
ortaya çıkmasıyla, fonksiyonelliği çok daha yüksek mikroenkapsüle gıdalar elde edilebilmektedir [23].

Enkapsülasyon teknolojisinde en yaygın kullanılan kaplama materyallerinden biri aljinatlardır. Aljinat, α -(1-4)-L-guluronik asit (G) ve β -(1-4)-D-mannuronik asitten (M) oluşan anyonik bir polisakkarittir [17]. Şekil 2.1’de, α -(1-4)-L-guluronik asit (G) ile β -(1-4)-D-mannuronik asitin (M) kimyasal yapısı verilmiştir.



Şekil 2.1. β -(1-4)-D-mannuronik asit (M) ve α -(1-4)-L-guluronik asit (G) [17]

Aljinat, Ba^{+2} ve Ca^{+2} gibi iki değerli katyon iyonlarının varlığı ile iyonotropik çapraz bağlamayla jel oluşturabilme yeteneğindedir. Bununla birlikte genel olarak $CaCl_2$ çözeltisi kalsiyum-aljinat hidrojelini oluşturabilmek amacıyla kullanılmaktadır. Kalsiyum iyonu ya da çok değerlikli katyon iyonlarına sahip sulu çözeltiliye aljinat solüsyonunu damla damla ilave ederek boncuk şeklinde (küresel) hidrojel yapı oluşturulmaktadır. Bu yapı, aljinatın yapı birimi olan gluronik asit blokları ve iki değerlikli katyonların moleküller arası çapraz bağlanması sonucu kalsiyum iyonlarının etkisi altında iyonik etkileşimlerle birbirini tutan üç boyutlu aljinat filamentleri oluşturarak “yumurta-kafes” (egg-box) adı verilen jel yapıya dönüşmektedir. Şekil 2.2’de “yumurta-kafes” modelinin oluşumu verilmiştir.



Şekil 2.2. Yumurta-kafes modelinin oluşumu [17]

Aljinatlar, uzun süredir gıda endüstrisinde ve endüstriyel uygulamalarda yoğunlaştırıcı (kalınlaştırıcı), jelleştirici ajan, koloidal stabilizör olarak çok amaçlı kullanılmakta olup, su tutma yeteneği, viskozlaştırma, tekstür geliştirme, emülsifiye etme, kararlı hale getirme gibi özelliklerinden yararlanılmaktadır [17].

Gıda bileşenlerinin enkapsülasyonu için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır [20], ancak en uygun yöntem, hedeflenen fonksiyonel özelliği kazandıracak kaplama materyali ve membranın özellikleri göz önüne alınarak seçilmelidir [12]. Bu bağlamda enkapsülasyon yöntemleri uygulanacak prosese bağlı olarak çekirdeği oluşturan aktif materyalin yapısına, mikro veya nanokapsül için uygulanmasına, elde edilmesi istenen parçacık boyutuna, çekirdek ve çekirdeği kaplayan kaplama materyalinin fiziksel ve kimyasal özelliklerine, kaplama materyalinin geçirgenliğine, istenen serbest salım mekanizmasına, üretim ölçeğine ve maliyet hesaplaması gibi faktörlere göre tercih edilmektedir [13].

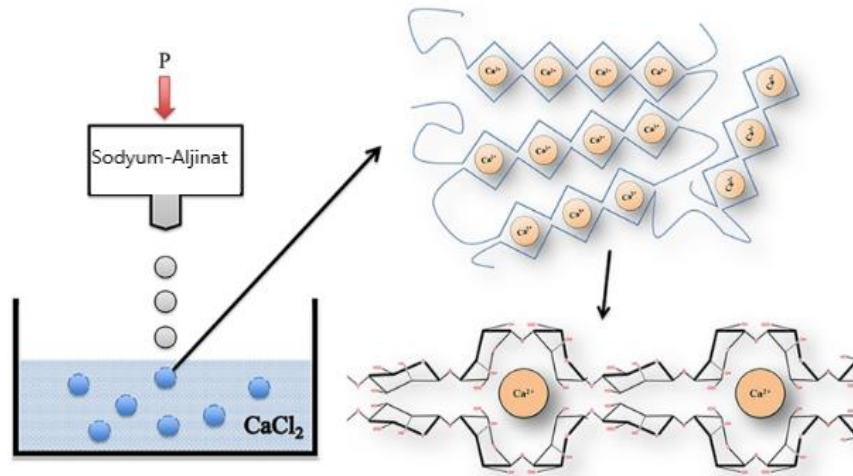
Enkapsülasyon teknolojisinde kapsüllerin oluşturulması için başlıca yöntemler;

- Püskürterek kurutma yöntemi
- Püskürterek dondurma yöntemi
- Dondurarak kurutma yöntemi
- Melt ekstrüzyon yöntemi

- Emülsifikasyon yöntemi
- Akışkan yatak kaplama yöntemi
- **Damlatma (iyonik jelasyon) yöntemi**
- Koaservasyon (birlikte faz oluşturma) yöntemi
- İnküzyon kompleksleşme yöntemi
- Lipozom tutma yöntemi
- Kokristalizasyon yöntemi şeklinde sıralanabilir [10].

Damlatma veya iyonik jelasyon yöntemi özel ekipman, yüksek sıcaklık veya organik çözücüler gerektirmeyen, basit [24], pratik ve ekonomik bir enkapsülasyon tekniğini temsil eder. Bu yöntem, fazla miktarlarda kapsül üretimi için elverişli olmadığından genel olarak laboratuvar ölçekli üretimlerde kullanılmaktadır [16]. İyonik jelasyon yönteminde temel olarak, çekirdek materyal ve polimer çözelti homojenize edilip şırınga aracılığıyla boncuk şeklinde (küresel) jel parçacıkları eldesi için CaCl_2 gibi bir dağıtıcı faza [16] sürekli çalkalama altında damlatılır [25].

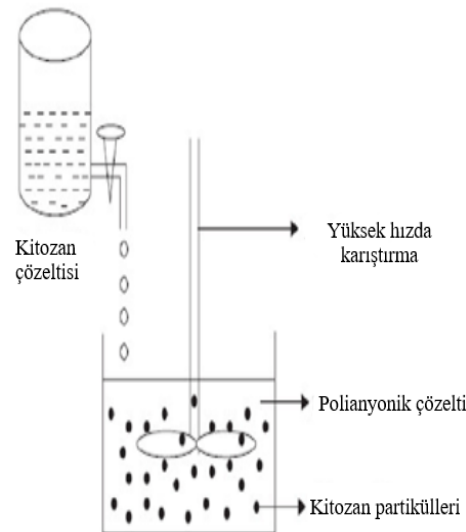
Damlatma yöntemi kalsiyum-aljinat parçacıklarının üretiminde uygulanan bir yöntem olmakla beraber, CaCl_2 molekülünde bulunan kalsiyum ve sodyum aljinat molekülünde bulunan sodyumun çapraz bağlanması ilkesine dayanmaktadır [16]. Şekil 2.3'te kalsiyum ve sodyum iyonları arasındaki çapraz bağlanma mekanizmasına ait görsel verilmiştir.



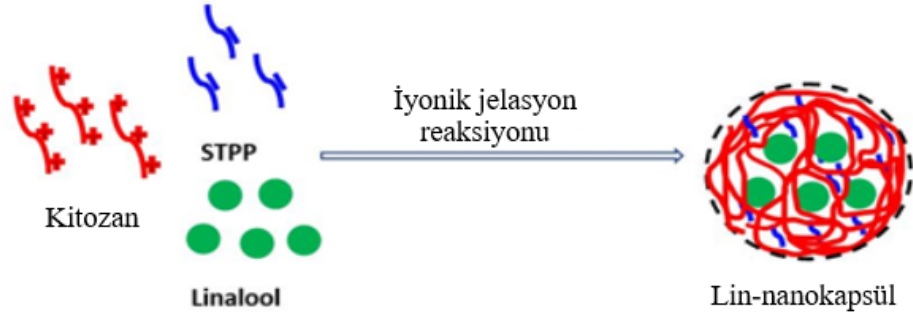
Şekil 2.3. Jelasyon/kalsiyum-aljinat iyonları arasındaki çapraz bağlanma [26]

Aljinat çözeltisinin beraberinde pektin çözeltisinin de dağıtıcı faz olarak CaCl_2 çözeltisine damlatılmasıyla ya da kitosanın tripolifosfat (TPP) çözeltisine damlatılmasıyla mikropartikül üretimi gerçekleştirilmektedir [16].

İyonik jelasyon yönteminde kitosan çözeltisi kullanımında ise kitosan ile zıt yüklü bir bağlayıcının tersinir bağlanması sonucu enkapsülasyon gerçekleşmektedir. Çapraz bağlayıcı ajan olarak da genellikle tripolifosfat (TPP) kullanılmaktadır. Kitosan çözeltisinin kullanıldığı iyonik jelasyon yöntemi, (+) yüklü amin grupları ile tripolifosfat gibi polianyonların (-) gruplarının iyonik etkileşimi ilkesine dayanmakta ve neticede, kitosan ile bağlayıcı madde arasında biyolojik olarak uyumlu ve toksik olmayan bir kompleks meydana gelmektedir. Kitosan, alkali ve nötral koşullar altında çözünmeyen ancak $\text{pH} < 6$ ortamında bazı çözeltilerde kolayca çözünebilen ve asidik koşullar altında organik ve inorganik asitlerle (asetik asit, hidroklorik asit, glutamik asit gibi) reaksiyona girebilen bir maddedir. TPP ise, çoklu bağ yapma özelliğinden ve toksik olmayışından dolayı en fazla kullanılan çapraz bağlayıcı ajanlardan biri olmaktadır. Kitosan nanopartiküllerinin elde edilmesi için geliştirilmiş tekniklerden en göze çarpanı iyonik jelasyon yöntemi olmaktadır [27]. Kitosan çözeltisinin kullanıldığı iyonik jelasyon (damlatma) sistemine ait görsel Şekil 2.4’de verilmiştir. Yapılan bir çalışmada iyonik jelleşme yöntemiyle elde edilen lin-nanokapsülün hazırlama prensibi ise Şekil 2.5’te verilmiştir.

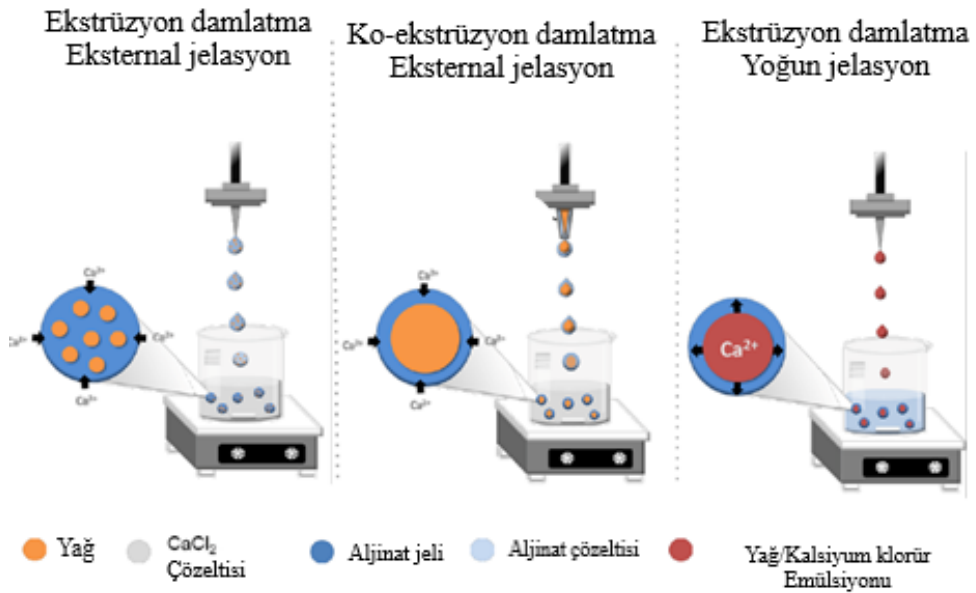


Şekil 2.4. İyonik jelasyon yöntemiyle kitosan nanopartiküllerinin elde edilmesi [28]



Şekil 2.5. İyonik jelyasyon yöntemiyle elde edilen lin-nanokapsülün hazırlama prensibi [29]

Son zamanlarda şırınga-ekstrüzyon düzenekleri gibi geliştirilen teknoloji yardımıyla fazla miktarlarda aljinat partikülleri elde edilerek içeriğinde enkapsüle bileşen olan aljinat partiküllerinin ticarileşmesinin mümkün olacağı bildirilmiştir [16]. Yapılan bir çalışmada enkapsüle yağ üretimi için 3 farklı Ekstrüzyon-damlama sistemine ait görsel Şekil 2.6’da verilmiştir.



Şekil 2.6. Ekstrüzyon-damlama teknikleri ile yağ kapsülleme [30]

İyonik jelasyon yöntemi ile üretilen kapsüllerin boyutu ise şırınga çapına, titreşim sistemine, kaplama materyalinin vizkozitesine ve polimer çözelti ile şırınga arasındaki mesafe gibi faktörlere bağlıdır [16].

2.2. Propolis

Propolis, işçi arılar vasıtasıyla bitkilerin tomurcuğundan, ağaçların kabuk ve kozalaklarından toplanıp, mum ile karıştırılarak kovanda pek çok amaç için kullanılan, reçineli, yapışkan, keskin kokulu ve renk olarak koyu sarı ile kahverengi tonuna kadar değişken bir madde olarak tanımlanabilir. Propolis kelimesinin etimolojisinde “pro” savunma anlamına gelirken “polis” de şehir anlamındadır. Bu bağlamda propolis kelimesinden şehrin/kovanın savunmasına benzer bir anlam çıkarmak mümkündür [31].

Arılar reçinemsiz, zamksız bu maddeyi arka ayakları ile mandibulalarını kullanarak almakta ve ağızdan salgıladıkları birtakım enzimi de katıp pelet şekline getirilen propolisin biyolojik değeri artırılmaktadır. Propolis arılarda ön ile orta bacakların yardımıyla arka bacaklarında bulunan polen sepetine depolanmaktadır. Şekil 2.7’de propolisin arılarda depo şekli gösterilmiştir.



Şekil 2.7. Propolisin arılarda depo şekli [32]

Doğal bir arı ürünü olan propolis, insanların ilgisini tıbbi yönden uzun zaman önce çekerek eski dönemlerde Mısırlılar, Yunanlılar, Romalılar gibi uygarlıklar tarafından yaygın olarak kullanılmıştır. Geleneksel hekimlikte Aristo, Hipokrat ve başka antik çağ bilimcileri vasıtasıyla eski dönemlerden günümüze kadar türlü hastalığın tedavilerinde veya hastalıkların etkisinin hafifletilmesinde kullanıldığı bildirilmiştir [33].

Propolis ilk olarak Yunanlılar vasıtasıyla bulunmuş ve antibiyotik olarak kullanılırken, Mısırlılar birtakım hastalığın tedavisinde ve ölüleri mumyalamada, Yunanlılar ile Romalılar ise derideki apseleri iyileştirmek amacıyla, İnkalar da ateşi düşürmek için kullanmışlardır [33]. 11. y.y.'da İbn-i Sina askerler için yaraların tedavisine propolisi önerirken, 15. y.y.'da Roma İmparatorluğu lejyonerleri ve Anglo-Boer Mücadelesi ile II. Dünya Muharebesi sürecinde doktorlar yaraların hızlı iyileşmesi amacıyla propolisi kullanmışlardır. Aynı zamanda İtalyanlar da propolisi farklı bir amaçla, kemanlarını verniklemek için kullanmışlardır [34].

Propolisin genel olarak toplandığı bitki türlerinin bölgelere ve mevsimlere göre değişmekte olduğu ve arılar için; *Betula* spp. (Huş), *Pinus* spp. (Çam), *Salix* spp. (Söğüt), *Populus* spp. (Kavak), *Aesculushippocastanum* (Atkestanesi), *Prunus* spp. (Erik), *Alnus* spp. (Kızıl Ağaç), *Ulmus* spp. (Kara Ağaç), *Abies* spp. (Kökнар), *Fraxinus excelsior* (Dişbudak), *Quercus* spp. (Meşe) gibi bitki türlerinin önemli propolis kaynağı olduğu bildirilmiştir [32].

Avrupa ülkelerinde kavak türleri genel olarak birinci derece, meşe, söğüt ve huş ise ikinci derece propolis kaynağı olurken, Avustralya'da okalıptüs, İtalya'da kestane, Orta Rusya'da huş, Hindistan'da ise kavak türleri önemli propolis kaynaklarıdır [32]. Amerika'da kavak ve çam türleri, Batı Asya ve Kuzey Afrika'da kavak tomurcukları, Pasifik adasında *Plumeria accuminata*, *Plumeria acutifolia*, *Schinus terebinthifolius* ile *Psidium guajava* gibi çalıkların tomurcuğu ve kabuklarının önemli propolis kaynağı olduğu bildirilmiştir [35].

Propolisin toplandığı bitki kaynağının bilinmesi, kimyasal standardizasyonun oluşturulması açısından önemlidir. Propolis örneklerinin TLC, HPLC gibi yöntemlerle bitki kaynağında bulunan bitki salgılarının kalitatif kompozisyonu ortaya çıkarılmakta ve kolaylıkla karakterize edilebilmektedir. Ayrıca propolisin toplanabileceği bitki kaynaklarının bilinmesi arı yetiştiricileri açısından da önemlidir. Çünkü bal arıları buldukları bölgeden propolis toplayamadıklarında boya ve asfalt gibi insan sağlığını olumsuz yönde etkileyecek birtakım maddeyi propolis gibi kullanarak toplamak zorunda kalmaktadırlar [32].

Propolisin kaynağı ile ilgili, çeşitli bölgelerden toplanmış Türk propolislerinin bitki orjini için kimyasal özellikleri ile antibakteriyel aktivitelerinin belirlendiği bir çalışmada; propolis bitki kaynağının *Populus alba*, *Populus tremuloides* ile *Salix*

alba olarak bildirilmiştir [36]. Türk propolislerinin antibakteriyel aktiviteleri, kantitatif ve kalitatif kompozisyonlarının belirlendiği bir başka çalışmada ise, *Populus nigra* (kara kavak) ve *P. Euphratica*'nın önemli propolis kaynağı olduğu bildirilmiştir [37].

Arılar propolisi, kovadaki çatlak ve deliklerin kapatılmasında, iç yüzeylerin kaplanmasında, petek tamirinde, kovadaki giriş deliğini kolay bir şekilde savunabilecekleri hale getirilmesinde, kraliçe arının yumurtlamasından önce petek gözünün temizlenmesi için kullanmaktadırlar. Ayrıca kovanda öldürülerek kovana dışına çıkarılamayan zararlıların çürüyerek kokuşma yapmalarını ve birtakım mikroorganizmaların (virüs, bakteri, fungus) çoğalmasını önlemek amacıyla mumyalama işleminde kullanmaktadırlar. Aynı zamanda kovanda görev yapan arılar, kovanın girişinde dışarıdan gelen bal arılarını propolis ile fırçalayarak birtakım enfeksiyonların kovana girmesini önlemekte kullanmaktadırlar [32].

Propolisin rengi toplandığı bölgeye, mevsime ve bitki kaynağına göre farklılık göstererek sarıdan kahverengi tonuna kadar değişebilmektedir. Örneğin ılıman iklime sahip ülkelere ait propolis örnekleri genel olarak belirgin bir kahverengi renkte iken, tropikal bir iklim tipine sahip yerlerde ise propolis rengi siyah olarak bildirilmektedir. Propolis, kovandan alındığında reçinemsiz olup, keskin tat ve karakteristik kokuya sahiptir. Propolis, ortam soğuk olduğu durumlarda balmumuna benzer biçimde katı kırılabilir, 15-25 °C ortam sıcaklıklarında mum kıvamındaki elastik yapıya sahipken, 30-40 °C ortam sıcaklıklarında yumuşayarak yapışkan yapıya dönüşmektedir [4].

Propolisin kimyasal içeriği oldukça karmaşık olup toplandığı bölgenin bitki florasına, iklim koşullarına, toplanma zamanına, arı tarafından salgılanan maddeye, arı türüne ve arı ırkına bağlı olarak çeşitlilik göstermektedir. Propolis içeriğinde flavonoidler, fenolikler ve çeşitli aromatik bileşikler gibi çok sayıda biyokimyasal açıdan zengin bileşenleri barındırmakta ve bu bileşenler su ile hidrokarbon çözücülerde zayıf bir çözünürlüğe sahipken alkolde iyi çözünmektedirler [4]. Propolisin genel yapısı ve kimyasal bileşenlerinin oranları Çizelge 2.1'de verilmektedir.

Çizelge 2.1. Propolisin genel yapısı ve kimyasal bileşenlerinin oranı [38]

Bileşen Sınıfı	Bileşen Grubu ve Miktar (%)
Resin	%45-55 (Flavonoidler, Fenolik asit ve esterler)
Mum ile yağ asitleri	%25-35
Esansiyel yağlar	% 10 (Uçucu yağlar)
Polen	%5
Diğer organik ve mineral maddeler	%5 (14 iz element, en yaygın Fe ve Zn) (Ketonlar, Laktonlar, Kinonlar, Steroidler Benzoik asit ve esterleri, Vitaminler, Şekerler)

Çeşitli propolis örnekleri ile yapılmış olan araştırmalar sonucu propolis içeriğinde 300'den fazla komponent tanımlandığı ve kompozisyonu bitki kaynağı, bölgesel flora gibi etkenlere bağlı olarak değişiklik gösterdiği bildirilmiştir [39]. Propolisin kimyasal yapısının aydınlatılması genellikle sıvı ve gaz kromatografisi kullanılarak yapılmaktadır. Propolisin içerik analizi yapılarak farklı propolis örneklerinin toplandığı bölgelerin bitki örtüsündeki farklılıklar araştırılarak hangi bitkilerden toplanan propolisin içerik açısından daha zengin olduğu saptanabilmektedir [40].

Propolisin yapısında mevcut olan uçucu bileşen, mineral ve şeker gibi komponentler propolis içeriğini zenginleştiren diğer etkenlerdir. Uçucu komponentler, propolis içeriğinde az miktarlarda bulunmasına rağmen, biyolojik aktiviteleri ile aromaları propolisi karakterize etmede önem teşkil etmektedir [4].

Propolisin kimyasal içeriğini belirlemek üzere, Türkiye'nin üç farklı coğrafik bölgesinden toplam 12 (Anzer-Rize, Gümüşhane, Bartın-Sinop, Kazan-Ankara, Mamak-Ankara, Kemaliye-Erzincan, Muğla, Mersin, Tahtaköprü-Bursa, Orhangazi-

Bursa, Yalova, Trabzon), Brezilya ülkesinden 4 ve Japonya'dan 1 propolis örneğinin etil alkol ekstraktlarında, GC-MS tekniği kullanılarak bileşen tayini gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda ülkemiz propolislerinin yüksek miktarda aromatik asit ve esterleri ile kafeik asit içerdiği ve Türkiye propolislerinin Brezilya ile Japonya propolislerine göre daha yüksek oranda flavanon içermekte olduğu bildirilmiştir [41].

Farklı coğrafik orijinli propolislerle ilgili yapılan bir başka araştırmada ise, Bursa, Gümüşhane (Söğütağı), Trabzon (Çağlayan) ve Erzurum (Aşkale) yöresinden toplanmış propolis örnekleri üzerinde GC-MS ile bileşen analizi gerçekleştirilmiştir. Gümüşhane ile Trabzon örneklerinde benzer kimyasal kompozisyon saptanarak ana bileşenlerin alifatik asitler ve esterleri, aromatik asitler ile ketonlar olduğu belirlenmiştir. Aynı çalışmada, Erzurum iline ait propolisin farkı ise aromatik asit esterleri ve alkollerden oluştuğu ve içeriğinde daha yüksek miktarda aminoasit bulunduğu saptanmıştır. Bursa yöresine ait propolislerde de aromatik asit ve esterleri, flavanonlar, terpenoidler, ketonlar ve flavonların ana bileşenler olduğu bildirilmiştir [42].

Propolisin antiviral, antibakteriyel, antikaryojenik, antifungal, antiülser, immünomodülatör, antioksidan, antiinflammatuar, antitümöral, anestejik, antikanser, nöroprotektif, radyoprotektif ve antiproliferatif olmak üzere farklı biyolojik aktiviteleri içerdiği yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır [3]. Fenolik asitler ve flavonoidler gibi polifenoller, biyolojik aktiviteden sorumlu temel propolis bileşenleri olarak tanımlanmaktadır [43].

Yapılan çalışmalarda, propolis ve ekstraktının gram pozitif bakterilerine karşı geniş spektrumda etkili olduğu ancak gram negatif basillere karşı kısıtlı etkiye olduğu bildirilmektedir [44]. Propolis aktivitesinin *Escherichia coli* ve *E. coli* O157:H7 suşlarına karşı test edildiği bir araştırmada, %2 ve %5'lik propolis konsantrasyonlarının suşlar üzerinde anlamlı bir antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu saptanmıştır [45]. Başka bir çalışmada ise propolis örneklerinin %10 ve %20'lik konsantrasyonlarının dişlerin kök kanal irrigasyonunda *Escherichia coli*'ye karşı etkili olduğu tespit edilmiştir [46]. Ülkemizin farklı coğrafik bölgelerinden toplanmış 25 adet propolis örneklerinin (Kazan-Ankara, Mamak-Ankara, Osmangazi-Bursa, Tahtaköprü 1-Bursa, Tahtaköprü 2-Bursa, Tahtaköprü 3-Bursa, Tahtaköprü 4-Bursa, Kemaliye-Erzincan, Gümüşhane, Akşehir-Konya, Mersin,

Muğla Merkez, Muğla 1, Muğla 2, Muğla 3, Dalaman- Muğla, Fethiye 1-Muğla, Fethiye 2- Muğla, Fethiye 3-Muğla, Fethiye 4-Muğla, Ordu, Rize Anzer 1, Rize Anzer 2, Yalova) gıda patojenlerine (*Listeria monocytogenes* ATCC 1462 ve *Salmonella enteritidis* ATCC 13076) karşı etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, tüm propolis örneklerinin yüksek antibakteriyel aktivite gösterdiği ve inkübasyon sonrasında herhangi bir canlı bakteri varlığının belirlenmediği tespit edilmiştir [47]. Başka bir çalışmada, propolis ekstraktının *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus*'a (çeşitli suşları) karşı kullanılarak mevcut antibiyotik etkisini arttırdığı saptanmıştır. Sözkonusu artışın propolisin antibakteriyel etkisinin içeriğinde yer alan aromatik asitler ve esterler ile flavonoidlerin varlığından dolayı olduğu bildirilmiştir. Galangin, pinostrobin ve pinosembrenin etken maddeleri, bakterilere karşı en etkin flavonoidler olarak tanımlanırken, kafeik ile ferulik asitin bakterisit etkide rol oynadığı bildirilmiştir [48].

Propolisin diğer arı ürünlerine göre (polen, arı sütü ve bal) antifungal aktivitesinin daha yüksek olduğu ve propolis ile polen flukonazolanın dirençli mantar suşlarını kontrol etmeye yardımcı olduğu bildirilmiştir [49]. Ancak propolisin kimyasal içeriği ve biyolojik aktivitesi, propolisin toplandığı bölgenin florasına ve toplandığı arı ırkına bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir. Yapılan bir çalışmada Artvin, Kayseri ve Adana bölgelerinden ve farklı arı ırklarından (*Apis mellifera caucasica* (CAU), *Apis mellifera anatolica* (ANA) ve *Apis mellifera carnica* (CAR)) toplanan propolislerin, *Candida albicans*, *C. glabrata*, *Trichosporon* ve *Rhodotorula* türleri üzerinde, antifungal aktiviteleri açısından anlamlı farklılıklar gösterdiği, Adana propolisinin diğer bölgelerden toplanan propolis örneklerine göre daha fazla antifungal aktiviteye sahip olduğu bildirilmektedir [50]. Bir başka çalışmada, kavak propolisinin, *Candida glabrata*, *Candida albicans*, *Candida krusei* ile *Trichosporon* spp suşlarının da içerisinde bulunduğu toplam 40 fungusu karşı test edilmiştir. Kavak propolisinin özellikle meyve sularında bozulmaya neden olan *C. glabrata*, *Candida famata*, *C. pelliculosa*, *C. kefyr*, *Pichia ohmeri* ile *C. Parapsilosis*'e karşı fungusit etkisinin olduğu belirlenmiştir [51].

Yapılan araştırmalarda propolis ekstraktının çeşitli bitkiler (salatalık mosaik, tütün benek, tütün kangren gibi), hayvanlar (HSV-1, *varicella zoster* ve *influenza*) ve insanlar (*human immunodeficiency*-HIV) üzerinde antiviral etki gösterdiği bildirilmektedir [52]. Yapılan bir çalışmada propolisin *herpes simplex* virüsüne karşı

antiviral etkiye sahip olduğu ve HSV-1 enfeksiyonunu %50 oranında inhibe ettiği bildirilmiştir [53].

Propolisin antioksidan etkisinin kimyasal yapısındaki flavonoidlerden kaynaklandığını gösteren birçok çalışma rapor edilmiştir. Yapılan bir çalışmada Erzurum propolisinin liyofilize edilmiş sıvı ekstraktının antioksidan aktivitesi ve polifenolik bileşikleri incelenmiş, toplam flavonoid içeriğiyle antioksidan aktivitenin arasında pozitif korelasyon saptanmıştır [54]. Bir başka çalışmada propolisin lipit peroksidasyonu düzeyini azalttığı ayrıca serbest radikal oluşumunu da düşürdüğü belirtilmiştir [55]. Bir başka çalışmada ise benzer şekilde Avustralya propolisinin lipit peroksidasyonu (MDA) oranını önemli bir şekilde azalttığı saptanmıştır [56].

Birçok araştırıcı propolisin *in vitro* ve *in vivo* ortamda antitümör etkisini bildirmiştir. Propolis etil alkol ekstraktlarının kanser hücrelerini dönüşüme ğratarak gelişmelerini önlediği belirlenmiş ve mevcut etkinin propolisin yapısında bulunan kuersetin, kafeik asit ile klerodan diterpenoidlerden kaynaklandığını saptanmıştır [57-59]. Ayrıca kafeik asit ve esterlerinin anjiyogenez ile metastazı önlediği bildirilmiştir [60]. Propolisin içeriğindeki artepillin C komponentinin antikanserojenik etkisi olduğu ve öncelikle gırtlak, mide ve kolon kanseri üzerindeki olumlu sonuçları olduğu bildirilmiştir [61]. Propolisin kanser üzerindeki etkisinin öncelikle bağışıklık sistemi üzerindeki güçlendirici ve düzenleyici etkiden kaynaklandığını bildirilmektedir [62]. Propolisin antitümör aktivitesinin, apoptoz, hücre döngüsü tutukluğu ve metabolik yollara müdahale sonucunda gerçekleştiği belirlenmiştir [63]. Yapılan çalışmalarda propolis içerikli lokal terapinin, altı haftalık bir süreç içerisinde kadınlarda sık görülen rahim kanserine sebep olabilen insan *papilloma virüs* (HPV) enfeksiyonunu yok ettiği bildirilmiştir [51]. Kanser tedavisinde uygulanan radyoterapi esnasında hastanın propolis kullanması önerilmekte ve bu durumda hasta vücudundaki radyasyonun azaldığını bildirilmektedir. Propolis, adeta koruyucu bariyer oluşturup sağlıklı hücrelere radyoaktif ışının etkisini engelleyerek, yalnızca kanserli, dejenere hücrelere ışınların etki etmesini sağlar. Ayrıca propolis hastaların vücut fonksiyonunu destekleyerek vücut direncinin artmasını sağlamaktadır [64-66]. *In vivo* alışmalarda ise çeşitli propolis ekstraktlarının yanısıra propolisin içeriğindeki birtakım komponentlerin (kuersetin, kafeik asit fenetil ester, kafeik asit) de antitümör etkisi olduğu bildirilmektedir. Fare meme kanser hücreleri [MCa (1x 10⁵ hücre/mL)] enjekte edilen farelere 50 ve 150 mg/kg dozda enjeksiyonla suda çözünebilir

propolis ekstraktı, kafeik asit ile CAPE'nin uygulandığı bir çalışmada, tümör oluşumunda ve gelişmesinde yavaşlama, farelerdeki yaşam süreçlerinde artma gözlemlendiği bildirilmiştir [67]. Diğer bir çalışmada ise fare kanseri hücresi (4×10^6 hücre/mL) enjekte edilmiş farelere, enjeksiyondan 24 saat sonra gavaj yoluyla 320 mg/kg ile 960 mg/kg dozda suda çözünebilir propolis ekstraktı 10 gün boyunca günde 5 defa olacak şekilde uygulanmıştır. Çalışma sonucunda propolis uygulamasıyla tümör gelişiminde yavaşlama ve tümör hacminin propolis uygulanmış grupta kontrol grubuna kıyasla daha az olduğu saptanmıştır [68]. Farklı bir çalışmada ise antikanser ilacı olan *Irinotecan* (IRI) ile propolis ekstraktının sinerjistik etkisi incelenmiştir. Çalışmada Swiss ırkı erkek albino fare kullanılarak Ehrlich tümör hücresi 1×10^6 hücre/fare miktarında kas içerisine enjekte edilmiştir. Ardından ardışık 3 gün boyunca propolis ekstraktı (100 mg/kg) ile antikanser ilacı olan IRI (50 mg/kg) farelere enjekte edilmiştir. Çalışma sonucunda propolis uygulamasının IRI'nin etkinliğini artırdığı ve tümör gelişimini yavaşlattığı belirlenmiştir [69]. Çizelge 2.2'de propolis ve içeriğinde bulunan etken maddelerinin *in vitro* olarak incelenen antitümör etkileri gösterilmiştir.

Çizelge 2.2. Propolis ve içeriğinde bulunan etken maddelerinin *in vitro* olarak incelenen antitümör etkileri [70]

Etken Madde	Konsantrasyon (µg/mL)	Etki
Propolis ekstraktı	32.6	Fare melanom hücrelerinde (B16F10) %50 oranında inhibisyon
Propolis ekstraktı	10	İnsan pankreas kanser hücrelerinde (PANC-1) %100 oranında ölüm
Propolis ekstraktı	28.87	İnsan promiyelositik lösemi hücrelerinde (HL-60) %50 oranında inhibisyon
	40	İnsan kolon kanser hücrelerinde (HTC-8) %50 oranında inhibisyon
	22.19	İnsan meme kanseri hücrelerinde (MDA/MB-435) %50 oranında inhibisyon
CAPE	5	İnsan meme kanseri hücrelerinde (MCF-7) %50 oranında inhibisyon
	10	İnsan cilt melanom hücrelerinde (SK-MEL-28) %100 oranında inhibisyon
8 farklı propolis ekstraktı	2-20	İnsan melanom hücrelerinde %50 oranında inhibisyon

Propolis ekstraktı	10	Fare melanom hücrelerinin (B16F10) %18.4'ünde apaoptoz
	50	Fare melanom hücrelerinin (B16F10) %34.5'inde apaoptoz

Propolisin zengin kimyasal yapısından dolayı sağlık açısından pek çok olumlu etkilere sahip olması, gıda endüstrisinde gıda katkı maddesi ve fonksiyonel gıda bileşeni olarak kullanımını artırmıştır. Günümüzde propolis içeren şampuan, diş macunu ve kozmetik ürünler gibi pek çok üründe yer alsa da gıda ürünlerinde kullanımını kısıtlıdır. Çünkü, yapısında yer alan uçucu fenolik asit fraksiyonu, alkolde çözünür olması, arzu edilmeyen baskın tat-aroma karakteristiği ve gıdanın duyuşal özelliklerini değiştiren keskin kokusu [7-9] gıdalarda kullanımını sınırlı hale getirmektedir. Reçinensi yapısından dolayı propolisin direkt kullanım imkanı olmadığından su, metanol, etanol gibi çözücülerde ekstrakte edilir ve genellikle elde edilen ekstrakt kullanılır [3].

Et ürünlerinin muhafazasıyla ilgili yapılan bir çalışmada, sığır etiyle yapılan hamburger köftesinin etanolik propolis ekstraktıyla muamele edilerek 3 ay -18°C'de dondurulup muhafaza edilmesinde mikrobiyolojik ve fizikokimyasal değişikliklerin belirlendiği ve sonuç olarak propolisin et kalitesi üzerinde olumsuz bir etki oluşturmadan raf ömrünü artırdığı saptanmıştır [71]. Yapılan diğer bir çalışmada ise, propolisin sulu ekstraktının şabut (*Barbus grypus*) filetosunun muhafazası üzerindeki etkisi incelenmiş ve % 0.1, 0.3 ve 0.5 konsantrasyonunda propolis ekstraktlarıyla muamele edilmiş şabut filetoları 24 gün boyunca 2 °C'de muhafaza edilmiştir. Çalışma sonucunda % 0.1 konsantrasyonunda propolis ekstraktının raf ömrünü yaklaşık 6 gün uzatırken, % 0.5 konsantrasyonundaki propolis ekstraktının 12 güne kadar muhafaza süresini uzattığı bildirilmiştir [72]. Mısır'da yapılmış olan araştırmada yöresel sucuk tipinde propolis katkısının raf ömrüne etkisi incelenerek % 0.6 propolis ekstraktı katılan örnekler ile kontrol grubu 5 °C'de buzdolabında muhafaza edilmiş ve bozulmanın başlangıç süresi gözlemlenmiştir. Kontrol grubu örneklerinde bozulma 12. günde başlarken propolis katkılı sucuk örneklerinde bozulma başlangıcı 21. güne kadar uzadığı saptanmıştır [73]. İtalya'da yapılan bir çalışmada ise farklı konsantrasyonlarda propolisin İtalyan tipi salamda renk, pH, su aktivitesi, ağırlık kaybı, mikrobiyal bozulma, lipid oksidasyonu ve duyuşal özellikler

gibi faktörler üzerinde etkisi gözlemlenmiştir. Propolis; örneklerin renk, pH, ağırlık kaybı ve su aktivitesine olumsuz bir etki göstermediği, ayrıca depolama süresince oksidasyonu önlediği, ancak duyuusal testlerde daha düşük sonuçlar elde edildiği belirtilmiştir [74]. Benzer bir çalışma Brezilya’da yapılarak İtalyan tipi salama katılan yapay antioksidan olan bütül hidroksi tolüen (BHT) ile propolisin antioksidatif etkileri karşılaştırılmıştır. Propolis katılan örneklerde fermantasyon süresi boyunca daha düşük düzeyde oksidasyon gözlemlendiği belirtilmiştir [75]. Yapılan çalışmalarla, propolisin etkili antioksidan ile antibakteriyel özellikleri sebebiyle et ve et ürünlerindeki üretim ve muhafazada doğal bir koruyucu niteliğinde kullanılabilceği ortaya konulmuştur [3].

Meyve sularının propolisle muamelesine yönelik bir çalışmada portakal suyunda kullanılan sodyum benzoat, potasyum sorbat gibi kimyasal koruyucu maddeler ile propolisin koruyucu etkisi kıyaslanmıştır. Yaklaşık olarak aynı miktarlarda propolis, sodyum benzoat ve potasyum sorbat portakal suyu örneklerine ilave edilmiş ve propolis katkılı örneklerde bakteri gelişiminin önemli ölçüde önlendiği saptanmıştır [76]. Propolisin antifungal aktivitesinin araştırıldığı benzer bir çalışmada, 4 farklı meyve suyuna (elma, portakal beyaz üzüm ve mandalina suyu) yapılan propolis ve sodyum benzoat ilavesinin farklı küf türleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Tüm küf türlerinde ve meyve suyu örneklerinde propolisin sodyum benzoata göre çok yüksek antifungal etki gösterdiği bildirilmiştir [77].

İnsan tüketimine uygun gıdaların yanı sıra hayvan yem formulasyonlarında da propolis katkısına yönelik çalışmalar mevcuttur. Tavuk ve ördeklerde yapılan çalışmalarda propolis katkılı yemlerin büyümeyi hızlandırarak vücut ağırlığını olumlu etkilediği ve yem verimliliğini arttırdığı saptanmıştır [78-79].

Zengin biyoaktif bileşenleri sayesinde antioksidan ve antimikrobiyal açıdan faydalar sağlayan propolis, proses koşullarına hassasiyeti, yoğun tat ve kokusu nedeniyle gıda alanında sınırlı düzeyde kullanılmaktadır [7-9]. Enkapsülasyon tekniği ile yapı içerisinde bulunan biyoaktif bileşenler korunmakta, ayrıca arzu edilmeyen yoğun tat ve koku maskelenerek [10] yiyeceklere uygulanmasını kolaylaştırmaktadır. Bu amaçla son yıllarda propolisin kapsüllenecek gıda teknolojilerine dahil edilmesine yönelik çalışmalar artış göstermektedir.

Bu amaçla yapılan bir çalışmada farklı konsantrasyonlarda propolis ekstraktları çekirdek materyali olarak, bezelye proteini ise kabuk materyali olarak kullanılmış ve sprej kurutma tekniği ile propolis mikrokapsülleri elde edilmiştir. Elde edilen kapsüllerin antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerinin araştırıldığı bu çalışmada, %5 propolis ekstraktı ve %2 bezelye proteininin en yüksek kapsülasyon verimliliğine sahip olduğu, elde edilen kapsüllerin serbest haldeki propolis ekstraktına göre daha düşük antioksidan aktivite gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca %2 bezelye proteini ile %2.5 ve %5 propolis ekstraktı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin bakteriyostatik etkiye sahip oldukları, *Staphylococcus aureus* ve *Listeria monocytogenes* üzerinde baktisidal etki gösterdikleri belirlenmiştir [80].

Propolisin kapsülasyonuna yönelik bir başka çalışma, Keskin ve ark. (2018) tarafından gerçekleştirilmiştir. Çalışmada etanolik propolis ekstraktı alginat biyopolimeri ile iyonik jelyasyon tekniği kullanılarak enkapsüle edilmiş, ardından kapsüllerin biyoyararlılığı *in vitro* olarak yapay sindirim sistemi (mide, ince bağırsak) koşullarında ham propolis ve propolisli kapsüllerin salınım özelliklerinin karşılaştırılması ile incelenmiştir [81].

Mascheroni ve ark. (2014), ısıt işlemlerden, yüksek kayma oranlarından ve toksik çözücülerin kullanımından kaçınıldığı, doğal polifenollerin kapsüllemesine izin veren mono-gözenekli bir filtre cihazı kullanarak, kitosan içeren propolis kapsülleri hazırlamışlardır. Antimikrobiyal aktivitenin değerlendirildiği bu çalışmada elde edilen kapsüllerin, *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas fluorescens*, *Yarrowia lipolytica* *Listeria innocua*, ve üç küf suşuna karşı etkili oldukları, en yüksek aktiviteyi de *Staphylococcus aureus*'a karşı gösterdikleri tespit edilmiştir. *S. aureus* sıvı kültürlerinden elde edilen sonuçlar; mevcut mikrobiyal aktivitenin kapsüllerden difüze olan flavanoidlerden kaynaklandığını göstermiştir. Elde edilen kitosan-propolis kapsülleri gıda uygulamalarında patojenik / bozulma bakterilerin üremesini önlemek için kullanılabilir bir doğal antimikrobiyal sistem olarak önerilmektedir [82].

Spinelli ve ark. (2015) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, propolis ekstraktları gum arabik kaplama materyali ve sprej kurutma tekniği yardımıyla enkapsüle edilmiştir. %5 oranında propolis ekstraktı içeren kapsüller balık burgerlere ilave edilerek hem propolisin keskin tat ve aroması maskelenmiş hem de raf ömründe

artış sağlanmıştır. Elde edilen kapsüllerin fenolik bileşen değerleri serbest propolise göre 3 kat, antioksidan aktiviteleri ise 4 kat artış göstermiştir [83].

Nori ve ark. (2011) propolis ekstraktlarını izole soya proteini ve pektini kaplama materyali olarak kullandıkları ve kompleks koaservasyon tekniği uygulayarak elde ettikleri kapsülde antioksidan ve antimikrobiyal aktivite değişimlerini incelemiştir. Kapsül örnekleri pH 4 koşullarında % 2.5 ve % 5 konsantrasyonlarda olacak şekilde elde edilerek, liyofilizasyon yöntemi ile kurutulmuş, antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerin yanısıra hidroskopisite, enkapsülasyon etkinliği, morfolojisi ve termal davranışları analiz edilmiştir. Bu yöntemle toz formda, oldukça stabil, antioksidan özelliği bulunan, *Staphylococcus aureus*'a karşı etkili, gıdalarda kontrollü salınım olanağı sağlayan kapsüller elde edilmiştir [84].

Jansen-Alves ve ark. (2018) propolisi, pirinç, bezelye, soya fasulyesi ve ovalbümin proteinlerini kullanarak ve sprey kurutma tekniği yardımıyla kapsüllemiştir. Elde edilen mikrokapsüllerin fenolik salınım profilini değerlendirmenin yanısıra, karakteristik bileşen ve depolamaya uygun fiziksel özelliklere sahip kapsülleme etkinliği ile antioksidan aktivitelerini değerlendirmişlerdir. Çalışma sonunda kapsülleme verimliliği %70'ten daha büyük olarak saptanmış ve kapsüle propolisin antioksidan aktivitesini koruduğu tespit edilmiştir [85].

Dos Reis ve ark. (2017) mikrokapsüle propolis örneklerini depolama esnasında dondurulmuş burger etlerinde meydana gelen oksidatif stabilite ve duyusal değişimleri tespit etmek amacıyla kullanmışlardır. Burger etlerindeki oksidatif stabilite malondialdehit miktarındaki değişim yoluyla tespit edilmiştir. 28 günlük depolama süresi içerisinde 14. günden itibaren kapsül içeren burgerlerde lipid oksidasyonun sona erdiği rapor edilmiştir. Ayrıca kapsül içeren burgerlerdeki renk, görünüş, tekstür ideal koşullara yakın bulunurken, koku ve aroma açısından zayıf bir değerlendirme tespit edilmiştir [86].

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmada kullanılmış olan Malatya yöresine ait propolis, bal üreticilerinden temin edilerek laboratuvara getirilmiştir. Propolis kullanılıncaya kadar +4 °C’de muhafaza edilmiştir. Ham propolise ait görüntü Şekil 3.1’de mevcuttur.



Şekil 3.1. Ham propolis

3.2. Kullanılan Kimyasallar

Kullanılan kimyasallardan etanol, metanol, sodyum aljinat, kalsiyum klorid dihidrat, sodyum karbonat, Tween 80 (Polioksietilen (20) sorbitan monooleat), 2,2-difenil-1-pikril-hydrazil (DPPH), 2,2-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt (ABTS), (\pm)-6-hidroksi-2,5,7,8-tetrametilkrom-2-karboksilik asit (Trolox), Folin-Ciocalteu reaktifi ve gallik asit Sigma Aldrich firmasından temin edilmiştir.

3.3. Kullanılan Alet Ekipman ve Cihazlar

DAIHAN SMSH-6 çoklu ısıtıcılı manyetik karıştırıcı, WiseTis marka homojenizatör, Heidolph marka rotary evaporator, Heidolph marka homojenizatör, Soniprep 150 sonikatör, SHIMADZU marka UV-Spektrofotometre, Thermo SCIENTIFIC SL 16R soğutmalı santrifüj cihazı, Şimşek Labortechnik DF 150 fırın, mutfak tipi mikser, enjektör, otomatik pipet seti ve hassas terazi çalışmada kullanılan ekipman ve cihazlardır.

3.4. Yöntem

3.4.1. Propolis ekstraktının elde edilmesi

Çalışmada kullanılacak olan propolis örneği +4 °C’de muhafaza edilmiştir. 10 gram tartılarak alınan propolis örneği (küçük parçalara ayrılmış halde) 100 mL hacimde etanol ilavesiyle oda sıcaklığında manyetik karıştırıcıda (DAIHAN SMSH-6) 48 saat karıştırılmıştır. Elde edilen çözelti Whatman No:1 filtre kâğıdından süzölmüştür. Süzöntünün çözücü kısmı vakum altında evaporatörde (Heidolph) uzaklaştırılmış (Şekil 3.2) ve elde edilen propolis ekstraktı (P_E) enkapsülasyon işlemleri için +4 °C’de muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.2. Evaporatörde süzöntünün çözücü kısmının uzaklaştırılması

3.4.2. Propolis ekstraktının enkapsülasyonu

Enkapsülasyon işleminde öncelikli olarak propolisin ideal kapsülasyonunu belirlemek için, % kalsiyum klorür (CaCl₂) miktarı ve % propolis ekstrakt (P_E) miktarlarını saptamaya yönelik optimizasyonlar gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda ilk olarak CaCl₂ miktarını belirlemek üzere, (%2 w/v) aljinat kabuk stok solüsyonuna, %2.5 propolis ekstraktı ve %1 Tween 80 ilave edilerek 10 mL hacimde kabuk-merkez materyal stok solüsyonu elde edilmiş ve bu çözelti hazırlanan %1, %2 ve %3 w/v’lük CaCl₂ çözeltileri içine, iyonik jelasyon yöntemiyle, damla damla ilave edilerek her bir oran için enkapsülasyon işlemleri tamamlanmıştır. Ardından

süpernatant haline getirilen propolis ekstraktı içeren kapsül (PEK) örnekleri ve aynı orandaki propolis ekstraktları ayrı ayrı DPPH testine tabi tutulmuştur. Sonuçlar, kapsül içindeki propolis ekstraktının farklı oranlardaki % CaCl₂ enkapsülasyon verimlilik yüzdesi olarak değerlendirilmiştir.

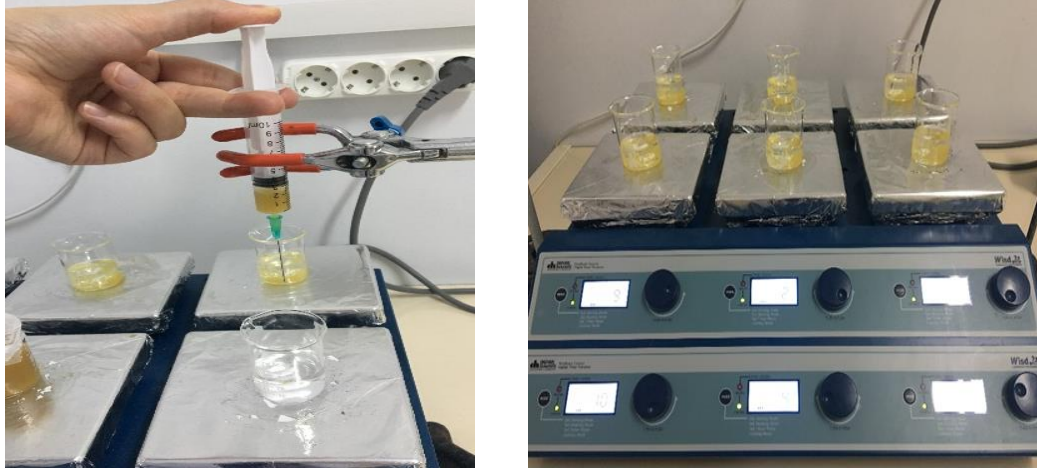
İkinci optimizasyon işlemi, enkapsülasyon işleminde kullanılacak propolis ekstrakt miktarını belirlemek üzere gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla %0.5, %1 ve %2.5 olacak şekilde propolis ekstraktı kullanılarak enkapsülasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Aljinat (%2 w/v) kabuk stok solüsyonuna, % 0.5, % 1 ve %2.5 oranlarında propolis ekstraktları ve %1 Tween 80 ilave edilerek 10 mL hacimde kabuk-merkez materyal stok solüsyonları elde edilmiş ve bu çözeltiler birinci aşamada optimizasyonu gerçekleştirilerek karar verilen %2 w/v'lik CaCl₂ çözeltileri içine, iyonik jelasyon yöntemiyle, damla damla ilave edilerek her bir propolis ekstrakt oranı için enkapsülasyon işlemleri tamamlanmıştır.

Tüm optimizasyon işlemleri sonucunda ideal kapsülasyon için gerekli % CaCl₂ (%2) ve % propolis ekstrakt (%2.5) oranlarına göre enkapsülasyon işlemi tamamlanmıştır. Elde edilen propolis ekstraktı içeren kapsül örnekleri ve aynı orandaki propolis ekstraktları ayrı ayrı DPPH testine tabi tutulmuştur.

Buna göre;

100 mL'lik kapaklı cam şişede %2 w/v'lik aljinat solüsyonu, manyetik karıştırıcıda başlangıçta 40 °C' de 700 rpm' de 3 saat, daha sonra 500 rpm'de 1 gece boyunca olmak üzere, aljinat tamamen çözününceye kadar, karıştırılmıştır. Çözünme işlemi gerçekleştikten sonra %2'lik aljinat solüsyonu +4 °C'de muhafaza edilmiştir.

50 mL'lik cam beherde aljinat (%2 w/v) içeren kabuk stok solüsyonuna % 2.5 propolis ekstraktı, %1 Tween 80 eklenerek 10 mL hacimde kabuk-merkez materyal stok solüsyonu elde edilmiş ve manyetik karıştırıcıda 1500 rpm'de oda sıcaklığında 1 gece karıştırılmıştır. 10mL'lik enjektörlere (0.80*38ml, 21 G), elde edilen kabuk-merkez materyal stok solüsyonundan 2.5 g tartılarak %2 w/v'lik CaCl₂ çözeltisine manyetik karıştırıcı üzerinde 120 rpm'de, iyonik jelasyon yöntemiyle, damla damla ilave edilerek enkapsülasyon tamamlanmıştır. Damlama bittikten sonra propolis ekstraktı içeren kapsül örnekleri manyetik karıştırıcıda 30 dk 100 rpm'de karıştırılmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Enkapsülasyon işlemi - CaCl₂ çözeltisinde kapsüller

Süre sonunda propolis ekstraktı içeren kapsül örnekleri filtre kâğıdı yardımı ile süzölmüş ve saf su (2.5 ml) ile yıkanmıştır. P_{EK} örnekleri suyun uzaklaşması amacıyla oda sıcaklığında bekletilmiştir. Suyu uzaklaşan P_{EK} örneklerinin tartımı alınarak +4 °C’de muhafaza edilmiştir.

3.4.3. Enkapsülasyon etkinliğinin belirlenmesi

Propolis ekstraktı içeren kapsül örneklerinin etkinliği, antioksidan kapasite tespit yöntemlerinden DPPH test yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Propolis ekstraktı (%2.5) içeren kapsül örnekleri (0,1 gr), ethanol (1mL) içerisinde homojenizatör (Heidolph) yardımıyla homojenize edilmiştir. Homojenize edilen P_{EK} örnekleri sonikatör cihazı (Soniprep 150) ile 5 dakika boyunca buz altında sonike edilmiştir. Ardından 10.000 rpm’de 10 dakika santrifürij edilerek süpernatantlar ayrılmıştır.

Aynı işlemler enkapsüle edilmeyen propolis ekstraktlarına uygulanmıştır. Elde edilen propolis ekstraktı içeren kapsül ve propolis ekstrakt süpernatantları ayrı ayrı DPPH testlerine tabi tutulmuştur.

DPPH çözeltisinin hazırlanması: Yaklaşık 7-10 mg DPPH tartılarak, üzerine 150 mL metanol ilave edilip 700 rpm’de 10 dakika karıştırılmıştır. Elde edilen DPPH çözeltisinin absorbans değeri UV-VIS spektrofotometrede 517 nm’de $0,700 \pm 0,005$ olacak şekilde ayarlanmış, ayarlama işleminde metanol kullanılmıştır.

Elde edilen süpernatantlardan her biri (belirli miktarlarda) üzerine 1mL DPPH çözeltisi eklenmiş ve oda sıcaklığında karanlık ortamda 30 dakika boyunca

inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda UV-VIS spektrofotometrede 517 nm dalga boyunda metanole karşı absorbans değerleri belirlenmiştir. Absorbans değeri üzerinden örneklerin % süpürme kapasitesi aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ süpürme kapasite} = 1 - [A_{\text{ö}} \div A_{\text{K}}] \times 100$$

A_{ö.30}: Örneğin 30. dakikadaki Absorbansı

A_{K.30}: Kontrolün 30. dakikadaki Absorbansı

Elde edilen sonuçlara göre antioksidan aktivite değeri; mg TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity-Trolox Eşdeğeri Antioksidan Kapasitesi) / g propolis olarak belirlenmiştir. Ayrıca bu değerlere göre % enkapsülasyon etkinliği de tespit edilmiştir. % enkapsülasyon etkinliği değeri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Enkapsülasyon Etkinliği} = \frac{\text{PEK antioksidan aktivitesi}}{\text{PE antioksidan aktivitesi}} \times 100$$

3.4.4. SEM ile kapsüllerin morfolojisinin belirlenmesi

Elde edilen propolis ekstraktı içeren kapsül örneklerinin yüzey morfolojilerindeki değişiklik Scanning Electron Microscopy (SEM) ile belirlenmiştir.

3.4.5. Kapsüllerde zaman/depolama etkisinin incelenmesi

Çevresel koşulların etkisini belirlemek için 0.1 g propolis ekstraktı içeren kapsül (P_{EK}) ve aynı miktardaki propolis ekstraktı (P_E); 4 °C ve 25 °C (oda sıcaklığında) sıcaklık koşullarında, toplam 4 hafta muhafaza edilmiştir. Her haftanın sonunda (1., 2., 3., ve 4. hafta), her bir örnek 1 mL etanol içerisinde homojenize edilmiş (Şekil 3.4) ve ardından sonifikatör cihazı ile 5 dakika sonike edilmiştir. Sonikasyon işleminden sonra örnekler 10000 rpm'de 10 dakika santrifüj edilerek süpernatantlar ayrılmış ve antioksidan aktivite ile toplam fenolik madde miktarı analizlerine tabi tutulmak üzere + 4 °C'de muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.4. Kapsül homojenizasyon işlemi

3.4.5.1. DPPH testi

Antioksidan aktivitenin belirlenmesinde, propolis ekstraktlarının ve aynı miktardaki propolis ekstraktı içeren kapsül örneklerinin DPPH serbest radikalleri süpürme gücünden faydalanılmıştır.

Antioksidan aktivitesi belirlenecek olan örnek solüsyonlarından belirli miktarlarda kullanılarak, üzerine 1mL DPPH çözeltisi eklenmiş ve oda sıcaklığında karanlık ortamda 30 dakika inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda UV-VIS spektrofotometrede 517 nm dalga boyunda metanole karşı absorbans değeri belirlenmiştir. Standart olarak trolox kullanılmış olup, tespit edilen absorbans değeri üzerinden örneklerin % süpürme kapasiteleri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ süpürme kapasite} = 1 - [A_{\text{ö}} \div A_{\text{K}}] \times 100$$

$A_{\text{ö},30}$: Örneğin 30. dakikadaki Absorbansı

$A_{\text{K},30}$: Kontrolün 30. dakikadaki Absorbansı

Sonuçlar mg TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity-Trolox Eşdeğeri Antioksidan Kapasitesi) / g propolis olarak ifade edilmiştir.

3.4.5.2. ABTS testi

Antioksidan aktivitenin belirlenmesinde propolis ekstraktlarının ve aynı miktardaki propolis ekstraktı içeren kapsül örneklerinin ABTS serbest radikalleri süpürme gücünden faydalanılmıştır.

ABTS çözeltisinin hazırlanması: 0,0693 g potasyum peroksisülfat ($K_2O_8S_2$) tartılarak 100 mL saf suda çözülüp stok çözelti hazırlanmıştır. 0,0388 g ABTS koyu renkli cam şişeye tartılmıştır. Üzerine hazırlanmış olan stok $K_2O_8S_2$ çözeltisinden 10 mL eklenip reaksiyonun gerçekleşmesi amacıyla karanlık bir yerde 12-16 saat bekletilmiştir. Elde edilen ABTS çözeltisinin absorbans değeri UV-VIS spektrofotometrede 734 nm'de $0,700 \pm 0,005$ olacak şekilde ayarlanmıştır.

Antioksidan aktivitesi belirlenecek olan örnek solüsyonlarından belirli miktarlarda kullanılarak üzerine 1mL ABTS çözeltisi eklenmiş ve oda sıcaklığında karanlık ortamda 30 dakika inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda UV-VIS spektrofotometrede 734 nm dalga boyunda absorbans değeri belirlenmiştir. Standart olarak trolox kullanılmış olup, absorbans değeri üzerinden örneklerin % süpürme kapasitesi aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ süpürme kapasite} = 1 - [A_{\text{ö}} \div A_{\text{K}}] \times 100$$

$A_{\text{ö},30}$: Örneğin 30. dakikadaki Absorbansı

$A_{\text{K},30}$: Kontrolün 30. dakikadaki Absorbansı

Sonuçlar mg TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity-Trolox Eşdeğeri Antioksidan Kapasitesi) / g propolis olarak ifade edilmiştir.

3.4.5.3. Toplam fenolik madde miktarı testi

Propolis ekstraktlarının ve aynı miktardaki propolis ekstraktı içeren kapsül örneklerinin toplam fenolik madde miktarı tayini Folin-Ciocalteu reaktifi ile yapılmıştır.

Toplam fenolik madde miktarı belirlenecek olan örnek solüsyonlarından belirli miktarlarda kullanılarak üzerine 250 μ L folin reaktifi eklenmiştir. 5 dakika inkübasyon süresinden sonra %2'lik 800 μ L sodyum karbonat (Na_2CO_3) ilave edilmiş ve elde edilen karışım vorteksenerek oda sıcaklığında 90 dakika inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda UV-VIS spektrofotometrede 755 nm dalga

boyunda absorbands değeri belirlenmiştir. Toplam fenolik madde miktarını belirlemede standart olarak gallik asit kullanılmıştır. Sonuçlar mg GAE (Gallik Asit Eşdeğeri) / g propolis olarak ifade edilmiştir.

3.4.6. Muffin formülasyonu ve üretimi

Muffin üretimi formülasyonu, Grigelmo-Miguel ve ark. (1999) tarafından geliştirilen yöntemde bazı modifikasyonlar yapılarak gerçekleştirilmiştir [87].

Çalışmada, propolis ekstrakt kapsülü içeren muffin (P_{EKM}), propolis ekstraktı içeren muffin (P_{EM}) ve kontrol grubu muffin (K_M) örnekleri olmak üzere üç çeşit muffin grubu formülasyonu elde edilmiştir. Çizelge 3.1’de muffin üretiminde kullanılan başlıca bileşen oranları verilmiştir. Buna göre her bir muffin örneği için %31.5 buğday unu, %24.6 yumurta, %21 şeker, %14.8 ayçiçek yağı, %6.3 süt ve %1.8 kabartma tozu kullanılarak muffin üretimleri gerçekleştirilmiştir.

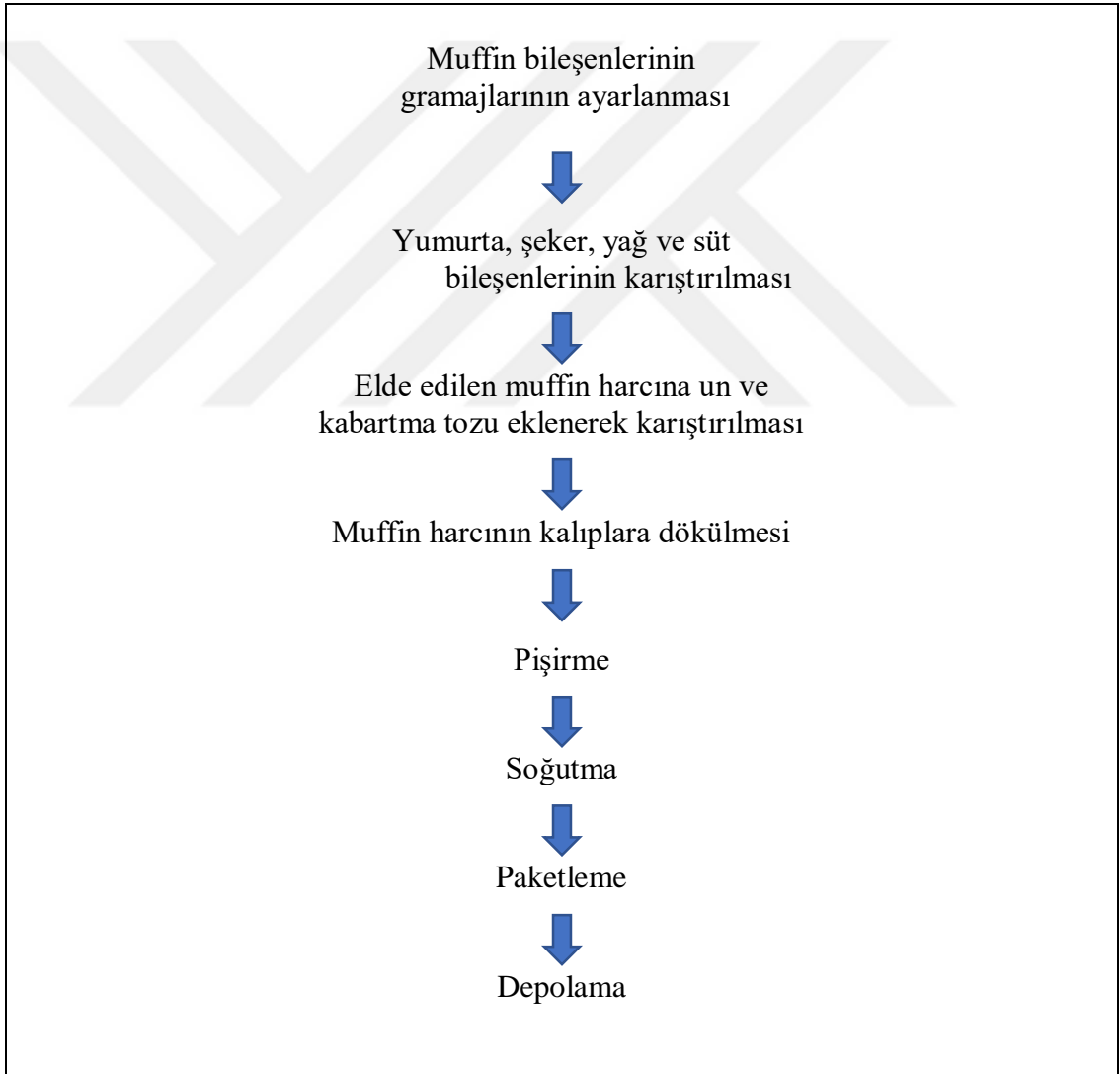
Çizelge 3.1. Muffin üretiminde kullanılan bileşen oranları

Bileşenler	%
Buğday unu	31,5
Yumurta	24,6
Şeker	21
Ayçiçek yağı	14,8
Süt	6,3
Kabartma tozu	1,8

Muffin bileşenlerinden yumurta, şeker, yağ ve süt formülasyonda belirtilen gramajlara göre tartılarak mutfak tipi mikserde, krema kıvamına gelene kadar, yüksek hızda 30 saniye süre ile karıştırılmıştır. Süre sonunda formülasyonda belirtilen gramajlara göre un ve kabartma tozu tartılarak, ilave edilmiş ve 30 saniye boyunca mikserde yüksek hızda karıştırılmıştır. Elde edilen karışım, muffin kalıplarına dökülerek 220 °C fırın sıcaklığında 20 dakika süreyle pişirilmiştir. Pişirilen muffinlerin görüntüsü Şekil 3.5’de verilmiştir. Üretilen muffinler soğuduktan sonra kilitli poşetlerde paketlenerek oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir. Tanımlanan formülasyonla hazırlanan muffin örneklerine uygulanan proses Şekil 3.6’da verilen muffin üretim akış şemasında gösterilmektedir.



Şekil 3.5. Muffinlerin fırında pişmesi



Şekil 3.6. Muffin üretim akış şeması

Bu muffin üretim formülasyonu, propolis ekstraktı içeren muffin ve propolis ekstrakt kapsülü içeren muffin örneklerinin elde edilmesinde de kullanılmıştır.

Propolis ekstrakt kapsülü içeren muffin üretiminde, formülasyonda kullanılan unun %2, %4, %6 ve %8'i kadar miktarlarda propolis ekstraktı içeren kapsül örnekleri tartılarak muffin karışımına eklenmiş ve farklı oranlarda propolis ekstrakt kapsülü içeren muffin üretimleri gerçekleştirilmiştir. Ardından farklı oranlarda propolis ekstrakt kapsülü içeren muffin örneklerinde panelistler tarafından duyu analizi gerçekleştirilmiş ve en fazla beğeni alan propolis ekstraktı içeren kapsül oranı belirlenmiştir. Çalışmaya en fazla beğeni alan oranda propolis ekstrakt kapsülü içeren muffin formülasyonu ile devam edilmiştir.

Ayrıca propolis ekstraktı içeren muffin üretimi için; propolis ekstrakt kapsülü içeren muffin içerisindeki propolis ekstrakt miktarına denk gelecek miktar belirlenerek muffin formülasyonuna ilave edilmiş ve üretim gerçekleştirilmiştir.

3.4.7. Duyusal analiz

Muffin örneklerinde duyu analizi 10 panelist ile yapılmıştır. Panel üyeleri İnönü Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümünde akademik personel ve bölümde eğitim gören yüksek lisans öğrencilerinden seçilmiştir.

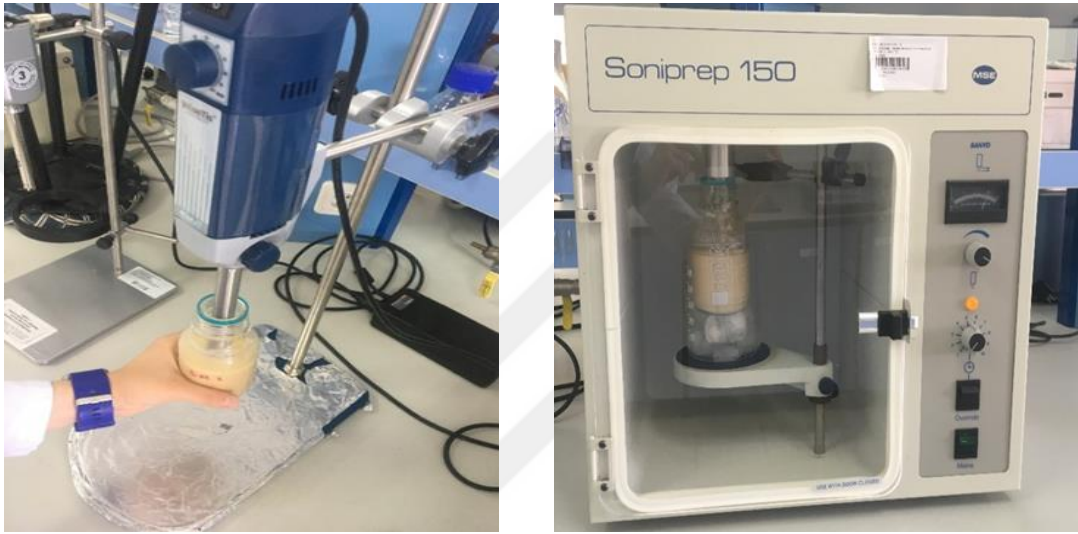
Kontrol, %2, %4, %6 ve %8 propolis ekstrakt kapsülü içeren muffin örneklerine rastgele kod numaraları verilmiştir. Beş adet farklı örnek, panelistlere aynı anda servis edilmiş ve muffin örnekleri arasındaki ağız tadını temizlemek için tuzsuz kraker ve su verilmiştir.

Duyusal analize katılan panelistler 1-9 skalası kullanarak, muffin örneklerine ait tat-aroma, yapı ve tekstür, koku, lezzet, acı-buruk tat, ağızda bıraktığı his, genel beğeni gibi karakteristik özelliklerini değerlendirmişlerdir. Değerlendirmede her bir özellik için 1 puan en düşük değeri gösterirken, 9 puan en yüksek değeri temsil etmektedir [88].

3.4.8. Muffinlerde zaman/depolama etkisinin incelenmesi

Propolis ekstrakt kapsülü içeren muffin, propolis ekstraktı içeren muffin ve kontrol grubu muffin örnekleri olmak üzere toplam üç çeşit muffin grubu, oda

sıcaklığında 4 hafta muhafaza edilmiştir. Her haftanın sonunda (1., 2., 3. ve 4. hafta) muffinler elle parçalanarak etanol içerisinde homojenizatör (WiseTis) yardımıyla 1.5 dakika homojenize edilmiş ve sonifikatör cihazı ile buz altında 10 dakika sonikasyon işlemine tabi tutulmuştur (Şekil 3.7). Örnekler filtre kağıdından süzülüp 5000 rpm’de 10 dakika santrifüj edilerek süpernatantlar ayrılmış ve antioksidan aktivite ile toplam fenolik madde miktarı analizlerine tabi tutulmak üzere + 4 °C’ de muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.7. Muffin örneklerinde homojenizasyon işlemi - sonikasyon işlemi

3.4.8.1. DPPH testi

Antioksidan aktivitenin belirlenmesinde; propolis ekstrakt kapsülü içeren muffinler, propolis ekstraktı içeren muffinler ve kontrol grubu muffinlerin antioksidan aktivitelerini belirlemek üzere DPPH testi kullanılmıştır.

3.4.8.2. ABTS testi

Propolis ekstrakt kapsülü içeren muffin ve propolis ekstraktı içeren muffin örneklerinin antioksidan aktivitesinin belirlenmesinde bir diğer yöntem olarak, ABTS serbest radikalleri süpürme gücünden faydalanılmıştır.

3.4.8.3. Toplam fenolik madde miktarı testi

Propolis ekstrakt kapsülü içeren muffin ve propolis ekstraktı içeren muffin örneklerinin toplam fenolik madde miktarı tayini, Folin-Ciocalteu reaktifi ile gerçekleştirilmiştir.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Tez çalışmasında Malatya iline ait propolis ekstraktı (P_E) elde edilmiştir. Propolis ekstraktının ideal enkapsülasyonunu belirlemek amacıyla optimizasyonlar gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda, farklı oranlarda propolis ekstraktı ve $CaCl_2$ çözeltisi ile kaplama materyali olarak aljinat kullanılarak elde edilen propolis ekstraktı içeren kapsül (P_{EK}) örneklerinin etkinlik sonuçları incelenmiştir. Enkapsülasyon etkinliği en yüksek olan P_{EK} örneklerinin yüzey morfolojilerindeki değişiklik SEM görüntüleriyle belirlenmiştir. P_{EK} ve P_E örneklerinin zamana ve depolama koşullarına bağlı olarak antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde miktarı sonuçları incelenmiştir. Fonksiyonel gıda olarak, enkapsüle edilen propolis ekstraktını içeren muffin ve propolis ekstraktı içeren muffin örnekleri üretilmiştir. Propolis ekstrakt kapsülü içeren muffin örneklerindeki kapsül miktarı duyu analizi yapılarak belirlenmiştir. Elde edilen muffin örneklerinin zamana bağlı olarak antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde miktarı sonuçları incelenmiştir.

4.1. Propolis Ekstraktının Elde Edilmesi

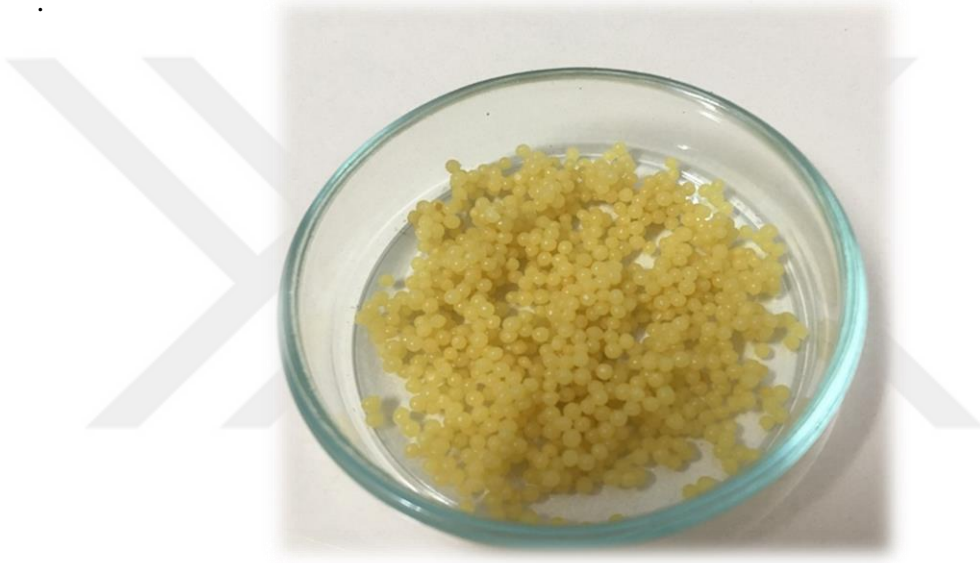
10 g propolis örneği (küçük parçalara ayrılmış halde) üzerine 100 mL hacimde etanol ilavesiyle oda sıcaklığında manyetik karıştırıcıda 48 saat karıştırılarak oluşturulan çözelti, filtre kağıdından süzümüştür. Süzütünün çözücü kısmı vakum altında evaporatörde uzaklaştırılmış ve elde edilen propolis ekstraktı enkapsülasyon işlemleri için $+4^{\circ}C$ 'de muhafaza edilmiştir. Literatürde propolis ekstraktının elde edilmesine yönelik çalışmalar bizim çalışmamızla benzerlik göstermektedir.

Keskin ve ark. (2019), propolis ekstraktı eldesinde benzer şekilde 10 g ham propolis örneğini 100 mL hacimde etanolde 24 saat karıştırmış ardından filtre ederek elde etmişlerdir [89].

Nori ve ark. (2011), yaklaşık 30 g parçalanmış propolis örneğini 100 mL hacimde %80'lik etanol çözeltisine ilave ederek $50^{\circ}C$ 'ye ayarlanmış sıcak su banyosunda bekletmiş ve ardından filtre ederek propolis ekstraktı elde etmişlerdir [84].

4.2. Propolis Ekstraktının Enkapsülasyonu

Propolis ekstraktının ideal enkapsülasyonunu belirlemek amacıyla optimizasyonlar gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda, farklı oranlarda propolis ekstraktı ve CaCl_2 çözeltisi ile kaplama materyali olarak aljinat kullanılarak propolis ekstraktı içeren kapsül örnekleri elde edilmiştir. Tüm optimizasyon işlemleri sonucunda, %2.5 propolis ekstraktı içeren kabuk-merkez materyal stok solüsyonunun %2 w/v'lik CaCl_2 çözeltisine, iyonik jelasyon yöntemiyle, damla damla ilave edilmesi ile propolis ekstraktının enkapsülasyonu gerçekleştirilmiştir. Şekil 4.1'de elde edilen propolis ekstraktlarının kapsülasyonu görüntüleri verilmiştir.



Şekil 4.1. Propolis ekstraktının kapsülasyonu görüntüsü

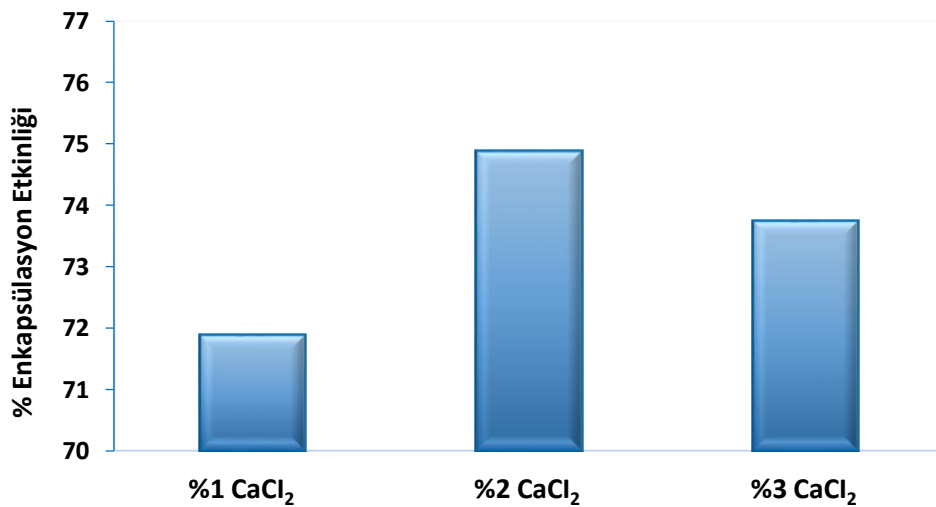
Enkapsülasyon işleminin gerçekleştirilmesine yönelik pek çok yöntem bulunmaktadır. Farklı enkapsülasyon yöntemleri uygulanarak farklı etkinlik düzeyinde kapsülasyon yapılmaktadır. Mevcut çalışmada enkapsülasyon işlemi iyonik jelasyon yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Literatürde mevcut yöntemle yapılan bazı enkapsülasyon çalışmaları bulunmaktadır.

Keskin ve ark. (2019), iyonik jelasyon metodu ile aljinat kaplama materyali kullanarak propolis ekstraktlarını enkapsüle etmişlerdir. Etanol çözeltisinde çözünen sodyum aljinat (%1) ve propolis ekstraktı karıştırılarak homojenize edilmiş, kalsiyum klorür bulunan kap içerisine enjektör yardımıyla damlatılmış ve elde edilen kapsüller filtre edilerek oda sıcaklığında kurutulmuştur. Mevcut çalışma bizim çalışmamızla benzerlik göstermektedir [89].

Abinden ve ark. (2011), bazı modifikasyonlarla bizim çalışmamıza benzer şekilde enkapsülasyon işlemini gerçekleştirmişlerdir. Sodyum aljinat ve propolis ekstraktı karıştırılarak homojenize edilip kalsiyum klorür bulunan kap içerisine damlatılmış ve propolis-aljinat kapsülleri elde edilmiştir [90].

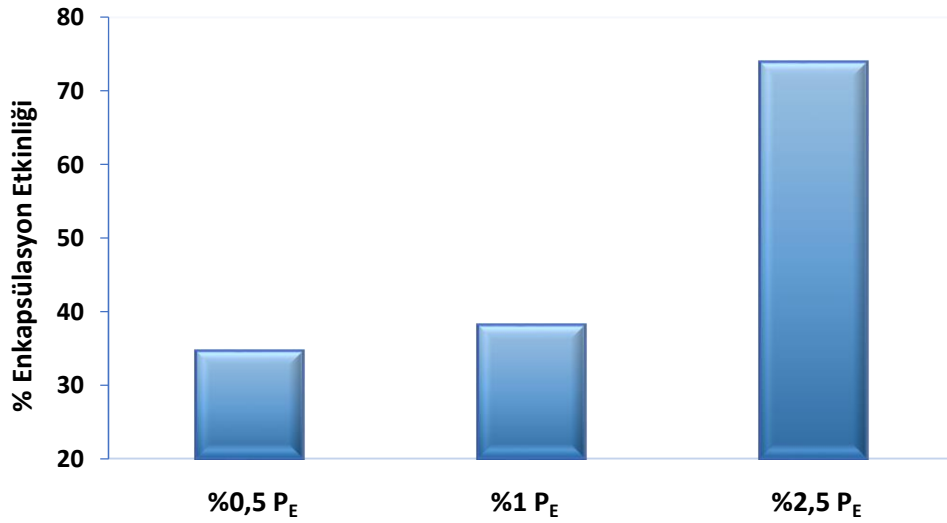
4.3. Enkapsülasyon Etkinliğinin Belirlenmesi

Enkapsülasyon etkinliği, propolis ekstraktı ve aynı orandaki propolis ekstraktı içeren kapsül örnekleri DPPH testine tabi tutulması ile belirlenmiştir. Enkapsülasyon işleminde propolisin ideal kapsülasyonunu belirlemek için ilk aşamada, %1, %2 ve %3 w/v'lük CaCl_2 çözeltileri kullanılarak enkapsülasyon işlemleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen her bir propolis ekstraktı içeren kapsül örnekleri DPPH test prosedürüne uygun şekilde analiz edilmiş ve 517 nm'de absorbans ölçümüne dayalı spektrofotometrik yöntemine tabi tutulmuştur. Sonuçlar, kapsül içindeki propolis ekstraktının farklı oranlardaki % CaCl_2 enkapsülasyon etkinliği yüzdesi olarak değerlendirilmiştir. Şekil 4.2'de farklı oranlarda kullanılan CaCl_2 'ün enkapsülasyon etkinliğine etkisi gösterilmektedir. Buna göre en yüksek enkapsülasyon etkinlik değeri %2'lik CaCl_2 oranı olarak tespit edilmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde CaCl_2 miktarına göre ideal enkapsülasyonun %2'lik CaCl_2 çözeltisine damla damla ilave edilmesiyle gerçekleştirildiği görülmüş ve enkapsülasyon etkinliği %74,87 olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.2. Farklı oranlarda kullanılan CaCl_2 'ün enkapsülasyon etkinliğine etkisi

İkinci aşamada ise ideal kapsülasyon sonuçları dikkate alınarak propolis ekstrakt miktarının enkapsülasyon etkinliği üzerine etkisi belirlenmiştir. Bunun için %2 w/v aljinat içeren kabuk stok solüsyonuna %0.5, %1, %2.5 olacak şekilde propolis ekstraktı, %0.1 Tween 80 eklenerek 10 mL hacimde kabuk-merkez materyal stok solüsyonu elde edilmiş ve %2 w/v'lık CaCl₂ çözeltisine damla damla ilave edilerek enkapsülasyon tamamlanmıştır. Ardından süpernatant haline getirilen propolis ekstraktı içeren kapsül örnekleri ve aynı orandaki propolis ekstraktları DPPH testine tabi tutulmuştur. Sonuçlar, farklı oranlardaki propolis ekstrakt miktarının enkapsülasyon etkinlik yüzdesi olarak değerlendirilmiştir. Şekil 4.3'de farklı oranlardaki propolis ekstrakt miktarının enkapsülasyon etkinlik yüzdesi gösterilmektedir. Sonuçlar değerlendirildiğinde propolis ekstraktının farklı oranları kullanılarak gerçekleştirilen enkapsülasyon sonrası en yüksek % enkapsülasyon etkinliğinin 73,846 değeri ile %2.5 oranında propolis ekstraktı içeren kapsüllerde olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak propolis örneğinin ideal enkapsülasyon yüzdesi belirlenmiştir.



Şekil 4.3. Farklı oranlardaki propolis ekstrakt miktarının enkapsülasyon etkinlik yüzdesi

Çalışmamızda % enkapsülasyon etkinliğini belirlemede kullanılan parametreler %2 CaCl₂ çözeltisi ve %2.5 oranında propolis ekstraktı olarak belirlenmiştir. Bu koşullarda elde edilen kapsüllerin **enkapsülasyon etkinlik değeri %73,846 olarak tespit edilmiştir**. Literatürde yapılan pek çok çalışmada benzer sonuçlar mevcuttur.

Bizim çalışmamıza benzer şekilde Nori ve ark. (2011) tarafından yapılan çalışmada %2.5 oranında propolis ekstraktı kullanılarak enkapsülasyon işlemi gerçekleştirildiğinde tespit edilen enkapsülasyon etkinlik değeri % 72.01 ± 0.01 olarak rapor edilmiştir [84].

Reis ve ark. (2017) propolis ekstraktlarını sprey kurutma tekniği ile kapsülledikleri çalışmalarında enkapsülasyon etkinlik değerini fenolik bileşen seviyesindeki değişime göre tespit etmişler ve enkapsülasyon etkinlik değerini %76.86 ± 0.02 olarak belirlemişlerdir [86].

Baysan ve ark. (2019), propolis ekstraktlarını sprey kurutma yöntemi ile kapsüllemişlerdir. Mevcut çalışmada sprey kurutma cihazındaki kurutma parametrelerinde yapılan değişikliklere bağlı olarak, yapının fenolik bileşen içeriğindeki değişime göre enkapsülasyon etkinlik değerleri %29.79 ile %99.73 arasında tespit edilmiştir [91].

Buscha ve ark. (2017) propolis ekstraktlarını maltodekstrin matriksleri kullanarak sprey kurutma yöntemi ile enkapsüle ettikleri çalışmada, enkapsülasyon etkinliğini %89 olarak belirlemişlerdir [92].

Paini ve ark. (2015), zeytin pulpunu maltodekstrin ile kapsülledikleri çalışmada enkapsülasyon etkinlik değerini %65-%77 arasında olarak rapor etmişlerdir [93].

Başka bir çalışmada ise Silva ve ark. (2014) yeşil kahve yağını, Capsul® ve maltodekstrin kombinasyonu kullanarak mikroenkapsülasyon işlemi gerçekleştirmişlerdir. Mikroenkapsülasyon etkinliğini %87.6 olarak belirlemişlerdir [94].

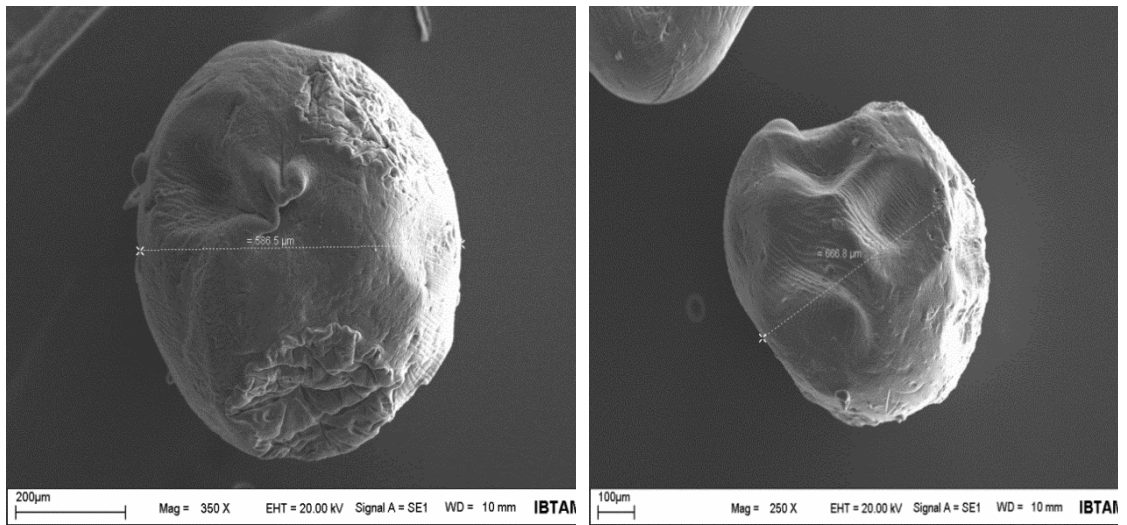
Etkinlik değerinin belirlenmesinde kullanılan biyoaktif ajan, kaplama materyali, kullanılan yöntem gibi faktörler etkili olmaktadır. Literatürde yer alan enkapsülasyon etkinlik değeri değerlendirmeleri mevcut çalışma sonuçları ile paralellik göstermektedir.

4.4. SEM ile Kapsüllerin Morfolojisinin Belirlenmesi

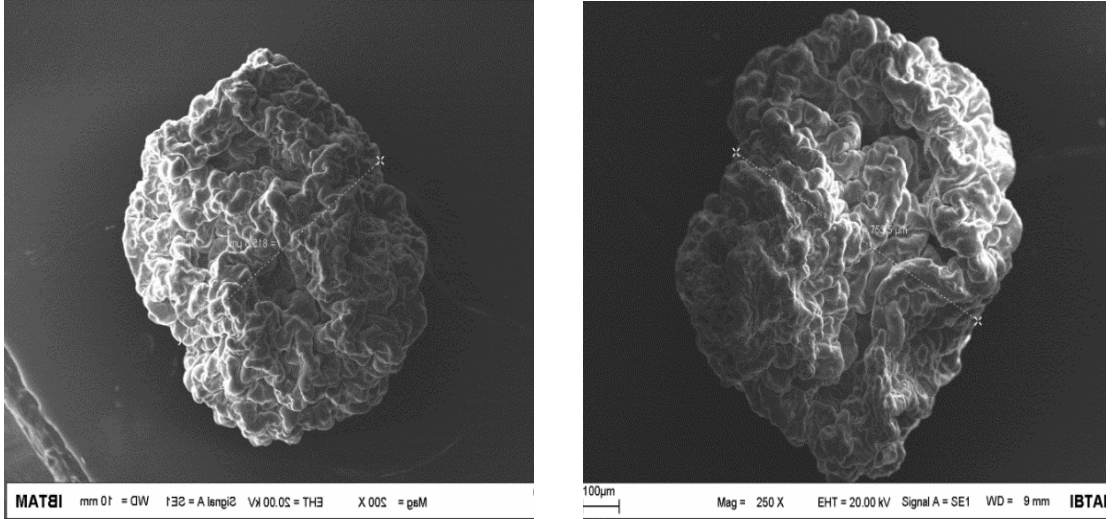
Malatya iline ait propolis ekstraktları kullanılarak elde edilen propolis ekstraktı içeren kapsül örneklerinin yüzey morfolojilerindeki değişiklik İnönü Üniversitesi

Merkezi Araştırma Laboratuvarında bulunan Scanning Electron Microscopy (SEM) ile görüntülenmiştir. Şekil 4.4’de boş aljinat kapsüllerine ait, Şekil 4.5’de ise propolis-aljinat kapsüllerine ait görüntüler yer almaktadır. Boş aljinat kapsüllerinin 250X ölçeğindeki görüntü çapı 666.8µm, 350X ölçeğindeki görüntü çapı ise 586.5µm olarak belirlenmiştir. Propolis-aljinat kapsüllerinin 200X ve 250X ölçeklerindeki görüntü çapları sırasıyla 815,5µm ve 753,5µm olarak tespit edilmiştir. Dolu (propolis-aljinat) kapsüllerinin çapının, boş (aljinat) kapsüllerin çapından büyük olduğu görülmektedir. SEM görüntüleme sistemi ile edilen sonuçlara göre ortalama kapsül boyutu 500-1000 µm aralığında olduğu görülmektedir. Propolis ekstraktı içermeyen kapsül örneklerinin daha düzgün ve pürüzsüz bir yüzeye sahip olduğu, propolis ekstraktı içeren kapsül örneklerinin ise yüzeyinde pürüzlülüğün arttığı görülmüştür.

Reis ve ark. (2017), mikrokapsüle propolis örneklerini dondurulmuş burger etlerinde meydana gelen oksidatif stabilite ve duyusal değişimleri tespit etmek amacıyla yaptıkları çalışmalarında, örneklerin morfolojilerini SEM görüntüleme tekniği ile belirlemişler ve kapsüllerin homojen ve pürüzsüz görünümde olduğunu rapor etmişlerdir [86]. Duran ve ark. (2007) emülsiyon/solvent evaporasyon tekniği kullanarak propolis ekstraktlarını kapsüllemişlerdir. Elde edilen kapsüllerin morfolojileri SEM görüntüleme tekniği ile belirlenmiş, kapsüllerin yüzeylerinin homojen ve pürüzsüz olduğu ve yaklaşık partikül büyüklüğünün 5-10 mm aralığında olduğu tespit edilmiştir [95].



Şekil 4.4. Boş aljinat kapsülü (350x)-Boş aljinat kapsülü (250x)



Şekil 4.5. Propolis /aljinat kapsülü (200x)-Propolis/aljinat kapsülü(250x)

4.5. Kapsüllerde Zaman/Depolama Etkisinin İncelenmesi

Elde edilen propolis ekstraktı içeren kapsül ve aynı miktardaki propolis ekstrakt örnekleri 4 hafta boyunca 4 °C ve 25 °C ortam koşullarında depolanmışlardır. Enkapsülasyon işleminin, zamana ve depolama koşullarına bağlı olarak örnekler (P_{EK} ve P_E) üzerinde ortaya çıkan etkisi antioksidan test yöntemleri (DPPH ve ABTS) ve toplam fenolik madde miktarı test yöntemi ile belirlenmiştir.

4.5.1. DPPH testi

Propolis ekstraktı ve aynı miktardaki propolis ekstrakt içeren kapsül örneklerinin zaman ve depolama koşullarına bağlı olarak DPPH test yöntemine göre antioksidan aktivite düzeyleri ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar trolox eşdeğeri cinsinden ifade edilmiştir. Buna göre;

Yapılan çalışmada propolis ekstraktı içeren kapsül ve aynı miktardaki propolis ekstrakt örneklerinin antioksidan aktivite düzeyleri; 4 °C ve 25 °C ortam koşullarında ve 4 haftalık bir depolama sürecine bağlı olarak ortaya çıkan değişimler açısından ayrı ayrı değerlendirilmiştir. İlk haftadan 4. haftaya kadar geçen süre içerisinde, ilerleyen zamana ve ortam sıcaklığına bağlı olarak (4 °C ve 25 °C) P_{EK} ve P_E örneklerinin antioksidan aktivite düzeyleri arasında farklılıklar ortaya çıkmıştır. Belirlenen bu fark, her iki sıcaklık parametresinde de ilerleyen zamana bağlı olarak örneklerin DPPH test yöntemine göre belirlenen antioksidan aktivite düzeylerinde

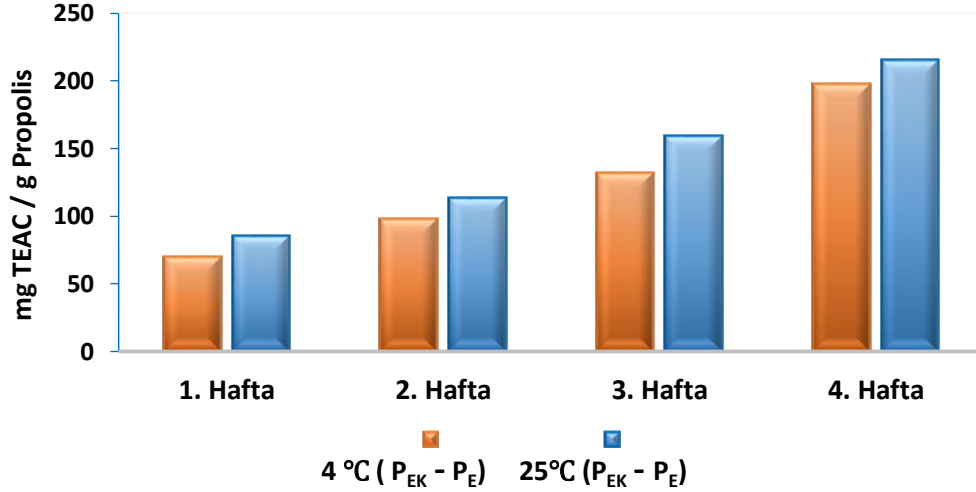
azalma ve örneklerin antioksidan aktivite düzeyleri arasındaki farkta artış olarak kendini göstermiştir.

P_{EK} ve P_E örneklerinin her iki sıcaklık parametresinde ve ilerleyen zamana bağlı olarak depolama süreci boyunca antioksidan aktivite düzeylerinde azalma saptanmıştır. Örnekler kendi içerisinde kıyaslandığında 4 haftalık bir depolama süreci sonunda, her iki sıcaklık parametresinde de P_{EK} örneklerinin antioksidan aktivite düzeyinin, P_E örneklerinin antioksidan aktivite düzeyine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Çizelge 4.1’de 4 °C ve 25 °C ortam koşullarında, 4 haftalık bir depolama süreci sonunda P_{EK} ve P_E örneklerinde belirlenen antioksidan aktivite düzeyleri (DPPH) verilmiştir. Bu çizelgeden de anlaşılacağı gibi kapsüllemenin sonucu olarak P_{EK} örneklerinin sıcaklık ve depolama süresinden daha az etkilenecek daha uzun süre korunabileceği ortaya konmuştur.

Çizelge 4.1. 4 °C ve 25 °C ortam koşullarında 4 haftalık depolama süreci sonunda P_{EK} ve P_E örneklerinde belirlenen antioksidan aktivite düzeyleri (DPPH)

	P_E antioksidan aktivite miktarı (mg TEAC/g propolis)	P_{EK} antioksidan aktivite miktarı (mg TEAC/g propolis)
4 °C	745.03±125.52	942.07±93.90
25 °C	648.51±100.58	863.69±38.48

P_{EK} ve P_E örneklerinin her iki sıcaklık parametresinde ve ilerleyen zamana bağlı olarak depolama süreci boyunca antioksidan aktivite düzeyleri arasındaki farkta artış belirlenmiştir. 4 haftalık bir süreçte DPPH aktivitesinde tespit edilen bu artış, P_{EK} örneklerinde yer alan propolis ekstraktının zamana bağlı olarak, kapsüllemenin etkisiyle kontrollü salım ile örnekler arasındaki antioksidan kapasite farkı daha fazla olarak tespit edilmiştir. Bununla birlikte ortam sıcaklığı arttıkça kapsüllemeye kullanılan katman sayesinde koruma etkisi daha uzun süreli ve daha fazla ortaya çıkacağından, 25 °C ortam koşulunda örnekler (P_{EK} ile P_E) arasındaki antioksidan aktivite düzeyi farkı daha fazla olarak kendini göstermiştir. Şekil 4.6’da P_{EK} ile P_E örneklerinin zamana ve depolama koşullarına bağlı olarak antioksidan aktivite düzeyleri (DPPH) arasındaki farkın değişimi verilmiştir.



Şekil 4.6. P_{EK} ile P_E örneklerinin zamana ve depolama koşullarına bağlı olarak antioksidan aktivite düzeyleri (DPPH) arasındaki farkın değişimi

Zaman ve depolama koşullarına bağlı olarak P_{EK} ile P_E örneklerinin antioksidan aktivite düzeyleri arasındaki fark DPPH yöntemi ile belirlenmiş olup, sonuçlar trolox eşdeğeri cinsinden ifade edilmiştir. Çizelge 4.1’de verilen değerlere göre, depolama sürecindeki 4. hafta sonunda 4 °C ortam koşulunda depolanan P_E örneğinde belirlenen antioksidan aktivite değeri trolox eşdeğeri cinsinden 745.03 mg TEAC/g propolis iken, aynı koşullarda P_{EK} örneklerinin antioksidan aktivite değeri 942.07 mg TEAC/g propolis olarak belirlenmiştir. Ayrıca aynı prosedür 25 °C ortam koşulunda depolanan propolis ekstrakt ve propolis ekstraktı içeren kapsül örneklerinde gerçekleştirilmiştir. Buna göre; 4. hafta sonunda ve 25 °C ortam koşulunda belirlenen P_E ve P_{EK} örneklerinin antioksidan aktivite değeri ise trolox eşdeğeri cinsinden sırasıyla 648.51 mg TEAC/g propolis ve 863.69 mg TEAC/g propolis olarak tespit edilmiştir. Sonuçlardan da anlaşılacağı gibi ortam sıcaklığı arttıkça propolis ekstraktı üzerine ilave edilen katman sayesinde kapsüllemenin koruma etkisi daha fazla ortaya çıkacağından 25 °C depolama koşulunda P_{EK} ile P_E örneklerinin antioksidan aktivite değerleri arasındaki fark daha fazla olarak saptanmıştır.

4.5.2. ABTS testi

Propolis ekstraktı ve aynı miktardaki propolis ekstrakt içeren kapsül örneklerinin zamana ve depolama koşullarına bağlı olarak antioksidan aktiviteleri düzeyleri ayrıca

ABTS test yöntemine göre de ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar trolox eşdeğerliği cinsinden ifade edilmiştir.

Çalışmada propolis ekstraktı içeren kapsül ve aynı miktardaki propolis ekstrakt örneklerinin antioksidan aktivite düzeyleri; farklı iki sıcaklıkta (4 °C ve 25 °C) ve 4 haftalık bir depolama sürecine bağlı olarak ortaya çıkan değişimler açısından değerlendirilmiştir. Toplam 4 haftalık süre sonunda ilerleyen zamana ve ortam sıcaklığına bağlı olarak P_{EK} ve P_E örneklerinin antioksidan aktivite düzeyleri arasında farklılık belirlenmiştir. Her iki sıcaklık parametresinde ve ilerleyen zamana bağlı olarak örneklerin ABTS test yöntemine göre belirlenen fark, antioksidan aktivite düzeylerinde azalma ve örneklerin antioksidan aktivite düzeyleri arasında belirlenen farkta ise artış olarak tespit edilmiştir.

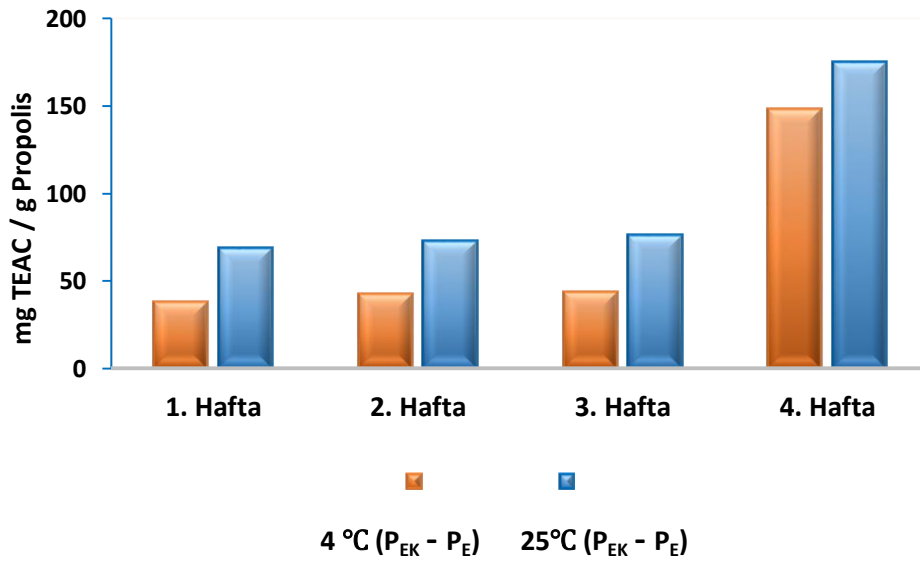
P_{EK} ve P_E örneklerinin her iki sıcaklık parametresinde ve depolama süresi boyunca antioksidan aktivite düzeylerinde azalma saptanmıştır. Ancak, 4 haftalık bir depolama süresi sonunda her iki sıcaklık parametresinde de P_{EK} örneklerinin antioksidan aktivite düzeyinin, P_E örneklerinin antioksidan aktivite düzeyine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Çizelge 4.2'de 4 °C ve 25 °C ortam koşullarında, 4 haftalık bir depolama süreci sonunda P_{EK} ve P_E örneklerinde belirlenen antioksidan aktivite düzeyleri (ABTS) verilmiştir. Bu çizelgeden de anlaşılacağı gibi kapsüllemenin sonucu olarak P_{EK} örneklerinin sıcaklık ve depolama süresinden daha az etkilendiği, bunun sonucu olarak da daha uzun süre korunabileceği ortaya konmuştur.

Çizelge 4.2. 4 °C ve 25 °C ortam koşullarında 4 haftalık depolama süreci sonunda P_E ve P_{EK} örneklerinde belirlenen antioksidan aktivite düzeyleri (ABTS)

	P _E antioksidan aktivite miktarı (mg TEAC/g propolis)	P _{EK} antioksidan aktivite miktarı (mg TEAC/g propolis)
4 °C	1092.36±297.97	1240.42±110
25 °C	936.70±238.91	111.34±8.05

P_{EK} ve P_E örneklerinin her iki sıcaklık parametresinde ve ilerleyen zamana bağlı olarak depolama süreci boyunca antioksidan aktivite düzeyleri arasındaki farkta artış belirlenmiştir. 4 haftalık bir süreçte ABTS aktivitesinde tespit edilen bu artış, P_{EK} örneklerinde yer alan propolis ekstraktının zaman içerisinde, etrafındaki katman

sayesinde kapsüllemenin etkisiyle, kontrollü salınımının sağlanarak, daha yavaş salındığından örnekler arasındaki antioksidan kapasite farkı daha fazla olarak tespit edilmiştir. Bununla birlikte ortam sıcaklığı artışıyla ortaya çıkan antioksidan aktivitedeki azalma, kapsülleme sayesinde, örnekler üzerinde daha fazla koruma etkisi meydana getireceğinden, 25 °C ortam koşulunda örnekler (P_{EK} ile P_E) arasındaki antioksidan aktivite düzeyi farkı daha fazla olarak tespit edilmiştir. Şekil 4.7’de P_{EK} ile P_E örneklerinin zamana ve depolama koşullarına bağlı olarak antioksidan aktivite düzeyleri (ABTS) arasındaki farkın değişimi verilmiştir.



Şekil 4.7. P_{EK} ile P_E örneklerinin zamana ve depolama koşullarına bağlı olarak antioksidan aktivite düzeyleri (ABTS) arasındaki farkın değişimi

Zaman ve depolama koşullarına bağlı olarak P_{EK} ile P_E örneklerinin antioksidan aktivite düzeyleri arasındaki fark trolox eşdeğeri cinsinden ifade edilmiştir. Çizelge 4.2’de verilen değerlere göre, depolama sürecindeki 4. hafta sonunda 4 °C ortam koşulunda depolanan P_E örneğinde belirlenen antioksidan aktivite değeri trolox eşdeğeri cinsinden 1092.36 mg TEAC/g propolis iken, aynı koşullarda P_{EK} örneklerinin antioksidan aktivite değeri 1240.42 mg TEAC/g propolis olarak belirlenmiştir. 4. hafta sonunda ve 25 °C ortam koşulunda belirlenen P_E ve P_{EK} örneklerinin antioksidan aktivite değeri ise trolox eşdeğeri cinsinden sırasıyla 936.70 mg TEAC/g propolis ve 1111.34 mg TEAC/g propolis olarak tespit edilmiştir.

Sonuçlardan da anlaşılacağı gibi ortam sıcaklığı arttıkça kapsüllemenin koruma etkisi daha fazla ortaya çıkmıştır. 25 °C depolama koşulunda P_{EK} ile P_E örneklerinin antioksidan aktivite değerleri arasındaki fark daha fazla olarak saptanmıştır.

Fenolik madde bakımından zengin bitki ve bitki ekstraktları, yapılarındaki zengin bileşenler sayesinde güçlü antioksidan aktiviteye sahiptirler. Bu bileşenler ısı, ışık, oksijen, zaman v.s. gibi çeşitli faktörlerden olumsuz etkilenecek, zaman içerisinde mevcut antioksidan aktivitelerinde azalmaya uğrarlar. Bu bilgi ışığında mevcut antioksidan aktiviteyi daha uzun süre koruyabilmek için enkapsülasyon teknolojisi önemli bir avantaj sağlamaktadır. Mevcut çalışmada kapsüllemenin etkisi, zaman ve farklı sıcaklık koşullarında olumlu bir şekilde ortaya konmuştur. Depolama ve farklı sıcaklık koşullarında ortaya çıkan antioksidan aktivite düzeyindeki azalma bazı çalışmalarda da belirtilmiştir.

Antioksidan aktivite düzeyinde belirlenen azalmanın; antioksidan aktiviteye sahip olduğu bilinen fenolik maddelerin ve C vitamininin parçalanması ile ilgili olabileceği düşünülmektedir. Bu konuda yapılan çalışmalarda portakal sularının toplam antioksidan aktivitelerinin daha çok C vitamini kaynaklı olduğu, ve zaman içerisinde çeşitli ortam koşullarında C vitaminindeki azalmaya bağlı olarak toplam antioksidan aktivite düzeyinde azalmalar olduğu belirtilmiştir [96,97].

Walkowiak-Tomczak (2007), üzümü bir meyve olan kuş kirazı/yabani acı kirazı konsantresinin depolama ve pastörizasyonu sırasındaki değişimini sıcaklık ve pH'ya bağlı olarak incelemiştir. 20 günlük depolama süresi boyunca antioksidan aktivite düzeyinin düştüğü tespit edilmiştir. Fakültatif anaerobik koşullarda sıcaklığa bağlı olarak antioksidan aktivite düzeyindeki bu azalmanın %7-35; aerobik ortamda ise %64-79 düzeyinde olduğunu belirlemiştir. Ayrıca pH değerinin artmasıyla beraber depolama süresindeki antioksidan aktivite düzeyinde de hızla azalma olduğu tespit edilmiştir [98].

4.5.3. Toplam fenolik madde miktarı testi

Çalışmada propolis ekstraktı ve aynı miktardaki propolis ekstraktı içeren kapsül örneklerinin zaman ve depolama koşullarına bağlı olarak Folin-Ciocalteu yöntemiyle toplam fenolik madde miktarı analizi de gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar galik asit eşdeğerliği cinsinden ifade edilmiştir.

Yapılan çalışmada propolis ekstraktı içeren kapsül ve aynı miktardaki propolis ekstrakt örneklerin toplam fenolik madde miktarları; 4 °C ve 25 °C ortam koşullarında ve zamana (4 haftalık) bağlı olarak ortaya çıkan değişimler açısından değerlendirilmiştir. İlk haftadan 4. haftaya kadar geçen süre içerisinde, ilerleyen zamana ve ortam sıcaklığına bağlı olarak P_{EK} ve P_E örneklerinin toplam fenolik madde miktarı düzeyleri arasında farklılık ortaya çıkmıştır. Belirlenen bu fark, her iki sıcaklık parametresinde de ilerleyen zamana bağlı olarak örneklerin toplam fenolik madde miktarlarında azalma ve örneklerin toplam fenolik madde miktarları arasındaki farkta artış olarak kendini göstermiştir.

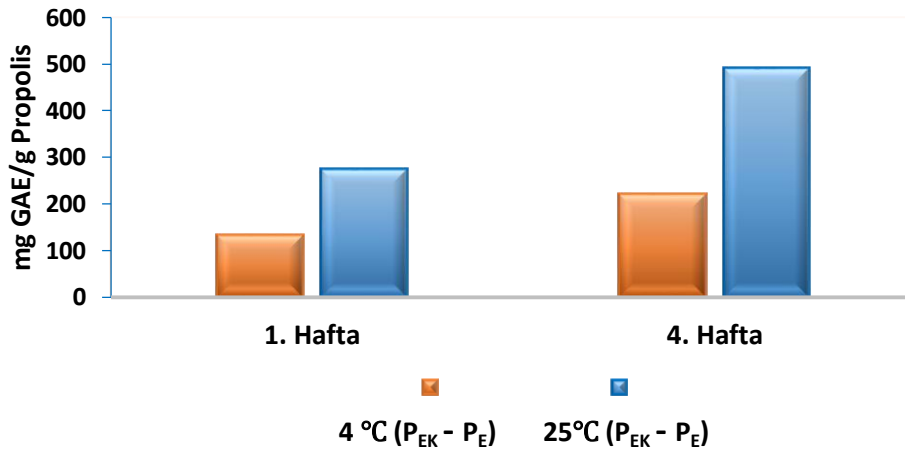
P_{EK} ve P_E örneklerinin her iki sıcaklık parametresinde ve ilerleyen zamana bağlı olarak depolama süreci boyunca toplam fenolik madde miktarlarında azalma saptanmıştır. Depolama sırasında toplam fenolik madde miktarında görülen azalma, fenolik bileşiklerin kondense olmalarından veya degrade olmalarından kaynaklanmış olabilir [99]. 4 haftalık bir depolama süreci sonunda her iki sıcaklık parametresinde de P_{EK} örneklerinin toplam fenolik madde miktarlarının P_E örneklerinin toplam fenolik madde miktarlarına göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Çizelge 4.3'de 4 °C ve 25 °C ortam koşullarında, 4 haftalık bir depolama süreci sonunda P_{EK} ve P_E örneklerinde belirlenen toplam fenolik madde miktarları verilmiştir. Bu çizelgeden de anlaşılacağı gibi kapsüllemenin sonucu olarak P_{EK} örneklerinin sıcaklık ve depolama süresinden daha az etkilenerek daha uzun süre korunabileceği ortaya konmuştur.

Çizelge 4.3. 4°C ve 25°C ortam koşullarında 4 haftalık depolama süreci sonunda P_E ve P_{EK} örneklerinde belirlenen toplam fenolik madde miktarları

	P_E toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/g propolis)	P_{EK} toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/g propolis)
4 °C	756.11±242.77	977.22±156.34
25 °C	494.44±86.42	984.44±12.57

P_{EK} ve P_E örneklerinin her iki sıcaklık parametresinde ve ilerleyen zamana bağlı olarak depolama süreci boyunca toplam fenolik madde miktarları arasındaki farkta artış belirlenmiştir. 4 haftalık bir süreçte toplam fenolik madde miktarlarında tespit edilen bu artış, P_{EK} örneklerinde yer alan propolis ekstraktının zamana bağlı olarak,

kapsüllemenin etkisiyle kontrollü salınımı sağlanarak daha yavaş salındığından örnekler arasındaki toplam fenolik madde miktarı farkı daha fazla olarak tespit edilmiştir. Bununla birlikte ortam sıcaklığı arttıkça kapsüllemenin koruma etkisi daha fazla ortaya çıkacağından 25 °C ortam koşulunda örnekler (P_{EK} ile P_E) arasındaki toplam fenolik madde miktarı farkı daha fazla olarak tespit edilmiştir. Şekil 4.8’de P_{EK} ile P_E örneklerinin zamana ve depolama koşullarına bağlı olarak toplam fenolik madde miktarları arasındaki farkın değişimi verilmiştir.



Şekil 4.8. P_{EK} ile P_E örneklerinin zamana ve depolama koşullarına bağlı olarak toplam fenolik madde miktarları arasındaki farkın değişimi

Zaman ve depolama koşullarına bağlı olarak P_{EK} ile P_E örneklerinin toplam fenolik madde miktarı arasındaki fark gallik asit eşdeğeri cinsinden ifade edilmiştir. Çizelge 4.3’de verilen değerlere göre, depolama sürecindeki 4. hafta sonunda 4 °C ortam koşulunda depolanan P_E örneğinde belirlenen toplam fenolik madde miktarı gallik asit eşdeğeri cinsinden 756.11 mg GAE/g propolis iken, aynı koşullarda P_{EK} örneklerinin toplam fenolik madde miktarı 977.22 mg GAE/g propolis olarak belirlenmiştir. 4. hafta sonunda ve 25 °C sıcaklık koşullarında belirlenen P_E ve P_{EK} örneklerinin toplam fenolik madde miktarları ise gallik asit eşdeğeri cinsinden sırasıyla 494.44 mg GAE/g propolis ve 984.44 mg GAE/g propolis olarak tespit edilmiştir. Sonuçlardan da anlaşılacağı gibi ortam sıcaklığı arttıkça kapsüllemenin koruma etkisi daha fazla ortaya çıkacağından 25 °C depolama

koşulunda P_{EK} ile P_E örneklerinin toplam fenolik madde miktarları arasındaki fark daha fazla olarak saptanmıştır.

Daha önce de belirtildiği gibi depolama sırasında toplam fenolik madde miktarı düzeyinde ortaya çıkan azalmanın fenolik bileşiklerin kondense olmaları veya degrade olmalarından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Literatürde bazı çalışmalar bu bilgiyi destekler niteliktedir.

Sistrunk ve Morris (1984) tarafından yapılan çalışmada, ABD'ye özgü Carlos ve Noble cinsi iki ayrı muskadin (misket) üzümünden üretilen şişelenmiş üzüm sularının depolama süresindeki değişimleri izlenmiştir. Yaptıkları çalışmada depolama süresinde esmerleşme reaksiyonundan dolayı Carlos üzüm cinsine ait meyve suyunun daha fazla karardığı; Noble üzüm cinsine ait meyve suyunun ise pigment kaybı nedeniyle daha fazla renk açılımına uğradığı (özellikle 24 °C'de) gözlenmiştir. Noble üzüm suyunun 60 günlük depolama süresi sonunda antosiyanin içeriğinde azalma saptanmıştır. İki aylık depolama süresince pH değeri ve briks derecesi ile asitlik ve toplam fenolik madde miktarında da azalmalar belirlenmiştir. Toplam fenolik madde miktarı Noble çeşidinden elde edilen üzüm suyunda 587 mg/100 mL'den 536 mg/100 mL'ye Carlos üzüm suyunda ise 291'den 275 mg/100 mL'ye değerine düşmüştür. 2 °C ve 24 °C ortam koşullarında depolanan üzüm sularının antosiyanin içeriği ve esmerleşme indeksinde sıcaklık artışına paralel olarak azalma gözlenmiştir [100].

Elde edilen tüm bu sonuçlardan, propolis ekstraktı içeren kapsül örneklerinin, propolis ekstrakt örneklerine göre sıcaklık ve depolama sürecinden daha az etkilendiği belirlenmiştir. Enkapsülasyon tekniği sayesinde hapsedilen propolis ekstraktının zengin içeriği ortam koşullarındaki olumsuz etkilere daha az maruz kalmıştır. Böylece farklı sıcaklık ve uzun depolama koşullarına daha fazla dayanım göstermiş ve içeriğindeki bileşenleri daha uzun süre koruyabilmiştir.

4.6. Muffin Formülasyonu ve Üretimi

Çalışmada propolis ekstrakt kapsülü içeren muffin, propolis ekstraktı içeren muffin ve kontrol grubu muffin olmak üzere üç çeşit muffin grubu formülasyonu elde edilmiştir. Her bir muffin örneği için %31,5 buğday unu, %24,6 yumurta, %21 şeker, %14,8 ayçiçek yağı, %6,3 süt ve %1,8 kabartma tozu kullanılıp elde edilen

karışım 220 °C fırın sıcaklığında 20 dakika süreyle pişirilerek muffin üretimi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen muffin örnekleri soğuduktan sonra kilitli poşetlerde oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. Oda sıcaklığında muhafaza edilen muffin örnekleri

Bu muffin üretim formülasyonu propolis ekstrakt kapsülü içeren muffin ve propolis ekstraktı içeren muffin örneklerinin elde edilmesinde de kullanılmıştır. Propolis ekstrakt kapsülü içeren muffin üretiminde kapsül miktarı duyu analizi yapılarak belirlenmiştir. Propolis ekstraktı içeren muffin formülasyonunda ise kapsül miktarına denk gelecek propolis ekstraktı belirlenerek üretim gerçekleştirilmiştir. Şekil 4.10'da propolis ekstrakt kapsülü içeren muffin ve propolis ekstraktı içeren muffin örneklerinin görüntüsü verilmiştir.



Şekil 4.10. PEKM örneği - PEM örneği

Son yıllarda mikroenkapsülasyon tekniği oldukça popüler bir teknik olarak gündeme gelmektedir. Elde edilen kapsüllerin ürünlerde kullanılarak fonksiyonelitelerinin artırılması çalışmaları ivme kazanmıştır. Özellikle birçok fayda sağlayarak, gıdaların kalite, inovasyon, raf ömrü ve besin değerinde artış gibi olumlu

etkilerle, gıda sanayinde ürünlere ilave edilerek, gıdalara fonksiyonellik kazandırması hedeflenmektedir. Buna yönelik çalışmalar literatürde çok yenidir.

Bu çalışmalardan birisi, Reis ve ark. (2017) mikrokapsüle propolis örneklerinin depolama esnasında dondurulmuş burger etlerinde meydana gelen oksidatif stabilite ve duyuşal değişimleri tespit etmek amacıyla yaptıkları çalışmadır. 28 günlük depolama süresi içerisinde 14. günden itibaren mikrokapsüle propolis içeren burgerlerde lipid oksidasyonun durduğu, ayrıca kapsül içeren burgerlerdeki renk, görünüş, tekstür ideal koşullara bulunduğu tespit edilmiştir [86].

4.7. Duyusal Analiz

Muffin örneklerinde duyuşal analizler panalistler tarafından kontrol, %2, %4, %6 ve %8 oranlarında kapsül içeren muffin örnekleri olmak üzere toplam 5 muffin örneğinde gerçekleştirilmiştir. Panelistler 1-9 skalası kullanarak, muffin örneklerine ait tat-aroma, yapı ve tekstür, koku, lezzet, acı-buruk tat, ağızda bıraktığı his, genel beğeni gibi karakteristik özellikleri değerlendirmişlerdir. Duyusal analize ait değerlendirme (ortalama) formu Şekil 4.11'de verilmiştir. Değerlendirmede karakteristik özellikler bakımından toplamda en fazla beğeni %4 oranında propolis ekstrakt kapsülü içeren muffin örnekleri olarak tespit edilmiştir.

Özellik	Kontrol	%2	%4	%6	%8
Tat-aroma	7	7	7	6	6
Yapı ve tekstür	7	7	8	7	6
Koku	7	6	7	6	6
Lezzet	6	6	7	6	6
Acılık -buruk tat	7	6	7	7	6
Ağızda bıraktığı his	7	6	7	6	5
Genel beğeni	7	6	8	6	5

Not: Yukarıda verilen özellikler 1 ile 9 arasında puanlandırılmıştır.

Şekil 4.11. Duyusal analize ait değerlendirme (ortalama) formu

4.8. Muffinlerde Zaman/Depolama Etkisinin İncelenmesi

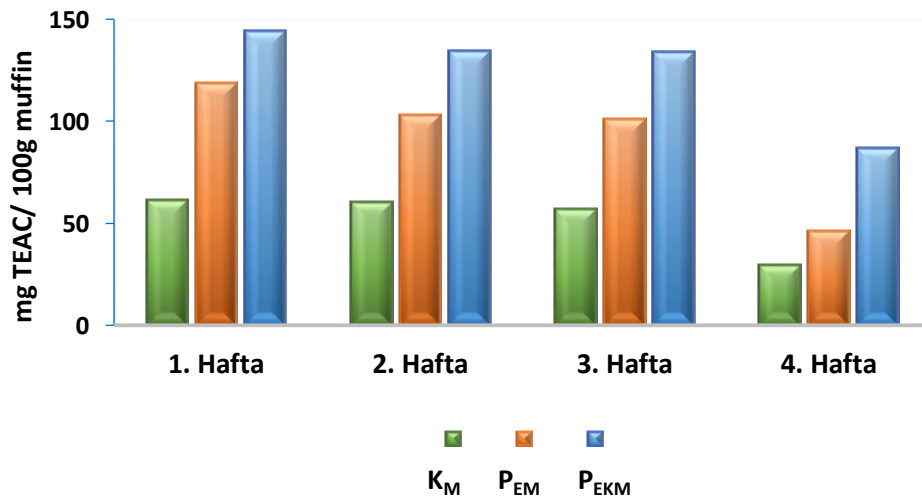
Üretimi gerçekleştirilen propolis ekstrakt kapsülü içeren muffin, propolis ekstraktı içeren muffin ve kontrol grubu muffin olmak üzere toplam 3 çeşit muffin örneklerinin 25°C ortam koşulunda ve belirlenen (4 haftalık) süreler sonunda,

enkapsülasyon işleminin zamana bağlı olarak muffin örnekleri üzerine etkileri antioksidan test yöntemleri (DPPH ve ABTS) ve toplam fenolik madde miktarı belirleme testi ile saptanmıştır.

4.8.1. DPPH testi

Propolis ekstrakt kapsülü içeren muffin (P_{EKM}), propolis ekstraktı içeren muffin (P_{EM}) ve kontrol grubu muffin (K_M) örneklerinin zamana bağlı olarak antioksidan aktivite düzeylerindeki değişimleri DPPH test yöntemi ile ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar trolox eşdeğerliği cinsinden ifade edilmiştir.

Yapılan çalışmada P_{EKM} , P_{EM} ve K_M örneklerinin antioksidan aktivite düzeyleri, 4 haftalık bir depolama sürecine ve 25 °C ortam koşuluna bağlı olarak ortaya çıkan değişimler açısından değerlendirilmiştir. İlk haftadan 4. haftaya kadar geçen süre içerisinde ilerleyen zamana bağlı olarak P_{EKM} örneklerinin antioksidan aktivite düzeyleri ile P_{EM} örneklerinin antioksidan aktivite düzeyleri arasında farklılık ortaya çıkmıştır. Genel olarak bu fark 4 haftalık bir süre sonunda ve 25 °C ortam koşulunda 3 çeşit muffin grubunun (P_{EKM} , P_{EM} , K_M) DPPH test yöntemine göre belirlenen antioksidan aktivite düzeylerinde zamana bağlı azalma şeklinde ortaya çıkmıştır. P_{EKM} ile P_{EM} örneklerinin antioksidan aktivite düzeyleri arasındaki fark ise artış şeklinde kendini göstermiştir. Şekil 4.12'te K_M , P_{EM} ve P_{EKM} örneklerinin, 25 °C ortam koşulunda zamana bağlı antioksidan aktivite düzeyindeki (DPPH) değişim gösterilmektedir.



Şekil 4.12. K_M , P_{EM} ve P_{EKM} örneklerinin, 25 °C ortam koşulunda zamana bağlı antioksidan aktivite düzeyindeki (DPPH) değişim

P_{EKM} ve P_{EM} örneklerinin ilerleyen zamana bağlı olarak depolama süreci boyunca antioksidan aktivite düzeylerinde azalma saptanmıştır. Fakat 4 haftalık bir depolama süresi sonunda P_{EKM} örneklerinin antioksidan aktivite düzeyinin P_{EM} örneklerinin antioksidan aktivite düzeyine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Çizelge 4.4'te 25 °C ortam koşulunda 4 haftalık depolama süreci sonunda P_{EKM} ve P_{EM} örneklerinde belirlenen antioksidan aktivite düzeyleri (DPPH) verilmiştir. Bu çizelgeden de anlaşılacağı gibi propolis ekstraktının kapsüllenmiş formu ilave edilerek elde edilen muffin örneklerinin, serbest propolis ekstraktı içeren muffin örneklerine göre 25 °C sıcaklık ve 4 haftalık bir depolama süresinden daha az etkilendiği görülmüştür. Kapsülleme sayesinde, propolis ekstraktının bileşiminde yer alan güçlü fenolik bileşenler, dış ortamdaki gelen olumsuz etkilerden daha az etkilenecek, daha uzun süre koruma sağlamıştır.

Çizelge 4.4. 25 °C ortam koşulunda 4 haftalık depolama süreci sonunda P_{EKM} ve P_{EM} örneklerinde belirlenen antioksidan aktivite düzeyleri (DPPH)

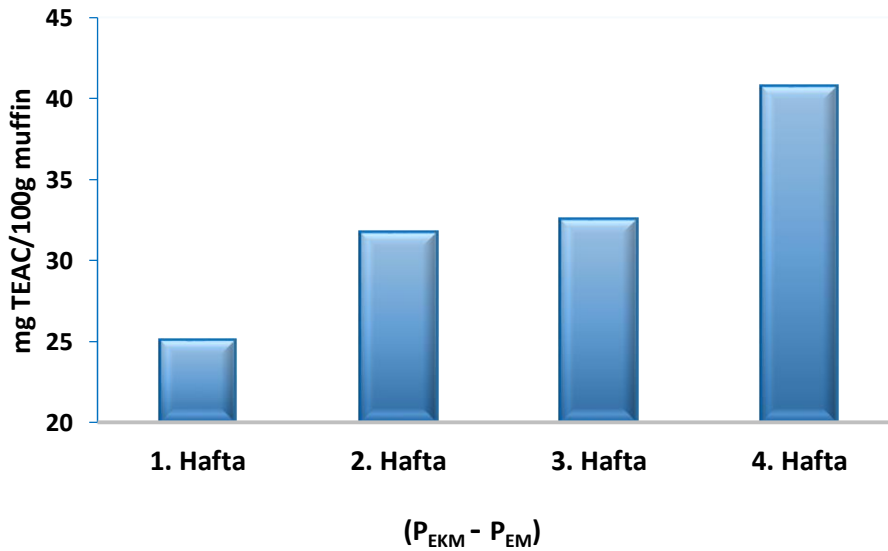
	P_{EKM} antioksidan aktivite düzeyi (mg TEAC/100g muffin)	P_{EM} antioksidan aktivite düzeyi (mg TEAC/100g muffin)
1. Hafta	143.93±2.18	118.82±5.63
4. Hafta	86.69±5.90	45.93±5.38

Çizelge 4.4'de verilen değerlere göre, P_{EKM} örneklerinin ilk haftanın sonunda belirlenen antioksidan aktivite değeri trolox eşdeğeri cinsinden 143.93 mg TEAC/100g muffin, P_{EM} örneklerinin antioksidan aktivite değeri ise trolox eşdeğeri cinsinden 118.82 mg TEAC/100g muffin olarak bulunmuştur. 4. haftanın sonunda belirlenen antioksidan aktivite değeri ise trolox eşdeğeri cinsinden P_{EKM} örnekleri için 86.69 mg TEAC/100g muffin, P_{EM} örnekleri için ise 45.93 mg TEAC/100g muffin olarak saptanmıştır. Bu verilere göre 25 °C ortam koşulunda ilk haftadan depolama sürecinin sonuna kadar antioksidan aktivite düzeylerinde (DPPH) P_{EKM} örnekleri için %39.76, P_{EM} örnekleri için ise %61.34 oranında azalma meydana geldiği belirlenmiştir. Bu sonuca göre, P_{EKM} örneğinde propolis ekstraktının antioksidan aktivite düzeyi daha uzun süre varlığını sürdürmüştür. Yani P_{EKM}

örneğindeki propolis ekstraktı yavaş salındığından, 4. haftanın sonuna gelindiğinde, antioksidan aktivite düzeyi P_{EM} örneğine göre daha fazla olarak belirlenmiştir.

Bu bağlamda 4 haftalık bir depolama süreci sonunda P_{EKM} örneklerinin antioksidan aktivite düzeylerinin (DPPH) daha yüksek olarak tespit edilmiştir. Dolayısıyla depolama süreci sonunda kapsüllemenin etkisiyle antioksidan aktivite bakımından daha zengin muffin elde edildiği ortaya konmuştur.

Ayrıca yapılan çalışmada ilk haftadan 4. haftaya kadar geçen süre içerisinde, ilerleyen zamana bağlı olarak P_{EKM} ile P_{EM} örneklerinin antioksidan aktivite düzeyleri arasındaki farkta artış belirlenmiştir. 4 haftalık bir süreçte DPPH aktivitesinde tespit edilen bu artış, P_{EKM} örneklerinde yer alan propolis ekstraktının zamana bağlı olarak, kapsüllemenin etkisiyle kontrollü salınımı sağlanarak daha yavaş salındığından örnekler arasındaki antioksidan kapasite farkı daha fazla olarak tespit edilmiştir. Zamana bağlı olarak P_{EKM} örneklerinin antioksidan aktivite değeri P_{EM} örneklerinin antioksidan aktivite değeri arasındaki fark trolox eşdeğerliği cinsinden ifade edilmiştir Şekil 4.13'de P_{EKM} ile P_{EM} örneklerinin zamana bağlı olarak antioksidan aktivite düzeyleri (DPPH) arasındaki farkın değişimi gösterilmektedir.



Şekil 4.13. P_{EKM} ile P_{EM} örneklerinin zamana bağlı olarak antioksidan aktivite düzeyleri (DPPH) arasındaki farkın değişimi

4.8.2. ABTS testi

Propolis ekstrakt kapsülü içeren muffin (P_{EKM}) ve propolis ekstraktı içeren muffin (P_{EM}) örneklerinin zamana bağlı olarak antioksidan aktivite düzeylerindeki değişimleri ayrıca ABTS test yöntemi ile de ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar trolox eşdeğerliği cinsinden ifade edilmiştir.

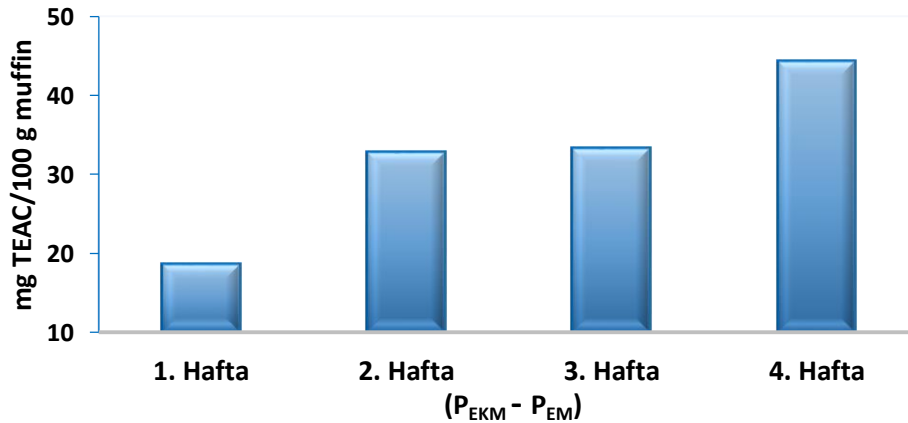
Yapılan çalışmada P_{EKM} ve P_{EM} örneklerinin antioksidan aktivite düzeyleri, 4 haftalık bir depolama sürecine ve 25 °C ortam koşuluna bağlı olarak ortaya çıkan değişimler açısından değerlendirilmiştir. İlk haftadan 4. haftaya kadar geçen süre içerisinde ilerleyen zamana bağlı olarak P_{EKM} örneklerinin antioksidan aktivite düzeyleri ile P_{EM} örneklerinin antioksidan aktivite düzeyleri arasında farklılık belirlenmiştir. Genel olarak bu fark 4 haftalık bir süre sonunda 25 °C ortam koşulunda, P_{EKM} ve P_{EM} örneklerinin ABTS test yöntemine göre belirlenen antioksidan kapasitesinde zamana bağlı azalma ve örneklerin antioksidan aktivite düzeyleri arasındaki farkta artış şeklinde kendini göstermiştir. P_{EKM} ve P_{EM} örneklerinin ilerleyen zamana bağlı olarak depolama süreci boyunca antioksidan aktivite düzeylerinde azalma saptanmıştır. Fakat 4 haftalık bir depolama süreci sonunda P_{EKM} örneklerinin antioksidan aktivite düzeyinin P_{EM} örneklerinin antioksidan aktivite düzeyine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Çizelge 4.5’de 25 °C ortam koşulunda 4 haftalık depolama süreci sonunda P_{EKM} ve P_{EM} örneklerinde belirlenen antioksidan aktivite düzeyleri (ABTS) verilmiştir. Bu çizelgeden de anlaşılacağı gibi propolis ekstraktının kapsüllenmiş formu ile elde edilen muffin örneklerinin serbest propolis ekstraktı içeren muffin örneklerine göre kapsüllemenin etkisiyle sıcaklık ve 4 haftalık bir depolama süresinden daha az etkilenerek daha uzun süre korunabileceği ortaya koyulmuştur.

Çizelge 4.5. 25 °C ortam koşulunda 4 haftalık depolama süreci sonunda P_{EKM} ve P_{EM} örneklerinde belirlenen antioksidan aktivite düzeyleri (ABTS)

	P_{EKM} antioksidan aktivite düzeyi (mg TEAC/100g muffin)	P_{EM} antioksidan aktivite düzeyi (mg TEAC/100g muffin)
1. Hafta	111.83±17.82	93.23±7.63
4. Hafta	53.68±5.36	9.39±5.36

Çizelge 4.5’de verilen değerlere göre, depolama sürecinde ilk haftanın sonunda belirlenen antioksidan aktivite değeri trolox eşdeğeri cinsinden P_{EKM} örnekleri için 111.83 mg TEAC/100g muffin, P_{EM} örnekleri için ise 93.23 mg TEAC/100g muffin olarak bulunurken, 4. haftanın sonunda belirlenen antioksidan aktivite değeri ise trolox eşdeğeri cinsinden P_{EKM} örnekleri için 53.68 mg TEAC/100g muffin, P_{EM} örnekleri için ise 9.39 mg TEAC/100g muffin olarak saptanmıştır. Bu verilere göre 25°C ortam koşulunda ilk haftadan depolama sürecinin sonuna kadar antioksidan aktivite düzeylerinde (ABTS) P_{EKM} örnekleri için %51.99, P_{EM} örnekleri için ise %89.92 oranında azalma meydana geldiği belirlenmiştir. Bu bağlamda 4 haftalık bir depolama süreci sonunda P_{EKM} örneklerinin antioksidan aktivite düzeylerinin (ABTS) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla depolama süreci sonunda kapsüllemenin etkisiyle antioksidan aktivite bakımından daha zengin muffin elde edildiği ortaya konmuştur.

Ayrıca yapılan çalışmada ilk haftadan 4. haftaya kadar geçen süre içerisinde, ilerleyen zamana bağlı olarak P_{EKM} ile P_{EM} örneklerinin antioksidan aktivite düzeyleri arasındaki farkta artış belirlenmiştir. 4 haftalık bir süreçte ABTS aktivitesinde tespit edilen bu artış, P_{EKM} örneklerinde yer alan propolis ekstraktının zamana bağlı olarak, kapsüllemenin etkisiyle kontrollü salınımı sağlanarak daha yavaş salındığından örnekler arasındaki antioksidan kapasite farkı daha fazla olarak tespit edilmiştir. Zamana bağlı olarak P_{EKM} örneklerinin antioksidan aktivite değeri P_{EM} örneklerinin antioksidan aktivite değeri arasındaki fark trolox eşdeğerliği cinsinden ifade edilmiştir Şekil 4.14’de P_{EKM} ile P_{EM} örneklerinin zamana bağlı olarak antioksidan aktivite düzeyleri (ABTS) arasındaki farkın değişimi gösterilmektedir.



Şekil 4.14. P_{EKM} ile P_{EM} örneklerinin zamana bağlı olarak antioksidan aktivite düzeyleri (ABTS) arasındaki farkın değişimi

Propolis ekstraktlarının antioksidan aktivitelerine dair çalışmalar literatürde de yer almaktadır. [54-56]. Antioksidan etki propolis içerisinde yer alan fenolik bileşenlerin varlığıyla bağdaştırılabilmektedir. Propolis ekstraktları önemli ölçüde antioksidan etki gösteren kapsüllerin salınımını kontrol etmek amacıyla kullanılmaktadır. Buna ilişkin yapılan çalışmalar mevcuttur.

Kalogeropoulos ve ark. (2009) tarafından yapılan çalışmada, β -siklodekstrin kaplama materyali kullanılarak etanolik propolis ekstraktı kapsüllenmiştir. Elde edilen kapsüllerin salınım yüzdesinin 2 saatin sonunda ortalama %40 civarında olduğu rapor edilmiştir [101].

Dura'n ve ark. (2007) tarafından yapılan çalışmada, poli- ϵ kaprolakton kullanılarak propolis aktif bileşenlerinin kapsüllendiği ve elde edilen kapsüllerin belirlenen koşullarda aktif bileşenlerinin ortalama %60'ını saldırdığı bildirilmiştir [95].

Liu ve ark. (2007) tarafından yapılan çalışmada ise dış macunu yapımında kullandıkları propolis yüklü kitosan nanokapsüllerinin salınımını incelenmiştir. Elde edilen nanokapsüllerin 10 saatlik süre sonunda %88 oranında salınım yaptığı rapor edilmiştir [102]. Enkapsülasyon için kullanılan parametreler ve yöntemlerin kapsülleme etkinliği üzerine etkisi olduğu gibi salınım özellikleri üzerine de etkisi vardır. Gerek bu çalışmada elde edilen veriler gerekse literatür çalışmalarının bu durumu desteklediği görülmüştür.

4.8.3. Toplam fenolik madde miktarı testi

Propolis ekstrakt kapsülü içeren muffin (P_{EKM}) ve propolis ekstraktı içeren muffin (P_{EM}) örneklerinin zamana bağlı olarak Folin-Ciocalteu metoduyla toplam fenolik madde analizi de yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar gallik asit eşdeğerliği cinsinden ifade edilmiştir.

Yapılan çalışmada P_{EKM} ve P_{EM} örneklerinin toplam fenolik madde miktarları, 4 haftalık bir depolama sürecine ve 25 °C ortam koşuluna bağlı olarak ortaya çıkan değişimler açısından değerlendirilmiştir. İlk haftadan 4. Haftaya kadar geçen süre içerisinde ilerleyen zamana bağlı olarak P_{EKM} örneklerinin toplam fenolik madde miktarları ile P_{EM} örneklerinin muffinlerin toplam fenolik madde miktarı değerleri arasında farklılık belirlenmiştir. Genel olarak bu fark 4 haftalık bir süre sonunda 25 °C ortam koşulunda, P_{EKM} ve P_{EM} örneklerinin toplam fenolik madde miktarında

zamana bağı azalma ve örneklerin toplam fenolik madde miktarı değerleri arasındaki farkta artış şeklinde kendini göstermiştir.

P_{EKM} ve P_{EM} örneklerinin ilerleyen zamana bağı olarak depolama süreci boyunca toplam fenolik madde miktarı değerlerinde azalma saptanmıştır. Fakat 4 haftalık bir depolama süreci sonunda P_{EKM} örneklerinin toplam fenolik madde miktarının P_{EM} örneklerinin toplam fenolik madde miktarına göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Çizelge 4.6'da 25 °C ortam koşulunda 4 haftalık depolama süreci sonunda P_{EKM} ve P_{EM} örneklerinde belirlenen toplam fenolik madde miktarı değerleri verilmiştir. Bu çizelgeden de anlaşılacağı gibi propolis ekstraktının kapsüllemiş formu ile elde edilen muffin örneklerinin serbest propolis ekstraktı içeren muffin örneklerine göre kapsüllemenin etkisiyle sıcaklık ve 4 haftalık bir depolama süresinden daha az etkilenecek daha uzun süre korunabileceği ortaya konmuştur.

Çizelge 4.6. 25 °C ortam koşulunda 4 haftalık depolama süreci sonunda P_{EKM} ve P_{EM} örneklerinde belirlenen toplam fenolik madde miktarı değerleri

	P_{EKM} toplam fenolik madde miktarı (mg GAE /100g muffin)	P_{EM} toplam fenolik madde miktarı (mg GAE /100g muffin)
1. Hafta	687.61±38.89	686.11±66.18
4. Hafta	558.44±48.71	488.89±47.14

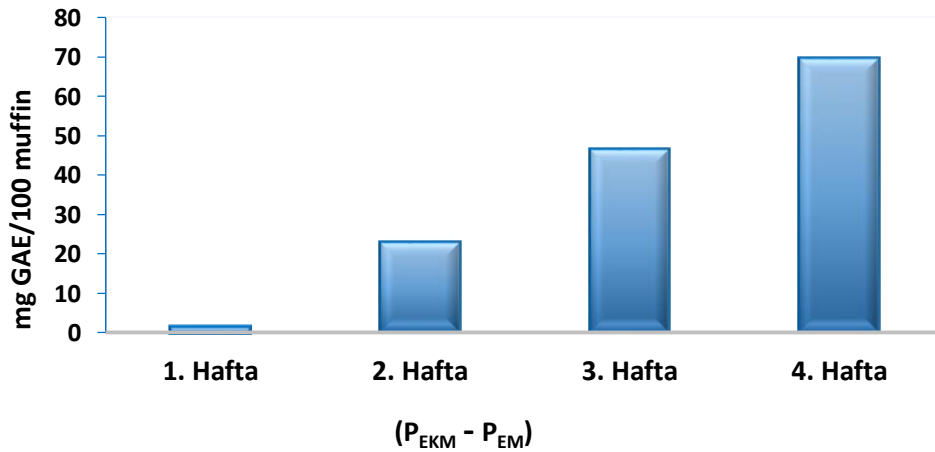
Çizelge 4.6'da verilen değerlere göre, depolama sürecinde ilk haftanın sonunda belirlenen toplam fenolik madde miktarı gallik asit eşdeğeri cinsinden P_{EKM} örnekleri için 687.61 mg GAE /100g muffin, P_{EM} örnekleri için ise 686.11 mg GAE /100g muffin olarak bulunurken, 4. haftanın sonunda belirlenen antioksidan aktivite değeri ise gallik asit eşdeğeri cinsinden P_{EKM} örnekleri için 558.44 mg GAE /100g muffin, P_{EM} örnekleri için ise 488.89 mg GAE /100g muffin olarak saptanmıştır. Bu verilere göre 25 °C ortam koşulunda ilk haftadan depolama sürecinin sonuna kadar toplam fenolik madde miktarı değerlerinde P_{EKM} örnekleri için %18.78, P_{EM} örnekleri için ise %28.74 oranında azalma meydana geldiği belirlenmiştir. Bu bağlamda 4 haftalık bir depolama süreci sonunda P_{EKM} örneklerinin toplam fenolik madde miktarı değerlerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Çizelge 4.7'de P_{EM} ve P_{EKM} örneklerinin 4 hafta sonundaki DPPH, ABTS ve TFMM düzeylerinde tespit edilen % azalma oranları verilmiştir.

Çizelge 4.7. P_{EM} ve P_{EKM} örneklerinin 4 hafta sonundaki DPPH, ABTS ve TFMM düzeylerinde tespit edilen % azalma oranları

	DPPH % Azalma	ABTS % Azalma	TFMM % Azalma
P _{EM}	61.34	89.92	28.74
P _{EKM}	39.76	51.99	18.78

Dolayısıyla depolama süreci sonunda kapsüllemenin etkisiyle toplam fenolik madde miktarı bakımından daha zengin muffin elde edildiği ortaya konmuştur. Daha önce de değinildiği üzere depolama sırasında toplam fenolik madde miktarında görülen azalma, fenolik bileşiklerin kondense olmalarından veya degrade olmalarından kaynaklanmış olabilir.

Ayrıca yapılan çalışmada ilk haftadan 4. haftaya kadar geçen süre içerisinde, ilerleyen zamana bağlı olarak P_{EKM} ile P_{EM} örneklerinin toplam fenolik madde miktarları arasındaki farkta artış belirlenmiştir. 4 haftalık bir süreçte toplam fenolik madde miktarı değerlerinde tespit edilen bu artış, P_{EKM} örneklerinde yer alan propolis ekstraktının zamana bağlı olarak, kapsüllemenin etkisiyle kontrollü salınımı sağlanarak daha yavaş salındığından örnekler arasındaki antioksidan kapasite farkı daha fazla olarak tespit edilmiştir. Zamana bağlı olarak P_{EKM} örneklerinin toplam fenolik madde miktarı P_{EM} örneklerinin toplam fenolik madde miktarı arasındaki fark gallik asit eşdeğerliği cinsinden ifade edilmiştir Şekil 4.15’de P_{EKM} ile P_{EM} örneklerinin zamana bağlı olarak toplam fenolik madde miktarı değerleri arasındaki farkın değişimi gösterilmektedir.



Şekil 4.15. P_{EKM} ile P_{EM} örneklerinin zamana bağlı olarak toplam fenolik madde miktarı değerleri arasındaki farkın değişimi

Bu çalışmayla, biyoaktif bileşenleri bakımından zengin propolis enkapsüle edilerek sıcaklık ve depolama sürecinden en az derecede etkilenmesi sağlanmıştır. Kapsüllemenin etkisiyle propolisin arzu edilmeyen baskın tat-aroma karakteriştiği ve keskin kokusu maskelenerek elde edilen propolis ekstraktının kapsül lenmiş formunun fonksiyonel gıda olarak muffin üretiminde kullanılmıştır. Enkapsülasyon teknolojisi uygulaması ile antioksidan aktivite bakımından zengin, sağlıklı fonksiyonel bir ürün eldesi gerçekleştirilmiştir.



5. SONUÇ

Fonksiyonel gıdalar, vücudun temel besin ihtiyaçlarını karşılamanın yanı sıra metabolik ve fizyolojik fonksiyonlarına katkıda bulunarak, hastalıklardan korunmada ve daha sağlıklı bir yaşam sürmede etkili olan, ayrıca söz konusu gıdalara besinsel katkılar da yaparak fonksiyonel özellik kazandıran maddelerdir. Propolis, işçi arıların ağaç kabuklarından, bitkilerin filiz ve tomurcuklarından topladığı reçinemi maddeleri, vücudundaki enzimlerle biyokimyasal değişikliğe uğratarak elde ettiği, gıdalara fonksiyonel özellik katma amacıyla ele alınmaya başlanan bir yapıdır. Yapısında flavonoidler, fenolikler ve çeşitli aromatik bileşikler gibi çok sayıda biyokimyasal açıdan zengin bileşenleri barındıran propolis ekstraktlarının antimikrobiyal, antikanserojenik, antiviral, antioksidan, antikaryojenik, antiinflamatuvar, yara iyileştirici ve anestezi etkiler gibi sağlık açısından olumlu etkilere sahiptir. Günümüzde propolis içeren şampuan, diş macunu ve kozmetik ürünler gibi pek çok kimyasal ürün bulunsada, uçucu fenolik asit fraksiyonu, alkolde çözünür olması, arzu edilmeyen baskın tat-aroma karakteristiği ve gıdanın duyuşal özelliklerini değiştiren keskin kokusu nedeniyle gıda ürünlerinde kullanımı sınırlıdır. Bu olumsuzlukları gidermek için enkapsülasyon tekniği alternatif kullanım olabilir.

Enkapsülasyon gıda maddesinin olumsuz dış etkenlere karşı muhafaza edilmesi (nem, sıcaklık, hava ve ışık gibi), buharlaşabilen uçucu bileşen kayıplarının önlenmesi, fiziksel özelliklerinin daha iyi korunması, taşınma kolaylığı, hedeflenen yerde ve doğru zamanda kontrollü salımının gerçekleştirilmesi, arzu edilmeyen tat/kokunun maskelenmesi ve başka bileşenlerle reaksiyona girmesinin önlenmesi gibi farklı amaçlarla günümüzde yaygın olarak kullanılmakta olan yenilikçi bir uygulamadır.

Propolis, zengin biyoaktif bileşenleri sayesinde antioksidan ve antimikrobiyal açıdan faydalar sağlamasına rağmen, arzu edilmeyen baskın tat-aroma karakteristiği ile gıdanın duyuşal özelliklerini değiştiren keskin kokusunu maskelemek ve dış etkilere koruyarak mevcut antioksidan aktivitesinden daha uzun süre faydalanmak için enkapsülasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla damlatma (iyonik jelasyon) yöntemiyle propolis ekstraktı içeren kapsül örnekleri üretilmiş ve elde edilen propolis ekstraktı içeren kapsül örnekleri ile propolis ekstraktlarının zamana ve depolama koşullarına bağlı olarak toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite düzeyleri belirlenerek sonuçları incelenmiştir. Enkapsüle edilen propolis

ekstraktlarının fonksiyonel gıda olarak muffin üretiminde kullanılmasıyla antioksidan aktivite bakımından zengin ve sağlıklı ürün eldesi gerçekleştirilmiş ve propolis ekstraktı içeren kapsül örneklerinin muffinlerin duyu kalitelerine etkileri araştırılmıştır.

Ayrıca propolis ekstrakt kapsülü içeren muffin ile propolis ekstraktı içeren muffin örneklerinin zamana bağlı olarak toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite düzeyleri belirlenerek sonuçları incelenmiştir.

Ana hedefler kapsamında tez çalışmasından elde edilen sonuçlar bir bütün halinde aşağıda sunulmuş ve maddeler halinde öngörülen hedeflerin başarısı değerlendirilmiştir.

HEDEF I: Propolis ekstraktının elde edilmesi

GERÇEKLEŞME: Çalışmada kullanılan propolis örneği 10 g tartılarak, küçük parçalara ayrılmış, üzerine 100 mL hacimde etanol ilavesiyle oda sıcaklığında 48 saat karıştırılmıştır. Elde edilen çözelti Whatman No:1 filtre kâğıdından süzülmüştür. Süzüntünün çözücü kısmı vakum altında evaporatörde uzaklaştırılmış ve elde edilen propolis ekstraktı enkapsülasyon işlemleri için +4 °C'de muhafaza edilmiştir.

HEDEF II: Propolis ekstraktının enkapsülasyonu ve enkapsülasyon etkinliğinin belirlenmesi

GERÇEKLEŞME: Propolis ekstraktının ideal enkapsülasyonunu belirlemek amacıyla optimizasyonlar gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda enkapsülasyon işleminin ilk aşamasında; aljinat (%2 w/v) içeren kabuk stok solüsyonuna, %2.5 propolis ekstraktı ve %1 Tween 80 ilave edilerek 10 mL hacimde kabuk-merkez materyal stok solüsyonu elde edilmiş ve bu çözelti hazırlanan %1, %2 ve %3 w/v'lük CaCl₂ çözeltileri içine, iyonik jelasyon yöntemiyle, damla damla ilave edilerek her bir oran için enkapsülasyon işlemleri tamamlanarak propolis ekstraktı içeren kapsül örnekleri elde edilmiştir. En iyi sonuç %2 w/v' lik CaCl₂ çözeltisi olarak belirlenmiştir. İkinci aşamada ise, aljinat (%2 w/v) içeren kabuk stok solüsyonuna %0.5, %1 ve %2.5 olacak şekilde propolis ekstraktı, %1 Tween 80 eklenerek 10 mL hacimde kabuk-merkez materyal stok solüsyonu elde edilmiş ve %2 w/v' lik CaCl₂ çözeltisine damla

damla ilave edilerek enkapsülasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. En iyi sonuç %2.5 propolis ekstraktı olarak belirlenmiştir.

Propolis ekstraktı içeren kapsül örneklerinin etkinliği, antioksidan kapasite belirleme yöntemlerinden biri olan DPPH test yöntemi ile belirlenmiştir. Aljinat kabuk stok solüsyonuna (%2 w/v), propolis ekstraktı (%2.5) ve Tween 80 (%1) eklenerek 10 mL hacimde kabuk-merkez materyal stok solüsyonu elde edilmiş ve %2 w/v'lik CaCl₂ çözeltisinin içine damla damla ilave edilerek enkapsülasyon işlemi tamamlanmıştır. Ardından propolis ekstraktı içeren kapsül örnekleri ve aynı orandaki propolis ekstraktları DPPH testine tabi tutulmuştur. CaCl₂ miktarı için sonuçlar, kapsül içindeki propolis ekstraktının farklı oranlardaki % CaCl₂ enkapsülasyon etkinliği yüzdesi olarak değerlendirilmiştir. Propolis ekstraktının farklı oranları kullanılarak gerçekleştirilen enkapsülasyon işlemi sonrası en yüksek enkapsülasyon etkinliğinin 73,846 değeri ile %2.5 oranında propolis ekstraktı içeren kapsüller olduğu saptanmıştır.

HEDEF III: Kapsüllerde zaman/depolama etkisinin incelenmesi

GERÇEKLEŞME: Elde edilen propolis ekstraktı ve aynı orandaki propolis ekstraktı içeren kapsül örnekleri 4 °C ve 25 °C (oda sıcaklığında) sıcaklık koşullarında 4 hafta boyunca depolanmıştır. Kapsüllemenin zamana ve depolama koşullarına bağlı olarak örnekler üzerindeki etkileri antioksidan test yöntemleri (DPPH ve ABTS) ve toplam fenolik madde miktarı analiz yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. İlk haftadan 4. haftaya kadar geçen süre içerisinde, ilerleyen zamana ve ortam sıcaklığına bağlı olarak (4 °C ve 25 °C) P_{EK} ve P_E örneklerinin antioksidan aktivite düzeylerinde (DPPH, ABTS) ve toplam fenolik madde miktarlarında azalma saptanmıştır. Depolama süreci sonunda her iki sıcaklık parametresinde de örnekler kendi içerisinde kıyaslandığında P_{EK} örneklerinin antioksidan aktivite düzeyi ile toplam fenolik madde miktarının, P_E örneklerinin antioksidan aktivite düzeyi ile toplam fenolik madde miktarına göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu bağlamda kapsüllemenin sonucu olarak P_{EK} örneklerinin sıcaklık ve depolama süresinden daha az etkilenecek daha uzun süre korunabileceği ortaya konmuştur. Ayrıca P_{EK} ve P_E örneklerinin her iki sıcaklık parametresinde ve ilerleyen zamana bağlı olarak depolama süreci boyunca antioksidan aktivite düzeyleri arasındaki fark

ile toplam fenolik madde miktarı arasındaki farkta artış belirlenmiştir. 4 haftalık bir süreçte tespit edilen bu artış, P_{EK} örneklerinde yer alan propolis ekstraktının zamana bağlı olarak, kapsüllemenin etkisiyle kontrollü olarak daha yavaş salındığından, örnekler arasındaki antioksidan kapasite farkı ile toplam fenolik madde miktarı farkı daha fazla olarak tespit edilmiştir. Bununla birlikte ortam sıcaklığı arttıkça kapsüllemeye kullanılan katman sayesinde, koruma etkisi daha uzun süreli ve daha fazla ortaya çıkacağından, 25 °C ortam koşulunda örnekler (P_{EK} ile P_E) arasındaki antioksidan aktivite düzeyi farkı ile toplam fenolik madde miktarı farkı daha fazla olarak kendini göstermiştir. Zaman ve depolama koşullarına bağlı olarak propolis ekstraktı içeren kapsül örneklerinin antioksidan kapasitesiyle propolis ekstraktlarının antioksidan kapasitesi arasındaki fark trolox eşdeğeri cinsinden ifade edilmiştir. Ayrıca örneklerin toplam fenolik madde miktarı arasındaki fark ise gallik asit eşdeğeri cinsinden ifade edilmiştir.

HEDEF IV: Muffin formülasyonu ve üretimi

GERÇEKLEŞME: Çalışmada kontrol grubu muffin, propolis ekstraktı içeren muffin ve propolis ekstrakt kapsülü içeren muffin örnekleri olmak üzere üç çeşit muffin grubu üretilmiştir. Her bir muffin için %31,5 buğday unu, %24,6 yumurta, %21 şeker, %14,8 ayçiçek yağı, %6,3 süt ve %1,8 kabartma tozu kullanılıp elde edilen muffin harçları 220 °C fırın sıcaklığında 20 dakika süreyle pişirilerek muffin üretimi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen muffinler soğuduktan sonra kilitli poşetlerde oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir

Propolis ekstrakt kapsülü içeren muffin örnekleri üretiminde kapsül miktarı duyu analizi yapılarak belirlenmiştir. Panelistler tarafından gerçekleştirilen duyu analizi, karakteristik özellikler bakımından toplamda en fazla beğeni %4 oranında propolis ekstrakt kapsülü içeren muffin örnekleri olarak tespit edilmiştir. Mevcut formülasyon propolis ekstrakt kapsülü (P_{EK}) içeren muffin ve propolis ekstraktı (P_E) içeren muffin üretimi için de kullanılmıştır. Kapsül (P_{EK}) içeren muffin üretiminde, ortama ilave edilen kapsül miktarı, hamur oluşumu için kullanılan un miktarının %4'ü olacak şekilde formüle edilmiştir. Propolis ekstraktı (P_E) içeren muffin üretiminde ise kapsül miktarına denk gelecek propolis ekstraktı miktarı belirlenerek üretim gerçekleştirilmiştir

HEDEF V: Muffinlerde zaman/depolama etkisinin incelenmesi

GERÇEKLEŞME: Elde edilen propolis ekstrakt kapsülü içeren muffin ve propolis ekstraktı içeren muffin örneklerinin 25 °C ortam koşulunda ve belirlenen (4 haftalık) süreler sonunda, enkapsülasyon işleminin zamana bağlı olarak muffin örnekleri üzerine etkileri antioksidan test yöntemleri (DPPH ve ABTS) ve toplam fenolik madde miktarı testi ile belirlenmiştir.

İlk haftadan 4. haftaya kadar geçen süre içerisinde, 25 °C ortam koşuluna ve ilerleyen zamana bağlı olarak P_{EKM} ve P_{EM} örneklerinin antioksidan aktivite düzeylerinde (DPPH, ABTS) ve toplam fenolik madde miktarlarında azalma saptanmıştır. Depolama süreci sonunda örnekler kendi içerisinde kıyaslandığında, P_{EKM} örneklerinin antioksidan aktivite düzeyi ile toplam fenolik madde miktarları, P_{EM} örneklerinin antioksidan aktivite düzeyi ile toplam fenolik madde miktarına göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu bağlamda propolis ekstraktının kapsüllenmiş formu ile elde edilen muffin örneklerinin, serbest propolis ekstraktı içeren muffin örneklerine göre kapsüllemenin etkisiyle sıcaklık ve 4 haftalık bir depolama süresinden daha az etkilenecek daha uzun süre korunabileceği ortaya konmuştur. Ayrıca P_{EKM} ve P_{EM} örneklerinin 25 °C ortam koşuluna ve ilerleyen zamana bağlı olarak depolama süreci boyunca antioksidan aktivite düzeyleri arasındaki fark ile toplam fenolik madde miktarı arasındaki farkta artış belirlenmiştir. 4 haftalık bir süreçte tespit edilen bu artış, P_{EKM} örneklerinde yer alan propolis ekstraktının zamana bağlı olarak, kapsüllemenin etkisiyle kontrollü salınımı sağlanarak daha yavaş salındığından örnekler arasındaki antioksidan kapasite farkı ile toplam fenolik madde miktarı farkı daha fazla olarak tespit edilmiştir. Zamana bağlı olarak propolis ekstrakt kapsülü içeren muffin örneklerinin antioksidan kapasitesiyle propolis ekstraktı içeren muffin örneklerinin antioksidan kapasitesi arasındaki fark trolox eşdeğerliği cinsinden ifade edilmiştir. Ayrıca örneklerin toplam fenolik madde miktarı arasındaki fark ise gallik asit eşdeğerliği cinsinden ifade edilmiştir.

Bu veriler ışığında mevcut çalışmada Malatya ili propolislerine ait örnekler başarılı bir şekilde enkapsüle edilmiştir. Propolis örneklerinin zamana ve depolama koşullarına bağlı olarak antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde miktarı düzeyleri değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlardan, propolis ekstraktı içeren

kapsül örneklerinin, propolis ekstrakt örneklerine göre sıcaklık ve depolama sürecinden daha az etkilendiği belirlenmiştir. Enkapsülasyon tekniği sayesinde hapsedilen propolis ekstraktının zengin içeriği, ortam koşullarındaki olumsuz etkilere daha az maruz kalmıştır. Böylece farklı sıcaklık ve uzun depolama koşullarına daha fazla dayanım göstermiş ve içeriğindeki bileşenleri daha uzun süre koruyabilmiştir.

Ayrıca kapsüllemenin etkisiyle propolisin arzu edilmeyen baskın tat-aroma karakteristiği ve keskin kokusu maskelenerek, elde edilen propolis ekstraktının kapsüllenmiş formunun, fonksiyonel gıda olarak muffin üretiminde kullanılmıştır. 25 °C’ de propolis ekstrakt kapsülü içeren muffin örneklerinin salım düzeyleri DPPH testi ile belirlenmiştir. Bu sistemde P_{EKM} örneklerinin antioksidan bileşenleri zamana bağlı olarak saldıkları belirlenmiştir. Enkapsüle propolis içeren muffin örneklerinin 4 haftalık süre sonunda serbest propolis ekstraktı içeren muffin örneklerine göre sıcaklık ve depolama süresinden daha az etkilendiği belirlenmiştir.

Bu deneyler sonucunda çalışmamız amacına göre gerçekleştirilmiş olup, sağlık açısından oldukça faydalı olan propolisin enkapsüle edilerek fonksiyonel bir ürün içerisinde kullanıldığında çevre şartlarından etkilenmeden daha uzun süre korunabileceği ve böylece antioksidan aktivite bakımından zengin, sağlıklı fonksiyonel bir ürün eldesi gerçekleştirilebileceği ortaya konmuştur.

6. KAYNAKLAR

- [1] G. Sevilmiş, *Yükselen trend: Fonksiyonel gıdalar*, **Ar&Ge Bülten**, (2013) 39-46.
- [2] Y. Karaduman, *Fonksiyonel Gıdalar*, 1. Uluslararası Katılımlı Ali Numan Kıraç Tarım Kongresi ve Fuarı, Eskişehir, Türkiye, Nisan 27-30, (2011), s. 1061-1065.
- [3] A. Atik, T. Gümüş, *Propolisin Gıda Endüstrisinde Kullanım Olanakları*, **Akademik Gıda**, 15:1 (2017) 60-65.
- [4] Anonymous. (2016). <https://www.tab.org.tr/propolis> (on-line access on 15 May, 2019).
- [5] R.B. Bodini, P.J.A. Sobral, C.S. Favaro-Trindade, R. A. Carvalho, *Properties of gelatin-based films with added ethanol–propolis extract*, **LWT-Food Science and Technology**, 51:1 (2013) 104-110.
- [6] L.L. Chaillou, M.A. Nazareno, *Chemical variability in propolis from Santiago del Estero, Argentina, related to the arboreal environment as the sources of resins*, **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 89 (2009) 978-983.
- [7] Y.A. Elnakady, A.I. Rushdi, R. Franke, N. Abutaha, H. Ebaid, M. Baabbad, M.O. Omar, A.A. Al Ghamdi, *Characteristics, chemical compositions and biological activities of propolis from Al-Bahah, Saudi Arabia*, **Scientific Reports**, 7 (2017) 41453.
- [8] A.H. Banskota, Y. Tezuka, S. Kadota, *Recent progress in pharmacological research of propolis*, **Phytotherapy Research**, 15 (2001) 561-571.
- [9] F.C. Da Silva, C.S. Favaro-Trindade, S.M. De Alencar, M. Thomazini, J.C.C. Balieiro, *Physicochemical properties, antioxidant activity and stability of spray-dried propolis*, **Journal of ApiProduct and ApiMedical Science**, 3:2 (2011) 94-100.
- [10] N.J. Zuidam, E. Shimoni, “Overview of Microencapsulates for Use in Food Products or Processes and Methods to Make Them”, in N.J. Zuidam, V.A. Nedovic’ (Ed.), *Encapsulation Technologies for Active Food Ingredients and Food Processing*, New York, Springer, 2010, Chapter 2, p. 3-29.
- [11] E. Varhan, M. Koç, *Gıda Bileşenlerinin Sprey Soğutma Yöntemi ile Enkapsülasyonu*, **Food and Health**, 4:3 (2018) 202-212.
- [12] Perihan Kübra Çiçek. *Elektrodöndürme Tekniği ile Üretilen Kurkumin Yüklü Gliadin Nanoliflerinin Üretimi ve Karakterizasyonu*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Türkiye, 2016.
- [13] E. Atak, E. Yılmaz, M.E. Uslu, *Fenolik Bileşiklerin Enkapsülasyonu*, **Soma**

Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi, 2:24 (2017) 82-92.

- [14] H. Enginar, M. Çayır, *Melamin Formaldehit Reçinesiyle Ticari Esans Mikrokapsülasyonu ve Kararlılığının İncelenmesi*, **Afyon Kocatepe University Journal of Science and Engineering**, 16 (2016) 212-221.
- [15] E. Yücesan, H. Başoğlu, B. Göncü, N.Ö. Kandaş, Y.E. Ersoy, F. Akbaş, E. Ayşan, *Mikroenkapsüle edilen paratiroid hücrelerinin in-vitro optimizasyonu*, **Dicle Medical Journal**, 44:4 (2017) 373-380.
- [16] Tuğçe Çoruhli. *Kara Dut Antosiyaninlerinin İyonik Jelasyon Yöntemi ile Enkapsülasyonu ve Enkapsülasyon Parametrelerinin Tepki Yüzeyi Metodu ile Optimize Edilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Türkiye, 2013.
- [17] İ. Gökbulut, F.S. Öztürk, *Gıda Mikroenkapsülasyonunda Aljinat Kullanımı*, **Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi**, 8:1/2 (2018) 16-28.
- [18] M. Açu, O. Yerlikaya, Ö. Kınık, *Mikroenkapsülasyon ve Süt Teknolojisindeki Yeri*, **Akademik Gıda**, 12:1 (2014) 97-107.
- [19] Z. Atak, M. Koç, F. Kaymak-Ertekin, *Gıda Endüstrisinde Aroma Mikrokapsülasyonu*, **Akademik Gıda**, 15:4 (2017) 416-425.
- [20] M. Koç, M. Sakin, F.K. Ertekin, *Mikroenkapsülasyon ve Gıda Teknolojisinde Kullanımı*, **Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi**, 16:1 (2010) 77-86.
- [21] Zeliha Mol. *Kırmızı Lahana (Brassica Oleracea L.)’dan Ekstrakte Edilen Antosiyaninler ile Doğal Mavi Renk Maddesi Üretimi ve Enkapsülasyon Tekniği ile Stabilitesinin Artırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Türkiye, 2016.
- [22] S. Gökmen, R. Palamutoğlu, C. Sarıçoban, *Gıda Endüstrisinde Enkapsülasyon Uygulamaları*, **Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi**, 7:1 (2012) 36-50.
- [23] Zehra Gülsünoğlu. *Koaservasyon Yönteminin Model Mikroorganizmalarda Canlılık Korunumuna Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Türkiye, 2013.
- [24] N.D.A. Arriola, P.I. Chater, M. Wilcox, L. Lucini, G. Rocchetti, M. Dalmina, et al. *Encapsulation of stevia rebaudiana Bertoni aqueous crude extracts by ionic gelation- effects of alginate blends and gelling solutions on the polyphenolic profile*, **Food Chemistry**, 275 (2019) 123-134.
- [25] L.E. Kurozawa, M.D. Hubinger, *Hydrophilic food compounds encapsulation by ionic gelation*, **Current Opinion in Food Science**, 15 (2017) 50-55.
- [26] G.A. Paredes Juarez, M. Spasojevic, M.M. Faas, P. De Vos, *Immunological*

and technical considerations in application of alginate-based microencapsulation systems, **Front Bioeng Biotechnology**, 2 (2014) 26.

- [27] Gizem Cansu Feyzioğlu. *Satureja Hortensis L. Uçucu Yağı Yüklenmiş Kitosan Nanopartiküllerinin ve Kitosan Filmlerin Üretimi ve Karakterizasyonu*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Türkiye, 2016.
- [28] S. Debnath, R.S. Kumar, M.N. Babu, *Ionotropic Gelation-A Novel Method to Prepare Chitosan Nanoparticles*, **Res J Pharm Technology**, 4:4 (2011) 492-495.
- [29] Z. Xiao, Z. Xu, G. Zhu, *Production and characterization of nanocapsules encapsulated linalool by ionic gelation method using chitosan as wall material*, **Food Sci Technology**, 37 (2017) 613-619.
- [30] E. Martins, D. Renard, Z. Adiwijayac, E. Karaoglan, D. Poncelet, *Oil encapsulation in core-shell alginate capsules by inverse gelation. I: Dripping methodology*, **Journal of Microencapsulation**, 34 (2017) 82-90.
- [31] Ş.Ö. Uygur, *Polen ve Propolis Üretimi*, **Arıcılık Araştırma Dergisi**, 2:4 (2010) 24-28.
- [32] U. Kumova, A. Korkmaz, B.C. Avcı, G. Ceyran, *Önemli Bir Arı Ürünü: Propolis*, **Uludağ Bee Journal**, 2:2 (2002) 10-24.
- [33] S. Kutluca, F. Genç, A. Korkmaz, *Propolis*, Samsun Tarım İl Müdürlüğü Çiftçi Eğitimi ve Yayım Şubesi, Samsun, Türkiye, 2006, 52 s.
- [34] O. Öztürk, *Arı Ürünlerinin Sağlık Üzerine Etkileri*, Deneysel Tıp Araştırma Enstitüsü, Moleküler Tıp Anabilim Dalı, İstanbul Üniversitesi, (2010) 89 s.
- [35] C. Mateescu, *Propolis-a medicine*, Institute for Apicultural Research and Development, Bucharest, Romania, (2013) 55 s.
- [36] S. Silici, M. Unlu, G. Vardar-Unlu, *Antibacterial activity and phytochemical evidence for the plant origin of Turkish propolis from different regions*, **World J Microbiol Biotechnol**, 23:12 (2007) 1797-1803
- [37] M. Popova, S. Silici, O. Kaftanoglu, et al. *Antibacterial activity of Turkish propolis and its qualitative and quantitative chemical composition*, **Phytomed**, 12:3 (2005) 221-228.
- [38] S. Albayrak, S. Albayrak, *Propolis: Doğal Antimikrobiyal Madde*, **Ankara Eczacılık Fakültesi Dergisi**, 37:3 (2008) 201-215.
- [39] S. Silici, *Propolis üzerine ön klinik araştırmalar*, **Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, 31:3 (2015) 185-191.
- [40] H. Memmedov, O. Aldemir, E. Aliyev, *Propolisin Antioksidan ve*

Antiinflamatuvar Etkisi, Arıcılık Araştırma Dergisi, 9:2 (2017) 56-62.

- [41] K. Sorkun, Ö. Gençay, B. Salih, Türkiye, Brezilya ve Japonya’da 17 farklı lokasyondan toplanan propolis örneklerinin GC-MS analizi, Kafkas bal arısı çalıştay, Camili-Artvin, Türkiye, Temmuz 14-23, (2006).
- [42] K. Sorkun, B. Süer, B. Salih, *Determination of chemical composition of Turkish propolis*, **Z. Naturforsch**, 56c (2001) 666-668.
- [43] H. Memmedov, O. Aldemir, E. Aliyev, *Propolisin Antikanser Etkisi*, **Arıcılık Araştırma Dergisi**, 10:1 (2018) 20-27.
- [44] A. G. Hegazi, Propolis an overview, Congreso Internacional de Propóleos, Buenos Aires, Argentina, September 1-2, (2000).
- [45] O. Sağdic, S. Silici, H. Yetim, *Fate of Escherichia coli and E. coli O157:H7 in apple juice treated with propolis extract*, **Annals of microbiology**, 57:3 (2007) 345-348.
- [46] İ. Hubbezoğlu, D.Ü. Özcan, Z. Sümer, *Kök kanal irrigasyonunda propolis içerikli solüsyonlar ile potasyum titanyum fosfat lazerin Escherichia coli üzerine etkileri*, **Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi**, 21:1 (2011) 15-21.
- [47] A. Temiz, A. Şener, A. Ö. Tüylü, K. Sorkun, B. Salih, *Antibacterial activity of bee propolis samples from different geographical regions of Turkey against two foodborne pathogens, Salmonella enteritidis and Listeria monocytogene*, **Turkish journal of biology**, 35:4 (2011) 503-511.
- [48] M.C. Marcucci, *Propolis: Chemical Composition, Biological Properties and Therapeutic Activity*, **In Apidologie**, 26 (1995) 83-99.
- [49] A.N. Koç, S. Silici, F. Kasap, H.T. Hürmet Öz, H. Mavus-Buldu, B.D. Ercal, *Antifungal activity of the honeybee products against Candida spp. and Trichosporon spp.*, **Journal of medicinal food**, 14:1-2 (2011) 128-134.
- [50] S. Silici, N.A. Koç, D. Ayangil, S. Çankaya, *Antifungal activities of propolis collected by different races of honeybees against yeasts isolated from patients with superficial mycoses*, **Journal of Pharmaceutical Sciences**, 99 (2005) 39-44.
- [51] S. Bogdanov, *Propolis: Composition, Health, Medicine: A Review*, **Bee Product Science**, (2017) 1-44.
- [52] S. Silici, S. Kutluca, *Chemical composition and antibacterial activity of propolis collected by three different races of honeybees in the same region*, **In Journal of Ethnopharmacology**, 99:1 (2005) 69-73.
- [53] M. Huleihel, V. Isanu, *Anti-herpes simplex virus effect of an aqueous extract of propolis*, **The Israel medical association journal**, 4:11 (2002) 923-927.

- [54] İ. Gülçin, E. Bursal, M.H. Şehitoğlu, M. Bilsel, A.C. Gören, *Polyphenol contents and antioxidant activity of lyophilized aqueous extract of propolis from Erzurum, Turkey*, **Food and Chemical Toxicology**, 48 (2010) 2227-2238.
- [55] İ. Seven, T. Aksu, P. Tatlı Seven, *Propolis ve hayvan beslemede kullanımı*, **Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi**, 18:2 (2007) 79-84.
- [56] A.F. Bozkurt, F. Kurtoğlu, *Evaluation of the effects of propolis administration on lipid peroxidation (MDA) and some biochemical parameters of mice*, **Mellifera**, 10:20 (2010) 2-13.
- [57] S. K. Jaganathan, M. Mandal, *Involvement of nonprotein thiols, mitochondrial dysfunction, reactive oxygen species and p 53 in honey-induced apoptosis*, **Invest New Drugs**, 28 (2010) 624-633.
- [58] E. Pichichero, R. Cicconi, M. Mattei, M. G. Muzi, A. Canini, *Acacia honey and chrysin reduce proliferation of melanoma cells through alterations in cell cycle progression*, **Int. J. Oncol**, 37 (2010) 973-981.
- [59] S. Samarghandian, J. T. Afshari, S. Davoodi, *Honey induces apoptosis in renal cell carcinoma*, **Pharmacogn Mag**, 7:25 (2011) 46-52.
- [60] M. Lotfy, *Biological Activity of Bee Propolis in Health and Disease*, **Asian Pacific Journal of Cancer Prevention**, 7:22 (2006) 31.
- [61] M. R. Ahn, S. W. Kim, S. Kumazawa, T. Ohta, *Artepillin C suppresses angiogenesis by inhibiting tubeformation and inducing apoptosis of endothelial cells*, **Journal of Food and Nutrition Research**, 1:5 (2013) 92-96.
- [62] M. Güney, B. Oral, N. Karahan, T. Mungan, *Protective effect of caffeic acid phenethyl ester (CAPE) on fluoride-induced oxidative stress and apoptosis in rat endometrium*, **Environ Toxicol Pharmacol**, 24:2 (2007) 86-91.
- [63] S. Patel, *Emerging Adjuvant Therapy for Cancer: Propolis and its Constituents*, **Journal of Dietary Supplements**, 13:3 (2016) 245-268.
- [64] M. Omene, M. Kalac, J. Wu, E. Marchi, K. Frenkel, O. A. Connor, *Propolis and its active component, caffeic acid phenethyl ester (CAPE), modulate breast cancer therapeutic targets via an epigenetically mediated mechanism of action*, **J. Cancer Sci Ther**, 5:10 (2013) 334-342.
- [65] N. Oršolić, N. Car, D. Lisicic, V. Benkovic, A. H. Knezevic, D. Dikic, J. Pertik, *Synergism between propolis and hyperthermal intraperitoneal chemotherapy with cisplatin on ehrlich ascites tumor in mice*, **J. Pharm. Science**, 102:12 (2013) 4395-405.
- [66] D. Lisičić, V. Benković, D. Đikić, A. S. Blažević, J. Mihaljević, N. Oršolić, A. H. Knežević, *Addition of propolis to irinotecan therapy prolongs survival in ehrlich ascites tumor-bearing mice*, **Cancer Biotherapy &**

Radiopharmaceuticals, 29:2 (2014) 62-69.

- [67] N. Orsolić, I. Basić, *Antitumor, hematostimulative and radioprotective action of water-soluble derivative of propolis (WSDP)*, **Biomedicine and Pharmacotherapy**, 59:10 (2005), 561-570.
- [68] K. Inoue, M. Saito, T. Kanai, T. Kawata, N. Shigematsu, T. Uno, K. Isobe, C. H. Liu, H. Ito, *Anti-Tumor Effects of Water-Soluble Propolis on a Mouse Sarcoma Cell Line In Vivo and In Vitro*, **The American Journal of Chinese Medicine**, 36:3 (2008) 625-634.
- [69] D. Lisicic, V. Benkovic, D. Dikic, A.S. Blazevic, J. Mihaljevic, N. Orsolic, A.H. Knezevic, *Addition of Propolis to Irinotecan Therapy Prolongs Survival in Ehrlich Ascites Tumor-Bearing Mice*, **Cancer Biotherapy and Radiopharmaceuticals**, 29:2 (2014) 62-69.
- [70] E. Onur, A. Nalbantsoy, D. Kışla, *İmmünoterapi ve Propolisin Kanser İmmünoterapisinde Kullanım Potansiyeli*, **Food and Health**, 4:4 (2018) 231-246.
- [71] E.A. Moghazy, M.O.A. El-Shaarawy, *Quality attributes of beefburger as affected by using propolis and frozen storage*, **Egyptian Journal of Agricultural Research**, 79:4 (2001) 479-495.
- [72] M. Duman, E. Özpolat, *Effect of water extract of propolis of fresh shibuta (*Barbus grypus*) fillets during chilled storage*, **Food Chemistry**, 189 (2015) 80-85.
- [73] F.H. Ali, G. M. Kassem, O. A. Atta-Alla, *Propolis as a natural decontaminant and antioxidant in fresh oriental sausage*, **Veterinari Italiana**, 46:2 (2010) 167-72.
- [74] S. Bernardi, C. S. Favaro-Trindade, M. A. Trindade, J. C. C. Balieiro, A. D. Cavenaghi, C. J. Contrera-Castillo, *Italian-type salami with propolis as antioxidant*, **Ital. J. Food Science**, 25 (2013) 443-440.
- [75] C. A. Kunrath, D. C. Savoldi, J. P. F. Mileski, C. R. Novello, A. T. Alfaro, J. F. Marchi, I. B. Tonial, *Application and evaluation of propolis, the natural antioxidant in Italian-type salami*, **Brazilian Journal of Food Technology**, 20 (2017) 1-10.
- [76] W. Yang, Z. Wu, Z. Y. Huang, X. Miao, *Preservation of orange juice using propolis*, **Journal of Food Science and Technology**, 54:11 (2017) 1-9.
- [77] A. N. Koç, S. Silici, F. M. Sarigüzel, O. Sağdıç, *Antifungal Activity of Propolis in Four Different Fruit Juices*, **Food Technol. Biotechnology**, 45:1 (2007) 57-61.
- [78] B. A. M. El-Neney, N. B. Awadşen, Y. Z. Eid, *The Use of Bee Propolis as a Source of Natural Additives to Improve the Productive Performance and Immune System of Local Chickens*, 9th International Poultry Conference,

Hurghada, Red Sea -Egypt, November 7-10, (2016).

- [79] M. A. Abdel-Rahman, G. M. Mosaad, *Effect of Propolis as Additive on Some Behavioural Patterns, Performance and Blood Parameters in Muscovy Broiler Ducks*, **Journal of Advanced Veterinary Research**, 3 (2013) 64-68.
- [80] C. Jansen-Alves, D. S. V. Maia, F. D. Krumreich, M. M. Crizel-Cardoso, J. B. Fioravante, W. P. da Silva, C. D. Borges, R. C. Zambiazzi, *Propolis microparticles produced with pea protein: characterization and evaluation of antioxidant and antimicrobial activities*, **Food Hydrocolloids**, 87 (2019) 703-711.
- [81] M. Keskin, Ş. Keskin, S. Kolaylı, *Alginate-Propolis Mikro kapsüllerin in vitro Sindirim Sisteminde Salınımının Ham Propolis ile Kıyaslanması*, **Uludağ Arıcılık Dergisi**, 18:2 (2018) 94-100.
- [82] E. Mascheroni, A. Figoli, A. Musatti, S. Limbo, E. Drioli, R. Suevo, S. Talarico, M. Rollini, *An alternative encapsulation approach for production of active chitosan-propolis beads*, **Int. J. Food. Sci. Technology**, 49 (2014) 1401-1407.
- [83] S. Spinelli, A. Conte, L. Lecce, A. L. Incoronato, M. A. del Nobile, *Microencapsulated propolis to enhance the antioxidant properties of fresh fish burgers*, **Journal of Food Process Engineering**, 38 (2015) 527-535.
- [84] M.P. Nori, C.S. Favaro-Trindade, S.M. Alencar, M. Thomazini, J.C.C. Balheiro, C.J.C. Andcastillo, *Microencapsulation of Propolis Extract By Complex Coacervation*, **Lwt – Food Sci Technology**, 44 (2011) 429-435.
- [85] C. Jansen-Alves, K. F. Fernandes, M. M. Crizel-Cardozo, F. D. Krumreich, C. D. Borges, R. C. Zambiazzi, *Microencapsulation of propolis in protein matrix using spray drying for application in food systems*, **Food and Bioprocess Technology**, 11:7 (2018) 1422-1436.
- [86] A. S. Reis, C. Diedrich, C. Moura, D. Pereira, J. F. Almeida, L. D. Silva, M. S. V. Plata Oviedo, R. A. W. Tavares, S. T. Carpes, *Physico-chemical characteristics of microencapsulated propolis co-product extract and its effect on storage stability of burger meat during storage at -15 °C*, **Food Science and Technology**, 76 (2017) 306-313.
- [87] N. Grigelmo-Miguel, E. Carreras-Boladeras, O. Martín-Belloso, *Development of high-fruit-dietary-fibre muffins*, **Eur Food Res Technology**, 210 (1999) 123-128.
- [88] S. D. Dutcosky, *Análise Sensorial de Alimentos* (2th ed.), Curitiba: Champagnat, 2007, 426 p.
- [89] M. Keskin, Ş. Keskin, S. Kolaylı, *Preparation of alcohol free propolis-alginate microcapsules, characterization and release property*, **LWT- Food Science and Technology**, 108 (2019) 89-96.

- [90] P. Abinden, L. Deladino, A. Navarro, J. Amaly, M. Martino, *Yerba mate extract encapsulation with alginate and chitosan systems, interactions between active compound encapsulation polymers*, **Journal of Encapsulation and Adsorption Sciences**, 1 (2011) 80-87.
- [91] U. Baysan, F. Elmas, M. Koç, *The effect of spray drying conditions on physicochemical properties of encapsulated propolis powder*, **J Food Process Eng.**, 42 (2019) 1-11.
- [92] V.M. Buscha, A. Pereyra-Gonzalez, N. Segatind, P.R. Santagapita, N. Poklar Ulrich, M.P. Buera, *Propolis encapsulation by spray drying: Characterization and stability*, **LWT- Food Science and Technology**, 75 (2017) 227-235.
- [93] M. Paini, B. Aliakbarian, A. A. Casazza, A. Lagazzo, R. Botter, P. Perego, *Microencapsulation of phenolic compounds from olive pomace using spray drying: a study of operative parameters*, **LWT- Food Science and Technology**, 62 (2015) 177-186.
- [94] V. M. Silva, G. S. Vieira, M. D. Hubinger, *Influence of different combinations of wall materials and homogenisation pressure on the microencapsulation of green coffee oil by spray drying*, **Food Research International**, 61 (2014) 132-143.
- [95] N. Dura'n, P.D. Marcato, C.M.S. Buffo, M.M.M. De Azevedo, E. Esposito, *Poly (epsilon-caprolactone)/propolis extract:microencapsulation and antibacterial activity evaluation*, **Pharmazie**, 62:4 (2007) 287-290.
- [96] E. Arena, B. Fallico, E. Maccarone, *Evaluation of antioxidant capacity of blood orange juices as influenced by constituents, concentration process and storage*, **Food Chemistry**, 74 (2001) 423-427.
- [97] A. Del Caro, A. Piga, V. Vacca, M. Agabbio, *Changes of flavonoids, vitamin C and antioxidant capacity in minimally processed citrus segments and juices during storage*, **Food Chemistry**, 84 (2004) 99-105.
- [98] D. Walkowiak-Tomczak, *Changes In Antioxidant Activity Of Black Chokeberry Juice Concentrate Solutions During Storage*, **Acta Sci. Pol. Technol. Aliment**, 6:2 (2007) 49-55.
- [99] G.A. Spanos, R.E. Wrolstad, *Influence of variety, maturity, processing and storage on the phenolic composition of pear juice*, **J. Agric. Food Chem.**, 38:3 (1990b) 1572-1579.
- [100] W.A. Sistrunk, J.R. Morris, *Changes in Muscadine Grape Juice Quality During Cold Stabilization and Storage of Bottled Juice*, **Journal of Food Science**, 49 (1984) 239-245.
- [101] N. Kalogeropoulos, S. Konteles, I. Mourtzinis, E. Troullidou, A. Chiou, V. T. Karathanos, *Encapsulation of Complex Extracts in β - cyclodextrin: An Application to Propolis Ethanolic Extract*, **Journal of Microencapsulation**, 26:7 (2009) 603-613.

- [102] H. Liu, B. Chen, Z. Mao, C. Gao, *Chitosan Nanoparticles for Loading of Toothpaste Actives and Adhesion on Tooth Analogs*, **Journal of Applied Polymer Science**, 106 (2007) 4248–4256.



ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Mervenur BAĞDATLI

Doğum Yeri ve Tarihi: Malatya, 03.06.1994

Adres: Yeşilyurt / MALATYA

E-Posta: mnbagdatli@hotmail.com

Lisans: İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği (2013-2017)

Mesleki Deneyimler: Kaçmazlar Gıda Sanayi Tic. Ltd. Şti. - Stajyer, 2016
Kayısı Araştırma Enstitüsü - Stajyer, 2016

Katıldığı Seminerler: “Gıda Mühendisliği 9. Öğrenci Kongresi” 4-5 Mayıs 2018,
Malatya.

“TÜBA Gıda Güvenliği Sempozyumu” 12-14 Ekim 2017,
Malatya.

“International Symposium on Medicinal, Aromatic and Dye
Plants” 5-7 Ekim 2017, Malatya.