BAZI PROBİYOTİK BAKTERİLERİN İĞDE (*Elaeagnus angustifolia* L.) ÜZERİNE ENKAPSÜLASYONUNUN ANALİTİK YÖNTEMLERLE ARAŞTIRILMASI

Büşra KARKAR

T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAZI PROBİYOTİK BAKTERİLERİN İĞDE (*Elaeagnus angustifolia* L.) ÜZERİNE ENKAPSÜLASYONUNUN ANALİTİK YÖNTEMLERLE ARAŞTIRILMASI

Büşra KARKAR
0000-0001-6547-5558

Prof. Dr. Saliha ŞAHİN
(Danışman)

DOKTORA TEZİ
KİMYA ANABİLİM DALI

BURSA – 2023
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

Doktora Tezi

BAZI PROBİYOTİK BAKTERİLERİN İĞDE (*Elaeagnus angustifolia* L.) ÜZERİNE ENKAPSÜLASYONUNUN ANALİTİK YÖNTEMLERLE ARAŞTIRILMASI

Büşra KARKAR

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Kimya Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Saliha ŞAHİN

Probiyotik bakteriler insan sağlığı üzerine olumlu etki gösteren ve gıdalarda starter kültür olarak kullanılan canlı mikroorganizmalardır. Bakterilerin gıdalara uygulanabilmeleri ve istenilen etkiyi gösterebilmeleri için gıda işleme operasyonunun tüm aşamalarında, depolama sürecinde ve gastrointestinal sistemde canlı kalmaları gerekmektedir. Bu nedenle *L. casei* ve *L. acidophilus* probiyotik bakterileri fenolik bileşenlerce zengin ve prebiyotik özelliğe sahip olan iğde unu ile emülsiyon yöntemi kullanılarak enkapsüle edilmiştir. Nevşehir ilinin üç farklı lokasyonunda yetişen iğde (*Elaeagnus angustifolia* L.) bitkisinin un, kabuk, çekirdek, çiçek ve yaprak kısımlarının sekiz farklı çözücü ve asidik hidroliz ekstraktlarının toplam fenolik, karotenoid, flavonoid içeriği, antioksidan kapasitesi ve fenolik bileşik profilleri değerlendirilmiş ve iğde unu *L. casei* ve *L. acidophilus* bakterilerinin enkapsülasyonu için kaplama materyali olarak seçilmiştir. Seçilen iğde ununun toplam yağ, şeker, protein, nişasta, karbohidrat, diyet lif, nem, kül, kuru madde ve titre edilebilir asitlik içerikleri belirlenmiştir. Daha sonra *L.casei* ve *L. acidophilus* bakterilerinin iğde unu kullanılarak maksimum verim ile enkapsüle edilebilmeleri için gerekli optimum koşullar merkezi kompozit dizayn-yanıt yüzey metodolojisi ile kemometrik olarak belirlenmiştir. Optimizasyon sonucunda enkapsülasyon verimi *L. casei*-iğde unu ve *L. acidophilus*-iğde unu kapsülleri için sırasıyla %93,66±2,58 ve %74,97±1,34 olarak bulunmuştur. Elde edilen kapsüllerin yapısal karakterizasyonu için gerçekleştirilen SEM analizi ile *L. casei*-iğde unu ve *L. acidophilus*-iğde unu kapsüllerinin boyutları sırasıyla 104,8±26,3 µm ve 95,7±12,1 µm olarak belirlenmiş ve FTIR analizi enkapsülasyon işleminin iğde ununun yapısında değişiklik meydana gelmeden gerçekleştiğini göstermiştir. Depolama esnasında bakterilerin canlılık kaybı değerlendirildiğinde, mikrokapsüllerdeki bakterilerin canlılık kaybının serbest bakterilere kıyasla çok daha az olduğu belirlenmiştir. Gastrointestinal koşullarda ise serbest bakterilerin bağırsak ortamına ulaşmadan önce canlılıklarını yitirdikleri, ancak kapsüllenmiş bakterilerin canlılıklarını korudukları gözlenmiştir. (Bu tez YÖK 100/2000 kapsamında "Yenilikçi Gıda İşleme Teknolojileri ve Gıda Biyoteknolojisi" öncelikli alanında yapılmıştır.)

Anahtar Kelimeler: *L. acidophilus*, *L. casei*, *Elaeagnus angustifolia* L., enkapsülasyon, fenolik bileşik

2023, xv + 163 sayfa.

ABSTRACT

PhD Thesis

INVESTIGATION OF ENCAPSULATION OF SOME PROBIOTIC BACTERIA ONTO OLEASTER (*Elaeagnus angustifolia* L.) BY ANALYTICAL METHODS

Büşra KARKAR

Bursa Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Chemistry

Supervisor: Prof. Dr. Saliha ŞAHİN

Probiotic bacteria are living microorganisms that have a positive effect on human health and are used as starter cultures in foods. For the use of bacteria to be applied to foods and to show the desired effect, they must remain alive in all stages of food processing, storage, and the gastrointestinal system. For this reason, *L. casei* and *L. acidophilus* probiotic bacteria were encapsulated by using the emulsion method with oleaster flour, which is rich in phenolic compounds and has prebiotic properties. The total phenolic, carotenoid, flavonoid content, antioxidant capacity, and phenolic compound profiles of eight different solvent and acidic hydrolyzed extracts of flour, bark, seed, flower, and leaf parts of the oleaster (*Elaeagnus angustifolia* L.) plant grown in three different locations in Nevşehir province were evaluated and oleaster flour was selected as the coating material of *L. casei* and *L. acidophilus* bacteria. The total fat, sugar, protein, starch, carbohydrate, dietary fiber, moisture, ash, dry matter, and titratable acidity contents of the selected oleaster flour were determined. Then, the optimum conditions required for the encapsulation of *L. casei* and *L. acidophilus* bacteria with maximum efficiency by using oleaster flour were determined chemometrically by central composite design-response surface methodology. As a result of the optimization, the encapsulation efficiency was found to be 93.66±2.58% and 74.97±1.34% for *L. casei*-oleaster flour and *L. acidophilus*-oleaster flour capsules, respectively. SEM analysis performed for structural characterization of the obtained capsules showed that the size of *L. casei*-oleaster flour and *L. acidophillus*-oleaster flour capsules were 104.8±26.3 µm and 95.7±12.1 µm, respectively, and FTIR analysis showed that the encapsulation process occurred without any change in the structure of the oleaster flour. When the loss of viability of bacteria during storage was evaluated, it was determined that the loss of viability of bacteria in microcapsules was much less compared to free bacteria. In gastrointestinal conditions, it was observed that free bacteria lost their viability before reaching the intestinal environment, but encapsulated bacteria maintained their viability. (This thesis was carried out in the priority area of "Innovative Food Processing Technologies and Food Biotechnology" within the scope of 100/2000 Programme by the Council of Higher Education.)

Key words: *L. acidophillus*, *L. casei*, *Elaeagnus angustifolia* L., encapsulation, phenolic compound

2023, xv + 163 pages.

TEŞEKKÜR

Bana inanan, güvenen ve elindeki tüm imkanlarını benimle paylaşarak yolumu açan, o yolda benimle beraber yürüyen ve üzerimden elini bir an bile çekmeyen, danışmanlığının yanı sıra anneliğini benden eksik etmeyen, hayatımın önemli bir noktasında yer alan ve daima orada olacak olan, üzerimdeki hakkını asla ödeyemeyeceğim danışman hocam Prof. Dr. Saliha ŞAHİN'e teşekkür ederim.

Birlikte çalışmaktan onur duyduğum, bilgi ve tecrübelerini benden esirgemeyen, her sorunda imdadıma yetişen değerli hocam Doç. Dr. Önder AYBASTIER'e destekleri için çok teşekkür ederim.

Tezimin oluşumunda ve ilerlemesinde hiç bilmediğim bir yolda bana kapısını açan ve bu yola bilimsel anlamda beni hazırlayan, her türlü desteğini gördüğüm değerli hocam Prof. Dr. Lütfiye YILMAZ ERSAN'a ve tez çalışmalarım süresince bilgi, öneri ve desteklerini esirgemeyen, tezimin gelişmesine katkı sağlayan değerli hocam Prof. Dr. Hüseyin ALTUNDAĞ'a teşekkür ederim.

Tezimin ilerlemesi adına fazlasıyla ihtiyaç duyduğum cihazı oldukça uzun bir süre kullanmama olanak sağlayan, bana olan inancından onur duyduğum saygıdeğer hocam Doç. Dr. Mesut ERTAN GÜNEŞ'e teşekkür ederim.

Enerjisi, düşünceleri ve sözleriyle modumu yükselten, bilimsel anlamda ufkumu açan, kahve içmekten ve sohbet etmekten keyif aldığım canım hocam Doç. Dr. Aslı GÖÇENOĞLU SARIKAYA'ya desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Tez çalışmam boyunca yardımlarına ihtiyaç duyduğum, arada bir atıştığım ama birlikte çalışmaktan çok keyif aldığım, yolları uzun ve açık, kalpleri güzel çalışma arkadaşlarım İlkyaz PATIR'a, Gizem BAYAÇLI'ya, Serenay EYÜBOĞLU'na ve Elif TÜLEK'e emekleri için teşekkür ederim.

Bu zorlu süreçte tüm kahrımı, nazımı, gelgitlerimi, duygusal patlamalarımı çeken, olmazları oldurmama yardım eden, hayatımın en değerli varlıkları olan kardeşlerim Ebru KARKAR'a, Derya KARKAR'a ve biz kızları olarak ayaklarımızın üzerinde durabilelim, diye kendi hayatından fedakarlık eden canımdan öte annem Semiha YILDIZ'a teşekkür ederim.

Tez çalışmamı FGA-2021/416 numaralı proje kapsamında destekleyen Bursa Uludağ Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri birimine teşekkür ederim.

Bursa Uludağ Üniversitesi YÖK 100/2000 "Yenilikçi gıda işleme teknolojileri ve gıda biyoteknolojisi" öncelikli alanlar doktora burs programı tarafından desteklenen tez çalışmamdan dolayı Yükseköğretim Kurulu'na teşekkür ederim.

Doktora sürecim boyunca TÜBİTAK 2211-A Genel Yurt İçi Doktora Burs Programı ile desteklerinden dolayı TÜBİTAK'a teşekkür ederim.

Büşra KARKAR
23/01/2023

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET iv
ABSTRACT v
TEŞEKKÜR vi
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ ix
ŞEKİLLER DİZİNİ xii
ÇİZELGELER DİZİNİ xiv
1. GİRİŞ 1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI 4
2.1. Fonksiyonel Gıdalar 4
2.2. Prebiyotikler 5
2.3. Probiyotik Bakteriler 6
2.3.1. *Lactobacillus* spp. 8
2.3.2. *Lactobacillus acidophilus* 9
2.3.3. *Lactobacillus casei* 9
2.4. Sinbiyotik Gıdalar 10
2.5. Probiyotik Ürünler 10
2.6. Probiyotik Bakterilerin Gıdalara Uygulanabilirliği 11
2.7. Enkapsülasyon 12
2.7.1. Enkapsülasyon çeşitleri 13
2.7.2. Enkapsülasyon teknikleri 13
2.7.3. Enkapsülasyonun gıda endüstrisinde kullanım amaçları 18
2.8. Probiyotik Bakterilerin Enkapsülasyonu 18
2.9. İğde (*Elaeagnus angustifolia* L.) 19
2.10. İğdenin Gıdalarda Kullanımı 20
3. MATERYAL ve YÖNTEM 22
3.1. Materyal 22
3.1.1. Tez kapsamında kullanılan cihazlar 22
3.1.2. Tez kapsamında kullanılan kimyasallar 25
3.1.3. Tez kapsamında kullanılan sarf malzemeler 28
3.1.4. Tez kapsamında kullanılan çözeltiler 28
3.2. Yöntem 33
3.2.1. İğde örneklerinin toplanması 33
3.2.2. İğde örneklerinin ekstraksiyon işlemleri 33
3.2.3. Toplam fenolik madde analizi 36
3.2.4. Toplam flavonoid analizi 36
3.2.5. Toplam karotenoid analizi 36
3.2.6. ABTS yöntemi ile antioksidan kapasite analizi 37
3.2.7. CHROMAC yöntemi ile antioksidan kapasite analizi 37
3.2.8. DPPH yöntemi ile antioksidan kapasite analizi 38
3.2.9. FRAP yöntemi ile antioksidan kapasite analizi 39
3.2.10. İğde ekstraktlarında bulunan fenolik bileşiklerin analizi 39
3.2.11. İğde (*Elaeagnus angustifolia* L.) ununun fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi 40
3.2.12. İğde (*Elaeagnus angustifolia* L.) ununun sterilizasyonu 41
3.2.13. Probiyotik bakterinin geliştirilmesi ve aktive edilmesi 41
3.2.14. Probiyotik bakterinin iğde unu üzerine enkapsüle edilmesi 43

3.2.15. Mikrobiyolojik analizler 48
3.2.16. Serbest ve enkapsüle edilen probiyotik bakterilerin depolama süresince canlılıkları 51
3.2.17. Serbest ve enkapsüle edilen probiyotik bakterilerinin *in-vitro* gastrointestinal ortamdaki canlılıkları 51
3.2.18. Mikrokapsüllerin yüzey analizleri ve boyutlarının belirlenmesi 58
4. BULGULAR ve TARTIŞMA 59
4.1. Spektroskopik Bulgular 59
4.1.1. Toplam fenolik madde içeriği 59
4.1.2. CHROMAC yöntemi ile antioksidan kapasite analizi 61
4.1.3. ABTS yöntemi ile antioksidan kapasite analizi 61
4.1.4. FRAP yöntemi ile antioksidan kapasite analizi 62
4.1.5. DPPH yöntemi ile antioksidan kapasite analizi 63
4.1.6. Toplam flavonoid içeriği 64
4.1.7. Toplam karotenoid içeriği 66
4.2. Kromatografik Bulgular 78
4.3. İğde Ununun Fizikokimyasal Özellikleri 115
4.4. İğde Ununun Sterilizasyonu 116
4.5. Probiyotik Bakterinin İğde Unu Üzerine Enkapsüle Edilmesi ve Optimum Koşulların Belirlenmesi 118
4.6. Serbest ve Enkapsüle Edilen Probiyotik Bakterilerin Depolama Süresince Canlılıkları 126
4.7. Serbest ve Enkapsüle Edilen Probiyotik Bakterilerin *İn-vitro* Gastrointestinal Ortamdaki Canlılıkları 130
4.8. İğde Unu ve İğde Unu-Probiyotik Bakteri Kapsüllerinin FTIR Analizleri 136
4.9. Kapsüllerin Yüzey Morfolojisi ve Boyutlarının Belirlenmesi 139
5. SONUÇ 149
KAYNAKLAR 151
ÖZGEÇMİŞ 161

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
%	Yüzde
°C	Santigrat derece
<	Küçüktür
A	Absorbans
b_0	Sabit terim
b_i	Doğrusal etkileşim sabiti
b_{ii}	Parabolik etkileşim sabiti
b_{ij}	Parametre etkileşim sabiti
cm	Santimetre
d	Işık yolu
dk	Dakika
F	Seyrelme faktörü
g	Gram
IC_{50}	Yarı maksimum inhibisyon derişimi
k	Faktör sayısı
kg	Kilogram
kob	Koloni oluşturan birim
L	Litre
log	Logaritma
M	Molarite
mg	Miligram
mL	Mililitre
mm	Milimetre
mM	Milimolar
N	Normalite
nm	Nanometre
ppm	Milyonda bir kısım
R^2	Korelasyon katsayısı
v/v	Hacim/hacim
w/v	Kütle/hacim
x_i	Bağımsız değişken
x_j	Bağımsız değişken
y	Yanıt
α	Alfa
β	Beta
ε	Molar sönüm katsayısı
µg	Mikrogram
µL	Mikrolitre
µm	Mikrometre
µmol	Mikromol

Kısaltmalar	**Açıklama**
2-HCA	2-hidroksisinamik asit
A	Aseton
ABTS	2,2-azinobis(3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit)
AH	Asidik hidroliz
ANOVA	Varyans analizi
B	Bütanol
BC	Beta-karoten
C	Derişim
CAF	Kafeik asit
CAT	Kateşin
CE	Kateşin eşdeğeri
CHL	Klorojenik asit
CHROMAC	Krom indirgeyici antioksidan kapasite tayini
DF	Serbestlik derecesi
DPPH	2,2-difenil-1-pikrilhidrazil
E	Etanol
EA	Etil asetat
ECAT	Epikateşin
ECATG	Epikateşin gallat
EGCAT	Epigallokateşin
EGCATG	Epigallokateşin gallat
ELA	Ellagik asit
FAO	Gıda ve Tarım Örgütü
FER	Ferulik asit
FRAP	Demir (III) iyonu indirgeyici antioksidan gücü
FTIR	Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi
FTS	Fizyolojik tuzlu su
GA	Gallik asit
GAE	Gallik asit eşdeğeri
H	Hekzan
HPLC-DAD	Yüksek performanslı sıvı kromatografisi-diod serili dedektör
IQU	İzokuersitrin
KA	Kuru ağırlık
KAM	Kamferol
KAMG	Kamferol-3-glikozit
LAE	Enkapsüle *L. acidophillus*
LAS	Serbest *L. acidophillus*
LCE	Enkapsüle *L. casei*
LCS	Serbest *L. casei*
LOD	Tespit Sınırı
LOQ	Tayin Sınırı
LU	Luteolin
M	Metanol
MRS	Man Ragosa
MS	Ortalamaların karesi
MYR	Mirisetin

Kısaltmalar	**Açıklama**
PCA	*p*-kumarik asit
PE	Petrol eteri
PHBA	*p*-hidroksibenzoik asit
PRCA	Protokatekuik asit
QE	Kuersetin eşdeğeri
QU	Kuersetin
RES	Resveratrol
ROS	Rosmarinik asit
RU	Rutin
SE	Çözücü ekstraksiyonu
SEM	Taramalı elektron mikroskobu
SGF	Simüle mide sıvısı
SIF	Simüle bağırsak sıvısı
SS	Karelerin toplamı
TA	Taze ağırlık
TCC	Toplam karotenoid içeriği
te	Tespit edilemedi
TE	Troloks eşdeğeri
TFC	Toplam flavonoid
TK	Toplam karbohidrat
TN	Toplam nişasta
TP	Toplam protein
TPC	Toplam fenolik madde
TPTZ	2,4,6-tris(2-piridil)-s-triazin
TS	Toplam şeker
TY	Toplam yağ
USA	Amerika Birleşik Devletleri
UV-GB	Ultraviyole/Görünür bölge
VAN	Vanilik asit
W	Su
WHO	Dünya Sağlık Örgütü

ŞEKİLLER DİZİNİ

		Sayfa
Şekil 2.1.	Enkapsülasyon işlemi	12
Şekil 2.2.	Emülsiyon yöntemi	17
Şekil 2.3.	İğde (*Elaeagnus angustifolia* L.)	19
Şekil 3.1.	İğde örneklerinin çözücü ekstraksiyonunun şematik gösterimi	34
Şekil 3.2.	İğde örneklerinin asidik hidroliz ekstraksiyonunun şematik gösterimi	35
Şekil 3.3.	*L. casei* ve *L. acidophilus* probiyotik bakterilerinin geliştirilmesi	42
Şekil 3.4.	Probiyotik bakteri kültürlerinin aktive edilmesi	43
Şekil 3.5.	İğde unu üzerine probiyotik bakterilerin enkapsülasyonu	44
Şekil 3.6.	Serbest probiyotik bakterilerin mikrobiyolojik analiz şeması	49
Şekil 3.7.	Enkapsüle edilen probiyotik bakterilerin mikrobiyolojik analiz şeması	50
Şekil 3.8a.	Enkapsüle probiyotik bakterilerin SGF ortamında canlılıklarının incelenmesi	52
Şekil 3.8b.	Serbest probiyotik bakterilerin SGF ortamında canlılıklarının incelenmesi	53
Şekil 3.9a.	Enkapsüle probiyotik bakterilerin SIF ortamında canlılıklarının incelenmesi	54
Şekil 3.9b.	Serbest probiyotik bakterilerin SIF ortamında canlılıklarının incelenmesi	55
Şekil 3.10a.	Enkapsüle probiyotik bakterilerin SGF-SIF ortamında canlılıklarının incelenmesi	56
Şekil 3.10b.	Serbest probiyotik bakterilerin SGF-SIF ortamında canlılıklarının incelenmesi	57
Şekil 4.1.	İğde unu metanol çözücüsü ile asidik hidroliz ekstraktının kromatogramı	84
Şekil 4.2.	İğde kabuğu metanol çözücüsü ile asidik hidroliz ekstraktının kromatogramı	90
Şekil 4.3.	İğde çekirdeği metanol çözücüsü ile asidik hidroliz ekstraktının kromatogramı	96
Şekil 4.4.	İğde çiçeği metanol çözücüsü ile asidik hidroliz ekstraktının kromatogramı	102
Şekil 4.5.	İğde yaprağı metanol çözücüsü ile asidik hidroliz ekstraktının kromatogramı	108
Şekil 4.6.	İğde unu üzerine *L.casei* probiyotik bakterisinin enkapsülasyon verimi için üç boyutlu yüzey analizi grafikleri	119
Şekil 4.7.	İğde unu üzerine *L.acidophilus* probiyotik bakterisinin enkapsülasyon verimi için üç boyutlu yüzey analizi grafikleri	121
Şekil 4.8.	Depolama süresi boyunca serbest ve enkapsüle edilmiş probiyotik bakterilerin canlılık kayıpları	128
Şekil 4.9.	Serbest ve iğde unu ile enkapsüle edilmiş probiyotik bakterilerin SGF ortamındaki canlılıkları	132
Şekil 4.10.	Serbest ve iğde unu ile enkapsüle edilmiş probiyotik bakterilerin SIF ortamındaki canlılıkları	133
Şekil 4.11.	Serbest ve iğde unu ile enkapsüle edilmiş probiyotik bakterilerin ardışık olarak SGF-SIF ortamındaki canlılıkları	134

Şekil 4.12. İğde unu örneklerinin FT-IR spektrumları 138
Şekil 4.13. *L. casei*-iğde unu kapsül boyutları 139
Şekil 4.14. *L. acidophilus*-iğde unu kapsül boyutları 140
Şekil 4.15a. Sterilize edilmiş iğde ununun 2000X büyütme SEM görüntüsü 141
Şekil 4.15b. Sterilize edilmiş iğde ununun 3000X büyütme SEM görüntüsü 142
Şekil 4.15c. Sterilize edilmiş iğde ununun 5000X büyütme SEM görüntüsü 142
Şekil 4.16a. Bakterisiz enkapsüle edilen iğde ununun 2000X büyütme SEM görüntüsü 143
Şekil 4.16b. Bakterisiz enkapsüle edilen iğde ununun 3000X büyütme SEM görüntüsü 144
Şekil 4.16c. Bakterisiz enkapsüle edilen iğde ununun 5000X büyütme SEM görüntüsü 144
Şekil 4.17a. *L. casei*-iğde unu kapsüllerinin 2000X büyütme SEM görüntüsü 145
Şekil 4.17b. *L. casei*-iğde unu kapsüllerinin 3000X büyütme SEM görüntüsü 146
Şekil 4.17c. *L. casei*-iğde unu kapsüllerinin 5000X büyütme SEM görüntüsü 146
Şekil 4.18a. *L. acidophilus*-iğde unu kapsüllerinin 2000X büyütme SEM görüntüsü 147
Şekil 4.18b. *L. acidophilus*-iğde unu kapsüllerinin 3000X büyütme SEM görüntüsü 148
Şekil 4.18c. *L. acidophilus*-iğde unu kapsüllerinin 5000X büyütme SEM görüntüsü 148

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 3.1. Tez kapsamında kullanılan cihazlar ve amaçları 22
Çizelge 3.1. Tez kapsamında kullanılan cihazlar ve amaçları (devam)..... 23
Çizelge 3.1. Tez kapsamında kullanılan cihazlar ve amaçları (devam)..... 24
Çizelge 3.2. Tez kapsamında kullanılan kimyasallar..... 25
Çizelge 3.2. Tez kapsamında kullanılan kimyasallar (devam) 26
Çizelge 3.2. Tez kapsamında kullanılan kimyasallar (devam) 27
Çizelge 3.3. Çalışmalarda kullanılan sarf malzemeler..... 28
Çizelge 3.4. HPLC-DAD gradient hareketli faz programı..... 400
Çizelge 3.5. Merkezi kompozit dizayn için faktörler ve kodlanmış seviye değerleri 455
Çizelge 3.6. Merkezi kompozit dizayn tablosu..... 47
Çizelge 4.1. İğde unu ekstraktlarının spektroskopik bulguları 688
Çizelge 4.1. İğde unu ekstraktlarının spektroskopik bulguları (devam)..... 69
Çizelge 4.2. İğde kabuğu ekstraktlarının spektroskopik bulguları..... 700
Çizelge 4.2. İğde kabuğu ekstraktlarının spektroskopik bulguları (devamı) 711
Çizelge 4.3. İğde çekirdeği ekstraktlarının spektroskopik bulguları..... 722
Çizelge 4.3. İğde çekirdeği ekstraktlarının spektroskopik bulguları(devam) 733
Çizelge 4.4. İğde çiçeği ekstraktlarının spektroskopik bulguları..... 744
Çizelge 4.4. İğde çiçeği ekstraktlarının spektroskopik bulguları (devam)..... 755
Çizelge 4.5. İğde yaprağı ekstraktlarının spektroskopik bulguları 766
Çizelge 4.5. İğde yaprağı ekstraktlarının spektroskopik bulguları (devam) 777
Çizelge 4.6. Standart fenolik bileşiklerin validasyon parametreleri 79
Çizelge 4.6. Standart fenolik bileşiklerin validasyon parametreleri (devam)..... 800
Çizelge 4.7. Standart fenolik bileşiklerin geri kazanım çalışmaları..... 811
Çizelge 4.7. Standart fenolik bileşiklerin geri kazanım çalışmaları (devam) 822
Çizelge 4.8. İğde unu ekstraktlarının fenolik bileşik içeriği (mg /kg örnek) 855
Çizelge 4.8. İğde unu ekstraktlarının fenolik bileşik içeriği (mg /kg örnek) (devam) 866
Çizelge 4.8. İğde unu ekstraktlarının fenolik bileşik içeriği (mg /kg örnek) (devam) 877
Çizelge 4.8. İğde unu ekstraktlarının fenolik bileşik içeriği (mg /kg örnek) (devam) 888
Çizelge 4.9. İğde kabuğu ekstraktlarının fenolik bileşik içeriği (mg /kg örnek) 91
Çizelge 4.9. İğde kabuğu ekstraktlarının fenolik bileşik içeriği (mg /kg örnek) (devam) 922
Çizelge 4.9. İğde kabuğu ekstraktlarının fenolik bileşik içeriği (mg /kg örnek) (devam) 933
Çizelge 4.9. İğde kabuğu ekstraktlarının fenolik bileşik içeriği (mg /kg örnek) (devam) 944
Çizelge 4.10. İğde çekirdeği ekstraktlarının fenolik bileşik içeriği (mg /kg örnek) 977
Çizelge 4.10. İğde çekirdeği ekstraktlarının fenolik bileşik içeriği (mg /kg örnek) (devam)..... 988
Çizelge 4.10. İğde çekirdeği ekstraktlarının fenolik bileşik içeriği (mg /kg örnek) (devam)..... 99
Çizelge 4.10. İğde çekirdeği ekstraktlarının fenolik bileşik içeriği (mg /kg örnek) (devam)..... 100

Çizelge 4.11. İğde çiçeği ekstraktlarının fenolik bileşik içeriği (mg /kg örnek)..... 103
Çizelge 4.11. İğde çiçeği ekstraktlarının fenolik bileşik içeriği (mg /kg örnek) (devam)..... 104
Çizelge 4.11. İğde çiçeği ekstraktlarının fenolik bileşik içeriği (mg /kg örnek) (devam)..... 105
Çizelge 4.11. İğde çiçeği ekstraktlarının fenolik bileşik içeriği (mg /kg örnek) (devam)..... 106
Çizelge 4.12. İğde yaprağı ekstraktlarının fenolik bileşik içeriği (mg /kg örnek).. 1099
Çizelge 4.12. İğde yaprağı ekstraktlarının fenolik bileşik içeriği (mg /kg örnek) (devam)..... 110
Çizelge 4.12. İğde yaprağı ekstraktlarının fenolik bileşik içeriği (mg /kg örnek) (devam)..... 111
Çizelge 4.12. İğde yaprağı ekstraktlarının fenolik bileşik içeriği (mg /kg örnek) (devam)..... 112
Çizelge 4.13. İğde ununun fizikokimyasal özellikleri 115
Çizelge 4.14. İğde ununun sterilizasyon öncesi ve sonrası fizikokimyasal özellikleri..... 116
Çizelge 4.15. İğde ununun sterilizasyonunun istatistiksel analizi..... 117
Çizelge 4.16. *L. casei* ve *L. acidophilus* için ikinci dereceden polinom denklemleri..... 118
Çizelge 4.17. Yanıt değerleri için ANOVA analizi sonuçları..... 123
Çizelge 4.18. *L. casei* ve *L. acidophilus* için enkapsülasyon veriminin (%) tahmini ve deneysel değerlere sahip merkezi kompozit dizayn tasarımı 124
Çizelge 4.19. Optimum çalışma koşulları ile tahmini ve deneysel değerler..... 125
Çizelge 4.20. Depolama süresi boyunca serbest ve enkapsüle edilmiş probiyotik bakterilerin canlılıkları (log kob /g-mL)..... 126
Çizelge 4.21. Depolama süresi boyunca serbest ve enkapsüle edilmiş probiyotik bakterilerin canlılık kayıpları (%)..... 127
Çizelge 4.22. *İn-vitro* gastrointestinal analiz sonrası serbest ve enkapsüle *L. casei* ve *L. acidophilus* probiyotik bakterilerinin canlılıkları..... 131

1. GİRİŞ

Günümüzde insanlar, gıda ürünlerini sadece temel ihtiyaçlarını gidermek için değil aynı zamanda sağlık açısından önemine de bakarak tercih etmektedirler. Son zamanlarda, tüketicilerin daha sağlıklı yaşam tarzına sahip olma istekleri doğrultusunda fonksiyonel gıdaya olan talep dünya çapında hızla artmaktadır. Fonksiyonel gıdalar, "vücudun temel besin maddelerine olan ihtiyacını karşılamanın ötesinde, insan fizyolojisine ve metabolik fonksiyonlarına ek faydalar sağlayan, böylelikle hastalıklardan korunmada ve daha sağlıklı bir yaşama ulaşmada etkinlik gösteren gıda ya da gıda bileşenleri" olarak tanımlanmaktadır (Aboulfazli ve ark., 2015, 2016; Sengsaengthong ve Oonsivilai, 2019). Dünya genelinde fonksiyonel gıdalarda en fazla kullanılan bileşenlerden olan probiyotikler, prebiyotikler, sinbiyotikler, diyet lifleri, Omega-3 yağ asitleri ve fenolik bileşikler, gıdalara eklenerek yeni ürünler geliştirilmesini sağlamaktadır (del Castillo ve ark., 2018; Jaddu ve Katam, 2018). Probiyotik bakteriler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ile Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından "yeterli miktarda alındığında konakçı sağlığı üzerine olumlu etkiler gösteren canlı mikroorganizmalar" olarak tanımlanır. *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* türleri bağırsak mikrobiyotasında doğal olarak bulunmalarından dolayı en fazla kullanılan probiyotik bakteri kültürleridir (Açu ve ark., 2017; Homayouni ve ark., 2008; Niamah ve ark., 2018; Sengsaengthong ve Oonsivilai, 2019). Prebiyotikler ise "konağın bağırsak mikrobiyotasındaki mikroorganizmaların seçici olarak kullandığı, sağlık üzerinde faydalı etkileri bulunan substratlar" olarak tanımlanmaktadır (Gibson ve ark., 2017). Prebiyotiklerin ana hedefi, probiyotik bakterilerin gelişimini özellikle potansiyel patojenik bakteri grupları varlığında dahi seçici olarak uyarmaktır. Günümüzde ilaç kullanımına karşı geliştirilen ön yargılar, kapsül ve tablet formundaki probiyotik ürünlerin kullanımını sınırlamaktadır. Bu nedenle dünya genelinde probiyotik mikroorganizmaları içeren fermente süt ürünlerine olan talep hızla artmaktadır. Probiyotik özellik gösteren mikroorganizmalar tablet olarak ya da süt, yoğurt gibi gıda ürünü olarak tüketildiklerinde beklenen olumlu etkiyi gösterebilmeleri için gıda işleme ve depolama sürecinde, vücuda alındıktan sonra da gastrointestinal sistemde hayatta kalabilmelidirler (Chaikham ve Rattanasena, 2017; Cruz ve ark., 2009; Homayouni ve ark., 2008; Niamah ve ark., 2018; Sengsaengthong ve Oonsivilai, 2019).

Probiyotiklerin canlılığını geliştirmek için uygun suş seçimi, prebiyotik ve şeker ilavesi, pH ayarlaması, sıvı kültürlerin kullanımı ve probiyotik kültürün enkapsülasyonu gibi çok sayıda proses bulunmaktadır (Akalın ve ark., 2018; Champagne ve ark., 2015). Enkapsülasyon işlemi biyoaktif bileşenlerin diğer koruyucu malzemelerle (kaplama materyali) veya bunların karışımları ile kaplandığı bir işlemdir (Niamah ve ark., 2018). Enkapsülasyon işlemi, düşük pH değeri, safra tuzları, oksijen varlığı gibi olumsuz çevre koşullarında dahi probiyotik bakterilerin canlılığının korunmasını sağlamaktadır (Kataria ve ark., 2018).

İğde (*Elaeagnus angustifolia* L.) *Elaeagnaceae* familyasına ait yaygın olarak oleaster, Rus zeytini, yabani zeytin veya gümüş meyvesi olarak bilinen, tıbbi özelliklerinden dolayı bitkisel ilaç olarak kullanılan bir bitkidir. İğde meyvesi iyi bir esansiyel yağ asidi, vitamin ve mineral kaynağı olmasının yanında karotenoid, flavonoid ve biyoaktif bileşenlerce zengin içeriğe ve prebiyotik özelliğe sahiptir (Ishaq ve ark., 2015; Khan ve ark., 2016; Okmen ve Turkcan, 2014; Sabir ve ark., 2007; Saleh ve ark., 2018) İğde ununun spesifik tadı, yapısı, lif, mineral ve fenolik bileşik içeriği nedeniyle gıda ürünlerinde kullanılabilecek doğal bir ürün olduğu, aynı zamanda içerdiği Omega-7 olarak bilinen palmitoleik yağ asidi nedeniyle iyi kolestrolü arttırırken, kötü kolestrolü ve trigliseridi düşürebileceği, dolayısıyla insülin direncini azaltmayı destekleyebileceği düşünülmektedir.

Son yıllarda dengeli beslenme ve sağlıklı yaşam ile doğal ürünlere yönelimin popüleritesi tüketicilerin fonksiyonel gıdalara olan ilgilerini arttırarak talep profillerinde büyük değişikliklere neden olmuştur. Bu nedenle üretici firmalar fonksiyonel gıda yelpazelerini genişletmeyi hedef haline getirmektedir. Çünkü artan nüfus, küresel ısınma ve iklim değişiklikleri gibi çevresel koşullara bağlı olarak artan hastalıkların ve ölüm oranlarının kökeninde hastalıkların ortaya çıkışının önlenmesi daha önemli hale gelmiştir. Bunun için de tüketiciler fonksiyonel gıda ürünlerine yönelmektedir. Bu bağlamda dünyada tüketim açısından önemli hale gelen probiyotik fonksiyonel ürünler tez çalışma konusu olarak seçilmiştir. Fonksiyonel ürünlerin endüstriyel alanda kullanılabilirliğinin teşvik edilmesi için gıda alanında kullanılabilecek fonksiyonel ürünlerin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu

amaç doğrultusunda probiyotik bakterilerin iğde unu ile enkapsülasyonu için optimum koşullar belirlenerek probiyotik bakterilerin canlılıkları araştırılmış, elde edilen kapsüller karakterize edilerek depolama süresince ve *in-vitro* gastrointestinal ortamda probiyotik bakterilerin canlılıkları incelenmiştir.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Fonksiyonel Gıdalar

Vücudun temel besin ihtiyaçlarını karşılamanın ötesinde insan fizyolojisi üzerine olumlu etkiler gösterdiğinden dolayı hastalıklardan koruyarak daha sağlıklı bir yaşam sürmeyi sağlayan gıda ya da gıda bileşenleri fonksiyonel gıdalar olarak tanımlanmaktadır (Aboulfazli ve ark., 2015, 2016; Sengsaengthong ve Oonsivilai, 2019). Fonksiyonel gıdalar hap, kapsül, besin takviyesi gibi formlarda bulunmazlar. Hiçbir işlem görmemiş meyve, sebze, tahıl, içecek gibi doğal bir besin ya da fonksiyonel bir besin maddesi ile zenginleştirilmiş ya da geliştirilmiş gıdalar olarak bulunmaktadırlar.

Bir fonksiyonel gıda maddesi (Coşkun, 2005);

* Bireyin beslenmesine katkı sağlayarak daha sağlıklı bir yaşam sürmeye yardımcı olmalıdır.
* Günlük olarak alınması gereken uygun miktarlar belirlenmiş olmalıdır.
* Gıda olarak tüketiminin güvenilir olduğu kanıtlanmış olmalıdır.
* İçeriğinin fizikokimyasal, nicel ve nitel özellikleri belirlenmiş olmalıdır.
* İşlenerek fonksiyonelleştirildiğinde besleyici özelliği azalmamalıdır.
* Günlük hayatta sıklıkla kullanılan bir gıda olmalıdır.
* Tedavi amacıyla kullanılan bir madde olmamalıdır.

Yapılan çalışmalar fonksiyonel gıdaların obezite, diyabet, kanser, osteoporoz, kalp-damar hastalıkları, hipertansiyon gibi hastalıklara sahip bireylerde olumlu etkilere yol açtığını göstermiştir (Coşkun, 2005).

Gıdalara eklenerek fonksiyonel özellikte yeni ürünlerin geliştirilmesinde kullanılan bileşenler arasında;

* Probiyotikler
* Prebiyotikler
* Sinbiyotikler
* Fenolik bileşikler
* Antioksidan maddeler
* Besinsel lifler
* Mineraller
* Vitaminler
* Sülfür içeren maddeler
* Fitokimyasallar
* Oligosakkaritler
* Çoklu doymamış yağ asitleri

sayılmaktadır (del Castillo ve ark., 2018; Jaddu ve Katam, 2018).

2.2. Prebiyotikler

Sağlık üzerinde olumlu etkileri bulunan, bağırsak mikrobiyotasında bulunan mikroorganizmalar tarafından seçici olarak kullanılan substratlar prebiyotikler olarak tanımlanmaktadır (Gibson ve ark., 2017). Soğan, sarımsak, hindiba gibi sebzeler, ejderha, kriko gibi meyveler, tahıllar ve baklagiller gibi birçok gıda doğal prebiyotik kaynakları arasında yer almaktadır. Prebiyotiklerin temel hedefi patojenik bakteri varlığında dahi bağırsak mikrobiyotasının temel üyeleri olan *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium ssp.* gibi probiyotik bakterileri tarafından fermente edilerek onların gelişimini seçici olarak uyarmaktır. Prebiyotiklerin bağırsakta fermente edilmesi sonucunda laktik asit ve kısa zincirli yağ asitleri (asetik, propiyonik ve bütirik asit) ile karbondioksit, metan ve hidrojen gibi gazlar oluşmaktadır. Oluşan kısa zincirli yağ asitleri;

* Bağırsak pH'sini düşürmektedir.
* Patojen bakterilerin gelişmesini önlemektedir.
* Kolon epitel hücreleri için gerekli enerjiyi sağlamaktadır.
* Minerallerin (Na, Ca ve Mg gibi) emilimini artırmaktadır.
* Bağırsak epitel hücrelerini korumaktadır.
* Enfeksiyonel bağırsak hastalıkları riskini azaltmaktadır.
* İmmün sistemin düzenlenmesine destek olmaktadır.
* Antitümorenejik etki göstermektedir.

Araştırmalara göre prebiyotikler kanser, böbrek yetmezliği, diyabet, metabolik stres ve travma gibi çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır. Ayrıca yapılan çalışmalar ile prebiyotik substratların vücuttaki toksik, mutajenik ve genotoksik bileşenlerin miktarını düşürdüğü, glisemik kontrolü geliştirdiği, kanser riskini azalttığı, B vitaminlerinin sentezlenmesini sağladığı, dışkılama miktarını arttırdığı ve bağışıklık sistemini güçlendirdiği kanıtlanmıştır (Davani-Davari ve ark., 2019; Markowiak ve Ślizewska, 2017).

2.3. Probiyotik Bakteriler

"Yaşam için" anlamına gelen probiyotik kelimesi Yunanca "pro" ve "biota" kelimelerinin bileşiminden gelmektedir. Probiyotik bakteriler Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ile Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından "yeterli miktarda alındığında konakçı sağlığı üzerine olumlu etkiler gösteren canlı mikroorganizmalar" olarak tanımlanmaktadır. *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* türleri normal bağırsak mikrobiyotasının üyeleri olmalarından dolayı en fazla kullanılan probiyotik bakterilerdir (Açu ve ark., 2017; Homayouni ve ark., 2008; Niamah ve ark., 2018; Sengsaengthong ve Oonsivilai, 2019; Suyabatmaz ve ark., 2023). *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* türleri dışında; *E. coli* ve *Bacillus* türleri, küflerden *Aspergillus niger* ve mayalardan *Saccharomyces boulardii* en çok kullanılan probiyotik mikroorganizmalar arasında sayılmaktadır (Açu ve ark., 2017; Homayouni ve ark., 2008; Niamah ve ark., 2018; Sengsaengthong ve Oonsivilai, 2019).

Probiyotik bakterilerin insan sağlığına olumlu etkileri üzerine yapılan bilimsel araştırmalarda serum kolesterolünü düşürdüğü, *Helicobacter pylori* bakterisinin elimine ettiği, bağışıklık sistemini stimüle ettiği ve bağırsak mikrobiyotasını patojenlere karşı koruduğu ispatlanmıştır. Aynı zamanda aşağıda maddeler halinde verilen birçok hastalığı önleyici ya da tedavi edici özellikleri olduğu yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (George Kerry ve ark., 2018; Maldonado Galdeano ve ark., 2019; Suyabatmaz ve ark., 2023; Wan ve ark., 2019).

* Gastrointestinal enfeksiyonlar
* İnflamatuar bağırsak hastalığı
* Laktoz metabolizması
* Obezite
* Tip 2 diyabet
* Antimutajenik
* Antidiyaretik özellikler
* Antimikrobiyal aktivite
* Hiperkolesterolemi
* Osteoporoz
* İdrar yolu iltihabı
* Bebek ishalleri
* Yağlı karaciğer hastalığı
* İnsülin direnci sendromu
* Alerjik rahatsızlıklar

Probiyotik bakteriler kapsül formunda takviye edici gıda ya da süt ürünleri gibi gıda maddesi olarak tüketildiklerinde insan sağlığında beklenen olumlu etkiyi gösterebilmeleri bazı faktörlere bağlıdır. Bu faktörler aşağıda maddeler halinde yer almaktadır (Boza-Mendez ve ark., 2012; Santiago-López ve ark., 2015).

* Bakteri türü,
* Günlük alınması gereken bakteri sayısı (10^7-10^{10} kob/g-mL),
* Günlük tüketilme sıklığı,
* Bakterinin tüketilme zamanı (yemek öncesi, sonrası ya da yemekle birlikte),
* Bakterinin tüketilme süresi,
* Bakterinin tüketilme şekli (kapsül ya da gıda maddesi),
* Bakterinin gastrointestinal sistemde canlılığını devam ettirebilme kabiliyeti

Uluslararası Sütçülük Federasyonu, probiyotik gıda ürünlerinde bakteri sayısının tüketim anında en az 10^6-10^7 kob/g (log 6-7 kob/g) olmasını tavsiye etmektedir (Aboulfazli ve ark., 2015; Akalın ve ark., 2018; Akin ve ark., 2007; Akın ve Dasnik, 2015; Chaikham ve Rattanasena, 2017; Homayouni ve ark., 2008; Kataria ve ark., 2018; Low ve ark., 2015; Sengsaengthong ve Oonsivilai, 2019). Bakterilerin canlılığını etkileyen faktörler arasında aşağıdaki parametreler sayılabilir (Homayouni ve ark., 2008; Kataria ve ark., 2018).

* Probiyotik bakterilerin canlılığı
* Sıcaklık
* Oksijen varlığı
* pH değeri
* Şeker konsantrasyonu
* Probiyotik bakterilerin doz seviyesi
* Süt ürünlerinin matriksi
* Redoks potansiyeli
* Ozmotik etkiler
* Mekanik kesme

2.3.1. *Lactobacillus* spp.

Lactobacillus, *Lactobacillaceae* familyasına ait laktik asit bakterileri grubundan, gram-pozitif, fakültatif anaerobik veya mikroaerofilik, çubuk şeklinde, spor oluşturmayan bir bakterileri cinsidir. *Lactobacillus* türlerinin gelişebildikleri optimum sıcaklık 30-40°C arasındadır. Ayrıca fermantasyon ürünü olarak laktik asit ürettikleri için ortam pH'sini 3,5'e kadar düşürdüklerinden asidik ortama dayanıklıdırlar. Üretilen laktik asidin fermente ürünleri koruyucu etki göstermesinden dolayı, bu türler yıllardır gıda endüstrisinde kullanılmaktadır. *Lactobacillus* türleri, insan ve hayvan mikrobiyotasının sindirim sistemi ve kadın genital sistemi gibi çeşitli vücut bölgelerinde bulunmaktadır. Bu mikroorganizmalar laktoz intoleransının hafifletilmesi, diyare ve vajinal enfeksiyonların tedavi edilmesi, bağışıklık sisteminin kuvvetlendirilmesi, egzama gibi cilt bozukluklarının tedavisi, kanserin önlenmesi ve kolesterol seviyesinin düşürülmesi gibi özelliklere sahiptir (Naidu ve ark., 1999; Soomro ve ark., 2002). *Lactobacillus* cinsine ait probiyotik kültürler arasında *L. acidophilus, L. casei, L. fermentum, L. plantarum, L. brevis, L. lactis* ve *L. reuteri* türleri gelmektedir.

2.3.2. *Lactobacillus acidophilus*

Alem : *Bacteria*
Şube : *Firmicutes*
Sınıf : *Bacilli*
Takım : *Lactobacillales*
Familya : *Lactobacillaceae*
Cins : *Lactobacillus*
Tür : *L. acidophilus*

L. acidophilus, ilk kez 1900'de Dr. Ernst Moro tarafından bebek dışkısından izole edildiğinden beri diğer tüm laktobasillerden daha kapsamlı bir şekilde incelenmiştir (Selle ve ark., 2014). Karbohidratları parçalayarak laktik aside dönüştüren, gram pozitif, anaerobik ya da fakültatif anaerobik, hareketsiz, sporsuz, görünümleri polimorf yapılı bakterilerdir. Gelişebildikleri sıcaklık değerleri 35-40°C arasında iken optimum pH aralığı 5,5-6,0'dır. İnsan ağız, bağırsak ve vajinasında doğal olarak bulunur. Diş çürümelerini, endokardit ve menenjit enfeksiyonunu tetikleyen etken olarak da bilinirler. Kolesterolü düşürmeye yardımcı olur, diyareye karşı korur ve diyareyi azaltır, vajinal enfeksiyonlara karşı korur ve oluşmasını önler, kilo vermeye yardımcı olur, gribe ve alerjiye karşı korur, egzama belirtilerini azaltır ve kanserin önlenmesine yardımcı olur.

2.3.3. *Lactobacillus casei*

Alem : *Bacteria*
Şube : *Firmicutes*
Sınıf : *Bacilli*
Takım : *Lactobacillales*
Familya : *Lactobacillaceae*
Cins : *Lactobacillus*
Tür : *L. casei*

Lactobacillus casei Hansen ve Lessel tarafından ilk olarak 1971'de yeni bir tür olarak önerilmiş ancak 1996'da kabul edilmiştir. Laktozu ve diğer şekerleri laktik aside dönüştürdüklerinden dolayı '*Lacto*', sütü peynire dönüştürdüğü için 'caseification' yani 'peynirleştirme' anlamına gelen '*casei*' ismi verilmiştir. Gram pozitif, fakültatif heterofermentatif, fakültatif anaerobik, çubuk şeklinde, hareketsiz ve spor oluşturmayan bir bakteridir. *L. casei* bakterileri 15°C'de gelişim gösterirken 45°C'de gelişemez ve optimum pH'leri 5,5 tir. *L. casei* taze sebzelerde, bitkisel fermente ürünlerde, çiğ ve fermente süt ürünlerinde, anne sütünde, insanların ve diğer sıcakkanlıların sindirim sisteminde yaygın olarak bulunur. *L. casei* türleri yüksek miktarda laktik asit üretir, gıdaların lezzet gelişimini güçlendirir, antimikrobiyel ve antidiyaretik özellik gösterir (Ghalehjooghi ve ark., 2023; Hill ve ark., 2018; Li ve ark.,2023).

2.4. Sinbiyotik Gıdalar

Bağırsakta faydalı bir mikrobiyal popülasyon sağlamak için aralarında sinerjik bir etki bulunan probiyotik bakteri ve prebiyotik substratları içeren gıdalar sinbiyotik gıda olarak tanımlanmaktadır. Sinbiyotik gıdalar seçici olarak fizyolojik bağırsak mikrobiyotasının gelişimini ve aktivitesini arttırarak konakçı sağlığı üzerinde olumlu etkiler oluşturmaktadır. Bir sinbiyotik ürün oluşturulurken uygun bir probiyotik bakteri ve prebiyotik substrat seçilerek bir araya getirilmelidir (Markowiak ve Ślizewska, 2017; Miremadi ve ark., 2016).

Prebiyotikler, özel olarak kalın bağırsak florası üzerine etki ederken, probiyotikler ince bağırsak üzerinde daha çok etkilidirler. Dolayısıyla oluşan sinbiyotik ürün hem ince bağırsak hem de kalın bağırsakta etkili ajanlar içermektedir.

2.5. Probiyotik Ürünler

Konakçı sağlığı üzerinde olumlu etkileri olan mikroorganizmalar, çeşitli enzim, vitamin ve aroma bileşenleri ile takviye edilerek direkt kapsül ya da tablet haline getirilmiş diyet destekleyicisi ürünler probiyotik ürünler olarak tanımlanmaktadır. İlaç kullanımına karşı

oluşan ön yargılar, ilaç formunda hazırlanmış diyet destekleyici kapsül ve tabletlerin kullanımını sınırladığından dünya genelinde probiyotik mikroorganizmaları içeren gıda ürünlerine olan talep hızla artmaktadır. Piyasada fermente süt, kefir, yoğurt, ekşitilmiş krema, dondurma ve dondurulmuş tatlı gibi probiyotik bakteri içeren çeşitli süt ürünleri bulunmaktadır. Fermente süt ürünlerinde doğal olarak bulunan fonksiyonel özellikler, probiyotik etkili mikroorganizmaların kullanımıyla daha da artmaktadır (Reid, 2016; Rezaul ve ark., 2017; Yilmaz-Ersan ve Kurdal, 2014).

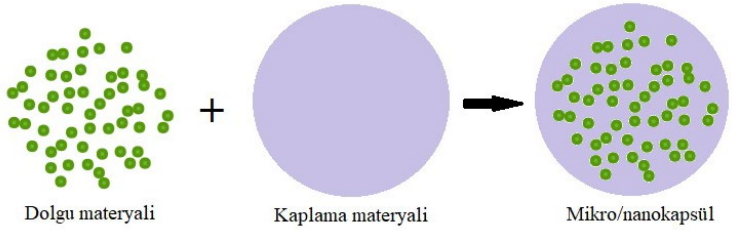
Probiyotik bakterilerin süt ürünü içerisinde canlı hücre sayısını koruması büyük önem taşımaktadır. Ne yazık ki, gıdaların üretimi ve depolanması sırasında birçok faktör probiyotik bakterilerin canlılığında kayıplara yol açmaktadır (Champagne ve ark., 2015). Bu nedenle, fermente ürünlerde probiyotik bakterilerin canlılıklarının arttırılması ve sürekliliğinin sağlanmasına yönelik çeşitli stratejiler (bitki özleri, fenolik bileşikler ve antioksidan maddeler kullanmak) son zamanlardaki çalışmaların odak noktasını oluşturmaktadır (Noori ve ark., 2017).

2.6. Probiyotik Bakterilerin Gıdalara Uygulanabilirliği

Probiyotik bakterilerin gıdalarda uygulanabilir olması ve istenilen etkiye sahip olması için gıda işleme operasyonunun tüm aşamalarında, depolama sürecinde ve gastrointestinal sistemde hayatta kalabilmeli ve bağırsak mikrobiyotasıyla rekabet edebilme kabiliyetine sahip olmalıdır (Chaikham ve Rattanasena, 2017; Cruz ve ark., 2009; Homayouni ve ark., 2008; Niamah ve ark., 2018; Sengsaengthong ve Oonsivilai, 2019). Probiyotiklerin canlılığını geliştirmek için uygun suş seçimi, prebiyotik ve şeker ikamelerinin ilavesi, yağ içeriğinin ayarlanması, gliserol eklenmesi, inokülasyon oranı, pH ayarlaması, sıvı kültürlerin kullanımı, donma parametreleri ve probiyotik kültürün enkapsülasyonu gibi çok sayıda proses önerilmiştir (Akalin ve Erişir, 2008; Champagne ve ark., 2015).

2.7. Enkapsülasyon

Enkapsülasyon; katı, sıvı veya gaz haldeki gıda bileşenlerinin, enzim, hücre ve mikroorganizmaların, protein veya karbohidrat esaslı bir duvar materyaliyle kaplanması sonucunda nanometreden milimetreye kadar geniş aralıkta partiküllerin oluşturulması işlemidir. Kapsüller çevresinde homojen bir duvarın yer aldığı basitçe küre şeklinde olan partiküllerdir. Kapsül içerisinde yer alan madde; çekirdek, iç faz, öz madde veya dolgu, dış kısımda yer alan duvar ise; kabuk, kaplama materyali, duvar materyali veya membran olarak isimlendirilmektedir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Enkapsülasyon işlemi

Vitamin ve mineraller, aroma ve lezzet verici maddeler, bitkisel maddeler ve biyoaktifler (keratin, probiyotik bakteriler), enzimler, mayalar gibi gıda bileşenleri dolgu materyali olarak kullanılarak enkapsüle edilebilir (Beldarrain-Iznaga ve ark., 2021; Farahmand ve ark., 2022; Nasiri ve ark., 2021). Kaplama materyali olarak ise;

* Proteinler (jelatin, kasein, zein, soy ve albümin)
* Polisakkaritler/Hidrokarbonlar (nişasta, aljin/aljinat, agar/agaroz, pektin/polipektat, karragenan ve gamlar)
* Yağ ve yağ asitleri (mono-di-tri gliserit, laurik, kaprik, palmitik, stearik asit)
* Hidrofilik ve lipofilik vakslar (PEG (polietilen glikol), karnauba vaks)
* Selülozik türevler (metil-etil selüloz, karboksimetil selüloz)
* Şeker türevleri

kullanılmaktadır. Enkapsülasyon işleminin gerçekleştirilebilmesi için kullanılan kaplama materyalinin belli özelliklere sahip olması gerekmektedir.

* Yüksek derişimlerde reolojik özellikleri iyi olmalıdır.
* Kapsülleme işlemi esnasında kolay işlenebilmelidir.
* Emülsiyon ve dispersiyon özelliği olmalıdır.
* Dolgu materyali ile reaksiyona girmemelidir.
* Dolgu materyalini enkapsülasyon işlemi ve depolama esnasında korumalıdır.
* İstenilen çözücüde çözünebilmelidir.
* Ucuz olmalıdır.

Belirtilen özellikleri tek bir kaplama materyalinin sağlaması çok zor olduğundan farklı kaplama materyallerinin bir arada kullanılması önerilmektedir.

2.7.1. Enkapsülasyon çeşitleri

Nano ve mikro boyut, enkapsülasyon işleminde en işlevsel ve arzu edilen kapsül boyutlarıdır. Kapsül boyutu 1 ile 1000 nm aralığında olan kapsüller nanokapsül ve 1 ile 1000 μm aralığında olan kapsüller mikrokapsül olarak sınıflandırılsalar da nanoenkapsülleme, kapsül boyutu 1 nm ile birkaç yüz nanometre çapını mikroenkapsülleme ise 1 μm ile birkaç yüz mikrometre çapını kapsar. Ayrıca, nano ve mikroenkapsülleme aralığı arasındaki parçacık boyutuna mikron altı parçacıklar, mikroenkapsülleme aralığının üzerindeki parçacık boyutuna ise makro parçacıklar denir. Mikroenkapsülasyon, gıda ve ilaç endüstrilerinde en sık ve yaygın olarak kullanılan yöntemdir (Saifullah ve ark., 2019).

2.7.2. Enkapsülasyon teknikleri

Farklı amaç ve kullanım için çeşitli mikroenkapsülasyon yöntemleri bulunmaktadır. Yöntem seçimi, kapsül oluşumunda kullanılacak olan materyalin ve membranın özellikleri dikkate alınarak yapılmalıdır.

Püskürterek kurutma yöntemi

Püskürterek (sprey) kurutma yöntemi, su miktarının azaltılması ile ürünlerin mikrobiyolojik stabilitelerinin sağlanması, kimyasal veya mikrobiyolojik bozulmaların önlenmesi, depolama ve taşıma maliyetlerinin azaltılması ve ürünlerin spesifik özelliklerinin korunması amacıyla gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Yöntemde, çözeltiye basınç uygulandıktan sonra bir "sis" oluşturması için çözelti kurutma bölmesine atomize edilir. Kurutma bölmesine üflenen sıcak gaz (hava ya da azot) çözücünün buharlaşmasını sağlar. Kapsüller daha sonra geri kazanım için bir siklon ayırıcıya taşınır (Özcan ve Altun, 2013).

* En sık kullanılan kaplama materyalleri dekstrin, modifiye nişasta, jelatin gibi hidrokolloidlerdir.
* Diğer yöntemler ile kıyaslandığında maliyetinin düşük ve erişilebilir olması yöntemi avantajlı kılmaktadır.
* Tekrarlanabilir olması yöntemi endüstriyel uygulamalar için uygun hale getirmektedir.
* Yöntemin en büyük dezavantajı uygulama alanının dar olmasıdır.
* Ayrıca bakteri enkapsülasyonu düşünüldüğünde, yöntemin gerekliliklerinden olan yüksek sıcaklık uygulaması bakterilerin canlılık oranının azalmasına neden olabilmektedir. Bu dezavantajın ortadan kaldırması kurutma öncesinde ortama eklenen koruyucular ile sağlanabilmektedir.

Sprey dondurma yöntemi

Sprey dondurma yönteminde, vakslar, yağ asitleri, monomerler, suda çözünen ve çözünmeyen polimerler kaplama materyali olarak kullanılır. Sprey dondurarak kurutma ile elde edilen kapsüller, püskürterek-kurutulmuş kapsüllerden daha büyük yüzey alanına sahip olurlar. Bu yöntem için yüksek enerji kullanımı ve uzun işleme süresinden dolayı sprey kurutmadan 30-50 kat daha fazla maliyet gerektirmesi bir dezavantaj oluşturmaktadır. Dondurarak kurutma yönteminin avantajları ise aroma kaybının çok

düşük olması ve çözünen maddelerin gıda içerisindeki hareketi dolayısıyla kayıpların minimum olmasıdır (Özcan ve Altun, 2013).

Ekstrüzyon yöntemi

Ekstrüzyon yöntemi daha çok, düşük sıcaklıkta uygulanan enkapsülasyon yöntemi olarak bilinir. Bu yöntem daha çok uçucu ve ısı stabilitesi düşük olan aroma maddelerinin enkapsülasyonunda kullanılmaktadır (Kailasapathy, 2002). Bu yöntemin en önemli avantajı, oksidasyona eğilimli lezzet bileşenlerine normalden daha uzun bir raf ömrü sağlamasıdır. Prensibi ise, atmosfer gazlarının camsı haldeki karbohidrat matriksleri içine doğru yavaşça difüze olması ve böylelikle oksijene karşı bir bariyer oluşturulmasıdır (Gouin, 2004). Bu yöntem;

* Aljinat ve karragenan gibi hidrokolloidlerin kaplama materyali olarak kullanıldığı bir tekniktir,
* Temeli çekirdek materyalini içeren çözeltinin yüksek basınçla küçük açıklıklardan geçirilmesidir,
* Maliyeti düşük, uygulaması kolay ve verimi yüksektir,
* Tehlikeli çözücüler gerektirmez, aerobik ve anaerobik koşullar altında uygulanabilmektedir.

Mikrokapsül oluşumunun yavaş olması, büyük ölçekli olarak kullanımını kısıtlar, bu da yöntemin en büyük dezavantajıdır (Özcan ve Altun, 2013).

Koaservasyon (faz ayırımı) yöntemi

Bu yöntemde suda çözünen polimerler kaplama materyali olarak kullanılır. Yöntem, kaplama materyaline ait sıvı fazın polimer çözeltisinden ayrılmasını ve bu sıvı fazın asılı çekirdek partikülleri etrafında üniform bir tabaka halinde tutulmasını temel almaktadır. Çekirdek ve kaplama materyalinin yüzey enerjileri, sıcaklık, pH ve bileşimleri gibi bazı sistem özellikleri değiştirilerek kümelenmeleri sağlanmaktadır. İşlem sonunda elde edilen

mikrokapsüller, filtrasyon ve santrifügasyon gibi ayırma teknikleri kullanılarak ortamdan ayrılır ve tek tek kurutulur (Özcan ve Altun, 2013).

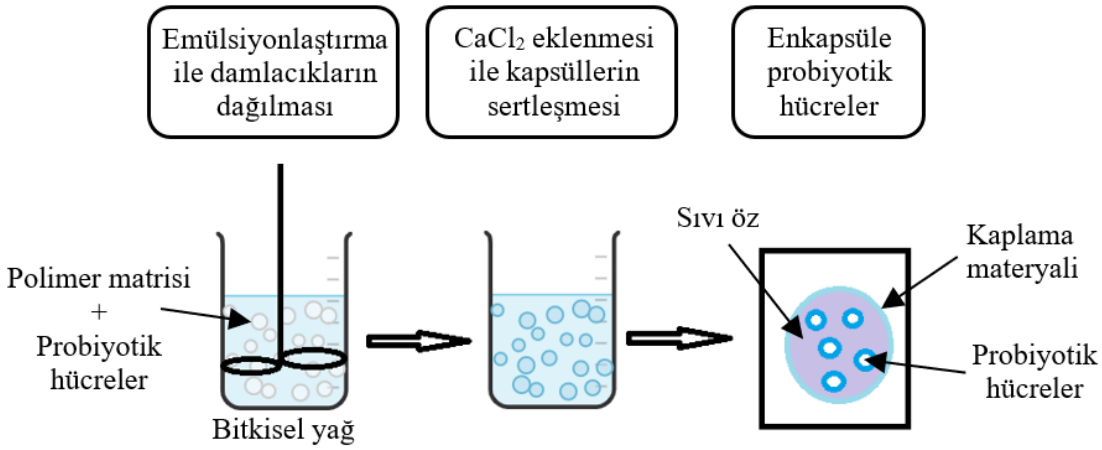
Lipozom dağıtma yöntemi

Fosfolipitlerin hidrofilik başları ve hidrofobik zincirleri sulu ortamda kendiliğinden yönlenerek lipozom adı verilen küresel kabarcıkları meydana getirir. (Teschke ve De Souza, 2002). Lipozomlar, lipit çift tabakanın oluşturduğu hidrofobik bölge ve merkezinde bulunan suyun oluşturduğu hidrofilik bölge nedeniyle hem suda çözünen hem yağda çözünen hem de amfililik bileşiklerin kapsüllenmesinde kullanılmaktadır. Yöntemin en büyük avantajları arasında enkapsüle edilmiş bileşenin salınımının ve depolama zamanının kontrol edilebilir olmasıdır. Lipozom içerisine enkapsüle edilen biyoaktif bileşenler gastrointestinal sistem koşullarından korunarak bağırsaklardan yüksek oranda emilebildikleri için biyoerişilebilirlik ve biyoyararlanım oranları etkili şekilde arttırılabilmektedir (Jafari ve ark., 2016). Lipozomlar ile biyoyararlanım oranının arttırılması, biyoaktif bileşenlerin vücuda faydalı biyolojik özelliklerinden ve besinsel özelliklerinden daha fazla fayda sağlamaya olanak vermektedir (Kailasapathy, 2002; Kim ve ark., 2008).

Emülsiyon yöntemi

Emülsiyon yöntemi aljinat, pektin ve karragenan gibi polimer çözeltisi (süreksiz faz) ile soya, mısır, ayçiçeği ve kanola yağı gibi sıvı yağların (sürekli faz) karıştırılmasıyla probiyotik bakterinin su/yağ ya da yağ/su sisteminde tutulması için geliştirilen bir yöntemdir (Özcan ve Altun, 2013). Yağ içinde su (ya da su içinde yağ) emülsiyonu oluşturulduktan sonra suda çözünür polimerin, yağ fazı içinde kapsülleri oluşturması için çözünmez olması gerekmektedir (Burgain ve ark., 2011). Emülsiyon sonrası ortama $CaCl_2$ eklenmesi ile oluşan kapsüller sertleştirilir (Şekil 2.2). Emülsiyon yöntemi ile enkapsülasyon işleminin uygulanması kolaydır ve bakteri canlılık oranı yüksektir. Oluşturulan kapsüllerin boyutları küçüktür ve kapsüllerin boyutları homojenizasyon ve karıştırma hızı ile kontrol edilebilmektedir. Kapsüllere ek koruma sağlamak için kapsüller

ikinci bir polimer çözeltisi içine daldırılarak çift kaplama yapılabilmektedir (Chen ve Chen, 2007; de Vos ve ark., 2010; Kasipathy Kailasapathy, 2009).



Şekil 2.2. Emülsiyon yöntemi

Probiyotik bakterilerin emülsiyon ve ekstrüzyon yöntemi kullanılarak enkapsüle edilmesi ile elde edilen mikrokapsüllerdeki bakterilerin canlılıkları ve ürüne kattıkları duyusal özellikleri arasında kayda değer bir fark olmadığı pek çok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Papagianni ve Anastasiadou, 2009). Emülsiyon ve ekstrüzyon tekniklerinin başarıyla uygulanmasındaki en etkili faktör homojenizasyondur. Bakteri canlılığı ve kapsül boyutu kullanılan homojenizerin özelliğine göre çeşitlilik göstermektedir. Emülsiyon yöntemi ile daha küçük boyutlarda kapsüller elde edilebildiği için, bu yöntem çok aşamalı uygulamalara daha uygundur (Capela ve ark., 2007; Ding ve Shah, 2009; Heidebach ve ark., 2009; Park ve Chang, 2000).

2.7.3. Enkapsülasyonun gıda endüstrisinde kullanım amaçları

Gıda endüstrisinde enkapsülasyon işleminin başlıca kullanılma amaçları aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

* Kaplanacak materyali dış etkenlere (nem, sıcaklık, hava ve ışık gibi) karşı korumak,
* Kaplanacak materyalin buharlaşarak kaybolmasını önlenmek,
* Kaplanacak materyalin fiziksel özelliklerini daha iyi korumak,
* Kaplanacak materyalin taşınmasını kolaylaştırmak,
* Kaplanacak materyalin doğru bölgede ve doğru zamanda salınmasını sağlamak,
* Kaplanacak materyalin tat ve kokusunu maskelemek,
* Kaplanacak materyalin başka bileşenlerle reaksiyona girmesini önlemek.

2.8. Probiyotik Bakterilerin Enkapsülasyonu

Yanprapasiri ve ark. (2018) *L. casei* probiyotik bakterisini, konjak glukomannanı kaplama materyali olarak kullanarak sprey kurutma yöntemi ile enkapsüle etmiş ve dondurmaya uygulamışlardır. Enkapsülasyon verimi %95,4 olarak bulunan *L. casei*-konjak glukomannan kapsülleri, dondurma içerisine katılarak dondurma -18°C'de 28 gün boyunca depolanmıştır. Depolama süreci sonunda dondurmadaki bakteri canlılığı %98 olarak bulunmuştur.

Mu ve ark. (2018), *L. acidophilus*'un bir konjak glukomannan hidrojeli kullanılarak kapsüllenmesiyle %62,5'luk enkapsülasyon verimi ile mikrokapsüller üretmişlerdir. Çalışmada konjak oligosakkarit hem *L. acidophilus*'un prebiyotiği hem de antifriz ajanı olarak uygulanmıştır. Depolama ve mide sıvısı üzerinde yaptıkları stabilite çalışmalarının sonuçları, mikroenkapsülasyonun *L. acidophilus*'un asit direncini iyileştirdiğini ve kapsüllenmiş probiyotiklerin hayatta kalma oranını arttırdığını göstermiştir.

Mokarram ve ark. (2009), yaptıkları çalışmada emülsiyonlaştırma yöntemi ile aljinat kaplama materyalini kullanarak tek ve çift tabakalı olarak *L. acidophilus* ve *L. rhamnosus*

probiyoik bakterilerinin kapsüllerini oluşturmuşlardır. Oluşturulan kapsüllerin mide-bağırsak sıvısından geçişi sırasında bakteri canlılıkları karşılaştırılmış ve bakterilerin en iyi çift kaplamalı kapsüllerde korunduğu görülmüştür.

Yapılan başka bir çalışmada *Lactobacillus rhamnosus* probiyotik bakterisi püskürterek kurutma yöntemi kullanılarak, sodyum aljinat üzerine enkapsüle edilmiştir. Daha sonra kapsüllenmemiş ve kapsüllenmiş formda, prebiyotik (*β*-glukan) ilaveli ve prebiyotik ilavesiz olarak yağı azaltılmış krem peynire eklenen probiyotik bakterilerin, 5 hafta boyunca 4°C'de depolamanın ardından canlılıkları incelenmiştir. Kapsüllenmiş probiyotik bakterilerin canlılıklarının kapsüllenmemişlere kıyasla daha yüksek olduğu, aynı zamanda prebiyotik katkılarının depolama sırasında canlı bakteri sayısının korunmasına yardımcı olduğu görülmüştür (Ningtyas ve ark., 2019).

2.9. İğde (*Elaeagnus angustifolia* L.)

İğde (*Elaeagnus angustifolia* L.) *Elaeagnaceae* familyasına ait yaygın olarak oleaster, Rus zeytini, yabani zeytin veya gümüş meyvesi olarak bilinen, tıbbi özelliklerinden dolayı bitkisel ilaç olarak kullanılan bir bitkidir (Khadivi ve ark., 2020) (Şekil 2.3).



Erişim Tarihi: 04.12.2022 (https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:323646-1)



Erişim Tarihi: 04.12.2022 https://www.yurtgazetesi.com.tr/yasam/igde-tozu-nedir-igde-tozu-ne-ise-yarar-igde-tozunun-faydalari-nelerdir-h213933.html



Erişim Tarihi: 04.12.2022 https://jiovi.com/products/russian_olive_seeds

Şekil 2.3. İğde (*Elaeagnus angustifolia* L.)

İğde iyi bir esansiyel yağ asidi (özellikle palmitoleik, palmitik ve linoleik yağ asitleri), vitamin (özellikle A, C ve E) ve mineral kaynağı olan, aynı zamanda karotenoid, flavonoid ve diğer biyoaktif bileşenlerce (sitosterol, kardiyak glikozit, terpen, alkoloid, polisakkarit, triterpenoid, kumarin, aminoasit, saponin, fitoen, tanen vb.) zengin olan bir meyvedir (Ishaq ve ark., 2015; Khan ve ark., 2016; Mortazavi-Derazkola ve ark., 2021; Okmen ve Turkcan, 2014; Sabir ve ark., 2007; Saleh ve ark., 2018).

İğdenin zengin biyoaktif bileşen içeriği sebebiyle çeşitli kısımları (çiçek, meyve, yaprak, kabuk, un, yağ ve sakız vb.) ile yapılan çalışmalarda; antioksidan, antiinflamatuar, antimutajenik, antitusif, antitümör, antiartritik, antimikrobiyal ve hepatoprotektif gibi terapötik etkileri keşfedilmiştir (Huojiaaihemaiti ve ark., 2022; Incilay, 2014; Ishaq ve ark., 2015; Khan ve ark., 2016; Liao ve ark., 2012; Mortazavi-Derazkola ve ark., 2021; Saleh ve ark., 2018; Sun ve ark., 2021). İğdenin kısımlarından olan un; spesifik tadı, yapısı, içerdiği lif, mineral ve fenolik bileşikler nedeniyle gıda ürünlerinde kullanılabilecek doğal bir üründür. Yapılan bir çalışmada iğdenin protein içeriği %3,74-4,51, nişasta içeriği %36,86-43,18 ve diyet lif içeriği %20,67-23,55 aralığında bulunmuştur. Aynı zamanda bor, bakır, demir, mangan, çinko ve eser miktarda kobalt, krom, molibden ve selenyum içerdiği, palmitik, palmitoleik, stearik, oleik, linoleik, araşidonik, behenik ve lignoserik yağ asitlerini de içerdiği belirtilmiştir (Sahan ve ark., 2015). Omega 7 olarak bilinen palmitoleik yağ asidi iyi kolesterolü arttırırken, kötü kolesterolü ve trigliseriti düşürür, insülin direncini azaltmayı destekler. Bu nedenle iğdenin insülin direncini azaltmaya destek olacak bir gıda ürünü olduğu düşünülmektedir.

2.10. İğdenin Gıdalarda Kullanımı

İğde ununun katkı malzemesi olarak kullanıldığı bir çalışmada farklı miktarlarda (%1, %2 ve %3) iğde unu ve iğde kabuğu eklenerek hazırlanan dondurmanın fiziksel ve kimyasal özellikleri araştırılmıştır (Çakmakçi ve ark., 2015). Kontrol grubuna göre protein ve yağ içeriğindeki azalma, kuru madde miktarında ise artma gözlenmiş, bu da iğde ihtiva eden dondurmanın besin değerinin arttığını göstermektedir. İğde unu ve kabuğu eklenmesinin dondurmanın fiziksel, kimyasal, duyusal ve antioksidan

özelliklerini önemli ölçüde etkilediği görülmüştür. Sonuç olarak, iğde ununun besin değeri ve lezzeti göz önüne alındığında, dondurmanın besin değerlerini ve antioksidan kapasitesini arttırmak, daha az şeker kullanımı ile insülin direncini düşürmek ve fizikokimyasal özelliklerini iyileştirmek için dondurma üretiminde uygun bir doğal katkı maddesi kaynağı olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Tez kapsamında kullanılan cihazlar

Yapılan çalışmalarda kullanılan cihazlar, cihazların özellikleri (Marka/Model) ve kullanım amaçları Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Tez kapsamında kullanılan cihazlar ve amaçları

Cihaz Adı	Marka/Model	Kullanım Amacı
Analitik terazi	Mettler Toledo, MS105DU (± 0,00001 g)	İğde örneklerinin, iğde unu-probiyotik bakteri kapsüllerinin ve çalışmalarda kullanılan kimyasalların tartımında kullanılmıştır.
Çoklu manyetik karıştırıcı	MS-MP8, Wisd	Çalışmalarda kullanılan çözeltilerin hazırlanmasında kullanılmıştır.
Evaporatör Su Banyosu	Bibby Scientific, RE 100 Bibby Scientific, RE100B	İğde ekstraktalarının hazırlanmasında kullanılmıştır.
FTIR (Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi)	Pelkin Elmer, Spectrum 100	İğde unu ve iğde unu-probiyotik bakteri kapsüllerinin yapı analizlerinde kullanılmıştır.
Isıtıcılı manyetik karıştırıcı	Are, Velp	Çalışmalarda kullanılan çözeltilerin hazırlanmasında kullanılmıştır.
İnkübatör	Nüve S500 Memmert INB 400	Probiyotik bakterileri kültürlerinin geliştirilmesi ve aktivasyonunda, mikrobiyolojik analizlerde kullanılmıştır.

Çizelge 3.1. Tez kapsamında kullanılan cihazlar ve amaçları (devam)

Cihaz Adı	Marka/Model	Kullanım Amacı
Liyofilizatör	Labconco, FreeZone 2,5 Plus	İğde unu-probiyotik bakteri kapsüllerinin liyofilizasyonu için kullanılmıştır.
Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi-Diod Serili Dedektör (HPLC-DAD)	Agilent Technologies, 1200 Series	İğde örneklerinin un, kabuk, çekirdek, yaprak ve çiçek kısımlarının fenolik madde içeriğinin kalitatif ve kantitatif tayininde kullanılmıştır.
Otoklav	Nüve, SteamArt, OT 40L	Probiyotik bakteri enkapsülasyonu, mikrobiyolojik analizler ve gastrointestinal analizlerde kullanılan tüm çözelti ve cam malzemelerin ve kaplama materyali olan iğde ununun sterilizasyonunda kullanılmıştır.
pH metre	Hanna, HI 221	Çalışmalarda kullanılan tampon çözeltilerin, gastro-intestinal ortamların hazırlanmasında ve iğde örneklerinin asidik hidroliz ekstraksiyonlarında kullanılmıştır.
Saf Su Cihazı	Elga Purelab, Option Q DV25	Çalışmalarda kullanılan saf ve ultra saf suyun temininde kullanılmıştır.
Santrifüj	Hermle, Z 206 A	İğde ekstraktlarının spektroskopik ve kromatografik analizleri öncesinde ve iğde unu-probiyotik bakteri enkapsülasyonu aşamalarında kullanılmıştır.

Çizelge 3.1. Tez kapsamında kullanılan cihazlar ve amaçları (devam)

Cihaz Adı	Marka/Model	Kullanım Amacı
SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu)	Carl ZEISS, EVO 40	İğde unu-probiyotik bakteri kapsüllerinin morfolojik analizlerinde ve kapsüllerin boyutlarının belirlenmesinde kullanılmıştır.
Sıcaklık programlı çalkalayıcı	Mikrotest, MCI 55 D	İğde unu–probiyotik bakteri enkapsülasyonunda ve gastrointestinal analizlerde kullanılmıştır.
Ultrasonik Banyo	ISOLAB, 621.06.003	İğde örneklerinin ekstraksiyon aşamalarında ve iğde unu-probiyotik bakteri enkapsülasyonu işlemlerinde kullanılmıştır.
UV-GB Spektrofotometresi	Varian, Cary 50 Conc	İğde örneklerinin un, kabuk, çekirdek, yaprak ve çiçek kısımlarının toplam fenolik madde, toplam karotenoid, toplam flavonoid ve antioksidan kapasite değerlerinin belirlenmesinde kullanılmıştır.
Vorteks Karıştırıcı	Wisd, VM-10	İğde ekstraktlarının spektroskopik analizlerinde, serbest ve enkapsüle edilen probiyotik bakterilerin mikrobiyolojik analizlerinde ve fenolik bileşik standartlarının hazırlanmasında kullanılmıştır.

3.1.2. Tez kapsamında kullanılan kimyasallar

Çalışmalarda kullanılan kimyasallar Çizelge 3.2.'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Tez kapsamında kullanılan kimyasallar

Kimyasal Adı	**Marka**	**Katalog Numarası**
1,5-difenilkarbazit	Sigma-Aldrich	259225
2-hidroksisinamik asit	Merck	800233
ABTS	Sigma-Aldrich	A1888
Alüminyum klorür	Merck	101084
Asetik asit	Merck	100063
Aseton	Sigma-Aldrich	32201
Asetonitril	ISOLAB	901037
Bakır (II) sülfat pentahidrat	Sigma-Aldrich	209198
Bütanol	Merck	101990
Demir (III) klorür	Merck	803945
di-potasyum hidrojen fosfat	Merck	105101
DPPH	Sigma-Aldrich	D9132
Ellagik asit	Sigma-Aldrich	E2250
Epigallokateşin	Extrasynthese	0979 S
Epigallokateşin gallat	Extrasynthese	0981 S
Epikateşin	Extrasynthese	0977 S
Epikateşin gallat	Extrasynthese	0978 S
Etanol	Merck	100983
Etil asetat	Merck	100868
Ferulik asit	Sigma-Aldrich	W518301
Folin-Ciocalteau reaktifi	Sigma-Aldrich	F9252
Formik asit	Merck	100264
Fosforik asit	Merck	100563

Çizelge 3.2. Tez kapsamında kullanılan kimyasallar (devam)

Kimyasal Adı	**Marka**	**Katalog Numarası**
Galangin	Extrasynthese	1114 S
Gallik asit	Sigma-Aldrich	27645
Hekzan	Merck	104391
Hidroklorik asit	Merck	100314
Isokuersitrin	Sigma-Aldrich	17793
Kafeik asit	Sigma-Aldrich	C0625
Kalsiyum klorür	Merck	1133055B
Kamferol	Sigma-Aldrich	K0133
Kamferol-3-glikozit	Cayman	25060
Kateşin	Extrasynthese	0976 S
Klorojenik asit	Sigma-Aldrich	C3878
Kuersetin	Sigma-Aldrich	Q4951
Lactobacillus acidophilus	DSMZ	DSM 20079
Lactobacillus casei	DSMZ	DSM 20011
Lesitin	Tito	E322
Luteolin	Hwi Analytik GmbH	491-70-3
Metanol	Merck	106007
Mirisetin	Sigma-Aldrich	70050
MRS agar	Biokar	BK089HA
MRS broth	Biokar	BK070HA
Pankreatin	Sigma-Aldrich	P3292
Pepsin	Sigma-Aldrich	77160
Peptonlu su	Merck	107228
Petrol eteri	Merck	101769
p-hidroksibenzoik asit	Sigma-Aldrich	240141
p-kumarik asit	Sigma-Aldrich	C9008
Potasyum dihidrojen fosfat	ISOLAB	960066
Potasyum dikromat	Sigma-Aldrich	207802

Çizelge 3.2. Tez kapsamında kullanılan kimyasallar (devam)

Kimyasal Adı	**Marka**	**Katalog Numarası**
Potasyum klorür	Sigma-Aldrich	746436
Potasyum peroksidisülfat	Merck	105091
Protokatekuik asit	Sigma-Aldrich	08992
Resveratrol	Sigma-Aldrich	R5010
Rosmarinik asit	Sigma-Aldrich	536954
Rutin	Sigma-Aldrich	R5143
Safra tuzu	Edukim	F0499
Sodyum asetat trihidrat	Sigma-Aldrich	S8625
Sodyum dihidrojen fosfat	Merck	141677
Sodyum hidroksit	Sigma-Aldrich	795429
Sodyum karbonat	Sigma-Aldrich	791768
Sodyum klorür	TEKKİM	170540
Sodyum nitrit	Merck	106544
Sodyum potasyum tartarat tetrahidrat	Sigma-Aldrich	217255
TPTZ	Sigma-Aldrich	T1253
Troloks	Sigma-Aldrich	238813
Vanilik asit	Merck	841025

3.1.3. Tez kapsamında kullanılan sarf malzemeler

Çalışmalarda kullanılan sarf malzemeler ve özellikleri Çizelge 3.3 'te verilmiştir.

Çizelge 3.3. Çalışmalarda kullanılan sarf malzemeler

Malzeme Adı	Marka	Katalog Numarası	Özellikleri
AnaeroGen	Thermo Scientific	AN0025A	2,5 L
Otomatik pipet	Eppendorf	Z683809	10 – 100 µL
Otomatik pipet	Eppendorf	Z683825	100 – 1000 µL
Otomatik pipet	Eppendorf	Z683833	500 – 5000 µL

3.1.4. Tez kapsamında kullanılan çözeltiler

Toplam fenolik madde analizinde kullanılan çözeltilerin hazırlanması

- Lowry A çözeltisi: 4 g NaOH (1 M) ve 2 g Na_2CO_3 (%2; w/v) saf su ile çözülüp 100 mL hacme tamamlanmıştır.
- Lowry B çözeltisi: 1 g $NaKC_4H_4O_6$ (%1; w/v) ve 0,5 g $CuSO_4$ (%0,5; w/v) saf su ile çözülüp 100 mL hacme tamamlanmıştır.
- Lowry C çözeltisi: Lowry A ve Lowry B çözeltileri 50:1 (v/v) oranında karıştırılarak hazırlanmıştır.
- Folin-Ciocalteu çözeltisi: Stok Folin-Ciocalteu reaktifi (2N) saf su ile 1:3 oranında seyreltilerek hazırlanmıştır.
- Gallik asit çözeltisi (1000 mg/L): 0,1 g gallik asit metanol ile çözülüp 100 mL hacme tamamlanmıştır. Gerekli seyreltmeler metanol çözücüsü kullanılarak yapılmıştır.

Toplam flovanoid analizinde kullanılan çözeltilerin hazırlanması

* $NaNO_2$ çözeltisi (%5; w/v): 5 g $NaNO_2$ saf su ile çözülüp 100 mL hacme tamamlanmıştır.
* $AlCl_3$ çözeltisi (%10; w/v): 10 g $AlCl_3$ saf su ile çözülüp 100 mL hacme tamamlanmıştır.
* NaOH çözeltisi (1 M): 4 g NaOH saf su ile çözülüp 100 mL hacme tamamlanmıştır.
* Kateşin çözeltisi (1000 mg/L): 0,1 g kateşin metanol ile çözülüp 100 mL hacme tamamlanmıştır. Gerekli seyreltmeler metanol çözücüsü kullanılarak yapılmıştır.

ABTS yöntemi ile antioksidan kapasite analizinde kullanılan çözeltilerin hazırlanması

* Stok ABTS çözeltisi: 0,092 g ABTS (2,2-azinobis(3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit) reaktifi (7 mM) ve 0,01655 g $K_2S_2O_8$ (2,45 mM) su ile çözülerek 25 mL hacme tamamlanmış ve 24 saat boyunca karanlık ortamda bekletilmiştir.
* ABTS radikal çözeltisi (ABTS*): 24 saat sonra stok ABTS çözeltisi su ile 10 kat seyreltilerek analizde kullanılan ABTS* çözeltisi hazırlanmıştır.
* Troloks çözeltisi (1000 mg/L): 0,1 g troloks metanol ile çözülüp 100 mL hacme tamamlanmıştır. Gerekli seyreltmeler metanol çözücüsü kullanılarak yapılmıştır.

CHROMAC yöntemi ile antioksidan kapasite analizinde kullanılan çözeltilerin hazırlanması

* HCl çözeltisi (10 N): 12,06 N'lik derişik HCl (%37; 1,19 g/mL) çözeltisinden 41,46 mL alınarak saf su ile 50 mL'lik 10 N HCl çözeltisi hazırlanmıştır.
* HCl çözeltisi (0,2 N): Hazırlanan 10 N HCl çözeltisinden 2 mL alınıp saf su ile 100 mL hacme tamamlanmıştır.
* KCl çözeltisi (0,2 N): 0,3725 g KCl toplam hacim 25 mL olacak şekilde saf su ile çözülerek hazırlanmıştır.

* pH 1,2 tamponu: 25 mL 0,2 N KCl ve 42,5 mL 0,2 N HCl toplam hacim 100 mL olacak şekilde saf su ile hazırlanmıştır. Hazırlanan tampon çözeltinin pH'si 0,2 N HCl ile 1,2'ye ayarlanmıştır.
* pH 2,8 fosfat tamponu: 6,24 g $NaH_2PO_4.2H_2O$ bir miktar saf su ile çözülerek 0,68 mL %85'lik H_3PO_4 (1,685 g/cm^3) ile asitlendirildi ve toplam hacim 1 L olacak şekilde saf su ile hazırlanmıştır. Hazırlanan tampon çözeltinin pH'si 0,2 N HCl ile 2,8'e ayarlanmıştır.
* $K_2Cr_2O_7$ çözeltisi (50 mg/L): 5 mg $K_2Cr_2O_7$ toplam hacim100 mL olacak şekilde pH 2,8 fosfat tamponu ile çözülerek hazırlanmıştır.
* 1,5-difenilkarbazit çözeltisi ($4,1x10^{-3}$ M): 0,01 g 1,5-difenilkarbazit 7 mL aseton ve 3 mL pH 2,8 fosfat tamponu içerisinde çözülmüştür.
* 1,5-difenilkarbazit çözeltisi ($3,4x10^{-4}$ M): Hazırlanan $4,1x10^{-3}$ M'lık 1,5-difenilkarbazit çözeltisinden 8,3 mL alınarak toplam hacim 100 mL olacak şekilde pH 2,8 tamponu ile analizde kullanılacak olan 1,5-difenilkarbazit çözeltisi hazırlanmıştır.
* Troloks çözeltisi (1000 mg/L): 0,1 g troloks metanol ile çözülüp hacmi 100 mL'ye tamamlanmıştır. Gerekli seyreltmeler metanol çözücüsü kullanılarak yapılmıştır.

DPPH yöntemi ile antioksidan kapasite analizinde kullanılan çözeltilerin hazırlanması

* DPPH reaktif çözeltisi (1 mM): 39,44 mg DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) metanol içerisinde çözülerek 100 mL'ye tamamlanmıştır.
* Troloks çözeltisi (1000 mg/L): 0,1 g troloks metanol ile çözülüp 100 mL hacme tamamlanmıştır. Gerekli seyreltmeler metanol çözücüsü kullanılarak yapılmıştır.

FRAP yöntemi ile antioksidan kapasite analizinde kullanılan çözeltilerin hazırlanması

* CH_3COONa çözeltisi (0,1 N): 1,36 g $CH_3COONa.3H_2O$ saf su ile çözülerek 100 mL hacme tamamlanmıştır.
* CH_3COOH çözeltisi (0,1N): Derişik CH_3COOH (%95; 1,05 g/cm^3) çözeltisinden 0,6 mL alınarak saf su ile toplam hacim 100 mL olacak şekilde çözülerek hazırlanmıştır.
* pH 3,6 asetat tampon çözeltisi: 92,5 mL 0,1 N CH_3COOH ve 7,5 mL 0,1 N CH_3COONa çözeltileri karıştırılarak hazırlanmıştır. Hazırlanan tampon çözeltinin pH'si 0,1 N HCl çözeltisi kullanılarak 3,6'ya ayarlanmıştır.
* HCl çözeltisi (10 N): 12,06 N'lik derişik HCl (%37; 1,19 g/mL) çözeltisinden 82,92 mL alınarak saf su ile 100 mL'ye tamamlanmıştır.
* HCl çözeltisi (40 mM): 10 N HCl çözeltisinde 2 mL alınarak toplam hacim 500 mL olacak şekilde saf su ile seyreltilmiştir.
* TPTZ çözeltisi (10 mM): Toplam hacim 100 mL olacak şekilde, 0,3 g 2,4,6-tris(2-piridil)-s-triazin (TPTZ) 40 mM HCl içinde çözülerek hazırlanmıştır.
* $FeCl_3$ çözeltisi (20 mM): 0,3 g $FeCl_3$ toplam hacim 100 mL olacak şekilde saf su ile çözülmüştür.
* FRAP çözeltisi: pH 3,6 asetat tamponu, $FeCl_3$ ve TPTZ çözeltilerinin 10:1:1 oranında karıştırılmıştır.
* Troloks çözeltisi (1000 mg/L): 0,1 g troloks metanol ile çözülüp 100 mL hacme tamamlanmıştır. Gerekli seyreltmeler metanol çözücüsü kullanılarak yapılmıştır.

Kromatografik analizler için kalibrasyon çözeltilerinin hazırlanması

İğde örneklerinin fenolik bileşik içeriğinin kantitatif analizi için standart fenolik bileşiklerden 1 mg tartılıp toplam hacim 10 mL olacak şekilde metanolde çözülerek 100 mg/L'lik stok çözeltileri hazırlanmıştır. Fenolik standartların stok çözeltileri kullanılarak 1-20 mg/L derişim aralığında metanol ile seyreltmeler yapılarak kalibrasyon çözeltileri hazırlanmıştır.

Gastro-intestinal analizler için simüle mide sıvısı (SGF) ve simüle bağırsak sıvısı (SIF) ortamlarının hazırlanması

SGF ortamı; 1 g NaCl ve 1,6 g pepsin sterilize edilmiş saf su içerisinde çözülerek toplam hacim 500 mL'ye tamamlanmıştır. 0,2 N HCl yardımıyla pH 2,0 ± 0,2 ayarlanarak tek kullanımlık steril filtreden geçirilmiştir.

SIF ortamı; 3,4 g KH_2PO_4 ve 38,5 mL 0,2 N NaOH sterilize edilmiş saf su içerisinde çözülmüştür. Hazırlanan çözeltiye 0,625 g pankreatin ve 1,5 g safra tuzu eklenerek çözelti hacmi 500 mL'ye tamamlanmıştır. Ortam pH'si 0,2 N NaOH ve 0,2 N HCl ile 7,0 ± 0,2'ye ayarlanarak tek kullanımlık steril filtreden geçirilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. İğde örneklerinin toplanması

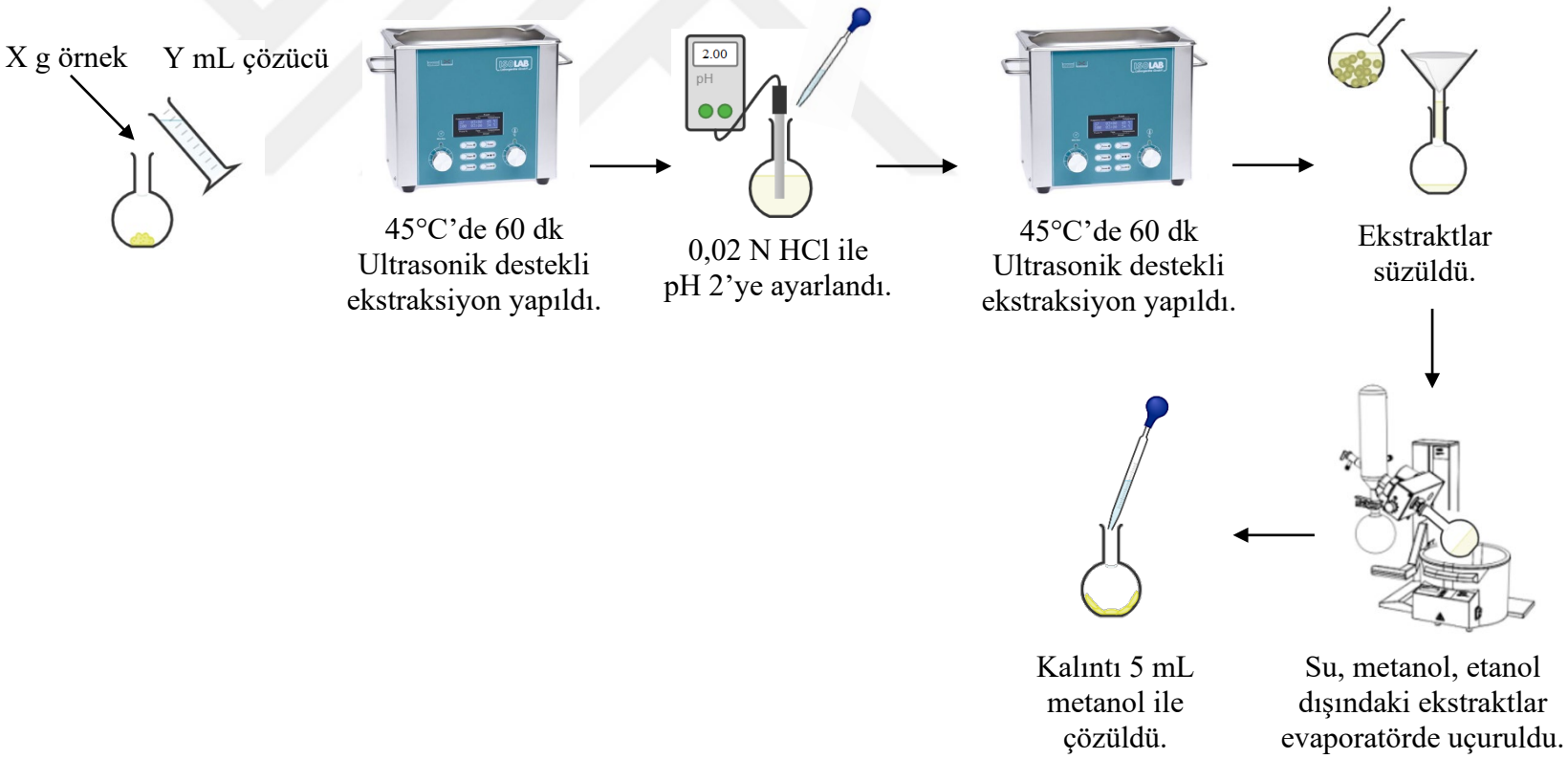
Türkiye'nin Nevşehir ilinin 3 lokasyonundan (1: 38°36'32"/34°74'32", 2: 38°38'61"/34°73'99", 3: 38°38'58"/34°74'00") iğde (meyve, yaprak ve çiçek) örnekleri toplanmıştır. Toplanan örnekler laboratuvar koşullarında kurutulmuştur. İğde meyvesinin kabuğu, unsu kısmı ve çekirdeği ayrılarak kurutma işlemine devam edilmiştir. Daha sonra iğdenin tüm kısımları öğütücü yardımıyla küçük parçalara ayrılarak homojenize edilmiştir. Analizlerde kullanılana kadar -24°C'de muhafaza edilmiştir.

3.2.2. İğde örneklerinin ekstraksiyon işlemleri

Spektroskopik ve kromatografik analizler için homojenize edilen iğde örneklerinin su, metanol, etanol, bütanol, etil asetat, aseton, hekzan ve petrol eteri olmak üzere 8 farklı çözücü kullanılarak ultrasonik destekli ekstraksiyon işlemleri gerçekleştirilmiştir. Ekstraksiyon işlemleri çözücü ekstraksiyonu (Şekil 3.1) ve asidik hidroliz ekstraksiyonu (Şekil 3.2) olarak iki farklı şekilde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.1. İğde örneklerinin çözücü ekstraksiyonunun şematik gösterimi (X/Y değerleri: un için 2 g/20 mL, kabuk için 2 g/20 mL, çekirdek için 1 g/20 mL, çiçek için 0,1 g/10 mL, yaprak için 1 g/20 mL)



Şekil 3.2. İğde örneklerinin asidik hidroliz ekstraksiyonunun şematik gösterimi (X/Y değerleri: un için 1 g/10 mL, kabuk için 1 g/10 mL, çekirdek için 1 g/10 mL, çiçek için 0,1 g/10 mL, yaprak için 0,5 g/10 mL)

3.2.3. Toplam fenolik madde analizi

İğde ekstraklarının toplam fenolik madde analizi Folin-Ciocalteu yöntemi ile yapılmıştır (Karkar ve ark., 2021; Singleton ve ark., 1999). Toplam fenolik madde tayini çalışmalarında standart madde olarak gallik asit çözeltisi kullanılarak 0,1-60,0 ppm aralığında kalibrasyon grafiği çizilmiş en küçük kareler yöntemiyle doğru denklemi hesaplanmıştır. Analiz tüplerine x mL örnek/standart, (2-x) mL saf su, 2,5 mL Lowry C çözeltisi ve 0,25 mL seyreltilmiş Folin-Ciocalteu reaktifi eklenerek karıştırılmıştır. Örnekler 30 dk karanlıkta bekletildikten sonra UV-GB spektrofotometresinde 750 nm'de absorbansları ölçülmüştür. Daha sonra doğru denklemi kullanılarak iğde örneklerinin toplam fenolik madde içeriği mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/ g örnek olarak belirlenmiştir.

3.2.4. Toplam flavonoid analizi

İğde ekstraklarının toplam flavonoid analizi (Low ve ark., 2015) çalışmalarında %80 metanol ile hazırlanmış kateşin çözeltisi standart olarak kullanılarak 0,3-50,0 ppm aralığında kalibrasyon grafiği çizilmiş, en küçük kareler yöntemiyle doğru denklemi hesaplanmıştır. Analiz tüplerine 0,5 mL örnek/standart, 1,5 mL etanol, 0,1 mL %10'luk alüminyum klorür çözeltisi, 0,1 mL 1 M'lık sodyum asetat çözeltisi ve 2,8 mL saf su eklenerek tüpler karıştırılmıştır. Analiz tüpleri 30 dk boyunca karanlık ortamda bekletilerek UV-BB spektrofotometresinde 415 nm'de absorbansları ölçülmüştür. Daha sonra doğru denklemi kullanılarak iğde örneklerinin toplam flavonoid içeriği mg kateşin eşdeğeri (CE) /g örnek olarak belirlenmiştir.

3.2.5. Toplam karotenoid analizi

İğde ekstratlarının toplam karotenoid içeriği için örneklerin UV-GB spektrofotometresi ile 450 nm'de absorbansları ölçülerek ve Eşitlik 3.1 yardımıyla molar derişimleri belirlenmiş ve sonuçlar mg β-karoten eşdeğeri (QE) /kg örnek olarak verilmiştir (Biehler ve ark., 2010; Nasir ve ark., 2017).

$$C\ (M) = \frac{A_{450} \times F}{\varepsilon \text{ x } d} \qquad (3.1)$$

C: derişim, A_{450}: 450 nm'deki absorbans, F: seyrelme faktörü, d: ışık yolu (cm), ε: molar sönüm katsayısı (metanol için: 136400 L cm^{-1} mol^{-1}, etanol için: 135800 L cm^{-1} mol^{-1})

3.2.6. ABTS yöntemi ile antioksidan kapasite analizi

ABTS yöntemi ile antioksidan kapasite tayini (Karkar ve ark., 2021; Re ve ark., 1999) çalışmalarında standart madde olarak troloks kullanılarak 0,5-5,0 ppm aralığında kalibrasyon grafiği çizilmiş, en küçük kareler yöntemiyle doğru denklemi hesaplanmıştır. Analiz tüplerine x mL örnek/standart, (4-x) mL etanol ve 1 mL ABTS* reaktif çözeltisi eklenerek karıştırılmış, 6 dk sonra UV-GB spektrofotometresi ile 734 nm'de absorbansları ölçülmüştür ($A_{örnek}$). Örnek/standart içermeyen analiz tüplerine 4 mL etanol ve 1 mL ABTS* reaktif çözeltisi eklenerek aynı şekilde 6 dk sonra 734 nm'de absorbansları ölçülmüştür ($A_{kör}$). Ölçümler sonucunda örnek/standartlar için % inhibisyon değerleri Eşitlik 3.2'ye göre hesaplanmıştır. Daha sonra doğru denklemi kullanılarak iğde örneklerinin antioksidan kapasite değerleri mg troloks eşdeğeri (TE) /g örnek olarak belirlenmiştir.

$$\%\ \text{İnhibisyon} = \frac{A_{kör} - A_{örnek}}{A_{kör}} \text{x}100 \qquad (3.2)$$

3.2.7. CHROMAC yöntemi ile antioksidan kapasite analizi

CHROMAC yöntemi ile antioksidan kapasite tayini (Karkar ve ark., 2021) çalışmalarında standart madde olarak troloks kullanılarak 10,0-60,0 ppm aralığında kalibrasyon grafiği çizilmiş, en küçük kareler yöntemiyle doğru denklemi hesaplanmıştır. Analiz tüplerine x mL (<0,50 mL) örnek/standart, 0,50-x mL saf su, 3,5 mL pH 2,8 fosfat tamponu, 0,50 mL potasyum dikromat çözeltisi eklenerek tüpler karıştırılmıştır. 1 dk bekletildikten sonra analiz tüplerine 0,50 mL 1,5-difenilkarbazit çözeltisi eklenerek karıştırılmış ve 50 dk karanlıkta bekletilmiştir. Süre sonunda UV-GB spektrofotometresi ile 540 nm'de

absorbans ölçümleri gerçekleştirilmiştir ($A_{geriye\ kalan}$). Kör numune analizi için analiz tüplerine 0,5 mL saf su, 3,5 mL pH 1,2 tamponu ve 0,50 mL potasyum dikromat çözeltisi eklenerek karıştırılmıştır. 1 dk bekletildikten sonra 0,50 mL 1,5-difenilkarbazit çözeltisi eklenerek karıştırılmış 50 dk karanlık ortamda bekletilmiş ve aynı şekilde 540 nm'de absorbans ölçümleri alınmıştır ($A_{kör}$). Örnek/standartların absorbans değerleri ($A_{örnek}$) Eşitlik 3.3'e göre hesaplanmıştır.

$$A_{örnek} = A_{kör} - A_{geriye\ kalan} \tag{3.3}$$

Daha sonra doğru denklemi kullanılarak iğde örneklerinin antioksidan kapasite değerleri mg troloks eşdeğeri (TE) /g örnek olarak belirlenmiştir.

$A_{kör}$: Antioksidan içermeyen, tüm reaktif maddenin ve aşırı Cr^{+6}'nın bulunduğu çözeltide, Cr^{+6} ve 1,5-difenilkarbazit bileşiğinin oluşturduğu yükseltgenme-indirgenme tepkimesi sonucu oluşan Cr^{+3}-difenilkarbazon şelatının absorbans değeri, $A_{geriye\ kalan}$: Fenolik madde ile reaksiyon sonucu geriye kalan Cr^{+6} ve 1,5-difenilkarbazit oluşturduğu Cr^{+3}-difenilkarbazon şelatının absorbans değeridir.

3.2.8. DPPH yöntemi ile antioksidan kapasite analizi

DPPH antioksidan kapasite tayini (Şahin ve ark., 2012) çalışmalarında standart madde olarak troloks ile 0,3-5,0 ppm aralığında kalibrasyon grafiği çizilmiş, en küçük kareler yöntemiyle doğru denklemi hesaplanmıştır. Analiz tüplerine x mL örnek/standart, (3-0,18-x) mL metanol ve 0,18 mL 1 mM DPPH çözeltisi eklenerek karıştırılmıştır. Analiz tüpleri 30 dk boyunca karanlık ortamda bekletilerek UV-GB spektrofotometresi ile 515 nm'de absorbansları ölçülmüştür ($A_{örnek}$). Aynı şekilde örnek/standart içermeyen analiz tüplerine (3-0,18) mL metanol ve 0,18 mL 1 mM DPPH çözeltisi eklenerek 30 dk karanlıkta bekletilen analiz örneklerinin 515 nm'de absorbans ölçümleri alınmıştır ($A_{kör}$). Ölçümlerden sonra örnek/standartların % inhibisyon değerleri Eşitlik 3.4'e göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ İnhibisyon} = \frac{A_{kör} - A_{örnek}}{A_{kör}} x100 \quad (3.4)$$

Daha sonra belirlenen doğru denklemi kullanılarak iğde örneklerinin antioksidan kapasite değerleri mg troloks eşdeğeri (TE) /g örnek olarak belirlenmiştir.

3.2.9. FRAP yöntemi ile antioksidan kapasite analizi

Fe^{3+}-TPTZ (ferriktripiridiltriazin) kompleksinin asidik ortamda antioksidanların varlığıyla Fe^{2+}'ye indirgenmesine dayanan FRAP yöntemiyle antioksidan kapasite tayininde standart olarak troloks kullanılarak 0,1-15,0 ppm aralığında kalibrasyon grafiği çizilmiş, en küçük kareler yöntemiyle doğru denklemi hesaplanmıştır (Benzie ve Strain, 1996; Karkar ve ark., 2021). Analiz tüplerine x mL (<0,25 mL) örnek/standart ve (3-x) mL FRAP reaktifi eklenerek 30 dk boyunca karanlık ortamda bekletildikten sonra örnek/standartların UV-GB spektrofotometresi ile 593 nm'de absorbansları alınmıştır. Daha sonra belirlenen doğru denklemi kullanılarak iğde örneklerinin antioksidan kapasite değerleri mg troloks eşdeğeri (TE) /g örnek olarak belirlenmiştir.

3.2.10. İğde ekstraktlarında bulunan fenolik bileşiklerin analizi

İğde ekstraktlarında (un, kabuk, çekirdek, çiçek ve yaprak) bulunan fenolik maddelerin kantitatif tayinleri için yüksek performanslı sıvı kromatografisi-fotodiod serili dedektör cihazı (HPLC-DAD) kullanılmıştır. HPLC-DAD ile fenolik madde analizi için C18 (XBridge, 3,5 µm, 4,6 x 250 mm) kolonu ile enjeksiyon hacmi 10 µL, akış hızı ise 0,5 mL /dk olacak şekilde çalışılmıştır. Analiz sırasında %1'lik sulu formik asit ve asetonitrilden oluşan gradient hareketli faz programı uygulanmıştır (Çizelge 3.4) (Şahin ve ark., 2012).

Çizelge 3.4. HPLC-DAD gradient hareketli faz programı

Süre (dk)	Hareketli faz bileşimi	
	%1'lik Formik asit	Asetonitril
0	%90	%10
10	%87	%13
20	%58,5	%41,5
25	%30	%70
35	%90	%10
36	%90	%10

Fenolik bileşik standartları ve iğde ekstraktları Çizelge 3.4'te belirtilen çözücü programı kullanılarak HPLC-DAD cihazı ile analiz edilmiştir. Elde edilen kromatogramlar incelenerek iğde ekstraktlarının fenolik bileşik profili kalitatif ve kantitatif olarak belirlenmiştir.

3.2.11. İğde (*Elaeagnus angustifolia* L.) ununun fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi

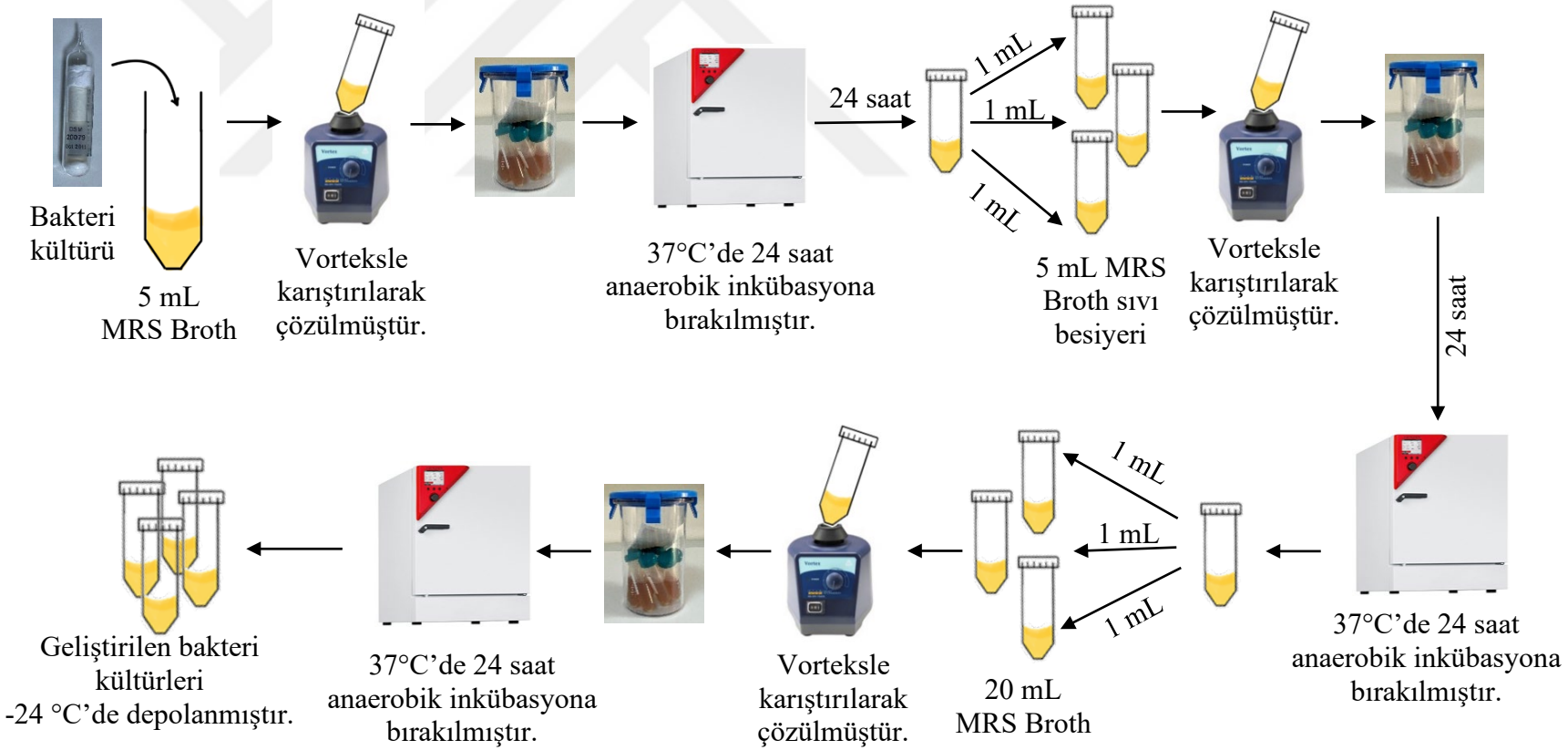
İğde (*Elaeagnus angustifolia* L.) ununun toplam yağ (AOAC 920.39 2005), toplam şeker (AOAC 968.28.1969/2000), toplam protein (AOAC 991.20 2005), toplam nişasta (GMMAM 1988), toplam karbohidrat (Cemeroğlu, B., Acar 1986), toplam diyet lif (AOAC 991.43 1994), nem (TS EN ISO 712 2012), kül (TS EN ISO 2171 2010), kuru madde ve titre edilebilir asitlik (TS 4500) içerikleri belirlenmiştir.

3.2.12. İğde (*Elaeagnus angustifolia* L.) ununun sterilizasyonu

Enkapsülasyon işleminde kaplama materyali olarak kullanılacak olan iğde unu kullanılmadan önce sterilize edilmiştir. Bunun için iğde unu 121°C'de 1, 2, 3, 4 ve 5 dk boyunca sterilize edilerek her bir örneğin toplam fenolik madde, toplam yağ, toplam şeker, toplam protein, toplam nişasta ve toplam karbohidrat içerikleri belirlenmiştir. Sonuçlar istatistik olarak ANOVA ile değerlendirilerek iğde ununun optimum sterilizasyon süresi belirlenmiştir.

3.2.13. Probiyotik bakterinin geliştirilmesi ve aktive edilmesi

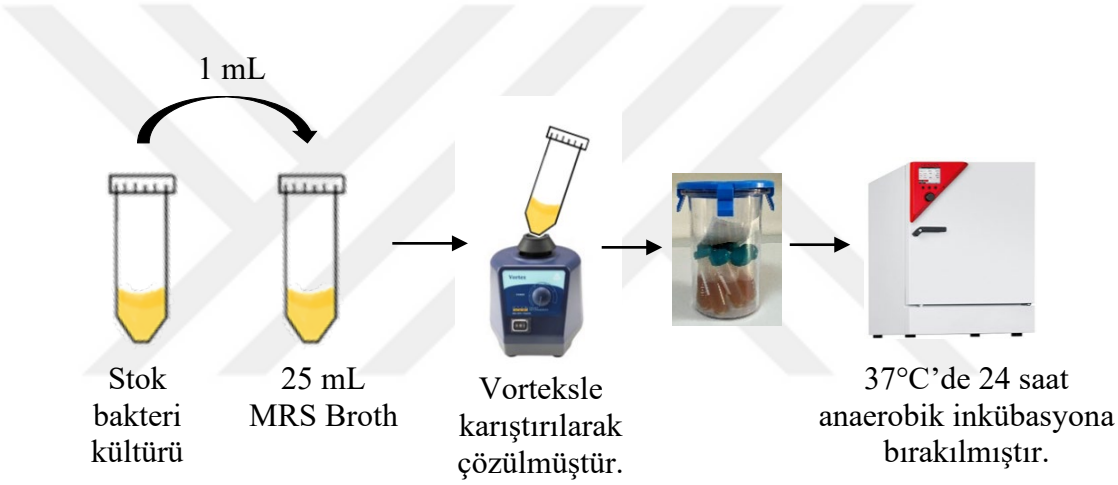
Tez kapsamında probiyotik bakteri olarak *Lactobacillus casei* (DSM 20011) ve *Lactobacillus acidophilus* (DSM 20079) suşları seçilmiştir. Her iki bakterinin aktivasyonları için De Man Rogosa ve Sharpe (MRS) sıvı besiyeri kullanılmıştır. Tüm çalışmalarda MRS Broth sıvı besiyeri 121°C'de 15 dk sterilize edilerek kullanılmıştır. Şekil 3.3'te şematize edilen *L. casei* ve *L. acidophilus* probiyotik bakterilerinin aktive edilerek geliştirilmesi işlemleri mikrobiyolojik kabin içerisinde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.3. *L. casei* ve *L. acidophilus* probiyotik bakterilerinin geliştirilmesi

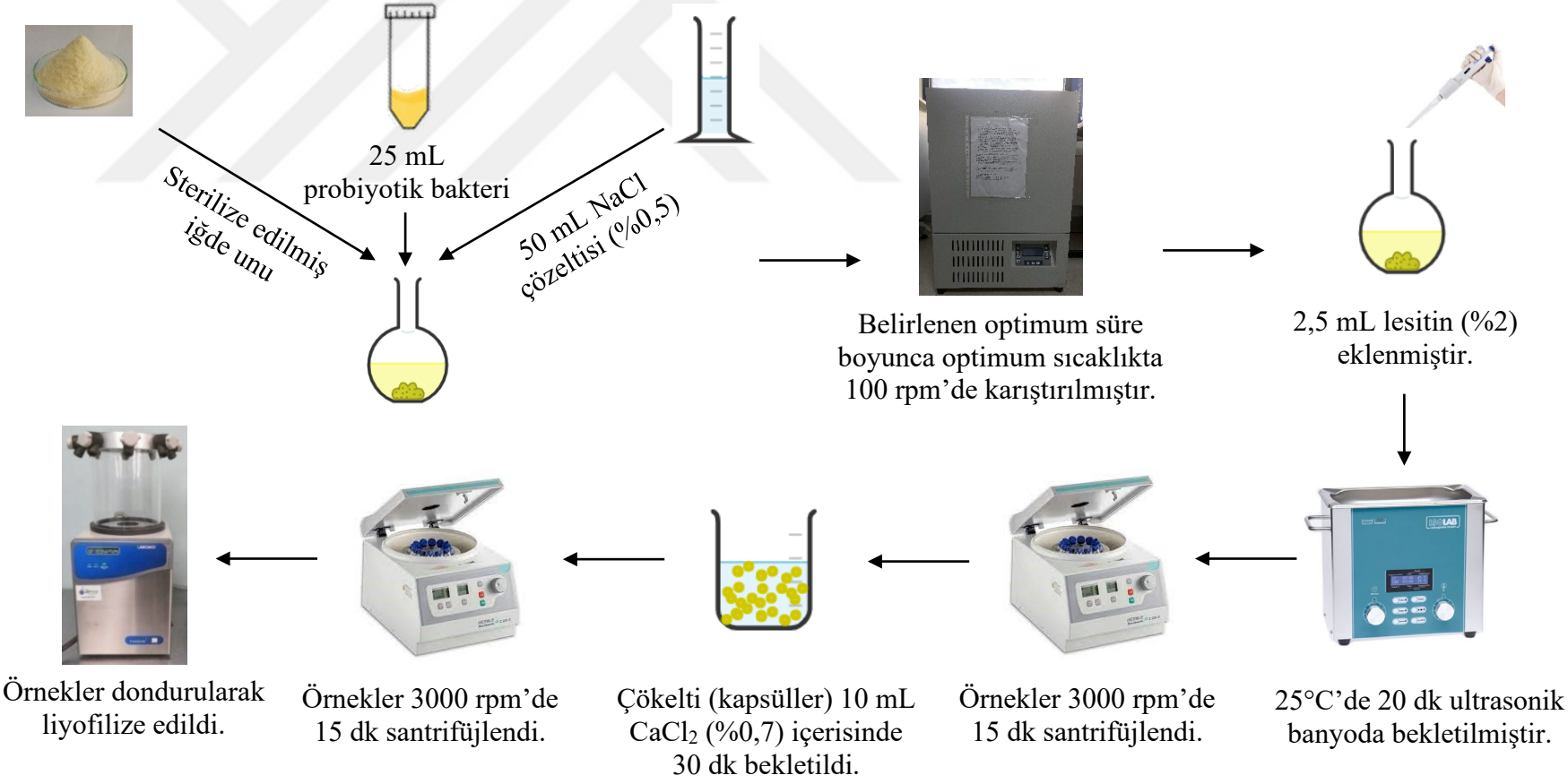
3.2.14. Probiyotik bakterinin iğde unu üzerine enkapsüle edilmesi

Probiyotik bakterilerin iğde unu üzerine enkapsüle edilmesi emülsifikasyon yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Enkapsülasyon işleminde Şekil 3.3'te belirtildiği şekilde hazırlanan stok kültürler Şekil 3.4'te belirtilen şekilde enkapsülasyondan 24 saat önce aktive edilerek kullanılmıştır. Probiyotik bakterilerin yararlı etki gösterebilmeleri, insan vücuduna daha fazla sayıda alınması ve eklendikleri gıdaların üretimi ve depolama süresi boyunca canlı kalabilmeleri için bakteri yoğunluğunun 10^6-10^7 kob/mL veya daha fazla olması gereklidir (Gismondo ve ark., 1999). Bu nedenle aktive edilen probiyotik bakteri 25 mL (10^6-10^8 kob/mL) olacak şekilde ortama eklenmiştir.



Şekil 3.4. Probiyotik bakteri kültürlerinin aktive edilmesi

Enkapsülasyon işleminde iğde unu 121°C'de, belirlenen optimum sürede iğde unu dışında kalan tüm malzeme ve çözeltiler 121°C'de 15 dk boyunca sterilize edilerek kullanılmıştır. İğde unu üzerine probiyotik bakterilerin enkapsülasyon prosedürü Şekil 3.5'te verilmiştir.



Şekil 3.5. İğde unu üzerine probiyotik bakterilerin enkapsülasyonu

Probiyotik bakterilerin iğde unu üzerine maksimum enkapsülasyon verimi için kemometrik yöntemlerden merkezi kompozit dizayn kullanılarak optimizasyon çalışmaları yapılmıştır. Karıştırma sıcaklığı (°C), karıştırma süresi (dk) ve iğde unu miktarı (%) önemli faktörler olarak seçilmiştir. Merkezi kompozit dizayn için kullanılan faktörler ve kodlanmış seviye değerleri Çizelge 3.5'te verilmektedir. Merkezi kompozit dizaynda faktörler ve 5 seviye aralığı belirlendikten sonra deney sayısı (N) hesaplanmıştır (Eşitlik 3.5).

$$N = 2^k + 2k + 1 + x_0 \tag{3.5}$$

k, faktör sayısı ve x_0, tekrarlanan deney sayısını ifade eder. Çalışmada beş seviyeli üç faktörlü merkezi kompozit dizayn uygulanmıştır. Formüldeki 2^k full faktöriyel veya fraksiyonlu faktöriyel dizayndaki deney sayılarını, $2k$ star dizayn deney sayısını ve 1 ise orta seviyedeki deney sayısını gösterir. 2^k'daki seviyeler (±1), $2k$'dakiler (±α), 1'deki ise (0) dır. Optimizasyon çalışmaları için 20 deney ($N=2^3+2.3+1+5=20$) yapılmıştır. α değeri dairesel ve ortagonal dizayna göre farklı seviyeler almaktadır. Dairesel dizaynda α Eşitlik 3.6'ya göre hesaplanarak 1,68 olarak bulunmuştur.

$$\alpha = \pm \sqrt[4]{2^k} \tag{3.6}$$

Çizelge 3.5. Merkezi kompozit dizayn için faktörler ve kodlanmış seviye değerleri

Faktörler	**Kodlanmış seviyeler**				
	-1,68	-1	0	1	1,68
Karıştırma sıcaklığı (°C) (x_1)	22	25	30	35	38
Karıştırma süresi (dk) (x_2)	69,6	90	120	150	170,4
İğde unu miktarı (%) (x_3)	0,32	1,0	2,0	3,0	3,68

Kodlanmış seviye değerleri ile hazırlanan merkezi kompozit dizayn tablosunda her bir faktörün parabolik etkileri incelenebilmektedir (Çizelge 3.6). Çizelge 3.6'da verilen son altı deney orta seviyede tekrarlanan deneylerdir ve tekrarlanan deneylerin hatasının bulunmasını sağlar. Yapılan 20 deney için enkapsülasyon verimi hesaplanıp yanıt değerleri için Design Expert 7.0.0 (Stat-Ease inc. USA) programı kullanılarak ANOVA analizi gerçekleştirilmiştir.

ANOVA analizi ile Eşitlik 3.7'deki ikinci dereceden denklem ile tahmini değerler ve üç faktör için optimum değerler hesaplanmıştır.

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^{3} b_i x_i + \sum_{i=1}^{3} b_{ii} x_i^2 + \sum_{i=1}^{2} \sum_{j=i+1}^{3} b_{ij} x_i x_j \qquad (3.7)$$

y, yanıt; b_0, sabit terim; b_i, doğrusal etkileşim sabiti; b_{ii}, parabolik etkileşim sabiti; b_{ij}, parametre etkileşim sabiti, x_i ve x_j bağımsız değişkenleri temsil etmektedir.

Çizelge 3.6. Merkezi kompozit dizayn tablosu

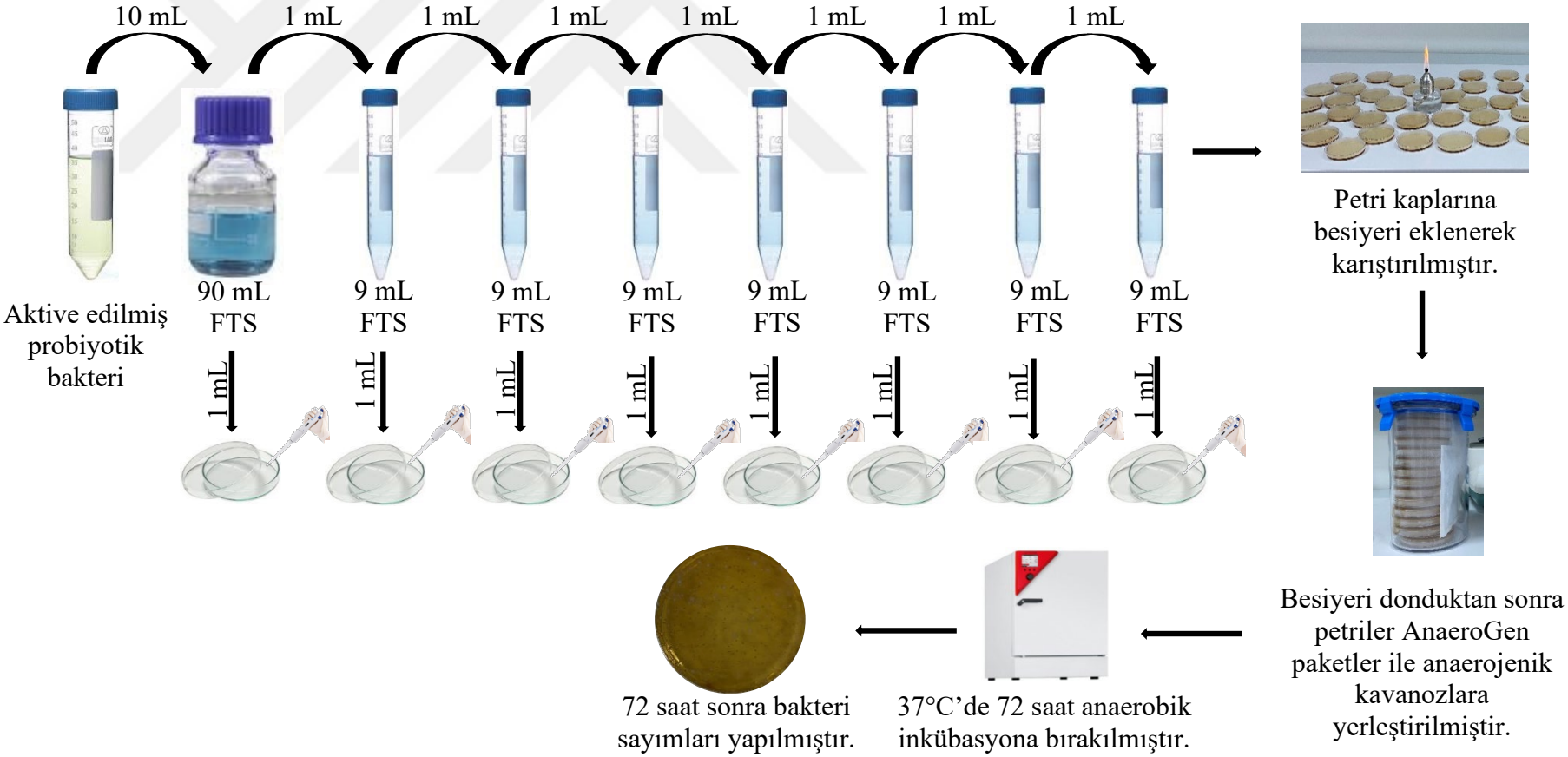
Deney	Faktörler		
	x_1	x_2	x_3
	Karıştırma sıcaklığı (ºC)	**Karıştırma süresi (dk)**	**İğde unu miktarı (%)**
1	25,00	90,0	0,50
2	35,00	90,0	0,50
3	25,00	150,0	0,50
4	35,00	150,0	0,50
5	25,00	90,0	1,50
6	35,00	90,0	1,50
7	25,00	150,0	1,50
8	35,00	150,0	1,50
9	22,00	120,0	1,00
10	38,00	120,0	1,00
11	30,00	69,6	1,00
12	30,00	170,4	1,00
13	30,00	120,0	0,16
14	30,00	120,0	1,84
15	30,00	120,0	1,00
16	30,00	120,0	1,00
17	30,00	120,0	1,00
18	30,00	120,0	1,00
19	30,00	120,0	1,00
20	30,00	120,0	1,00

3.2.15. Mikrobiyolojik analizler

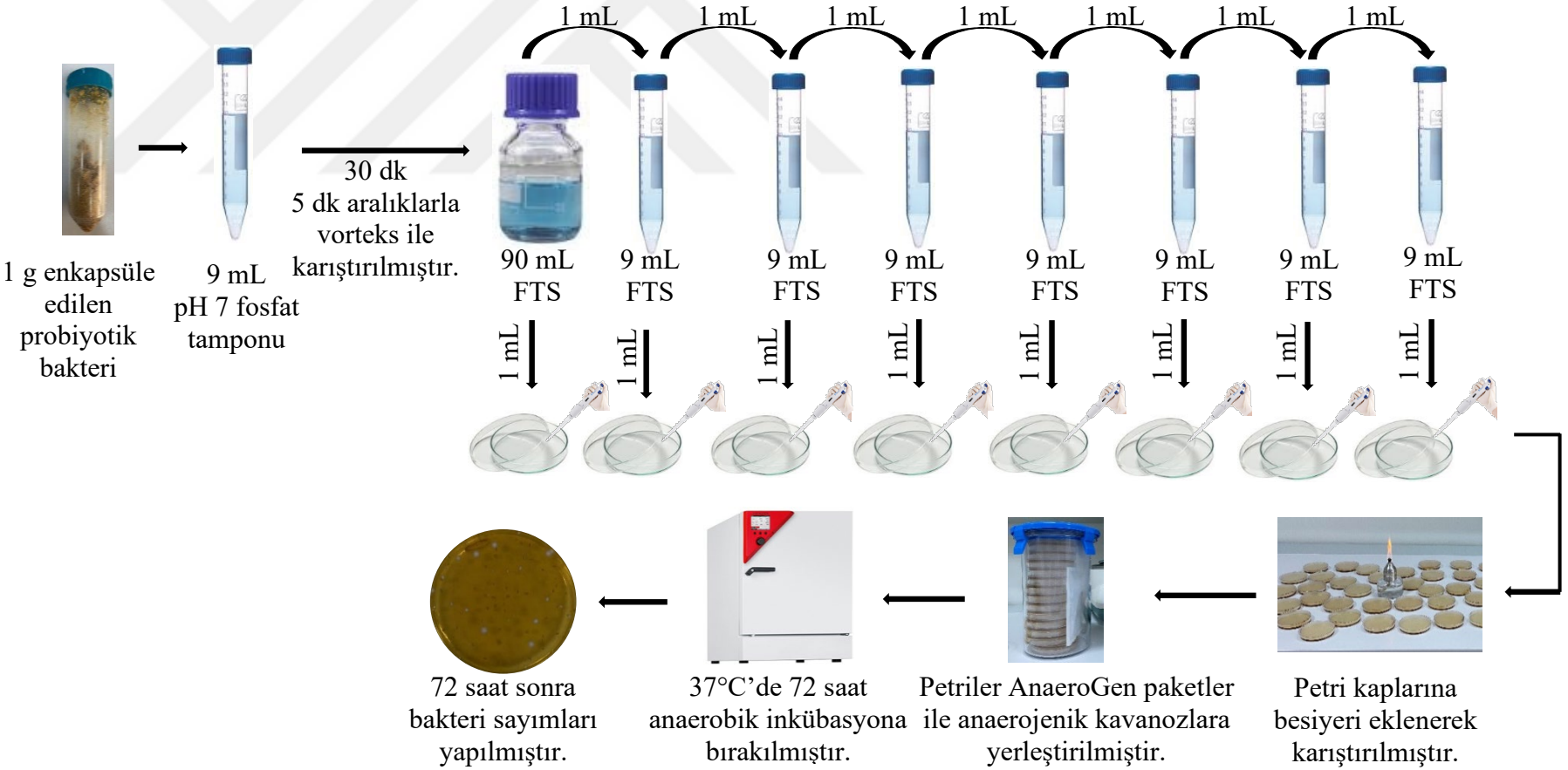
Serbest ve enkapsüle *L. casei* ve *L. acidophilus* probiyotik bakterilerinin mikrobiyolojik analizleri dökme plaka yöntemine göre gerçekleştirilmiştir. Kapsüllerin açılması için kapsüller 0,1 M fosfat tamponu (K_2HPO_4/KH_2PO_4; pH 7,0 ± 0,2) içerisinde 30 dk boyunca 5 dakikada bir vortekslenmiştir. Fizyolojik tuzlu su (FTS) (NaCl, %0,85; w/v) ile serbest ve enkapsüle edilen probiyotik bakterilerin 10^{-1}-10^{-8} arası seri dilüsyonları hazırlanarak steril petri kaplarına mikrobiyolojik ekimleri gerçekleştirilmiştir. Besiyeri olarak MRS-Agar sıvı besiyeri kullanılmıştır. Şekil 3.6 ve Şekil 3.7'de verilen analiz şemalarına göre mikrobiyolojik analizleri gerçekleştirilen örneklerin kapsüllenmiş probiyotik bakteri gramı veya serbest probiyotik bakteri mililitresi başına koloni oluşturan birimleri (kob) belirlenmiştir (log kob /g-mL) (Tharmaraj ve Shah, 2003).

L. casei ve *L. acidophilus* probiyotik bakterilerinin iğde unu üzerine enkapsüle edilmesi için Çizelge 3.6'da belirlenen çalışma koşulları ile her iki bakteri için 20 farklı koşulda enkapsülasyon işlemi uygulanmış ve Şekil 3.7'de belirtilen analiz şemasına göre enkapsüle edilen probiyotik bakterilerin canlılıkları belirlenmiştir. Serbest ve enkapsüle edilen *L. casei* ve *L. acidophilus* probiyotik bakterilerinin mL ve g başına düşen canlı koloni sayıları kullanılarak Eşitlik 3.8'e göre enkapsülasyon verimleri hesaplanmıştır. Elde edilen enkapsülasyon verimleri kullanılarak Design Expert 7.0.0 (Stat-Ease inc. USA) programı ile ANOVA analizi gerçekleştirilmiş ve her iki bakterinin enkapsülasyonu için optimum koşullar belirlenmiştir.

$$\% \text{ Verim} = \frac{\text{Enkapsüle edilen probiyotik bakteri sayısı (log kob/g)}}{\text{Serbest probiyotik bakteri sayısı (log kob/mL)}} \text{ x } 100 \qquad 3.8$$



Şekil 3.6. Serbest probiyotik bakterilerin mikrobiyolojik analiz şeması



Şekil 3.7. Enkapsüle edilen probiyotik bakterilerin mikrobiyolojik analiz şeması

3.2.16. Serbest ve enkapsüle edilen probiyotik bakterilerin depolama süresince canlılıkları

MRS Broth içerisinde aktive edilen serbest probiyotik bakteriler ve iğde unu ile enkapsüle edilen probiyotik bakteriler -24°C'de 1 ay boyunca depolanmıştır. Depolamanın 0, 7, 14, 21 ve 28. günleri serbest ve enkapsüle edilen probiyotik bakterilerin mikrobiyolojik analizleri gerçekleştirilmiştir. Serbest probiyotik bakteri için canlı hücre popülasyonu log kob/mL, enkapsüle edilen probiyotik bakteriler için canlı hücre popülasyonu log kob/g olarak belirlenmiştir. Depolama sürecinin bakteri canlılığına etkisi Eşitlik 3.9 yardımıyla belirlenmiştir.

$$\text{Canlılık kaybı (\%)} = \frac{\text{başlangıç hücre popülasyonu-depolama sonrası hücre popülasyonu}}{\text{başlangıç hücre popülasyonu}} \text{ x } 100 \qquad (3.9)$$

3.2.17. Serbest ve enkapsüle edilen probiyotik bakterilerinin *in-vitro* gastrointestinal ortamdaki canlılıkları

Serbest ve enkapsüle edilmiş probiyotik bakterilerin simüle mide ve bağırsak ortamlarındaki canlıkları literatürdeki yöntemler modifiye edilerek incelenmiştir (Tipigil, 2015). Probiyotik bakterilerin simüle mide ortamındaki canlılıklarının incelenmesi Şekil 3.8a ve Şekil 3.8b, bağırsak ortamındaki canlılıklarının incelenmesi Şekil 3.9a ve Şekil 3.9b, ardışık olarak mide ve bağırsak ortamındaki canlılıkların incelenmesi Şekil 3.10a ve Şekil 3.10b'de verilen analiz şemalarına göre gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.8a. Enkapsüle probiyotik bakterilerin SGF ortamında canlılıklarının incelenmesi



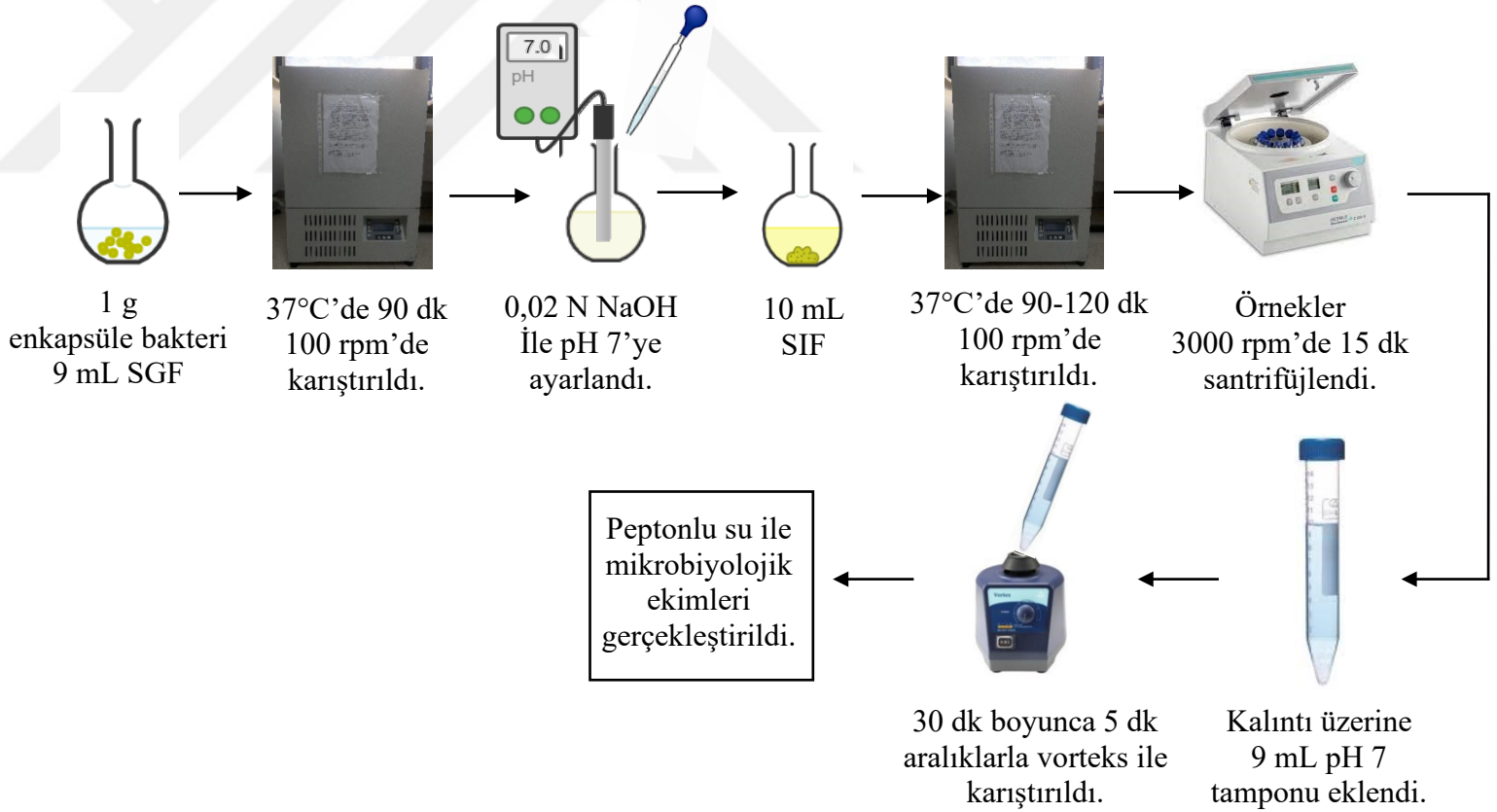
Şekil 3.8b. Serbest probiyotik bakterilerin SGF ortamında canlılıklarının incelenmesi



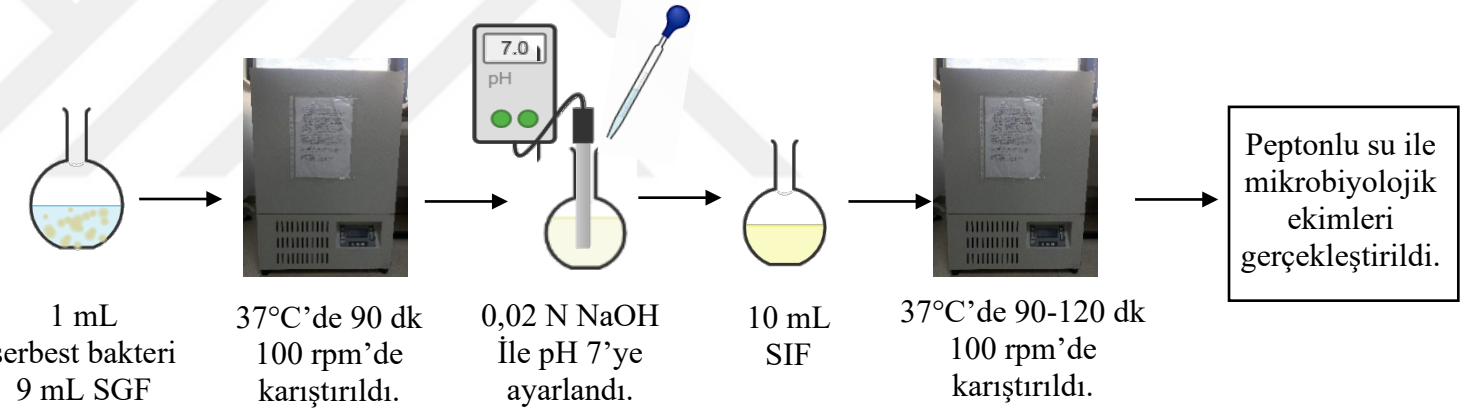
Şekil 3.9a. Enkapsüle probiyotik bakterilerin SIF ortamında canlılıklarının incelenmesi



Şekil 3.9b. Serbest probiyotik bakterilerin SIF ortamında canlılıklarının incelenmesi



Şekil 3.10a. Enkapsüle probiyotik bakterilerin SGF-SIF ortamında canlılıklarının incelenmesi



Şekil 3.10b. Serbest probiyotik bakterilerin SGF-SIF ortamında canlılıklarının incelenmesi

3.2.18. Mikrokapsüllerin yüzey analizleri ve boyutlarının belirlenmesi

121°C'de 1 dk sterilize edilen iğde unu, *L. casei* ve *L. acidophilus* probiyotik bakteri kullanılmadan ve kullanılarak enkapsülasyon işleminin uygulandığı örneklerin SEM ve boyut analizleri Bursa Uludağ Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Mikroskobi Laboratuvarı'nda hizmet alımı şeklinde, FT-IR analizleri ise Bursa Uludağ Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü'nde hizmet alımı şeklinde gerçekleştirilmiştir.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Spektroskopik Bulgular

İğde örneklerinin un, kabuk, çekirdek, yaprak ve çiçek kısımlarının su, metanol, etanol, bütanol, etil asetat, aseton, hekzan ve petrol eteri çözücüleri ile ultrasonik destekli ekstraksiyon ile çözücü ekstraktları ve asidik hidroliz ekstraktları hazırlanmıştır. Hazırlanan ekstraktların toplam fenolik madde, toplam flavonoid, toplam karotenoid içeriği ve ABTS, CHROMAC, DPPH ve FRAP yöntemleri ile antioksidan özellikleri belirlenmiştir. Elde edilen veriler MİNİTAB 17.0 (Minitab Inc., Stage College, PA) istatistik programı kullanılarak tek yönlü ANOVA (çözücü ve asidik hidroliz ekstraktlarının her bir yöntem için ayrı ayrı olarak, $p < 0,05$) ile istatiksel olarak analiz edilmiştir.

4.1.1. Toplam fenolik madde içeriği

İğde örneklerinin farklı çözücü ortamlarında ve farklı ekstraksiyon koşullarında yapılan toplam fenolik madde içerikleri arasında farklılıklar gözlemlenmiştir. İğde ununun çözücü ekstraksiyonlarında toplam fenolik madde içeriği 0,13 ± 0,01 - 24,57 ± 0,92 mg GAE /g örnek arasında değişirken asidik hidroliz ekstraktlarının sonuçları 18,01 ± 0,80 - 34,89 ± 0,14 mg GAE /g örnek arasında değişmektedir (Çizelge 4.1). İğde kabuğunun çözücü ekstraktlarının toplam fenolik madde içerikleri 0,37 ± 0,06 - 16,99 ± 0,98 mg GAE /g örnek arasındayken asidik hidroliz ekstraktlarının toplam fenolik madde içeriği 13,78 ± 0,46 - 36,16 ± 0,46 mg GAE /g örnek arasında değişmektedir (Çizelge 4.2). Çizelge 4.3'te gösterilen sonuçlara göre iğde çekirdeğinin çözücü ekstraktlarının toplam fenolik madde içeriği 1,12 ± 0,01 - 44,93 ± 1,34 mg GAE /g örnek, asidik hidroliz sonucu toplam fenolik madde içeriği 22,82 ± 0,50 - 158,73 ± 1,27 mg GAE /g örnektir. İğde çiçeği ve yaprağının çözücü ekstraktlarının toplam fenolik madde içeriği sırasıyla 2,36 ± 0,03 - 44,55 ± 1,34 mg GAE /g örnek ve 0,95 ± 0,04 - 34,12 ± 1,57 mg GAE /g örnek arasında değişirken asidik hidroliz sonrası değerler 36,79 ± 1,46 - 205,26 ± 3,61 mg GAE /g örnek ve 8,86 ± 0,32 - 77,49 ± 0,35 mg GAE /g örnek arasında değişmektedir

(Çizelgeler 4.4 ve 4.5). İğde örneklerinin çözücü ekstraktlarının toplam fenolik madde içerikleri, çözücü polaritesi arttıkça artmaktadır. En yüksek toplam fenolik madde içeriği su ekstraktlarında gözlenmiştir. Ayrıca asidik hidroliz sonrası belirlenen toplam fenolik madde içeriği çözücü ekstraktlarında belirlenen toplam fenolik madde içeriğinden yüksektir.

Literatür incelendiğinde yapılan bir çalışmada *Elaeagnus angustifolia* L. bitkisinin yaprak, çiçek, meyve ve meyve kabuğunun metanol ekstraktlarının toplam fenolik madde içerikleri sırasıyla ortalama 1,07 µg GAE /g KA, 1,66 µg GAE /g KA, 2,96 µg GAE /g KA ve 1,85 µg GAE /g KA) olarak bulunmuştur (Incilay, 2014). Diğer bir çalışmada *Elaeagnus umbellate* meyvesinin su, metanol, aseton ve hekzan ekstraktlarındaki toplam fenolik madde içerikleri sırasıyla 20,0 ± 2,1, 18,6 ± 1,5, 18,2 ± 1,3 ve 16,3 ± 0,8 mg GAE /g iğde olarak belirlenmiş ve artan çözücü polaritesi ile toplam fenolik madde içeriklerinin arttığı görülmüştür (Ishaq ve ark., 2015). Ozen ve ark. (2017), yaptıkları çalışmada *Elaeagnus umbellate* Thunb.'un meyve ve yaprak kısımlarının farklı çözücü ortamlarında artan derişimlerde (50-500 µg /mL) ekstraktlarını hazırlayarak toplam fenolik madde içeriklerini belirlemişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre, meyvenin su ve metanol ekstraktları ile yaprağın metanol, etanol ve aseton ekstraktlarının toplam fenolik madde içerikleri oldukça yüksek bulunmuştur. *Elaeagnus kologa* yaprağının petrol eteri, kloroform, metanol ve su ekstraktlarının toplam fenolik madde içerikleri sırasıyla 23,11 ± 0,31, 9,42 ± 0,43, 18,99 ± 0,24 ve 20,04 ± 0,09 mg katekol /g olarak belirlenmiştir (Merculieff ve ark. 2014). *Elaeagnus latifolia* Linn'in %70 metanol ile hazırlanan ekstraktının toplam fenolik madde içeriği 7,04 ± 0,27 mg GAE /100 g ekstrakt olarak bulunmuştur (Panja ve ark. 2014). Başka bir çalışmada, farklı genotiplerden toplanan *Elaeagnus angustifolia* L. meyvesinin kabuk ve unsu kısmının ekstraktlarındaki (%85 metanol) toplam fenolik madde içerikleri belirlenmiştir (Hassanzadeh ve Hassanpour, 2018). Elde edilen sonuçlara göre *Elaeagnus angustifolia* L. kabuğunun ve unsu kısmının toplam fenolik madde içeriği sırasıyla 262,36 ile 1179,04 mg GAE /100 g TA ve 250,55 ile 820,88 mg GAE /100 g TA aralığında bulunmuştur. *Elaeagnus umbellate* Thunb. Meyvesinin toplam fenolik madde içeriği 168,9 ve 258,1 mg GAE /100 g TA aralığında bulunmuş (Wang ve Fordham, 2007). Saboonchian ve ark. (2014), yaptıkları çalışma ile

Elaeagnus angustifolia L. 'nın yaprak ve çiçeğinin metanol ekstraktlarının toplam fenolik madde içeriğini etanol ekstraktından daha yüksek bulmuşlar ve aynı zamanda yaprağın çiçekten çok daha yüksek fenolik madde içeriğine sahip olduğunu belirlemişlerdir. *Eleagnus oldhamii* Maxim. yaprağının metanol ekstraktının toplam fenolik madde içeriği 106,09 ± 3,83 µg kateşin /mg örnek olarak bulunmuştur (Liao ve ark., 2012).

4.1.2. CHROMAC yöntemi ile antioksidan kapasite analizi

CHROMAC yöntemine göre belirlenen antioksidan kapasite sonuçları iğde unu çözücü ekstraktlarında 29,72 ± 1,86 ve 62,32 ± 1,20 mg TE /g örnek arasında, asidik hidroliz ekstraktlarında ise 64,83 ± 3,42 ve 122,07 ± 1,67 mg TE /g örnek aralığında belirlenmiştir (Çizelge 4.1). İğde kabuğu sonuçları ise çözücü ekstraktları için 35,00 ± 1,20 ve 57,90 ± 0,02 mg TE /g örnek, asidik hidroliz ekstraktları için 49,37 ± 3,56 ve 108,02 ± 2,32 mg TE /g örnek arasında değişiklik göstermektedir (Çizelge 4.2). İğde çekirdeğinin çözücü ekstraktlarının antioksidan kapasite sonuçları 24,70 ± 0,62 ve 100,11 ± 1,91 mg TE /g örnek aralığında bulunurken asidik hidroliz sonrası 93,02 ± 3,59 ve 336,94 ± 7,32 mg TE /g örnek aralığında bulunmuştur (Çizelge 4.3). İğde çiçeğinin Çizelge 4.4'te verilen antioksidan kapasite değerlerine göre çözücü ekstraktlarının 245,93 ± 4,88 ve 859,08 ± 9,35 mg TE /g örnek aralığında, asidik hidroliz ekstraktlarının ise 454,83 ± 23,69 ve 699,48 ± 14,33 mg TE /g örnek aralığında olduğu görülmektedir. İğde yaprağının antioksidan kapasite değerleri ise sırasıyla çözücü ekstraktları ve asidik hidroliz ekstraktlarının 74,84 ± 0,17 ile 196,96 ± 1,03 mg TE /g örnek ve 122,59 ± 2,40 ile 232,16 ± 0,19 mg TE /g örnek aralığında değişmektedir (Çizelge 4.5).

4.1.3. ABTS yöntemi ile antioksidan kapasite analizi

ABTS yöntemi antioksidan kapasite değerleri iğde unu çözücü ekstraktlarının 0,89 ± 0,01 ile 30,99 ± 0,05 mg TE /g örnek, asidik hidroliz ekstraktlarının 3,04 ± 0,06 ile 22,43 ± 0,50 mg TE /g örnek aralığında (Çizelge 4.1); iğde kabuğu çözücü ekstraktlarının 1,60 ± 0,05 ile 23,30 ± 0,14 mg TE /g örnek, asidik hidroliz ekstraktlarının 4,76 ± 0,11 ile 19,85 ± 0,52 mg TE /g örnek aralığında (Çizelge 4.2); iğde çekirdeği çözücü ekstraktlarının

2,34 ± 0,03 ile 51,20 ± 0,26 mg TE /g örnek, asidik hidroliz ekstraktlarının 15,05 ± 0,35 ile 129,26 ± 0,10 mg TE /g örnek aralığında (Çizelge 4.3); iğde çiçeği çözücü ekstraktlarının 13,67 ± 0,11 ile 49,68 ± 0,51 mg TE /g örnek, asidik hidroliz ekstraktlarının 37,98 ± 0,48 ile 200,30 ± 2,43 mg TE /g örnek aralığında (Çizelge 4.4); iğde yaprağı çözücü ekstraktlarının ise 1,55 ± 0,06 ile 43,15 ± 0,57 mg TE /g örnek ve asidik hidroliz ekstraktlarının 7,66 ± 0,08 ile 119,73 ± 0,06 mg TE /g örnek aralığında (Çizelge 4.5) değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir.

İncilay (2014) yaptığı çalışmada iğde (*Elaeagnus angustifolia* L.) yaprağı, çiçeği, meyve ve meyve kabuğunun metanol ekstraktlarının antioksidan kapasite değerlerini sırasıyla 0,385 ± 0,027 ile 1,955 ± 0,000 µg TE /g, 0,623 ± 0,000 ile 1,689 ± 0,029 µg TE /g, 0,031±0,003 ile 4,642 ± 0,133 µg TE /g ve 0,434 ± 0,027 ile 1,651 ± 0,027 µg TE /g aralığında bulmuştur. Başka bir çalışmada *Elaeagnus latifolia* Linn. örneğinin antioksidan kapasite değeri 0,070 ± 0,003 µg TE/ mL ekstrakt olarak ölçülmüştür (Panja ve ark., 2014). Nazir ve ark. (2018) ise çalışmasında *Elaeagnus umbellate* Thunb. örneğinin metanol, hekzan, kloroform, etil asetat, bütanol ve sulu ekstraktlarının IC_{50} değerlerini sırasıyla 760 - 135 - 57 - 70 - 120 ve 1175 µg troloks /mL ekstrakt olarak bulmuştur. Diğer bir çalışmada, *Elaeagnus umbellate* Thunb. meyvesinin farklı genotiplerindeki ortalama antioksidan kapasite değerleri 20,3 ile 29,9 µmol TE /g örnek aralığında bulunmuştur (Wang ve Fordham, 2007).

4.1.4. FRAP yöntemi ile antioksidan kapasite analizi

FRAP yöntemine göre iğde unu, iğde kabuğu, iğde çekirdeği, iğde çiçeği ve iğde yaprağını antioksidan kapasite değerleri sırasıyla çözücü ekstraktları için 0,43 ± 0,01 ile 15,10 ± 0,05 mg TE /g iğde unu, asidik hidroliz ekstraktları için 2,68 ± 0,09 ile 46,66 ± 1,85 mg TE /g iğde unu (Çizelge 4.1); çözücü ekstraktları için 0,45 ± 0,01 ile 2,12 ± 0,10 mg TE /g iğde kabuğu, asidik hidroliz ekstraktları için 1,85 ± 0,05 ile 16,77 ± 0,68 mg TE /g iğde kabuğu (Çizelge 4.2); çözücü ekstraktları için 1,32 ± 0,04 ile 47,99 ± 1,21 mg TE /g iğde çekirdeği, asidik hidroliz ekstraktları için 7,64 ± 0,38 ile 336,12 ± 0,83 mg TE /g iğde çekirdeği (Çizelge 4.3); çözücü ekstraktları için 4,93 ± 0,10 ile 20,62 ± 1,19 mg

TE /g iğde çiçeği, asidik hidroliz ekstraktları için 20,70 ± 1,22 ile 146,40 ± 1,17 mg TE /g iğde çiçeği (Çizelge 4.4) ve çözücü ekstraktları için 1,08 ± 0,01 ile 21,68 ± 0,66 mg TE /g iğde yaprağı, asidik hidroliz ekstraktları için 5,82 ± 0,28 ile 98,45 ± 1,19 mg TE /g iğde yaprağı (Çizelge 4.5) aralığında bulunmuştur.

Farklı genotiplere sahip *Elaeagnus angustifolia* L. meyvesinin kabuk ve unsu kısmının antioksidan kapasiteleri incelenmiş, iğde kabuğunun antioksidan kapasitesinin 57,00-131,33 mg Fe^{2+} /100 g TA aralığında olduğu, unsu kısmının da en yüksek antioksidan kapasite değerinin 164,67 mg Fe^{2+} /100 g TA iken en düşük antioksidan kapasite değerinin ise 86,00 mg Fe^{2+} /100 g TA olduğu görülmüştür (Hassanzadeh ve Hassanpour, 2018). Faklı genotiplere sahip *Elaeagnus angustifolia* L. meyvesinin kabuk ve unsu kısmıyla yapılan başka bir çalışmada kabuktaki antioksidan kapasite 0,246 mM Fe^{2+} /mg örnek, unsu kısımdaki antioksidan kapasite 548 mM Fe^{2+} /mg örnek olarak bulunmuştur (Faramarz ve ark., 2015).

4.1.5. DPPH yöntemi ile antioksidan kapasite analizi

DPPH yöntemi antioksidan kapasite değerleri (IC_{50}) çözücü ekstraktları ve asidik hidroliz ekstraktları olarak sırasıyla; 11.60 ± 0.01 ile 24.08 ± 0.23 mg TE /g iğde unu ve 22.66 ± 0.01 ile 39.71 ± 0.60 mg TE /g iğde unu (Çizelge 4.1), 14.48 ± 0.08 ile 22.27 ± 0.99 mg TE /g iğde kabuğu ve 23.50 ± 0.04 ile 34.42 ± 0.90 mg TE /g iğde kabuğu (Çizelge 4.2), 23.72 ± 0.01 ile 38.28 ± 0.30 mg TE /g iğde çekirdeği ve 47.29 ± 0.08 ile 67.55 ± 1.00 mg TE /g iğde çekirdeği (Çizelge 4.3), 148.70 ± 6.73 ile 898.99 ± 16.36 mg TE /g iğde çiçeği ve 238.97 ± 0.03 ile 620.75 ± 6.86 mg TE /g iğde çiçeği (Çizelge 4.4), 24.00 ± 0.01 ile 364.96 ± 13.06 mg TE /g iğde yaprağı ve 47.54 ± 0.01 ile 78.10 ± 2.65 mg TE /g iğde yaprağı (Çizelge 4.5) aralığında bulunmuştur.

Elaeagnus angustifolia L. ‘nın meyve, kabuk, çiçek ve yaprak ekstraktlarının incelendiği bir çalışmada, en yüksek antioksidan kapasite meyve ekstraktında (1,109 ile 4,450 µg TE /g KA arasında) ve en düşük antioksidan kapasite yaprak ekstraktında (0,713 ile 1,620 µg TE /g KA arasında) görülmüştür. Ayrıca çiçek ekstraktının antioksidan kapasitesi 0,541

ile 2,425 µg TE /g KA arasında değişirken, meyve kabuğu ekstraktının antioksidan kapasitesi 0,756 ile 2,063 µg TE /g KA arasında değişmektedir (Incilay 2014). *Elaeagnus umbellate* Thunb. türünün farklı çözücü (metanol, hekzan, kloroform, etil asetat, bütanol, su) ekstraktlarının antioksidan kapasite (IC_{50}) değerleri 40 ve 1300 µg TE /mL ekstrakt aralığında bulunmuş. Çözücü polaritesi arttıkça antioksidan kapasite değerlerinin arttığı gözlenmiştir (Nazir ve ark., 2018). Hassanzadeh ve Hassanpour (2018) *Elaeagnus angustifolia* L. türünün kabuk ve unsu kısmın ortalama antioksidan kapasitesini sırasıyla %74,71 ve %53,76 olarak bulmuştur. Faramarz ve ark. (2015), *Elaeagnus angustifolia* L. türünün farklı genotiplerinde kabuk, un ve çekirdek ekstraktlarındaki ortalama antioksidan kapasitesinin (IC_{50}) sırasıyla 86,95 mg Troloks /mL, 91,79 mg Troloks /mL ve 32,68 mg Troloks /mL olduğunu ortaya koyulmuştur.

4.1.6. Toplam flavonoid içeriği

İğde ununun toplam flavonoid içeriği, çözücü ekstraktları için 0,40 ile 6,45 mg kateşin /g örnek, asidik hidroliz ekstraktları için 0,63 ile 6,63 mg kateşin /g örnek arasında bulunmuştur (Çizelge 4.1). En yüksek flavonoid içeriği, çözücü ekstraksiyonunun su ekstraktlarında ve asidik hidrolizin su ve etanol ekstraktlarında görülürken, en düşük flavonoid içeriği çözücü ekstraksiyonunun metanol ekstraktlarında ve asidik hidrolizin bütanol ve aseton ekstraktlarında tespit edildi. İğde kabuğunun flavonoid içeriği, çözücü ekstraktları için 0,16 ile 0,70 mg kateşin /g örnek ve asidik hidroliz ekstraktları için 0,12 ile 5,13 mg kateşin /g örnek aralığında bulunmuştur (Çizelge 4.2). En yüksek flavonoid içeriği çözücü ekstraktlarında bütanol, asidik hidroliz ekstraktlarında ise etanol ekstraktlarında bulunurken, her ikisi için de en az flavonoid içeriği su ekstraktlarında görülmüştür. İğde çekirdeğinin toplam flavonoid içeriği, çözücü ekstraktları için 1,57 ile 14,82 mg kateşin /g örnek ve asidik hidroliz ekstraktları için 2,01 ile 42,30 mg kateşin /g örnek arasında değişmektedir (Çizelge 4.3). En yüksek flavonoid içeriği çözücü ekstraktlarından metanol, asidik hidroliz ekstraktlarında ise bütanolde gözlenirken, en düşük flavonoid içerikleri her ikisi için de su ekstraktlarında tespit edilmiştir. İğde çiçeğinin toplam flavonoid içeriği, çözücü ekstraktları için 1,47 ile 13,17 mg kateşin /g örnek ve asidik hidroliz ekstraktları için 2,13 ile 21,79 mg kateşin /g örnek olarak

belirlenmiştir (Çizelge 4.4). Çözücü ekstraktlarından bütanol ve asidik hidroliz ekstraktlarından su ekstraktı en düşük flavonoid içeriği gösterirken, en yüksek flavonoid içeriği çözücü ekstraktlarından hekzan ve petrol eterinde, asidik hidroliz ekstraktlarından aseton ve hekzanda belirlendi. İğde yaprağının toplam flavonoid içeriği, çözücü ekstraktları için 0,33 ile 2,61 mg kateşin /g örnek ve asidik hidroliz ekstraktları için 0,26 ile 5,56 mg kateşin /g örnek arasında değişmektedir (Çizelge 4.5). Her ikisi için de en düşük flavonoid içeriği su ekstraktlarında, en yüksek flavonoid içeriği ise hekzan ekstraktlarında belirlenmiştir.

Ishaq ve ark. (2015), *Elaeagnus umbellata* türünün farklı çözücü ekstraktlarının toplam flavonoid içeriğinin 1,5 ± 0,15 ile 3,8 ± 0,3 mg kuersetin /g örnek arasında değiştiğini bildirmiştir. En yüksek flavonoid içeriği su, metanol ve hekzan ekstraktlarında görülürken, aseton ekstraktlarının toplam flavonoid içeriği düşük bulunmuştur. Merculieff ve ark. (2014), *Elaeagnus kologa* yaprağının farklı çözücü ekstraktlarının toplam flavonoid içeriğinin 5,20 ± 0,06 ile 21,19 ± 0,45 mg rutin /g örnek arasında değiştiğini belirlemiştir. Sonuçlar, toplam flavonoid içeriğinin petrol eteri ekstraktında en yüksek, su ve metanol ekstraktlarında orta ve kloroform ekstraktında düşük olduğunu göstermektedir. Başka bir çalışmada, *Elaeagnus latifolia* Linn. meyvesinin %70 metanol ekstraktındaki toplam flavonoid içeriğinin 5,44 ± 0,16 mg kuersetin /100 g ekstrakt olduğu bildirilmiştir (Panja ve ark., 2014). Hassanzadeh ve Hassanpour (2018) sonuçlarına göre *Elaeagnus angustifolia* L. meyvesinin kabuğunda en yüksek toplam flavonoid içeriği 489,58 mg kateşin /100 g TA bulunurken ve en düşük toplam flavonoid içeriği 23,50 mg kateşin /100 g TA olarak bulunmuştur. *Elaeagnus angustifolia* L. meyvesinin toplam flavonoid içeriğinin ise 17,00 ile 318,75 ve mg kateşin /100 g TA arasında olduğu bildirilmiştir. *Elaeagnus angustifolia* L. meyvesi ile yapılan bir diğer çalışmada toplam flavonoid içeriği 1,35 mg kateşin /g örnek olarak bulunmuştur (Abizov ve ark. 2008). Faramarz ve ark. (2015) ise, *Elaeagnus angustifolia* L. kabuğunun ve meyvesinin toplam flavonoid içeriğinin sırasıyla 121,55 ve 148,52 mg kateşin /100 g TA olduğunu bildirmiştir.

4.1.7. Toplam karotenoid içeriği

İğde ununun toplam karotenoid içeriği çözücü ekstraktları için 0,24 ile 6,62 mg *β*-karoten /g örnek ve asidik hidroliz ekstraktları için 1,82 ile 10,71 mg *β*-karoten /g örnek arasında belirlenmiştir (Çizelge 4.1). İğde kabuğunun çözücü ekstraktlarının toplam karotenoid içeriği 0,29 ile 7,80 mg *β*-karoten /g örnek aralığında bulunurken, iğde kabuğunun asidik hidroliz ekstraktlarının toplam karotenoid içeriği 2,33 ile 34,74 mg *β*-karoten /g örnek aralığında değiştiği bulunmuştur (Çizelge 4.2). İğde çekirdeğinin toplam karotenoid içeriği çözücü ekstraktları için 1,25 ile 10,69 mg *β*-karoten /g örnek ve asidik hidroliz ekstraktları için 3,16 ile 46,82 mg *β*-karoten /g örnek aralığında bulunmuştur (Çizelge 4.3). İğde yaprağının toplam karotenoid içeriği çözücü ekstraktları için 0,22 ile 77,57 mg *β*-karoten /g örnek arasında değişirken, asidik hidroliz ekstraktları için 14,12 ile 164,81 mg *β*-karoten /g örnek arasında bulunmuştur (Çizelge 4.4). İğde çiçeğinin çözücü ekstraktlarının toplam karotenoid içeriğinin 1,12 ile 7,80 mg *β*-karoten /g örnek arasında ve asidik hidroliz ekstraktlarının toplam karotenoid içeriği 25,88 ile 193,60 mg *β*-karoten /g örnek arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4.5).

Carradori ve ark. (2020), *Elaeagnus angustifolia* meyvelerinin ve yapraklarının toplam karotenoid içeriklerini sırasıyla 3,2 ± 0,6 ve 18,3 ± 2,5 µg *β*-karoten /g örnek olarak bulmuştur.

Genel olarak iğde örneklerinin antioksidan kapasitesinin belirlenmesinde 4 farklı analiz yöntemi kullanılmıştır. Kullanılan her bir analiz yöntemi farklı çalışma mekanizmasına sahip olduğu ve her yöntemin etki ettiği fenolik bileşikler farklı polaritede olduğu için örneklerin antioksidan kapasite değerleri de farklı bulunmuştur. Antioksidan kapasite verileri istatistiki olarak incelendiğinde farklı çözücü ekstraktlarının verilerinin çoğunlukla farklı gruplarda yer aldığı belirlenmiştir.

Fenolik bileşiklerin analizinde ayrılmak istenen gruplara bağlı olarak pek çok farklı yöntem uygulanmaktadır. Bitkilerden fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu matriks etkisine, bitkinin kimyasal doğasına, saklanma koşullarına, saklanma süresine ve ekstraksiyon yönteminin işleyişine bağlıdır. Fenolik bileşiklerin çözünürlüğü kullanılan çözücünün polaritesine bağlıdır. Bu nedenle tüm bitki bileşenleri için tek bir prosedürün uygulanması çok zordur. Uygun bir ekstraksiyon sistemi ile birlikte kullanıldığında çözelti sistemleri bitki hücre duvarını parçalar, böylece ekstrakte edilebilir bileşenlerin ortaya çıkması kolaylaşır (Akyüz, 2011; Atak ve Uslu, 2018).

Bitkilerden elde edilen fenolik ekstraktlar çözücü sistemde çözünebilen farklı polaritedeki fenolik bileşiklerin bir karışımıdır. Pek çok fenolik bileşik doğal olarak glikozitleri veya esterleri şeklinde bulunduklarından numune hazırlama kısmında bazik, asidik veya enzimatik hidroliz işlemi serbest fenoliklerin izole edilebilmesi için gereklidir. Asidik ve bazik katalizler sayesinde çeşitli şeker grupları ile glikozidik bağ kuran flavonoidlerin aglikonlarına dönüşmeleri sağlanabilmektedir. Ayrıca kararsız yapıdaki dimerik polifenoller ve glikozidik fenolik asitlerin de aglikonlarına dönüşmeleri mümkündür. Böylece analizleri güç olan karmaşık yapıdaki polifenoller basit yapılarına dönüştürülerek kolaylıkla tanımlanabilmektedir (Akyüz, 2011).

Çizelge 4.1. İğde unu ekstraktlarının spektroskopik bulguları

Çözücü	Örnek	TPC		FRAP		ABTS		CHROMAC		DPPH		TFC		TCC	
		SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH
W	1	12,33 ± 0,13^{n}	21,21 ± 0,49^{h,ı}	2,50 ± 0,08^{o}	5,03 ± 0,24^{j,k}	7,64 ± 0,29^{g}	15,04 ± 0,01^{d}	38,63 ± 0,31^{s,t}	69,88 ± 1,46^{o}	13,55 ± 0,09^{w}	28,77 ± 0,15^{e,f}	2,65 ± 0,77^{ı}	1,91 ± 0,01^{j}	3,07 ± 0,03^{t}	1,82 ± 0,01^{x}
	2	20,1 ± 0,97^{ı,j}	28,59 ± 1,89^{e}	12,03 ± 0,08^{f}	16,92 ± 0,06^{d}	25,03 ± 0,16^{b}	13,03 ± 0,12^{e}	51,57 ± 0,66^{q}	90,64 ± 4,81^{l}	11,60 ± 0,01^{x}	24,65 ± 0,01^{ı,j}	6,45 ± 0,03^{g}	5,06 ± 0,09^{f}	6,61 ± 0,05^{j}	6,21 ± 0,01^{k}
	3	24,57 ± 0,92^{e}	31,54 ± 0,67^{b}	15,10 ± 0,05^{e}	22,68 ± 0,01^{c}	30,99 ± 0,05^{a}	22,43 ± 0,50^{c}	62,32 ± 1,20^{p}	100,89 ± 4,78^{g,h,ı,j}	11,87 ± 0,01^{x}	23,86 ± 0,01^{k,l}	4,47 ± 1,61^{g}	6,48 ± 0,05^{a,b}	6,62 ± 0,02^{j}	5,47 ± 0,03^{m}
M	1	8,22 ± 0,07^{o}	15,67 ± 0,40^{m}	1,37 ± 0,09^{p}	3,63 ± 0,14^{l,m,n}	5,31 ± 0,14^{j}	5,71 ± 0,13^{h}	45,38 ± 2,06^{r}	75,43 ± 1,57^{n}	16,49 ± 0,14^{u,v}	28,91 ± 0,20^{e}	0,40 ± 0,09^{u}	0,77 ± 0,02^{n,o,p,q,r,s}	5,57 ± 0,15^{l,m}	1,56 ± 0,02^{y}
	2	8,45 ± 0,22^{o}	21,97 ± 0,14^{g,h}	1,36 ± 0,02^{p}	9,91 ± 0,02^{g}	2,86 ± 0,31^{q}	5,47 ± 0,10^{h,ı,j}	45,52 ± 3,15^{r}	64,83 ± 3,42^{p}	15,90 ± 0,11^{v}	24,59 ± 0,03^{ı,j,k}	0,47 ± 0,05^{t,u}	2,78 ± 0,07^{ı}	3,02 ± 0,17^{t}	4,56 ± 0,01^{o,p}
	3	8,16 ± 0,62^{o}	26,71 ± 0,24^{d}	1,15 ± 0,09^{p,q}	23,17 ± 0,61^{c}	3,42 ± 0,10^{p}	4,75 ± 0,21^{k,l}	45,90 ± 2,24^{r}	94,00 ± 0,89^{k,l}	16,35 ± 0,11^{u,v}	23,17 ± 0,01^{l,m}	0,50 ± 0,04^{s,t,u}	5,83 ± 0,21^{d,e}	2,83 ± 0,02^{u}	2,79 ± 0,02^{u}
E	1	2,89 ± 0,18^{p,q}	19,24 ± 0,60^{j,k}	0,73 ± 0,01^{p,q}	14,41 ± 0,26^{e}	2,09 ± 0,24^{r,s}	4,58 ± 0,20^{l,m,n}	34,63 ± 0,24^{s,t,u,v,w}	67,00 ± 0,99^{o,p}	22,27 ± 0,31^{n}	25,23 ± 0,06^{ı}	0,55 ± 0,01^{p,q,r,s,t,u}	2,76 ± 0,11^{ı}	2,59 ± 0,06^{v}	11,08 ± 0,01^{a}
	2	3,09 ± 0,07^{p,q}	34,50 ± 0,83^{a}	0,72 ± 0,03^{p,q}	32,61 ± 1,79^{b}	1,91 ± 0,02^{s,t}	3,04 ± 0,06^{q}	35,99 ± 0,71^{s,t,u,v}	107,02 ± 0,61^{c,d,e}	19,37 ± 0,33^{p}	22,66 ± 0,01^{m,n}	0,48 ± 0,03^{s,t,u}	5,54 ± 0,31^{e}	2,32 ± 0,01^{w}	10,93 ± 0,01^{b}
	3	3,49 ± 0,18^{p}	34,89 ± 0,14^{a}	0,72 ± 0,02^{p,q}	46,66 ± 1,85^{a}	1,67 ± 0,06^{t,u,v}	3,45 ± 0,02^{p}	39,17 ± 1,26^{s}	122,07 ± 1,67^{a}	15,78 ± 0,26^{v}	24,26 ± 0,01^{j,k}	0,59 ± 0,05^{p,q,r,s,t,u}	6,63 ± 0,22^{a}	2,28 ± 0,06^{w}	10,08 ± 0,02^{d}
B	1	2,89 ± 0,03^{p,q}	21,67 ± 0,10^{g,h}	0,86 ± 0,04^{p,q}	3,77 ± 0,11^{l,m}	1,65 ± 0,02^{t,u,v}	3,92 ± 0,04^{o}	31,92 ± 1,38^{v,w,x}	96,34 ± 2,24^{j,k}	18,59 ± 0,22^{q}	32,75 ± 0,16^{d}	1,08 ± 0,02^{l,m}	1,08 ± 0,02^{l,m}	5,69 ± 0,03^{l}	10,71 ± 0,09^{c}
	2	2,19 ± 0,23^{q}	23,70 ± 1,20^{e,f}	0,89 ± 0,04^{p,q}	2,68 ± 0,09^{o}	1,74 ± 0,03^{t,u,v}	5,29 ± 0,06^{j}	37,08 ± 2,49^{s,t,u}	101,51 ± 3,10^{f,g,h,ı}	16,90 ± 0,17^{t,u}	32,51 ± 0,86^{d}	1,47 ± 0,03^{k}	0,81 ± 0,05^{m,n,o,p,q}	5,47 ± 0,09^{m}	7,73 ± 0,08^{g}
	3	2,78 ± 0,01^{p,q}	21,60 ± 0,32^{g,h}	0,92 ± 0,02^{p,q}	3,11 ± 0,13^{m,n,o}	1,73 ± 0,03^{t,u,v}	4,84 ± 0,11^{k,l}	38,43 ± 0,47^{s,t}	112,24 ± 5,90^{b}	18,35 ± 0,39^{q,r}	32,76 ± 0,27^{d}	1,18 ± 0,05^{k,l}	0,83 ± 0,04^{m,n,o,p}	5,48 ± 0,07^{m}	6,89 ± 0,28^{ı}

*ortalama ± standart sapma (2 tekrar), W: su, M: metanol, E: etanol, B: bütanol, SE: çözücü ekstraksiyonu, AH: asidik hidroliz, TPC: mg GAE/g örnek, FRAP-ABTS-CHROMAC: mg TE/g örnek, DPPH: IC_{50} (mg TE/g örnek), TFC: mg QE/g örnek, TCC: mg BC/g örnek
a-z: Küçük harfler bir yöntemdeki farklı ekstraktları arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir ($p < 0,05$).

Çizelge 4.1. İğde unu ekstraktlarının spektroskopik bulguları (devam)

Çözücü	Örnek	TPC		FRAP		ABTS		CHROMAC		DPPH		TFC		TCC	
		SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH
A	1	1,05 ± 0,33^{r}	21,65 ± 0,37^{g,h}	0,58 ± 0,01^{p,q}	3,89 ± 0,26^{l,m}	1,79 ± 0,03^{t,u}	5,40 ± 0,19^{i,j}	33,92 ± 0,70^{t,u,v,w,x}	101,56 ± 3,79^{f,g,h,ı}	16,13 ± 0,18^{v}	26,69 ± 0,12^{h}	0,73 ± 0,04^{o,p,q,r,s,t}	0,63 ± 0,01^{p,q,r,s,t,u}	4,37 ± 0,09^{q}	7,16 ± 0,08^{h}
	2	0,66 ± 0,02^{r}	26,58 ± 0,68^{d}	0,56 ± 0,02^{q}	5,95 ± 0,18^{ı}	2,28 ± 0,03^{r}	8,82 ± 0,09^{f}	32,64 ± 0,65^{u,v,w,x}	105,92 ± 2,25^{c,d,e,f}	18,48 ± 0,18^{q}	28,34 ± 0,06^{e,f,g}	0,50 ± 0,03^{r,s,t,u}	1,08 ± 0,05^{l,m}	2,48 ± 0,02^{v}	8,76 ± 0,07^{e}
	3	0,79 ± 0,05^{r}	28,96 ± 0,09^{c}	0,76 ± 0,04^{p,q}	8,24 ± 0,06^{h}	1,73 ± 0,08^{t,u,v}	7,46 ± 0,08^{g}	35,06 ± 0,36^{s,t,u,v}	77,53 ± 1,50^{m,n}	18,47 ± 0,49^{q}	26,06 ± 0,08^{h}	0,65 ± 0,06^{p,q,r,s,t,u}	3,28 ± 0,16^{h}	4,62 ± 0,06^{o}	5,58 ± 0,28^{l,m}
H	1	0,16 ± 0,04^{r}	18,01 ± 0,80^{l}	0,48 ± 0,01^{q}	5,95 ± 0,15^{ı}	1,27 ± 0,07^{w,x}	4,33 ± 0,07^{n}	29,88 ± 0,51^{w,x}	80,75 ± 3,56^{m}	16,98 ± 0,04^{t,u}	27,68 ± 0,28^{g}	0,61 ± 0,05^{p,q,r,s,t,u}	2,57 ± 0,10^{ı}	3,42 ± 0,04^{s}	3,88 ± 0,06^{r}
	2	0,41 ± 0,01^{r}	20,93 ± 0,89^{h,ı}	0,43 ± 0,01^{q}	4,39 ± 0,07^{k,l}	1,81 ± 0,01^{s,t,u}	5,26 ± 0,25^{j}	31,52 ± 0,33^{v,w,x}	97,48 ± 3,02^{i,j,k}	18,28 ± 0,32^{q,r}	34,74 ± 0,10^{c}	0,51 ± 0,06^{q,r,s,t,u}	2,79 ± 0,07^{ı}	4,86 ± 0,06^{n}	4,43 ± 0,18^{p,q}
	3	0,42 ± 0,01^{r}	18,34 ± 0,79^{k,l}	0,47 ± 0,01^{q}	2,87 ± 0,08^{n,o}	1,67 ± 0,04^{t,u,v}	4,83 ± 0,08^{k,l}	32,57 ± 0,69^{u,v,w,x}	99,53 ± 3,64^{h,ı,j}	20,68 ± 0,86^{o}	32,93 ± 0,06^{d}	0,45 ± 0,01^{t,u}	2,11 ± 0,20^{j}	4,99 ± 0,04^{n}	4,39 ± 0,23^{q}
EA	1	0,54 ± 0,02^{r}	24,12 ± 1,06^{e}	0,71 ± 0,03^{p,q}	2,88 ± 0,11^{n,o}	1,49 ± 0,06^{v,w}	4,87 ± 0,24^{k,l}	31,53 ± 0,86^{v,w,x}	108,18 ± 1,93^{b,c,d}	17,40 ± 0,53^{s,t}	37,28 ± 1,56^{b}	0,74 ± 0,02^{o,p,q,r,s,t}	1,04 ± 0,02^{l,m,n}	1,72 ± 0,04^{x}	8,02 ± 0,03^{f}
	2	0,59 ± 0,01^{r}	21,17 ± 1,01^{h,ı}	0,58 ± 0,03^{p,q}	2,85 ± 0,04^{n,o}	1,53 ± 0,01^{u,v,w}	4,36 ± 0,03^{m,n}	29,72 ± 1,86^{x}	104,99 ± 4,07^{d,e,f,g}	17,72 ± 0,14^{r,s}	39,71 ± 0,60^{a}	0,80 ± 0,01^{m,n,o,p,q,r}	0,83 ± 0,02^{m,n,o,p}	0,76 ± 0,05^{z}	5,46 ± 0,32^{m}
	3	0,63 ± 0,01^{r}	21,42 ± 0,50^{h}	0,58 ± 0,01^{p,q}	5,43 ± 0,25^{ı,j}	1,25 ± 0,01^{w,x}	4,92 ± 0,10^{k}	32,45 ± 1,53^{u,v,w,x}	110,09 ± 4,26^{b,c}	21,00 ± 0,10^{o}	28,10 ± 0,08^{f,g}	0,62 ± 0,04^{p,q,r,s,t,u}	1,02 ± 0,01^{l,m,n,o}	0,85 ± 0,01^{z}	6,95 ± 0,11^{ı}
PE	1	0,13 ± 0,01^{r}	22,66 ± 0,21^{f,g}	0,77 ± 0,06^{p,q}	2,88 ± 0,10^{n,o}	1,24 ± 0,04^{w,x}	4,62 ± 0,02^{l,m}	36,99 ± 0,82^{s,t,u}	103,07 ± 2,26^{e,f,g,h}	20,35 ± 0,54^{o,p}	35,14 ± 0,11^{c}	0,56 ± 0,04^{p,q,r,s,t,u}	6,32 ± 0,09^{b,c}	0,44 ± 0,03^{aa}	5,47 ± 0,02^{m}
	2	0,14 ± 0,01^{r}	21,83 ± 0,14^{g,h}	0,45 ± 0,01^{q}	5,22 ± 0,02^{ı,j}	1,16 ± 0,07^{x,y}	4,60 ± 0,19^{l,m,n}	35,28 ± 0,27^{s,t,u,v}	119,92 ± 0,49^{a}	22,08 ± 0,43^{n}	28,25 ± 0,06^{e,f,g}	0,40 ± 0,02^{u}	6,05 ± 0,07^{c,d}	0,24 ± 0,02^{ab}	5,51 ± 0,16^{m}
	3	0,14 ± 0,01^{r}	18,85 ± 0,58^{k,l}	0,51 ± 0,09^{q}	3,29 ± 0,03^{m,n,o}	0,89 ± 0,01^{y}	5,61 ± 0,14^{h,ı}	38,67 ± 0,49^{s,t}	100,36 ± 3,90^{g,h,I,j}	24,08 ± 0,23^{j,k}	33,18 ± 0,13^{d}	0,44 ± 0,02^{t,u}	1,88 ± 0,32^{j}	0,58 ± 0,01^{aa}	4,85 ± 0,35^{n}

*ortalama ± standart sapma (2 tekrar), A: aseton, H: hekzan, EA: etil asetat, PE: petrol eteri, SE: çözücü ekstraksiyonu, AH: asidik hidroliz, TPC: mg GAE/g örnek, FRAP-ABTS-CHROMAC: mg TE/g örnek, DPPH: IC_{50} (mg TE/g örnek), TFC: mg QE/g örnek, TCC: mg BC/g örnek
a-z: Küçük harfler bir yöntemdeki farklı ekstraktları arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir ($p < 0,05$).

Çizelge 4.2. İğde kabuğu ekstraktlarının spektroskopik bulguları

Çözücü	Örnek	TPC		FRAP		ABTS		CHROMAC		DPPH		TFC		TCC	
		SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH
W	1	12,85 ± 0,40^{q}	14,25 ± 0,62^{o,p}	1,91 ± 0,03^{m,n,o,p}	1,85 ± 0,05^{n,o,p,q}	3,49 ± 0,10^{s}	4,80 ± 0,04^{q,r}	46,60 ± 1,76^{r,s}	72,02 ± 4,28^{k}	17,07 ± 0,15^{v,w,x}	34,42 ± 0,90^{a}	0,30 ± 0,01^{x}	0,12 ± 0,01^{y}	7,80 ± 0,03^{g}	5,43 ± 0,03^{l}
	2	16,22 ± 0,19^{n}	18,41 ± 0,74k,l	2,12 ± 0,10^{m,n}	4,09 ± 0,20^{g}	7,03 ± 0,14^{l}	7,29 ± 0,04^{k,l}	36,74 ± 0,88^{w,x}	65,18 ± 3,45^{l}	15,43 ± 0,03^{y,z}	34,24 ± 0,91^{a}	0,32 ± 0,01^{w,x}	0,54 ± 0,01^{q,r,s,t}	3,71 ± 0,02^{q}	2,33 ± 0,02^{s}
	3	16,99 ± 0,98^{m,n}	17,72 ± 0,12^{l,m}	1,71 ± 0,05^{o,p,q}	3,38 ± 0,05^{h,i}	9,51 ± 0,03^{h}	6,46 ± 0,16^{m}	47,38 ± 0,61^{r,s}	69,91 ± 1,12^{k}	17,43 ± 0,17^{t,u,v,w}	29,19 ± 0,09^{h}	0,16 ± 0,01^{y}	0,36 ± 0,01^{v,w,x}	2,06 ± 0,04^{t}	3,77 ± 0,07^{q}
M	1	8,41 ± 0,06^{t}	14,89 ± 0,10^{o}	1,48 ± 0,07^{q}	3,15 ± 0,22^{i,j,k}	2,56 ± 0,10^{u}	5,05 ± 0,06^{q}	42,28 ± 0,28^{t,u}	81,49 ± 0,78^{i}	15,77 ± 0,08^{y}	31,63 ± 0,07^{e}	0,51 ± 0,01^{r,s,t}	0,48 ± 0,01^{t,u,v}	1,77 ± 0,03^{u,v}	3,18 ± 0,02^{r}
	2	9,26 ± 0,05^{s}	18,82 ± 0,49^{k}	1,56 ± 0,04^{p,q}	5,09 ± 0,21^{f}	4,55 ± 0,20^{r}	5,82 ± 0,11^{o}	37,29 ± 0,76^{w,x}	54,78 ± 0,54^{o,p}	14,76 ± 0,03^{z,aa}	24,86 ± 0,03^{k}	0,52 ± 0,02^{q,r,s,t}	1,54 ± 0,01^{i}	1,65 ± 0,01^{v,w}	4,58 ± 0,01^{o}
	3	10,45 ± 0,32^{r}	21,27 ± 0,18^{j}	2,04 ± 0,01^{m,n,o}	6,46 ± 0,44^{e}	14,17 ± 0,30^{f}	6,23 ± 0,06^{m,n}	45,43 ± 2,70^{s,t}	82,74 ± 3,56^{i}	14,48 ± 0,08^{aa}	25,99 ± 0,04^{i}	0,70 ± 0,02^{n,o,p}	1,87 ± 0,05^{h}	1,90 ± 0,01^{t,u}	6,06 ± 0,01^{j}
E	1	3,22 ± 0,10^{u}	13,78 ± 0,46^{p}	0,73 ± 0,02^{r,s,t}	2,95 ± 0,14^{j,k,l}	7,43 ± 0,21^{j,k}	4,76 ± 0,11^{q,r}	42,62 ± 2,01^{t,u}	71,24 ± 1,73^{k}	18,02 ± 0,12^{r,s,t}	31,88 ± 0,03^{d,e}	0,35 ± 0,01^{v,w,x}	0,54 ± 0,01^{q,r,s,t}	1,11 ± 0,02^{y}	4,82 ± 0,40^{n}
	2	2,99 ± 0,12^{u,v}	26,50 ± 0,15^{g}	0,80 ± 0,06^{r,s,t}	15,11 ± 0,24^{b}	23,30 ± 0,14^{a}	16,94 ± 0,45^{d}	51,59 ± 1,34^{p,q}	49,37 ± 3,51^{q,r}	18,18 ± 0,02^{q,r,s}	23,50 ± 0,04^{l}	0,33 ± 0,02^{w,x}	4,81 ± 0,17^{b}	0,85 ± 0,01^{z,aa}	5,82 ± 0,03^{k}
	3	2,77 ± 0,01^{u,v,w}	26,30 ± 0,77^{g}	0,66 ± 0,01^{r,s,t}	16,77 ± 0,68^{a}	22,91 ± 0,02^{b}	19,85 ± 0,52^{c}	57,90 ± 0,02^{m,n,o}	56,83 ± 2,51^{n,o}	18,61 ± 0,34^{p,q,r}	25,04 ± 0,03^{j,k}	0,37 ± 0,01^{u,v,w,x}	5,13 ± 0,14^{a}	0,88 ± 0,04^{z}	4,73 ± 0,01^{n,o}
B	1	2,20 ± 0,03^{v,w,x,y}	29,34 ± 0,30^{e}	0,73 ± 0,04^{r,s,t}	4,28 ± 0,31^{g}	1,60 ± 0,01^{w}	9,47 ± 0,15^{h}	36,00 ± 1,25^{x}	105,67 ± 2,07^{b,c}	19,44 ± 0,42^{o}	31,89 ± 0,05^{d,e}	0,65 ± 0,02^{o,p,q}	0,97 ± 0,06^{k}	1,60 ± 0,06^{v,w}	25,92 ± 0,08^{c}
	2	2,15 ± 0,01^{w,x,y}	30,31 ± 0,90^{d}	0,66 ± 0,06^{r,s,t}	5,11 ± 0,33^{f}	1,76 ± 0,06^{v,w}	7,03 ± 0,21^{l}	42,64 ± 0,88^{t,u}	108,02 ± 2,32^{b}	18,69 ± 0,14^{p,q,r}	31,62 ± 0,01^{e}	0,61 ± 0,03^{p,q,r,s}	1,36 ± 0,02^{j}	1,11 ± 0,08^{y}	32,09 ± 0,14^{b}
	3	2,32 ± 0,07^{v,w,x}	29,53 ± 0,40^{d,e}	0,86 ± 0,05^{r,s}	5,04 ± 0,08^{f}	4,88 ± 0,07^{q}	6,17 ± 0,32^{m,n}	37,85 ± 1,48^{w,x}	100,03 ± 0,69^{d,e,f}	18,26 ± 0,49^{q,r,s}	31,60 ± 0,38^{e}	0,65 ± 0,03^{o,p,q,r}	1,24 ± 0,03^{j}	1,12 ± 0,02^{y}	34,74 ± 0,06^{a}

*ortalama ± standart sapma (2 tekrar), W: su, M: metanol, E: etanol, B: bütanol, SE: çözücü ekstraksiyonu, AH: asidik hidroliz, TPC: mg GAE/g örnek, FRAP-ABTS-CHROMAC: mg TE/g örnek, DPPH: IC_{50} (mg TE/g örnek), TFC: mg QE/g örnek, TCC: mg BC/g örnek
a-z: Küçük harfler bir yöntemdeki farklı ekstraktları arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir ($p < 0,05$).

Çizelge 4.2. İğde kabuğu ekstraktlarının spektroskopik bulguları (devamı)

Çözücü	Örnek	TPC		FRAP		ABTS		CHROMAC		DPPH		TFC		TCC	
		SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH
A	1	1,89 ± 0,04^{x,y,z}	24,60 ± 0,96^{h}	0,78 ± 0,02^{r,s,t}	4,21 ± 0,33^{g}	3,47 ± 0,04^{s}	7,48 ± 0,21^{j,k}	36,51 ± 1,09^{w,x}	97,64 ± 2,60^{f,g}	16,60 ± 0,01^{x}	29,07 ± 0,28^{h}	0,53 ± 0,02^{q,r,s,t}	0,92 ± 0,02^{k,l}	0,56 ± 0,16^{ab,ac}	16,25 ± 0,06^{d}
	2	1,79 ± 0,03^{x,y,z,aa}	36,15 ± 0,93^{a}	0,98 ± 0,04^{r}	11,84 ± 0,43^{c}	2,60 ± 0,05^{u}	15,21 ± 0,13^{e}	36,19 ± 0,17^{x}	58,50 ± 0,28^{m,n}	16,77 ± 0,27^{w,x}	24,91 ± 0,09^{k}	0,47 ± 0,02^{t,u,v}	4,31 ± 0,26^{c}	1,47 ± 0,07^{w,x}	10,42 ± 0,36^{e}
	3	1,49 ± 0,09^{y,z,aa,ab}	36,16 ± 0,49^{a}	0,71 ± 0,03^{r,s,t}	9,86 ± 0,08^{d}	1,88 ± 0,08^{v,w}	10,76 ± 0,07^{g}	36,21 ± 1,43^{x}	59,11 ± 0,88^{m,n}	17,80 ± 0,34^{s,t,u}	25,67 ± 0,02^{i,j}	0,49 ± 0,02^{s,t,u,v}	3,87 ± 0,03^{d}	0,92 ± 0,05^{y,z}	9,43 ± 0,23^{f}
H	1	0,40 ± 0,01^{ac}	18,12 ± 0,47^{k,l}	0,45 ± 0,03^{t}	2,25 ± 0,06^{m}	1,95 ± 0,03^{v}	5,79 ± 0,20^{o,p}	35,00 ± 1,20^{x}	94,57 ± 1,69^{g,h}	18,70 ± 0,22^{p,q}	32,38 ± 0,30^{c,d}	0,32 ± 0,02^{w,x}	3,55 ± 0,22^{e}	1,50 ± 0,16^{w,x}	5,16 ± 0,24^{m}
	2	0,37 ± 0,06^{ac}	22,28 ± 0,32^{i}	0,64 ± 0,01^{r,s,t}	2,87 ± 0,01^{k,l}	3,09 ± 0,12^{t}	6,02 ± 0,08^{n,o}	40,16 ± 2,54^{u,v,w}	107,70 ± 2,63^{b}	22,27 ± 0,99^{m}	33,13 ± 0,35^{b}	0,43 ± 0,02^{t,u,v,w,x}	2,16 ± 0,08^{g}	0,31 ± 0,02^{ad,ae}	4,15 ± 0,42^{p}
	3	0,37 ± 0,05^{ac}	28,28 ± 0,26^{f}	0,64 ± 0,05^{r,s,t}	3,65 ± 0,08^{h}	1,60 ± 0,05^{w}	6,19 ± 0,19^{m,n}	41,81 ± 0,77^{t,u,v}	99,41 ± 2,51^{e,f}	20,81 ± 0,71^{n}	32,32 ± 0,08^{c,d}	0,50 ± 0,01^{s,t,u}	2,34 ± 0,09^{f}	0,52 ± 0,02^{ac,ad}	3,56 ±^{q} 0,10
EA	1	1,14 ± 0,07^{z,aa,ab,ac}	29,57 ± 0,33^{d,e}	0,65 ± 0,04^{r,s,t}	4,11 ± 0,37^{g}	1,72 ± 0,06^{v,w}	7,00 ± 0,15^{l}	37,06 ± 2,76^{w,x}	103,32 ± 1,38^{c,d}	16,88 ± 0,45^{w,x}	31,22 ± 0,30^{e}	0,50 ± 0,03^{s,t}	0,82 ± 0,02^{l,m,n}	0,72 ± 0,02^{z,aa,ab,ac}	6,85 ± 0,08^{h}
	2	0,96 ± 0,01^{aa,ab,ac}	32,28 ± 0,61^{b}	0,62 ± 0,04^{r,s,t}	4,39 ± 0,34^{g}	1,71 ± 0,11^{v,w}	7,62 ± 0,13^{i,j}	38,37 ± 1,97^{v,w,x}	92,39 ± 0,03^{h}	18,07 ± 0,22^{q,r,s,t}	30,27 ± 0,27^{f}	0,62 ± 0,01^{p,q,r,s}	0,82 ± 0,02^{l,m,n}	0,65 ± 0,01^{aa,ab,ac}	5,72 ± 0,22^{k}
	3	0,76 ± 0,06^{ab,ac}	31,18 ± 0,58^{c}	0,64 ± 0,02^{r,s,t}	4,22 ± 0,12^{g}	1,79 ± 0,06^{v,w}	7,94 ± 0,05^{i}	37,64 ± 0,29^{w,x}	102,82 ± 0,44^{c,d,e}	17,70 ± 0,13^{s,t,u,v}	29,96 ± 0,08^{f,g}	0,55 ± 0,01^{q,r,s,t}	0,75 ± 0,03^{m,n,o}	0,29 ± 0,01^{ac}	9,34 ± 0,02^{f}
PE	1	0,53 ± 0,04^{ac}	21,96 ± 0,40^{i,j}	0,45 ± 0,01^{t}	2,68 ± 0,10^{l}	1,76 ± 0,04^{v,w}	7,00 ± 0,12^{l}	76,04 ± 0,74^{j}	94,86 ± 0,84^{g,h}	18,10 ± 0,15^{q,r,s,t}	32,82 ± 0,45^{b,c}	0,44 ± 0,01^{t,u,v,w}	1,25 ± 0,11^{j}	1,50 ± 0,17^{w,x}	7,05 ± 0,70^{h}
	2	0,40 ± 0,02^{ac}	26,38 ± 0,53^{g}	0,55 ± 0,01^{s,t}	3,20 ± 0,29^{i,j,k}	1,64 ± 0,03^{v,w}	6,30 ± 0,27^{m,n}	61,20 ± 1,57^{m}	100,70 ± 3,00^{d,e,f}	18,99 ± 0,30^{o,p}	29,48 ± 0,17^{g,h}	0,88 ± 0,03^{k,l,m}	0,69 ± 0,04^{n,o,p}	0,76 ± 0,02^{z,aa,ab}	6,48 ± 0,23^{i}
	3	0,46 ± 0,01^{ac}	26,86 ± 0,31^{g}	0,50 ± 0,04^{s,t}	3,31 ± 0,04^{h,i,j}	1,73 ± 0,07^{v,w}	5,47 ± 0,04^{p}	73,08 ± 0,29^{j,k}	117,86 ± 1,63^{a}	17,19 ± 0,03^{u,v,w,x}	31,72 ± 0,34^{d,e}	0,69 ± 0,02^{n,o,p}	1,62 ± 0,09^{i}	1,36 ± 0,15^{x}	5,77 ± 0,17^{k}

*ortalama ± standart sapma (2 tekrar), A: aseton, H: hekzan, EA: etil asetat, PE: petrol eteri, SE: çözücü ekstraksiyonu, AH: asidik hidroliz, TPC: mg GAE/g örnek, FRAP-ABTS-CHROMAC: mg TE/g örnek, DPPH: IC_{50} (mg TE/g örnek), TFC: mg QE/g örnek, TCC: mg BC/g örnek
a-z: Küçük harfler bir yöntemdeki farklı ekstraktları arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir ($p < 0,05$).

Çizelge 4.3. İğde çekirdeği ekstraktlarının spektroskopik bulguları

Çözücü	Örnek	TPC		FRAP		ABTS		CHROMAC		DPPH		TFC		TCC	
		SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH
W	1	21,52 ± 0,21^{r,s}	22,82 ± 0,50^{r}	10,90 ± 0,42^{xy}	7,64 ± 0,38^{z}	16,61 ± 0,15^{y}	15,05 ± 0,35^{z}	77,14 ± 0,47^{q,r}	125,01 ± 3,03^{j}	25,81 ± 0,02^{s}	67,55 ± 1,00^{a}	1,57 ± 0,03^{ad}	2,01 ± 0,09^{ad}	10,65 ± 0,55^{q}	5,69 ± 0,32^{v}
	2	26,71 ± 0,46^{p,q}	36,88 ± 0,75^{n}	12,39 ± 0,60^{w}	10,68 ± 0,18^{y}	19,97 ± 0,05^{w}	32,05 ± 0,33^{q}	77,49 ± 0,78^{p,q,r}	111,95 ± 0,18^{k}	25,15 ± 0,03^{t}	53,55 ± 0,33^{b}	3,14 ± 0,02^{ac}	2,05 ± 0,04^{ad}	6,89 ± 0,04^{u}	3,16 ± 0,03^{z}
	3	28,24 ± 1,03^{p,q}	36,70 ± 0,92^{n}	14,18 ± 0,17^{v}	15,36 ± 0,23^{u,v}	25,85 ± 0,20^{s}	31,19 ± 0,81^{r}	82,84 ± 0,81^{o,p}	127,22 ± 3,86^{j}	24,98 ± 0,04^{t,u}	53,91 ± 0,08^{b}	4,72 ± 0,12^{aa,ab}	3,66 ± 0,16^{ac}	8,82 ± 1,21^{r}	8,50 ± 0,43^{s}
M	1	32,97 ± 0,42^{o}	51,24 ± 0,89^{l}	26,34 ± 1,01^{r}	36,29 ± 0,39^{p}	36,27 ± 0,09^{o}	45,78 ± 0,96^{m}	73,78 ± 2,30^{r,s}	164,80 ± 3,04^{h}	23,90 ± 0,02^{v,w}	51,09 ± 0,02^{c,d}	12,07 ± 0,33^{p,q}	8,40 ± 0,01^{t,u}	8,34 ± 0,07^{s,t}	12,13 ± 0,01^{o}
	2	35,01 ± 0,56^{n,o}	71,53 ± 0,32^{h}	47,99 ± 1,21^{l,m}	51,44 ± 1,31^{k}	38,39 ± 0,25^{n}	56,66 ± 0,50^{i}	98,41 ± 3,88^{l,m}	185,51 ± 2,89^{f}	24,27 ± 0,02^{v,w}	49,98 ± 0,02^{e}	11,93 ± 0,17^{p,q}	14,18 ± 0,25^{m}	8,07 ± 0,01^{t}	11,22 ± 0,01^{p}
	3	44,93 ± 1,34^{m}	69,13 ± 1,60^{h,i}	40,77 ± 0,47^{o}	54,08 ± 1,71^{j}	51,20 ± 0,26^{k}	56,30 ± 0,13^{i}	100,11 ± 1,91^{l}	187,93 ± 2,74^{f}	24,08 ± 0,01^{v,w}	49,37 ± 0,01^{f}	14,82 ± 0,11^{k,l,m}	14,48 ± 0,19^{l,m}	10,69 ± 0,01^{q}	14,59 ± 0,01^{m}
E	1	16,73 ± 0,46^{t}	60,60 ± 3,36^{k}	12,23 ± 0,90^{w,x}	47,16 ± 0,98^{m}	18,43 ± 0,12^{x}	54,82 ± 0,28^{j}	33,62 ± 1,52^{z}	163,15 ± 1,88^{h}	24,91 ± 0,02^{t,u}	48,38 ± 0,03^{g,h}	9,22 ± 0,11^{s,t}	10,31 ± 0,05^{r}	3,07 ± 0,06^{z,aa}	15,47 ± 0,01^{l}
	2	19,79 ± 0,90^{s}	69,50 ± 0,17^{h,i}	14,76 ± 1,03^{u,v}	56,25 ± 0,98^{i}	21,98 ± 0,32^{v}	70,29 ± 0,29^{g}	45,58 ± 0,69^{y}	178,80 ± 1,57^{g}	23,72 ± 0,01^{w}	49,42 ± 0,06^{e,f}	9,54 ± 0,59^{r,s}	16,04 ± 0,78^{i,j}	4,16 ± 0,01^{y}	13,75 ± 0,02^{n}
	3	23,30 ± 0,13^{r}	58,83 ± 1,77^{k}	19,00 ± 0,26^{t}	51,99 ± 0,20^{k}	25,00 ± 0,01^{t}	58,76 ± 0,92^{h}	66,68 ± 0,56^{t}	168,39 ± 5,68^{h}	24,03 ± 0,01^{v,w}	48,61 ± 0,31^{g}	9,40 ± 0,43^{s}	14,61 ± 0,53^{l,m}	4,67 ± 0,01^{x}	21,41 ± 0,01^{g}
B	1	3,23 ± 0,07^{u,v,w}	68,17 ± 0,91^{i}	1,95 ± 0,13^{aa}	45,03 ± 0,37^{n}	4,25 ± 0,14^{ab,ac}	50,30 ± 0,43^{l}	57,84 ± 0,85^{v}	110,22 ± 0,54^{k}	30,65 ± 0,32^{q,r}	48,37 ± 0,01^{g,h}	6,40 ± 0,30^{v,w}	15,60 ± 0,54^{j,k}	2,54 ± 0,01^{ab}	16,52 ± 0,16^{j}
	2	3,86 ± 0,07^{u,v}	131,55 ± 2,88^{c}	2,67 ± 0,20^{aa}	155,05 ± 0,91^{f}	5,49 ± 0,28^{aa}	125,98 ± 0,42^{c}	60,01 ± 1,59^{u,v}	246,45 ± 1,12^{d}	30,17 ± 0,10^{r}	47,74 ± 0,01^{i,j}	6,76 ± 0,01^{v}	42,30 ± 0,68^{a}	2,19 ± 0,06^{ac}	19,96 ± 0,03^{i}
	3	4,14 ± 0,15^{u}	125,51 ± 0,04^{d}	2,68 ± 0,15^{aa}	161,11 ± 0,25^{e}	4,81 ± 0,09^{aa,ab}	127,08 ± 0,32^{b}	66,97 ± 1,22^{t}	251,15 ± 3,93^{d}	30,77 ± 0,19^{p,q}	47,29 ± 0,08^{j}	6,15 ± 0,32^{v,w,x}	36,74 ± 0,97^{b}	2,79 ± 0,21^{aa,ab}	33,46 ± 0,05^{c}

*ortalama ± standart sapma (2 tekrar), W: su, M: metanol, E: etanol, B: bütanol, SE: çözücü ekstraksiyonu, AH: asidik hidroliz, TPC: mg GAE/g örnek, FRAP-ABTS-CHROMAC: mg TE/g örnek, DPPH: IC_{50} (mg TE/g örnek), TFC: mg QE/g örnek, TCC: mg BC/g örnek
a-z: Küçük harfler bir yöntemdeki farklı ekstraktları arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir ($p < 0,05$).

Çizelge 4.3. İğde çekirdeği ekstraktlarının spektroskopik bulguları(devam)

Çözücü	Örnek	TPC		FRAP		ABTS		CHROMAC		DPPH		TFC		TCC	
		SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH
A	1	26,20 ± 0,20^{q}	131,57 ± 1,74^{c}	22,86 ± 0,80^{s}	313,66 ± 0,06^{b}	31,06 ± 0,35^{r}	128,87 ± 0,01^{a}	24,70 ± 0,62^{aa}	311,30 ± 2,97^{c}	24,24 ± 0,01^{v,w}	47,64 ± 0,01^{i,j}	13,23 ± 0,82^{n}	12,35 ± 0,55^{o,p}	6,86 ± 0,02^{u}	23,86 ± 0,02^{d}
	2	21,21 ± 0,83^{r,s}	138,87 ± 0,82^{b}	16,17 ± 1,08^{u}	336,12 ± 0,83^{a}	23,38 ± 0,13^{u}	129,26 ± 0,10^{a}	66,62 ± 0,96^{t}	324,48 ± 0,56^{b}	24,46 ± 0,04^{u,v}	47,81 ± 0,01^{h,i,j}	7,69 ± 0,14^{u}	15,16 ± 0,40^{k,l}	5,09 ± 0,35^{w}	20,83 ± 0,01^{h}
	3	34,96 ± 1,27^{n,o}	158,73 ± 1,27^{a}	33,31 ± 1,26^{q}	271,01 ± 0,62^{c}	33,13 ± 0,26^{p}	129,09 ± 0,01^{a}	82,54 ± 2,29^{o,p,q}	336,94 ± 7,32^{a}	23,87 ± 0,01^{v,w}	47,69 ± 0,01^{i,j}	11,30 ± 0,12^{q}	11,66 ± 0,02^{p,q}	8,51 ± 0,01^{s}	23,41 ± 0,04^{e}
H	1	1,20 ± 0,03^{w}	47,35 ± 1,46^{m}	1,50 ± 0,08^{aa}	26,32 ± 0,98^{r}	3,74 ± 0,13^{ac,ad}	30,78 ± 0,24^{r}	51,55 ± 1,17^{w,x}	93,02 ± 3,59^{m,n}	31,66 ± 0,69^{o}	50,65 ± 0,33^{d}	5,05 ± 0,32^{y,z,aa}	18,45 ± 0,57^{g}	1,51 ± 0,16^{ad}	40,16 ± 0,02^{b}
	2	1,59 ± 0,07^{u,v,w}	78,14 ± 3,06^{g}	1,48 ± 0,05^{aa}	48,90 ± 0,42^{l}	4,17 ± 0,04^{ab,ac}	51,41 ± 0,22^{k}	70,08 ± 1,12^{s,t}	153,25 ± 1,27^{i}	33,25 ± 0,81^{n}	48,53 ± 0,23^{g}	3,98 ± 0,13^{ac,ac}	17,28 ± 0,76^{h}	1,25 ± 0,30^{ad}	11,03 ± 0,06^{p}
	3	1,94 ± 0,01^{u,v,w}	60,32 ± 1,28^{k}	1,53 ± 0,06^{aa}	44,54 ± 1,60^{n}	3,28 ± 0,11^{ad,ae}	54,12 ± 0,25^{j}	45,41 ± 0,06^{y}	124,00 ± 5,62^{j}	35,58 ± 0,62^{l}	49,89 ± 0,14^{e,f}	5,50 ± 0,03^{x,y,z,aa}	19,61 ± 0,28^{f}	1,36 ± 0,04^{ad}	23,33 ± 0,02^{e}
EA	1	1,57 ± 0,21^{v,w}	81,68 ± 2,00^{f}	1,50 ± 0,07^{aa}	73,28 ± 0,38^{h}	4,65 ± 0,09^{ab}	75,65 ± 0,85^{f}	54,61 ± 1,04^{v,w}	200,52 ± 8,66^{e}	31,26 ± 0,60^{o,p}	49,48 ± 0,09^{e,f}	5,08 ± 0,04^{y,z,aa}	26,36 ± 1,23^{d}	2,75 ± 0,10^{ab}	22,14 ± 0,03^{f}
	2	2,24 ± 0,34^{u,v,w}	114,78 ± 1,99^{e}	1,80 ± 0,06^{aa}	215,14 ± 1,48^{d}	3,77 ± 0,16^{ac,ad}	118,08 ± 0,86^{e}	59,60 ± 1,38^{u,v}	249,10 ± 1,04^{d}	33,59 ± 0,46^{n}	47,25 ± 0,03^{j}	5,85 ± 0,62^{w,x,y}	31,97 ± 0,17^{c}	2,06 ± 0,15^{ac}	19,81 ± 0,03^{i}
	3	1,95 ± 0,11^{u,v,w}	112,42 ± 3,06^{e}	1,95 ± 0,01^{aa}	129,15 ± 0,47^{g}	3,29 ± 0,05^{ad,ae}	123,26 ± 0,41^{d}	48,11 ± 0,72^{x,y}	245,65 ± 5,27^{d}	34,23 ± 0,13^{m}	47,93 ± 0,02^{h,i}	5,64 ± 0,23^{w,x,y,z}	21,91 ± 0,43^{e}	4,96 ± 0,02^{w}	20,62 ± 0,02^{h}
PE	1	1,35 ± 0,01^{v,w}	29,09 ± 1,00^{p}	1,66 ± 0,12^{aa}	15,71 ± 0,45^{u}	2,80 ± 0,05^{ae,af}	20,01 ± 0,05^{w}	38,53 ± 1,37^{z}	94,05 ± 0,12^{m}	36,16 ± 0,33^{l}	51,46 ±0,20^{c}	5,07 ± 0,33^{y,z,aa}	14,44 ± 0,25^{l,m}	2,07 ± 0,02^{ac}	39,96 ± 0,03^{b}
	2	1,14 ± 0,08^{w}	64,99 ± 0,80^{j}	1,32 ± 0,04^{aa}	46,79 ± 1,01^{m}	2,76 ± 0,07^{ae,af}	56,28 ± 0,50^{i}	87,67 ± 0,03^{n,o}	126,57 ± 2,10^{j}	38,28 ± 0,30^{k}	48,37 ± 0,17^{g,h}	5,02 ± 0,20^{y,z,aa}	16,78 ± 0,08^{h,i}	1,37 ± 0,01^{ad}	16,16 ± 0,01^{k}
	3	1,12 ± 0,01^{w}	44,93 ± 1,89^{m}	1,49 ± 0,04^{aa}	40,27 ± 0,86^{o}	2,34 ± 0,03^{af}	36,24 ± 0,51^{o}	64,51 ± 0,83^{t,u}	102,07 ± 1,32^{l}	31,25 ± 0,32^{o,p}	50,95 ± 0,29^{c,d}	4,91 ± 0,05^{z,aa}	13,17 ± 0,57^{n,o}	1,25 ± 0,11^{ad}	46,82 ± 0,04^{a}

*ortalama ± standart sapma (2 tekrar), A: aseton, H: hekzan, EA: etil asetat, PE: petrol eteri, SE: çözücü ekstraksiyonu, AH: asidik hidroliz, TPC: mg GAE/g örnek, FRAP-ABTS-CHROMAC: mg TE/g örnek, DPPH: IC_{50} (mg TE/g örnek), TFC: mg QE/g örnek, TCC: mg BC/g örnek
a-z: Küçük harfler bir yöntemdeki farklı ekstraktları arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir ($p < 0,05$).

Çizelge 4.4. İğde çiçeği ekstraktlarının spektroskopik bulguları

Çözücü	Örnek	TPC		FRAP		ABTS		CHROMAC		DPPH		TFC		TCC	
		SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH
W	1	36,96 ± 1,94^{p}	36,79 ± 1,46^{p}	13,59 ± 0,94^{o}	22,32 ± 0,90^{n}	34,15 ± 0,47^{r}	47,69 ± 2,24^{n,o}	255,24 ± 1,72^{v}	598,72 ± 2,04^{e,f}	148,70 ± 6,73^{z}	375,82 ± 8,33^{e}	2,66 ± 0,04^{l,m,n,o,p}	3,73 ± 0,22^{j,k,l,m,n}	82,83 ± 0,81^{j}	40,38 ± 1,31^{r}
	2	31,22 ± 0,95^{q}	37,34 ± 1,39^{p}	11,76 ± 0,72^{o,p}	20,70 ± 1,22^{n}	28,45 ± 0,30^{s}	45,73 ± 0,75^{o}	265,38 ± 5,14^{n}	618,34 ± 1,87^{d,e}	165,54 ± 6,06^{y,z}	620,75 ± 6,86^{b}	1,96 ± 0,06^{n,o,p}	3,43 ± 0,41^{k,l,m,n,o}	45,57 ± 0,01^{p,q}	132,74 ± 12,78^{c}
	3	44,55 ± 1,34^{n,o}	38,00 ± 1,30^{p}	20,62 ± 1,19^{n}	21,87 ± 0,27^{n}	49,68 ± 0,51^{n}	56,02 ± 1,10^{m}	245,93 ± 4,88^{v}	603,98 ± 1,83^{e,f}	151,73 ± 0,50^{z}	439,79 ± 3,69^{c}	2,98 ± 0,13^{k,l,m,n,o,p}	2,13 ± 0,14^{m,n,o,p}	113,61 ± 1,82^{f}	68,61 ± 14,37^{l}
M	1	27,81 ± 1,39^{r}	74,35 ± 0,86^{j}	10,66 ± 0,27^{p,q}	53,61 ± 1,76^{i}	27,74 ± 0,38^{s,t}	65,88 ± 0,66^{l}	397,27 ± 16,17^{o,p}	571,77 ± 3,39^{g,h}	172,17 ± 0,82^{x,y}	300,52 ± 2,39^{h,i,j}	3,88 ± 0,24^{j,k,l,m}	3,91 ± 0,30^{j,k,l,m}	56,25 ± 0,13^{n}	25,88 ± 0,09^{u}
	2	17,99 ± 0,33^{s}	59,70 ± 0,81^{l}	9,05 ± 0,02^{q,r,s}	46,91 ± 0,35^{j}	34,20 ± 0,50^{r}	85,10 ± 0,29^{h}	406,84 ± 13,19^{o}	544,75 ± 29,34^{i,j}	184,88 ± 1,45^{w,x}	298,30 ± 2,88^{h,i,j,k}	3,30 ± 0,22^{k,l,m,n,o,p}	5,50 ± 0,06^{i,j}	36,53 ± 0,19^{s}	32,20 ± 0,08^{t}
	3	26,30 ± 0,71^{r}	66,46 ± 2,03^{k}	9,73 ± 0,61^{p,q,r}	47,58 ± 0,01^{j}	25,45 ± 0,74^{t,u}	57,14 ± 0,98^{m}	389,26 ± 7,59^{o,p,q}	559,40 ± 16,92^{h,i}	185,46 ± 1,17^{w,x}	301,13 ± 2,48^{h,i,j}	3,97 ± 0,23^{j,k,l,m}	3,38 ± 0,15^{k,l,m,n,o,p}	57,20 ± 0,06^{n}	27,17 ± 0,01^{u}
E	1	9,54 ± 0,30^{t,u}	79,68 ± 0,65^{h,i}	6,59 ± 0,02^{s,t,u,v}	61,65 ± 1,77^{g}	19,49 ± 0,63^{w,x}	86,53 ± 0,04^{h}	377,84 ± 5,88^{p,q,r,s}	531,00 ± 12,24^{j}	241,10 ± 0,78^{r,s}	280,87 ± 1,04^{k,l}	2,51 ± 0,10^{m,n,o,p}	4,53 ± 0,09^{j,k,l}	36,44 ± 0,61^{s}	41,73 ± 0,08^{r}
	2	5,99 ± 0,05^{v,w,x}	78,37 ± 1,31^{i}	5,42 ± 0,26^{u,v}	55,42 ± 0,03^{h,i}	17,38 ± 0,21^{x,y,z,aa}	113,22 ± 0,79^{d}	355,65 ± 22,98^{s,t}	523,86 ± 13,28^{j,k}	161,17 ± 4,97^{y,z}	275,80 ± 2,51^{l,m,n,o}	2,29 ± 0,11^{m,n,o,p}	6,56 ± 0,02^{h,i}	18,79 ± 0,53^{v}	42,20 ± 0,10^{q,r}
	3	9,70 ± 0,39^{t,u}	82,19 ± 1,75^{h}	8,31 ± 0,68^{q,r,s,t}	55,63 ± 2,49^{h,i}	19,39 ± 0,34^{w,x,y}	84,33 ± 1,65^{h}	327,76 ± 13,05^{u}	582,64 ± 5,32^{f,g,h}	216,99 ± 8,75^{t,u}	295,12 ± 0,93^{i,j,k}	3,23 ± 0,11^{k,l,m,n,o,p}	4,70 ± 0,09^{i,j,k}	42,26 ± 0,53^{q,r}	39,04 ± 0,29^{r,s}
B	1	3,43 ± 0,13^{w,x,y}	96,22 ± 1,74^{f}	5,41 ± 0,05^{u,v}	62,15 ± 2,29^{g}	13,67 ± 0,11^{ab}	73,38 ± 1,46^{k}	436,94 ± 6,85^{n}	469,63 ± 8,90^{m}	186,96 ± 11,61^{v,w,x}	271,31 ± 2,33^{l,m,n,o}	1,49 ± 0,01^{p}	8,20 ± 0,61^{g,h}	74,65 ± 0,79^{k}	107,61 ± 0,26^{g}
	2	4,22 ± 0,08^{v,w,x,y}	110,25 ± 3,19^{e}	5,68 ± 0,08^{t,u,v}	79,44 ± 2,36^{d}	17,51 ± 0,72^{x,y,z,aa}	103,21 ± 4,69^{e}	442,91 ± 5,90^{n}	501,85 ± 27,86^{k,l}	198,40 ± 3,50^{v,w}	260,56 ± 1,73^{m,n,o,p,q}	1,47 ± 0,03^{p}	12,25 ± 1,01^{e,f}	51,52 ± 0,16^{o}	123,31 ± 1,11^{d,e}
	3	4,70 ± 0,04^{v,w,x,y}	137,54 ± 3,08^{c}	5,81 ± 0,01^{t,u,v}	87,82 ± 1,48^{c}	17,32 ± 0,70^{x,y,z,aa}	100,09 ± 1,52^{f}	371,32 ± 0,42^{q,r,s}	467,90 ± 13,63^{m}	260,41 ± 48,81^{m,n,o,p,q}	248,56 ± 0,10^{q,r}	2,18 ± 0,08^{m,n,o,p}	14,63 ± 1,06^{c}	66,92 ± 0,19^{l}	110,10 ± 0,10^{f,g}

*ortalama ± standart sapma (2 tekrar), W: su, M: metanol, E: etanol, B: bütanol, SE: çözücü ekstraksiyonu, AH: asidik hidroliz, TPC: mg GAE/g örnek, FRAP-ABTS-CHROMAC: mg TE/g örnek, DPPH: IC_{50} (mg TE/g örnek), TFC: mg QE/g örnek, TCC: mg BC/g örnek

a-z: Küçük harfler bir yöntemdeki farklı ekstraktları arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir ($p < 0,05$).

Çizelge 4.4. İğde çiçeği ekstraktlarının spektroskopik bulguları (devam)

Çözücü	Örnek	TPC		FRAP		ABTS		CHROMAC		DPPH		TFC		TCC	
		SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH
A	1	7,26 ± 0,15^{u,v}	187,75 ± 3,42^{b}	7,71 ± 0,59^{r,s,t,u}	129,91 ± 3,30^{b}	16,58 ± 0,89^{z,aa}	177,82 ± 4,35^{b}	432,13 ± 1,22^{n}	591,56 ± 25,07^{f,g}	277,59 ± 11,31^{l,m}	253,06 ± 0,60^{p,q,r}	2,19 ± 0,10^{m,n,o,p}	14,34 ± 3,54^{c,d}	38,96 ± 1,79^{r,s}	120,00 ± 0,08^{e}
	2	6,53 ± 0,06^{u,v,w}	204,39 ± 4,75^{a}	5,90 ± 0,31^{t,u,v}	146,40 ± 1,17^{a}	21,15 ± 0,09^{v,w}	200,30 ± 2,43^{a}	433,99 ± 3,55^{n}	583,86 ± 7,77^{f,g,h}	313,75 ± 4,97^{g,h}	238,97 ± 0,03^{r,s}	2,14 ± 0,03^{m,n,o,p}	21,79 ± 1,64^{a}	36,46 ± 0,47^{s}	193,60 ± 0,20^{a}
	3	4,38 ± 0,28^{v,w,x,y}	205,26 ± 3,61^{a}	5,50 ± 0,41^{u,v}	131,06 ± 4,00^{b}	16,82 ± 0,03^{y,z,aa}	164,35 ± 0,04^{c}	386,98 ± 2,30^{o,p,q}	546,09 ± 0,01^{i,j}	287,27 ± 5,49^{j,k,l}	252,24 ± 0,58^{q,r}	1,92 ± 0,13^{n,o,p}	13,55 ± 0,55^{c,d,e}	16,26 ± 1,13^{v}	172,45 ± 0,52^{b}
H	1	11,05 ± 0,56^{t}	60,62 ± 2,58^{l}	6,23 ± 0,52^{t,u,v}	39,72 ± 1,09^{k}	15,70 ± 0,03^{aa,ab}	56,07 ± 0,92^{m}	358,66 ± 14,92^{s,t}	588,48 ± 20,99^{f,g}	248,89 ± 3,67^{q,r}	311,03 ± 2,35^{g,h,i}	8,79 ± 0,70^{g}	12,02 ± 0,45^{e,f}	7,37 ± 0,08^{x}	62,80 ± 0,10^{m}
	2	7,12 ± 0,03^{u,v}	55,18 ± 2,53^{m}	5,48 ± 0,46^{u,v}	36,04 ± 0,24^{l}	21,06 ± 0,73^{v,w}	48,13 ± 0,93^{n,o}	345,00 ± 6,08^{t,u}	599,86 ± 1,44^{e,f}	203,66 ± 3,64^{u,v}	327,99 ± 3,89^{g}	11,13 ± 0,60^{f}	19,63 ± 1,60^{b}	3,03 ± 0,26^{y}	76,40 ± 1,08^{k}
	3	7,11 ± 0,20^{u,v}	65,24 ± 0,98^{k}	6,06 ± 0,24^{t,u,v}	40,53 ± 1,12^{k}	18,12 ± 0,46^{x,y,z,aa}	76,11 ± 1,93^{j}	390,83 ± 2,50^{o,p,q}	563,60 ± 11,07^{h,i}	355,48 ± 2,91^{f}	374,10 ± 8,25^{e}	12,51 ± 0,32^{d,e,f}	21,57 ± 3,21^{a}	11,50 ± 0,26^{w}	76,47 ± 0,23^{k}
EA	1	2,36 ± 0,03^{y}	121,87 ± 1,87^{d}	5,28 ± 0,18^{u,v}	74,32 ± 1,80^{e}	17,23 ± 0,30^{x,y,z,aa}	84,58 ± 0,07^{h}	434,47 ± 3,71^{n}	477,27 ± 3,25^{l,m}	319,57 ± 5,21^{g}	258,88 ± 1,75^{o,p,q}	1,58 ± 0,04^{o,p}	12,76 ± 1,53^{e,d,e,f}	17,31 ± 0,11^{v}	92,01 ± 0,17^{i}
	2	2,88 ± 0,08^{x,y}	92,31 ± 2,96^{g}	4,93 ± 0,10^{v}	57,74 ± 1,76^{h}	18,45 ± 0,80^{x,y,z}	80,87 ± 1,94^{i}	361,32 ± 5,47^{r,s,t}	454,83 ± 23,69^{m,n}	898,99 ± 16,36^{a}	259,40 ± 0,85^{n,o,p,q}	2,19 ± 0,06^{m,n,o,p}	18,40 ± 2,02^{b}	16,18 ± 0,35^{v}	126,61 ± 0,28^{d}
	3	3,09 ± 0,07^{x,y}	113,01 ± 2,57^{e}	5,04 ± 0,02^{v}	71,53 ± 2,06^{f}	19,41 ± 0,37^{w,x}	90,37 ± 0,97^{g}	383,47 ± 7,25^{o,p,q,r}	498,40 ± 2,80^{l}	225,46 ± 1,79^{s,t}	273,40 ± 0,47^{l,m,n,o}	2,71 ± 0,07^{l,m,n,o,p}	12,12 ± 1,03^{e,f}	46,80 ± 1,79^{p}	97,29 ± 0,16^{h}
PE	1	4,29 ± 0,10^{v,w,x,y}	42,79 ± 0,87^{o}	5,48 ± 0,06^{u,v}	27,02 ± 1,23^{m}	23,50 ± 0,07^{u,v}	37,98 ± 0,48^{q}	859,08 ± 9,35^{a}	699,48 ± 14,33^{c}	158,78 ± 0,72^{y,z}	401,07 ± 4,29^{d}	12,01 ± 0,18^{e,f}	11,75 ± 0,87^{e,f}	2,27 ± 0,09^{y}	39,79 ± 0,14^{r,s}
	2	7,28 ± 0,36^{u,v}	44,53 ± 1,49^{n,o}	5,50 ± 0,13^{u,v}	26,78 ± 1,76^{m}	16,11 ± 0,27^{z,aa,ab}	42,27 ± 0,45^{p}	835,40 ± 1,82^{a}	680,59 ± 2,61^{c}	199,59 ± 3,89^{u,v,w}	270,41 ± 2,80^{l,m,n,o,p}	13,17 ± 0,24^{c,d,e}	8,62 ± 0,23^{g}	1,95 ± 0,26^{y}	46,91 ± 0,12^{p}
	3	5,85 ± 0,43^{v,w,x}	47,07 ± 0,83^{n}	6,41 ± 0,21^{s,t,u,v}	34,21 ± 2,30^{l}	17,11 ± 0,60^{x,y,z,aa}	45,89 ± 0,33^{o}	745,83 ± 11,34^{b}	635,44 ± 25,28^{d}	276,40 ± 6,49^{l,m,n}	320,91 ± 8,07^{g}	8,67 ± 0,26^{g}	13,57 ± 1,59^{c,d,e}	1,12 ± 0,10^{y}	54,05 ± 0,35^{n,o}

*ortalama ± standart sapma (2 tekrar), A: aseton, H: hekzan, EA: etil asetat, PE: petrol eteri, SE: çözücü ekstraksiyonu, AH: asidik hidroliz, TPC: mg GAE/g örnek, FRAP-ABTS-CHROMAC: mg TE/g örnek, DPPH: IC_{50} (mg TE/g örnek), TFC: mg QE/g örnek, TCC: mg BC/g örnek
a-z: Küçük harfler bir yöntemdeki farklı ekstraktları arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir ($p < 0,05$).

Çizelge 4.5. İğde yaprağı ekstraktlarının spektroskopik bulguları

Çözücü	Örnek	TPC		FRAP		ABTS		CHROMAC		DPPH		TFC		TCC	
		SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH
W	1	32,18 ± 0,42^{j,k}	34,69 ± 0,72^{i}	14,67 ± 0,06^{o,p}	17,53 ± 0,40^{m}	37,92 ± 0,26^{l}	37,66 ± 0,23^{l}	95,45 ± 2,15^{s,t,u}	159,06 ± 3,26^{i,j}	24,74 ± 0,03^{t}	54,30 ± 0,11^{l,m,n}	0,64 ± 0,01^{s,t,u}	0,29 ± 0,01^{x,y}	62,24 ± 0,39^{m}	117,31 ± 0,18^{c}
	2	22,28 ± 0,28^{m}	27,95 ± 0,91^{l}	15,77 ± 0,14^{n,o,p}	12,56 ± 0,03^{q}	19,25 ± 0,16^{r}	16,56 ± 0,02^{s}	80,67 ± 0,97^{v}	157,18 ± 6,64^{j}	24,11 ± 0,16^{t}	68,56 ± 1,05^{i,j}	0,42 ± 0,01^{v,w,x}	0,32 ± 0,01^{w,x,y}	58,76 ± 0,14^{n}	66,64 ± 0,56^{j}
	3	34,12 ± 1,57^{i,j}	31,05 ± 1,07^{k}	21,68 ± 0,66^{k}	16,69 ± 0,55^{m,n}	43,15 ± 0,57^{j}	41,59 ± 0,18^{k}	103,70 ± 2,89^{p,q}	195,85 ± 1,18^{h}	24,00 ± 0,01^{t}	53,22 ± 0,30^{l,m,n}	0,58 ± 0,01^{t,u,v}	0,26 ± 0,01^{y}	77,57 ± 0,19^{g}	151,51 ± 0,70^{b}
M	1	13,13 ± 0,59^{n,o}	58,36 ± 2,34^{b}	4,34 ± 0,17^{t,u}	80,93 ± 1,85^{x}	9,20 ± 0,03^{d}	84,12 ± 0,11^{c}	89,54 ± 3,57^{u}	195,79 ± 5,31^{c}	36,00 ± 0,63^{r,s}	47,54 ± 0,01^{n,o,p}	0,99 ± 0,03^{o,p}	0,71 ± 0,06^{i}	69,43 ± 0,79^{c}	32,87 ± 0,14^{aa}
	2	8,92 ± 0,35^{q}	35,71 ± 1,61^{h,i}	3,32 ± 0,18^{u,v}	25,59 ± 0,80^{aa}	5,07 ± 0,07^{f}	25,03 ± 0,25^{p}	107,60 ± 1,72^{o,p}	158,13 ± 1,44^{j}	38,48 ± 0,16^{q,r,s}	53,03 ± 0,37^{l,m,n}	0,79 ± 0,04^{q,r,s}	1,00 ± 0,04^{w}	44,15 ± 0,18^{l}	33,96 ± 0,53^{z}
	3	12,49 ± 0,70^{n,o,p}	59,20 ± 1,76^{b}	4,23 ± 0,05^{u}	71,04 ± 2,31^{z}	6,96 ± 0,13^{e}	75,48 ± 0,08^{d}	94,98 ± 4,23^{s,t,u}	205,65 ± 2,13^{b}	35,33 ± 1,21^{s}	48,21 ± 0,01^{n,o,p}	0,99 ± 0,01^{o,p}	0,72 ± 0,03^{p}	56,74 ± 0,30^{h}	24,92 ± 0,44^{ad}
E	1	5,02 ± 0,18^{r}	50,03 ± 1,06^{d}	2,41 ± 0,12^{v,w}	55,52 ± 0,17^{ad}	3,82 ± 0,11^{h}	69,57 ± 0,28^{f}	108,95 ± 3,09^{o,p}	168,16 ± 2,67^{g,h}	52,95 ± 3,88^{l,m,n}	47,98 ± 0,01^{n,o,p}	0,59 ± 0,01^{t,u,v}	1,07 ± 0,08^{k,l}	63,19 ± 0,20^{d}	52,94 ± 0,84^{r}
	2	4,34 ± 0,03^{r,s,t}	33,80 ± 0,51^{i,j}	2,25 ± 0,04^{v,w}	25,86 ± 1,03^{ab,ac}	4,35 ± 0,17^{g}	27,40 ± 0,15^{o}	108,96 ± 6,57^{o,p}	147,67 ± 4,77^{k}	82,18 ± 1,62^{g}	52,94 ± 0,47^{l,m,n}	0,62 ± 0,01^{t,u}	1,28 ± 0,02^{s}	49,96 ± 0,34^{j}	164,81 ± 0,64^{a}
	3	4,67 ± 0,16^{r,s}	53,23 ± 1,50^{c}	2,20 ± 0,03^{v,w}	57,23 ± 2,32^{aa,ab}	4,83 ± 0,30^{f}	73,36 ± 0,12^{e}	111,26 ± 3,53^{o}	188,58 ± 3,71^{d,e}	43,38 ± 1,01^{p,q,r}	48,61 ± 0,07^{n,o,p}	0,88 ± 0,02^{p,q,r}	0,94 ± 0,01^{h}	70,48 ± 0,27^{b}	47,11 ± 0,44^{u}
B	1	2,43 ± 0,01^{t,u,v,w}	55,05 ± 2,80^{c}	1,50 ± 0,02^{w}	43,41 ± 1,79^{g}	3,69 ± 0,01^{ad,ae}	56,00 ± 0,32^{g}	100,20 ± 1,20^{q,r,s}	173,13 ± 3,20^{g}	140,80 ± 3,29^{c}	49,24 ± 0,07^{n,o,p}	0,33 ± 0,01^{w,x,y}	1,70 ± 0,03^{m}	58,96 ± 0,13^{n}	62,85 ± 0,14^{l,m}
	2	3,60 ± 0,27^{r,s,t,u,v}	37,52 ± 1,22^{g,h}	1,64 ± 0,02^{w}	19,97 ± 1,51^{l}	3,98 ± 0,14^{ac,ad}	20,74 ± 0,40^{q}	102,79 ± 1,84^{p,q,r}	165,72 ± 7,14^{h}	45,06 ± 3,82^{o,p,q}	57,89 ± 1,25^{k,l,m}	0,34 ± 0,01^{w,x,y}	2,63 ± 0,18^{g,h}	40,81 ± 0,13^{y}	47,99 ± 0,62^{t}
	3	2,70 ± 0,03^{s,t,u,v,w}	49,90 ± 1,95^{d}	1,71 ± 0,04^{w}	42,37 ± 1,30^{g}	3,30 ± 0,08^{ae,af}	51,06 ± 0,14^{h}	99,17 ± 3,27^{q,r,s}	165,11 ± 0,94^{h,i}	59,13 ± 2,30^{k,l,m}	49,84 ± 0,03^{n,o,p}	0,59 ± 0,04^{t,u}	3,20 ± 0,09^{e}	31,11 ± 0,40^{ab}	41,94 ± 0,92^{x}

*ortalama ± standart sapma (2 tekrar), W: su, M: metanol, E: etanol, B: bütanol, SE: çözücü ekstraksiyonu, AH: asidik hidroliz, TPC: mg GAE/g örnek, FRAP-ABTS-CHROMAC: mg TE/g örnek, DPPH: IC_{50} (mg TE/g örnek), TFC: mg QE/g örnek, TCC: mg BC/g örnek
a-z: Küçük harfler bir yöntemdeki farklı ekstraktları arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir ($p < 0,05$).

Çizelge 4.5. İğde yaprağı ekstraktlarının spektroskopik bulguları (devam)

Çözücü	Örnek	TPC		FRAP		ABTS		CHROMAC		DPPH		TFC		TCC	
		SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH
A	1	4,06 ± 0,04^{r,s,t,u}	77,49 ± 0,35^{a}	2,16 ± 0,13^{v,w}	93,07 ± 0,59^{b}	4,86 ± 0,08^{aa}	113,54 ± 0,08^{b}	92,15 ± 3,73^{t,u}	232,16 ± 0,19^{a}	94,39 ± 7,97^{f}	47,61 ± 0,01^{n,o,p}	0,48 ± 0,02^{u,v,w}	2,54 ± 0,05^{h,ı,j}	57,84 ± 0,32^{o}	86,63 ± 0,52^{f}
	2	3,90 ± 0,16^{r,s,t,u,v}	47,47 ± 1,57^{e}	2,50 ± 0,12^{v,w}	30,04 ± 1,35^{ı}	4,99 ± 0,13^{aa}	35,91 ± 0,02^{m}	96,51 ± 2,06^{r,s,t}	181,59 ± 0,25^{f}	97,13 ± 7,96^{f}	52,62 ± 0,10^{m,n,o}	0,54 ± 0,01^{u,v}	4,52 ± 0,32^{c}	44,88 ± 0,39^{v}	104,74 ± 0,87^{d}
	3	4,11 ± 0,12^{r,s,t,u}	76,99 ± 1,39^{a}	2,09 ± 0,07^{v,w}	98,45 ± 1,19^{a}	3,71 ± 0,07^{ad,ae}	119,73 ± 0,06^{a}	91,06 ± 4,17^{t,u}	233,95 ± 1,18^{a}	130,54 ± 9,29^{d}	47,77 ± 0,01^{n,o,p}	0,59 ± 0,02^{t,u,v}	2,75 ± 0,06^{g}	54,61 ± 0,13^{q}	93,22 ± 0,62^{e}
H	1	1,22 ± 0,04^{w}	14,28 ± 0,80^{n}	1,12 ± 0,03^{w}	14,40 ± 0,10^{p}	2,63 ± 0,08^{ag}	14,81 ± 0,48^{t}	95,81 ± 2,09^{s,t,u}	122,59 ± 2,40^{n}	172,43 ± 7,65^{b}	55,11 ± 1,03^{l,m,n}	2,52 ± 0,07^{h,ı,j}	3,01 ± 0,03^{f}	5,37 ± 0,40^{al}	25,97 ± 0,77^{ae}
	2	1,08 ± 0,03^{w}	14,10 ± 0,51^{n}	1,15 ± 0,01^{w}	10,10 ± 0,30^{r}	3,18 ± 0,07^{af}	8,88 ± 0,34^{x}	105,36 ± 0,83^{o,p,q}	165,67 ± 4,20^{h}	49,08 ± 0,86^{n,o,p}	57,51 ± 0,78^{l,m}	2,61 ± 0,17^{g,h,ı}	5,06 ± 0,08^{b}	6,15 ± 0,52^{ak}	14,12 ± 0,58^{aı}
	3	1,56 ± 0,17^{w}	13,19 ± 0,23^{n,o}	1,08 ± 0,01^{w}	10,18 ± 0,52^{r}	3,15 ± 0,28^{af}	14,09 ± 0,22^{u}	99,12 ± 3,24^{q,r,s}	131,85 ± 4,77^{m}	94,48 ± 7,31^{f}	60,39 ± 1,45^{k,l}	2,29 ± 0,11^{k,l}	5,56 ± 0,03^{a}	44,98 ± 0,39^{v}	18,45 ± 2,00^{af}
EA	1	2,79 ± 0,23^{s,t,u,v,w}	40,61 ± 0,18^{f}	1,50 ± 0,02^{w}	29,02 ± 0,68^{ı}	2,30 ± 0,06^{ag}	30,43 ± 0,77^{n}	89,78 ± 2,27^{u}	123,56 ± 2,26^{n}	69,67 ± 6,78^{h,ı,j}	51,98 ± 0,21^{m,n,o}	0,36 ± 0,02^{w,x,y}	2,33 ± 0,17^{k}	30,58 ± 0,46^{ab}	58,77 ± 0,72^{n}
	2	2,22 ± 0,04^{u,v,w}	37,99 ± 1,91^{g}	1,56 ± 0,01^{w}	16,01 ± 0,44^{m,n,o}	3,15 ± 0,03^{af}	14,78 ± 0,07^{t}	74,84 ± 0,17^{v}	149,64 ± 5,96^{k}	115,42 ± 5,31^{e}	65,48 ± 2,23^{j,k}	0,58 ± 0,01^{t,u,v}	2,33 ± 0,09^{k}	20,47 ± 0,17^{ae}	63,68 ± 0,68^{k}
	3	1,89 ± 0,15^{v,w}	53,93 ± 1,99^{c}	1,81 ± 0,11^{v,w}	39,82 ± 0,56^{h}	3,74 ± 0,15^{ad,ae}	46,73 ± 0,31^{ı}	80,15 ± 2,87^{v}	145,11 ± 1,50^{k,l}	77,21 ± 1,03^{g,h}	49,68 ± 0,11^{n,o,p}	0,70 ± 0,02^{s,t}	1,36 ± 0,01^{n}	17,13 ± 0,24^{ag}	62,98 ± 0,60^{k,l}
PE	1	1,20 ± 0,06^{w}	11,83 ± 0,28^{o,p}	1,11 ± 0,01^{w}	9,08 ± 0,77^{r}	1,74 ± 0,19^{ah}	12,07 ± 0,28^{v}	193,34 ± 1,88^{c,d}	140,19 ± 2,43^{l}	364,96 ± 13,06^{a}	65,15 ± 1,80^{j,k}	2,43 ± 0,10^{j,k}	1,75 ± 0,04^{m}	8,36 ± 0,56^{aj}	16,73 ± 0,53^{ag}
	2	1,16 ± 0,06^{w}	10,81 ± 0,36^{p,q}	1,26 ± 0,07^{w}	5,82 ± 0,28^{s,t}	2,40 ± 0,05^{ag}	7,66 ± 0,08^{y}	196,96 ± 1,03^{c}	168,27 ± 2,49^{g,h}	142,39 ± 6,36^{c}	75,14 ± 1,30^{g,h,ı}	2,45 ± 0,03^{ı,j,k}	2,12 ± 0,01^{l}	15,09 ± 0,34^{ah}	14,65 ± 0,59^{ah,aı}
	3	0,95 ± 0,04^{w}	8,86 ± 0,32^{q}	1,09 ± 0,03^{w}	7,24 ± 0,17^{s}	1,55 ± 0,06^{ah}	10,61 ± 0,52^{w}	185,82 ± 0,09^{e,f}	130,45 ± 1,75^{m}	92,64 ± 1,18^{f}	78,10 ± 2,65^{g}	1,63 ± 0,12^{m}	3,40 ± 0,21^{d}	0,22 ± 0,05^{am}	16,87 ± 0,87^{ag}

*ortalama ± standart sapma (2 tekrar), A: aseton, H: hekzan, EA: etil asetat, PE: petrol eteri, SE: çözücü ekstraksiyonu, AH: asidik hidroliz, TPC: mg GAE/g örnek, FRAP-ABTS-CHROMAC: mg TE/g örnek, DPPH: IC_{50} (mg TE/g örnek), TFC: mg QE/g örnek, TCC: mg BC/g örnek
a-z: Küçük harfler bir yöntemdeki farklı ekstraktları arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir ($p < 0,05$).

4.2. Kromatografik Bulgular

Fenolik bileşik standartlarının 1-20 ppm aralığında çözeltileri hazırlandıktan sonra HPLC-DAD ile kromatografik analizleri gerçekleştirilmiştir. Derişim-pik alanı grafikleri çizilerek, en küçük kareler yöntemi kullanılarak doğru denklemleri hesaplanmış ve her bir standart fenolik bileşiğin validasyon parametreleri (Çizelge 4.6) ve iki ekstraksiyon yöntemi için de geri kazanımları (Çizelge 4.7) belirlenmiştir. Aynı zamanda iğde ekstraktları HPLC-DAD ile analiz edilerek örnekler içerisinde bulunan fenolik bileşenler tespit edilmiştir. Kromatogramlardan belirlenen pik alanları standartların doğru denklemlerinde yerine konularak iğde ekstraktlarında bulunan fenolik maddeler mg /kg örnek cinsinden hesaplanmıştır. Analiz verileri MİNİTAB 17.0 (Minitab Inc., Stage College, PA) istatistik programı kullanılarak tek yönlü ANOVA (çözücü ve asidik hidroliz ekstraktlarının her bir fenolik bileşik için ayrı ayrı olarak, $p < 0,05$) ile istatistiki olarak analiz edilmiştir.

Çizelge 4.6. Standart fenolik bileşiklerin validasyon parametreleri

Fenolik Bileşikler	Dalga Boyu (nm)	Alıkonma zamanı (dk)	Çalışma Aralığı (mg/L)	Kalibrasyon Eşitliği	Regresyon katsayısı (R^2)	LOD (mg/L)	LOQ (mg/L)
CAT	280	17,163	1-20	y = 7,8378x + 1,4209	0,9989	0,0499	0,1664
ECAT	280	21,147	1-20	y = 17,2960x - 0,5017	0,9973	0,1187	0,3955
ECATG	280	24,060	1-20	y = 30,5643x + 6,1300	0,9900	0,0843	0,2809
EGCAT	280	13,571	1-20	y = 5,9032x - 19,7339	0,9962	0,2114	0,7046
EGCATG	280	20,837	1-20	y = 15,5587x + 0,0902	0,9988	0,1694	0,5647
2-HCA	280	28,989	1-20	y = 135,9691x - 112,6913	0,9971	0,0859	0,2862
CHL	320	16,934	1-20	y = 47,2881x - 3,3150	0,9939	0,0767	0,2558
CAF	320	21,071	1-20	y = 111,0825x - 8,8965	0,9982	0,0969	0,3230
PCA	320	24,160	1-20	y = 130,7578x + 11,8809	0,9997	0,0475	0,1584
FER	320	24,887	1-20	y = 107,5075x - 2,3255	0,9988	0,0344	0,1146
ROS	320	26,031	1-20	y = 50,4342x - 21,8842	0,9982	0,0614	0,2048
RES	320	27,698	1-20	y = 135,3697x - 24,0625	0,9992	0,0240	0,0800

LOD: Tespit Sınırı, LOQ: Tayin Sınırı, SE: çözücü ekstraksiyonu, AH: asidik hidroliz, CAT: kateşin, ECAT: epikateşin, ECATG: epikateşin gallat, EGCAT: epigallokateşin, EGCATG: epigallokateşin gallat, 2-HCA: 2- hidroksisinamik asit, CHL: klorojenik asit, CAF: kafeik asit, PCA: *p*-kumarik asit, FER: ferulik asit, ROS: rosmarinik asit, RES: resveratrol.

Çizelge 4.6. Standart fenolik bileşiklerin validasyon parametreleri (devam)

Fenolik Bileşikler	Dalga Boyu (nm)	Alıkonma zamanı (dk)	Çalışma Aralığı (mg/L)	Kalibrasyon Eşitliği	Regresyon katsayısı (R^2)	LOD (mg/L)	LOQ (mg/L)
PRCA	260	12,104	1-20	y = 65,8074x + 5,7423	0,9997	0,1087	0,3623
VAN	260	20,659	1-20	y = 74,4184x + 5,6058	0,9988	0,0029	0,0095
PHBA	260	21,855	1-20	y = 139,0133x - 97,2374	0,9970	0,0340	0,1132
GA	280	7,840	1-20	y = 46,8968x + 10,7916	0,9986	0,0207	0,0691
ELA	360	23,320	1-20	y = 43,5766x - 15,7168	0,9993	0,0558	0,1860
QU	360	28,480	1-20	y = 78,2328x - 32,5901	0,9987	0,0481	0,1603
MYR	360	25,957	1-20	y = 64,3772x - 54,6879	0,9991	0,0879	0,2931
LU	360	28,013	1-20	y = 63,2430x - 1,2038	0,9997	0,0145	0,0482
KAM	360	29,679	1-20	y = 78,3573x - 16,9318	0,9983	0,0224	0,0747
KAMG	360	24,253	1-20	y = 57,6594x + 3,9351	0,9998	0,0087	0,0290
IQU	360	25,115	1-20	y = 45,4920x - 31,9872	0,9970	0,0110	0,0368
RU	360	22,818	1-20	y = 37,5017x - 4,9297	0,9976	0,0296	0,0987

LOD: Tespit Sınırı, LOQ: Tayin Sınırı, SE: çözücü ekstraksiyonu, AH: asidik hidroliz, PRCA: protokatekuik asit, VAN: vanilik asit, PHBA: *p*-hidroksibenzoik asit, GA: gallik asit, ELA: ellagik asit, QU: kuersetin, MYR: mirisetin, LU: luteolin, KAM: kamferol, KAMG: kamferol-3-glikozit, IQU: izokuersitrin, RU: rutin.

Çizelge 4.7. Standart fenolik bileşiklerin geri kazanım çalışmaları

Fenolik Bileşikler	Geri Kazanım (%)															
	Su Ekstraktı		Metanol Ekstraktı		Etanol Ekstraktı		Aseton Ekstraktı		Etil asetat Ekstraktı		Bütanol Ekstraktı		Petrol eteri Ekstraktı		Hekzan Ekstraktı	
	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH
CAT	87	101	49	96	68	92	45	7	55	40	46	20	35	62	37	2
ECAT	65	91	46	89	30	23	41	21	44	23	42	11	47	81	28	28
ECATG	90	98	70	95	33	44	39	11	32	39	35	53	38	24	34	19
EGCAT	79	117	89	119	99	102	84	70	92	83	93	79	80	73	109	64
EGCATG	79	74	62	89	55	102	76	24	56	31	95	17	62	11	63	52
2-HCA	106	109	104	107	106	108	103	98	100	98	98	100	99	94	97	99
CHL	110	109	62	92	38	104	46	36	57	47	44	43	44	37	39	45
CAF	82	83	75	86	75	80	68	46	78	41	72	57	69	57	68	54
PCA	80	76	68	80	73	73	68	31	69	57	68	58	67	48	67	45
FER	84	84	81	85	80	81	69	33	80	56	73	61	69	53	68	47
ROS	85	87	84	88	83	84	69	39	71	42	75	53	71	53	70	51
RES	85	86	80	89	86	86	79	37	77	28	79	31	79	28	78	35

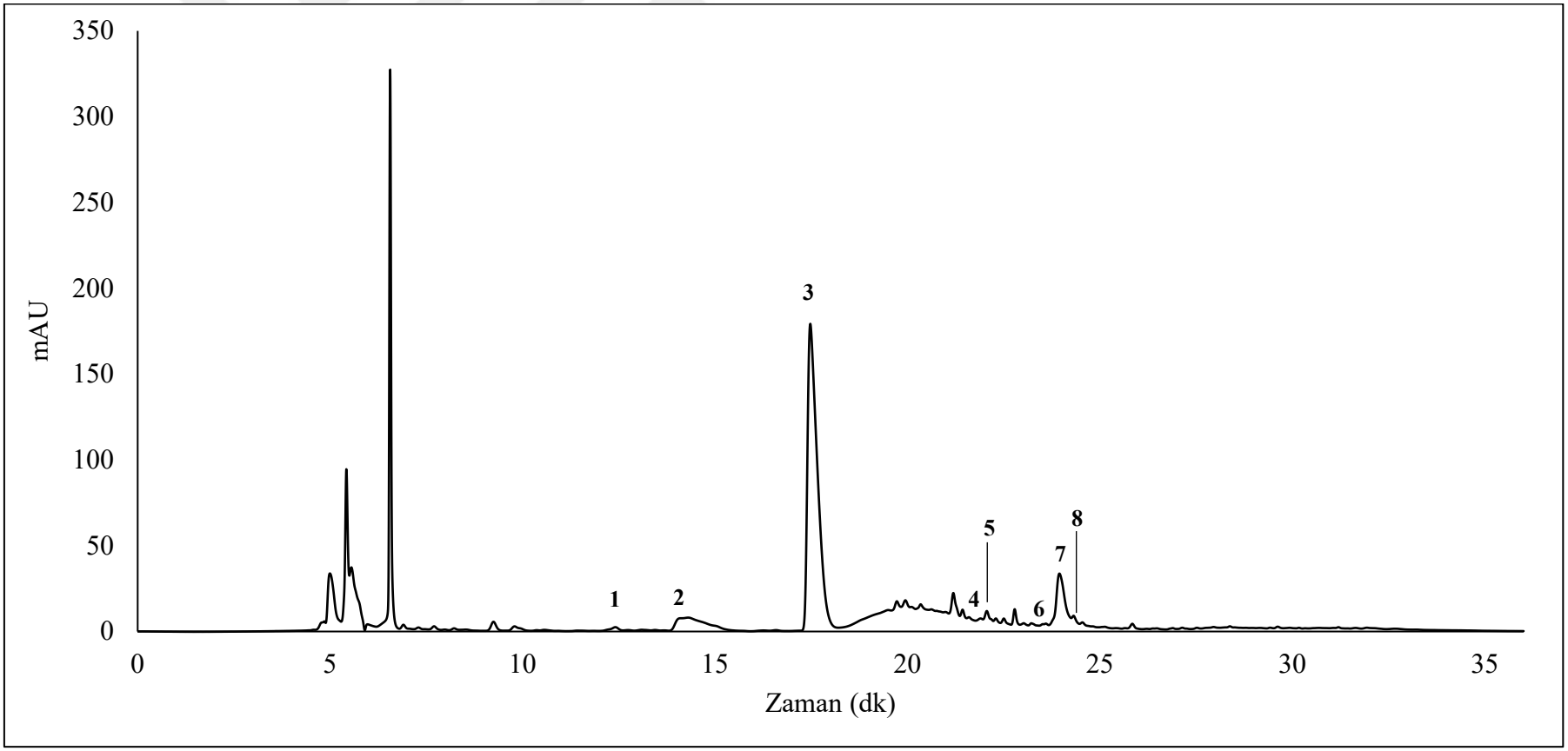
SE: çözücü ekstraksiyonu, AH: asidik hidroliz, CAT: kateşin, ECAT: epikateşin, ECATG: epikateşin gallat, EGCAT: epigallokateşin, EGCATG: epigallokateşin gallat, 2-HCA: 2- hidroksisinamik asit, CHL: klorojenik asit, CAF: kafeik asit, PCA: *p*-kumarik asit, FER: ferulik asit, ROS: rosmarinik asit, RES: resveratrol

Çizelge 4.7. Standart fenolik bileşiklerin geri kazanım çalışmaları (devam)

Fenolik Bileşikler	Geri Kazanım (%)															
	Su Ekstraktı		Metanol Ekstraktı		Etanol Ekstraktı		Aseton Ekstraktı		Etil asetat Ekstraktı		Bütanol Ekstraktı		Petrol eteri Ekstraktı		Hekzan Ekstraktı	
	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH
PRCA	86	87	72	91	59	86	66	64	71	63	66	67	62	65	66	67
VAN	112	113	104	117	105	112	99	87	104	84	97	90	96	93	95	91
PHBA	88	85	87	88	86	87	86	86	84	87	85	85	83	86	82	85
GA	105	96	64	105	8	51	57	54	56	24	52	48	51	51	47	53
ELA	78	83	81	85	79	84	63	47	77	71	79	71	62	29	59	46
QU	59	93	94	95	96	94	89	56	94	40	90	42	90	44	90	42
MYR	76	100	120	116	127	105	111	76	128	73	84	71	121	71	112	72
LU	98	99	108	109	104	108	105	83	98	16	101	97	93	92	93	95
KAM	88	92	100	99	97	98	99	70	94	23	94	64	88	63	87	82
KAMG	57	58	60	59	55	59	58	41	55	40	54	51	52	51	50	49
IQU	111	115	122	126	118	115	115	82	112	68	119	106	108	98	121	102
RU	85	87	80	91	86	87	81	53	82	37	80	71	76	68	80	66

SE: çözücü ekstraksiyonu, AH: asidik hidroliz, PRCA: protokatekuik asit, VAN: vanilik asit, PHBA: *p*-hidroksibenzoik asit, GA: gallik asit, ELA: ellagik asit, QU: kuersetin, MYR: mirisetin, LU: luteolin, KAM: kamferol, KAMG: kampferol-3-glikozit, IQU: izokuersitrin, RU: rutin.

İğde ununun (3 nolu örnek) metanol çözücüsü ile gerçekleştirilen asidik hidroliz ekstraktının 280 nm'de alınan kromatogramı Şekil 4.1'de verilmiştir. Tespit edilen fenolik maddelerin maksimum absorpsiyon yaptığı dalga boyları 260, 280, 320 ve 360 nm'dir. 280 nm'de alınan kromatogramda pikler tam olarak ayrılmamış görülse de diğer dalga boylarında alınan kromatogramlarda pikler tam olarak ayrılmıştır. İğde ununun tüm ekstraktlarının fenolik bileşik profili Çizelge 4.8'de verilmiştir. İğde unu çözücü ortamları ve ekstraksiyon uygulamaları arasında büyük farklılıklar gözlenmiştir. İğde unu ekstraktlarında toplam 15 fenolik bileşik (kateşin, epikateşin, epikateşin gallat, epigallokateşin, kafeik asit, *p*-kumarik asit, ferulik asit, rosmarinik asit, resveratrol, protokatekuik asit, vanilik asit, *p*-hidroksibenzoik asit, gallik asit, kamferol glikozit ve rutin) tespit edilmiştir. Ana bileşenlerin kateşin ve kateşin türevleri (epikateşin, epikateşin gallat, epigallokateşin) olduğu görülmüştür. Su ve metanollü asidik hidroliz ekstraktlarındaki kateşin miktarı çözücü ekstraktlarına göre azalırken, diğer çözücü ekstraktlarında artmıştır. Aynı zamanda etil asetat, petrol eteri ve hekzan çözücü ekstraktlarında kateşin tespit edilmezken, asidik hidroliz ekstraktlarında tespit edilmiştir. Epikateşin metanol, etanol, petrol eteri ve hekzan çözücü ekstraktlarında görülmezken asidik hidroliz ekstraktlarında tespit edilmiştir. Genel olarak örneklerdeki epikateşin miktarının asidik hidroliz ile arttığı gözlenmiştir. Tüm çözücü ekstraktlarında epikateşin gallat tespit edilirken, asidik hidroliz yapıldığında sadece metanol ve etanol ekstraktlarında tespit edilmiştir. Örneklerdeki epikateşin gallat miktarı asidik hidroliz ile azalmıştır. Epigallokateşin sadece metanol ekstraktı ve 3 numaralı örneğin etanol ekstraktında tespit edilmiş, ancak asidik hidroliz uygulaması ile epigallokateşin miktarı artmış ve tüm asidik hidroliz ekstraktlarında tespit edilmiştir. Su, etanol ve aseton çözücülerinde asidik hidroliz sonrası gallik asit oluşumu ve miktarında artış gözlenmiştir.



Şekil 4.1. İğde unu metanol çözücüsü ile asidik hidroliz ekstraktının kromatogramı (280 nm) (1: protokatekuik asit, 2: epigallokateşin, 3: kateşin, 4: epikateşin gallat, 5: epikateşin, 6: rutin, 6: *p*-kumarik asit, 7: epikateşin gallat, 8: ferulik asit)

Çizelge 4.8. İğde unu ekstraktlarının fenolik bileşik içeriği (mg /kg örnek)

Çözücü	Örnek	CAT		ECAT		ECATG		EGCAT		CAF		PCA		FER	
		SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH
W	1	5970,11 ±32,38^{v}	5441,64 ±1,76^{x}	te	te	1095,10 ±1,06^{e}	te	te	738,42 ±1,21^{p}	5,85 ±0,01^{g}	9,19 ±0,16^{b}	5,19 ±0,05^{b}	2,99 ±0,20^{g,h}	te	8,41 ±0,54^{f}
	2	9445,34 ±57,34^{l}	7128,57 ±12,03^{s}	198,91 ±3,17^{h}	210,90 ±0,45^{g}	1288,60 ±22,69^{d}	te	te	772,66 ±31,30^{p}	4,31 ±0,09^{j}	7,50 ±0,01^{f}	3,49 ±0,03^{e}	1,21 ±0,01^{r}	te	7,08 ±0,03^{h}
	3	10068,96 ±40,52^{k}	8224,29 ±37,72^{p}	386,11 ±2,38^{d}	348,05 ±3,30^{e}	883,25 ±61,01^{h}	te	te	676,37 ±5,59^{q}	te	7,73 ±0,03^{e}	1,92 ±0,01^{l}	1,37 ±0,01^{o,p,q}	te	6,20 ±0,05^{j,k}
M	1	8963,95 ±150,67^{m}	5584,42 ±16,92^{w}	te	147,86 ±1,97^{j}	930,94 ±10,11^{g}	te	1048,80 ±4,46^{l}	1026,40 ±10,59^{l}	5,17 ±0,04^{t}	8,82 ±0,07^{c}	4,68 ±0,18^{c}	2,88 ±0,03^{h,t}	te	8,96 ±0,10^{e}
	2	13024,51 ±16,06^{j}	8379,49 ±15,21^{o}	te	153,99 ±13,61^{j}	1009,84 ±6,99^{f}	354,19 ±5,23^{t}	1784,93 ±5,35^{a}	1288,19 ±15,50^{g}	te	te	2,80 ±0,02^{t}	1,53 ±0,03^{m,n}	te	8,98 ±0,03^{e}
	3	13023,72 ±50,50^{j}	8077,15 ±36,16^{q}	te	172,19 ±2,03^{t}	1033,46 ±2,41^{f}	366,91 ±0,96^{s,t}	1555,59 ±0,52^{b}	1307,52 ±16,30^{g}	te	te	2,94 ±0,01^{g,h}	2,82 ±0,15^{t}	te	10,68 ±0,22^{d}
E	1	2834,54 ±1,93^{ab}	5997,22 ±33,42^{v}	te	te	2201,00 ±0,94^{a}	779,70 ±0,82^{t}	te	1086,43 ±5,12^{j,k}	te	9,69 ±0,08^{a}	2,57 ±0,06^{j}	4,35 ±0,06^{d}	te	10,78 ±0,11^{d}
	2	3375,15 ±14,16^{aa}	8779,78 ±2,17^{n}	te	813,11 ±3,98^{c}	2091,96 ±13,99^{c}	961,61 ±6,98^{g}	te	1554,32 ±15,56^{b}	te	7,84 ±0,03^{e}	1,31 ±0,07^{p,q,r}	2,59 ±0,04^{j}	te	10,83 ±0,17^{d}
	3	3748,25 ±61,60^{z}	8912,83 ±20,63^{m}	te	1091,87 ±0,72^{a}	2153,19 ±54,90^{b}	869,96 ±2,60^{h}	614,17 ±5,87^{r}	1435,24 ±4,47^{e}	te	8,63 ±0,05^{d}	1,32 ±0,21^{o,p,q,r}	3,01 ±0,03^{g}	te	11,28 ±0,28^{c}
A	1	197,59 ±0,83^{ae}	42148,32 ±5,83^{f}	20,98 ±0,17^{o}	te	390,34 ±2,23^{r,s}	te	te	1101,93 ±5,02^{t,j}	te	5,21 ±0,03^{t}	0,64 ±0,01^{t}	5,86 ±0,03^{a}	te	13,47 ±0,03^{a}
	2	191,00 ±0,65^{ae}	62864,83 ±92,79^{d}	te	te	372,96 ±1,32^{s,t}	te	te	1508,45 ±4,41^{c}	te	te	0,25 ±0,01^{v}	3,41 ±0,03^{e}	te	13,27 ±0,01^{a}
	3	236,24 ±2,29^{ae}	59455,18 ±94,09^{e}	29,98 ±0,57^{n}	te	382,48 ±2,36^{s,t}	te	te	1293,46 ±42,83^{g}	te	te	0,35 ±0,01^{v}	3,18 ±0,02^{f}	te	12,59 ±0,02^{b}

*Ortalama (çift tekrar) ± Standart sapma,
te: tespit edilemedi, W: su, M: metanol, E: etanol, A: aseton, SE: çözücü ekstraksiyonu, AH: asidik hidroliz, CAT: kateşin, ECAT: epikateşin, ECATG: epikateşin gallat, EGCAT: epigallokateşin, CAF: kafeik asit, PCA: *p*-kumarik asit, FER: ferulik asit.
a–ad: Farklı ekstraksiyon ortamlarında iğde örneklerindeki fenolik bileşen ortalamalarında önemli farklılıklar olduğunu gösterir ($p < 0,05$).

Çizelge 4.8. İğde unu ekstraktlarının fenolik bileşik içeriği (mg /kg örnek) (devam)

Çözücü	Örnek	CAT		ECAT		ECATG		EGCAT		CAF		PCA		FER	
		SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH
EA	1	te	6894,34 ±20,13^{t}	10,58 ±0,24^{p}	248,30 ±1,99^{f}	454,23 ±0,02^{p}	te	te	1348,05 ±37,16^{f}	te	5,46 ±0,05^{h}	1,64 ±0,03^{m}	1,95 ±0,01^{l}	te	5,81 ±0,02^{l}
	2	te	80,79 ±18,33^{q}	te	te	448,79 ±3,43^{p,q}	te	te	1029,40 ±12,00^{l}	te	te	0,60 ±0,01^{t,u}	1,40 ±0,01^{o,p}	te	7,56 ±0,03^{g}
	3	te	7525,71 ±11,30^{r}	8,51 ±0,05^{p}	te	509,96 ±16,69^{l,m,n}	te	te	1501,42 ±11,53^{c,d}	te	te	0,61 ±0,01^{t,u}	1,37 ±0,01^{o,p,q}	te	6,48 ±0,01^{t,j}
B	1	940,80 ±41,35^{ac,ad}	14532,79 ±71,78^{i}	te	958,82 ±10,09^{b}	470,14 ±2,69^{o,p}	te	te	693,19 ±1,81^{q}	te	te	1,30 ±0,01^{p,q,r}	3,36 ±0,02^{e}	1,25 ±0,02^{q}	6,42 ±0,01^{i,j,k}
	2	871,68 ±12,45^{ad}	19095,32 ±43,89^{h}	69,75 ±0,26^{m}	te	545,68 ±5,07^{j,k}	te	te	910,48 ±4,90^{m}	te	te	0,49 ±0,01^{u}	1,26 ±0,02^{q,r}	te	4,80 ±0,06^{p}
	3	1002,22 ±32,79^{ac}	20724,20 ±13,33^{g}	138,24 ±0,77^{k}	te	475,86 ±0,05^{n,o,p}	te	te	868,02 ±4,68^{n}	te	te	0,65 ±0,02^{t}	1,44 ±0,04^{n,o}	te	5,30 ±0,01^{o}
PE	1	te	4354,61 ±3,34^{y}	te	88,60 ±0,74^{l}	418,52 ±1,09^{q,r}	te	te	1053,95 ±32,68^{k,l}	te	3,98 ±0,04^{k}	te	2,61 ±0,01^{j}	te	6,61 ±0,01^{i}
	2	te	5563,39 ±1,56^{w}	te	te	501,77 ±2,63^{m,n,o}	te	te	1467,08 ±34,67^{d,e}	te	te	te	1,20 ±0,01^{r}	te	6,17 ±0,01^{k}
	3	te	6777,40 ±0,36^{u}	te	te	520,02 ±6,96^{k,l,m}	te	te	1029,64 ±3,90^{l}	te	te	te	1,41 ±0,02^{n,o,p}	te	5,73 ±0,01^{l,m}
H	1	te	83769,19 ±63,36^{c}	te	198,08 ±3,89^{h}	545,05 ±6,00^{j,k}	te	te	814,65 ±8,89^{o}	te	3,81 ±0,01^{l}	te	2,10 ±0,04^{k}	te	5,42 ±0,01^{n,o}
	2	te	12784,19 ±197,96^{a}	te	77,45 ±1,06^{m}	561,43 ±7,34^{j}	te	te	1218,79 ±9,01^{h}	te	te	te	1,03 ±0,02^{s}	te	5,67 ±0,01^{l,m,n}
	3	te	123136,23 ±46,92^{b}	te	te	541,07 ±9,69^{j,k,l}	te	te	1121,21 ±5,79^{i}	te	te	te	0,96 ±0,02^{s}	te	5,49 ±0,01^{m,n,o}

*Ortalama (çift tekrar) ± Standart sapma,
te: tespit edilemedi, EA: etil asetat, B: bütanol, PE: petrol eteri, H: hekzan, SE: çözücü ekstraksiyonu, AH: asidik hidroliz, CAT: kateşin, ECAT: epikateşin, ECATG: epikateşin gallat, EGCAT: epigallokateşin, CAF: kafeik asit, PCA: *p*-kumarik asit, FER: ferulik asit.
a–ad: Farklı ekstraksiyon ortamlarında iğde örneklerindeki fenolik bileşen ortalamalarında önemli farklılıklar olduğunu gösterir ($p < 0,05$).

Çizelge 4.8. İğde unu ekstraktlarının fenolik bileşik içeriği (mg /kg örnek) (devam)

Çözücü	Örnek	ROS		RES		PRCA		VAN		PHBA		GA		KAMG		RU	
		SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH
W	1	te	te	3,68 ±0,01^{l}	te	24,69 ±0,21^{a}	21,59 ±2,69^{b}	5,52 ±0,07^{c}	te	te	te	14,18 ±0,17^{l}	22,17 ±0,62^{k}	te	te	26,25 ±0,21^{c}	23,65 ±0,04^{e}
	2	te	te	3,77 ±0,06^{k,l}	te	11,38 ±0,05^{g}	10,83 ±0,20^{g,h,ı}	te	te	te	te	te	27,70 ±0,22^{j}	te	te	14,32 ±0,23^{o}	17,50 ±0,17^{j}
	3	8,33 ±0,02^{d}	te	3,77 ±0,02^{k,l}	te	12,64 ±0,07^{f}	10,16 ±0,14^{h,ı}	te	te	te	te	te	38,83 ±0,15^{h}	te	te	15,00 ±0,21^{n}	16,63 ±0,29^{k}
M	1	10,74 ±0,23^{a}	te	4,15 ±0,04^{j}	te	24,42 ±1,57^{a}	24,85 ±0,29^{a}	te	te	te	te	te	te	te	te	26,86 ±0,52^{b}	24,58 ±0,08^{d}
	2	8,84 ±0,11^{c}	te	3,80 ±0,04^{k,l}	te	13,87 ±0,12^{e}	12,61 ±0,18^{f}	te	te	te	te	te	te	te	te	16,31 ±0,09^{l}	19,72 ±0,08^{h}
	3	9,10 ±0,18^{b}	te	3,86 ±0,04^{k}	te	10,51 ±0,37^{g,h,ı}	11,18 ±0,07^{g,h}	te	te	te	te	te	te	te	te	15,93 ±0,13^{m}	17,57 ±0,12^{j}
E	1	7,99 ±0,13^{e}	te	3,28 ±0,01^{m}	6,69 ±0,04^{a}	17,66 ±0,05^{d}	24,60 ±0,40^{a}	1,00 ±0,07^{d,e}	te	te	te	te	314,26 ±1,94^{c}	te	te	14,15 ±0,27^{o}	27,19 ±0,21^{a}
	2	7,86 ±0,08^{e}	te	3,26 ±0,02^{m}	6,18 ±0,03^{c}	8,52 ±0,19^{j}	12,93 ±0,05^{e,f}	0,56 ±0,03^{f,g}	te	te	te	te	376,10 ±1,64^{a}	te	te	8,76 ±0,08^{v}	20,86 ±0,04^{g}
	3	7,26 ±0,03^{f}	te	3,21 ±0,02^{m}	6,55 ±0,01^{b}	1,84 ±0,05^{n}	10,09 ±0,08^{ı}	0,74 ±0,03^{f}	te	te	te	te	317,89 ±0,53^{b}	te	te	9,07 ±0,06^{u,v}	18,35 ±0,09^{ı}
A	1	2,31 ±0,02^{j}	te	te	4,57 ±0,05^{h}	2,10 ±0,01^{n}	18,83 ±0,19^{c}	0,41 ±0,01^{g,h,ı}	te	te	te	te	79,17 ±0,05^{e}	te	te	1,69 ±0,01^{aa}	22,68 ±0,21^{f}
	2	te	te	te	te	1,64 ±0,03^{n}	10,87 ±0,02^{g,h,ı}	0,19 ±0,01^{ı}	te	te	te	47,46 ±0,21^{g}	72,68 ±0,32^{f}	te	te	1,13 ±0,01^{ab}	16,71 ±0,16^{k}
	3	te	te	te	4,29 ±0,03^{ı}	1,63 ±0,04^{n}	8,12 ±0,14^{j,k}	0,26 ±0,02^{h,ı}	te	te	te	32,68 ±0,50^{ı}	96,69 ±0,74^{d}	te	te	1,32 ±0,02^{ab}	13,63 ±0,07^{p}

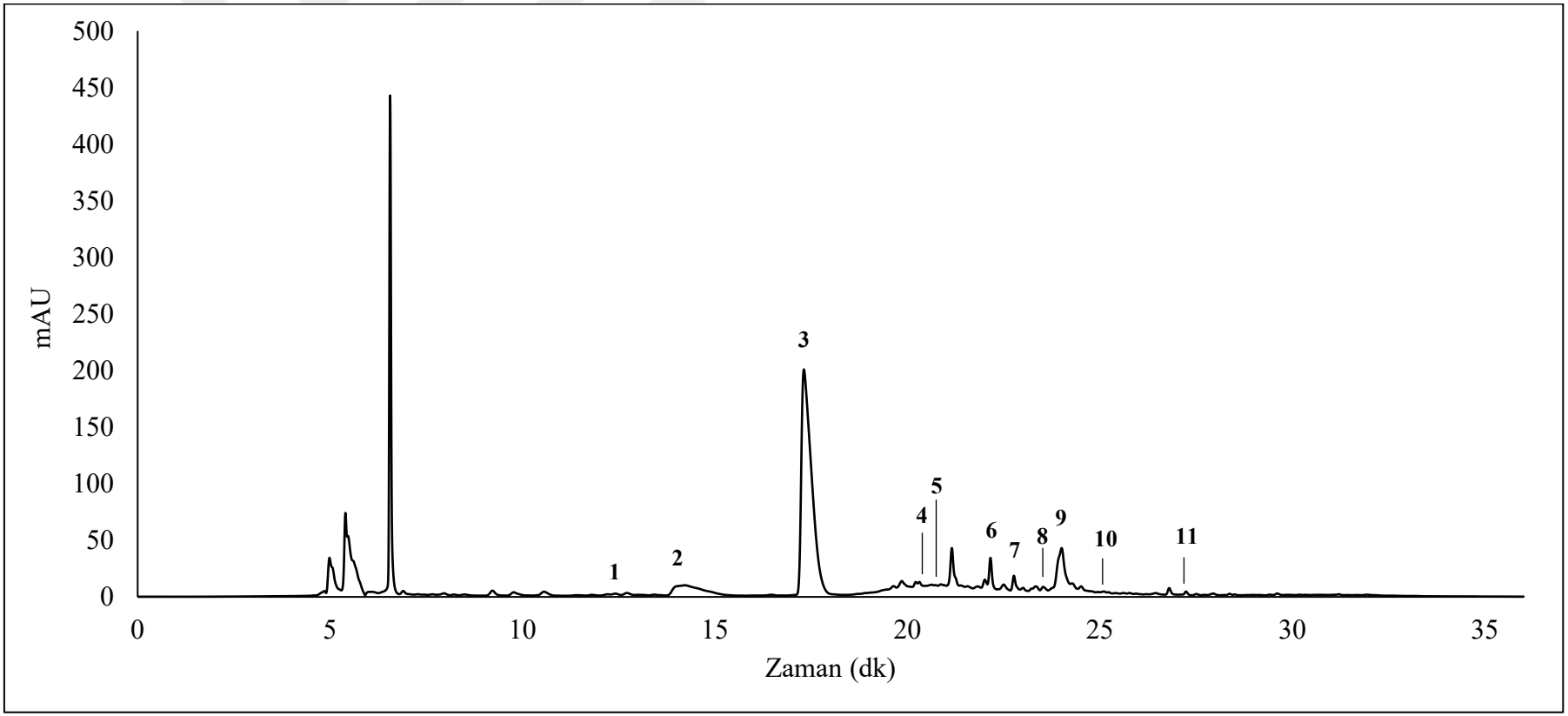
*Ortalama (çift tekrar) ± Standart sapma,
te: tespit edilemedi, W: su, M: metanol, E: etanol, A: aseton, SE: çözücü ekstraksiyonu, AH: asidik hidroliz, ROS: rosmarinik asit, RES: resveratrol, PRCA: protokatekuik asit, VAN: vanilik asit, PHBA: *p*-hidroksibenzoik asit, GA: gallik asit, KAMG: kampferol-3-glikozit, RU: rutin.
a–ad: Farklı ekstraksiyon ortamlarında iğde örneklerindeki fenolik bileşen ortalamalarında önemli farklılıklar olduğunu gösterir ($p < 0,05$).

Çizelge 4.8. İğde unu ekstraktlarının fenolik bileşik içeriği (mg /kg örnek) (devam)

Çözücü	Örnek	ROS		RES		PRCA		VAN		PHBA		GA		KAMG		RU	
		SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH
EA	1	3,02 ±0,01^{h}	te	1,12 ±0,01^{n}	5,55 ±0,12^{e}	6,84 ±0,09^{l}	18,70 ±0,32^{c}	1,15 ±0,02^{d}	te	3,09 ±0,01^{a}	te	te	te	te	te	te	te
	2	2,25 ±0,02^{j,k}	te	0,93 ±0,01^{o}	5,34 ±0,20^{g}	1,88 ±0,05^{n}	7,90 ±0,02^{j,k}	0,46 ±0,01^{g,h}	te	2,34 ±0,01^{c}	te	te	te	te	0,80 ±0,13^{b}	te	18,41 ±0,10^{i}
	3	2,39 ±0,02^{j}	te	0,97 ±0,01^{o}	5,27 ±0,05^{g}	1,11 ±0,01^{n}	7,12 ±0,11^{k,l}	0,43 ±0,01^{g,h,ı}	te	2,67 ±0,02^{b}	te	te	te	te	te	te	16,92 ±0,27^{k}
B	1	2,61 ±0,03^{i}	te	1,01 ±0,01^{n,o}	te	5,10 ±0,10^{m}	18,44 ±0,04^{c,d}	1,09 ±0,03^{d}	7,30 ±0,09^{b}	te	te	te	te	te	1,39 ±0,04^{a}	3,64 ±0,04^{y}	16,69 ±0,04^{k}
	2	2,09 ±0,02^{k}	5,76 ±0,03^{g}	0,90 ±0,01^{o}	te	1,46 ±0,01^{n}	8,38 ±0,01^{j}	te	8,82 ±0,44^{a}	te	te	te	te	te	0,84 ±0,01^{b}	1,76 ±0,01^{z,aa}	10,78 ±0,05^{r}
	3	2,25 ±0,03^{j,k}	te	0,94 ±0,01^{o}	te	1,43 ±0,03^{n}	7,63 ±0,02^{j,k,l}	0,76 ±0,02^{e,f}	7,04 ±0,08^{b}	te	te	te	te	te	te	2,03 ±0,03^{z}	10,36 ±0,01^{s}
PE	1	te	te	te	5,72 ±0,07^{d}	te	17,82 ±0,03^{c,d}	te	te	te	te	te	te	te	te	te	12,72 ±0,10^{q}
	2	te	te	te	5,37 ±0,09^{f,g}	te	10,00 ±0,11^{ı}	te	te	te	te	te	te	te	te	te	9,18 ±0,05^{u}
	3	te	te	te	5,48 ±0,11^{e,f}	te	7,98 ±0,30^{j,k}	te	te	te	te	te	te	te	te	te	9,19 ±0,03^{u}
H	1	te	te	te	4,08 ±0,04^{j}	te	12,87 ±0,41^{e,f}	te	te	te	te	te	te	te	te	te	9,67 ±0,10^{t}
	2	te	te	te	4,04 ±0,06^{j}	te	7,32 ±0,24^{k,l}	te	te	te	te	te	te	te	te	te	7,98 ±0,04^{w}
	3	te	te	te	te	te	5,26 ±0,02^{m}	te	te	te	te	te	te	te	te	te	7,04 ±0,01^{x}

*Ortalama (çift tekrar) ± Standart sapma,
te: tespit edilemedi, EA: etil asetat, B: bütanol, PE: petrol eteri, H: hekzan, SE: çözücü ekstraksiyonu, AH: asidik hidroliz, ROS: rosmarinik asit, RES: resveratrol, PRCA: protokatekuik asit, VAN: vanilik asit, PHBA: *p*-hidroksibenzoik asit, GA: gallik asit, KAMG: kampferol-3-glikozit, RU: rutin.
a–ad: Farklı ekstraksiyon ortamlarında iğde örneklerindeki fenolik bileşen ortalamalarında önemli farklılıklar olduğunu gösterir ($p < 0,05$).

İğde kabuğunun (3 nolu örnek) metanol çözücüsü ile gerçekleştirilen asidik hidroliz ekstraktının 280 nm'de alınan kromatogramı Şekil 4.2'de verilmiştir. Tespit edilen fenolik maddelerin maksimum absorpsiyon yaptığı dalga boyları 260, 280, 320 ve 360 nm'dir. 280 nm'de alınan kromatogramda pikler tam olarak ayrılmamış görülse de diğer dalga boylarında alınan kromatogramlarda pikler tam olarak ayrılmıştır. İğde kabuğu ekstraktlarında ana bileşik olarak belirlenen kateşin, epikateşin gallat ve epigallokateşin (asidik ortamda) dışında epikateşin, epigallokateşin gallat, kafeik asit, *p*-kumarik asit, ferulik asit, rosmarinik asit, resveratrol, protokatekuik asit, vanilik asit, gallik asit, ellagik asit, mirisetin, kamferol, kamferol glikozit, izokuersitrin ve rutin olmak üzere toplam 19 tane fenolik bileşik tespit edilmiştir (Çizelge 4.9). Su ve metanol çözücüleri dışında, kateşin miktarı çözücü polaritesi azaldıkça azalmış ve asidik hidroliz ile kateşin miktarlarında artış gözlenmiştir. Epikateşin gallat çözücü ekstraktlarında yüksek miktarlarda bulunurken, asidik hidroliz sonrası metanol ve etanol ekstraktları dışında tespit edilememiş ve bu iki çözücü ortamında miktarları düşük bulunmuştur. Çözücü ekstraktlarında epikateşin, epigallokateşin gallat ve epigallokateşin gözlenmezken, asidik hidroliz ile miktarlarının arttığı tespit edilmiştir. Aynı zamanda etanol ve aseton ekstraktlarının asidik hidrolizlerinden sonra gallik asit gözlenmiştir.



Şekil 4.2. İğde kabuğu metanol çözücüsü ile asidik hidroliz ekstraktının kromatogramı (280 nm) (1: protokatekuik asit, 2: epigallokateşin, 3: kateşin, 4: epigallokateşin gallat, 5: kafeik asit, 6: epikateşin, 7: rutin, 8: *p*-kumarik asit, 9: kamferol glikozit, 10: rosmarinik asit, 11: resveratrol)

Çizelge 4.9. İğde kabuğu ekstraktlarının fenolik bileşik içeriği (mg /kg örnek)

Çözücü	Örnek	CAT		ECAT		ECATG		EGCAT		EGCATG		CAF		PCA		FER		ROS	
		SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH
W	1	5632,92 ±1,14^{w}	4996,63 ±87,33^{y}	te	te	1118,72 ±3,47^{g}	te	te	649,64 ±4,61^{p}	te	te	11,31 ±0,05^{g}	9,40 ±0,65^{t,j}	te	12,45 ±0,46^{c}	te	te	te	15,72 ±0,06^{f,g}
	2	9666,71 ±28,25^{q}	9239,22 ±12,48^{s}	te	te	1447,43 ±47,74^{e}	te	te	873,87 ±18,11^{l}	te	te	4,79 ±0,03^{n,o}	8,82 ±0,31^{k,l}	7,23 ±0,01^{k}	6,09 ±0,27^{l,m}	te	te	13,01 ±0,18^{t}	15,49 ±0,53^{g}
	3	10153,80 ±17,57^{o}	8912,81 ±97,39^{t}	te	te	1433,72 ±29,19^{e}	te	te	915,69 ±5,28^{k}	te	te	5,21 ±0,06^{n}	9,72 ±0,09^{t}	7,74 ±0,03^{j}	8,15 ±0,50^{t,j}	te	te	13,53 ±0,29^{t}	17,86 ±0,79^{e}
M	1	9839,82 ±51,65^{p}	5293,21 ±71,45^{x}	te	337,31 ±2,14^{e}	1651,89 ±5,54^{d}	te	924,69 ±9,75^{k}	970,40 ±8,80^{j}	te	te	te	13,84 ±0,18^{e}	10,74 ±0,06^{e}	11,49 ±0,20^{d}	te	te	te	16,34 ±0,66^{f}
	2	15253,32 ±18,96^{k}	9341,95 ±36,84^{r}	te	168,73 ±0,60^{t}	1661,80 ±0,60^{d}	418,18 ±21,04^{q}	1693,50 ±14,67^{d}	1567,80 ±17,59^{f}	te	te	te	12,09 ±0,24^{f}	8,73 ±0,11^{g,h}	10,88 ±0,37^{e}	te	te	te	15,76 ±1,04^{f,g}
	3	16220,05 ±49,25^{t}	9793,88 ±34,32^{p}	te	158,73 ±0,36^{j}	2015,50 ±16,75^{c}	455,47 ±3,29^{p}	1695,71 ±73,92^{d}	1723,17 ±0,78^{d}	te	304,11 ±2,07^{e}	6,94 ±0,03^{m}	10,72 ±0,38^{h}	9,25 ±0,09^{f}	8,41 ±0,04^{h,t}	te	te	te	15,21 ±083^{g}
E	1	3588,54 ±35,90^{z,aa}	5256,55 ±19,03^{x}	te	te	3283,96 ±48,55^{b}	1038,65 ±4,68^{h}	te	1071,63 ±13,16^{t}	te	te	te	9,15 ±0,33^{j,k}	3,91 ±0,19^{p}	9,36 ±0,90^{f}	te	te	8,04 ±0,05^{m}	te
	2	3666,30 ±14,90^{z}	9840,57 ±42,03^{p}	te	te	3359,80 ±22,98^{a}	1064,78 ±7,42^{h}	te	2097,95 ±5,52^{a}	te	213,65 ±0,58^{f}	te	te	2,82 ±0,01^{q,r}	11,35 ±0,10^{d}	te	te	8,62 ±0,01^{l,m}	16,42 ±0,19^{f}
	3	3085,44 ±19,60^{ab}	10269,87 ±43,52^{n}	te	1039,40 ±6,49^{a}	3342,34 ±0,34^{a}	1302,52 ±11,73^{f}	te	1761,56 ±1,17^{c}	te	324,17 ±3,99^{d}	te	15,01 ±0,22^{d}	2,68 ±0,03^{r}	12,69 ±0,21^{c}	te	te	8,34 ±0,07^{l,m}	29,96 ±1,36^{a}
A	1	562,93 ±2,35^{ac}	41635,83 ±102,82^{f}	te	te	637,60 ±3,24^{m}	te	te	1363,99 ±18,26^{g}	te	360,08 ±1,37^{c}	te	te	1,96 ±0,16^{s,t}	20,44 ±0,53^{a}	te	te	2,89 ±0,01^{o}	25,29 ±0,07^{b}
	2	721,53 ±2,42^{ad}	69316,97 ±58,18^{d}	te	te	634,33 ±0,65^{m}	te	te	1572,98 ±8,06^{f}	te	551,33 ±0,63^{b}	te	te	1,43 ±0,01^{u,v}	te	te	19,70 ±0,51^{a}	3,26 ±0,01^{o}	te
	3	837,04 ±5,83^{ac}	68648,62 ±98,16^{e}	te	te	640,77 ±9,21^{m}	te	te	1545,09 ±11,97^{f}	te	564,90 ±3,33^{a}	te	te	1,05 ±0,06^{v}	14,99 ±0,33^{b}	te	18,24 ±0,22^{b}	2,88 ±0,10^{o}	23,92 ±0,23^{c}

*Ortalama (çift tekrar) ± Standart sapma,
te: tespit edilemedi, W: su, M: metanol, E: etanol, A: aseton, SE: çözücü ekstraksiyonu, AH: asidik hidroliz, CAT: kateşin, ECAT: epikateşin, ECATG: epikateşin gallat, EGCAT: epigallokateşin, EGCATG: epigallokateşin gallat, CAF: kafeik asit, PCA: *p*-kumarik asit, FER: ferulik asit, ROS: rosmarinik asit,
a–z: Farklı ekstraksiyon ortamlarında iğde örneklerindeki fenolik bileşen ortalamalarında önemli farklılıklar olduğunu gösterir ($p < 0,05$).

Çizelge 4.9. İğde kabuğu ekstraktlarının fenolik bileşik içeriği (mg /kg örnek) (devam)

Çözücü	Örnek	CAT		ECAT		ECATG		EGCAT		EGCATG		CAF		PCA		FER		ROS	
		SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH
EA	1	te	8933,76 ±4,23^{t}	te	218,76 ±0,37^{g}	765,47 ±8,53^{j}	te	te	te	te	te	te	23,50 ±0,05^{a}	2,84 ±0,02^{q,r}	8,92 ±0,05^{f,g}	te	7,33 ±0,09^{f}	3,31 ±0,08^{o}	19,38 ±0,30^{d}
	2	te	11838,37 ±4,35^{m}	te	144,13 ±0,61^{k}	803,58 ±2,79^{i}	te	te	1615,39 ±1,94^{e}	te	te	te	17,92 ±0,06^{c}	1,60 ±0,01^{t,u}	6,19 ±0,04^{l}	te	10,65 ±0,11^{c}	3,36 ±0,01^{o}	17,64 ±0,10^{e}
	3	te	12541,33 ±18,89^{l}	te	154,44 ±0,69^{j}	591,32 ±0,19^{n}	te	te	1818,80 ±13,30^{b}	te	te	te	21,24 ±0,10^{b}	1,33 ±0,02^{u,v}	6,94 ±0,06^{k}	te	9,74 ±0,05^{d}	3,15 ±0,05^{o}	14,34 ±0,18^{h}
B	1	621,11 ±8,22^{ad,ae}	16036,94 ±135,29^{j}	te	1024,63 ±7,34^{b}	722,09 ±3,07^{k}	te	te	750,60 ±2,69^{n}	te	te	te	te	2,10 ±0,01^{s}	8,56 ±0,02^{g,h,ı}	te	6,55 ±0,02^{g}	2,61 ±0,01^{o}	13,58 ±0,28^{h,ı}
	2	906,36 ±9,76^{ac}	23984,58 ±58,08^{g}	te	673,42 ±3,44^{c}	707,98 ±3,42^{k,l}	te	te	1075,97 ±1,13^{ı}	te	te	te	te	1,34 ±0,01^{u,v}	4,45 ±0,02^{o}	te	te	2,88 ±0,03^{o}	10,60 ±0,01^{k}
	3	843,26 ±25,76^{ac}	23530,70 ±61,57^{h}	te	te	675,79 ±7,23^{l}	te	te	1081,07 ±2,12^{ı}	te	te	te	8,61 ±0,15^{l}	1,31 ±0,02^{u,v}	5,38 ±0,13^{n}	te	te	2,89 ±0,03^{o}	11,41 ±0,18^{j}
PE	1	te	3553,31 ±5,65^{aa}	te	290,88 ±0,59^{f}	595,32 ±0,47^{n}	te	te	586,35 ±2,52^{q}	te	te	te	5,07 ±0,03^{n}	te	5,89 ±0,02^{l,m}	te	3,55 ±0,09^{j}	te	8,22 ±0,14^{m}
	2	te	6083,79 ±11,03^{v}	te	43,40 ±0,38^{m}	532,54 ±0,07^{o}	te	te	815,84 ±0,72^{m}	te	te	te	3,82 ±0,03^{q}	te	3,77 ±0,09^{p}	te	5,96 ±0,03^{h}	te	7,85 ±0,08^{m,n}
	3	te	6265,62 ±4,51^{u}	te	55,89 ±0,46^{l}	506,96 ±0,10^{o}	te	te	829,12 ±1,88^{m}	te	te	te	3,22 ±0,03^{r}	te	3,22 ±0,04^{q}	te	5,18 ±0,10^{ı}	te	7,93 ±0,01^{m,n}
H	1	te	73840,04 ±67,86^{c}	te	464,91 ±1,00^{d}	578,26 ±6,99^{n}	te	te	712,26 ±3,49^{o}	te	te	te	4,35 ±0,05^{p}	te	3,79 ±0,03^{p}	te	3,26 ±0,06^{j}	te	7,22 ±0,11^{n}
	2	te	161670,71 ±54,13^{b}	te	172,01 ±1,31^{ı}	582,31 ±2,60^{n}	te	te	1280,95 ±2,62^{h}	te	te	te	3,86 ±0,04^{q}	te	4,57 ±0,07^{o}	te	9,56 ±0,09^{d}	te	9,07 ±0,03^{l}
	3	te	174482,19 ±59,73^{a}	te	191,96 ±0,95^{h}	597,64 ±0,19^{n}	te	te	te	te	te	te	4,49 ±0,05^{o,p}	te	5,68 ±0,02^{m,n}	te	8,96 ±0,04^{e}	te	10,14 ±0,12^{k}

*Ortalama (çift tekrar) ± Standart sapma,
te: tespit edilemedi, EA: etil asetat, B: bütanol, PE: petrol eteri, H: hekzan, SE: çözücü ekstraksiyonu, AH: asidik hidroliz, CAT: kateşin, ECAT: epikateşin, ECATG: epikateşin gallat, EGCAT: epigallokateşin, EGCATG: epigallokateşin gallat, CAF: kafeik asit, PCA: *p*-kumarik asit, FER: ferulik asit, ROS: rosmarinik asit.
a–z: Farklı ekstraksiyon ortamlarında iğde örneklerindeki fenolik bileşen ortalamalarında önemli farklılıklar olduğunu gösterir ($p < 0,05$).

Çizelge 4.9. İğde kabuğu ekstraktlarının fenolik bileşik içeriği (mg /kg örnek) (devam)

Çözücü	Örnek	RES		PRCA		VAN		GA		ELA		MYR		KAM		KAMG		IQU		RU	
		SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH
W	1	te	6,54 ±0,19^{f,g}	30,35 ±0,31^{d}	23,88 ±0,12^{g}	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	103,11 ±0,48^{r}	117,37 ±3,94^{p}
	2	te	7,12 ±0,05^{b,c}	14,81 ±0,27^{k}	11,88 ±0,22^{n}	te	te	te	te	te	11,73 ±0,04^{b}	te	te	te	te	15,76 ±0,58^{n}	32,05 ±1,49^{j}	te	te	109,13 ±2,78^{q}	135,74 ±2,50^{n}
	3	te	7,03 ±0,13^{c,d}	14,54 ±0,11^{k}	9,59 ±0,17^{p}	te	te	te	te	te	11,02 ±0,12^{c}	te	te	te	te	23,18 ±2,61^{m}	25,91 ±0,21^{l}	te	te	110,97 ±2,14^{q}	117,24 ±2,93^{p}
M	1	te	6,85 ±0,01^{e}	31,66 ±0,20^{b}	27,99 ±0,16^{e}	te	te	te	te	te	23,27 ±0,23^{a}	7,77 ±0,03^{c}	te	te	6,10 ±0,01^{e}	17,12 ±0,19^{n}	61,59 ±0,53^{f}	te	te	159,54 ±1,15^{m}	183,96 ±1,15^{i}
	2	te	6,58 ±0,24^{f}	16,26 ±0,10^{j}	11,72 ±0,15^{n}	te	te	te	te	te	te	te	te	3,77 ±0,25^{i}	5,27 ±0,02^{g}	27,65 ±3,20^{l}	75,71 ±0,49^{b}	6,98 ±0,55^{d}	te	177,63 ±2,53^{j}	177,38 ±2,29^{j}
	3	te	6,91 ±0,02^{d,e}	16,10 ±0,22^{j}	10,97 ±0,25^{o}	te	te	te	te	te	te	te	te	4,21 ±0,04^{h}	te	29,67 ±0,01^{k}	70,19 ±0,60^{d}	7,22 ±0,03^{d}	te	188,19 ±2,16^{h}	182,85 ±0,56^{i}
E	1	te	7,13 ±0,08^{b,c}	6,56 ±0,23^{r}	31,03 ±0,35^{c}	2,30 ±0,33^{a}	te	te	289,81 ±0,53^{c}	te	te	te	te	3,59 ±0,06^{j,k}	6,46 ±0,04^{d}	4,11 ±0,20^{q}	57,55 ±0,62^{g}	te	te	35,32 ±0,55^{x}	168,20 ±5,45^{l}
	2	3,67 ±0,01^{q}	7,22 ±0,02^{b}	4,97 ±0,05^{s,t}	17,14 ±0,21^{i}	te	te	te	565,25 ±3,01^{a}	te	te	te	te	3,52 ±0,06^{k,l}	5,76 ±0,05^{f}	4,27 ±0,07^{q}	82,83 ±1,88^{a}	te	te	24,79 ±0,41^{y}	192,19 ±2,78^{g}
	3	3,53 ±0,06^{q}	7,66 ±0,27^{a}	4,04 ±0,16^{u}	12,24 ±0,10^{m}	te	te	te	379,07 ±4,85^{b}	te	te	te	te	3,28 ±0,04^{m}	6,04 ±0,04^{e}	3,61 ±0,02^{q}	81,22 ±0,50^{a}	te	te	20,00 ±0,06^{z}	214,52 ±3,30^{d}
A	1	0,95 ±0,01^{r}	6,64 ±0,01^{f}	3,95 ±0,06^{u}	34,06 ±0,23^{a}	1,37 ±0,03^{c,d}	te	te	81,82 ±0,11^{f}	te	te	te	10,56 ±0,05^{a}	1,14 ±0,01^{p,q}	3,45 ±0,21^{k,l,m}	0,49 ±0,02^{r}	77,62 ±2,78^{b}	te	11,16 ±0,12^{c}	5,74 ±0,09^{aa,ab}	202,41 ±0,61^{e}
	2	1,05 ±0,01^{r}	5,77 ±0,11^{j,k}	2,11 ±0,02^{w}	9,60 ±0,11^{p}	1,35 ±0,15^{c,d,e}	te	te	115,90 ±0,29^{e}	te	te	te	7,96 ±0,04^{b}	0,92 ±0,01^{r,s}	3,77 ±0,04^{i,j}	0,99 ±0,06^{r}	72,43 ±0,71^{c}	te	14,89 ±0,07^{a}	6,99 ±0,12^{aa}	197,40 ±0,49^{f}
	3	0,99 ±0,01^{r}	5,87 ±0,09^{j}	2,20 ±0,02^{w}	11,81 ±0,11^{n}	0,83 ±0,01^{g}	te	te	128,85 ±0,06^{d}	te	te	te	7,42 ±0,02^{d}	0,81 ±0,01^{s}	3,33 ±0,04^{l,m}	0,51 ±0,01^{r}	67,24 ±1,09^{e}	te	12,08 ±0,05^{b}	4,24 ±0,13^{aa,ab}	172,36 ±2,22^{k}

*Ortalama (çift tekrar) ± Standart sapma,

te: tespit edilemedi, W: su, M: metanol, E: etanol, A: aseton, SE: çözücü ekstraksiyonu, AH: asidik hidroliz, RES: resveratrol, PRCA: protokatekuik asit, VAN: vanilik asit, GA: gallik asit, ELA: ellagik asit, MYR: mirisetin, KAM: kamferol, KAMG: kamferol-3-glikozit, IQU: izokuersitrin, RU: rutin.

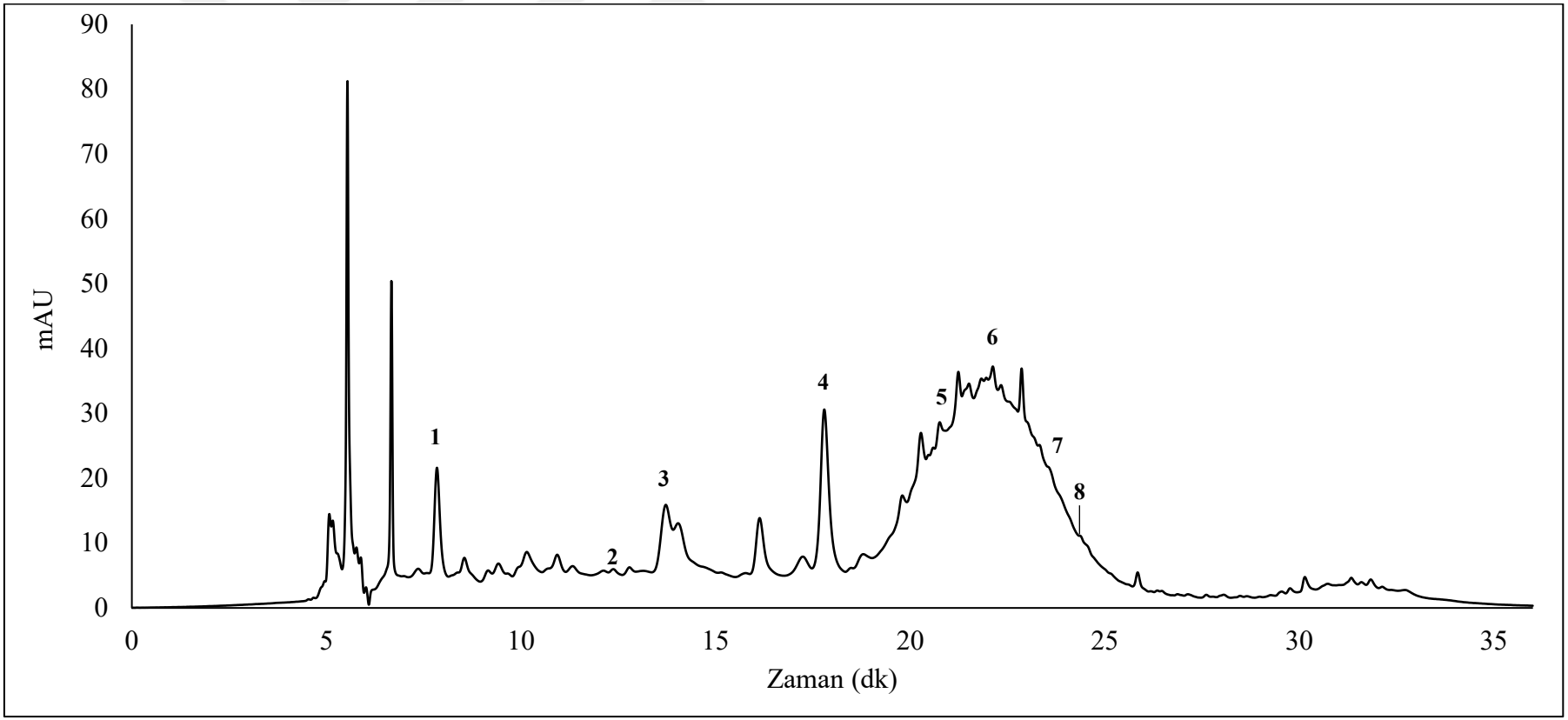
a–z: Farklı ekstraksiyon ortamlarında iğde örneklerindeki fenolik bileşen ortalamalarında önemli farklılıklar olduğunu gösterir ($p < 0,05$).

Çizelge 4.9. İğde kabuğu ekstraktlarının fenolik bileşik içeriği (mg /kg örnek) (devam)

Çözücü	Örnek	RES		PRCA		VAN		GA		ELA		MYR		KAM		KAMG		IQU		RU	
		SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH
EA	1	0,96 ±0,02^{r}	6,41 ±0,02^{g,h}	5,30 ±0,04^{s}	26,04 ±0,19^{f}	1,75 ±0,03^{b}	te	te	te	te	te	te	te	1,40 ±0,03^{o}	20,21 ±0,16^{a}	0,81 ±0,01^{r}	60,07 ±0,74^{f}	te	te	4,05 ±0,06^{aa,ab}	268,28 ±0,33^{b}
	2	1,05 ±0,01^{r}	5,49 ±0,04^{m}	1,96 ±0,03^{w,x}	10,78 ±0,22^{o}	1,13 ±0,02^{d,e,f}	te	te	te	te	te	te	te	1,01 ±0,01^{q,r}	9,64 ±0,04^{b}	0,61 ±0,01^{r}	56,44 ±0,26^{g}	te	te	2,48 ±0,05^{ab}	251,51 ±0,30^{c}
	3	1,06 ±0,01^{r}	5,29 ±0,04^{n}	1,67 ±0,06^{x}	8,06 ±0,06^{q}	1,10 ±0,01^{e,f}	te	te	te	te	te	te	te	0,95 ±0,01^{r,s}	7,77 ±0,23^{c}	0,54 ±0,02^{r}	57,48 ±0,19^{g}	te	te	2,44 ±0,01^{ab}	294,30 ±1,11^{a}
B	1	0,97 ±0,01^{r}	6,15 ±0,02^{i}	3,61 ±0,01^{v}	26,04 ±0,30^{f}	1,46 ±0,06^{c}	te	te	te	te	te	te	te	1,21 ±0,03^{o,p}	3,85 ±0,13^{i}	0,66 ±0,01^{r}	42,44 ±0,82^{h}	te	4,30 ±0,09^{e}	6,84 ±0,03^{aa}	131,00 ±0,73^{o}
	2	1,04 ±0,01^{r}	5,53 ±0,01^{l,m}	1,24 ±0,04^{y}	6,89 ±0,11^{r}	0,99 ±0,03^{f,g}	te	te	te	te	te	te	te	1,03 ±0,01^{p,q,r}	2,66 ±0,03^{n}	0,83 ±0,01^{r}	27,73 ±0,06^{l}	te	3,88 ±0,01^{e}	5,96 ±0,01^{aa}	88,26 ±0,30^{s}
	3	1,03 ±0,01^{r}	5,69 ±0,03^{k,l}	1,01 ±0,02^{y}	6,68 ±0,07^{r}	0,90 ±0,05^{f,g}	te	te	te	te	te	te	te	0,97 ±0,01^{q,r,s}	3,29 ±0,11^{m}	0,91 ±0,03^{r}	34,26 ±1,09^{i}	te	4,02 ±0,01^{e}	6,03 ±0,18^{aa}	102,55 ±1,55^{r}
PE	1	te	5,88 ±0,03^{j}	te	18,88 ±0,12^{h}	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	8,03 ±0,11^{p}	te	te	te	48,36 ±0,19^{v}
	2	te	6,34 ±0,07^{h}	te	4,99 ±0,19^{s,t}	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	10,44 ±0,07^{o}	te	te	te	49,53 ±0,27^{v}
	3	te	6,26 ±0,04^{h,i}	te	4,69 ±0,10^{t}	te	te	te	te	te	te	te	te	te	2,84 ±0,03^{n}	te	6,95 ±0,10^{p}	te	te	te	47,86 ±0,15^{v}
H	1	te	4,48 ±0,02^{p}	te	13,98 ±0,17^{l}	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	8,50 ±0,15^{o,p}	te	te	te	41,32 ±0,72^{w}
	2	te	4,99 ±0,05^{o}	te	7,89 ±0,11^{q}	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	10,40 ±0,06^{o}	te	te	te	57,19 ±0,27^{u}
	3	te	5,15 ±0,06^{n,o}	te	8,04 ±0,06^{q}	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	15,85 ±0,21^{n}	te	te	te	74,53 ±0,46^{t}

*Ortalama (çift tekrar) ± Standart sapma,
te: tespit edilemedi, EA: etil asetat, B: bütanol, PE: petrol eteri, H: hekzan, SE: çözücü ekstraksiyonu, AH: asidik hidroliz, RES: resveratrol, PRCA: protokatekuik asit, VAN: vanilik asit, GA: gallik asit, ELA: ellagik asit, MYR: mirisetin, KAM: kamferol, KAMG: kamferol-3-glikozit, IQU: izokuersitrin, RU: rutin.
a–z: Farklı ekstraksiyon ortamlarında iğde örneklerindeki fenolik bileşen ortalamalarında önemli farklılıklar olduğunu gösterir ($p < 0,05$).

İğde çekirdeğinin (3 nolu örnek) metanol çözücüsü ile gerçekleştirilen asidik hidroliz ekstraktının 280 nm'de alınan kromatogramı Şekil 4.3'te verilmiştir. Tespit edilen fenolik maddelerin maksimum absorpsiyon yaptığı dalga boyları 260, 280, 320 ve 360 nm'dir. 280 nm'de alınan kromatogramda pikler tam olarak ayrılmamış görülse de diğer dalga boylarında alınan kromatogramlarda pikler tam olarak ayrılmıştır. İğde çekirdeğinde farklı ekstraksiyon koşulları altında yirmi fenolik bileşik: kateşin, epikateşin, epikateşin gallat, epigallokateşin, epigallokateşin gallat, kafeik asit, klorojenik asit, ferulik asit, rosmarinik asit, *p*-kumarik asit, protokatekuik asit, gallik asit, ellagik asit, vanilik asit, resveratrol, kuersetin, mirisetin, kamferol, izokuersitrin ve rutin tespit edilmiştir (Çizelge 4.10). Genel olarak kateşin ve türevlerinin (epikateşin, epigallokateşin ve epigallokateşin gallat) miktarının çözücü polaritesi azaldıkça azaldığı görülmüştür. Ayrıca su ve metanol çözücüleri dışında asidik hidroliz ile miktarlarının arttığı görülmüştür. Çözücü ekstraktlarında gallik asit tespit edilemezken, etanol hariç tüm çözücü ekstraktlarında asidik hidroliz ile gallik asit oluştuğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.3. İğde çekirdeği metanol çözücüsü ile asidik hidroliz ekstraktının kromatogramı (280 nm) (1: gallik asit, 2: protokatekuik asit, 3: epigallokateşin, 4: kateşin, 5: epigallokateşin gallat, 6: epikateşin, 7: *p*-kumarik asit, 8: ferulik asit)

Çizelge 4.10. İğde çekirdeği ekstraktlarının fenolik bileşik içeriği (mg /kg örnek)

Çözücü	Örnek	CAT		ECAT		ECATG		EGCAT		EGCATG		CHL		CAF		PCA		FER	
		SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH
W	1	2586,22 ±8,87^{r}	1095,89 ±1,40^{z}	390,42 ±1,91^{r}	132,03 ±0,45^{w}	te	te	3642,52 ±10,01^{c}	502,92 ±1,61^{s}	545,27 ±2,17^{o}	te	te	te	te	7,06 ±0,01^{a}	0,37 ±0,03^{q,r}	te	2,45 ±0,06^{n}	1,43 ±0,03^{u,v}
	2	2972,26 ±16,90^{q}	3457,77 ±9,14^{o}	602,92 ±2,03^{m}	588,79 ±4,78^{m,n}	te	te	3809,24 ±3,64^{b}	1874,01 ±4,36^{h}	786,20 ±6,97^{l}	1126,89 ±0,59^{g}	te	te	te	te	5,96 ±0,15^{b}	9,11 ±0,18^{a}	5,52 ±0,13^{f}	10,53 ±0,05^{a}
	3	3256,33 ±10,90^{p}	2185,71 ±0,18^{t}	778,64 ±4,69^{k}	337,71 ±1,27^{s,t}	te	te	4560,64 ±2,42^{a}	1216,33 ±2,83^{n}	963,04 ±4,45^{i}	828,55 ±0,36^{j}	te	te	te	te	8,98 ±0,20^{a}	0,43 ±0,06^{n,o,p,q}	6,45 ±0,17^{e}	4,15 ±0,03^{i}
M	1	4231,63 ±17,75^{l}	1345,80 ±3,98^{x}	1292,07 ±2,31^{i}	315,57 ±1,04^{t}	te	te	1381,28 ±5,80^{l}	702,04 ±2,63^{p}	1174,51 ±51,79^{f}	286,92 ±1,85^{r}	te	te	te	te	5,75 ±0,05^{c}	0,52 ±0,08^{n,o,p}	6,61 ±0,02^{d}	1,63 ±0,02^{r}
	2	4993,97 ±6,66^{j}	1851,82 ±2,63^{u}	1376,43 ±0,54^{h}	508,52 ±1,03^{p}	te	te	1737,70 ±5,93^{i}	1081,36 ±54,60^{o}	1484,76 ±2,79^{e}	1011,03 ±0,31^{h}	te	te	te	te	4,24 ±0,02^{f}	te	5,53 ±0,01^{f}	1,58 ±0,03^{r,s,t}
	3	5482,23 ±17,35^{i}	1769,78 ±1,11^{u}	2088,55 ±7,06^{f}	682,31 ±1,02^{l}	te	te	2366,92 ±13,72^{d}	1082,86 ±2,18^{o}	2049,46 ±7,46^{c}	650,84 ±1,41^{m}	te	te	te	te	te	0,40 ±0,01^{p,q}	9,32 ±0,10^{b}	1,60 ±0,02^{r,s}
E	1	774,09 ±1,30^{ab}	1422,18 ±3,61^{w,x}	753,63 ±4,86^{k}	1553,67 ±1,05^{g}	te	te	te	1307,14 ±4,10^{m}	368,06 ±1,14^{q}	540,40 ±0,95^{o}	te	te	te	te	1,29 ±0,04^{l}	0,55 ±0,01^{n}	3,35 ±0,02^{k}	1,85 ±0,03^{q}
	2	1027,19 ±14,12^{z,aa}	1010,89 ±1,76^{z,aa}	959,79 ±11,73^{j}	2389,44 ±46,44^{e}	te	te	573,14 ±3,24^{r}	2230,00 ±9,84^{f}	649,46 ±4,72^{m}	829,35 ±3,99^{j}	te	te	te	te	0,54 ±0,01^{n,o}	te	1,91 ±0,02^{p,q}	3,85 ±0,02^{j}
	3	1224,12 ±3,64^{y}	1461,72 ±0,76^{w}	1371,50 ±11,30^{h}	2377,65 ±2,09^{e}	te	te	707,39 ±0,72^{p}	1861,23 ±3,85^{h}	809,05 ±1,79^{j,k}	600,58 ±4,28^{n}	te	te	te	te	te	te	te	1,35 ±0,06^{v}
A	1	255,99 ±0,90^{ae}	26623,66 ±110,96^{e}	331,08 ±0,45^{s,t}	2689,22 ±21,63^{d}	te	te	212,22 ±0,43^{w}	1327,93 ±14,02^{m}	80,37 ±0,18^{u}	te	te	11,49 ±0,04^{b}	te	te	0,82 ±0,04^{m}	te	1,50 ±0,01^{t,u}	te
	2	284,59 ±1,49^{ae}	36780,71 ±56,35^{b}	238,18 ±0,25^{u}	3605,43 ±5,36^{a}	te	te	224,36 ±0,35^{w}	2274,69 ±10,79^{e}	120,08 ±0,44^{t}	4558,19 ±10,64^{a}	te	te	te	te	0,27 ±0,01^{r,s}	te	0,71 ±0,01^{x}	te
	3	378,66 ±7,35^{ad}	25994,22 ±109,80^{f}	435,56 ±0,60^{q}	3327,61 ±50,32^{b}	te	te	368,99 ±1,27^{u}	1619,37 ±31,28^{k}	208,95 ±0,18^{s}	te	te	te	te	te	0,86 ±0,01^{m}	te	1,14 ±0,03^{w}	4,76 ±0,07^{g}

*Ortalama (çift tekrar) ± Standart sapma,
te: tespit edilemedi, W: su, M: metanol, E: etanol, A: aseton, SE: çözücü ekstraksiyonu, AH: asidik hidroliz, CAT: kateşin, ECAT: epikateşin, ECATG: epikateşin gallat, EGCAT: epigallokateşin, EGCATG: epigallokateşin gallat, CHL: klorojenik asit, CAF: kafeik asit, PCA: p-kumarik asit, FER: ferulik asit.
a–z Farklı ekstraksiyon ortamlarında iğde örneklerindeki fenolik bileşen ortalamalarında önemli farklılıklar olduğunu gösterir ($p < 0,05$).

Çizelge 4.10. İğde çekirdeği ekstraktlarının fenolik bileşik içeriği (mg /kg örnek) (devam)

Çözücü	Örnek	CAT		ECAT		ECATG		EGCAT		EGCATG		CHL		CAF		PCA		FER	
		SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH
EA	1	te	2319,99 ±13,59^{s}	te	357,00 ±0,70^{s}	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	0,13 ±0,01^{t}	4,75 ±0,07^{e}	0,29 ±0,01^{aa}	3,38 ±0,02^{k}
	2	te	4633,23 ±3,91^{k}	te	572,50 ±8,65^{n,o}	te	te	te	1720,63 ±0,07^{i}	te	957,10 ±0,35^{t}	te	te	te	te	0,15 ±0,01^{s,t}	3,40 ±0,03^{h}	0,35 ±0,01^{aa}	te
	3	te	3551,16 ±16,64^{n}	te	585,48 ±6,41^{m,n}	te	te	te	1226,99 ±22,98^{n}	te	793,24 ±2,86^{k,l}	te	te	te	te	0,42 ±0,01^{o,p,q}	5,28 ±0,03^{d}	0,63 ±0,01^{x,y}	6,44 ±0,03^{e}
B	1	127,13 ±0,75^{af}	3981,51 ±7,52^{m}	te	546,25 ±1,22^{o}	te	te	te	448,65 ±7,01^{t}	te	408,10 ±1,44^{p}	te	te	te	3,69 ±0,01^{b}	0,37 ±0,01^{q,r}	2,61 ±0,01^{j}	0,46 ±0,01^{z}	2,59 ±0,02^{m}
	2	119,42 ±0,10^{af}	9671,12 ±31,97^{g}	26,85 ±0,19^{y}	2727,38 ±23,86^{c}	te	74,89 ±1,32^{a}	te	1983,76 ±8,02^{g}	te	2224,76 ±11,94^{b}	te	te	te	te	0,42 ±0,02^{o,p,q}	te	0,57 ±0,01^{y}	7,16 ±0,01^{c}
	3	99,72 ±0,19^{af}	8106,74 ±16,81^{h}	19,73 ±0,05^{y}	2712,71 ±5,15^{c,d}	te	69,10 ±0,39^{b}	te	1661,92 ±6,38^{j}	te	1915,12 ±2,52^{d}	te	te	te	te	0,23 ±0,01^{s,t}	te	0,46 ±0,01^{z}	6,52 ±0,06^{d,e}
PE	1	te	590,44 ±6,07^{ac}	te	84,62 ±1,08^{x}	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	3,61 ±0,01^{g}	te	2,16 ±0,01^{o}
	2	te	1623,67 ±0,70^{v}	te	83,22 ±0,02^{x}	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	1,20 ±0,02^{l}	te	1,97 ±0,02^{p}
	3	te	939,05 ±4,29^{aa}	te	151,86 ±1,51^{w}	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te
H	1	te	29087,33 ±5,53^{d}	te	200,29 ±1,37^{v}	te	te	te	252,87 ±6,83^{v}	te	87,13 ±1,47^{u}	te	17,23 ±0,41^{a}	te	te	te	1,30 ±0,02^{l}	te	1,53 ±0,01^{s,t}
	2	te	45294,19 ±27,06^{a}	te	208,97 ±8,81^{v}	te	te	te	660,44 ±7,32^{q}	te	139,38 ±0,46^{t}	te	te	te	te	te	1,61 ±0,01^{k}	te	3,14 ±0,01^{l}
	3	te	35499,92 ±223,00^{c}	te	356,97 ±0,36^{s}	te	te	te	489,73 ±1,12^{s}	te	137,68 ±1,83^{t}	te	te	te	te	te	2,86 ±0,02^{t}	te	4,26 ±0,01^{h}

*Ortalama (çift tekrar) ± Standart sapma,
te: tespit edilemedi, EA: etil asetat, B: bütanol, PE: petrol eteri, H: hekzan, SE: çözücü ekstraksiyonu, AH: asidik hidroliz, CAT: kateşin, ECAT: epikateşin, ECATG: epikateşin gallat, EGCAT: epigallokateşin, EGCATG: epigallokateşin gallat, CHL: klorojenik asit, CAF: kafeik asit, PCA: p-kumarik asit, FER: ferulik asit.
a–z Farklı ekstraksiyon ortamlarında iğde örneklerindeki fenolik bileşen ortalamalarında önemli farklılıklar olduğunu gösterir ($p < 0,05$).

Çizelge 4.10. İğde çekirdeği ekstraktlarının fenolik bileşik içeriği (mg /kg örnek) (devam)

Çözücü	Örnek	ROS		RES		PRCA		VAN		GA		ELA		QU		MYR		KAM		IQU		RU	
		SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH
W	1	te	te	te	te	63,79 ±0,20^{b}	14,90 ±0,12^{r}	te	9,92 ±0,02^{a}	te	92,44 ±0,19^{o}	12,22 ±0,17^{h}	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te
	2	te	te	te	te	32,48 ±0,05^{t}	44,53 ±0,46^{e}	te	te	te	338,41 ±0,43^{d}	te	11,33 ±0,01^{t}	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te
	3	te	te	te	te	27,41 ±0,07^{j}	14,22 ±0,20^{s}	te	te	te	199,74 ±0,09^{h}	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te
M	1	te	te	te	te	67,54 ±1,17^{a}	14,98 ±0,02^{r}	te	te	te	69,65 ±0,14^{p}	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te
	2	te	te	7,79 ±0,06^{b}	te	50,63 ±0,24^{c}	17,06 ±0,17^{p}	te	te	te	136,32 ±0,06^{k}	15,21 ±0,08^{e}	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te
	3	te	te	7,92 ±0,05^{a}	te	45,61 ±0,74^{d}	8,19 ±0,05^{u}	te	te	te	122,96 ±0,34^{m}	17,76 ±0,28^{c}	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te
E	1	te	te	te	te	te	16,36 ±0,10^{q}	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te
	2	te	te	te	te	te	22,63 ±0,35^{m,n}	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te
	3	te	te	te	te	te	6,92 ±0,07^{v}	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te
A	1	te	12,76 ±0,04^{c}	te	te	8,24 ±0,12^{u}	32,28 ±0,34^{i}	te	te	te	186,16 ±0,55^{i}	te	29,36 ±0,05^{a}	te	te	te	7,22 ±0,04^{f}	te	2,35 ±0,01^{f}	te	te	te	te
	2	te	28,69 ±0,09^{a}	te	te	5,63 ±0,04^{w}	38,31 ±0,35^{g}	te	te	te	334,37 ±2,13^{e}	te	te	te	5,06 ±0,03^{a}	te	7,48 ±0,01^{e}	te	2,32 ±0,01^{g}	te	9,79 ±0,06^{a}	te	te
	3	te	te	te	te	7,22 ±0,14^{v}	23,20 ±0,07^{m}	te	te	te	224,34 ±3,68^{g}	4,33 ±0,05^{l}	28,00 ±0,05^{b}	te	te	te	6,99 ±0,05^{g}	te	te	te	7,54 ±0,02^{b}	te	te

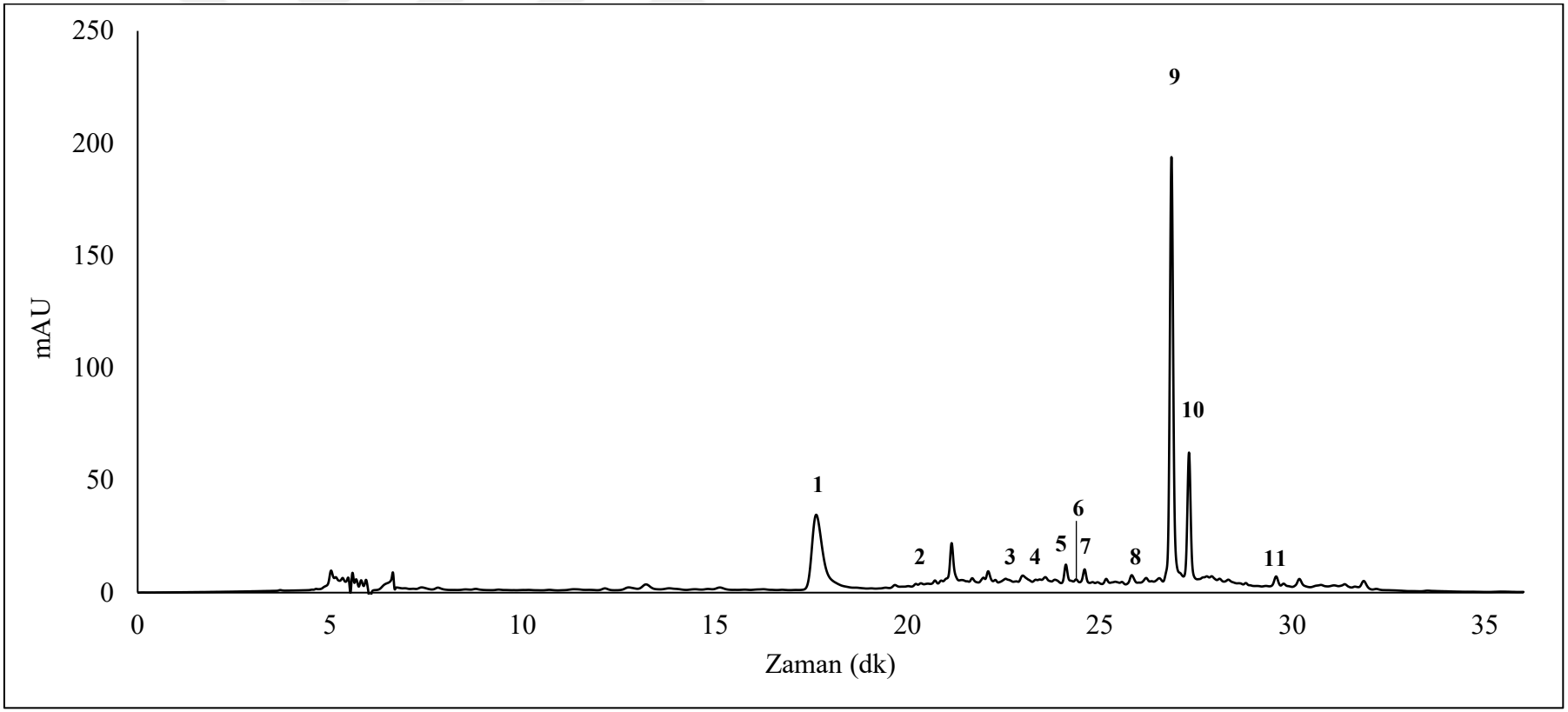
*Ortalama (çift tekrar) ± Standart sapma,
te: tespit edilemedi, W: su, M: metanol, E: etanol, A: aseton, SE: çözücü ekstraksiyonu, AH: asidik hidroliz, ROS: rosmarinik asit, RES: resveratrol, PRCA: protokatekuik asit, VAN: vanilik asit, GA: gallik asit, ELA: ellagik asit, QU: kuersetin, MYR: mirisetin, KAM: kamferol, IQU: izokuersitrin, RU: rutin.
a–z Farklı ekstraksiyon ortamlarında iğde örneklerindeki fenolik bileşen ortalamalarında önemli farklılıklar olduğunu gösterir ($p < 0,05$).

Çizelge 4.10. İğde çekirdeği ekstraktlarının fenolik bileşik içeriği (mg /kg örnek) (devam)

Çözücü	Örnek	ROS		RES		PRCA		VAN		GA		ELA		QU		MYR		KAM		IQU		RU	
		SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH
EA	1	te	te	te	te	1,73 ±0,01^{y}	26,57 ±0,20^{k}	te	te	te	te	te	5,44 ±0,01^{k}	te	te	te	7,65 ±0,04^{d}	te	te	te	te	te	te
	2	te	te	te	te	3,53 ±0,05^{x}	41,78 ±0,05^{f}	te	te	te	629,00 ±3,81^{a}	te	15,46 ±0,02^{d}	te	te	te	7,98 ±0,02^{b}	te	6,71 ±0,01^{a}	te	te	te	te
	3	te	te	te	te	1,55 ±0,04^{y}	15,02 ±0,11^{r}	te	te	te	446,16 ±0,94^{b}	te	8,03 ±0,01^{j}	te	te	te	7,22 ±0,02^{f}	te	te	te	te	te	te
B	1	te	7,69 ±0,04^{e}	te	te	3,88 ±0,02^{x}	22,07 ±0,13^{n}	te	te	te	94,94 ±0,07^{o}	te	4,39 ±0,01^{l}	te	te	te	te	te	2,31 ±0,01^{g}	te	te	te	3,02 ±0,01^{b}
	2	te	13,38 ±0,09^{b}	te	te	5,93 ±0,01^{w}	36,80 ±0,16^{h}	1,19 ±0,02^{c}	te	te	346,37 ±0,78^{c}	te	14,78 ±0,02^{f}	te	te	te	8,09 ±0,02^{a}	te	2,59 ±0,01^{b}	te	5,12 ±0,01^{c}	te	te
	3	te	12,46 ±0,10^{d}	te	te	2,09 ±0,14^{y}	19,71 ±0,43^{o}	te	te	te	282,40 ±1,07^{f}	te	13,71 ±0,01^{g}	te	te	te	7,87 ±0,02^{c}	te	2,56 ±0,01^{c}	te	te	te	7,54 ±0,01^{a}
PE	1	te	te	te	te	te	8,94 ±0,05^{t}	te	2,55 ±0,01^{b}	te	te	te	te	te	te	te	te	te	2,49 ±0,01^{e}	te	te	te	te
	2	te	te	te	te	te	22,45 ±0,55^{n}	te	te	te	130,57 ±0,16^{l}	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te
	3	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	7,02 ±0,04^{g}	te	2,53 ±0,02^{d}	te	te	te	te
H	1	te	te	te	te	te	14,68 ±0,52^{r,s}	te	te	te	58,52 ±0,01^{q}	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te
	2	te	te	te	te	te	24,15 ±0,07^{l}	te	te	te	149,55 ±0,30^{j}	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te
	3	te	te	te	te	te	14,98 ±0,74^{r}	te	te	te	111,65 ±1,46^{n}	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te

*Ortalama (çift tekrar) ± Standart sapma,
te: tespit edilemedi, EA: etil asetat, B: bütanol, PE: petrol eteri, H: hekzan, SE: çözücü ekstraksiyonu, AH: asidik hidroliz, ROS: rosmarinik asit, RES: resveratrol, PRCA: protokatekuik asit, VAN: vanilik asit, GA: gallik asit, ELA: ellagik asit, QU: kuersetin, MYR: mirisetin, KAM: kamferol, IQU: izokuersitrin, RU: rutin.
a–z Farklı ekstraksiyon ortamlarında iğde örneklerindeki fenolik bileşen ortalamalarında önemli farklılıklar olduğunu gösterir ($p < 0,05$).

İğde çiçeğinin (3 nolu örnek) metanol çözücüsü ile gerçekleştirilen asidik hidroliz ekstraktının 280 nm'de alınan kromatogramı Şekil 4.4'te verilmiştir. Tespit edilen fenolik maddelerin maksimum absorpsiyon yaptığı dalga boyları 260, 280, 320 ve 360 nm'dir. 280 nm'de alınan kromatogramda pikler tam olarak ayrılmamış görülse de diğer dalga boylarında alınan kromatogramlarda pikler tam olarak ayrılmıştır. İğde çiçeği ekstraktlarında 16 tane fenolik bileşik (kateşin, epikateşin, epigallokateşin gallat, 2-hidroksisinamik asit, resveratrol, ferulik asit, *p*-kumarik asit, protokatekuik asit, kafeik asit, gallik asit, ellagik asit, vanilik asit, mirisetin, kamferol, kamferol glikozit ve izokuersitrin) tespit edilmiştir (Çizelge 4.11). Kateşin iğde çiçeği ekstraktlarında en yüksek miktarda bulunan fenolik bileşik olarak belirlenmiştir. Kateşin çözücü ekstraksiyonu ile sadece su, metanol ve etanol ekstraktlarında bulunurken, asidik hidroliz sonrası petrol eteri ve hekzan dışındaki çözücü ekstraktlarında yüksek miktarlarda tespit edilmiştir. Asidik hidroliz sonrası bazı çözücü ekstraktlarında epikateşin ve epigallokateşin gallat görülmüştür. Benzer şekilde gallik asit, aseton hariç çözücü ekstraktlarında gözlenmezken asidik hidrolizden sonra çoğu çözücü ekstraktlarında tespit edilmiştir.



Şekil 4.4. İğde çiçeği metanol çözücüsü ile asidik hidroliz ekstraktının kromatogramı (280 nm) (1: kateşin, 2: 2-hidroksisinamik asit, 3: ellagik asit, 4: *p*-kumarik asit, 5: kamferol glikozit, 6: ferulik asit, 7: izokuersitrin, 8: mirisetin, 9: 2-hidroksisinamik asit, 10: resveratrol, 11: kamferol)

Çizelge 4.11. İğde çiçeği ekstraktlarının fenolik bileşik içeriği (mg /kg örnek)

Çözücü	Örnek	CAT		ECAT		EGCATG		2-HCA		CAF		PCA		FER		RES	
		SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH
W	1	4988,95 ±17,45^{r}	4839,67 ±4,97^{r,s}	te	1085,14 ±3,40^{i}	te	te	te	te	te	105,02 ±0,42^{d}	457,91 ±0,40^{a}	39,18 ±1,44^{r}	309,41 ±1,19^{a}	87,50 ±0,29^{g}	83,27 ±0,05^{h}	te
	2	1746,07 ±18,92^{v,w}	2505,96 ±7,08^{u,v}	te	850,93 ±0,91^{k}	te	te	te	te	te	te	101,41 ±0,72^{g}	17,29 ±3,50^{u}	56,41 ±0,83^{t}	55,18 ±5,15^{k}	43,90 ±0,48^{k,l}	te
	3	2213,64 ±10,50^{u}	6820,12 ±8,66^{q}	te	992,54 ±14,22^{j}	te	te	te	te	te	te	349,07 ±0,47^{b}	39,84 ±0,41^{r}	158,63 ±1,54^{b}	40,00 ±0,46^{m}	63,38 ±0,35^{t}	te
M	1	6280,59 ±53,44^{m}	32093,69 ±80,91^{e}	te	te	te	te	1931,86 ±0,15^{d}	1778,06 ±1,05^{e}	61,74 ±0,85^{g}	95,93 ±0,14^{e}	53,24 ±1,15^{m}	71,88 ±0,13^{n}	96,77 ±0,90^{e}	74,79 ±3,79^{h}	131,31 ±0,61^{d}	147,06 ±0,35^{e}
	2	1544,79 ±1,78^{t}	18253,66 ±1,81^{k}	te	te	te	te	815,46 ±3,75^{n}	981,12 ±0,09^{l}	32,85 ±0,06^{j}	te	37,34 ±0,37^{p,q}	31,75 ±0,13^{s}	39,65 ±0,13^{l}	53,91 ±0,74^{k}	63,64 ±0,62^{h}	te
	3	2139,91 ±4,84^{s}	21722,10 ±140,80^{j}	te	te	te	te	1775,86 ±1,95^{f}	1962,02 ±1,03^{c}	46,08 ±0,22^{h}	90,99 ±0,14^{f}	38,11 ±0,34^{p}	107,49 ±0,26^{j}	te	73,74 ±1,19^{h}	63,72 ±0,14^{h}	228,31 ±3,39^{c}
E	1	1237,16 ±28,57^{w,x}	37219,13 ±139,71^{d}	te	10617,55 ±62,50^{d}	te	te	274,50 ±0,10^{r}	1995,37 ±1,96^{b}	te	137,32 ±1,22^{a}	17,09 ±0,10^{t}	81,71 ±1,01^{l}	17,09 ±0,70^{p}	126,19 ±0,32^{d}	54,18 ±0,45^{j}	136,00 ±2,36^{f}
	2	424,91 ±2,37^{y}	25095,24 ±28,32^{t}	te	9274,19 ±62,50^{e}	te	te	204,38 ±0,23^{s}	1056,87 ±1,11^{k}	te	110,75 ±0,45^{c}	11,59 ±0,28^{v}	39,12 ±0,14^{r}	te	63,85 ±0,79^{j}	32,50 ±0,05^{n,o}	te
	3	1019,52 ±32,93^{x}	29067,02 ±68,45^{g}	te	13227,77 ±7,19^{a}	te	te	399,22 ±0,33^{q}	2023,31 ±5,73^{a}	te	121,53 ±0,47^{b}	13,50 ±0,05^{u,v}	81,52 ±0,30^{l}	te	67,98 ±1,47^{t}	109,19 ±0,43^{g}	138,63 ±0,72^{f}
A	1	te	168285,03 ±788,55^{b}	te	12070,67 ±57,91^{b}	te	11529,04 ±125,76^{a}	te	1470,30 ±0,24^{h}	te	te	8,58 ±0,37^{w}	244,53 ±0,61^{c}	12,64 ±0,45^{p,q}	te	27,55 ±0,05^{o,p}	te
	2	te	180760,65 ±57,34^{a}	te	7719,60 ±27,14^{f}	te	7539,64 ±65,24^{b}	te	796,28 ±1,16^{n}	te	te	6,29 ±0,30^{x}	123,05 ±4,16^{h}	te	133,66 ±2,18^{c}	te	te
	3	te	97739,27 ±895,90^{c}	te	10992,49 ±58,48^{c}	te	7389,56 ±165,29^{b}	te	1530,41 ±0,66^{g}	te	te	7,22 ±0,32^{w,x}	191,29 ±6,41^{d}	9,53 ±0,17^{r}	te	24,94 ±0,31^{p}	te

*Ortalama (çift tekrar) ± Standart sapma,
te: tespit edilemedi, W: su, M: metanol, E: etanol, A: aseton, SE: çözücü ekstraksiyonu, AH: asidik hidroliz, CAT: kateşin, ECAT: epikateşin, EGCATG: epigallokateşin gallat, 2-HCA: 2-hidroksisinamik asit, CAF: kafeik asit, PCA: p-kumarik asit, FER: ferulik asit, RES: resveratrol.
a–y Farklı ekstraksiyon ortamlarında iğde örneklerindeki fenolik bileşen ortalamalarında önemli farklılıklar olduğunu gösterir ($p < 0,05$).

Çizelge 4.11. İğde çiçeği ekstraktlarının fenolik bileşik içeriği (mg /kg örnek) (devam)

Çözücü	Örnek	CAT		ECAT		EGCATG		2-HCA		CAF		PCA		FER		RES	
		SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH
EA	1	te	8426,85 ±150,17^{o}	te	te	te	te	te	1161,23 ±0,08^{j}	te	te	te	119,82 ±0,31^{i}	te	123,78 ±1,27^{d}	te	452,40 ±10,09^{a}
	2	te	7831,20 ±76,69^{p}	te	te	te	te	te	529,89 ±0,38^{p}	te	te	te	84,29 ±0,05^{l}	te	76,48 ±0,11^{h}	te	te
	3	te	9104,71 ±27,66^{n}	te	te	te	te	te	889,11 ±51,78^{m}	te	81,42 ±1,43^{g}	te	97,05 ±1,08^{k}	te	86,86 ±2,57^{g}	te	te
B	1	te	17365,89 ±56,93^{l}	te	7304,41 ±6,86^{g}	te	te	te	882,19 ±0,15^{m}	te	te	te	99,68 ±2,76^{k}	te	26,94 ±1,01^{o}	32,26 ±0,15^{m,n}	te
	2	te	31234,05 ±136,24^{f}	te	6776,42 ±38,10^{h}	te	te	te	594,78 ±0,57^{o}	te	te	te	29,55 ±0,75^{s}	te	27,41 ±1,95^{o}	te	71,81 ±0,80^{i}
	3	te	28050,12 ±252,57^{h}	te	te	te	te	te	1215,94 ±1,69^{i}	te	45,77 ±1,70^{i}	te	147,38 ±0,48^{f}	te	99,87 ±0,20^{f}	32,62 ±0,05^{m,n}	284,27 ±0,71^{b}
PE	1	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	52,55 ±0,22^{q}	te	37,28 ±0,43^{m}	te	62,15 ±1,03^{j}
	2	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	53,57 ±0,26^{p,q}	te	16,76 ±0,17^{q,r}	te	49,41 ±0,61^{l}
	3	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	64,18 ±0,11^{o}	te	26,01 ±0,42^{o}	te	55,39 ±0,73^{k}
H	1	te	te	te	te	te	te	te	te	te	36,14 ±0,88^{k}	te	151,25 ±0,17^{e}	te	te	te	43,88 ±0,07^{m}
	2	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	123,21 ±0,16^{h}	te	25,73 ±0,19^{o}	te	38,92 ±0,20^{n,o}
	3	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	125,41 ±0,01^{g,h}	te	31,06 ±0,27^{n}	te	42,13 ±0,63^{m,n}

*Ortalama (çift tekrar) ± Standart sapma,
te: tespit edilemedi, EA: etil asetat, B: bütanol, PE: petrol eteri, H: hekzan, SE: çözücü ekstraksiyonu, AH: asidik hidroliz, CAT: kateşin, ECAT: epikateşin, EGCATG: epigallokateşin gallat, 2-HCA: 2-hidroksisinamik asit, CAF: kafeik asit, PCA: p-kumarik asit, FER: ferulik asit, RES: resveratrol.
a–y Farklı ekstraksiyon ortamlarında iğde örneklerindeki fenolik bileşen ortalamalarında önemli farklılıklar olduğunu gösterir ($p < 0,05$).

Çizelge 4.11. İğde çiçeği ekstraktlarının fenolik bileşik içeriği (mg /kg örnek) (devam)

Çözücü	Örnek	PRCA		VAN		GA		ELA		MYR		KAM		KAMG		IQU	
		SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH
W	1	194,02 ±2,93^{b}	te	178,85 ±1,85^{d}	101,38 ±2,49^{f}	te	947,96 ±0,58^{f}	te	325,72 ±0,73^{f}	te	235,65 ±1,88^{a}	te	147,83 ±3,12^{f}	te	te	te	te
	2	119,27 ±3,06^{c}	te	82,23 ±1,20^{h}	49,80 ±0,83^{j}	te	704,55 ±0,62^{h}	te	251,23 ±0,39^{i}	te	te	te	135,79 ±0,20^{g}	te	te	te	te
	3	300,32 ±6,46^{a}	te	339,52 ±6,45^{a}	237,98 ±0,16^{c}	te	582,34 ±6,42^{j}	te	181,96 ±4,23^{l}	te	te	te	te	te	te	te	te
M	1	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	69,94 ±0,54^{k}	209,17 ±1,31^{g}	301,02 ±7,28^{h}	te	201,72 ±3,13^{k}
	2	te	te	te	te	te	te	66,48 ±0,32^{o}	243,98 ±1,86^{j}	te	te	57,48 ±0,80^{l,m}	78,81 ±0,70^{j,k}	129,00 ±4,48^{k}	204,23 ±3,97^{l}	97,39 ±0,77^{o}	171,29 ±0,95^{l}
	3	te	te	te	te	te	te	72,00 ±2,92^{n}	263,71 ±3,34^{h}	te	164,75 ±1,64^{c}	48,18 ±0,89^{m,n,o}	80,48 ±0,70^{j}	206,13 ±4,83^{g}	369,62 ±1,59^{f}	138,94 ±0,42^{m}	256,52 ±2,60^{e}
E	1	te	te	te	te	te	te	te	256,15 ±7,54^{i}	te	te	41,15 ±0,43^{n,o,p}	76,72 ±0,36^{j,k}	23,22 ±0,94^{o}	299,58 ±2,03^{h}	te	230,06 ±3,15^{h}
	2	te	te	te	te	te	te	te	322,69 ±3,72^{f}	te	te	48,67 ±0,47^{l,m,n}	98,45 ±1,77^{i}	24,60 ±0,54^{o}	236,95 ±5,61^{j}	te	206,44 ±0,01^{j}
	3	te	te	te	te	te	te	te	357,41 ±1,93^{e}	te	192,32 ±3,97^{b}	48,55 ±0,41^{l,m,n}	102,24 ±0,73^{i}	49,61 ±0,90^{n}	387,37 ±3,32^{e}	te	311,63 ±0,27^{c}
A	1	te	te	te	te	384,09 ±0,88^{i}	892,77 ±8,50^{g}	te	640,86 ±1,38^{c}	te	te	30,29 ±0,09^{q,r}	161,30 ±12,96^{e}	te	642,75 ±5,75^{c}	te	278,65 ±2,28^{d}
	2	te	te	te	te	820,46 ±0,01^{d}	398,49 ±1,59^{k}	te	731,01 ±0,33^{a}	te	te	35,41 ±0,25^{p,q,r}	119,82 ±0,37^{h}	te	424,39 ±4,08^{d}	te	244,27 ±2,17^{f}
	3	te	te	te	te	331,95 ±0,13^{j}	932,68 ±15,23^{f}	te	657,97 ±3,43^{b}	te	te	27,41 ±0,23^{r}	381,23 ±7,10^{c}	te	878,80 ±0,29^{a}	te	383,91 ±0,57^{a}

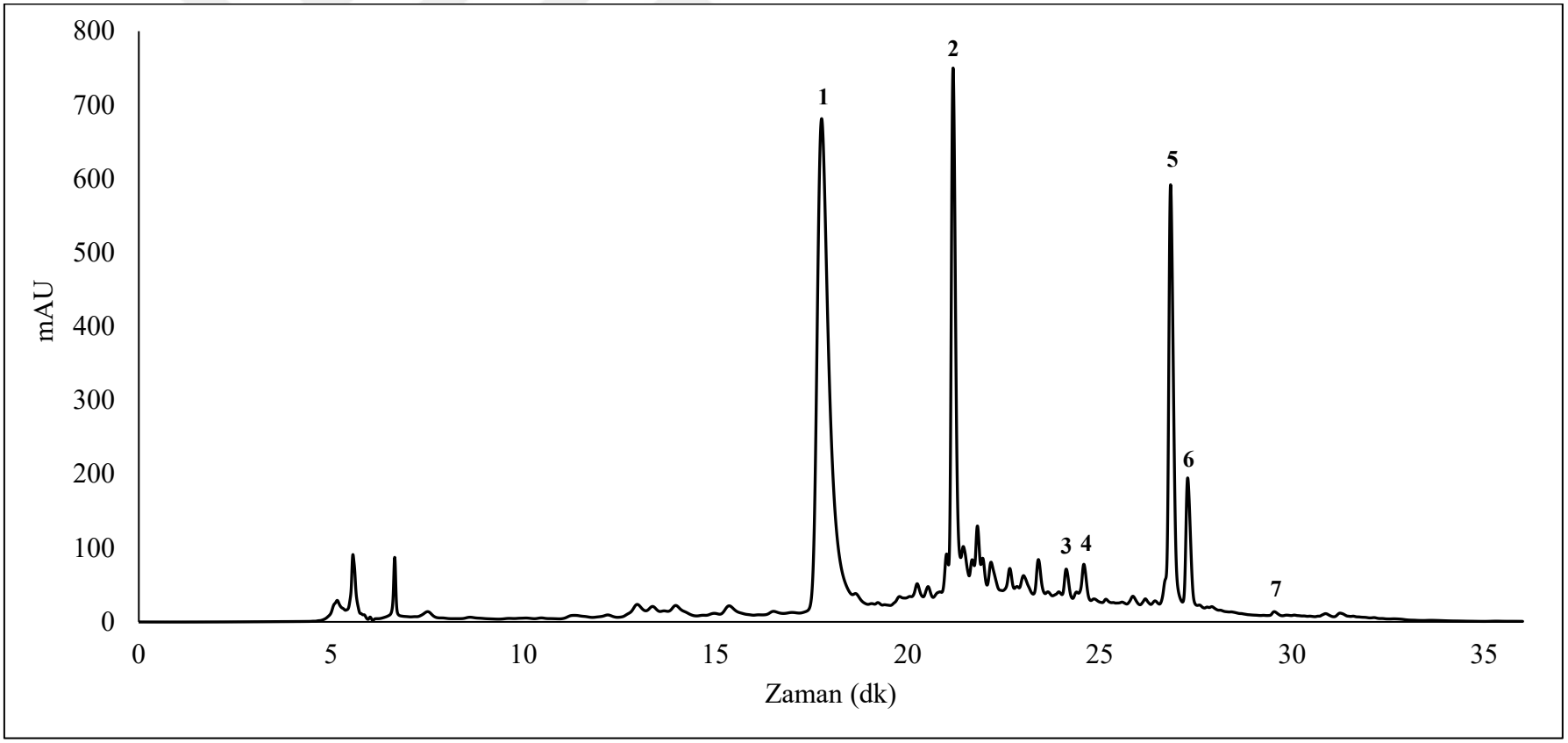
*Ortalama (çift tekrar) ± Standart sapma,
te: tespit edilemedi, W: su, M: metanol, E: etanol, A: aseton, SE: çözücü ekstraksiyonu, AH: asidik hidroliz, PRCA: protokatekuik asit, VAN: vanilik asit, GA: gallik asit, ELA: ellagik asit, MYR: mirisetin, KAM: kamferol, KAMG: kamferol-3-glikozit, IQU: izokuersitrin.
a–y Farklı ekstraksiyon ortamlarında iğde örneklerindeki fenolik bileşen ortalamalarında önemli farklılıklar olduğunu gösterir ($p < 0,05$).

Çizelge 4.11. İğde çiçeği ekstraktlarının fenolik bileşik içeriği (mg /kg örnek) (devam)

Çözücü	Örnek	PRCA		VAN		GA		ELA		MYR		KAM		KAMG		IQU	
		SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH
EA	1	te	te	te	285,52 ±0,96^{b}	te	1172,86 ±13,18^{e}	te	404,02 ±1,30^{d}	te	100,60 ±0,01^{d}	te	1398,83 ±21,42^{a}	te	737,67 ±11,40^{b}	te	346,59 ±0,96^{b}
	2	te	te	te	79,63 ±0,16^{g}	te	1626,79 ±15,49^{c}	te	254,75 ±1,64^{i}	te	87,27 ±0,51^{e}	te	347,23 ±1,86^{d}	te	287,27 ±2,46^{i}	te	223,44 ±0,43^{i}
	3	te	te	te	170,89 ±0,22^{e}	te	894,50 ±13,57^{g}	te	315,86 ±3,87^{g}	te	101,36 ±0,08^{d}	te	1353,16 ±4,05^{b}	te	353,69 ±2,10^{g}	te	314,23 ±1,69^{c}
B	1	te	te	te	te	te	2055,57 ±31,18^{a}	te	228,37 ±1,19^{k}	te	70,29 ±0,15^{f}	te	167,51 ±0,40^{e}	te	211,68 ±0,23^{k,l}	te	117,11 ±0,28^{m}
	2	te	te	te	te	te	te	te	250,54 ±7,43^{i}	te	te	te	125,19 ±1,07^{h}	te	168,34 ±2,20^{m}	te	106,71 ±3,48^{n}
	3	te	te	te	te	te	1921,65 ±3,96^{b}	te	409,26 ±1,94^{d}	te	101,39 ±2,54^{d}	te	349,56 ±4,96^{d}	te	302,90 ±2,29^{h}	te	239,02 ±2,75^{g}
PE	1	te	te	te	24,53 ±0,56^{m}	te	te	te	114,18 ±3,70^{m}	te	te	te	39,46 ±0,14^{o,p,q}	te	te	te	te
	2	te	te	te	35,03 ±0,28^{l}	te	te	te	te	te	te	te	49,09 ±0,20^{m,n,o}	te	te	te	te
	3	te	te	te	34,45 ±2,48^{l}	te	te	te	186,96 ±0,56^{l}	te	te	te	52,39 ±0,49^{l,m}	te	te	te	56,25 ±0,38^{r}
H	1	te	te	te	66,09 ±2,30^{i}	te	te	te	92,57 ±1,01^{n}	te	te	te	101,48 ±0,78^{i}	te	te	te	70,65 ±1,44^{p}
	2	te	te	te	18,14 ±0,29^{n}	te	te	te	65,05 ±0,66^{p}	te	te	te	76,95 ±1,27^{j,k}	te	12,37 ±0,35^{p}	te	63,53 ±0,21^{q}
	3	te	te	te	42,13 ±0,89^{k}	te	te	te	94,44 ±1,03^{n}	te	te	te	59,11 ±2,47^{l}	te	te	te	58,85 ±0,29^{r}

*Ortalama (çift tekrar) ± Standart sapma,
te: tespit edilemedi, EA: etil asetat, B: bütanol, PE: petrol eteri, H: hekzan, SE: çözücü ekstraksiyonu, AH: asidik hidroliz, PRCA: protokatekuik asit, VAN: vanilik asit, GA: gallik asit, ELA: ellagik asit, MYR: mirisetin, KAM: kamferol, KAMG: kamferol-3-glikozit, IQU: izokuersitrin.
a–y Farklı ekstraksiyon ortamlarında iğde örneklerindeki fenolik bileşen ortalamalarında önemli farklılıklar olduğunu gösterir ($p < 0,05$).

İğde yaprağının (3 nolu örnek) metanol çözücüsü ile gerçekleştirilen asidik hidroliz ekstraktının 280 nm'de alınan kromatogramı Şekil 4.5'te verilmiştir. Tespit edilen fenolik maddelerin maksimum absorpsiyon yaptığı dalga boyları 260, 280, 320 ve 360 nm'dir. 280 nm'de alınan kromatogramda pikler tam olarak ayrılmamış görülse de diğer dalga boylarında alınan kromatogramlarda pikler tam olarak ayrılmıştır. İğde yaprağı ekstraktlarında ise kateşin, epikateşin, epikateşin gallat, epigallokateşin, epigallokateşin gallat, 2-hidroksisinamik asit, resveratrol, ferulik asit, protokatekuik asit, *p*-kumarik asit, gallik asit, ellagik asit, vanilik asit, kuersetin, mirisetin, luteolin, kamferol, kamferol glikozit ve izokuersitrin olmak üzere 19 tane fenolik bileşik tespit edilmiştir (Çizelge 4.12). İğde yaprağı ekstraktlarında ana bileşen olarak kateşin, epikateşin ve epigallokateşin gallat belirlenmiştir. Asidik hidroliz sonrası kateşin ve epikateşin miktarları su ekstraktında azalırken, diğer çözücü ekstraktlarında artmıştır. Bazı çözücü ekstraktlarında epikateşin gallat, epigallokateşin ve epigallokateşin gallat gözlenirken asidik hidroliz sonrası tespit edilememiştir.



Şekil 4.5. İğde yaprağı metanol çözücüsü ile asidik hidroliz ekstraktının kromatogramı (280 nm) (1: kateşin, 2: epikateşin, 3: kamferol glikozit, 4: isokuersitrin, 5: 2-hidroksisinamik asit, 6: kuersetin, 7: kamferol)

Çizelge 4.12. İğde yaprağı ekstraktlarının fenolik bileşik içeriği (mg /kg örnek)

Çözücü	Örnek	CAT		ECAT		ECATG		EGCAT		EGCATG		2-HCA		PCA		FER		RES	
		SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH
W	1	36443,94 ±5,33^{g}	2607,88 ±37,69^{t,u}	5760,42 ±5,33^{i}	3292,62 ±69,29^{l,m}	te	te	4336,57 ±181,37^{a}	te	7128,61 ±81,38^{a}	te	te	te	438,59 ±5,12^{b}	222,27 ±2,45^{f}	221,05 ±3,40^{e}	135,08 ±2,13^{f}	98,55 ±0,28^{a}	te
	2	8508,06 ±22,39^{q}	4942,10 ±24,27^{s}	te	3317,74 ±15,34^{l}	te	te	te	te	5694,73 ±26,32^{c}	te	te	te	397,68 ±4,95^{c}	268,34 ±1,87^{e}	260,44 ±1,86^{b}	294,70 ±1,83^{a}	te	te
	3	29772,78 ±1,02^{j}	2490,41 ±4,24^{t,u}	6979,60 ±144,13^{h}	2675,43 ±31,17^{o}	te	te	te	te	te	te	te	te	461,97 ±3,83^{a}	279,18 ±0,45^{d}	256,19 ±4,93^{c}	225,39 ±3,31^{d}	77,18 ±1,00^{b}	te
M	1	6853,91 ±71,82^{r}	86392,58 ±131,38^{c}	te	3465,69 ±61,44^{k,l}	te	te	te	te	te	te	te	1885,96 ±9,04^{a}	te	te	te	te	te	te
	2	6540,08 ±60,27^{r}	20197,26 ±46,12^{m}	te	3100,77 ±27,02^{n}	te	te	te	te	te	te	te	1018,34 ±1,08^{f}	te	te	te	te	te	te
	3	5333,56 ±22,94^{s}	84634,63 ±301,29^{d}	te	3629,17 ±66,40^{k}	te	te	te	te	te	te	te	1634,52 ±0,51^{b}	te	te	te	te	te	te
E	1	1042,56 ±84,09^{v,w}	46915,86 ±111,70^{f}	te	32833,96 ±206,83^{b}	te	te	te	te	5088,96 ±109,44^{d}	te	223,96 ±1,58^{p}	1559,77 ±6,35^{c}	22,13 ±0,88^{g}	te	34,39 ±0,73^{g}	te	te	te
	2	1104,34 ±66,87^{v}	16109,41 ±119,46^{n}	te	11613,29 ±129,35^{e}	te	te	te	te	6081,81 ±61,64^{b}	te	84,02 ±1,10^{r}	1011,50 ±5,74^{g}	18,84 ±0,13^{g}	te	te	te	te	te
	3	611,98 ±2,83^{w,x}	50055,06 ±349,08^{e}	te	41246,46 ±231,33^{a}	te	te	te	te	2267,47 ±21,82^{e}	te	151,42 ±0,23^{q}	1455,14 ±1,32^{d}	18,79 ±0,09^{g}	te	27,43 ±0,24^{h}	te	te	te
A	1	213,58 ±0,77^{x,y}	254271,45 ±926,96^{a}	47,64 ±0,62^{q}	11918,79 ±114,62^{d}	te	te	te	te	337,00 ±19,89^{f}	te	32,85 ±0,16^{s}	1251,55 ±0,61^{e}	4,06 ±0,05^{h}	te	9,24 ±0,02^{i,j}	te	te	te
	2	320,59 ±5,82^{x,y}	31744,81 ±127,75^{h}	39,74 ±2,11^{q}	te	te	te	te	te	321,25 ±0,27^{f}	te	18,31 ±0,31^{u}	673,20 ±4,46^{j}	2,63 ±0,01^{h}	te	10,02 ±0,04^{i}	te	te	te
	3	150,74 ±0,49^{y}	246637,13 ±446,40^{b}	37,03 ±0,74^{q}	12278,12 ±24,32^{c}	te	te	te	te	320,01 ±0,41^{f}	te	28,73 ±0,05^{s,t}	1002,64 ±4,58^{h}	3,52 ±0,01^{h}	te	7,32 ±0,01^{i,j,k}	te	te	te

*Ortalama (çift tekrar) ± Standart sapma,
te: tespit edilemedi, W: su, M: metanol, E: etanol, A: aseton, SE: çözücü ekstraksiyonu, AH: asidik hidroliz, CAT: kateşin, ECAT: epikateşin, ECATG: epikateşin gallat, EGCAT: epigallokateşin, EGCATG: epigallokateşin gallat, 2-HCA: 2-hidroksisinamik asit, PCA: *p*-kumarik asit, FER: ferulik asit, RES: resveratrol.
a–y Farklı ekstraksiyon ortamlarında iğde örneklerindeki fenolik bileşen ortalamalarında önemli farklılıklar olduğunu gösterir ($p < 0,05$).

Çizelge 4.12. İğde yaprağı ekstraktlarının fenolik bileşik içeriği (mg /kg örnek) (devam)

Çözücü	Örnek	CAT		ECAT		ECATG		EGCAT		EGCATG		2-HCA		PCA		FER		RES	
		SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH
EA	1	te	2296,19 ±2,68^{u}	35,38 ±0,14^{q}	te	379,33 ±23,41^{a,b}	te	41,70 ±0,44^{b}	te	te	te	24,68 ±0,02^{t}	657,24 ±0,20^{k}	1,74 ±0,03^{h}	te	7,73 ±0,23^{i,j,k}	te	te	te
	2	te	2796,38 ±11,59^{t}	28,35 ±1,51^{q}	3108,95 ±6,20^{m,n}	345,48 ±16,73^{c}	te	30,58 ±0,30^{b}	te	te	te	10,35 ±0,13^{v}	525,31 ±0,39^{m}	0,72 ±0,03^{h}	te	5,18 ±0,12^{k}	te	te	te
	3	te	15074,67 ±94,95^{o}	te	4524,92 ±118,55^{j}	342,66 ±0,94^{c}	te	39,59 ±1,45^{b}	te	te	te	13,05 ±0,16^{u,v}	627,64 ±1,31^{l}	0,36 ±0,03^{h}	te	4,30 ±0,08^{k}	te	te	te
B	1	75,75 ±2,06^{y}	31234,41 ±62,34^{i}	te	11929,70 ±67,38^{d}	te	te	te	te	249,08 ±12,19^{f}	te	16,16 ±0,13^{u}	819,83 ±0,57^{i}	te	te	5,96 ±0,11^{j,k}	te	te	te
	2	112,42 ±1,56^{y}	9275,74 ±16,76^{p}	te	9734,38 ±2,15^{g}	te	te	te	te	266,80 ±0,33^{f}	te	13,03 ±0,52^{u,v}	423,61 ±2,14^{o}	te	te	6,63 ±0,08^{i,j,k}	te	te	te
	3	42,82 ±0,01^{y}	27056,94 ±145,49^{k}	te	10161,27 ±41,27^{f}	te	te	te	te	256,07 ±0,98^{f}	te	16,64 ±0,05^{u}	508,77 ±1,14^{n}	te	te	4,67 ±0,01^{k}	te	te	te
PE	1	te	te	te	te	392,55 ±0,39^{a}	te	te	te	te	te	te	te	0,34 ±0,02^{h}	te	te	te	1,73 ±0,01^{c}	te
	2	te	te	te	te	360,91 ±3,20^{b,c}	te	te	te	te	te	te	te	0,27 ±0,04^{h}	te	te	te	te	te
	3	te	te	te	te	371,45 ±1,71^{a,b,c}	te	te	te	te	te	te	te	0,38 ±0,02^{h}	te	te	te	1,61 ±0,01^{c}	te
H	1	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te
	2	te	23744,62 ±421,49^{l}	te	422,24 ±1,75^{p}	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te
	3	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te

*Ortalama (çift tekrar) ± Standart sapma,
te: tespit edilemedi, EA: etil asetat, B: bütanol, PE: petrol eteri, H: hekzan, SE: çözücü ekstraksiyonu, AH: asidik hidroliz, CAT: kateşin, ECAT: epikateşin, ECATG: epikateşin gallat, EGCAT: epigallokateşin, EGCATG: epigallokateşin gallat, 2-HCA: 2-hidroksisinamik asit, PCA: p-kumarik asit, FER: ferulik asit, RES: resveratrol.
a–y Farklı ekstraksiyon ortamlarında iğde örneklerindeki fenolik bileşen ortalamalarında önemli farklılıklar olduğunu gösterir ($p < 0,05$).

Çizelge 4.12. İğde yaprağı ekstraktlarının fenolik bileşik içeriği (mg /kg örnek) (devam)

Çözücü	Örnek	PRCA		VAN		GA		ELA		QU		MYR		LU		KAM		KAMG		IQU	
		SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH
W	1	te	113,44 ±0,25^{c}	te	614,33 ±0,97^{a}	638,11 ±15,30^{c}	1126,74 ±3,39^{b}	te	te	te	te	te	108,42 ±0,22^{b}	te	te	te	te	796,33 ±2,23^{c}	te	te	293,76 ±0,49^{l}
	2	te	425,10 ±0,98^{a}	te	te	217,70 ±18,83^{e}	318,16 ±1,24^{d}	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	731,22 ±3,28^{e}	te	te
	3	te	133,64 ±1,57^{b}	te	378,40 ±2,93^{b}	664,77 ±0,85^{e}	2601,29 ±16,57^{a}	758,06 ±5,87^{a}	te	te	te	te	118,16 ±0,65^{a}	te	te	te	te	te	343,86 ±1,86^{n}	te	324,04 ±0,16^{j}
M	1	0,13 ±0,03^{e}	te	te	te	te	te	97,90 ±3,49^{b}	te	te	te	te	te	te	te	32,39 ±0,56^{l}	55,11 ±0,14^{f}	363,11 ±0,33^{m}	807,13 ±2,27^{b}	115,94 ±0,15^{p}	641,91 ±10,19^{a}
	2	1,33 ±0,12^{d,e}	te	te	te	te	te	te	te	te	186,40 ±1,60^{b}	te	te	te	te	16,42 ±0,39^{n}	31,08 ±0,07^{l}	239,01 ±0,90^{q}	810,88 ±9,98^{b}	54,44 ±0,30^{r}	368,10 ±4,17^{i}
	3	2,49 ±0,09^{d}	te	te	te	te	te	te	te	te	69,76 ±0,57^{d}	te	te	te	te	33,47 ±0,23^{k,l}	36,70 ±0,22^{j,k}	408,07 ±1,11^{k}	768,46 ±2,39^{d}	107,96 ±0,08^{q}	566,77 ±1,27^{b}
E	1	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	32,84 ±0,11^{l}	42,17 ±0,80^{i}	te	617,74 ±6,25^{i}	te	465,82 ±5,86^{f}
	2	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	21,24 ±2,17^{m}	45,82 ±0,04^{h}	te	828,74 ±4,58^{a}	te	433,92 ±0,59^{g}
	3	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	32,83 ±6,61^{l}	50,37 ±0,55^{g}	te	685,31 ±4,17^{f}	te	496,20 ±0,11^{e}
A	1	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	5,38 ±0,05^{p}	39,95 ±0,03^{i,j}	te	653,21 ±0,03^{h}	te	507,99 ±3,51^{d}
	2	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	30,87 ±0,28^{l}	te	667,99 ±5,79^{g}	te	305,00 ±1,36^{k}
	3	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	5,76 ±0,03^{p}	79,63 ±0,49^{e}	te	689,96 ±0,06^{f}	te	547,38 ±5,86^{c}

*Ortalama (çift tekrar) ± Standart sapma,
te: tespit edilemedi, W: su, M: metanol, E: etanol, A: aseton, SE: çözücü ekstraksiyonu, AH: asidik hidroliz, PRCA: protokatekuik asit, VAN: vanilik asit, GA: gallik asit, ELA: ellagik asit, QU: kuersetin, MYR: mirisetin, LU: luteolin, KAM: kamferol, KAMG: kamferol-3-glikozit, IQU: izokuersitrin.
a–y Farklı ekstraksiyon ortamlarında iğde örneklerindeki fenolik bileşen ortalamalarında önemli farklılıklar olduğunu gösterir ($p < 0,05$).

Çizelge 4.12. İğde yaprağı ekstraktlarının fenolik bileşik içeriği (mg /kg örnek) (devam)

Çözücü	Örnek	PRCA		VAN		GA		ELA		QU		MYR		LU		KAM		KAMG		IQU	
		SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH	SE	AH
EA	1	te	te	te	te	te	te	3,49 ±0,01^{e}	te	te	169,92 ±1,57^{c}	te	te	te	te	te	465,08 ±1,44^{b}	te	519,47 ±2,06^{j}	te	289,56 ±1,16^{l}
	2	te	te	te	te	te	te	te	te	te	200,52 ±0,96^{a}	te	te	te	te	te	213,72 ±1,79^{c}	te	345,50 ±0,48^{n}	te	224,11 ±1,29^{n}
	3	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	545,00 ±2,29^{a}	te	325,32 ±4,95^{o}	te	378,68 ±1,88^{h}
B	1	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	57,54 ±1,53^{f}	te	388,88 ±4,23^{l}	te	320,88 ±2,72^{j}
	2	te	te	te	te	te	te	3,99 ±0,04^{e}	te	te	te	te	te	te	69,07 ±0,01^{a}	te	31,35 ±0,57^{l}	6,04 ±0,08^{t}	324,64 ±1,75^{o}	te	183,57 ±3,03^{o}
	3	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	3,14 ±0,32^{p}	149,38 ±2,15^{d}	te	267,86 ±0,87^{p}	te	272,03 ±0,28^{m}
PE	1	te	te	te	te	te	te	te	46,09 ±0,17^{d}	te	28,53 ±0,08^{e}	te	14,73 ±0,06^{c}	te	te	te	24,08 ±0,09^{m}	te	3,92 ±0,02^{t}	te	12,68 ±0,02^{t}
	2	te	te	te	te	te	te	te	52,63 ±0,17^{c}	te	29,90 ±0,12^{e}	te	te	te	te	te	11,95 ±0,04^{o}	te	15,10 ±0,07^{s}	te	12,75 ±0,03^{t}
	3	te	te	te	te	te	te	te	48,44 ±0,23^{e,d}	te	28,66 ±0,12^{e}	te	14,78 ±0,09^{c}	te	te	te	16,61 ±0,10^{n}	te	te	te	20,85 ±0,08^{s}
H	1	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	10,64 ±0,05^{s,t}	te	15,65 ±0,08^{s,t}
	2	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	41,82 ±0,10^{r}	te	20,45 ±0,08^{s}
	3	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	7,94 ±0,08^{t}	te	16,45 ±0,08^{s,t}

*Ortalama (çift tekrar) ± Standart sapma,
te: tespit edilemedi, EA: etil asetat, B: bütanol, PE: petrol eteri, H: hekzan, SE: çözücü ekstraksiyonu, AH: asidik hidroliz, PRCA: protokatekuik asit, VAN: vanilik asit, GA: gallik asit, ELA: ellagik asit, QU: kuersetin, MYR: mirisetin, LU: luteolin, KAM: kamferol, KAMG: kamferol-3-glikozit, IQU: izokuersitrin.
a–y Farklı ekstraksiyon ortamlarında iğde örneklerindeki fenolik bileşen ortalamalarında önemli farklılıklar olduğunu gösterir ($p < 0,05$).

Epigallokateşin gallat ve epikateşin gallat epimerizasyonu sonucunda bozunma ürünü olarak gallik asit, epigallokateşin ve epikateşin miktarlarında artışlar oluşmaktadır. Aynı şekilde epikateşin gallat ve epikateşin epimerizasyonu sonucunda epikateşin gallat ve epikateşin miktarları azalırken, kateşin gallat ve kateşin miktarları artmaktadır. Ekstraksiyon sırasında ısıl işlem uygulandığında epigallokateşin gallat ve epikateşin gallat parçalanmakta ve gallik aside dönüşerek gallik asit miktarını arttırmaktadır. Ayrıca epigallokateşin gallat konsantrasyonu arttıkça, düşük pH'deki stabilitesi artar ve bozulması azalır. Epigallokateşin epimerizasyonda baskın olduğu için ısıl işlem sırasında miktarı artıyor gibi görünse de uzun süre ısıl işleme maruz kaldığında azalmaya başlar. Kateşinin oksidasyon hızı artan pH ile doğrudan arttığı için, kateşin genel olarak asidik ortamda kararlıdır (Li ve ark., 2012, 2013; Roginsky ve Alegria, 2005).

Literatürdeki araştırmalara bakıldığında; Zhu ve ark. (2018) yaptığı çalışmada *E. pungens* yaprak ekstraktında kuersetin, kamferol ve isorhamnetin tespit edilmiştir. Ishaq ve ark. (2015) yaptığı çalışmada iğde (*E. umbellata*) meyvesinin sıcak sulu ekstraktında gallik asit (0,286 ± 0,010 µg /g), vanilik asit (0,781 ± 0,04 µg /g), sinapik asit (1,24 ± 0,1 µg /g), kumarik asit (3,00 ± 0,07 µg /g), ferulik asit (0,81 ± 0,06 µg /g) ve kafeik asit (3,19 ± 0,2 µg /g) tespit edilmiştir. İğde (*E. umbellata*) meyvesi ve yaprağı ile farklı çözücü ortamlarında yapılan bir çalışmada; iğde meyvesi etil asetat ekstraktında fumarik asit (2600,36 mg /kg), 4-hidroksibenzoik asit (10,00 mg /kg), rutin (0,32 mg /kg) ve morin (5,79 mg /kg); iğde meyvesi etanol ekstraktında fumarik asit (273,90 mg /kg) ve 4-hidroksibenzoik asit (3,35 mg /kg); iğde meyvesi aseton ekstraktında fumarik asit (425,56 mg /kg), gentisik asit (6,25 mg /kg), 4-hidroksibenzoik asit (3,66 mg /kg) ve morin (9,72 mg /kg); iğde meyvesi metanol ekstraktı fumarik asit (1203,01 mg /kg) ve 4-hidroksibenzoik asit (9,68 mg /kg); iğde meyvesi su ekstraktı fumarik asit (1770,71 mg /kg) ve 4-hidroksibenzoik asit (10,30 mg /kg); iğde yaprağı etil asetat ekstraktı fumarik asit (7,82 mg /kg), genistik asit (6,95 mg /kg), 4-hidroksibenzoik asit (10,00 mg /kg), siringik asit (17,52 mg /kg), rutin (116,00 mg /kg), ellagik asit (1,16 mg /kg), kuersetin-3-β-D-glikozit (1,59 mg /kg), naringin (4,35 mg /kg), neohesperidin (110,64 mg /kg), hesperidin (175,09 mg /kg), morin (10,61 mg /kg) ve sinamik asit (8,60 mg /kg); iğde yaprağı aseton ekstraktı fumarik ekstraktı (1359,82 mg /kg), 4-hidroksibenzoik asit (18,34 mg /kg), vanilik asit (18,13 mg /kg), rutin (236,43 mg /kg), kuersetin-3-β-D-

glikozit (1,12 mg /kg), naringin (7,02 mg /kg), diosmin (74,35 mg /kg), neohesperidin (223,87 mg /kg), hesperidin (356,11 mg /kg) ve morin (25,15 mg /kg); iğde yaprağı etanol ekstraktı fumarik ekstraktı (2113,06 mg /kg), genistik asit (12,31 mg /kg), 4-hidroksibenzoik asit (12,07 mg /kg), vanilik asit (13,76 mg /kg), siringik asit (30,74 mg /kg), rutin (326,55 mg /kg), ellagik asit (146,54 mg /kg), kuersetin-3-β-D-glikozit (14,80 mg /kg), naringin (12,84 mg /kg), neohesperidin (312,22 mg /kg) ve hesperidin (498,05 mg /kg); iğde yaprağı metanol ekstraktı fumarik ekstraktı (4767,98 mg /kg), genistik asit (15,17 mg /kg), 4-hidroksibenzoik asit (14,44 mg /kg), protokatekuik asit (34,76 mg /kg), siringik asit (38,01 mg /kg), rutin (412,32 mg /kg), ellagik asit (225,89 mg /kg), kuersetin-3-β-D-glikozit (13,08 mg /kg), naringin (15,34 mg /kg), neohesperidin (388,43 mg /kg) ve hesperidin (623,78 mg /kg); iğde yaprağı su ekstraktı fumarik ekstraktı (131,67 mg /kg), genistik asit (10,52 mg /kg), kateşin (13,79 mg /kg), 4-hidroksibenzoik asit (9,82 mg /kg), protokatekuik asit (22,97 mg /kg), vanilik asit (10,92 mg /kg), siringik asit (25,27 mg /kg), rutin (160,43 mg /kg), ellagik asit (71,34 mg /kg), kuersetin-3-β-D-glikozit (0,75 mg /kg), naringin (5,21 mg /kg), diosmin (44,36 mg /kg), neohesperidin (152,17 mg /kg), hesperidin (241,93 mg /kg) ve morin (14,88 mg /kg) tespit edilmiştir (Ozen ve ark., 2017). Nazir ve ark. (2018) tarafından yapılan bir çalışmada ise, HPLC-UV ile iğde (*E. umbellata* Thunb.) meyvesi metanol ekstraktında malik asit, gallik asit, askorbik asit, klorojenik asit, epigallokateşin gallat, kuersetin, morin, ellagik asit, kateşin hidrat, rutin, pirogalol ve mandelik asit; kloroform ekstraktında klorojenik asit, epigallokateşin gallat, kuersetin, morin, ellagik asit, kateşin hidrat, rutin ve pirogalol; etil asetat ekstraktında gallik asit, kuersetin, rutin, pirogalol ve mandelik asit fenolik bileşikleri tespit edilmiştir.

4.3. İğde Ununun Fizikokimyasal Özellikleri

İğde ununun toplam yağ, toplam şeker, toplam protein, toplam nişasta, toplam karbohidrat, toplam diyet lif, kuru madde, nem, kül ve titre edilebilir asitlik içerikleri Çizelge 4.13'te verilmiştir.

Çizelge 4.13. İğde ununun fizikokimyasal özellikleri

Fizikokimyasal Özellik (%)	
Toplam yağ	11,67 ± 0,31
Toplam protein	5,98 ± 0,38
Toplam nişasta	10,70 ± 0,10
Toplam şeker	47,06 ± 3,38
Toplam karbohidrat	57,76 ± 3,38
Kuru madde	71,35 ± 0,63
Nem	28,65 ± 0,63
Kül	2,59 ± 0,02
Asitlik	1,30 ± 0,01
Diyet Lif	19,65 ± 0,35

Cansev ve ark. (2011) yaptığı çalışmada *Elaeagnus angustifolia* meyvesinin protein içeriği %4,64 ± 0,88; toplam çözünebilir şeker içeriği %70,61 ± 3,76; yağ içeriği %0,47 ± 0,10; nem içeriği %26,52 ± 0,16; kül içeriği %1,24 ± 0,09; ham lif içeriği %4,07 ± 0,19 ve toplam titre edilebilir asitlik değeri %1,84 ± 0,68 olarak bulunmuştur.

4.4. İğde Ununun Sterilizasyonu

İğde ununun sterilizasyon öncesi ve 121°C'de belirli sürelerde (1, 2, 3, 4 ve 5 dk) sterilizasyonu sonrası belirlenen toplam fenolik madde, toplam yağ, toplam şeker, toplam protein, toplam nişasta ve toplam karbohidrat içerikleri Çizelge 4.14'te verilmiştir. Elde edilen veriler MİNİTAB 17.0 (Minitab Inc., Stage College, PA) istatistik programı kullanılarak tek yönlü ANOVA (sterilizasyon süreleri her bir fizikokimyasal özellik için için ayrı ayrı olarak, $p < 0,05$) ile istatiksel olarak analiz edilmiştir.

Çizelge 4.14. İğde ununun sterilizasyon öncesi ve sonrası fizikokimyasal özellikleri

Zaman (dk)	TY (%)	TP (%)	TN (%)	TS (%)	TK (%)	TPC (mg GAE/g)
0	11,67±0,31^{f}	5,98±0,38^{d}	10,70±0,10^{c}	47,06±3,38^{b}	57,76±3,38^{d}	18,83±1,09^{c}
1	12,31±0,74^{c}	5,95±0,38^{d}	3,90±0,19^{f}	42,80±3,07^{f}	46,70±3,08^{f}	18,18±0,83^{c}
2	12,39±0,88^{b}	6,20±0,40^{c}	10,12±0,70^{d}	51,87±3,73^{a}	61,99±3,80^{b}	20,28±0,41^{b}
3	14,29±0,10^{a}	6,25±0,40^{c}	6,54±0,01^{e}	46,64±3,35^{c}	53,18±3,35^{e}	21,11±0,51^{a,b}
4	11,71±0,89^{e}	6,67±0,43^{a}	16,08±0,47^{b}	44,54±3,20^{e}	60,62±3,23^{c}	20,47±0,50^{b}
5	11,82±0,31^{d}	6,54±0,42^{b}	18,70±2,09^{a}	46,02±3,31^{d}	64,73±3,91^{a}	22,11±0,46^{a}

TY: toplam yağ, TP: toplam protein, TN: toplam nişasta, TS: toplam şeker, TK: toplam karbohidrat, TPC: toplam fenolik madde

İğde ununun farklı sterilizasyon süreleri sonucunda elde edilen veriler ile sterilize edilmeyen iğde unu (0. dk) verileri ANOVA kullanılarak istatistiksel olarak incelenmiş ve belirlenen *p*-değerleri Çizelge 4.15'te verilmiştir.

Çizelge 4.15. İğde ununun sterilizasyonunun istatistiksel analizi

	p-değeri
0 - 1 dk	0,76
0 - 2 dk	0,89
0 - 3 dk	0,96
0 - 4 dk	0,92
0 - 5 dk	0,82

Sterilize edilmeyen iğde unu ile 1 dk sterilize edilmiş iğde ununun fizikokimyasal özellikleri arasında % 24 benzerlik olduğu ve sterilizasyon süresi arttıkça benzerlik oranında azalmalar olduğu görülmüştür. Bu nedenle enkapsülasyon işleminde kullanılacak olan iğde ununun 121°C'de optimum sterilizasyon süresi 1 dk olarak belirlenmiştir.

4.5. Probiyotik Bakterinin İğde Unu Üzerine Enkapsüle Edilmesi ve Optimum Koşulların Belirlenmesi

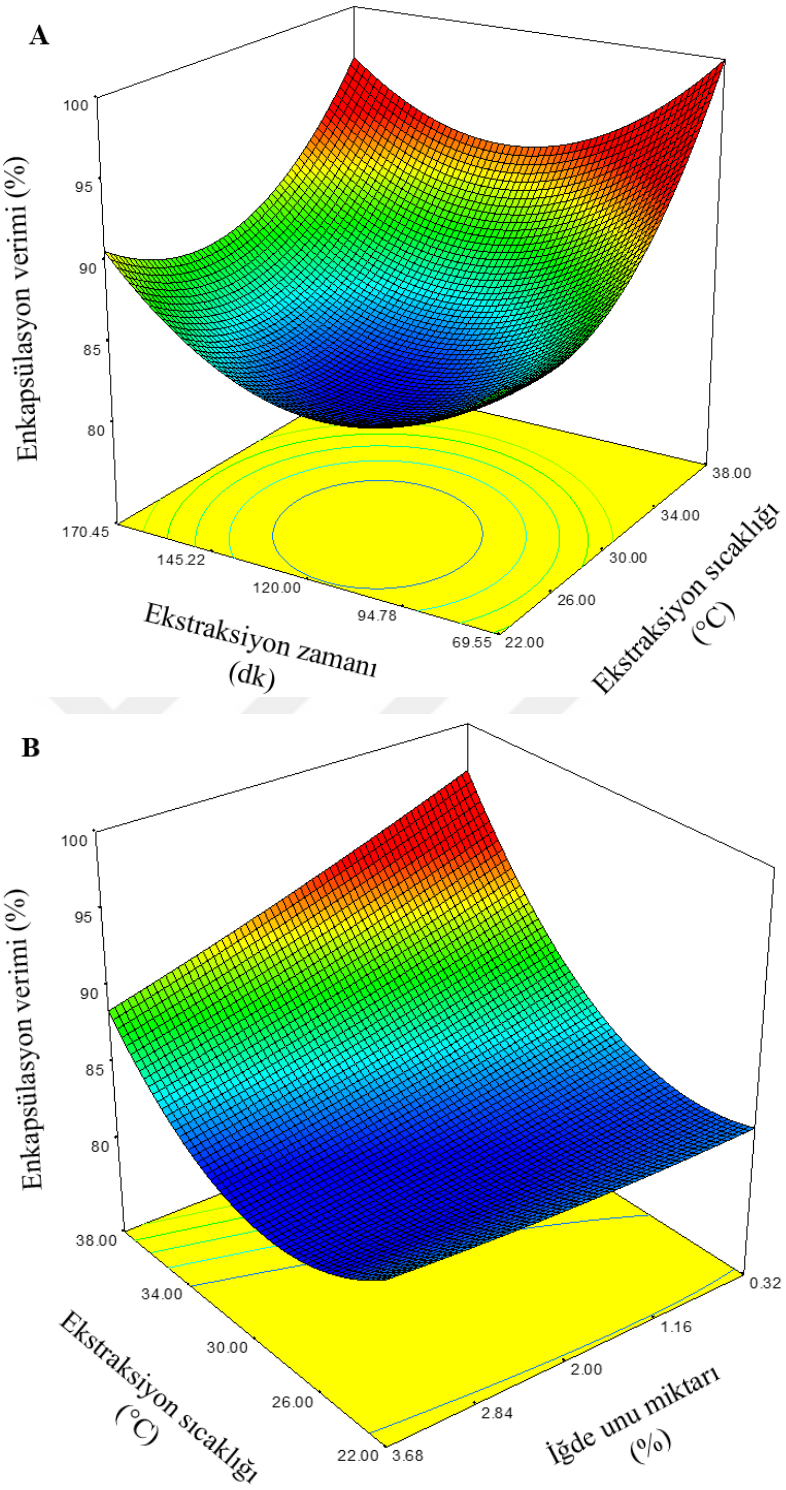
L. casei ve *L. acidophilus* probiyotik bakterilerinin iğde unu üzerine enkapsüle edilmesi için optimum koşulları belirlerken Çizelge 3.6'da verilen deneysel parametreler Şekil 3.5'te belirtilen analiz şemasına göre gerçekleştirilmiştir. Elde edilen mikrokapsüllerin bakteri sayımları gerçekleştirilerek enkapsülasyon verimleri (%) hesaplanmış ve elde edilen verilerin Design Expert 7.0.0 (Stat-Ease inc. USA) programı kullanılarak ANOVA analizleri gerçekleştirilmiştir. ANOVA analizi sonrası *L. casei* ve *L. acidophilus* için Çizelge 4.16'te verilen ikinci dereceden polinom denklemleri hesaplanmıştır.

Çizelge 4.16. *L. casei* ve *L. acidophilus* için ikinci dereceden polinom denklemleri

Bakteri Türü	İkinci dereceden polinom denklemi
L. casei	$y=82,62+2,79x_1-0,074x_2-1,13x_3-0,59x_1x_2-0,83x_1x_3+1,98x_1^2+2,06x_2^2$
L. acidophilus	$y=62,60-1,73x_1-0,68x_2-0,81x_3+1,04x_1x_2+2,55x_2x_3+1,64x_1^2+1,04x_2^2+2,90x_3^2$

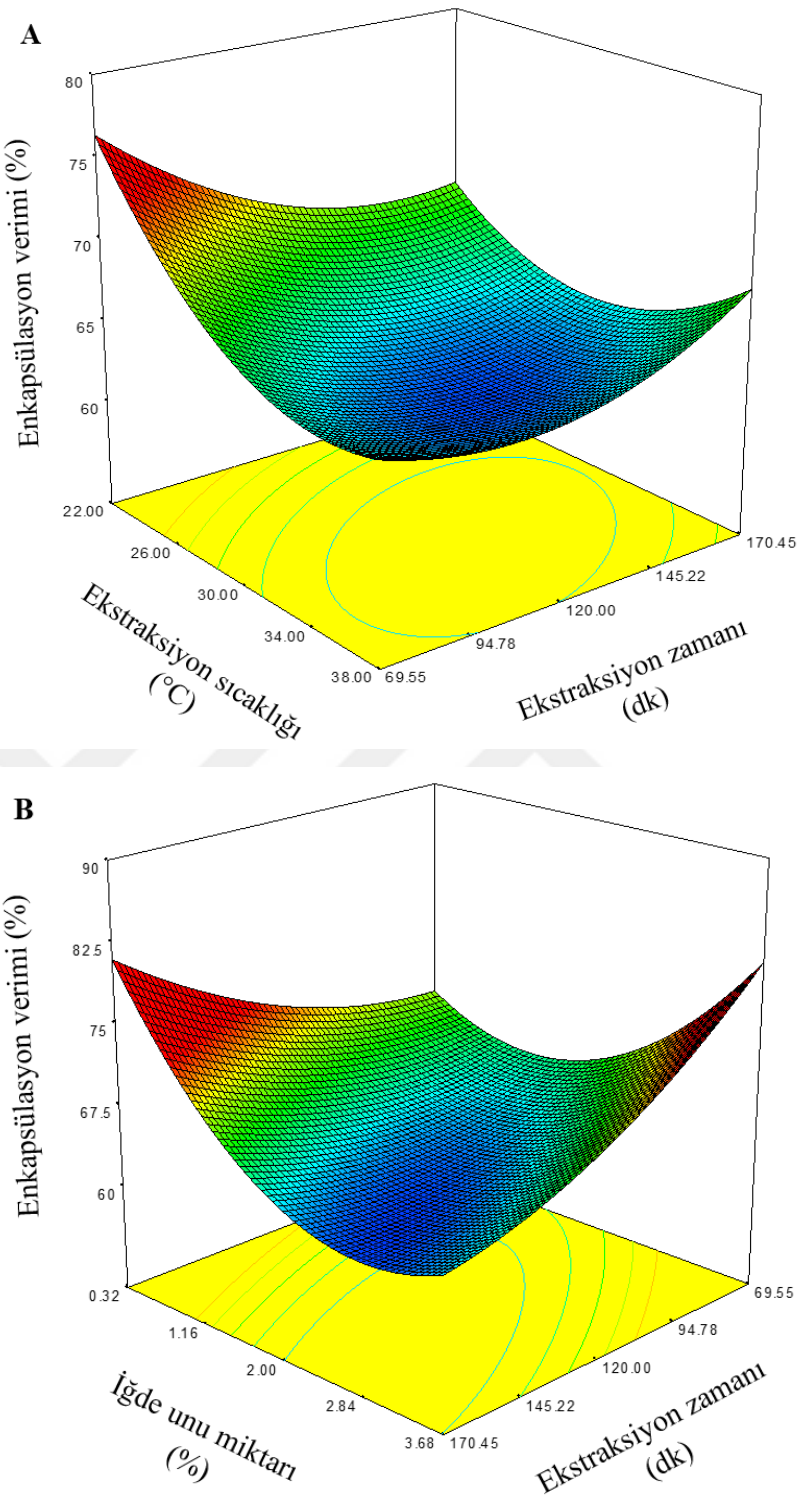
x_1; ekstraksiyon sıcaklığı, x_2; ekstraksiyon zamanı, x_3; iğde unu miktarı

İğde unu üzerine probiyotik bakterilerin enkapsülasyonunda etkili faktörlerin (ekstraksiyon sıcaklığı (°C), ekstraksiyon zamanı (dk) ve iğde unu miktarı (%)) ANOVA analizine göre enkapsülasyon verimi üzerindeki etkisini gösteren yüzey analiz grafikleri Şekil 4.6'da (*L. casei*) ve Şekil 4.7'de (*L. acidophilus*) verilmiştir.



Şekil 4.6. İğde unu üzerine *L.casei* probiyotik bakterisinin enkapsülasyon verimi için üç boyutlu yüzey analizi grafikleri A) ekstraksiyon zamanı ve ekstraksiyon sıcaklığının enkapsülasyon verimine etkisi, B) iğde unu miktarı ve ekstraksiyon sıcaklığının enkapsülasyon verimine etkisi

İğde unu üzerine *L.casei* probiyotik bakterisinin enkapsülasyon verimi için ekstraksiyon süresi sabitken ekstraksiyon sıcaklığı arttıkça enkapsülasyon verimi artış göstermektedir. Aynı şekilde ekstraksiyon sıcaklığı sabitken ekstraksiyon zamanı arttıkça belirli bir süreye kadar enkapsülasyon verimi azalma gösterirken belirli bir süreden sonra artış göstermektedir. Ekstraksiyon sıcaklığı 38°C ve ekstraksiyon zamanı 69 dk iken enkapsülasyon verimi %100 iken ekstraksiyon zamanı 170 dk'ya çıkartıldığında verim %95'e düşmüştür. 22°C'de 170 dk enkapsülasyon işlemi gerçekleştirildiğinde enkapsülasyon verimi %90 civarında tespit edilmiştir (Şekil 4.1a). İğde unu miktarı ile ekstraksiyon sıcaklığı etkisi incelendiğinde iğde unu miktarı sabitken ekstraksiyon sıcaklığı arttıkça enkapsülasyon veriminin arttığı, ekstraksiyon sıcaklığı sabitken iğde unu miktarı arttıkça enkapsülasyon veriminde ciddi bir değişim olmadığı görülmüştür. İğde unu miktarı %0,32 iken yüksek sıcaklıkta (38°C) enkapsülasyon işlemi gerçekleştirildiğinde verim %97'lere ulaşmıştır (Şekil 4.1b).



Şekil 4.7. İğde unu üzerine *L.acidophilus* probiyotik bakterisinin enkapsülasyon verimi için üç boyutlu yüzey analizi grafikleri A) ekstraksiyon zamanı ve ekstraksiyon sıcaklığının enkapsülasyon verimine etkisi, B) iğde unu miktarı ve ekstraksiyon zamanının enkapsülasyon verimine etkisi

İğde unu üzerine *L.acidophilus* probiyotik bakterisinin enkapsülasyon verimi için ekstraksiyon süresi sabitken ekstraksiyon sıcaklığı arttıkça enkapsülasyon verimi belirli bir sıcaklığa kadar azalmış (34°C) sıcaklık artmaya devam ettikçe enkapsülasyon verimi artış göstermeye başlamıştır. Enkapsülasyon işlemi 22°C'de ve 69 dk boyunca gerçekleştirildiğinde enkapsülasyon verimi maksimum seviyeye (%77) ulaşmıştır (Şekil 4.2a). İğde unu miktarı ile ekstraksiyon zamanının etkisi incelendiğinde iğde unu miktarı sabitken ekstraksiyon süresi arttıkça enkapsülasyon verimi azalmıştır. Ekstraksiyon süresi sabit tutulduğunda ise iğde unu miktarı %0,32'den %2 civarına gelene kadar enkapsülasyon verimi azalmış iğde unu miktarı daha fazla arttırıldığın enkapsülasyon verimi artmıştır. İğde unu miktarı minimum miktarda ekstraksiyon süreside en yüksek değerde iken ve iğde unu miktarı en yüksek miktarda ekstraksiyon süresi minimumda iken enkapsülasyon verimi en yüksek değerde bulunmuştur (Şekil 4.2b).

Probiyotik bakterilerin enkapsülasyon veriminin yanıt değerleri için ANOVA analiz sonuçları Çizelge 4.17'de verilmiştir. Enkapsülasyon sonucu bulunan deneysel değerler (% Verim) ile ANOVA analizi sonucu bulunan tahmini değerler (% Verim) Çizelge 4.18'de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Yanıt değerleri için ANOVA analizi sonuçları

Yöntem	*L. casei* (R^2 = 0,9888)					*L. acidophilus* (R^2 = 0,9511)				
	DF	SS	MS	*F* değeri	*P* değeri	DF	SS	MS	*F* değeri	*p* değeri
Model	9	240,81	26,76	97,88	<0,0001	9	271,69	30,19	21,62	<0,0001
Lack of fit	5	2,28	0,46	5,02	0,0505	5	9,59	1,92	2,19	0,2049
Pure error	5	0,45	0,091			5	4,38	0,88		

DF: Serbestlik derecesi, SS: Karelerin toplamı, MS: Ortalamaların karesi

Çizelge 4.18. *L. casei* ve *L. acidophilus* için enkapsülasyon veriminin (%) tahmini ve deneysel değerlere sahip merkezi kompozit dizayn tasarımı

Deney Numarası	Faktörler			Enkapsülasyon Verimi (%)			
				L. casei		*L. acidophilus*	
	x_1	x_2	x_3	Deneysel	Tahmini	Deneysel	Tahmini
1	-1	-1	-1	83,40	83,79	70,90	69,52
2	1	-1	-1	92,50	92,19	64,45	64,73
3	-1	1	-1	85,42	85,39	70,74	71,18
4	1	1	-1	91,40	91,45	71,68	70,55
5	-1	-1	1	83,40	83,76	73,52	73,74
6	1	-1	1	88,42	88,86	68,80	67,45
7	-1	1	1	83,48	84,21	66,40	65,20
8	1	1	1	86,93	86,96	62,62	63,08
9	-1,18	0	0	84,50	83,84	69,45	70,15
10	1,18	0	0	93,14	93,22	63,75	64,34
11	0	-1,18	0	89,20	88,88	65,79	66,67
12	0	1,18	0	88,89	88,63	63,98	64,39
13	0	0	-1,18	85,00	85,14	71,56	72,18
14	0	0	1,18	82,07	81,34	68,77	69,44
15	0	0	0	83,08	82,92	62,26	62,60
16	0	0	0	83,16	82,92	61,27	62,60
17	0	0	0	82,39	82,92	64,00	62,60
18	0	0	0	83,17	82,92	62,23	62,60
19	0	0	0	82,82	82,92	63,16	62,60
20	0	0	0	82,78	82,92	62,90	62,60

Design Expert 7.0.0 (Stat-Ease inc. USA) programı kullanılarak gerçekleştirilen ANOVA analizleri sonucu ekstraksiyon sıcaklığı, ekstraksiyon zamanı ve iğde unu miktarı için belirlenen optimum koşullar ile bu optimum koşullarda belirlenen tahmini ve deneysel değerler Çizelge 4.19'da verilmiştir.

Çizelge 4.19. Optimum çalışma koşulları ile tahmini ve deneysel değerler

	Optimum çalışma koşulları			**Maksimum enkapsülasyon verimi (%)**	
	Ekstraksiyon sıcaklığı (°C)	Ekstraksiyon zamanı (dk)	İğde unu miktarı (%)	Tahmini	Deneysel
L. casei	36,5	142,47	0,60	93,84	93,66 ± 2,58
L. acidophilus	36,5	145,41	0,68	74,00	74,97 ± 1,34

Fermantasyon sonucu temel ürün olarak laktik asit oluşturan *L. casei* ve *L. acidophilus* probiyotik bakterileri iğde unu ile hazırlanan *L. casei* ve *L. acidophilus* kapsüllerinin özellikle süt ürünü gibi gıda ürünlerinde katkı maddesi olarak kullanılıp ürün özelliklerinin geliştirilebileceği düşünülmektedir. Bu hipotezi doğrulamak için *L. casei* ve *L. acidophilus* probiyotik bakterileri optimum enkapsülasyon koşullarında probiyotik bakterilerin enkapsülasyonunda sıklıkla kullanılan yağsız süt tozu ile enkapsüle edilmiştir. Süt tozu ile yapılan enkapsülasyon işleminde yağ içeriği %0,2, protein içeriği %33,0 ve laktoz içeriği %54,1 olan yağsız süt tozu kullanılmıştır. *L. casei*-yağsız süt tozu kapsüllerinin enkapsülasyon verimi %86,43 ± 1,66 olarak bulunmuş ve *L. casei*-iğde unu kapsüllerinin enkapsülasyon veriminden (%93,66 ± 2,58) düşük olduğu görülmüştür. *L. acidophilus*-yağsız süt tozu kapsüllerinin enkapsülasyon verimi ise %76,54 ± 2,15 olarak bulunmuş ve *L. acidophilus*-iğde unu kapsüllerinin enkapsülasyon veriminden (%74,97 ± 1,34) yaklaşık %1,5 yüksek olduğu görülmüştür. Elde edilen bu sonuçlar iğde ununun probiyotik bakteri enkapsülasyonunda sıklıkla kullanılan yağsız süt tozu gibi kaplama materyallerine alternatif olarak kullanılabileceğini ve daha yüksek verimde kapsüllerin (yüksek canlılık) oluşturulacağını göstermiştir.

4.6. Serbest ve Enkapsüle Edilen Probiyotik Bakterilerin Depolama Süresince Canlılıkları

MRS Broth içerisinde aktive edilen serbest probiyotik bakteriler ve iğde unu ile enkapsüle edilen probiyotik bakteriler -24°C'de 1 ay boyunca depolanmıştır. Depolamanın 0, 7, 14, 21 ve 28. günleri serbest ve enkapsüle edilen probiyotik bakterilerin mikrobiyolojik analizleri gerçekleştirilerek canlı bakteri sayısı log kob/mL ve log kob/g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.20). Depolamanın başlangıcındaki canlı koloni sayısına karşılık haftalık olarak belirlenen canlı koloni sayısındaki kayıplar Çizelge 4.21'de verilerek Şekil 4.8'te grafiksel olarak gösterilmiştir.

Çizelge 4.20. Depolama süresi boyunca serbest ve enkapsüle edilmiş probiyotik bakterilerin canlılıkları (log kob /g-mL)

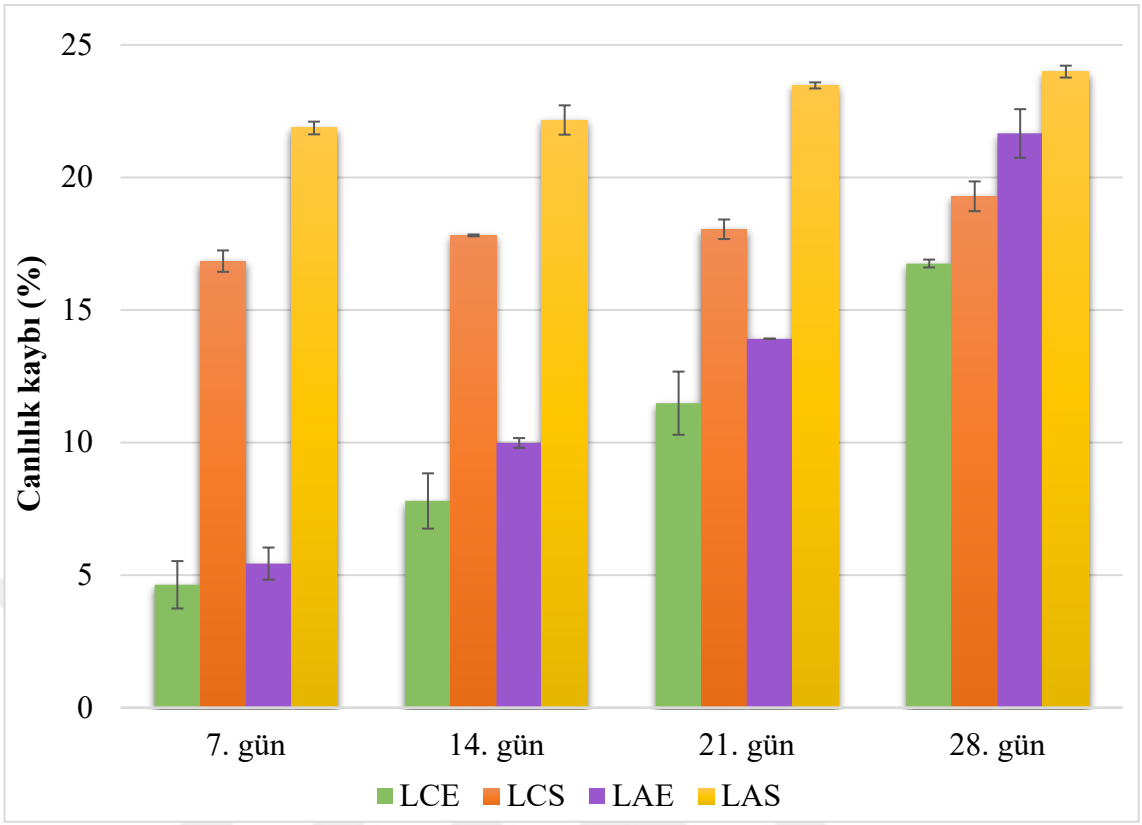
	Probiyotik bakteri canlılığı (log kob /g-mL)				
	0. Gün	**7. Gün**	**14. Gün**	**21. Gün**	**28. Gün**
LCE	9,49 ± 0,42	9,04 ± 0,29	8,75 ± 0,25	8,41 ± 0,53	7,90 ± 0,09
LCS	11,01 ± 0,10	9,16 ± 0,04	9,05 ± 0,01	9,02 ± 0,04	8,89 ± 0,06
LAE	7,71 ± 0,15	7,29 ± 0,05	6,94 ± 0,01	6,63 ± 0,22	6,01 ± 0,17
LAS	9,44 ± 0,40	7,39 ± 0,18	7,35 ± 0,05	7,22 ± 0,01	7,18 ± 0,12

LCE: enkapsüle *L. casei*, LCS: serbest *L. casei*, LAE: enkapsüle *L. acidophillus*, LAS: serbest *L. acidophillus*

Çizelge 4.21. Depolama süresi boyunca serbest ve enkapsüle edilmiş probiyotik bakterilerin canlılık kayıpları (%)

	Canlılık kaybı (%)			
	7. Gün	**14. Gün**	**21. Gün**	**28. Gün**
LCE	4,74 ± 0,89	7,80 ± 1,04	11,49 ± 1,19	16,75 ± 0,15
LCS	16,84 ± 0,40	17,82 ±0,03	18,05 ± 0,37	19,29 ± 0,56
LAE	5,43 ± 0,61	9,99 ± 0,18	13,92 ± 0,01	21,66 ± 0,92
LAS	21,87 ± 0,24	22,17 ± 0,55	23,47 ± 0,11	23,99 ± 0,22

LCE: enkapsüle *L. casei*, LCS: serbest *L. casei*, LAE: enkapsüle *L. acidophillus*, LAS: serbest *L. acidophillus*



Şekil 4.8. Depolama süresi boyunca serbest ve enkapsüle edilmiş probiyotik bakterilerin canlılık kayıpları (LCE: enkapsüle *L. casei*, LCS: serbest *L. casei*, LAE: enkapsüle *L. acidophillus*, LAS: serbest *L. acidophilus*)

Serbest ve enkapsüle edilen *L. casei* probiyotik bakterilerinin depolama süresince canlı koloni sayısında azalma görülmüştür. Serbest *L. casei* probiyotik bakterilerinde başlangıca göre 28 günün sonunda 2,12 log birimi canlılık kaybı gözlenirken, enkapsüle edilen *L. casei* probiyotik bakterilerinde 1,59 log birimi kadar canlılık kaybı görülmüştür. Depolamanın 7 ve 28. gün sonundaki canlılık kayıpları serbest *L. casei* probiyotik bakterileri ve enkapsüle edilen *L. casei* probiyotik bakterileri için sırasıyla; %4,74 ve %16,75 ile %16,84 ve %19,29 olarak tespit edilmiştir. 7. gün sonunda serbest *L. casei* probiyotik bakteri canlılığındaki kayıp enkapsüle edilen *L. casei* probiyotik bakterilerinin canlılığındaki kayıptan 3,5 kat daha fazladır. Aynı zamanda serbest *L. casei* probiyotik bakterilerinin 7 gün depolanmasının ardından meydana gelen canlılık kaybı enkapsüle edilen *L. casei* probiyotik bakterilerinin 28 gün depolamanın sonundaki canlılık kaybı kadardır.

Aynı şekilde serbest ve enkapsüle edilen *L. acidophilus* probiyotik bakterilerinin depolama süresince canlı koloni sayısında da azalma görülmüştür. Serbest *L. acidophilus* probiyotik bakterilerinde başlangıca göre 28 günlük depolama sonunda 2,26 log birimi canlılık kaybı gözlenirken, enkapsüle edilen *L. acidophilus* probiyotik bakterilerinde bu kayıp 1,70 log birimi olarak tespit edilmiştir. Serbest *L. acidophilus* probiyotik bakterileri ile enkapsüle edilen *L. acidophilus* probiyotik bakterilerinin 7 gün sonundaki canlılık kayıpları karşılaştırıldığında, serbest *L. acidophilus* probiyotik bakterilerinde (%21,87) enkapsüle edilen *L. acidophilus* probiyotik bakterilerinden (%5,43) 4 kat daha fazla kayıp oluştuğu görülmüştür. Ayrıca serbest *L. acidophilus* probiyotik bakterilerinde 7 gün sonunda oluşan canlılık kaybı enkapsüle probiyotik *L. acidophilus* bakterilerinin 28 gün sonundaki canlılık kaybı (%21,66) kadardır.

İğde unu ile enkapsüle edilen probiyotik bakteriler depolama esnasında çevre koşullarına direkt olarak maruz kalmadığı için serbest probiyotik bakterilere göre daha yüksek dayanıklılık göstermişlerdir. İğde ununun probiyotik bakterileri sararak ortama karşı bariyer görevi görmesinin yanında prebiyotik özelliğe sahip olduğu için bakteriler tarafından besin kaynağı olarak kullanılmış ve serbest probiyotik bakterilere oranla enkapsüle edilen probiyotik bakterilerin canlılıkları daha iyi korumuştur.

Yapılan bir çalışmada emülsiyon yöntemi ile kaplama materyali olarak farklı derişimlerde aljinat kullanılarak *L. acidophilus* KPb4b bakterileri enkapsüle edilmiş ve +5°C'de dört hafta boyunca depolanmıştır. Aljinat derişiminin artmasıyla depolama süresince daha fazla bakterinin canlı kaldığı görülmüştür (İşleyen, 2018). Başka bir çalışmada emülsiyon yöntemi ile *L. casei* Shirota probiyotik bakterisi aljinat, nişasta, jelatin ve kitosan kaplama materyallerinin farklı oranlarda kullanılması ile enkapsüle edilmiştir. Kapsüller 4°C ve 24°C'de sekiz hafta boyunca depolanmış ve canlılıkları incelenmiştir. Serbest bakteriler 24°C'de depolamanın 4. haftasında canlılıklarını tamamen kaybetmiştir. Emülsiyon yöntemi ile elde edilen kapsüllerdeki bakterilerin canlılık kaybı ise %16,97-31,48 arasında bulunmuştur (Gül, 2015).

4.7. Serbest ve Enkapsüle Edilen Probiyotik Bakterilerin *İn-vitro* Gastrointestinal Ortamdaki Canlılıkları

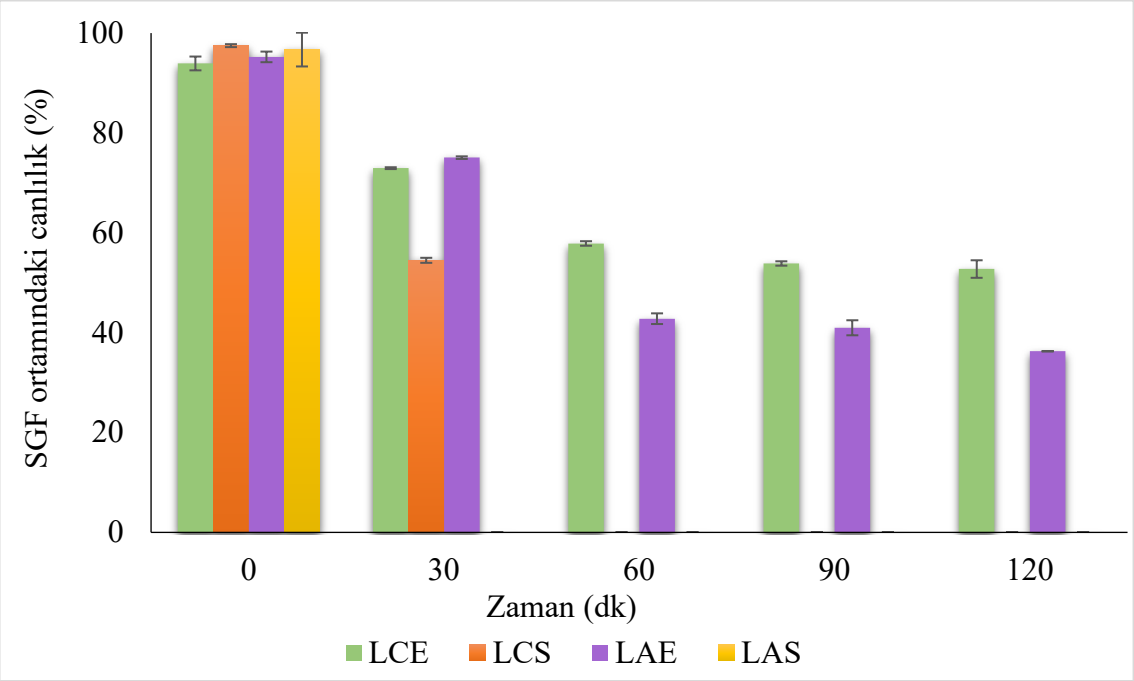
Literatür incelendiğinde *in-vitro* gastrointestinal analizlerde simüle mide ortamında sindirim süresi ve ortamın pH'si araştırmacılar arasında farklılıklar göstermektedir. Simüle mide ortamındaki sindirim, bazı çalışmalarda 90 dk kabul edilirken bazı çalışmalarda 120 dk olarak kabul edilmektedir. Mide sıvısının ortalama pH aralığının da 1,5 ile 2,5 arasında değiştiği görülmüştür. Serbest ve enkapsüle edilmiş *L. casei* ve *L. acidophilus* probiyotik bakterilerin simüle mide ortamındaki salım çalışmaları pH 2,0 ± 0,2 ortamında ve 30 dk'lık periyotlarla 120 dk boyunca gerçekleştirilmiştir. Simüle bağırsak ortamlarındaki canlıkları ise aynı şekilde 30 dk'lık periyotlarla 120 dk boyunca pH 7,0 ± 0,2 ortamında incelenmiştir. Çalışmalar simüle mide ve bağırsak ortamında ayrı ayrı ve ardışık olarak (90 dk SGF ortamı ardından 120 dk SIF ortamı ve 120 dk SGF ortamı ardından 120 dk SIF ortamı) gerçekleştirilmiştir. Serbest ve enkapsüle *L. casei* ve *L. acidophilus* probiyotik bakterileri için *in-vitro* gastrointestinal salım analizi sonrası tespit edilen canlı hücre sayısı (log kob/mL-g) ve canlılık (%) değerleri Çizelge 4.22'de verilmiştir.

Çizelge 4.22. *İn-vitro* gastrointestinal analiz sonrası serbest ve enkapsüle *L. casei* ve *L. acidophilus* probiyotik bakterilerinin canlılıkları

Ortam	Zaman (dk)	Canlı bakteri sayısı (log kob /mL-g)				Canlılık (%)			
		LCE	LCS	LAE	LAS	LCE	LCS	LAE	LAS
Başlangıç		9,60±0,02	7,21±0,04	8,27±0,01	8,01±0,01				
SGF	**0**	9,02±0,13	7,03±0,02	7,88±0,09	7,75±0,27	93,92±1,38	97,49±0,29	95,23±1,06	96,70±3,38
	30	7,00±0,02	3,93±0,04	6,21±0,02	te	72,95±0,18	54,49±0,50	75,06±0,26	te
	60	5,56±0,04	te	3,54±0,09	te	57,87±0,45	te	42,80±1,07	te
	90	5,17±0,04	te	3,39±0,12	te	53,86±0,44	te	40,98±1,51	te
	120	5,06±0,17	te	3,00±0,01	te	52,74±1,76	te	36,28±0,01	te
SIF	**0**	9,59±0,17	7,25±0,01	8,04±0,03	7,98±0,03	99,86±1,78	100,00±0,12	97,19±0,39	99,68±0,35
	30	8,81±0,18	7,20±0,03	7,83±0,01	7,85±0,02	91,73±1,84	99,84±0,37	94,65±0,09	98,05±0,30
	60	8,63±0,51	7,10±0,05	7,69±0,23	7,66±0,09	89,90±5,30	98,51±0,69	92,98±2,81	95,63±1,13
	90	8,38±0,63	6,91±0,01	7,18±0,16	7,20±0,07	87,25±6,55	95,81±0,15	86,87±1,89	89,94±0,82
	120	8,14±0,85	6,80±0,02	6,92±0,38	6,79±0,24	84,84±8,88	94,28±0,27	83,62±4,59	84,72±2,98
SGF + SIF	**90+120**	5,22±0,76	te	3,73±0,11	te	54,40±7,87	te	45,05±1,29	te
	120+120	3,80±0,14	te	3,00±0,01	te	39,59±1,50	te	36,28±0,01	te

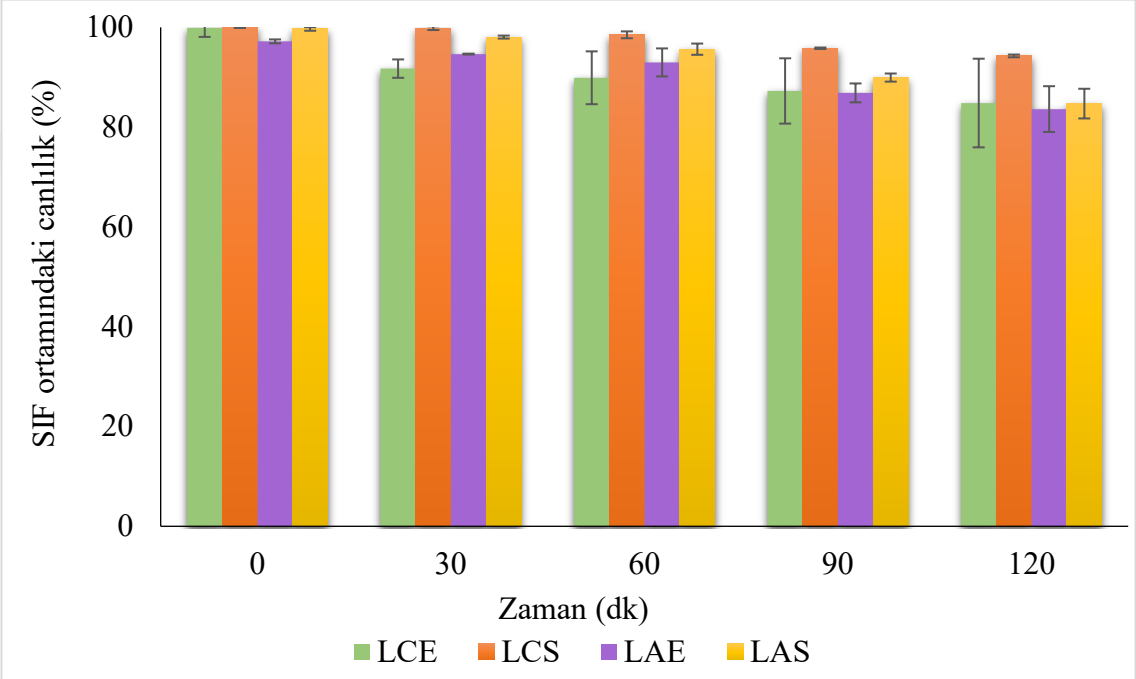
te: tespit edilemedi, LCE: enkapsüle *L. casei*, LCS: serbest *L. casei*, LAE: enkapsüle *L. acidophilus*, LAS: serbest *L. acidophilus*

Serbest ve iğde unu ile enkapsüle edilen *L. casei* ve *L. acidophilus* probiyotik bakterilerin simüle mide ortamındaki canlılıkları (%) Şekil 4.9'da verilmiştir. Serbest haldeki *L. acidophilus* probiyotik bakterileri SGF ortamında 30 dakika sonunda canlılığını tamamen kaybederken iğde unu ile enkapsüle edilen *L. acidophilus* probiyotik bakterileri SGF ortamında 120 dakika sonunda %36,28 oranında hayatta kalmıştır. Aynı şekilde serbest haldeki *L. casei* probiyotik bakterileri SGF ortamında 60 dakikanın sonunda canlılığını tamamen kaybederken enkapsüle edilen *L. casei* probiyotik bakterileri SGF ortamında 120 dakika sonunda %52,74 oranında hayatta kalmıştır. Mide ortamına maruz kalan serbest bakteriler mide sindiriminde hayatta kalmayı başaramamıştır, dolayısıyla probiyotiklerin asıl ulaşması gereken bağırsak ortamına ulaşmaları mümkün olmayacaktır.



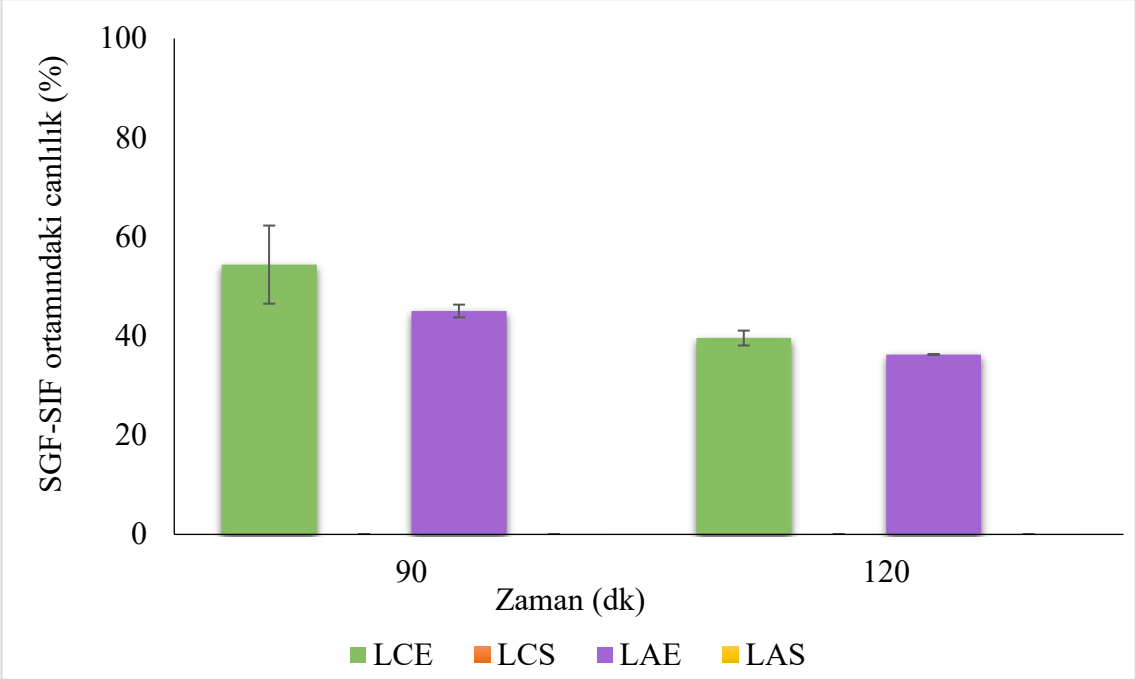
Şekil 4.9. Serbest ve iğde unu ile enkapsüle edilmiş probiyotik bakterilerin SGF ortamındaki canlılıkları (LCE: enkapsüle *L. casei*, LCS: serbest *L. casei*, LAE: enkapsüle *L. acidophilus*, LAS: serbest *L. acidophilus*)

Serbest ve iğde unu ile enkapsüle edilen *L. casei* ve *L. acidophilus* probiyotik bakterilerin simüle bağırsak ortamındaki canlılıkları (%) Şekil 4.10'da verilmiştir. Serbest ve enkapsüle edilen probiyotik bakterilerin canlılıkları SIF ortamında 120 dakika boyunca az da olsa azalma göstermiştir. Ancak genel olarak SIF ortamındaki canlılıkları %84'ün üzerinde bulunmuştur. *L. casei* ve *L. acidophilus* probiyotik bakterilerinin canlılıklarının SIF ortamında korunduğu görülmüştür. Bu nedenle SGF ortamında bakterilerin canlı kalması önemlidir.



Şekil 4.10. Serbest ve iğde unu ile enkapsüle edilmiş probiyotik bakterilerin SIF ortamındaki canlılıkları (LCE: enkapsüle *L. casei*, LCS: serbest *L. casei*, LAE: enkapsüle *L. acidophillus*, LAS: serbest *L. acidophilus*)

Serbest ve iğde unu ile enkapsüle edilen *L. casei* ve *L. acidophilus* probiyotik bakterilerin ardışık olarak simüle SGF ve SIF ortamındaki canlılıkları (%) Şekil 4.11'de verilmiştir. Simüle SGF ortamına (90 ve 120 dk) maruz bırakılmanın hemen ardından SIF ortamına (120 dk) alınan serbest ve enkapsüle edilen probiyotik bakterilerin canlılıkları başlangıçtaki probiyotik bakteri canlılıkları ile karşılaştırılmıştır. Ardışık olarak simüle SGF ve SIF ortamındaki sindirim sonrasında serbest *L. casei* ve *L. acidophilus* probiyotik bakterileri canlılıklarını tamamen kaybetmiştir. Enkapsüle edilen *L. casei* ve *L. acidophilus* probiyotik bakterilerinin 90 dk SGF - 120 dk SIF sindirimi sonrası canlılıkları sırasıyla %54,40 ve %45,05 olarak bulunurken, 120 dk SGF - 120 dk SIF sindirimi sonrası canlılıkları sırasıyla %39,59 ve %36,28 olarak bulunmuştur.



Şekil 4.11. Serbest ve iğde unu ile enkapsüle edilmiş probiyotik bakterilerin ardışık olarak SGF-SIF ortamındaki canlılıkları (LCE: enkapsüle *L. casei*, LCS: serbest *L. casei*, LAE: enkapsüle *L. acidophillus*, LAS: serbest *L. acidophilus*)

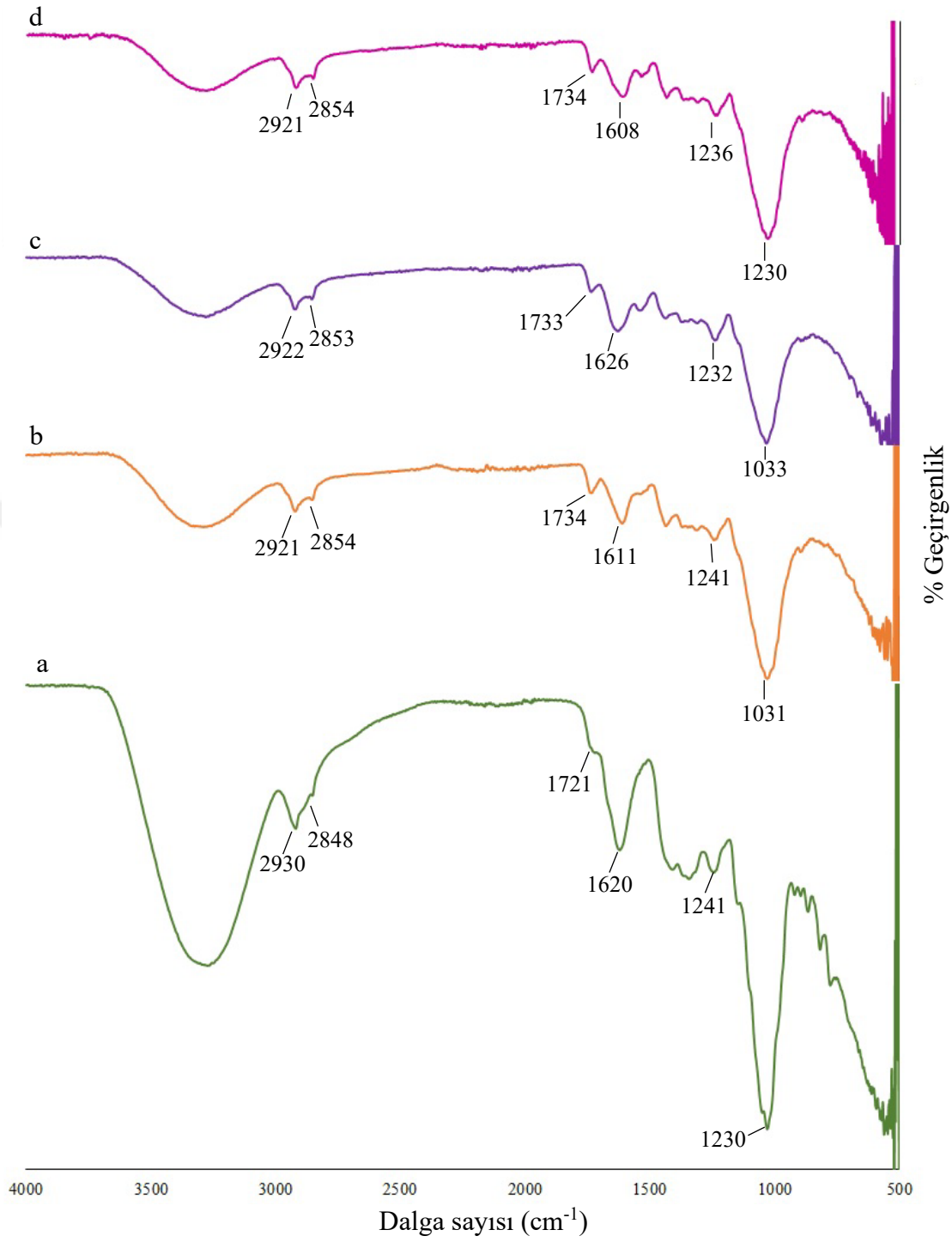
Yapılan bir çalışmada *L. plantarum* probiyotik bakterileri ekstrüzyon ve elektrosprey yöntemleri kullanılarak kaplama materyali olarak aljinat ile kaplanmış ve elde edilen mikrokapsüllerin SGF-SIF ortamlarındaki canlılıkları incelenmiştir. Kontrol örneğinin başlangıçtaki canlı bakteri sayısı 7,5 ± 0,20 log kob /mL bulunurken, SGF-SIF ortamından sonra 3,3 log birimi kadar canlılık kaybı meydana gelmiştir. Ekstrüzyon yöntemi ile elde edilen mikrokapsüllerin başlangıçtaki canlı bakteri sayısı 7,42 ± 1,21 log kob /mL iken, SGF-SIF ortamlarına maruz bırakıldıktan sonra canlılıkta 0,52 log birimi kadar düşüş gözlenmiştir. Elektrosprey yöntemi ile elde edilen mikrokapsüllerin başlangıçtaki canlı hücre sayısı 7,16 ± 1,05 log kob /mL iken SGF-SIF ortamlarına maruz bırakıldıktan sonra 1,11 log birimi kadar canlılık kaybı meydana gelmiştir. Sonuçlar ekstrüzyon ve elektrosprey yöntemleri ile enkapsüle edilen *L. plantarum* probiyotik bakterilerinin serbest probiyotik bakterilere göre SGF-SIF ortamına karşı çok daha fazla dirençli olduğunu göstermiştir (Tipigil, 2015). Başka bir çalışmada ise kaplama materyali olarak aljinat üzerine ekstrüzyon ve emülsiyon yöntemi ile enkapsüle edilen *L. casei* Shirota probiyotik bakterileri 90 dk simüle mide ortamında ardından da 90 dk bağırsak ortamında bekletilmiş ve canlılık kayıpları belirlenmiştir. Ekstrüzyon ve emülsiyon yöntemi ile elde edilen kapsüllerin mide ortamında canlılık kayıpları sırasıyla 2,08-2,83 log kob /g ve 2,62-3,21 log kob /g birimi arasında bulunurken, serbest haldeki *L. casei* Shirota probiyotik bakterileri canlılıklarını tamamen kaybetmiştir. Ardından bağırsak ortamına alınan kapsüllerin canlılık oranlarında büyük bir değişiklik görülmemiştir (Gül, 2015). Benzer şekilde serbest ve enkapsüle *B. adolescentis* bakterileri ile yapılan gastrointestinal çalışmada mide ortamının ilk 60 dakikasında canlılık kaybının görüldüğü ancak bağırsak ortamında canlılık düzeyinin değişmediği görülmüştür (Annan ve ark., 2008). *Lactobacillus*'un üç faklı türü ile yapılan bir çalışmada simüle mide ortamında serbest halde bulunan bakterilerin 90. dakikada canlılıklarını kaybettiği tespit edilmiştir (Gbassi ve ark., 2009).

4.8. İğde Unu ve İğde Unu-Probiyotik Bakteri Kapsüllerinin FTIR Analizleri

121ºC 1 dk boyunca sterilize edilmiş iğde unu, bakteri içermeden enkapsülasyon prosedürünün uygulandığı iğde unu ve optimum koşullarda *L. casei* ve *L. acidophilus* probiyotik bakterilerinin enkapsüle edildiği iğde unu örneklerinin liyofilizasyon sonrası FT-IR analiz sonuçları Şekil 4.12'de verilmiştir. 3600-3000 cm^{-1} dalga sayısı aralığındaki absorpsiyon bandı hidrojen bağı varlığından kaynaklanan O-H gruplarının gerilme titreşimlerini temsil etmektedir. Enkapsülasyon işlemiyle hidrojen bağı yoğunluğunun azaldığı görülmektedir. 3000-2800 cm^{-1} aralığındaki bantlar moleküler ve aromatik C-H varlığını temsil etmektedir (Coates, 2000; El Mouftari ve ark., 2021; Hirri ve ark., 2015). 2946-2881 cm^{-1} aralığındaki bantlar C-H (CH_2) asimetrik gerilme titreşimlerini, 2881-2782 cm^{-1} aralığındaki bantlar C-H (CH_2) simetrik gerilme titreşimlerini, 1486-1446 cm^{-1} aralığındaki bantlar C-H (CH_2) bükülme (makaslama) titreşimlerini, 1382-1371 cm^{-1} aralığındaki bantlar C-H (CH_2) bükülme (simetrik) titreşimlerini temsil etmektedir. 1290-1072 cm^{-1} aralığındaki bantlar C-O (alkol) gerilme titreşimlerinin varlığını göstermektedir. 1795-1677 cm^{-1} aralığındaki bantlar C-O (ester) gerilme titreşimlerini temsil eder bu da trigliserit veya trigliseritlerin fonksiyonel grup karbonil esterinin varlığını belirtmektedir (Coates, 2000; El Mouftari ve ark., 2021; Guillén ve Cabo, 1997; Rohman ve Man, 2010). 1200-1000 cm^{-1} aralığındaki bantlar monosakkaritlerdeki pironoz halkasındaki gerilme titreşimlerinden kaynaklanmaktadır (C=O, C-O-C, C-OH). 1000-800 cm^{-1} aralığındaki bantlar ise glikozit bağların varlığını göstermektedir (Vaziri ve ark., 2018). Ayrıca 1500-500 cm^{-1} aralığındaki spektral bölge, hidrokarbonların C-H esneme ve gerilme titreşimlerini ve aromatik C=C-C titreşimlerini temsil etmektedir (Coates, 2000; El Mouftari ve ark., 2021).

Genel olarak spektrumlar incelendiğinde enkapsülasyon öncesi ve sonrası iğde unu yapısında büyük bir farklılık görülmemiştir. Bu bize enkapsülasyon sonrası iğde ununun yapısında bir bozulma meydana gelmediğini göstermektedir. Enkapsülasyon işlemi esnasında kaplama materyalinin değişikliğe uğramaması probiyotik bakterilerin optimum şekilde kaplanması ve canlılıklarının korunması için oldukça önemlidir. Ca^{2+} ile gerçekleşen çapraz bağlanma sonucunda karboksil grubunda bir artış olduğu

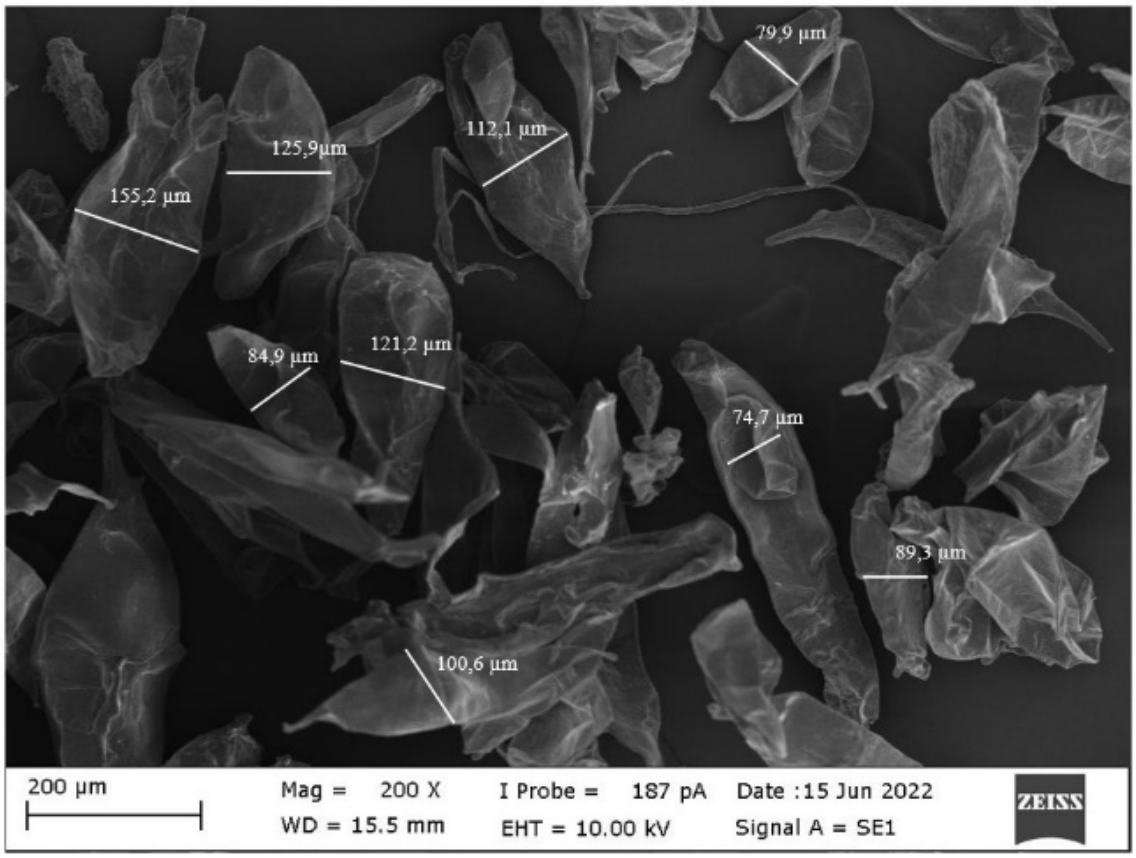
düşünülmektedir. Karboksil grubunda yer alan C–O bağının titreşimleri b, c, ve d spektrumlarında sırasıyla 1734, 1733 ve 1734 cm^{-1} dalga sayısında görülmüştür. Ayrıca 1550 cm^{-1} dalga sayısında gözlenen küçük absorpsiyon değişimlerinin amino gruplarıyla gerçekleşen elektrostatik etkileşimlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. FTIR spektrumunda gözlenen küçük değişimlerin iğde unu içerisine probiyotik bakterilerin enkapsülasyonu esnasında gerçekleşen hidrojen ve Van der Waals bağlarına dayandığını göstermektedir.



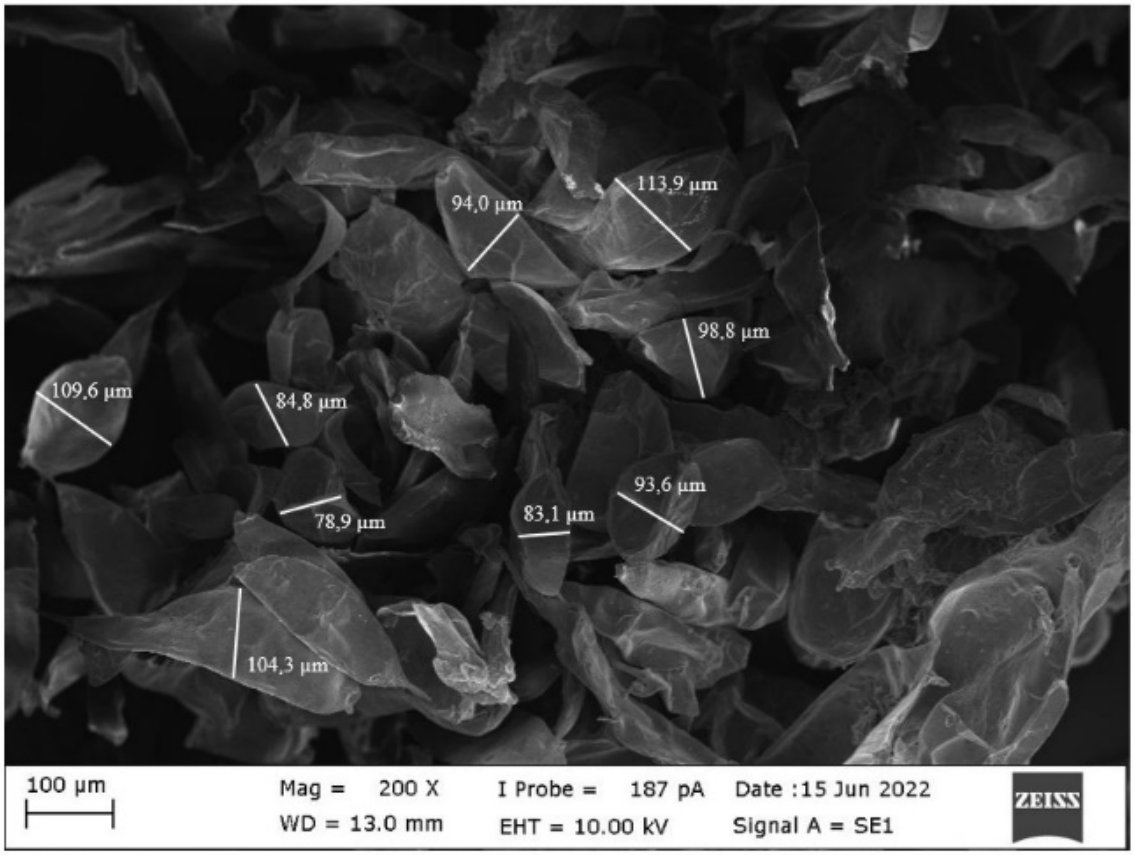
Şekil 4.12. İğde unu örneklerinin FT-IR spektrumları (a: sterilize edilmiş iğde unu, b: bakterisiz enkapsülasyon işlemi uygulanmış iğde unu, c: *L. casei* - iğde unu çifti, d: *L. acidophilus* - iğde unu çifti)

4.9. Kapsüllerin Yüzey Morfolojisi ve Boyutlarının Belirlenmesi

L. casei-iğde unu ve *L. acidophilus*-iğde unu kapsüllerinin küreselliği liyofilizasyon sonrası bozularak düzensiz ve daha az küresel yapıya sahip, oldukça pürüzlü bir yüzeye dönüşmüştür. *L. casei*-iğde unu kapsüllerinin boyutları ortalama 104,8 ± 26,3 µm (Şekil 4.13) bulunurken *L. acidophilus*-iğde unu kapsülleri ortalama 95,7 ± 12,1 µm (Şekil 4.14) boyutlarında tespit edilmiştir. Mikrokapsül boyutlarındaki farklılıkların homojenizasyon aşamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

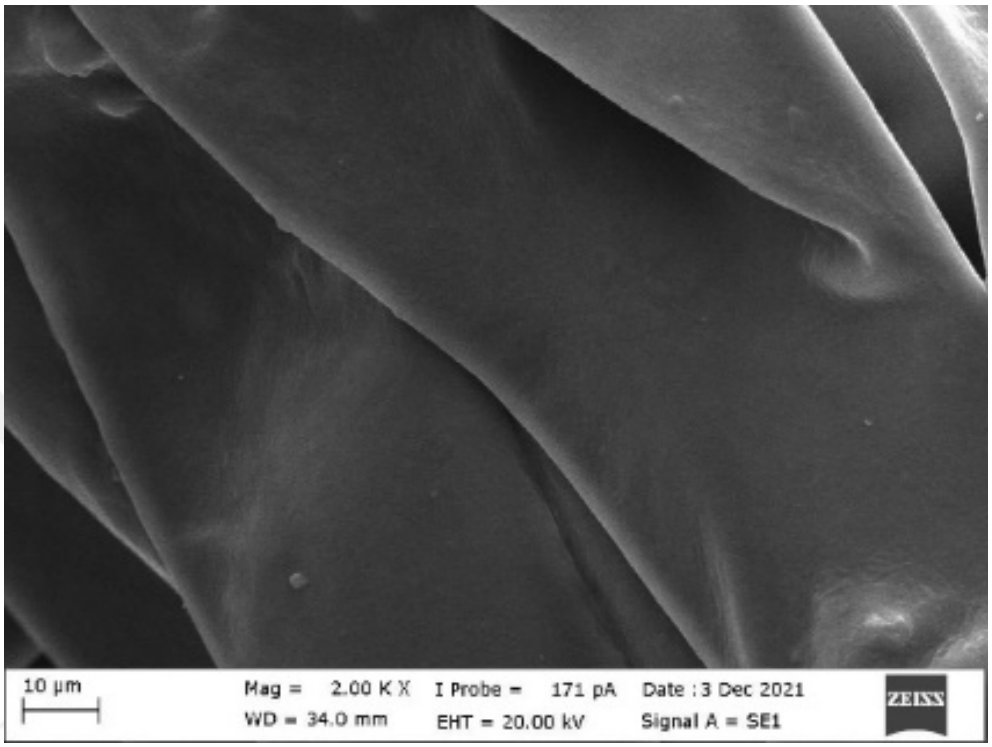


Şekil 4.13. *L. casei*-iğde unu kapsül boyutları

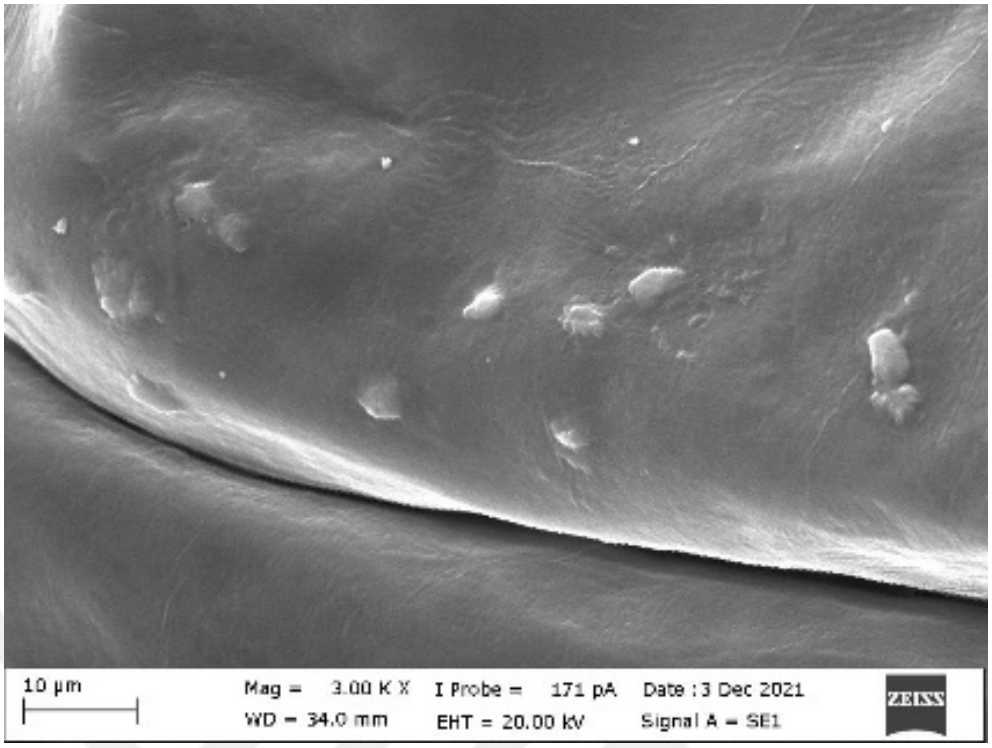


Şekil 4.14. *L. acidophilus*-iğde unu kapsül boyutları

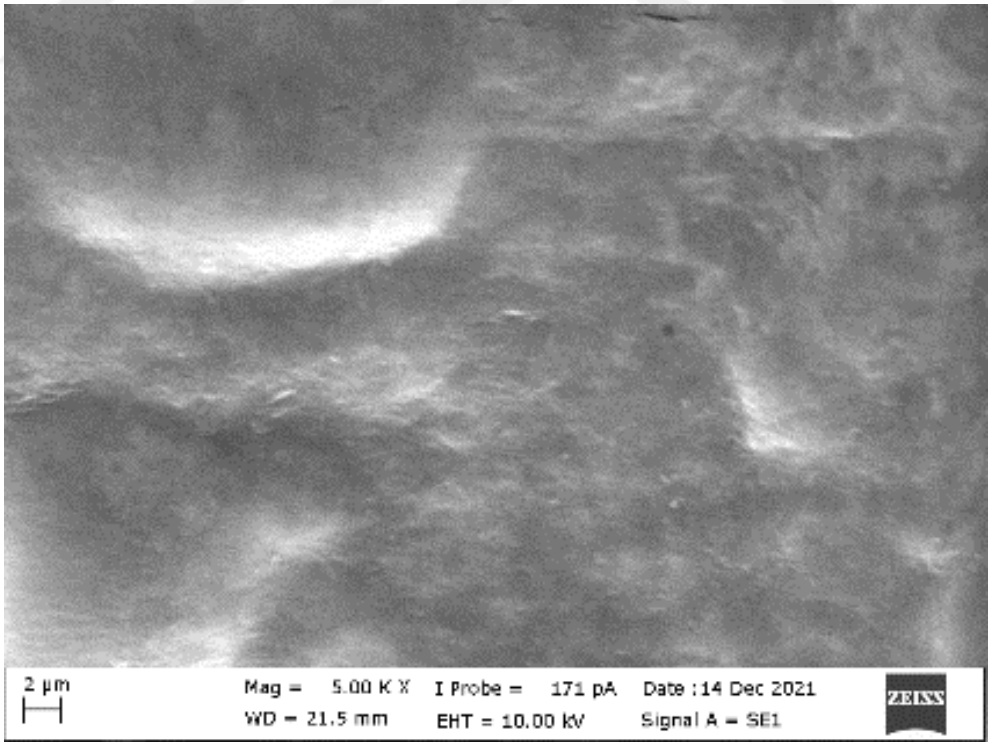
121 ºC 1 dk boyunca sterilize edilmiş iğde unu örneğinin 2000 X (Şekil 4.15a), 3000 X (Şekil 4.15b) ve 5000 X (Şekil 4.15c) büyütme ile SEM görüntüleri alınmıştır. Sterilize edilen iğde unu yüzeyinin oldukça pürüzsüz olduğu görülmektedir.



Şekil 4.15a. Sterilize edilmiş iğde ununun 2000X büyütme SEM görüntüsü

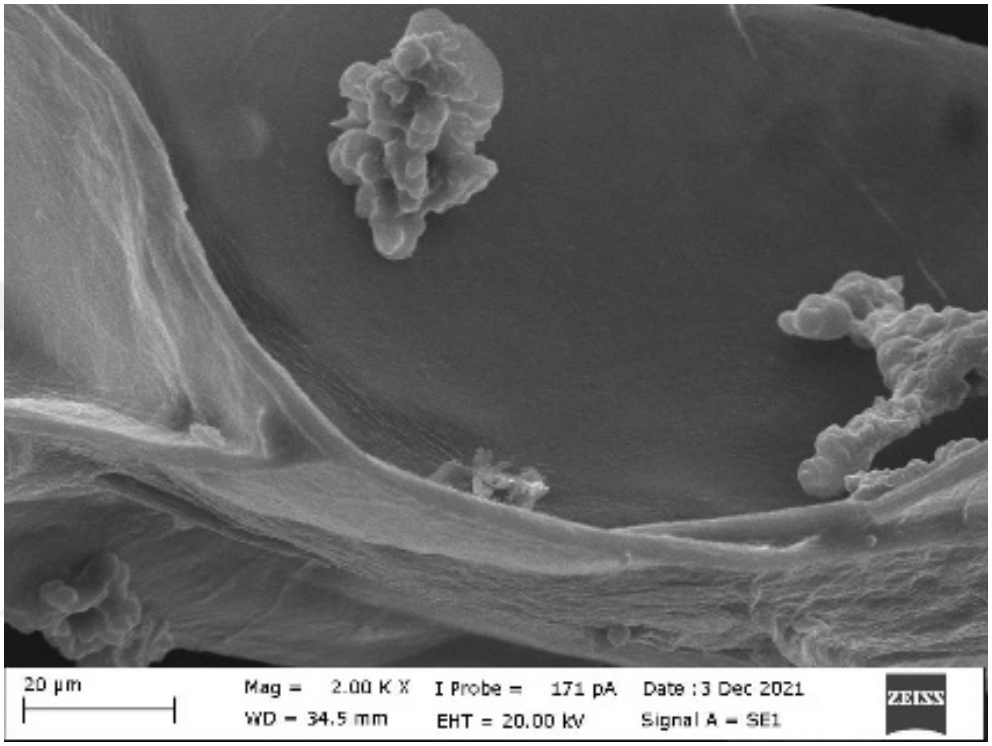


Şekil 4.15b. Sterilize edilmiş iğde ununun 3000X büyütme SEM görüntüsü

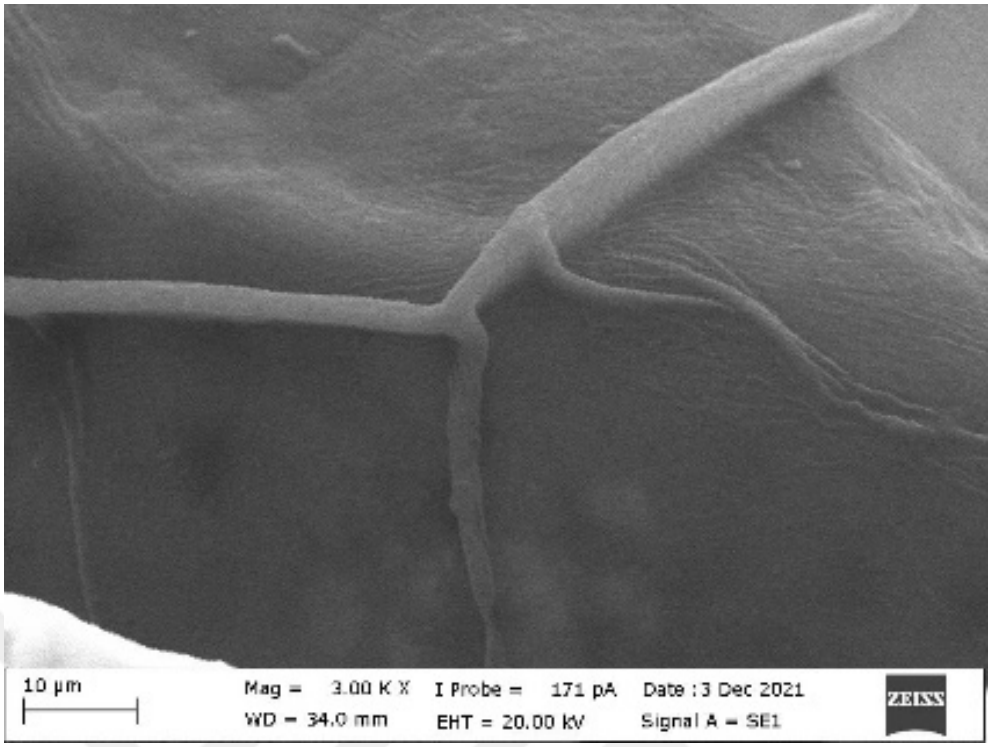


Şekil 4.15c. Sterilize edilmiş iğde ununun 5000X büyütme SEM görüntüsü

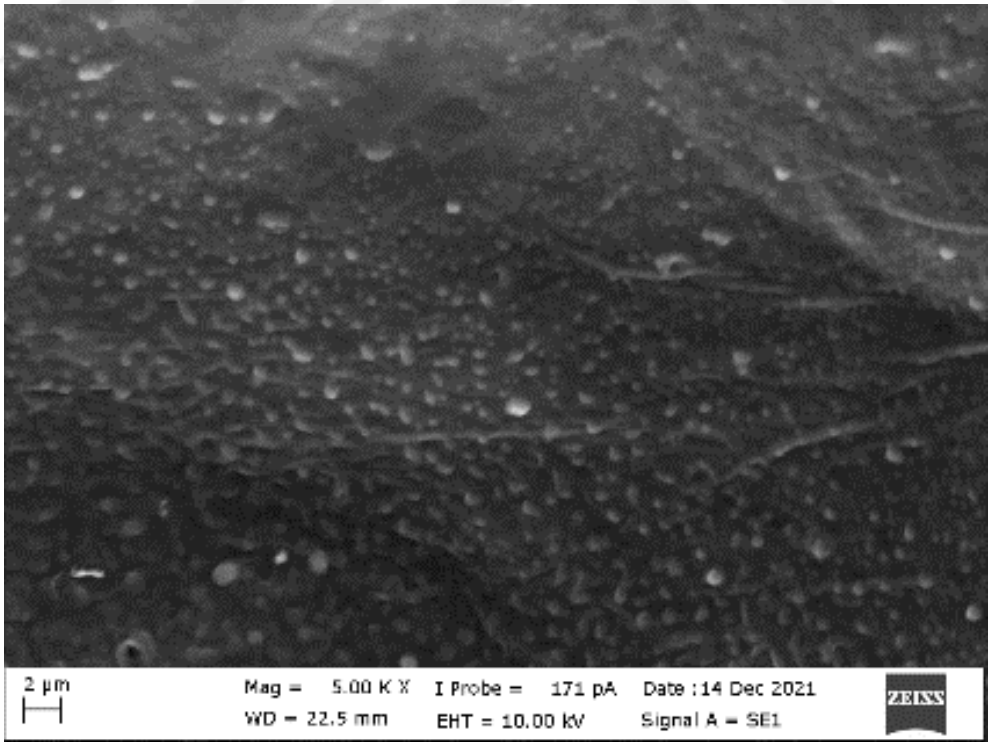
Bakteri içermeden enkapsülasyon prosedürünün uygulandığı iğde unu örneğinin 2000 X (Şekil 4.16a), 3000 X (Şekil 4.16b) ve 5000 X (Şekil 4.16c) büyütme ile SEM görüntüleri alınmıştır. Yüzey incelendiğinde karboksilat ve Ca^{2+} iyonları arasında gerçekleşen çapraz bağlar nedeniyle iğde unu yüzeyinde ıslak kürelerin oluştuğu görülmüştür (Liu ve ark., 2004; Vaziri ve ark., 2018).



Şekil 4.16a. Bakterisiz enkapsüle edilen iğde ununun 2000X büyütme SEM görüntüsü

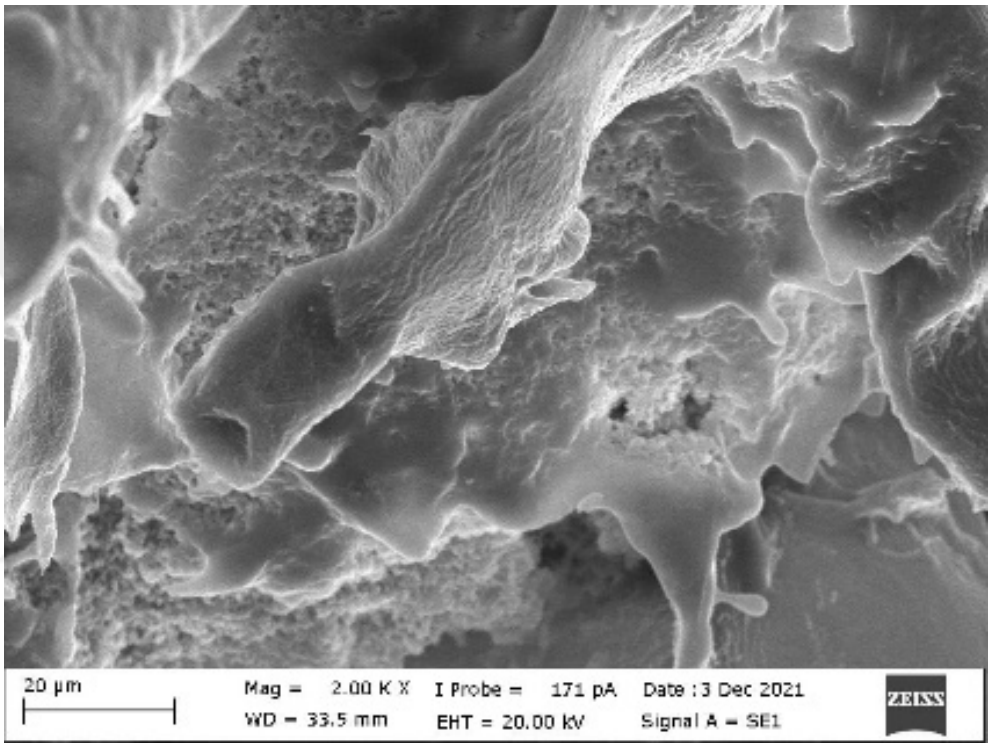


Şekil 4.16b. Bakterisiz enkapsüle edilen iğde ununun 3000X büyütme SEM görüntüsü

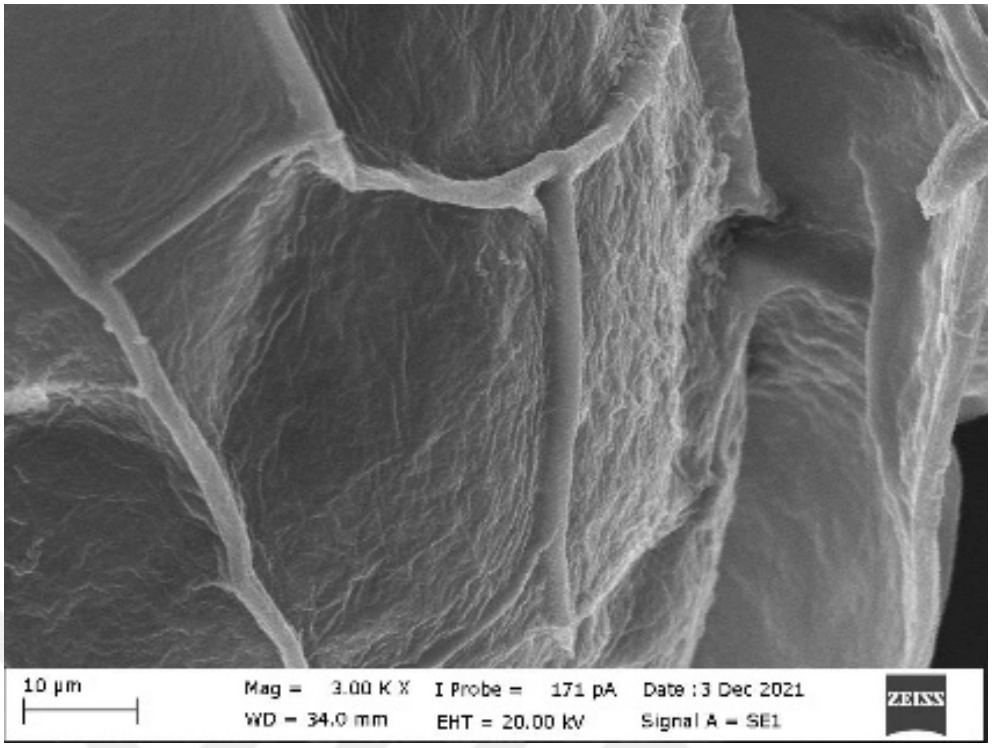


Şekil 4.16c. Bakterisiz enkapsüle edilen iğde ununun 5000X büyütme SEM görüntüsü

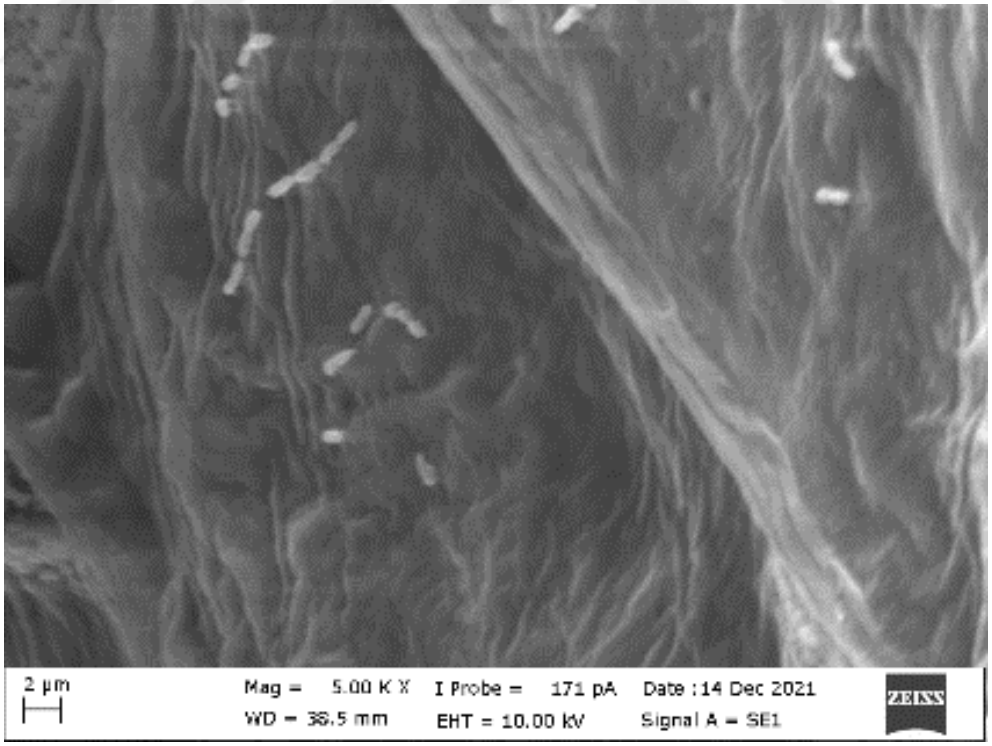
Optimum koşullarda *L. casei* probiyotik bakterilerinin enkapsüle edildiği iğde unu örneklerinin liyofilize edildikten sonra 2000 X (Şekil 4.17a), 3000 X (Şekil 4.17b) ve 5000 X (Şekil 4.17c) büyütme ile SEM görüntüleri alınmıştır. Oluşturulan *L. casei*-iğde unu kapsüllerinde probiyotik bakterilerin kümeler oluşturarak büyük oranda iğde unu içerisine çubuk şeklinde gömüldüğü, çok az bir kısmın yüzeye tutunduğu ve yüzeylerin pürüzlü bir hal aldığı görülmüştür.



Şekil 4.17a. *L. casei*-iğde unu kapsüllerinin 2000X büyütme SEM görüntüsü

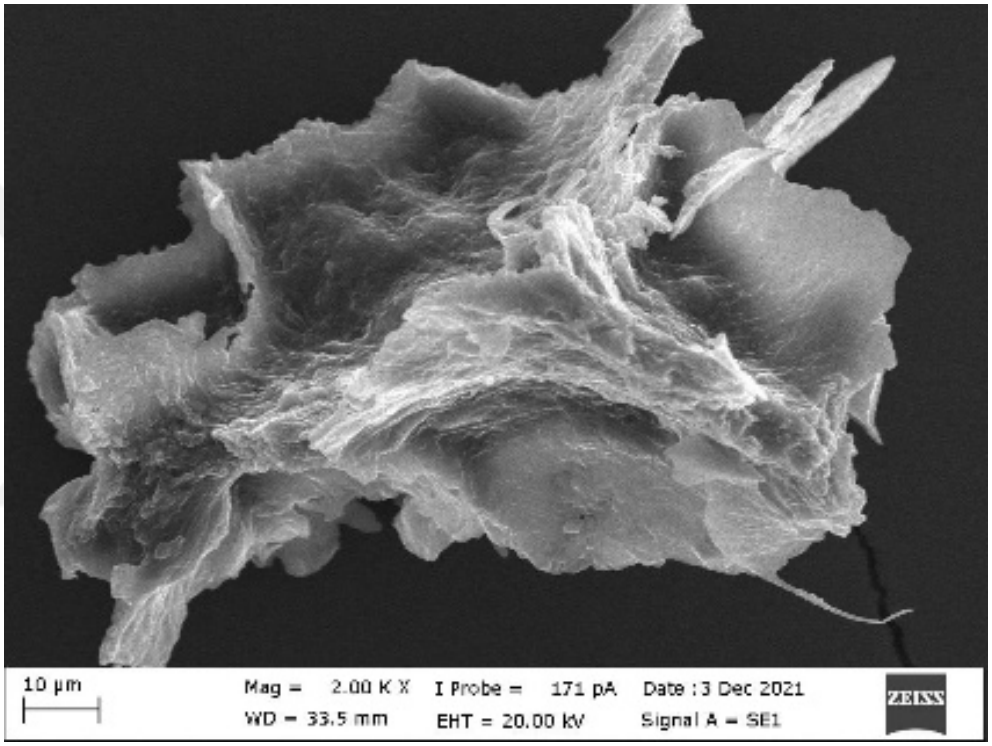


Şekil 4.17b. *L. casei*-iğde unu kapsüllerinin 3000X büyütme SEM görüntüsü

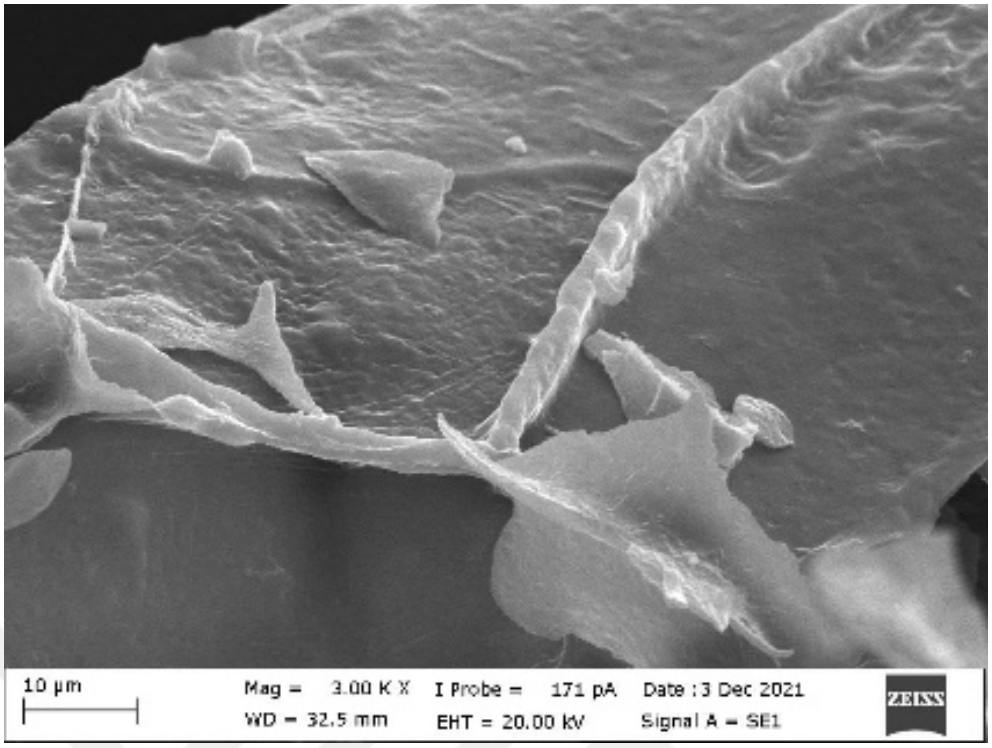


Şekil 4.17c. *L. casei*-iğde unu kapsüllerinin 5000X büyütme SEM görüntüsü

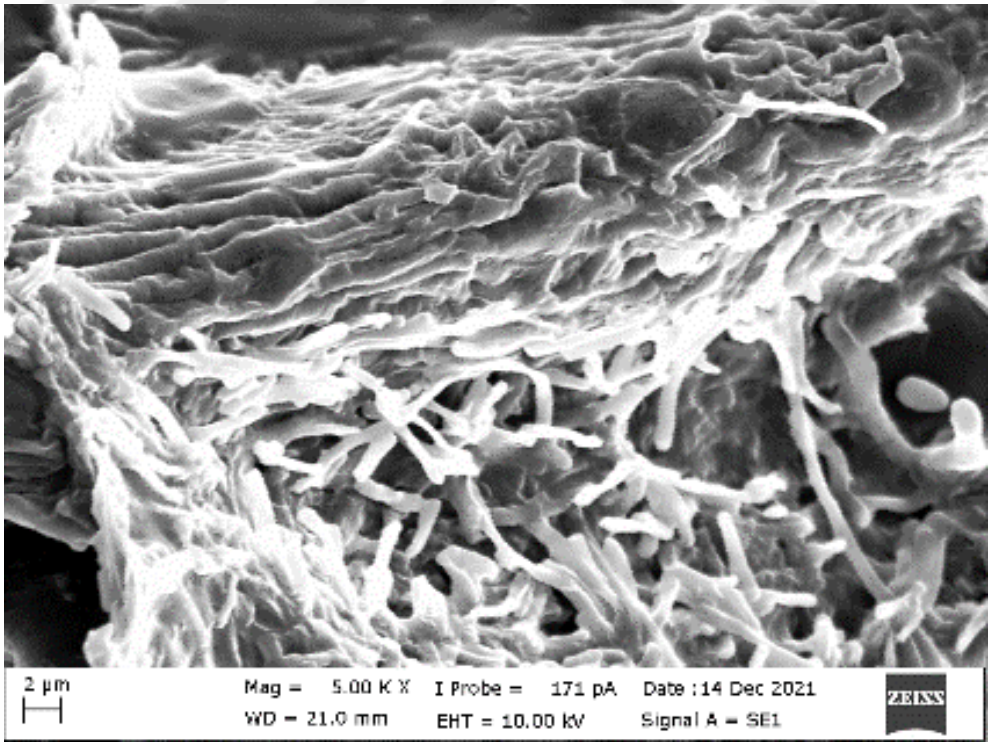
Optimum koşullarda *L. acidophilus* probiyotik bakterilerinin enkapsüle edildiği iğde unu örneklerinin liyofilize edildikten sonra 2000 X (Şekil 4.18a), 3000 X (Şekil 4.18b) ve 5000 X (Şekil 4.18c) büyütme ile SEM görüntüleri alınmıştır. Oluşturulan *L. acidophilus* -iğde unu kapsüllerinde probiyotik bakterilerin kümeler oluşturarak iğde unu içerisine çubuk şeklinde gömüldüğü ve yüzeylerin pürüzlü bir hal aldığı görülmüştür. Probiyotik bakteriler yüzeyde neredeyse hiç görülmediği için bakterilerin tamamen kapsüllerin içerisine enkapsüle edildiği sonucuna varılmıştır.



Şekil 4.18a. *L. acidophilus*-iğde unu kapsüllerinin 2000X büyütme SEM görüntüsü



Şekil 4.18b. *L. acidophilus*-iğde unu kapsüllerinin 3000X büyütme SEM görüntüsü



Şekil 4.18c. *L. acidophilus*-iğde unu kapsüllerinin 5000X büyütme SEM görüntüsü

5. SONUÇ

Yapılan çalışmada tıbbi özelliklerinden dolayı bitkisel ilaç olarak da kullanılan iğde (*Elaeagnus angustifolia* L.) meyvesi seçilmiştir. Farklı lokasyonlardan toplanan iğde örneklerinin un, kabuk, çekirdek, yaprak ve çiçek kısımlarının sekiz farklı çözücü kullanılarak ultrasonik destekli ekstraksiyon ile çözücü ekstraktları ve asidik hidroliz ekstraktları hazırlanmıştır. Hazırlanan ekstraktların toplam fenolik madde, toplam flavonoid, toplam karotenoid miktarları ve antioksidan kapasite değerleri belirlenmiştir. İğde kısımlarının farklı çözücü ortamlarındaki fenolik bileşik profilleri HPLC-DAD ile kalitatif ve kantitatif olarak belirlenmiştir. Geniş fenolik bileşen içeriği nedeniyle antioksidan, antienflamatuar, antimutajenik, antitüssif, antitümör, antiartritik, antimikrobiyal ve hepatoprotektif gibi tedavi edici özelliklere sahip olduğu bilinmektedir. Genel olarak iğdenin fenolik bileşik içeriği ve antioksidan özellikleri bitkinin yetiştiği coğrafi bölgeye, bitkinin kısımlarına ve ekstraksiyon koşullarına göre farklılık göstermektedir. Fenolik bileşen içeriği belirlenen iğdenin çeşitli bölümlerinin dejeneratif hastalıklara karşı kullanılabilecek doğal bir kaynak olabileceği düşünülmektedir.

Çalışmanın ikinci kısmında iğde ununun toplam yağ, toplam şeker, toplam protein, toplam nişasta, toplam karbohidrat, toplam diyet lif, kuru madde, nem, kül ve titre edilebilir asitlik içerikleri belirlenmiştir. İğde ununun sahip olduğu bu içeriklerin yanında spesifik kokusu ve tadı aynı zamanda potansiyel olarak prebiyotik özelliğe sahip olması probiyotik bakterilerin enkapsülasyon işlemi için kaplama materyali olarak kullanılabileceğini göstermektedir. *L. casei* ve *L. acidophilus* probiyotik bakterileri fonksiyonel bir gıda ürünü olan iğde unu üzerine emülsiyon tekniği kullanılarak kapsüllenmiştir. Probiyotik bakterilerin iğde unu üzerine maksimum enkapsülasyon verimi ile enkapsüle edilebilmesi için karıştırma sıcaklığı (°C), karıştırma süresi (dk) ve iğde unu miktarı (%) önemli faktörler olarak seçilerek kemometrik yöntemlerden merkezi kompozit dizayn kullanılarak optimizasyon çalışmaları yapılmıştır. İğde unu ile oluşturulan *L. casei* mikrokapsüllerinin kapsülleme etkinliği %93,66 ± 2,58, *L. acidophilus* mikrokapsüllerinin kapsülleme etkinliği ise %74,97 ± 1,34 olarak bulunmuştur. Optimum koşullarda enkapsüle edilen probiyotik bakterilerin depolama

süresince canlılık kaybı incelenmiştir. İğde unu ile enkapsüle edilen probiyotik bakteriler depolama esnasında çevre koşullarına direkt olarak maruz kalmadığı için serbest probiyotik bakterilere göre daha yüksek dayanıklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Elde edilen kapsüllerin simüle gastrointestinal ortamdaki canlılıkları ayrı ayrı ve ardışık olarak incelenmiştir. Canlı bakteri sayısı 7,21 ± 0,04 log kob /mL olan serbest *L. casei* probiyotik bakterilerinin mide ortamındaki canlılığını 60 dakika sonra kaybettiği ve bağırsak ortamına ulaşamadığı görülmüştür. Canlı bakteri sayısı 9,60 ± 0,02 log kob /g olan kapsüllenmiş *L. casei* probiyotik bakterilerinin mide ortamından hemen sonra bağırsak ortamında sindirime maruz bırakıldığında bakteri canlılığını %39,59 ± 1,50 oranında koruduğu görülmüştür. Aynı şekilde serbest *L. acidophilus* (8,01 ± 0,01 log kob /mL) probiyotik bakterileri mide ortamında 30 dakika sonra canlılığını kaybettiği için bağırsak ortamına ulaşamamıştır. Ancak kapsüllenmiş *L. acidophilus* (8,27 ± 0,01 log kob /g) probiyotik bakterileri mide ortamında sindirildikten hemen sonra bağırsak ortamında sindirime maruz bırakılmış ve bakteri canlılığı %36,28 ± 0,01 olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar, iğde ununun probiyotik bakterileri sararak ortama karşı bariyer görevi görmesiyle serbest probiyotik bakterilere oranla enkapsüle edilen probiyotik bakterilerin depolama koşullarında ve simüle gastrointestinal ortamlardan geçiş sırasında probiyotik bakterilerin canlılığını ve hayatta kalmasını önemli ölçüde artırdığını göstermiştir. Hazırlanan kapsüllerin FTIR spektrumları ve SEM görüntüleri ile yapı ve yüzey analizleri gerçekleştirilerek boyutları belirlenmiştir. *L. casei*-iğde unu kapsüllerinin boyutları ortalama 104,8 ± 26,3 µm bulunurken *L. acidophilus*-iğde unu kapsülleri ortalama 95,7 ± 12,1 µm boyutlarında olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmada probiyotik bakterilerin emülsiyon yöntemi ile fenolik bileşik içeriği yüksek ve potansiyel prebiyotik özellikteki iğde unu ile kaplanması sonucu fonksiyonel bir gıda ürünü oluşturmak için gıda katkı maddesi olarak kullanılabilecek mikrokapsüller elde edilmiştir. Hazırlanan mikrokapsüller ile tüketicilere fonksiyonel süt ve süt ürünleri pazarında istedikleri damak tadına sahip yeni ürünler geliştirilerek bu ürünlerin endüstriyel anlamda kullanımının arttırılması ile ülke ekonomisine katkı sağlanabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Abizov, E. A., Tolkachev, O. N., Mal'Tsev, S. D. ve Abizova, E. V. (2008). Composition of biologically active substances isolated from the fruits of Russian olive (Elaeagnus angustifolia) introduced in the European part of Russia. P*harmaceutical Chemistry Journal, 42*(12), 696–698. https://doi.org/10.1007/s11094-009-0203-5

Aboulfazli, F., Baba, A. S. ve Misran, M. (2015). Effects of fermentation by Bifidobacterium bifidum on the rheology and physical properties of ice cream mixes made with cow and vegetable milks. *International Journal of Food Science and Technology, 50*(4), 942–949. https://doi.org/10.1111/ijfs.12723

Aboulfazli, F., Shori, A. B. ve Baba, A. S. (2016). Effects of the replacement of cow milk with vegetable milk on probiotics and nutritional profile of fermented ice cream. *LWT - Food Science and Technology, 70*, 261–270. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.02.056

Açu, M., Kinik, Ö. ve Yerlikaya, O. (2017). Functional properties of probiotic ice cream produced from goat's milk. *Carpathian Journal of Food Science and Technology, 9*(4), 86–100.

Akalin, A. S. ve Erişir, D. (2008). Effects of inulin and oligofructose on the rheological characteristics and probiotic culture survival in low-fat probiotic ice cream. *Journal of Food Science, 73*(4), M184-M188. https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2008.00728.x

Akalın, A. S., Kesenkas, H., Dinkci, N., Unal, G., Ozer, E. ve Kınık, O. (2018). Enrichment of probiotic ice cream with different dietary fibers: Structural characteristics and culture viability. *Journal of Dairy Science, 101*(1), 37–46. https://doi.org/10.3168/jds.2017-13468

Akin, M. B., Akin, M. S. ve Kirmaci, Z. (2007). Effects of inulin and sugar levels on the viability of yogurt and probiotic bacteria and the physical and sensory characteristics in probiotic ice-cream. *Food Chemistry, 104*(1), 93–99. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.11.030

Akın, M. B. ve Dasnik, F. (2015). Utjecaj različitih koncentracija askorbinske kiseline i glukoza oksidaze na preživljavanje probiotičkih bakterija i na fizikalna i senzorska svojstva u simbiotičkom sladoledu. *Mljekarstvo: časopis za unaprjeđenje proizvodnje i prerade mlijeka*, *65*(2), 121–129. https://doi.org/10.15567/mljekarstvo.2015.0206

Akyüz, E. (2011). *Digitalis ferruginea ssp. schischkinii ve bazı endemik digitalis türlerinin ekstraktlarında mevcut kardiyak glikozitleri ve fenolik bileşiklerin kromatografik yöntemlerle belirlenmesi* (Doctoral dissertation, Karadeniz Teknik Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü).

Annan, N. T., Borza, A. D. ve Hansen, L. T. (2008). Encapsulation in alginate-coated gelatin microspheres improves survival of the probiotic Bifidobacterium adolescentis 15703T during exposure to simulated gastro-intestinal conditions. *Food Research International, 41*(2), 184–193. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2007.11.001

AOAC 920.39 (2005). Fat (crude) or ether extract in animal feed. Official methods of analysis of AOAC International.

AOAC 968.28.1969 (2000). Total sugars in molasses as invert sugar. Official methods of analysis of AOAC International.

AOAC 991.20 (2005). Nitrogen (Total) in milk, Kjeldahl Methods. Official methods of analysis of AOAC International.

AOAC 991.43 (1994). Total, Soluble, and Insoluble Dietary Fibre in Foods. Official methods of analysis of AOAC International.

Atak, E. ve Uslu, M. E. (2018). Fenolik Bileşikler, Ekstraksiyon Metotları ve Analiz Yöntemleri. *MCBÜ Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi, 3*(27), 39–48. Retrieved from https://dergipark.org.tr/tr/pub/somatbd/issue/40237/480250

Beldarrain-Iznaga, T., Villalobos-Carvajal, R., Sevillano-Armesto, E., & Leiva-Vega, J. (2021). Functional properties of Lactobacillus casei C24 improved by microencapsulation using multilayer double emulsion. Food Research International, 141, 110136. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110136

Benzie, I. F. F. ve Strain, J. J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP assay. *Analytical Biochemistry, 239*(1), 70–76. https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292

Biehler, E., Mayer, F., Hoffmann, L., Krause, E. ve Bohn, T. (2010). Comparison of 3 spectrophotometric methods for carotenoid determination in frequently consumed fruits and vegetables. *Journal of Food Science, 75*(1), 55–61. https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2009.01417.x

Boza-Mendez, E., Lopez-Calvo, R. ve Cortes-Munoz, M. (2012). Innovative Dairy Products Development Using Probiotics: Challenges and Limitations. *In. Tech, Costarica*, 10, 213-236. https://doi.org/10.5772/50104

Burgain, J., Gaiani, C., Linder, M. ve Scher, J. (2011). Encapsulation of probiotic living cells: From laboratory scale to industrial applications. *Journal of Food Engineering, 104*(4), 467–483. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.12.031

Çakmakçi, S., Topdaş, E. F., Kalin, P., Han, H., Şekerci, P., P. Köse, L. ve Gülçin, I. (2015). Antioxidant capacity and functionality of oleaster (Elaeagnus angustifolia L.) flour and crust in a new kind of fruity ice cream. *International Journal of Food Science and Technology, 50*(2), 472–481. https://doi.org/10.1111/ijfs.12637

Cansev, A., Sahan, Y., Celik, G., Taskesen, S. ve Ozbey, H. (2011). Chemical Properties and Antioxidant Capacity of Elaeagnus angustifolia L. Fruits. *Asian Journal of Chemistry, 23*(6), 2661–2665.

Capela, P., Hay, T. K. C. ve Shah, N. P. (2007). Effect of homogenisation on bead size and survival of encapsulated probiotic bacteria. *Food Research International, 40*(10), 1261–1269. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2007.08.006

Carradori, S., Cairone, F., Garzoli, S., Fabrizi, G., Iazzetti, A., Giusti, A. M., Menghini, L., Uysal, S., Ak, G., Zengin, G. ve Cesa, S. (2020). Phytocomplex Characterization and Biological. *Molecules,* 25, 1–19. https://doi.org/doi:10.3390/molecules25092021

Cemeroğlu, B. ve Acar, J. (1986). Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Ankara.

Chaikham, P. ve Rattanasena, P. (2017). Combined effects of low-fat ice cream supplemented with probiotics on colon microfloral communities and their metabolites during fermentation in a human gut reactor. *Food Bioscience, 17*, 35–41. https://doi.org/10.1016/j.fbio.2016.12.005

Champagne, C. P., Raymond, Y., Guertin, N. ve Bélanger, G. (2015). Effects of storage

conditions, microencapsulation and inclusion in chocolate particles on the stability of probiotic bacteria in ice cream. *International Dairy Journal, 47*, 109–117. https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2015.03.003

Chen, M. J. ve Chen, K. N. (2007). Applications of Probiotic Encapsulation in Dairy Products. *Encapsulation and Controlled Release Technologies in Food Systems,* 83–112. https://doi.org/10.1002/9780470277881.ch4

Coates, J. (2000). Interpretation of Infrared Spectra, a Practical Approach, in Encyclopedia of Analytical Chemistry. Meyers, R. A. (Ed.), Wiley, Chichester, UK, (s. 10815-10837).

Coşkun, T. (2005). Fonksiyonel besinlerin sağlığımız üzerine etkileri. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi, 48,* 69–84.

Cruz, A. G., Antunes, A. E. C., Sousa, A. L. O. P., Faria, J. A. F. ve Saad, S. M. I. (2009). Ice-cream as a probiotic food carrier. *Food Research International, 42*(9), 1233–1239. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.03.020

Davani-Davari, D., Negahdaripour, M., Karimzadeh, I., Seifan, M., Mohkam, M., Masoumi, S. J., Berenjian, A. ve Ghasemi, Y. (2019). Prebiotics: Definition, types, sources, mechanisms, and clinical applications. *Foods, 8*(3), 1–27. https://doi.org/10.3390/foods8030092

de Vos, P., Faas, M. M., Spasojevic, M. ve Sikkema, J. (2010). Encapsulation for preservation of functionality and targeted delivery of bioactive food components. *International Dairy Journal, 20*(4), 292–302. https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2009.11.008

del Castillo, M. D., Iriondo-DeHond, A. ve Martirosyan, D. M. (2018). Are Functional Foods Essential for Sustainable Health?. *Annals of Nutrition & Food Science, 2*(1), 1015. Retrieved from www.health.harvard.edu.

Ding, W. K. ve Shah, N. P. (2009). Effect of homogenization techniques on reducing the size of microcapsules and the survival of probiotic bacteria therein. *Journal of Food Science, 74*(6), 231–236. https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2009.01195.x

El Mouftari, M., Mahjoubi, F. Z., Kzaiber, F., Terouzi, W., Ali, G. A. M., Souhassou, S. ve Oussama, A. (2021). Study of oleaster oil's falsification by ATR-FTIR and chemometrics tools. *Egyptian Journal of Chemistry, 64*(6), 2747–2755. https://doi.org/10.21608/ejchem.2021.53644.3107

Farahmand, A., Ghorani, B., Emadzadeh, B., Sarabi-Jamab, M., Emadzadeh, M., Modiri, A., & Tucker, N. (2022). Millifluidic-assisted ionic gelation technique for encapsulation of probiotics in double-layered polysaccharide structure. Food Research International, 160, 111699. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111699

Faramarz, S., Dehghan, G. ve Jahanban-Esfahlan, A. (2015). Antioxidants in different parts of oleaster as a function of genotype. *BioImpacts, 5*(2), 79–85. https://doi.org/10.15171/bi.2015.09

Gbassi, G. K., Vandamme, T., Ennahar, S. ve Marchioni, E. (2009). Microencapsulation of Lactobacillus plantarum spp in an alginate matrix coated with whey proteins. International *Journal of Food Microbiology, 129*(1), 103–105. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2008.11.012

George Kerry, R., Patra, J. K., Gouda, S., Park, Y., Shin, H. S. ve Das, G. (2018). Benefaction of probiotics for human health: A review. *Journal of Food and Drug Analysis, 26*(3), 927–939. https://doi.org/10.1016/j.jfda.2018.01.002

Ghalehjooghi, H. D., Tajik, H., & Shahbazi, Y. (2023). Development and characterization of active packaging nanofiber mats based on gelatin sodium alginate containing probiotic microorganisms to improve the shelf-life and safety quality of silver carp fillets. International Journal of Food Microbiology, 384, 109984. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2022.109984

Gibson, G. R., Hutkins, R., Sanders, M. E., Prescott, S. L., Reimer, R. A., Salminen, S. J., Scott, K., Stanton, C., Swanson, K. S., Cani, P. D., Verbeke, K. ve Reid, G. (2017). Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. N*ature Reviews Gastroenterology and Hepatology, 14*(8), 491–502. https://doi.org/10.1038/nrgastro.2017.75

Gismondo, M. R., Drago, L. ve Lombardi, A. (1999). Review of probiotics available to modify gastrointestinal flora. *International Journal of Antimicrobial Agents, 12*(4), 287–292. https://doi.org/10.1016/S0924-8579(99)00050-3

GMMAM (Gıda Maddeleri Muayene ve analiz Metodları). (1988). Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü. (s. 418).

Gouin, S. (2004). Microencapsulation: Industrial appraisal of existing technologies and trends. *Trends in Food Science and Technology, 15*(7–8), 330–347. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2003.10.005

Guillén, M. D. ve Cabo, N. (1997). Characterization of edible oils and lard by fourier transform infrared spectroscopy. Relationships between composition and frequency of concrete bands in the fingerprint region. *JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society, 74*(10), 1281–1286. https://doi.org/10.1007/s11746-997-0058-4

Gül, O. (2015). *Lactobacillus casei Shirota'nın çeşitli yöntemlerle mikroenkapsülasyonu*. [Doktora tezi]. Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Hassanzadeh, Z. ve Hassanpour, H. (2018). Evaluation of physicochemical characteristics and antioxidant properties of Elaeagnus angustifolia L. *Scientia Horticulturae, 238*, 83–90. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.04.041

Heidebach, T., Först, P. ve Kulozik, U. (2009). Microencapsulation of probiotic cells by means of rennet-gelation of milk proteins. *Food Hydrocolloids, 23*(7), 1670–1677. https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2009.01.006

Hill, D., Sugrue, I., Tobin, C., Hill, C., Stanton, C. ve Ross, R. P. (2018). The Lactobacillus casei group: History and health related applications. *Frontiers in Microbiology, 9*, 1–12. https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02107

Hirri, A., Gammouh, M., Gorfti, A., Kzaiber, F., Bassbasi, M., Souhassou, S., Balouki, A. ve Oussama, A. (2015). The use of Fourier transform mid infrared (FT-MIR) spectroscopy for detection and estimation of extra virgin olive oil adulteration with old olive oil. S*ky Journal of Food Science, 4*(5), 60–66. Retrieved from http://www.skyjournals.org/SJFS

Homayouni, A., Azizi, A., Ehsani, M. R., Yarmand, M. S. ve Razavi, S. H. (2008). Effect of microencapsulation and resistant starch on the probiotic survival and sensory properties of synbiotic ice cream. *Food Chemistry, 111*(1), 50–55. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.03.036

Huojiaaihemaiti, H., Fang, L. C., Ning, H. X., Mutaillifu, P., Abudukelimu, N., Nuerxiati, R., ... & Yili, A. (2022). Polysaccharides from Fruit of Elaeagnus angustifolia and Their Antioxidant Activity. Chemistry of Natural Compounds, 58(6), 991-994.

https://doi.org/10.1007/s10600-022-03851-2
Incilay, G. (2014). Volatile Composition, Antimicrobial and Antioxidant Properties of Different Parts from Elaeagnus angustifolia L. *Journal of Essential Oil-Bearing Plants, 17*(6), 1187–1202. https://doi.org/10.1080/0972060X.2014.929044
Ishaq, S., Rathore, H. A., Sabir, S. M. ve Maroof, M. S. (2015). Antioxidant properties of Elaeagnus umbellata berry solvent extracts against lipid peroxidation in mice brain and liver tissues. *Food Science and Biotechnology, 24*(2), 673–679. https://doi.org/10.1007/s10068-015-0088-x
İşleyen, M. F. (2018). *Lactobacillus acidophilus KPb4b suşunun farklı yöntemlerle mikroenkapsülasyonu ve bu yöntemlerin bakteri canlılığı üzerine etkilerinin yanıt yüzey yöntemi ile belirlenmesi*. [Doktora tezi]. Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi.
Jaddu, S. ve Katam, S. (2018). Hub of health: Nutraceuticals and functional foods. J*ournal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 7*(2), 1327–1331.
Jafari, Y., Sabahi, H. ve Rahaie, M. (2016). Stability and loading properties of curcumin encapsulated in Chlorella vulgaris. *Food Chemistry, 211,* 700–706. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.05.115
Kailasapathy, K. (2002). Microencapsulation of probiotic bacteria: technology and potential applications. *Current Issues in Intestinal Microbiology, 3*(2), 39-48.
Kailasapathy, K. (2009). Encapsulation technologies for functional foods and nutraceutical product development. *CABI Reviews*, *4*(033), 1-19.
Karkar, B., Şahin, S. ve Güneş, M. E. (2021). Evaluation of antioxidant properties and determination of phenolic and carotenoid profiles of chestnut bee pollen collected from Turkey. *Journal of Apicultural Research, 60*(5), 765–774. https://doi.org/10.1080/00218839.2020.1844462
Kataria, A., Achi, S. C. ve Halami, P. M. (2018). Effect of Encapsulation on Viability of Bifidobacterium longum CFR815j and Physiochemical Properties of Ice Cream. *Indian Journal of Microbiology, 58*(2), 248–251. https://doi.org/10.1007/s12088-018-0720-6
Khadivi, A., Mirheidari, F., Moradi, Y., & Paryan, S. (2020). Phenotypic variability of oleaster (Elaeagnus angustifolia L.) as revealed by morphological characteristics. Industrial crops and products, 149, 112322. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112322
Khan, S. U., Khan, A. U., Shah, A. U. H. A., Shah, S. M., Hussain, S., Ayaz, M. ve Ayaz, S. (2016). Heavy metals content, phytochemical composition, antimicrobial and insecticidal evaluation of Elaeagnus angustifolia. *Toxicology and Industrial Health, 32*(1), 154–161. https://doi.org/10.1177/0748233713498459
Kim, S. J., Cho, S. Y., Kim, S. H., Song, O. J., Shin, I. S., Cha, D. S. ve Park, H. J. (2008.) Effect of microencapsulation on viability and other characteristics in Lactobacillus acidophilus ATCC 43121. *LWT, 41*(3), 493–500. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2007.03.025
Li, N., Taylor, L. S., Ferruzzi, M. G. ve Mauer, L. J. (2012). Kinetic study of catechin stability: Effects of ph, concentration, and temperature. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 60*(51), 12531–12539. https://doi.org/10.1021/jf304116s
Li, N., Taylor, L. S., Ferruzzi, M. G. ve Mauer, L. J. (2013). Color and chemical stability of tea polyphenol (-)-epigallocatechin-3-gallate in solution and solid states. *Food Research International, 53*(2), 909–921.

https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.11.019
Li, Q., Lin, H., Li, J., Liu, L., Huang, J., Cao, Y., ... & Zhou, M. (2023). Improving probiotic (Lactobacillus casei) viability by encapsulation in alginate-based microgels: Impact of polymeric and colloidal fillers. Food Hydrocolloids, 134, 108028. https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.108028
Liao, C. R., Chang, Y. S., Peng, W. H., Lai, S. C. ve Ho, Y. L. (2012). Analgesic and anti-inflammatory activities of the methanol extract of Elaeagnus oldhamii Maxim. in mice. *American Journal of Chinese Medicine, 40*(3), 581–597. https://doi.org/10.1142/S0192415X12500449
Liu, X., Xue, W., Liu, Q., Yu, W., Fu, Y., Xiong, X., Ma, X. ve Yuan, Q. (2004). Swelling behaviour of alginate-chitosan microcapsules prepared by external gelation or internal gelation technology. *Carbohydrate Polymers, 56*(4), 459–464. https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2004.03.011
Low, R. H. P., Baba, A. S. ve Aboulfazli, F. (2015). Effects of different levels of refined cane sugar and unrefined coconut palm sugar on the survivability of lactobacillus acidophilus in probiotic ice cream and its sensory and antioxidant properties. *Food Science and Technology Research, 21*(6), 857–862. https://doi.org/10.3136/fstr.21.857
Maldonado Galdeano, C., Cazorla, S. I., Lemme Dumit, J. M., Vélez, E. ve Perdigón, G. (2019). Beneficial effects of probiotic consumption on the immune system. *Annals of Nutrition and Metabolism, 74*(2), 115–124. https://doi.org/10.1159/000496426
Markowiak, P. ve Ślizewska, K. (2017). Effects of probiotics, prebiotics, and synbiotics on human health. *Nutrients, 9*(9). https://doi.org/10.3390/nu9091021
Merculieff, Z., Ramnath, S., Sankoli, S. M., Venkataramegowda, S., Murthy, G. S. ve Ceballos, R. M. (2014). Phytochemical, antioxidant and antibacterial potential of Elaeagnus kologa (Schlecht.) leaf. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine, 7*(S1), S599–S602. https://doi.org/10.1016/S1995-7645(14)60295-9
Miremadi, F., Sherkat, F. ve Stojanovska, L. (2016). Hypocholesterolaemic effect and anti-hypertensive properties of probiotics and prebiotics: A review. J*ournal of Functional Foods,* 25, 497–510. https://doi.org/10.1016/j.jff.2016.06.016
Mokarram, R. R., Mortazavi, S. A., Najafi, M. B. H. ve Shahidi, F. (2009). The influence of multi stage alginate coating on survivability of potential probiotic bacteria in simulated gastric and intestinal juice. *Food Research International, 42*(8), 1040–1045. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.04.023
Mortazavi-Derazkola, S., Yousefinia, A., Naghizadeh, A., Lashkari, S., & Hosseinzadeh, M. (2021). Green synthesis and characterization of silver nanoparticles using Elaeagnus angustifolia bark extract and study of Its antibacterial effect. Journal of Polymers and the Environment, 29(11), 3539-3547. https://doi.org/10.1007/s10924-021-02122-5
Mu, R. J., Yuan, Y., Wang, L., Ni, Y., Li, M., Chen, H. ve Pang, J. (2018). Microencapsulation of Lactobacillus acidophilus with konjac glucomannan hydrogel. *Food Hydrocolloids*, *76,* 42–48. https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.07.009
Naidu, A. S., Bidlack, W. R. ve Clemens, R. A. (1999). Probiotic spectra of lactic acid bacteria (LAB). *Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 39*(1), 13–126. https://doi.org/10.1080/10408699991279187

Nasir, N., Şahin, S., Çakmak, Z. E. ve Çakmak, T. (2017). Optimization of ultrasonic-assisted extraction via multiresponse surface for high antioxidant recovery from Chlorella vulgaris (Chlorophyta). *Phycologia, 56*(5), 561-569. https://doi.org/10.2216/16132.1

Nasiri, H., Golestan, L., Shahidi, S. A., & Darjani, P. (2021). Encapsulation of Lactobacillus casei in sodium alginate microcapsules: improvement of the bacterial viability under simulated gastrointestinal conditions using wild sage seed mucilage. Journal of Food Measurement and Characterization, 15(5), 4726-4734. https://doi.org/10.1007/s11694-021-01022-5

Nazir, N., Zahoor, M., Nisar, M., Khan, I., Karim, N., Abdel-Halim, H. ve Ali, A. (2018). Phytochemical analysis and antidiabetic potential of Elaeagnus umbellata (Thunb.) in streptozotocin-induced diabetic rats: Pharmacological and computational approach. *BMC Complementary and Alternative Medicine, 18*(1), 1–16. https://doi.org/10.1186/s12906-018-2381-8

Niamah, A. K., Al-Manhel, A. J. ve Al-Sahlany, S. T. G. (2018). Effect microencapsulation of Saccharomyces boulardii on viability of yeast in vitro and ice cream. *Carpathian Journal of Food Science and Technology, 10*(3), 100–107.

Ningtyas, D. W., Bhandari, B., Bansal, N. ve Prakash, S. (2019). The viability of probiotic Lactobacillus rhamnosus (non-encapsulated and encapsulated) in functional reduced-fat cream cheese and its textural properties during storage. *Food Control, 100*, 8–16. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.12.048

Noori, N., Khaji, L. ve Gandomi, H. (2017). Effects of Camellia sinensis on survival of encapsulated Lactobacillus casei and Bifi dobacterium lactis in ice-cream. *Bioscience Biotechnology Research Communications, 10*(1), 72–77. https://doi.org/10.21786/bbrc/10.1/11

Okmen, G. ve Turkcan, O. (2014). A study on antimicrobial, antioxidant and antimutagenic activities of Elaeagnus angustifolia L. leaves. *African Journal of Traditional, Complementary, and Alternative Medicines, 11*(1), 116–120. https://doi.org/10.4314/ajtcam.v11i1.17

Özcan, T. ve Altun, B. (2013). Süt Ürünlerinde Probiyotik Bakterilerin Mikroenkapsülasyonu I: Enkapsülasyon Teknikleri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 27(*2), 93–104. https://doi.org/10.20479/uuzfd.28653

Ozen, T., Yenigun, S., Altun, M. ve Demirtas, I. (2017). Phytochemical Constituents, ChEs and Urease Inhibitions, Antiproliferative and Antioxidant Properties of Elaeagnus umbellata Thunb. *Combinatorial Chemistry & High Throughput Screening, 20*(6), https://doi.org/10.2174/1386207320666170127161837

Panja, S., Chaudhuri, D., Baban Ghate, N., Le Minh, H. ve Mandal, N. (2014). In vitro assessment of phytochemicals, antioxidant and DNA protective potential of wild edible fruit of Elaeagnus latifolia Linn. *Fruits, 69*(4), 303–314. https://doi.org/10.1051/fruits/2014019

Papagianni, M. ve Anastasiadou, S. (2009). Encapsulation of Pediococcus acidilactici cells in corn and olive oil microcapsules emulsified by peptides and stabilized with xanthan in oil-in-water emulsions: Studies on cell viability under gastro-intestinal simulating conditions. *Enzyme and Microbial Technology, 45*(6–7), 514–522. https://doi.org/10.1016/j.enzmictec.2009.06.007

Park, J. K. ve Chang, H. N. (2000). Microencapsulation of microbial cells. *Biotechnology Advances, 18*(4), 303–319. https://doi.org/10.1016/S0734-9750(00)00040-9

Qayyum, R., Qamar, H. M. U. D., Salma, U., Khan, S., Khan, T. ve Shah, A. J. (2019). Insight into the cardiovascular activities of elaeagnus umbellata. *Farmacia, 67*(1), 133–139. https://doi.org/10.31925/farmacia.2019.1.18

Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M. ve Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine, 26*(9–10), 1231–1237. https://doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00315-3

Reid, G. (2016). Probiotics: Definition, scope and mechanisms of action. *Best Practice and Research: Clinical Gastroenterology, 30*(1), 17–25. https://doi.org/10.1016/j.bpg.2015.12.001

Rezaul, M., Rakib, H., Kabir, A. ve Amanullah, S. M. (2017). Starter Cultures Used in the Production of Probiotic Dairy Products and Their Potential Applications: A Review. *Chemical and Biomolecular Engineering, 2*(2), 83–89. https://doi.org/10.11648/j.cbe.20170202.12

Roginsky, V. ve Alegria, A. E. (2005). Oxidation of tea extracts and tea catechins by molecular oxygen. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53*(11), 4529–4535. https://doi.org/10.1021/jf040382i

Rohman, A. ve Man, Y. B. C. (2010). Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy for analysis of extra virgin olive oil adulterated with palm oil. *Food Research International, 43*(3), 886–892. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.12.006

Sabir, M. S., Ahmad, D. S., Hussain, I. M. ve Tahir, K. M. (2007). Antibacterial activity of Elaeagnus umbellata (Thunb.) a medicinal plant from Pakistan. *Saudi Medical Journal, 28*(2), 259–263.

Saboonchian, F., Jamei, R. ve Hosseini Sarghein, S. (2014). Phenolic and flavonoid content of Elaeagnus angustifolia L. (leaf and flower). *Avicenna journal of phytomedicine, 4*(4), 231–238. https://doi.org/10.22038/ajp.2014.1975

Sahan, Y., Gocmen, D., Cansev, A., Celik, G., Aydin, E., Dundar, A. N., Dulger, D., Kaplan, H. B., Kilci, A. ve Gucer, S. (2015). Chemical and techno-functional properties of flours from peeled and unpeeled oleaster (Elaeagnus angustifolia L.). *Journal of Applied Botany and Food Quality, 88,* 34–41. https://doi.org/10.5073/JABFQ.2015.088.007

Şahin, S., Işik, E., Aybastier, Ö. ve Demir, C. (2012). Orthogonal signal correction-based prediction of total antioxidant activity using partial least squares regression from chromatograms. *Journal of Chemometrics, 26*(7), 390–399. https://doi.org/10.1002/cem.2450

Saifullah, M., Shishir, M. R. I., Ferdowsi, R., Tanver Rahman, M. R. ve Van Vuong, Q. (2019). Micro and nano encapsulation, retention and controlled release of flavor and aroma compounds: A critical review. *Trends in Food Science and Technology, 86*, 230–251. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.02.030

Saleh, A. I., Mohamed, I., Mohamed, A. A., Abdelkader, M., Yalcin, H. C., Aboulkassim, T., Batist, G., Yasmeen, A. ve Moustafa, A. E. Al (2018). Elaeagnus angustifolia Plant Extract Inhibits Angiogenesis and Downgrades Cell Invasion of Human Oral Cancer Cells via Erk1/Erk2 Inactivation. *Nutrition and Cancer, 70*(2), 297–305. https://doi.org/10.1080/01635581.2018.1412472

Santiago-López, L., Hernández-Mendoza, A., Garcia, H. S., Mata-Haro, V., Vallejo-Cordoba, B. ve González-Córdova, A. F. (2015). The effects of consuming probiotic-fermented milk on the immune system: A review of scientific evidence. I*nternational Journal of Dairy Technology, 68*(2), 153–165. https://doi.org/10.1111/1471-0307.12202

Selle, K. M., Klaenhammer, T. R. ve Russell, W. M. (2014). Lactobacillus: Lactobacillus acidophilus (Vol. 2), Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384730-0.00179-8

Sengsaengthong, S. ve Oonsivilai, R. (2019). Effect of microencapsulation of Lactobacillus sp. 21C2-10 isolated from cassava pulp on physicochemical, sensorial and microbiological characteristics of ice cream. *International Food Research Journal, 26*(2), 585–594.

Singleton, V. L., Orthofer, R. ve Lamuela-Raventos, R. M. (1999). Analysis of Total Phenols and Other Oxidation Substrates and Antioxidants by Means of Folin-Ciocalteu Reagent. *Methods In Enzymology, 299,* 152–178. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.11.004

Soomro, A. H., Masud, T. ve Anwaar, K. (2002). Role of Lactic Acid Bacteria (LAB) in Food Preservation and Human Health – A Review. *Pakistan Journal of Nutrition, 1*(1), 20–24. https://doi.org/10.3923/pjn.2002.20.24

Sun, Y., Liu, J., Tang, S., & Zhou, X. (2021). Analysis of gallic acid and ellagic acid in leaves of Elaeagnus angustifolia L. from different habitats and times in Xinjiang by HPLC with cluster analysis. Acta Chromatographica, 33(2), 195-201. https://doi.org/10.1556/1326.2020.00684

Suyabatmaz, Ş., Karaoğlu, Ş. A., Bozdeveci, A., & Akpınar, R. (2023). Honeybee-associated lactic acid bacteria and their probiotic potential for human use. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 39(1), 2. https://doi.org/10.1007/s11274-022-03427-w

Teschke, O. ve De Souza, E. F. (2002). Liposome structure imaging by atomic force microscopy: Verification of improved liposome stability during adsorption of multiple aggregated vesicles. *Langmuir, 18*(17), 6513–6520. https://doi.org/10.1021/la025689v

Tharmaraj, N. ve Shah, N. P. (2003). Selective enumeration of Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus, Streptococcus thermophilus, Lactobacillus acidophilus, bifidobacteria, Lactobacillus casei, Lactobacillus rhamnosus, and propionibacteria. *Journal of Dairy Science, 86*(7), 2288–2296. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73821-1

Tipigil, E. (2015). *İki farklı yöntem kullanılarak probiyotik bakteri mikroenkapsülasyonu ve ayranda depolama periyodu boyunca hücre stabilitesi üzerine etkilerinin karşılaştırılması*. [Yüksek lisans tezi]. Ege Üniversitesi.

TS 4500 Buğday ununda ham sellüloz miktarı tayini (gravimetrik metot), asidite tayini (titri-metrik metot). Türk Standartları Enstitüsü.

TS EN ISO 2171 (2010). Tahıllar, baklagiller ve yan ürünleri- yakılarak kül muhtevasının tayini. Türk Standartları Enstitüsü.

TS EN ISO 712 (2012). Tahıl ve tahıl ürünleri- rutubet muhtevası tayini. Türk Standartları Enstitüsü.

Vaziri, A. S., Alemzadeh, I., Vossoughi, M. ve Khorasani, A. C. (2018). Co-

microencapsulation of Lactobacillus plantarum and DHA fatty acid in alginate-pectin-gelatin biocomposites. *Carbohydrate Polymers, 199*, 266–275. https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.07.002

Wan, M. L. Y., Forsythe, S. J. ve El-Nezami, H. (2019). Probiotics interaction with foodborne pathogens: a potential alternative to antibiotics and future challenges. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 59*(20), 3320–3333. https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1490885

Wang, S. Y. ve Fordham, I. M. 2007. Differences in chemical composition and antioxidant capacity among different genotypes of autumn olive (Elaeagnus umbellate Thunb.). F*ood Technology and Biotechnology, 45*(4), 402–409.

Yanprapasiri, K., Lohsrithong, C., Setthachaimongkol, S., Mekkerdchoo, O. ve Borompichaichartkul, C. (2018). Probiotic encapsulation by spray drying using konjac glucomannan hydrolysate as wall material and its application in ice cream. *Italian Journal of Food Science, 30*(5), 36–40.

Yilmaz-Ersan, L. ve Kurdal, E. (2014). The Production of Set-Type-Bio-Yoghurt with Commercial Probiotic Culture. *International Journal of Chemical Engineering and Applications, 5*(5), 402–408. https://doi.org/10.7763/ijcea.2014.v5.418

Zhu, J. X., Wen, L., Zhong, W. J., Xiong, L., Liang, J. ve Wang, H. L. (2018). Quercetin, Kaempferol and Isorhamnetin in Elaeagnus pungens Thunb. Leaf: Pharmacological Activities and Quantitative Determination Studies. *Chemistry and Biodiversity, 15*(8), 1–9. https://doi.org/10.1002/cbdv.201800129