**ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ**
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

# NAR KABUĞU EKSTRAKTININ SİRAZ (*CAPOETA DAMASCINA*) VE BİZİR (*CARASOBARBUS LUTEUS*) BALIĞI FİLETOLARININ BAZI FİZİKSEL, KİMYASAL VE MİKROBİYOLOJİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

**Raya Saaduldeen Saleh SALEH**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ÇANKIRI**
**2023**

**Her hakkı saklıdır**

**TEZ ONAYI**

Raya Saaduldeen Saleh SALEH tarafından hazırlanan **"Nar Kabuğu Ekstraktının Siraz (*Capoeta Damascina*) ve Bizir (*Carasobarbus Luteus*) Balığı Filetolarının Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özelliklerine Etkisi"** adlı tez çalışması 09/02/2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman** : Doç. Dr. Emin Burçin ÖZVURAL

**Eş Danışman** : Dr. Öğr. Üyesi Tareq Khalıd MHMOOD

**Jüri Üyeleri** :

**Başkan** : Doç. Dr. Oğuz AYDEMİR
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Çankırı Karatekin Üniversitesi

**Üye** : Doç. Dr. Emin Burçin ÖZVURAL
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Çankırı Karatekin Üniversitesi

**Üye** : Doç. Dr. Halil Mecit ÖZTOP
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Orta Doğu Teknik Üniversitesi

**Yukarıdaki sonucu onaylarım**

**Prof. Dr. Hamit ALYAR**

**Enstitü Müdürü**

## ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Çankırı Karatekin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğine göre hazırlamış olduğum "**Nar Kabuğu Ekstraktının Siraz (*Capoeta Damascına*) ve Bizir (*Carasobarbus Luteus*) Balığı Filetolarının Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özelliklerine Etkisi**" konulu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı, tezin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı, tezde kullandığım eserleri usulüne göre kaynak olarak gösterdiğimi, tezin Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nden başka bir bilim kuruluna akademik amaç ve unvan almak amacıyla vermediğimi ve bu çalışmanın Çankırı Karatekin Üniversitesi tarafından kullanılan "Bilimsel İntihal Tespit Programı"yla tarandığını, "intihal içermediğini" beyan ederim. Çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması halinde ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm. Çankırı Karatekin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim (01/01/2023).

Raya Saaduldeen Saleh SALEH

# ÖZET


Yüksek Lisans Tezi

NAR KABUĞU EKSTRAKTININ SİRAZ (*CAPOETA DAMASCINA*) VE BİZİR (*CARASOBARBUS LUTEUS*) BALIĞI FİLETOLARININ BAZI FİZİKSEL, KİMYASAL VE MİKROBİYOLOJİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Raya Saaduldeen Saleh SALEH

Çankırı Karatekin Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Emin Burçin ÖZVURAL
Eş Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Tareq Khalıd MHMOOD

Bu çalışmada farklı konsantrasyonlarda hazırlanan nar kabuğu sulu ekstraktlarının Siraz ve Bizir balıklarının fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerine olan etkisi incelenmiştir. Bu amaçla, belirtilen balık filetoları % 0, 0.5, 1 ve 1.5 oranında nar kabuğu içeren çözeltilerin içerisine yerleştirilmiş ve 12 saat boyunca çözelti içerisinde bekletilmiştir. Kontrol örnekler ve nar kabuğu ekstrakt çözeltilerinde bekletilen balık filetoları polietilen torbalar içerisinde 60 gün boyunca derin dondurucuda muhafaza edilmiş ve depolamanın 0, 10, 20, 30 ve 60. günlerinde fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizler gerçekleştirilmiştir. Tüm Siraz ve Bizir balık filetolarının nem miktarlarının zaman içinde azaldığı bulunmuştur. Alwini ve Bizir balıklarının kontrol ve nar kabuğu ekstraktında bekletilmiş tüm örneklerinin pH değerleri depolama süresi boyunca yükselmiştir ($p<0.05$). Siraz balık örneklerinde yüksek konsantrasyonda (%1.5) nar kabuğu ekstraktıyla muamele edilmiş örneğin TBARS ve toplam uçucu azot değerleri zamanla azalmıştır ($p<0.05$). Bizir balığı örneklerinin TBARS değerleri arasında önemli seviyede farklılıklar oluşmuştur ($p<0.05$), ancak depolama süresi boyunca lipid oksidasyonunda dikkat çekici bir yükselme görülmemiştir. Örnekler mikrobiyolojik açıdan değerlendirildiğinde, %1 ve 1.5 oranında nar kabuğu ekstraktında beklteilen Siraz balıklarında psikrofilik bakteri sayısının depolama süresince azaldığı belirlenmiştir ($p<0.05$). Siraz balıklarında depolama süresi boyunca örnekler genel olarak karşılaştırıldığında nar kabuğu ekstraktı konsantrasyonunun artmasıyla *E. coli* bakteri sayısının önemli seviyede azaldığı bulunmuştur ($p<0.05$). Bizir balıklarında ise nar kabuğu ekstraktı konsantrasyonunun artmasıyla termofilik, psikrofilik ve *E. coli* bakteri sayısının önemli seviyede azaldığı belirlenmiştir ($p<0.05$).



**2023, 77 sayfa**

**ANAHTAR KELİMELER:** Nar kabuğu ekstraktı, *Capoeta damascina, Carosobarbus luteus,* Derin dondurucuda depolama

## ABSTRACT

Master of Science Thesis

THE EFFECT OF POMEGRANATE PEEL EXTRACT ON SOME PHYSICAL, CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL PROPERTIES OF MESOPOTAMIAN BARB (*CAPOETA DAMASCINA*) AND YELLOW BARBELL (*CARASOBARBUS LUTEUS*) FISH FILLETS

Raya Saaduldeen Saleh SALEH

Cankiri Karatekin University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Emin Burçin ÖZVURAL
Co-Advisor: Asst. Prof. Dr. Tareq Khalıd MHMOOD

In this study, the effects of pomegranate peel aqueous extracts prepared at different concentrations on the physical, chemical and microbiological properties of Mesopotamian barb and Yellow barbell fish were investigated. For this purpose, the mentioned fish fillets were placed in solutions containing 0, 0.5, 1 and 1.5% pomegranate peel and kept in the solution for 12 hours. Control samples and fish fillets kept in pomegranate peel extract solutions were stored in deep freezer for 60 days in polyethylene bags and physical, chemical and microbiological analyzes were performed on 0, 10, 20, 30 and 60 days of storage. It was found that the moisture content of all Mesopotamian barb and Yellow barbell fish fillets decreased over time. The pH values of the control and all the samples of Mesopotamian barb and Yellow barbell fish kept in pomegranate peel extract increased during the storage period ($p<0.05$). TBARS and total volatile nitrogen values of Mesopotamian barb fish samples treated with high concentration (1.5%) of pomegranate peel extract decreased over time ($p<0.05$). Significant differences were observed between the TBARS values of the Yellow barbell fish samples ($p<0.05$), but there was no remarkable increase in lipid oxidation during the storage period. When the samples were evaluated microbiologically, it was determined that the number of psychrophilic bacteria in Mesopotamian barb fish kept in 1% and 1.5% pomegranate peel extract decreased during storage ($p<0.05$). During the storage period of Mesopotamian barb fish, the number of *E. coli* bacteria decreased significantly with the increase in pomegranate peel extract concentration ($p<0.05$). It was determined that the number of thermophilic, psychrophilic and *E. coli* bacteria decreased significantly with the increase of pomegranate peel extract concentration in Yellow barbell fish ($p<0.05$).



**2023, 77 pages**

**Keywords:** Pomegranate peel extract, *Capoeta damascina*, *Carosobarbus luteus*, Freezer storage

## ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Onun lütfuyla gerçekleştirebildiğimiz bu çalışma için Yüce Allah'a şükrediyoruz.

Tez danışmanım Doç. Dr. Emin Burçin ÖZVURAL'a sabrı, rehberliği ve anlayışı için teşekkür ederim.

Eş danışmanım olan Dr. Öğr. Üyesi Tareq Khalıd MHMOOD'a anlayışı ve yardımları için teşekkür ediyorum.

Ayrıca bize her türlü yardımda bulunan tüm profesörlere ve meslektaşlarıma çok teşekkür ederim. Son olarak, çalışma süresi boyunca destekleri ve teşvikleri için nazik aileme, eşime ve bana her zaman yardım eden ve destekleyen kızım Berna'ya ve onun kardeşleri Aras, Sara ve Yemin'e şükran ve minnetlerimi sunarım. Allah onları en iyi şekilde mükafatlandırsın.

**Raya Saaduldeen Saleh SALEH**
**Çankırı, 2023**

## İÇİNDEKİLER

**ÖZET** ..... **i**
**ABSTRACT** ..... **ii**
**ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR** ..... **iii**
**İÇİNDEKİLER** ..... **iv**
**SİMGELER DİZİNİ** ..... **vii**
**KISALTMALAR DİZİNİ** ..... **viii**
**ŞEKİLLER DİZİNİ** ..... **x**
**ÇİZELGELER DİZİNİ** ..... **xi**
**1. GİRİŞ** ..... **1**
**2. KURAMSAL TEMELLER** ..... **3**
**2.1 Nar Bitkisi** ..... **3**
**2.2 Nar Kabuğunun Besin Değeri** ..... **4**
**2.3 Nar Kabuğundaki Aktif Bileşikler** ..... **5**
**2.3.1 Alkaloidler** ..... **7**
**2.3.2 Tanenler (Taninler)** ..... **7**
**2.3.3 Saponinler** ..... **8**
**2.3.4 Flavonoidler** ..... **8**
**2.3.5 Terpenler** ..... **10**
**2.3.6 Kumarinler** ..... **11**
**2.3.7 Glikozitler** ..... **11**
**2.4 Enzimatik ve Enzimatik Olmayan Antioksidanlar** ..... **12**
**2.5 Nar Kabuklarının Et ve Balık Ürünlerinde Uygulamaları** ..... **13**
**2.6 Et Muhafaza Yöntemleri** ..... **15**
**2.6.1 Soğutma** ..... **16**
**2.6.2 Dondurarak saklama** ..... **17**
**2.7 Balığın Kimyasal Bileşimi** ..... **17**
**2.7.1 Nem** ..... **18**
**2.7.2 Protein** ..... **18**
**2.7.3 Yağ** ..... **19**
**2.7.4 Kül** ..... **21**
**2.8 Fiziksel Göstergeler** ..... **21**
**2.8.1 Ph** ..... **21**

**2.8.2 Su tutma kapasitesi ..... 22**
**2.9 Pişirme Kaybı ..... 22**
**2.10 Kimyasal İndikatörler ..... 22**
**2.10.1 Toplam uçucu nitrojen ..... 22**
**2.10.2 Tiyobarbatorik asit (tba, tbars) ..... 23**
**2.10.3 Serbest yağ asitleri ..... 23**
**3. MATERYAL VE METOT ..... 25**
**3.1 Nar Örneklerinin Toplanması ve Hazırlanması ..... 25**
**3.1.1 Nar kabuğu sulu ekstraktının hazırlanması ..... 25**
**3.1.2 Bazı aktif gurupların kalite tespiti ..... 26**
**3.2 Balık Etlerinde Yapılan Analizler ..... 29**
**3.2.1 Yöntem ..... 30**
**3.2.2 Araştırmada kullanılan balık türleri ..... 30**
**3.3 Kimyasal Bileşim ..... 31**
**3.3.1 Nem içeriğinin belirlenmesi ..... 31**
**3.3.2 Protein ..... 32**
**3.3.3 Yağ miktarı ..... 32**
**3.3.4 Kül miktarı ..... 33**
**3.4 Fiziksel Analizler ..... 33**
**3.4.1 Ph ölçümü ..... 33**
**3.4.2 Etin su tutma kapasitesi ..... 33**
**3.4.3 Pişirme kaybı ..... 34**
**3.5 Kimyasal İndikatörler ..... 34**
**3.5.1 Toplam uçucu azot miktarı (TVN) ..... 34**
**3.5.2 Lipit oksidasyonunun belirlenmesi (TBARS analizi) ..... 34**
**3.5.3 Serbest yağ asitlerinin belirlenmesi ..... 35**
**3.6 Mikrobiyolojik Analizler ..... 35**
**3.6.1 Toplam bakteri sayısı ..... 35**
**3.6.2 Psikrofilik bakteri sayısı ..... 35**
**3.7 İstatistiksel analiz ..... 35**
**4. BULGULAR VE TARTIŞMA ..... 37**
**4.1 Nar Kabuğundaki Bazı Aktif Bileşenlerin Kalitatif Tespiti ..... 37**
**4.2 Siraz Balığı Filetolarının Kimyasal Bileşimleri ..... 38**
**4.3 Bizir Balığı Filetolarının Kimyasal Bileşenleri ..... 42**

**4.4 Siraz Balığı Filetolarının Fiziksel Özellikleri.....45**
**4.5 Bizir Balığı Filetolarının Fiziksel Özellikleri .....49**
**4.6 Siraz Balığı Filetolarında Kimyasal Bozulma Ölçümleri .....51**
**4.7 Bizir Balığı Filetolarında Kimyasal Bozulma Ölçümleri.....55**
**4.8 Siraz Balıklarının Mikrobiyolojik Analizleri.....58**
**4.9 Bizir Balıklarının Mikrobiyolojik Analizleri.....62**
**5. SONUÇ..... 66**
**KAYNAKLAR ..... 67**
**ÖZGEÇMİŞ..... 77**

## SİMGELER DİZİNİ

| | |
|---|---|
| °C | Celsius |
| g | Gram |
| mg | Miligram |
| mL | Mililitre |
| % | Yüzde işareti |

## KISALTMALAR DİZİNİ

| | |
|---|---|
| ALT | Alanin transaminaz |
| AOAC | Resmi analitik kimyagerler derneği |
| APHA | Amerikan halk sağlığı derneği |
| AST | Aspartat transaminaz |
| BHA | Butil-hidroksianisol |
| BHT | Butil-hidroksitoluen |
| CAT | Katalaz |
| CFU | Koloni oluşturan birim |
| CRD | Faktöriyel tam randomize tasarım |
| DMA | Dilmetilamin |
| DPPH | 1,1-difenil -2-radikal pikrilhidrazil |
| EC50 | Yarı maksimum etkili konsantrasyon |
| FAO | Gıda ve tarım örgütü |
| FFA | Serbest yağ asitleri |
| FRAP | Demir indirgeyici antioksidan güç |
| GPO | Gliserol-3-fosfat oksidaz |
| GPX | Glutatyon peroksidaz |
| HDL-C | Yüksek yoğunluklu lipoprotein-kolesterol |
| IC50 | Yarı maksimum inhibitör konsantrasyon |
| ICMSF | Gıdaların mikrobiyolojik standartları uluslararası komitesi |
| IQS | Irak standardı |
| LDL-C | Düşük yoğunluklu lipoprotein-kolesterol |
| MDA | Malondialdehit |
| MDA | Malondialdehit |
| MDCM | Mekanik olarak kemikleri ayıklanmış tavuk eti |
| ROS | Reaktif oksijen türleri |

| | |
|---|---|
| SOD | Süperoksit dismutaz |
| TBA | Tiyobarbitürik asit |
| TBA | Tiyobarbitürik asit |
| TBC | Toplam bakteri sayısı |
| TC | Toplam kolesterol |
| TCA | Triklorasetik asit |
| TG | Trigliseritler |
| TMA | Trimetilamin |
| TSS | Toplam çözünür katılar |
| TVBC | Toplam canlı bakteri sayısı |
| TVN | Toplam uçucu azot |
| UV | Morötesi radyasyon |
| VLDL-C | Çok düşük yoğunluklu lipoprotein-kolesterol |
| WBC | Su bağlama kapasitesi |
| WHC | Su tutma kapasitesi |

# ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Nar meyvelerinde bulunan farklı etken ikincil bileşikler ..... 6
Şekil 2.2 Tanenlerin çeşitleri ..... 8
Şekil 2.3 Flavonoidlerin temel yapısı (Kumar and Pandy 2013) ..... 9
Şekil 2.4 Flavonoidlerin farklı bölümleri ..... 10
Şekil 2.5 Kumarin ..... 11
Şekil 2.6 Rutin'in kimyasal formülü ..... 12
Şekil 3.1 Kurutulmuş nar kabukları ..... 25
Şekil 3.2 Siraz (Al-Tuwaini) balığı ..... 31
Şekil 3.3 Bizir balığı ..... 31

# ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1 Nar kabuğundaki aktif bileşenler ..... 37
Çizelge 4.2 Farklı konsantrasyonlarda nar kabuğu ekstraktıyla muamele edilen Siraz balığı filetolarının derin dondurucuda 60 günlük depolanması sırasındaki nem miktarları ..... 39
Çizelge 4.3 Farklı konsantrasyonlarda nar kabuğu ekstraktıyla muamele edilen Siraz balığı filetolarının derin dondurucuda 60 günlük depolanması sırasındaki protein miktarları ..... 40
Çizelge 4.4 Farklı konsantrasyonlarda nar kabuğu ekstraktıyla muamele edilen Siraz balığı filetolarının derin dondurucuda 60 günlük depolanması sırasındaki yağ miktarları ..... 41
Çizelge 4.5 Farklı konsantrasyonlarda nar kabuğu ekstraktıyla muamele edilen Siraz balığı filetolarının derin dondurucuda 60 günlük depolanması sırasındaki kül miktarları ..... 41
Çizelge 4.6 Farklı konsantrasyonlarda nar kabuğu ekstraktıyla muamele edilen Bizir balığı filetolarının derin dondurucuda 60 günlük depolanması sırasındaki nem miktarları ..... 42
Çizelge 4.7 Farklı konsantrasyonlarda nar kabuğu ekstraktıyla muamele edilen Bizir balığı filetolarının derin dondurucuda 60 günlük depolanması sırasındaki protein miktarları ..... 43
Çizelge 4.8 Farklı konsantrasyonlarda nar kabuğu ekstraktıyla muamele edilen Bizir balığı filetolarının derin dondurucuda 60 günlük depolanması sırasındaki yağ miktarları ..... 44
Çizelge 4.9 Farklı konsantrasyonlarda nar kabuğu ekstraktıyla muamele edilen Bizir balığı filetolarının derin dondurucuda 60 günlük depolanması sırasındaki kül miktarları ..... 44
Çizelge 4.10 60 gün süre derin dondurucuda muhafaza edilen nar kabuğu ekstraktı uygulanmış Siraz balığı filetolarının pH değerleri ..... 46
Çizelge 4.11 60 gün süre derin dondurucuda muhafaza edilen nar kabuğu ekstraktı uygulanmış Siraz balığı filetolarının % su tutma kapasitesi (STK) değerleri ..... 47
Çizelge 4.12 60 gün süre derin dondurucuda muhafaza edilen nar kabuğu ekstraktı uygulanmış Siraz balığı filetolarının % pişirme kaybı değerleri ..... 48
Çizelge 4.13 60 gün süre derin dondurucuda muhafaza edilen nar kabuğu ekstraktı uygulanmış Bizir balığı filetolarının pH değerleri ..... 49
Çizelge 4.14 60 gün süre derin dondurucuda muhafaza edilen nar kabuğu ekstraktı uygulanmış Bizir balığı filetolarının % su tutma kapasitesi (STK) değerleri ..... 50
Çizelge 4.15 60 gün süre derin dondurucuda muhafaza edilen nar kabuğu ekstraktı uygulanmış Bizir balığı filetolarının % pişirme kaybı değerleri ..... 51

Çizelge 4.16 60 gün süre derin dondurucuda muhafaza edilen nar kabuğu ekstraktı uygulanmış Siraz balığı filetolarının TBARS (mg malonaldehit/kg) değerleri ..... 52
Çizelge 4.17 60 gün süre derin dondurucuda muhafaza edilen nar kabuğu ekstraktı uygulanmış Siraz balığı filetolarının toplam uçucu azot (mg azot/100 g) değerleri ..... 53
Çizelge 4.18 60 gün süre derin dondurucuda muhafaza edilen nar kabuğu ekstraktı uygulanmış Siraz balığı filetolarının serbest yağ asidi (%) değerleri ..... 55
Çizelge 4.19 60 gün süre derin dondurucuda muhafaza edilen nar kabuğu ekstraktı uygulanmış Bizir balığı filetolarının TBARS (mg malonaldehit/kg) değerleri ..... 56
Çizelge 4.20 60 gün süre derin dondurucuda muhafaza edilen nar kabuğu ekstraktı uygulanmış Bizir balığı filetolarının toplam uçucu azot (mg azot/100 g) değerleri ..... 57
Çizelge 4.21 60 gün süre derin dondurucuda muhafaza edilen nar kabuğu ekstraktı uygulanmış Bizir balığı filetolarının serbest yağ asidi (%) değerleri ..... 58
Çizelge 4.22 60 gün süre derin dondurucuda muhafaza edilen nar kabuğu ekstraktı uygulanmış Siraz balığı filetolarındaki termofilik bakteri sayısı (KOB/g balık eti) ..... 59
Çizelge 4.23 60 gün süre derin dondurucuda muhafaza edilen nar kabuğu ekstraktı uygulanmış Siraz balığı filetolarındaki psikrofilik bakteri sayısı (KOB/g balık eti) ..... 60
Çizelge 4.24 60 gün süre derin dondurucuda muhafaza edilen nar kabuğu ekstraktı uygulanmış Siraz balığı filetolarındaki E. coli sayısı (KOB/g balık eti) ..... 61
Çizelge 4.25 60 gün süre derin dondurucuda muhafaza edilen nar kabuğu ekstraktı uygulanmış Bizir balığı filetolarındaki termofilik bakteri sayısı (KOB/g balık eti) ..... 62
Çizelge 4.26 60 gün süre derin dondurucuda muhafaza edilen nar kabuğu ekstraktı uygulanmış Bizir balığı filetolarındaki psikrofilik bakteri sayısı (KOB/g balık eti) ..... 64
Çizelge 4.27 60 gün süre derin dondurucuda muhafaza edilen nar kabuğu ekstraktı uygulanmış Bizir balığı filetolarındaki *E. coli* sayısı (KOB/g balık eti) ..... 64

# 1. GİRİŞ

Et ve et ürünlerinin tüketimi, kişi başına düşen gelirin yüksek olması ve et ürünlerinin protein, yağ, vitamin, mineral elementler ve bazı proteinlerin ana kaynağını oluşturması nedeniyle tüketicilerin et içerikli yemek yeme istekleri son zamanlarda artmıştır. Etin besin değeri, bu bileşenlerin miktarlarıyla ilgilidir. Et ve et ürünleri, hayvanın kesiminden sonra geçirdiği fiziksel ve kimyasal değişiklikler nedeniyle oksidasyona ve bozulmaya karşı son derece hassas bir yapıya sahiptir. Et üreticilerinin karşılaştığı önemli sorunlardan biri olan yağların oksidasyonuyla, depolama süresi boyunca istenmeyen tat ve kokuların üretimine yol açan aldehitler, asitler, alkoller ve ketonlar gibi ikincil oksidasyon bileşikleri oluşur (Choe *et al*. 2011). Bu ikincil bileşikler, depolama süresi boyunca etin istenmeyen tatlara hızlı bir şekilde ulaşmasına, doymamış yağ asitleri, hidroperoksitler ve malondehit gibi arzu edilmeyen bileşiklerin üretilmesine neden olarak besinsel ve ekonomik kayıplara sebebiyet verir ve ürünün raf ömrünü azaltır (Esterbauer 1993).

Son yıllarda yapılan çalışmalarda, et ve et ürünlerinde kimyasal kökenli endüstriyel katkı maddeleri kullanmak yerine, daha güvenli olan şifalı otlar ve bitkiler gibi doğal katkı maddelerinin kullanımı üzerine yoğunlaşılmıştır, çünkü kimyasal ve endüstriyel katkı malzemelerinin kullanımı, kanser hastalığının ana nedenlerinden biridir ve bu sebeple de tüketicilerin endişe duyduğu bir konu haline gelmiştir (Meyer *et al*. 2002). Ayrıca, bu doğal katkı maddelerinin antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerinin yanı sıra, oksidatif acılaşmayı önledikleri, istenmeyen tat gelişimlerini geciktirdikleri ve et pigmentlerinin ve yağın stabilitesini arttırdıkları kanıtlanmıştır (Weber and Antipatis 2001). Antioksidan ve antibakteriyel olarak etkili olan doğal gıda katkı maddeleri arasında bol miktarda doğal antioksidan ve biyolojik olarak aktif bileşik içeren nar kabuğu da yer almaktadır. Nar kabuğu yüksek miktarda flavonoid, kateşin, antosiyanin, tanin, pedunkulajin, punikalin, elajik asit ve gallik asit gibi fenolik bileşikleri içermektedir. Bazı araştırmalar, nar kabuklarının birçok hastalık üzerinde engelleyici etkiye sahip olduğunu da göstermiştir. Nar kabuklarının metanol ve sulu ekstraktlarının gram pozitif ve gram negatif bakterilere karşı inhibitör aktiviteye sahip olduğu bilinmektedir. Nar kabuğu bakteri ve mantarlara karşı öldürücü özellik göstermesinden dolayı, dizanteri, gastrit, ishal, artrit, erkek

kısırlığı, vajinal hastalıklar, antelmintik ve kolit gibi birçok hastalığın tedavisinde de kullanılmıştır.

Fenolik bileşikler gıda endüstrisinde doğal renklendiriciler, koruyucular, antioksidanlar veya besin değerine sahip katkı maddeleri olarak kullanılmaktadır. Son zamanlarda, başta serbest radikalleri inhibe etme (Free radical scavenging capability) yetenekleri nedeniyle bu maddelere karşı ilgi artmıştır. Birçok çalışmada, süt ürünleri, balık, et, tahıllar ve diğer gıdaların sağlık etkilerinin güçlendirilmesinde farklı konsantrasyonlarda nar kabukları veya ekstraktları kullanılmıştır. Ürünlere nar kabuğu ve ekstraktlarının eklenmesinin, ürünlerin depolama ömürlerini istenilen seviyeye getirdiğini, besin değerlerini yükselttiğini, antioksidan aktiviteleri artırdığını ve üründeki olumsuz mikrobiyal özelliklerin azaldığını belirtmişlerdir. Bazı araştırmalar, nar kabuklarının kan şekerini, trigliseritleri ve zararlı kolesterolü düşürücü etkisi olduğunu göstermiştir. Aynı zamanda iyi kolesterol düzeyinin yükseltilmesinde olduğu kadar insülin oranının dengelenmesinde de faydalı bir etkiye sahip olduğu saptanmıştır. Nar kabuklarının antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerini değerlendirerek çoklu faydaları hakkında bilgi edinmek için farklı araştırmalara da ihtiyaç vardır.

Bu çalışmanın amacı: Farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış nar kabuğu ekstraktlarının 60 gün boyunca derin dondurucuda saklanan balık filetolarının fiziksel, kimyasal ve duyusal özellikleri üzerindeki etkisinin incelenmesidir.

# 2. KURAMSAL TEMELLER

## 2.1 Nar Bitkisi

Nar (Pomegranate) (*Punica granatum L.*) kınagiller familyasına aittir. Punica türü bu familyanın tek türüdür ve *P. granatum* ve *P. protopunica* isimli iki bitkisel alt türü içermektedir. İkinci tür, Yemen'in Sokotra adasında bulunur. Nar bitkisi ilk kez 1753 yılında bilim adamı Carl Linné tarafından sınıflandırılmıştır. Nar yetiştiriciliği ılıman bölgelerde yayılım gösterir ve tropik ve yarı tropik bölgelerde kısmen yaprak döken ve soğuk bölgelerde ise yaprak döken bir bitkidir. Nar, Mısır'daki firavunların tapınaklarında ve saraylarında görüntüleri bulunduğu için eski zamanlardan beri bilinmektedir. Anavatanının Güney Asya'nın batısı, İran, Irak, Yemen, Arap Yarımadası'nın güneyi olduğuna inanılmaktadır. Buralardan Akdeniz havzası ülkelerine, ardından İspanya, İtalya, Fransa gibi Avrupa ülkelerine ve sonrasında Amerika'ya yayılmıştır. (Ahmed *et al*. 2005, Mir *et al*. 2010).

Nar ağacı en eski meyve ağaçlarından biridir ve bu ağaçlar 12-16 feet yüksekliğine kadar büyürler. Bitkinin yaprakları mızrak şeklinde, dar ve uzun, 3 ila 7 cm uzunluğunda ve 2 cm genişliğindedir. Çiçekleri ise kırmızı, büyük boyutlu veya beyazdır. Nar koyu kırmızı kösele bir kabuğa sahiptir ve beyaz bir zarsı kılıfla ayrılmış birçok tohum içerir (Jurenka 2008, Wald 2009, Parreno 2013). Sayıları 1000'e varan, farklı şekillerde, renkleri kırmızı ile sarı arasında değişen nar çeşitleri vardır. Ayrıca iç meyvenin (tohumların) renginde de farklılık görülür; bunların bazıları kırmızıdan sarıya çalar, bazıları ise çok kırmızıdır. Bu çeşitler ayrıca asitlik ve tatlılığa göre tat açısından farklılık gösterir ve bazıları tatlı ve ekşi tatları bir arada bulundurur (Albrecht 2004).

Meyvenin kimyasal içeriği iklim, yetiştirme alanı, depolama yöntemi, nem ve muhafaza gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişir. Şeker, organik asitler, fenolik bileşikler, mineraller ve suda çözünen vitaminlerin konsantrasyonunda bir çeşitlilik söz konusudur. Narın içeriği, çoklu fenoller, yağ asitleri, şekerler, çeşitli amino asitler ve aromatik bileşikleri içeren temel kimyasal bileşikler açısından çok zengindir (Chaturveduta and Prakash 2011).

Irak'ın nar üretimi, 2018 yılında 120400 ton iken, 2019 yaz sezonunda %82.58 artışla 219822 tona ulaşmıştır. Diyala eyaleti, Irak'ın toplam üretiminin %53.70'ini temsil eden 118,050 ton üretim ile bir önceki yılki 108,071 tona göre tahmini %9.23 artışla ilk sırada yer alır. Onu, 87252 ton ile Irak'ın toplam üretiminin tahmini %39.69'unu üreten Selahaddin eyaleti takip ederken, Kerbela eyaleti, toplam Irak üretiminin %3.15'ini temsil eden 6932 ton tahmini üretim ile üçüncü sırada yer alır. Diğer eyaletler Irak'ın toplam üretiminin %3.46'sını temsil etmektedir. Nar üretimi ise Irak'taki toplam yazlık meyve ağacı üretiminin %26.42'sini oluşturmuştur. Bir ağacın ortalama verimi 2019 yılı için 34.07 kg olarak tahmin edilirken, 2018 sezonundaki 31.58 kg'a kıyasla %7.88'lik bir artışın olduğu tahmin edilmektedir. En yüksek ortalama verimlilik 39.20 kg ile Bağdat eyaletinde, en düşük ortalama verimlilik ise tahmini 19.80 kg ile Vasit ilinde elde edilmiştir.

## 2.2 Nar Kabuğunun Besin Değeri

Nar kabukları karbonhidrat, protein, yağ, kül ve lif gibi birçok önemli besin bileşenini içerir. Bu bileşenler nar kabuğunda farklı oranlarda dağılır. Nar kabuğu tozu; %11.9 nem, %77.41 karbonhidrat, %3.97 protein, %4.19 kül, %2.34 yağ ve %12.1 lif içerir (Abbas *et al*. 2017). El-Hamamsy and El-Khamissi (2020), nar kabuklarının nem, protein, yağ, lif, kül ve karbonhidrat içeriğinin sırasıyla %6.95, 8.97, 0.85, 19.41, 4.22 ve 59.60'a ulaştığını belirtmişlerdir. Ayrıca nar kabukları, kalsiyum, potasyum, sodyum, fosfor, demir, çinko, manganez ve bakır gibi mineral elementlerinden sırasıyla 342, 48.64, 64.63, 118.30, 6.35, 0.93, 0.78, 0.64 mg/100 içermektedir (Ranjitha et al. 2018). Nar kabuğunda B1 (Tiamin), B2 (Riboflavin), C (L-Askorbik asit), E (α-Tochoferol) ve A (Retinol) gibi bazı vitaminler de vardır (Rowayshed *et al*. 2013).

Nar kabuğunda oranları yetiştirilen çeşitlere göre değişen bir dizi temel şeker de bulunur. Hasnaoui *et al*. (2014) tarafından yapılan çalışmada, 12 çeşit Tunus nar kabuğu için şeker yüzdeleri belirlenmiş ve kabukların (toplam içeriğin %60'ından fazlasını temsil edecek şekilde) ksiloz ve arabinoz şekerlerini içerdiği tespit edilmiştir. Bunları laktoz (%14), glukoz (%10), mannoz (%5), ramnoz (%4) ve fruktozun (%1.5) izlediği bildirilmiştir. İran çeşitlerinde nar kabuğundaki ana şekerin glukoz olduğu belirlenirken (%44.9-68.1),

bunu galaktoz (%14.6-19.4), mannoz (%3.4-18.1), arabinoz (%3.1-18.1) ve ramnozun (%3.1-6.0) izlediği belirtilmiştir (Ahmadi Gavlighi *et al*. 2018).

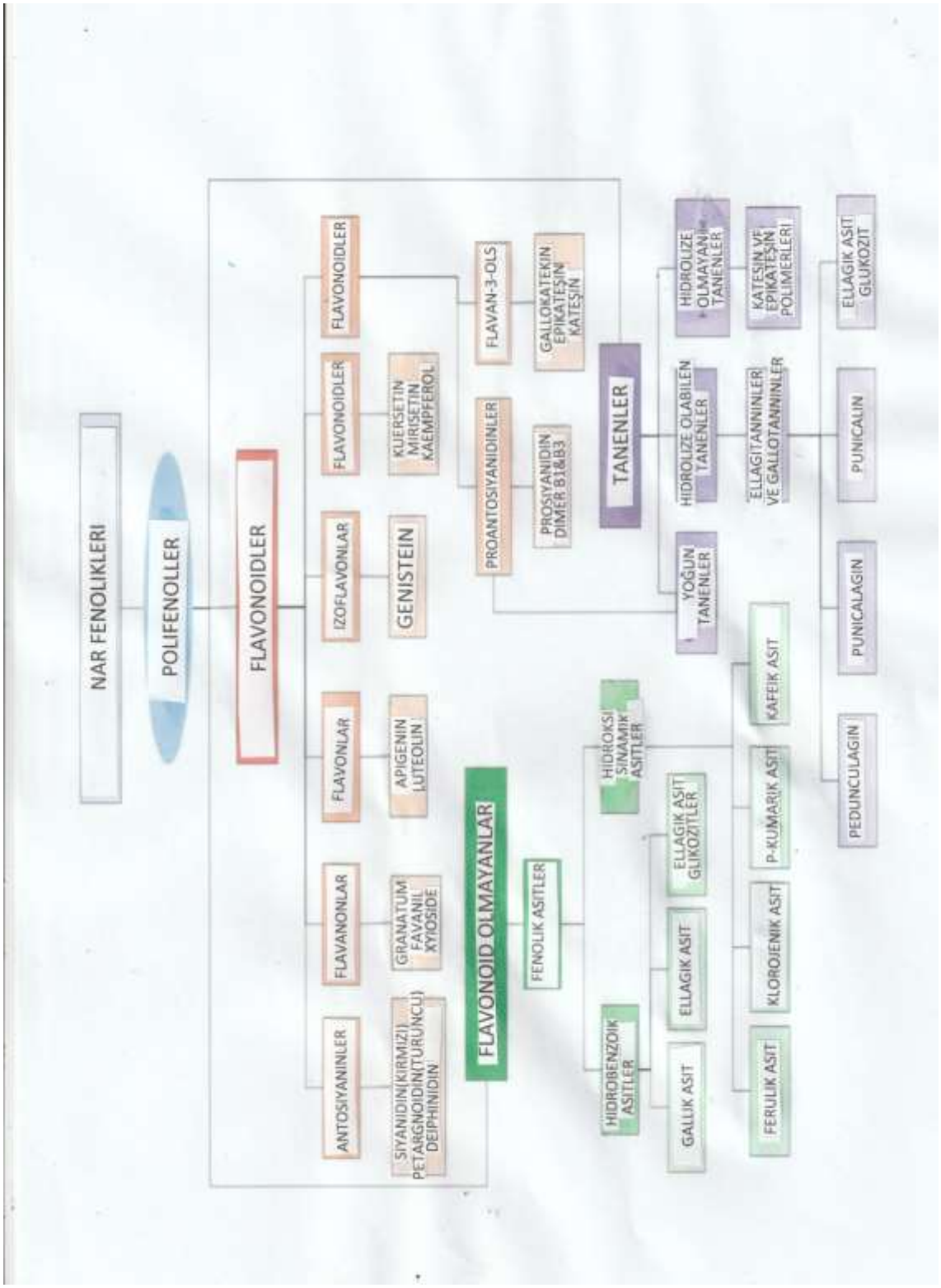
Toplam çözülebilir katıların (TÇK) içeriği de farklı gruplar arasında farklılık göstermektedir. Tunus nar kabuğunun 12 çeşidinde, TÇK değeri 16.8 ila 19.6 g/100 g arasında değişirken, Türk çeşitlerinin dördünde bu değerin 3.8 ila 6.4g / 100 g arasında değiştiği belirtilmiştir (Orak *et al*. 2012).

Nar kabuğu ayrıca bazı organik asitleri içerir. Yapılan bir çalışmada toplam 29 çeşit nar kabuğunda 11-390 mg/100g sitrik asit, 1.5-32 mg/100 g malik asit, 2.5-14 mg/100 g süksinik asit ve 6-31 mg/100g oksalik asit belirlenmiştir. (Dafny-yalin *et al*. 2010) Gürcistan'da yetiştirilen 6 nar çeşidi üzerinde yapılan başka bir çalışmada, nar kabuklarındaki sitrik asit konsantrasyonu 507-1678 mg/100g, malik asit 93-116 mg/100g, süksinik asit 13-16.5 mg/100 g olarak belirlenmiştir. En düşük oksalik asit konsantrasyonu 7.4-9.3 mg/100g olarak belirtilmiştir.

Nar kabuğu bir dizi amino asit de içermektedir. Bunlardan bazıları glutamin, glisin, aspartat, lizin, izolösin, metionin ve sistein amino asitleridir (Rowayshed *et al*. 2013).

## 2.3 Nar Kabuğundaki Aktif Bileşikler

Bitkiler, bilinen ana bileşenlerin (karbonhidratlar, proteinler, yağlar ve su) yanı sıra bazı küçük bileşenleri de içerir. Nar kabuklarında bulunan küçük bileşenlerin bazıları şunlardır: alkaloidler, fenoller, tanenler, glikozitler ve diğerleri (Ali *et al*. 2020). Bazı bitkilerin bazı hastalıkları tedavi etmede veya mikroorganizmalara karşı direnç göstermedeki etkinliğinin bu ikincil bileşenlerin varlığından kaynaklandığı bulunmuştur. Şekil 2.1, nardaki farklı aktif ikincil bileşikleri göstermektedir, bu etken maddeler temellerine göre ayrılabilmektedir. Nar kabuğundaki aktif bileşikler ayrıntılı şekilde aşağıda açıklanmıştır.




**Şekil 2.1** Nar meyvelerinde bulunan farklı etken ikincil bileşikler (Stockton 2019)

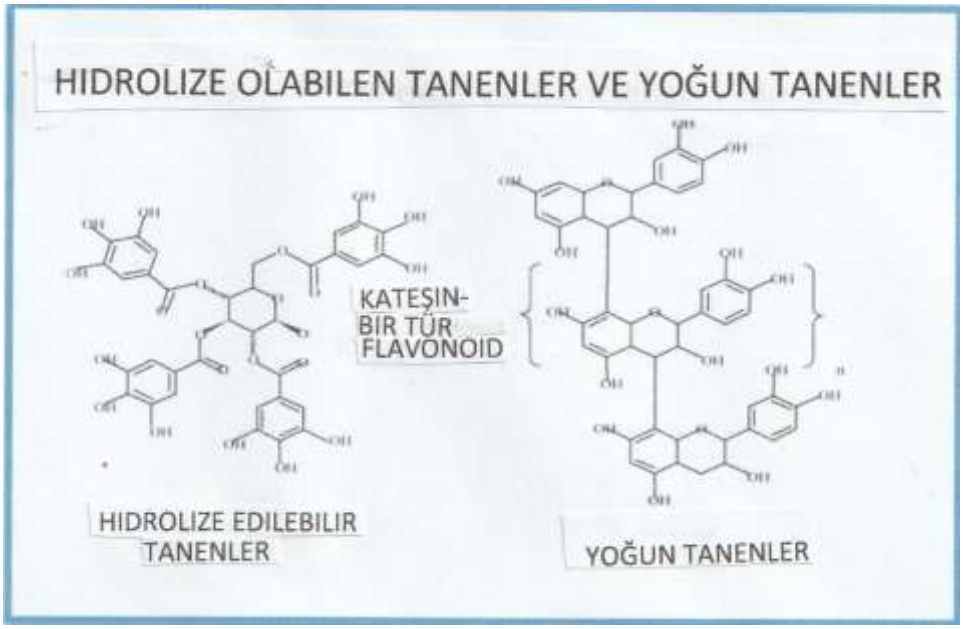
### 2.3.1 Alkaloidler

Bunlar azot içeren kompleks temel yapıya sahip organik bileşiklerdir. Renksiz, kokusuz ve acı bir tada sahiptirler. Organik çözücüler, alkol ve eterde çözünme özellikleri vardır ve suda çözünmezler. Alkoloid içeren bitkiler, tedavi edici etken özellikleri nedeniyle en önemli şifalı bitkiler grubunda yer alır. Alkaloidler bitkilerde birçok şekil ve formda bulunur. Malik, oksalik, asetik, süksinik, tartarik ve tannik gibi bazı organik asitlerin tuzlarını oluşturabilirler (Barchiesi *et al*. 2009, Evans 2009). Nar kabukları dört ana alkaloit türü içerir: Punicine adı berilen Pelletierine, Isopelletrine, Pelletierine Ethyl, Methylgrantanin ve Pseudo Pelletierine alkaloit türleridir, nar kabuklarından izole edilen alkaloitleri incelediklerinde yeni bir alkaloit olan pirrolidin türünü keşfetmişlerdir ve buna Punigratane (2,5-diheptil-N-metilpirrolidin) adını vermişlerdir. Sajjad *et al*. (2015) tarafından yapılan bir çalışmada, nar kabuklarının metanol, etanol ve etil asetat ekstraktlarının bileşiminde birçok alkaloit olduğu bulunmuştur.

### 2.3.2 Tanenler (Taninler)

Tanenler, 500 ila 3000 dalton arasında değişen yüksek moleküler ağırlıklara sahip ikincil metabolitler olarak bilinen karmaşık polifenolik bileşiklerdir. Şekerler, proteinler, mineraller, alkaloidler ve nükleik asitler ile kompleks oluşturma yeteneğine sahiptirler. Tanenler hidrolize edilebilir grup ve yoğunlaştırılmış grup olmak üzere iki gruba ayrılır (Şekil 2.2) (Frutos *et al*. 2004, Shyamkumar *et al.* 2007). Nar, ellagitanninler ve gallotanninler dahil olmak üzere hidrolize edilebilir tanenler açısından zengin bir kaynaktır (Singh et al. 2018). Nar kabukları ayrıca toplam tanenlerin yaklaşık %85'ini temsil eden parçalanabilir tanenlerden (punicalagin α- ve β- izomerleri) biri olan punikalagin içerir (Holland et al. 2009). Diğer bazı tanenlerin yanı sıra ayrıca punicalin, pedunculagin, granatin A, granatin B, corelagin, tellimagrandin ve gallagyl hexoside içerir (Singh *et al*. 2018, Holland *et al*. 2009). Wafa *et al*. (2017) yaptıkları çalışmada Tunus tipi (Nana) nar kabuklarının punicalin, granatin A, granatin B, lagerstannin, pedunculagin, HHDP-hexoside ve punigluconin olmak üzere yedi tür ellagitannin içerdiğini belirtmişlerdir. Rosas-Burgos *et al*. (2017), nar kabuklarındaki punikalagin

konsantrasyonunun İspanyol nar çeşitlerinde 181- 255 mg/100 g arasında değiştiği sonucunu bulmuşlardır.




**Şekil 2.2** Tanenlerin çeşitleri (Krause et al. 2005)

### 2.3.3 Saponinler

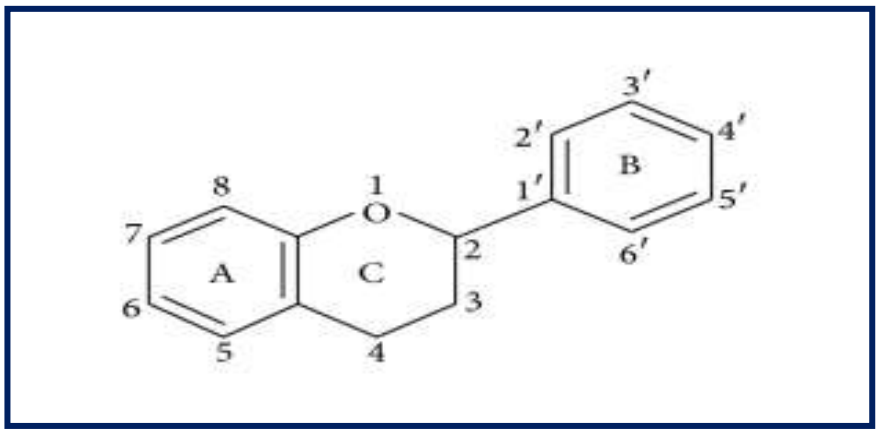
Triterpen veya triterpenlerin kimyasal bileşikleri olan saponinler, suyla çalkalandığında köpük oluşturdukları için köpüklü maddeler olarak bilinir ve birçok bitkide bulunurlar (Yendo *et al*. 2010). Pek çok enfeksiyona karşı etkinliği ile çeşitli tıbbi alanlarda ön plana çıkmaktadır. Böceklere karşı veya antibiyotik olarak kullanıldığı birçok tıbbi özelliğe sahiptir (Sparg 2004). Nar kabuğu metanol ekstraktının saponinler içerdiğini bulmuşlardır. Jayaprakash and Sangeetha (2015), nar kabuğu sulu ekstraktı ile, etanol ve kloroform ekstraktlarının saponinler içerdiğini belirlemişlerdir.

### 2.3.4 Flavonoidler

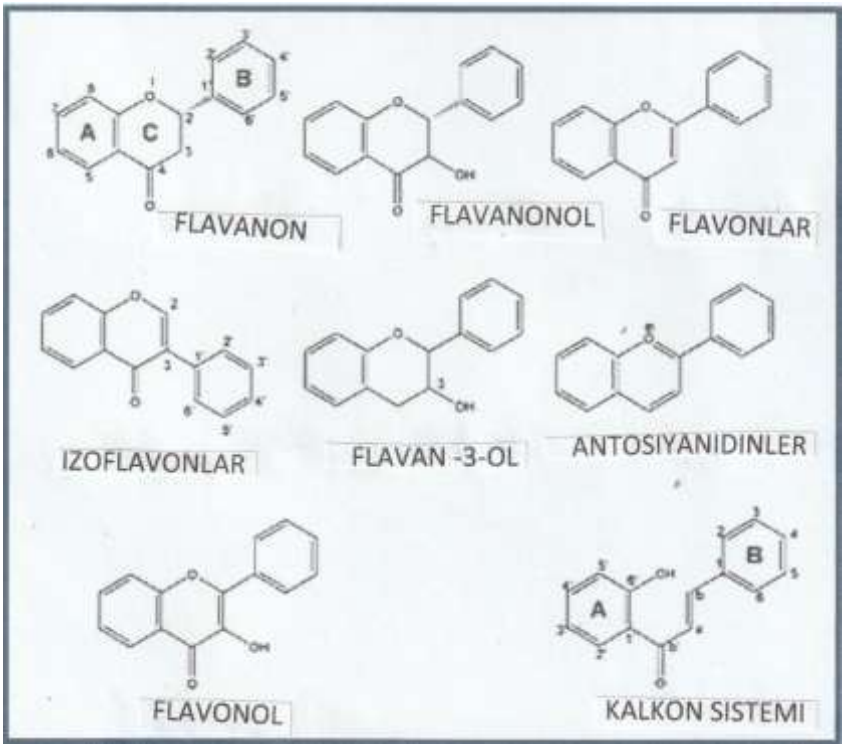
Flavonoidler bitkilerde bulunan geniş bir fenolik bileşik grubunu temsil etmektedir. Hidroksil gruplarının sayısı ve dağılımının yanı sıra şeker ve metil gruplarının

eklenmesiyle kendi aralarında farklılık gösteren yaklaşık 8000 flavonoid bileşiği tanımlanmıştır. Flavonoidler, C6-C3-C6 şeklinde tek tip bir yapıya sahiptir ve iki birim C6, A ve B halkasını, C3 piran halkasını temsil etmektedir (Şekil 2.3). Hidroksil gruplarının eklenme derecesine ve C halkası seviyesindeki değişikliklere göre flavonoidler şu gruplara ayrılır: flavonlar, flavanoller, flavonoller, flavanonlar ve antosiyaninler. Çoğu flavonoid, B halkasının C halkasının 2 numaralı karbonuna bağlanmasıyla oluşturulur, ancak izoflavonoidler ve neoflavonoidler gibi bazı flavonoidlerde B halkası sırasıyla 3 ve 4 numaralı karbona bağlanır (Şekil 2.4) (Tsao 2010).

Nar kabuklarında kateşin, epikateşin, kersetin, rutin, kaempferol, hesperidin, antosiyaninler ve prosiyanidinler gibi birçok farklı flavonoid olduğu saptanmıştır. Bu kabuklar, bu fitokimyasal bileşenlerin önemli bir kaynağıdır (Singh *et al*. 2018). Van Elswijk *et al*. (2004), nar kabuğu ekstraktının luteolin, kersetin ve kaempferol gibi flavonoidler içerdiğini bildirmiştir. Masci *et al*. (2016), bir İtalyan nar türünün kabuğunun etil asetat ekstraktındaki toplam flavonoid içeriğini, 0.561 mmol/g olan meyvenin toplam içeriğine kıyasla 0.881 mmol rutin eşdeğeri/g olarak bulmuşlardır. Russo *et al*. (2018), İtalyan çeşidi nar kabuklarının metanolik ekstraktlarındaki kateşin içeriğinin 0.89-11.7 mg/g arasında değiştiğini bildirmiştir.




**Şekil 2.3** Flavonoidlerin temel yapısı (Kumar and Pandey 2013)



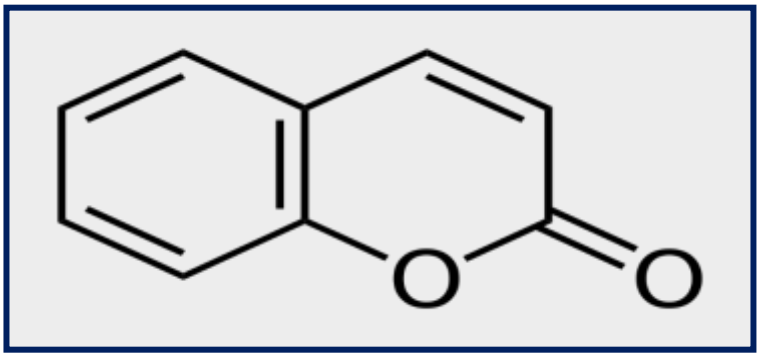

**Şekil 2.4** Flavonoidlerin farklı bölümleri (Lago *et al*. 2014)

### 2.3.5 Terpenler

Terpenler, keskin tatları ile karakterize edilen azot içermeyen kimyasal bileşiklerdir. Uçucu yağların bir türevidirler ve genellikle monoterpen formundadırlar. Antimikrobiyal, gıda koruyucu, iştah açıcı, analjezik ve sindirim uyarıcı özellikleri ile karakterize edilirler ve bazı çözücüler tarafından ekstrakte edilebilirler (Simões *et al*. 2003), Çalışmalar, kandidiyazdan sorumlu (Kandidiyaz, birçok Candida türünün, özellikle *Candida albicans*'ın neden olduğu bir enfeksiyondur.) mantarlara karşı etkinliğe sahip olduğunu göstermiştir (Marcos-Arias *et al*. 2011). Jayaprakash and Sangeetha (2015) yaptıkları çalışmada nar kabuklarının sulu, etanol ve kloroform ekstraktlarının terpen içerdiğini bulmuşlardır. Karthikeyan and Vidya (2019) tarafından yapılan başka bir çalışmada da nar kabuğunun su, aseton, etanol ve hekzan ekstraktlarının terpen içerdiği belirtilmiştir.

### 2.3.6 Kumarinler

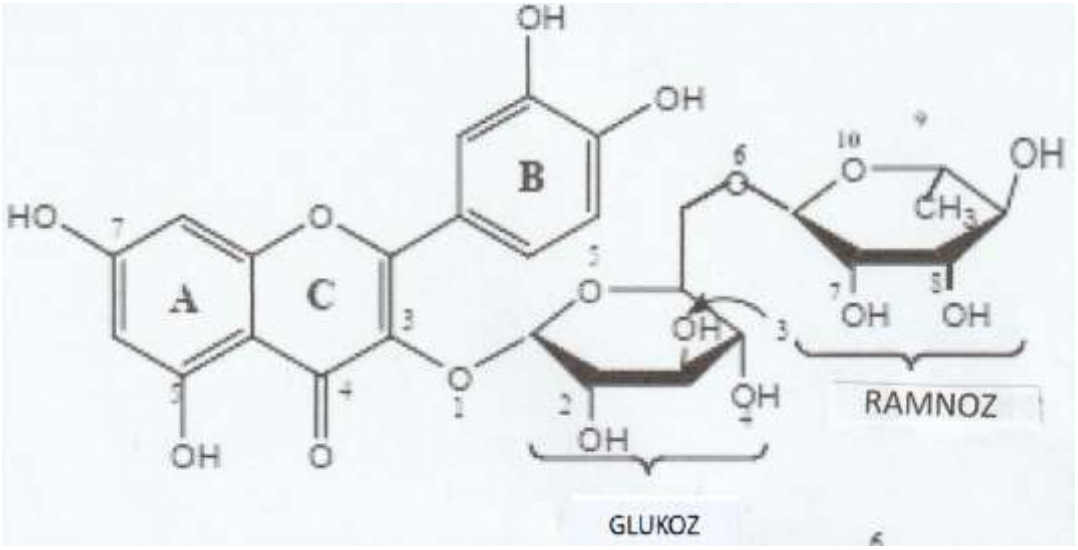
Bu bileşik, Benzene Ring ve α-Piron Ring kombinasyonundan oluştuğu için şifalı bitkilerde yaygın olarak bulunur (Şekil 2.5). 1300'den fazla kumarin, doğal kaynaklardan izole edilmiş ve terapötik ve tıbbi bu kaynaklar onaylanmıştır (Simões *et al*. 2003). Bazı tıbbi bitkilerin alkol ve su ekstraklarının, birçok mantar ve bakteri patojenine karşı yüksek etkinlik gösteren kumarin içerdiği bildirilmiştir. Karthikeyan and Vidya (2019), nar kabuklarının sulu ve aseton ekstraktlarının kumarin içerdiğini belirtmişlerdir. İse nar kabuklarının su ve etanol ekstraktının kumarin içerdiğinden bahsetmişlerdir.




**Şekil 2.5** Kumarin (Yüksel 2017)

### 2.3.7 Glikozitler

Glikozitler, birçok hastalığın tedavisinde önemli rol oynayan bitkilerde bulunan aktif ve önemli organik maddelerdir. Glikozitler hidrolize edildiğinde Glikon adı verilen şekerli bir madde ve Aglikon adı verilen şekersiz bir madde ortaya çıkar (Şekil 2.6). Renksiz, tatları acı, hafif toksik ve suda ve alkolde çözünebilen maddelerdir. *Candida albicans*, *Candida parapsilosis*, *Candida krusei* ve *Candida glabrata*'ya gibi dirençli bir dizi mayaya karşı test edilmiş ve bakteri ve mantarlara karşı da etkin olduğu belirlenmiştir (Zhang *et al*. 2006).




**Şekil 2.6** Rutin'in kimyasal formülü (Satterfield and Brodbelt 2001)

## 2.4 Enzimatik ve Enzimatik Olmayan Antioksidanlar

Antioksidanlar, oksidatif hasara karşı aktiviteye sahip olan ve serbest radikallerin etkisini geciktirmek veya önlemek için çalışan madde ve bileşikleri ifade eder. Antioksidanlar, ROS (Reactiveoxygenspecies) üretimini doğrudan engelleyerek, artmasını önleyerek veya yok ederek etkinlik gösterirler (Miquel 2002). Hücre birçok antioksidan mekanizma kullanır ve bu antioksidan sistemlerin doğası dokuya, hücre tipine ve hücre içi ve hücre dışı ortamda bulunmalarına göre değişir. Antioksidan sistemler enzimatik ve enzimatik olmayan sistemler olarak ikiye ayrılır. Vücut, hücreyi oksidatif stresten korumada önemli ve temel bir rol oynayan birçok antioksidan enzime sahiptir ve bunların en önemlileri GPX (Glutatyonperoksidaz), CAT (Katalaz) ve SOD (Süperoksitdismutaz)'dur (Desai *et al*. 2010). Enzimatik olmayan antioksidanlar, gıdalarda yaygın olarak bulunan birçok vitamin ve minerali içerir ve bunların en önemlileri E vitamini, A vitamini, C vitamini, B vitaminleri, ubikinon ve glutatyon olup, mineraller ise manganez, selenyum, bakır ve çinkodur (Karthikeyan and Rani 2003). Enzimatik olmayan antioksidanlar, düşük moleküler ağırlıkları ve oksidatif stres hasarını önleme veya azaltma yetenekleri ile karakterize edilirler.

## 2.5 Nar Kabuklarının Et ve Balık Ürünlerinde Uygulamaları

Nar, sağlığı etkileyen birçok faydalı özelliğe sahip meyvelerden biridir. Birçok araştırmacı, nar kabuğunun gıda ürünlerinin pek çok özelliği üzerindeki etkisini araştırmıştır.

Morsy *et al*. (2018), dondurularak kurutulmuş nar kabuğu nanoparçacıklarının, %0.01 bütillenmiş hidroksitoluen içeren et örneklerine ve herhangi bir işlem görmemiş örneklere kıyasla, lipid oksidasyonunu geciktirmede ve mikrobiyal kaliteyi iyileştirmede daha etkili olduğunu bildirmiştir.

El-Nashi *et al*. (2015), farklı konsantrasyonlarda nar kabuğu tozu (% 1, 2, 3) eklenen dana sosislerinde, kontrol örneğe göre daha yüksek depolama stabilitesi ve daha düşük tiyobarbitürik asit ve toplam uçucu azot değerleri gözlemlemişlerdir. Nar kabuğu tozu ile hazırlanan dana sosis örneklerinin, 4°C'de 12 gün depolama süresi boyunca yüksek pişirme kalitesi ve organoleptik özellikler gösterdiği belirtilmiştir.

Basiri *et al*. (2015) yaptıkları çalışmada nar kabuğunun metanol ekstraktının polifenoloksidaz enzim aktivitesine ve Pasifik beyaz karides Litopenaeusvannamei'nin 10 gün boyunca soğukta saklama kalitesi üzerine etkisini incelemişlerdir. Nar kabuğu ekstraktının polifenoloksidaza karşı inhibitör aktivitesimin doza bağlı olduğu belirtilmiştir. Karideslerin (1 veya 2) g/100 ml konsantrasyonda nar kabuğu ekstrakt çözeltisi ile muamele edilmesi, depolamada mezofilik ve psikrofilik bakterileri, laktik asit bakterilerini ve bağırsak bakterilerini önemli ölçüde azaltabildiği belirtilmiştir. Ayrıca, karidesin nar kabuğu ekstrakt çözeltisi ile uygulamaya tabi tutulmasının toplam uçucu esansiyel azot, trimetilamin ve tiyobarbitürik asidi önemli ölçüde azalttığı bildirilmiştir. Altıncı günde, nar kabuğu ekstraktı uygulanan karides daha düşük derecede melanoz değişikliğine uğradığı belirtilmiştir, yani nar kabuğu ekstraktı, koruyucu olarak işlev görmüş ve karideslerde melanin inhibitörü olarak sodyum metabisülfitin yerini almıştır.

Nar kabuğu ekstraktı içeren yenilebilir ambalajların soğukta depolanan gümüş sazan filetolarının kalitesi ve raf ömrü üzerindeki etkisi de incelenmiştir. Nar kabuğu ekstraktı ilavesinin soğuk depolama sırasında gümüş sazan filetolarındaki yağ oksidasyonunu önemli ölçüde engellediği bildirilmiştir (Tarkhasi 2016).

Çalışmasında, % 0, 0.5, 1.0, 1.5 ve 2 konsantrasyonlarında nar kabuğu ekstraktı kullanımının buzdolabında depolanan tavuk burgerlerinin bazı fiziksel ve duyusal özelliklerine etkisini incelemiştir. Kontrol örnekle karşılaştırıldığında pH değerlerinde bir düşüş görüldüğü, eklenen ekstrakt konsantrasyonundaki artışla pH'nın daha çok azaldığı belirtilmiştir. Çalışmada, ekstrakt konsantrasyonunun artırılmasının su tutma kapasitesinde bir artışa neden olduğu belirlenmiştir. Duyusal kalite açısından ise genel olarak ekstrakt kullanımının tüm konsantrasyonlarda ürünün tüketici tarafından kabulünü etkilemediği bildirilmiştir. Nar kabuğu ekstraktı kullanılan örneklerdeki toplam kontamine mikroorganizma sayısında da bir azalma olduğu belirtilmiştir.

Al-Qazzaz (2014), nar kabuğu ekstraktı kullanımının piliç etinin dondurularak fiziksel ve kimyasal özelliklerini korumada ve raf ömrünü uzatmadaki etkisini bulmak için bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmada kıyılmış olgun tavuk eti, farklı konsantrasyonlarda nar kabuğu ekstraktına daldırıldı ve tüm işlemlerin 0-6 hafta arasında değiştiği bir süre boyunca dondurularak saklandı. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, pH'da, su tutma kapasitesinde, miyoglobin pigmenti değerlerinde ve tiyobarbitik asit değerlerinde önemli bir düşüş, pişirme sırasında meydana gelen kayıp yüzdesinde ise hafif bir azalma olduğunu göstermiştir. Araştırmayla, kıyılmış olgun tavuk etinin nar kabuğu ekstraktına daldırılmasının etin uzun süre saklanmasına neden olduğu sonucuna varılmıştır.

Kanatt *et al*. (2010), yaygın tavuk eti ürünlerine nar kabuğu ekstraktının eklenmesinin soğuk depolama sırasında raf ömrünü 2-3 hafta artırdığını ve nar kabuğu ekstraktının tavuk ürünlerinde oksidatif hasarı kontrol etmede etkili bir rol oynadığını belirtmişlerdir.

Diğer bir çalışmada, nar kabuğu ekstraktı uygulanan Karadi koç etinin soğuk depolaması sırasında fiziksel, kimyasal, duyusal özelliklerinin ve raf ömrünün incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda, nar kabuğu ekstraktı kullanımının örneklerin yağ

oksidasyonunu önemli ölçüde geciktirdiği, miyoglobin pigment değerlerinde ise önemli bir artış gözlemlendiği belirtilmiştir. Duyusal sonuçlar, etin rengi, aroması ve tadı ile ilgili özelliklerde bazı örneklerde üstünlük göstermiş ve nar kabuğu ekstraktının et işlemede doğal bir antioksidan kaynağı olarak kullanılabileceği sonucuna varıldığı bildirilmiştir (Hama *et al*. 2018).

## 2.6 Et Muhafaza Yöntemleri

Et, mikroorganizmaların gelişmesi açısından ideal bir ortam sunmakta ve bu nedenle de çabuk bozulan bir gıdadır. Et organik maddelerce zengin, hemen hemen, tüm besin maddelerini ve büyüme faktörlerini içeren besinlerden biridir. Etin su aktivitesi 0.96-0.97, pH'ı ise 5.6-5.8 arasında değişmektedir. Bu tür gıdaların bozulmalarını önlemek mikroorganizmaların gelişiminin engellenmesini gerektirir (Farnworth 2003, Demeyer 2004).

Etin korunması için kullanılan yöntemlerden bahsetmiştir. Bu yöntemlerin hepsinin amacı mikroorganizmaların gelişimi için uygun olmayan koşullar yaratmaktır. Muhafaza yöntemleri üç gruba ayrılır:

1. Soğutma, dondurma ve ısıl işlem ile kontrol

2. Kurutma ve tuzlama ile nem kontrolü

3. Radyasyon kullanımı ve kimyasal koruyucu ve antibiyotik kullanımı ile mikroorganizmaların kontrolü

Soğutma ve dondurma yöntemleri, et ve et ürünleri için depolama süresini uzatabilmeleri, mikroorganizmaların gelişimini yavaşlatması veya durdurması ve bozulmaya neden olan kimyasal ve enzimatik reaksiyonları engellemeleri nedeniyle tercih edilmektedir. Etin raf ömrü, muhafaza işlemleri sırasında sıcaklık ve nem dahil olmak üzere çeşitli faktörlerin kontrol edilmesiyle uzatılabilir (Lawrie and Ledward 2006, Zhou *et al*. 2010).

### 2.6.1 Soğutma

Gıdanın özelliklerini ve duyusal niteliklerini korumak için uygulanan soğutma işleminde, gıda maddeleri donma noktasından daha yüksek ve oda sıcaklığından daha düşük sıcaklıklarda gıdanın türüne göre farklılık gösteren sürelerde tutulur (Fellows 1990).

Kıyma, bütün ete kıyasla daha kısa bir raf ömrüne sahiptir. Kıyma işlemi, etin dış yüzeyinde bulunan mikroorganizmaların etin diğer kısımları ile karışmasına ve ayrıca etin yüzey alanının artmasına neden olduğu için oksidasyon artar ve bunun sonucunda etin rengi değişir ve ardından yağın acılaşması meydana gelir. Bu nedenle tüketiciye ulaşana kadarki hazırlık aşamalarında bütün ete göre kıymaya daha fazla özen gösterilmesi gerekir.

Soğutma işlemi sonrası ya et doğrudan tüketilir ya da ürüne işlenir veya dondurulur. Etin sıfır dereceye yakın sıcaklıklarda saklanması mikroorganizmaların aktivitesini durdurmaz. Bu nedenle et kısa bir süre sonra bozulmaya başlar ve bu nedenle etin buzdolabında saklanması, sadece tüketiminin geciktirilmesi veya üretim sürecinde kullanılması durumlarında işe yarar.

Soğutma işleminde etin raf ömrünü etkileyen faktörler arasında, depolama sırasındaki sıcaklık ve nem, etin başlangıç mikrobiyal yükü, koruyucu örtülerin varlığı veya yokluğu, soğutulan karkasın veya depolanan ürünün tipi yer almaktadır.

Soğutma eti bozulmaya karşı korumada, kimyasal ve enzimatik reaksiyonların kontrol edilmesinde ve bazı üretim özelliklerini iyileştirmede etken rol oynar, ancak yine de depolanan ette istenmeyen değişiklikler meydana gelir ve etin besin değeri düşer. Ayrıca, soğutma cihazlarının yüksek maliyeti de bu teknolojinin dezavantajları arasındadır.

### 2.6.2 Dondurarak saklama

Dondurma işlemi gıda maddesinin ilk donma noktasının altındaki düşük sıcaklıklarda muhafaza edilmesidir. Etin bozulmasının en önemli nedenlerinden biri yüksek nem içeriğinden dolayı mikroorganizmaların büyümesi için uygun bir ortam sağlamasıdır. Et dondurulduğunda suyun sıvı fazı mikroorganizmaların yararlanamayacağı katı faza dönüşür ve bu da ete dayanıklılık kazandırır. Ortamda kullanılabilecek suyun olmaması açısından kurutma işlemi ve mikroorganizmaların büyümesi açısından uygunsuz ortamın sağlanması açısından da dondurma işlemi gıdaların korunmasında büyük önem arz eder (Potter 1986).

Sebzelere bünyelerinde bulunan enzimlerin parçalanması için kaynatma işlemi uygulanarak korunmaları sağlanır. Ancak bu işlem besinlerin suda çözünmesi nedeniyle besin değeri kayıplarına da neden olur. Sebzelerin aksine etler genellikle önceden işlem görmeden dondurulur, dolayısıyla ette önemli besin kayıpları da yaşanmaz. Ette besinsel kayıplara çözündürme sırasında rastlanır. Ette bulunan suyun serbest kalması nedeniyle çözünmüş proteinler, vitaminler ve mineraller et çözülürken kayba uğrayabilir. Bu kayıpların miktarı, kesimin yanı sıra çözülme ve dondurma koşullarına bağlı olarak et ağırlığının %1-10'u arasında değişim göstermektedir ve genel olarak %5 olarak kabul edilir (Bender 2003). Ürünün kalitesini ve besin değerini daha iyi koruduğu için diğer gıda muhafaza yöntemlerine göre dondurma işlemi daha çok tercih edilmektedir. Düşük sıcaklıklar (donma noktasının altında), etin raf ömrünü uzatmada ve mikrobiyal ve kimyasal değişiklikleri engellemede etkindir (Lawrie and Ledward 2006). Hansen *et al*. (2004) ve Zhou *et al*. (2010), -55 °C'nin etlerin dondurulması için optimum sıcaklık olduğunu ve bu sıcaklığın kalitatif değişiklikleri tamamen durdurduğunu öne sürmüşlerdir.

## 2.7 Balığın Kimyasal Bileşimi

Balığın kimyasal bileşimi diğer karasal hayvanların kimyasal bileşimine çok yakındır. Balıktaki ana bileşenler nem (%66-88), protein (%15-24), yağ (%0.1-24) ve küldür (%0.8-2). Karbonhidratlara bakıldığında, balıklar yağdaki vitaminlerine ek olarak % 0.3'ü

geçmeyen oranlarda glikojen içerir. Yağda çözünen vitaminler olan A, E, D, K miktarı beslenme, göç, mevsimsel farklılıklar, tür ve yaş gibi fizyolojik ve çevresel faktörlerden etkilenir. Olgun balıkların eti, yüksek oranda yağ ve düşük oranda su içerirken, genç balıklar için bu durumun tersi geçerlidir. Kimyasal bileşimin bilinmesi besin değerinin belirlenmesine yardımcı olduğu için önemlidir.

### 2.7.1 Nem

Etin yaş ağırlığının yaklaşık %75'ini oluşturduğu için nem ana bileşenlerden biridir. Bu oran balığın cinsine, yaşına, türüne, beslenmesine ve etin elde edildiği bölgeye göre değişiklik göterir. Nemin önemi şu şekilde vurgulanmaktadır: vücuttaki çoğu biyolojik reaksiyon için uygun bir ortam sunar, aynı zamanda niteliksel özellikler, özellikle tekstür, sululuk ve renk üzerinde önemli bir etkisi vardır (Price and Schweigert 1971).

Taze, dondurulmuş ve konserve balık eti dahil olmak üzere balık etinin nem içeriği ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır, bazı deniz ve nehir balıklarının nem içeriklerini belirlemişlerdir. Sazan, Cyprinuscaprio ve iki tür deniz balığı, Sparusaurata ve Latescalkarifer için nem oranını %60-62 olarak belirtmişlerdir. Körfezin kuzeybatı bölgesinden alınan Scatophagusargus örneklerinin kaslarındaki en yüksek nem içeriğinin %72.82 olduğunu belirlemişlerdir, bazı dondurulmuş ithal balıkların, Oncorhychusmykiss ve Pangasiushypophthalmus isimli gökkuşağı alabalıklarının nem içeriğinin 74.88 - 76.14 arasında değiştiğini bulmuşlardır. İse *Barbus grypus, Carassius carassius, Barbus belayewi (Capoeta damascina)* ve *Barbus esocinus* adlı balıkların etindeki nem içeriğini sırasıyla 79.93, 79.66, 78.66 ve 76.93 olarak bildirmiştir.

### 2.7.2 Protein

Et proteini, insan vücudunun dokularını oluşturmak için gerekli tüm aminoasitleri yeterli miktarda içerdiğinden, besin değeri yüksek proteinlerden biridir. Balık kaslarının kuru maddesinin %60-90'ını proteinler oluşturur ve bu proteinler sarkoplazma proteinlerine dönüştürülebilir. Suda ve tuzlu çözeltilerde çözünür. Proteinler kas kasılmasından,

gevşemesinden, etin sertliğinden ve bağ dokusunun oluşumundan temel manada sorumludur.

Bazı araştırmacılar ançüez balığı (Engraulidae) etinin protein içeriğinin kuru ağırlık bazında %74.69-76.17 arasında değiştiğini göstermiştir. Ringa balığı (Clupea) kaslarının protein içeriğinin yaş ağırlık bazında %9 olarak bulunduğunu belirtmiştir. Kettan balığı kaslarının %12.87 protein içeriğine sahip olduğunu bulmuşlardır. Ali *et al*. (1986), Hamri ve Shilluk balıklarının etindeki protein yüzdesinin sırasıyla %17.29 ve18.49 olduğunu belirtmişlerdir.

Pişirme işlemlerinin kimyasal bileşim ve protein içeriği üzerindeki etkisini araştırdıkları bir çalışmada, taze Dicentarchus labrax balık etindeki protein seviyesinin 73.39 olduğunu ve bunun mikrodalga ile pişirme sırasında yüksek oranda azalarak %66.78'e indiğini göstermiştir. Scherer *et al*. (2006)'un sonuçlarına göre çim sazanının kas dokusundaki protein değerinin %8.8 olduğu belirtilmektedir.

### 2.7.3 Yağ

Yağ, başta yumuşaklık ve sululuk olmak üzere etin kalite özelliklerini etkilemede önemli rol oynayan ana bileşenlerinden biridir. Yağın balık etindeki oranı, Adeniyi and Bawa (2006) tarafından belirtildiği gibi yaş, çeşit, cinsiyet ve beslenmeden etkilenir. Araştırmacılar mavi güvercin etini incelediklerinde, yağ yüzdesini %5.0 olarak bulmuşlardır. Markle balıklarında yağ oranı %11.0 olarak bulunmuştur. Kuzey Afrika'da yaşayan hake balıklarında ise yağ oranı %11.0 olarak belirlenmiştir. Norveç kıyılarından avlanan hake balıkları için yağ oranı %2.0 olarak kaydedilmiştir. Anchoveta'nın yağ oranı %6.0, Kuzey Afrika'da bulunan Anchoveta balıklarındaki yağ oranı ise %10'dur. İlkbaharda ringa balığı üzerine yaptığı çalışmada, yağ yüzdesinin %8.0, kış aylarında ise yağ oranının %11.0 olduğu tespit edilmiştir. Araştırmacılar ayrıca köpekbalıkları ve kabuklular üzerinde yaptıkları çalışmada yağ oranının %8.9, somon balığında ise %10.0 olduğunu belirtmişlerdir.

Farklı depolama periyotlarında, soğutma ve donma sıcaklıklarının yağ yüzdesi üzerine etkileri çeşitli çalışmalarda araştırılmıştır. Çalışmalar, etin doğasına, kas tipine, etin saklandığı koşula, depolama sıcaklığına ve depolama öncesi işlemlere göre etin depolanması sırasında yağ seviyesinde farklı değişikliklerin meydana geldiğini göstermiştir.

Tarafından yapılan çeşitli araştırmalarda Kettan, ton, sazan, karsin ve Biz balıklarının kas dokularındaki yağ yüzdesinin sırasıyla %2.6-6, %1.5-2.1, %0.78-0.90, %0.71-1.33 ve %0.92-2.7 arasında değiştiği bulunurken, kaburga balığı için %2.5 yağ seviyesi kaydedilmiştir.

Çalışmasında iki tür balığın kimyasal bileşimini belirlemiştir. Araştırmada levrek balığında yağın 2.5 olarak kaydedildiği, Süleymaniye şehrindeki gümüş sazanın kas dokusunda ise %11.7'ye ulaştığı belirtilmiştir.

Çeşitli pişirme işlemlerinin bazı Irak balıklarının kimyasal bileşimi ve besin değeri üzerindeki etkisinin araştırıldığı çalışmada, Kattan (Gattan barbus), Sazan (Cyprinus carpio L ve Bunni barbus) sharpeyi balıkları incelenmiştir. Taze balıkların kas dokusundaki yağ yüzdesinin %6.126, 4.671, 6.451, 5.004 olduğunu, pişirme işleminden sonra ise yağ seviyesinin sırayla % 3.827, 8.047, 1.127, 4.997 değerlerine düştüğünü belirtmiştir.

Tatlı sudan yakalanan Jarko (Wallagoattu) balık filetolarında soğuk depolamanın yağların kalitesine etkisini incelediği çalışmada çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) seviyesinde bir düşüş kaydetmişlerdir. Tekli doymamış yağ asitleri, depolama sırasında oksidasyon meydana gelmesi nedeniyle 120 günlük depolamadan sonra %24.89 ve %33.70'e azalmıştır.

### 2.7.4 Kül

Etteki kül, numunenin atmosfer basıncında hava varlığında yakılmasından sonra kalan inorganik ürünlerdir. Kül oksitler, sülfatlar, silikatlar ve klorürler şeklinde minerallerden oluşur ve külün yüzdesi etin ve ürünlerinin bileşimine, yüzdesine ve yakma koşullarına bağlıdır.

Rolfes *et al*. (2009) balık eti dilimlerindeki kül düzeyini %0.8-2.0, Hoke (2000) ise paça balığı filetolarındaki kül düzeyini %0.51 olarak bulmuşlardır, kimyasal değişim çalışmalarında sazan ve sabbour balıklarının etleri için incelenen balık filetolarında kül seviyesini sırasıyla %1.35, %1.99 olarak belirlemişlerdir. ayrıca cursin balık filetolarındaki külün %1.2 olduğunu belirtmiştir. Dukan Gölü'ndeki balık türlerinin kimyasal bileşimine ilişkin yaptıkları çalışmalarında, sazan, kattan, el-tuvaini ve Biz türü balıklarının kül miktarını 1.129, 1.059, 1.079, 1.104 olarak belirlemişlerdir.

## 2.8 Fiziksel Göstergeler

### 2.8.1 Etin pH değeri

Etteki son pH, kesimden önce hayvanların kaslarında depolanan glikojen miktarı ile belirlenir. Etin pH'ı, stres, kesim öncesi hayvana yapılan muamele, cinsiyet, yaş ve beslenme kalitesi gibi çeşitli faktörlerden etkilenir. Et kalitesinin bir göstergesi olan depolama süresinin belirlenmesinde pH önemli faktörlerden biridir. Glikojenoliz ve laktik asit oluşumu süreci, kesim sonrası etin pH'ını etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Tarafından yapılan bir çalışmada, farklı depolama sürelerine sahip balık etlerinin pH ve toplam yağ değerleri ölçülmüştür. Çalışmada, *Trachurustrachurus* (L.1758) balıklarına ait 30 et örneğinde pH ölçülmüş ve depolama başlangıcında pH seviyesinin 6.2 olduğu, depolama süresince pH'ta bir artış olduğu belirtilmiştir. Depolamanın ilk haftasında sonra ikinci haftaya kadar değerler 6.5, 6.8 seviyesine ulaşmıştır. Bu artışın nedeni, depolama işlemleri sırasında yağdaki bozulmaya bağlanmıştır. Balık etinin kalitesi diğer hayvanların etlerinden büyük ölçüde farklıdır.

Balık etinin yüksek oranda su ve lif ve düşük oranda bağ dokusu içerdiğini belirtmişlerdir. Balıkların kaslarındaki glikojen rezervi düşüktür ve doğal taze balık etinin pH seviyesinin 6.00 olduğu bildirilmiştir.

### 2.8.2 Su tutma kapasitesi

Etin su tutma özelliği, etin kalite derecesini büyük ölçüde etkileyen önemli fizikokimyasal özelliklerden biridir. Su tutma kapasitesi hayvanın türü, yaşı, cinsiyeti ve etin pH'ı gibi faktörlerden etkilenir ve etin sululuk ve yumuşaklıklığından sorumludur.

Tarafından belirtildiği gibi, bir dizi araştırmacı konserve balıklarda, su tutma kapasitesinin yüksek oranlarda olduğunu göstermiştir. Mawlood and Khidhirz (2018), konserve ton balığı etindeki 25.58 olan su tutma kapasitesi değerinin 90 günlük depolama süresi boyunca 21.88 değerine ulaştığını bildirmiştir.

## 2.9 Pişirme Kaybı

Etin pişirilmesiyle pek çok kayıp oluşur. Et suyunun ve yağının kaybı ile et ağırlığı azalır ve etin yumuşaklık, sululuk, lezzet gibi özellikleri etkilenir, pişirme sırasında oluşan kayıpların etin genel kabul edilebilirlik özelliklerinin ve besin değerinin belirlenmesinde önem arz eden göstergelerden biri olduğunu bildirmiştir. Pişirmenin etin genel kabul görme niteliklerini iyileştirerek etteki bozulma miktarını azalttığı ve etin muhafaza süresini artırdığı belirtilmiştir.

## 2.10 Kimyasal İndikatörler

### 2.10.1 Toplam uçucu nitrojen

Toplam Uçucu Azot (TVN) testi, et proteinlerinde ve diğer azotlu bileşiklerde meydana gelen değişiklikleri göstermesinden dolayı, farklı muhafaza yöntemleriyle depolanan etlerin kalitesini değerlendirmek açısından önemlidir.

### 2.10.2 Tiyobarbatorik asit (tba, tbars)

Tiyobarbitürik asit, etteki yağların oksidasyon derecesinin belirlenmesinde kullanılan bir yöntemdir. Yağ oksidasyonuyla ortaya çıkan birincil ve ikincil oksidasyon ürünleri duyusal ve besinsel değerleri etkiler. (Zhou *et al*. 2010).

Soğutma ve dondurma işlemleriyle depolanan sazan balığı etlerinin kalitatif ve duyusal özelliklerindeki değişiklikler üzerine yapılan bir çalışmada, tiyobitürik asit değerinin, depolama süresinin ilerlemesiyle önemli ölçüde arttığı belirtilmiştir ($P<0.05$). Güneş enerjisiyle çalışan bir kurutucuda kurutulan sazan (cypriunscarpio) balıklarının kimyasal ve mikrobiyal özellikleri üzerine yaptıkları çalışmada, asitlik değerinin en yüksek 1.26 seviyesine ulaştığını belirtmişlerdir. TBARS değerinin ise güneşte kurutulan tüm tuzlu ve tuzsuz balıklarda 0.531-0.451 mg malonaldehit/kg balık olarak saptandığı belirtilmiştir.

### 2.10.3 Serbest yağ asitleri

Serbest yağ asidi, diğer adıyla asit sayısı 1 gram katı veya sıvı yağda bulunan serbest yağ asitlerini nötralize eden miligram sodyum veya potasyum hidroksit miktarı olarak tanımlanır. Serbest yağ asidi miktarı genellikle, acılıkla ilişkili serbest asitlik yüzdesini ifade eder. Bu ölçüm, yağın durum ve tüketime uygunluğunun bir göstergesi olarak kullanılır.

Yağ, etin lezzet gelişimindeki önemli faktörlerden biridir. Etin depolama süresi arttıkça, mikrobiyal gelişim, serbest yağ asitlerinin artması ve doymamış bağların oksidasyonuna neden olan dokulardaki enzimlerin aktivitesi nedeniyle etin kalitesi bozulur. Bu da et ve et ürünlerinde istenmeyen kokuların oluşmasına ve tadın bozulmasına yol açar ve hatta depolama sırasında oksidasyon artışı acılaşma düzeyine kadar ulaşabilir. Renk, lezzet/tat ve koku değişiklikleri insan sağlığını olumsuz yönde etkileyebilir (Skibsted *et al*. 1998).

Çalışmalarında, taze ve -18°C'de dondurulmuş şar balıklarından ekstrakte edilen yağların serbest yağ asidi değerlerinin sırasıyla 3.25 ve 4.03 mg KOH/g olduğunu belirtmişlerdir.

Taze ve -18°C'de dondurulan defne balığından elde edilen yağın asitlik değeri sırasıyla 1.74 ve 2.64 mg KOH/g olarak belirlenmiştir. Taze ve dondurulmuş sabor ve uskumru balıklarından elde edilen yağın asitlik değerinin -18°C'de sırasıyla 4.63 ve 4.86 ile 4.22 ve 4.66 mg KOH/g olduğu tespit edilmiştir.

Sabbur, karp, ebuuveyna ve jafuta balıkları üzerinde yaptığı çalışmada asitlik sayılarının sırasıyla 3.14, 1.96, 2.12, 1.09 mg KOH/g'ye ulaştığını belirtmiştir, pişirme işlemlerinin balık etinin kalitesi üzerindeki etkisi üzerine yaptığı çalışmada, en yüksek oranda serbest yağ asidinin sazan balığı etinde kaydedildiğini belirtmiştir. Oran ise %0.785'e ulaşmıştır. Serbest yağ asidi değeri en az ise %0.619 oranla el-karp balığında tespit edilmiştir.

Adeniyi and Bawa (2006) tarafından da güvercin balıklarından ekstrakte edilen ham yağın asitlik değerinin 2.5 mg KOH/g, saf yağda asitlik değerinin 2.27 mg KOH/g olduğu gösterilmiştir.

# 3. MATERYAL VE METOT

## 3.1 Nar Örneklerinin Toplanması ve Hazırlanması

Nar meyvelerinin yerel bir türü (*Punica granatum var.nana*) 2021 yılının Ağustos ayı boyunca Musul ilinin yerel pazarlarından toplanmıştır. Toz ve kirden arınması için narlar iyice yıkanmış ve kabuk ile içi ayrıştırılmıştır. Bu işlemler oda sıcaklığında yapılmış ve nar kabukları alüminyum bir kağıt üzerine serilmiştir. Kabukların kurutulması için yeterli derecede havalandırma sağlanmış ve ara ara çevirme işlemi uygulanmıştır. Çevirme işleminin amacı kabukların kurutulmasını hızlandırmak ve üzerinde oluşabilecek küflenmeyi engellemektir (Şekil 3.1). Ardından, ev tipi bir elektrikli öğütme makinesi ile kurutulan kabuklar öğütülmüş ve kirlenme ile rutubeti engellemek için ağzı kapalı plastik poşetlere konulmuştur.



**Şekil 3.1** Kurutulmuş nar kabukları

### 3.1.1 Nar kabuğu sulu ekstraktının hazırlanması

Sulu ekstraktın hazırlanması şu şekilde gerçekleştirilmiştir: 25 gram nar kabuğu tozu 250 mililitre saf suya (10:1 oranında) eklenmiştir. Oluşturulan karışım titreşimli bir karıştırma cihazı (Shaker) ile 30 dakika süre ve 150 devir/dakika hızla karıştırılmıştır.

Karışım 24 saat buzdolabında bekletilmiştir. Daha sonra karışım erimeyen bitkisel parçalardan arınması için birkaç tabaka gazlı bez ile süzülmüştür. Filtre kâğıdı (Whatmann No.2) ile ikinci bir filtrasyon işlemi yapılmıştır. Ardından elde edilen süzüntü alınarak 40°C'de etüvde kurutulmuştur. Söz konusu işlem kurutma kabının dibinde kalan özüt elde edilene kadar sürdürülmüştür. Sonrasında özüt alınarak temiz ve kapalı cam tüplere konulmuş ve buzdolabında 4°C sıcaklıkta kullanıncaya kadar saklanmıştır. Yeterli derecede ekstrakt elde edilene kadar aynı adım ve aşamalara devam edilmiştir.

### 3.1.2 Bazı aktif grupların kalite tespiti

Kullanılan Solüsyonların Hazırlanması

- Kurşun asetat (% 1 w/v)

1 g kurşun asetat ve 100 ml saf su kullanılarak bir erlende hazırlanır (Atlas, 1995).

- Ferrik klorür (% 1 w/v)

1 g ferrik klorür ve 100 ml saf su kullanılarak bir erlende hazırlanır (Atlas, 1995).

- Civa klorür (% 1 w/v)

1 g civa klorür ve 100 ml saf su kullanılarak bir erlende hazırlanır (Atlas, 1995).

- Mayer reaktifi

Bu reaktif 60 ml saf suda çözülen 1.36 gram civa klorürden hazırlanmış (A) çözeltisi ile 10 ml saf suda çözülen 5 gram potasyum iyodür ile hazırlanmış (B) çözeltisi kullanılarak hazırlanır. Birinci çözelti (A) ile ikinci çözelti (B) karıştırılır ve saf su ile hacmi 100 ml'ye tamamlanır (Rhoades and Cates, 1976).

- Wagner reaktifi

Söz konusu reaktif Smolensk *et al*. (1972) belirtildiği gibi hazırlanmıştır. 5 ml saf suda 2 gram potasyum iyodür çözülmüş ve üzerine 1.27 gram iyot (iyot kristalleri) eklenmiştir. Çözününceye kadar karıştırılmış ve destile su ile 100 ml'ye tamamlanmıştır.

- Benedict reaktifi

Söz konusu reaktif Stahl (1969)'da belirtilen yöntemle hazırlanmıştır. Söz konusu reaktif 137 gram sodyum sitrat ve 117 gram sulu sodyum karbonatın 700 ml distile suda eritilmesi ile oluşan (A) solüsyonu ve 17.3 bakır sülfatın 100 ml arıtılmış suda eritilmesi ile oluşan (B) solüsyonundan oluşmaktadır. (A) solüsyonu ile (B) solüsyonu yavaşça karıştırılır ve çalkanır. Sonrasında distile su ile hacim bir litreye tamamlanır.

Tanenleri tespit etme:

10 g nar kabuğu tozu 50 ml distile suda kaynatılır, çözelti süzülür ve soğutulur. Ardından çözelti ikiye bölünerek birinci kısma %1 oranında kurşun klorür eklenir. Jelatinimsi bir sızıntının görünmesi tanen varlığını gösterir. İkinci kısma ise %1 oranında demir klorür eklenir. Mavimsi yeşil rengin oluşumu ortamda tanenlerin var olduğunu gösterir (Newall *et al*. 1996).

Sabunların belirlenmesi:

Sabunların belirlenmesi Newall *et al*. (1996)'da belirtilen yönteme göre yapıldı. Buna göre kurutulmuş nar kabukları tozunun sulu çözeltisi hazırlandı ve deney tüpüne konulduktan sonra kuvvetli bir şekilde çalkalandı. Uzun süreli kalan yoğun köpük görünümü ile sabun tespiti yapılır.

Flavonoidlerin belirlenmesi:

Flavonoidlerin tespit etmek için Newall *et al*. (1996)'de belirtilen yöntem kullanılmıştır. Söz konusu yöntem iki solüsyon hazırlanması ile yapılmıştır.

Birincisi : Kabuklar 10 g alkollü ekstraktta (Etanol, Metanol) eritildi ve bunlar 5 ml etil alkolde (%95) çözülmüştür. 6 saat sonra Whatmann No. 1 filtre kağıdı ile çözelti süzülmüştür.

İkincisi : 10 ml etil alkollü (%50) çözeltiye 10 ml potasyum hidroksit (%50) eklenmiştir.

Birinci solüsyon ile ikinci solüsyon eşit miktarla karıştırıldı ve sarı renginin görünmesi ile flavonoiderlerin varlığı tespit edildi.

Fenollerin tespit edilmesi:

Kurutulmadan önce 3 ml sulu veya alkollü kabuk ekstraktına, 2 ml demir klorür %1 eklendi. Mavimsi yeşil rengin oluşması fenollerin var olduğunu gösterir (Harborne 1973).

Alkaloidlerin tespit edilmesi:

10 g kurutulmuş nar kabuğu tozu, 50 mililitre %4 hidroklorik asit ile kaynatılmış ve çözelti 30 dereceye kadar soğultulduktan sonra süzülmüştür. Sonrasında çözeltiden 0.5 ml alınarak bir şişede bir saat bekletilmiş ve aşağıda belirtilen reaktifler eklenmiştir.

- Mayer Reaktifi
- Wanger Reaktifi

Her reaktifin karşısından belirtilen sonuçların görünmesi Alkaloidlerin var olduğunu gösterir (Newall *et al*. 1996).

Glikozitlerin belirlenmesi:

Glikozitlerin belirlenmesi Newall *et al*. (1996)'da belirtilen yöntem izlenerek yapılmıştır. Fehling reaktifinden 5 ml nar kabuğunun 5 ml sulu ekstraktıyla karıştırılmış ve 10 dakika süre ile 100°C'deki su banyosunda kaynatılmıştır. Kırmızı bir rengin oluşması ile glikozitlerin var olduğu belirlenir. Sonuçtan emin olmak için 1 ml sulu ekstrakt 5 ml benedict reaktifine eklenir. Kırmızı rengin görünmesi glikozitlerin var olduğunun ispatıdır.

Nar kabuğu ekstraktlarında toplam fenollerin belirlenmesi:

Toplam fenoller Mashkor *et al*. (2014) tarafından belirtilen Folin – ciocalteu yöntemi ile belirlenmiştir. Deneyde kullanılan çözeltilerin hazırlanması:

Yukarıda belirtilen etanol ve metanol ekstraktının 0.1 ml'si ayrı ayrı alınmış ve test tüplerine 0.5 ml seyreltilmiş Folin reaktifi (%10 v/v) eklenmiştir. Karşım karıştırılıp 6 dakika bekletildikten sonra 1 ml %7.5 sodyum karbonat çözeltisi eklenerek karıştırılmıştır. Karışım karanlık bir yerde oda sıcaklığında iki saat süreyle bekletilmiştir. Daha sonra bir spektrofotometre kullanılarak 765 nanometre dalga boyunda absorbans okuması yapılmıştır. Gallik asit için hazırlanan standart eğri kullanılarak toplam fenol yüzdesi hesaplanmıştır.

## 3.2 Balık Etlerinde Yapılan Analizler

Deneyler, Tikrit Üniversitesi Ziraat Fakültesi laboratuvarlarında yapılmıştır. Çalışmada Bizir ve Al-Tuwaini balık dilimleri kullanılmıştır. Tikrit'te yerel pazardan satın alınan balıkların iç bağırsakları çıkarıldıktan sonra balıklar 24 saat buzdolabında bekletilmiştir.

### 3.2.1 Yöntem

Ekstraksiyon işlemi öncesi balık etlerinin kimyasal analizi yapılmış ve nem, protein, yağ ve kül miktarları belirlenmiştir. Daha sonra örnekler ayrılarak farklı konsantrasyonlarda (%0, 0.5, 1 ve 1.5) hazırlanmış nar kabuğu çözeltilerinin içinde 12 saat tutulmuştur. Örnekler opak polietilen torbalarda derin dondurucuda (-18 ºC) 60 gün muhafaza edilmiştir. Deneme düzeni aşağıdaki gibidir;

1) Herhangi bir katkı maddesi içermeyen karşılaştırma (kontrol) örneği (T1).

2) % 0.5'lik nar kabuğu ekstraktıyla muamele edilen örnek (T2).

3) % 1'lik nar kabuğu ekstraktıyla muamele edilen örnek (T3).

4) % 1.5'luk nar kabuğu ekstraktıyla muamele edilen örnek (T4).

### 3.2.2 Araştırmada kullanılan balık türleri

Bu çalışmada, Dicle ve Fırat nehirlerinin sularında ve Irak'taki bazı sularda bulunan iki tür balık kullanılmıştır.

Siraz balığı

Siraz balığı (Mezopotamya barb), Cyprinidae familyasının balık türlerinden olup, Kuzey Irak'ta bulunan, orta ve küçük boyutu nedeniyle orta ekonomik öneme sahip balıklardan biridir. Irak'ın çoğu bölgesinde Al-Tuwaini, Irak'ın orta ve kuzey bölgelerinde ve Irak Kürdistanında Qorawi denir.



**Şekil 3.2** Siraz (Mezopotamya barb) balığı

Bizir balığı

Bizir balığı (Sarı benli, himri), Cyprinidae familyasının balık türlerinden olup, Dicle ve Fırat nehirleri ve kolları ile tüm Irak sularında bulunur. Irak'ın bataklıklarında, Haditha Baraj Gölü'nde ve Irak'ın orta, güney ve batı bölgelerinde hakimdir. Bizir balığı Haliç'te de bulunur.



**Şekil 3.3** Bizir balığı

## 3.3 Kimyasal Bileşim

### 3.3.1 Nem içeriğinin belirlenmesi

Balık etlerindeki nem miktarı AOAC (2004)'te belirtilen yönteme göre belirlenmiştir. Kıyma halindeki balık etleri sabit ağırlığa ulaşıncaya kadar 105°C sıcaklıkta etüvde kurutulmuş ve gravimetrik olarak nem miktarı hesaplanmıştır.

### 3.3.2 Protein

Balık etlerindeki protein miktarı AOAC (2008)'de belirtilen yönteme göre Kjeldahl cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Buna göre 0.3 g balık örneği cihazın yakma tüpüne yerleştirilip her tüpe 10 – 15 ml konsantre sülfürik asit (%95) ile iki damla perklorik asit ($HClO_4$) eklenmiştir. Çözelti berraklaşana kadar yakma işlemine devam edilmiştir. 10 mililitre sodyum hidroksit (0.1 standart) eklendikten sonra yakılmış numuneler süzülmüştür. Oluşan amonyak, iki damla Bromokresol Yeşili ve Metil kırmızısı indikatörlü 25 ml borik asit (%2) içeren 50 ml'lik bir erlende toplanmış ve ardından 0.05N standart konsantrasyonunda hidrolik asit HCl ile titre edilmiştir. Örneğin rengi yeşilden kırmızıya dönüşünceye kadr harcanan asit miktarı belirlenmiştir. Aşağıda verilen Denklem (3.1) ile protein oranı hesaplanmıştır:

$$\% \text{ Protein} = \frac{\text{Harcanan HCl miktarı (ml)} \times (0.05) \text{ standart} \times 0.014 \times 6.25}{\text{Örnek ağırlığı (gram)}} \times 100 \qquad (3.1)$$

### 3.3.3 Yağ miktarı

Balık örneklerindeki yağ oranı Soxhlet cihazı kullanılarak AOAC (2008) yöntemine göre belirlenmiştir. Cihaz kartuşuna parçalanmış kurutulmuş numunelerden 0.5 g konulmuştur. Daha önceden ağırlığı belirlenmiş cihaz balonlarına 200 ml çözücü (petrol eteri) ilave edilerek yaklaşık 4 – 6 saat ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Daha sonra cihazdan çıkarılan balonlardaki çözücünün uçması için balonlar 80°C sıcaklıktaki etüvde yarım saat bekletilmiştir. Yağ miktarı Denklem (3.2)'ye göre belirlenmiştir.

$$\% \text{ Yağ miktarı} = \frac{\text{Ekstraksiyon sonrası yağ içeren balon ağırlığı} - \text{Balonun darası}}{\text{Örnek miktarı}} \times 100 \qquad (3.2)$$

### 3.3.4 Kül miktarı

İncelenen balık örneklerindeki kül içeriği, kuru balık örneklerinin yakılmasıyla belirlenmiştir. Örnekler önceden ağırlığı belirlenen bir krozeye yerleştirdikten sonra 525°C sıcaklıktaki bir kül fırınında 6 saat boyunca yakılmıştır. Kuru örneğin kül yüzdesi, kuru ağırlık ile yakma sonrası ağırlık arasındaki farktan hesaplanmıştır. Söz konusu hesaplama AOAC (2008)'de belirtilen Denklem (3.3)'e göre yapılmıştır:

$$\text{Kül miktarı (\%)} = \frac{\text{Yakma sonrası kül içeren kroze ağırlığı} - \text{Boş kroze ağırlığı}}{\text{Örnek ağırlığı}} \times 100 \qquad (3.3)$$

## 3.4 Fiziksel Analizler

### 3.4.1 Etin pH değeri

Örneklerin pH'ı tarafından belirtilen yönteme manuel bir pH metre kullanılarak belirlenmiştir. 10 g örnek 100 ml saf su ile homojenize edilmiş ve filtre kağıdından (whattman No.1) süzülmüş örnekte pH ölçümü yapılmıştır.

### 3.4.2 Etin su tutma kapasitesi

Su tutma kapasitesi Dolatowski and Stasiak (1998) yöntemine göre belirlenmiştir. 50 g örnek alınıp bir dakika boyunca 50 ml saf suda homojenize edilmiştir. Daha sonra karışım 4°C'de 5000 rpm'de 10 dakika santrifüjlenmiş ve etin su tutma kapasitesi aşağıdaki Denklem (3.4)'e göre hesaplanmıştır.

$$\text{STK \%} = \frac{\text{Eklenen suyun ağırlığı} - \text{santrifüj sonrası su ağırlığı}}{\text{Örnek ağırlığı}} \times 100 \qquad (3.4)$$

### 3.4.3 Pişirme kaybı

Pişirme kaybı Purchas and Barton (1976) yöntemine göre belirlenmiştir. Her bir işlemden 5 g'lık iki örnek alınmış ve sıkıca kapatılmış polietilen torbalara yerleştirilmiştir. Örnekler 90 dakika boyunca 70°C sıcaklıktaki su banyosuna pişirilmiştir. Torbalar açılıp içlerindeki sıvı alınmış ve örnekler buzdolabında 4°C sıcaklıkta 24 saat bekletilmiştir. Ardından süzgeç kağıdı ile örnek yüzeyindeki sıvı uzaklaştırılmış ve örnekler tartılmıştır. Kayıp oranı aşağıda verilen Denklem (3.5)'e göre hesaplanmıştır:

$$\text{Pişirme kaybı (\%)} = \frac{\text{Pişirme öncesi örnek ağırlığı} - \text{Pişirme sonrası örnek ağırlığı}}{\text{Pişirme öncesi örnek ağırlığı}} \times 100 \quad (3.5)$$

## 3.5 Kimyasal İndikatörler

### 3.5.1 Toplam uçucu azot miktarı (TVN)

Toplam uçucu azot miktarı Egan *et al.* (1981) tarafından belirtilen yönteme göre belirlenmiştir.

### 3.5.2 Lipit oksidasyonunun belirlenmesi (TBARS analizi)

Balıklardaki yağ oksidasyonu, Witte *et al*. (1970)'in uyguladığı tiyobarbitürik asit (TBA) ekstraksiyon yöntemi ile belirlenmiştir. Bu test oksidatif acılaşma derecesini belirlemek için kullanılır. Analizin prensibi yoğunluğu acılaşma derecesi ile orantılı olan malondialdehid'in TBA ile reaksiyonuyla oluşan kırmızı rengin absorbsiyonunun ölçülmesine dayanır. Absorbsiyon ölçümü belirtilen yöntem modifiye edilerek 523 nm dalga boyunda gerçekleştirilmiştir.

### 3.5.3 Serbest yağ asitlerinin belirlenmesi

Analiz AOAC (2004)'te belirtilen yönteme göre yapılmıştır. Belirli ağırlıkta balık eti fenolftalein indikatörü eklenmiş 50/50 etanol ve dietil eter karışımına konulmuş ve 0.1 N sodyum hidroksit ile titre edilmiştir. Yağ asitlerinin hesaplanması aşağıda verilen Denklem (3.6)'ya göre yapılmıştır:

$$\text{Serbest yağ asitleri \%} = \frac{2.28 \times \text{Harcanan sodyum hidroksit miktarı (ml)}}{\text{Örnek ağırlığı}} \times 100 \qquad (3.6)$$

## 3.6 Mikrobiyolojik Analizler

### 3.6.1 Toplam bakteri sayısı

Toplam bakteri sayısının belirlenmesinde Plate Count Agar (PCA) besiyeri kullanılmıştır. Hazırlanan dilüsyonlardan besiyerine ekim yapılmış ve 37°C'de 24 saat inkübasyon işlemi uygulanmıştır. Oluşan koloniler sayılmış ve dilüsyon katsayılarıyla çarpılarak toplam bakteri sayısı belirlenmiştir.

### 3.6.2 Psikrofilik bakteri sayısı

Al-Sheddy (1999) ve Cousin *et al*. (1992)'de belirtilen yöntem uygulanmıştır. Yöntemde Plate Count Agar (PCA) besiyeri kullanılmıştır. Hazırlanan dilüsyonlardan besiyerine ekim yapılmış ve 7-10 °C'de 10 gün inkübasyon işlemiyle oluşan koloniler sayılmıştır. Dilüsyon katsayıları hesaba katılarak bakteri sayıları belirlenmiştir.

## 3.7 İstatistiksel analiz

Sonuçların istatistiksel analizinde (SAS, 2004) programı kullanılmıştır. Tek yönlü varyans analizi uygulanmış göre yapılmıştır (One - way analysis of variance). Örnekler

arasındaki önemli seviyedeki farklar %95 güven aralığında Duncan karşılaştırma testi uygulanarak belirlenmiştir.

# 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

## 4.1 Nar Kabuğundaki Bazı Aktif Bileşenlerin Kalitatif Tespiti

Nar kabuklarındaki bazı aktif kimyasal grupların varlığı Çizelge 4.1'de sunulmuştur. Sonuçlara göre nar kabukları saponinler, flavonoidler, fenoller, glikozitler, alkaloidler ve tanenleri içermekte, steroid içermemektedir.

**Çizelge 4.1** Nar kabuğundaki aktif bileşenler

| Etkin Bileşenler | Reaktif Türü | Reaktif Sonucu | Sulu Ekstrakt |
|---|---|---|---|
| Glikozitler | Benedict reaktifi | Kırmızı çökelti | + |
| | Falhank reaktifi | Kırmızı çökelti | + |
| Alkaloidler | Wagner reaktifi | Kahve rengi çökelti | + |
| | Mayer reaktifi | Beyaz sızıntı | + |
| Tanenler | Kurşun asetat %1 | Jelatinli beyaz çökelti | + |
| | Demir klorür %1 | Mavimsi yeşil renk görünümü | + |
| Fenoller | Demir klorür %1 | Mavimsi yeşil renk | + |
| Reçineler | Kaynamış damıtılmış suda etil alkol + HCL | Bulanıklık | + |
| Flavonoidler | Etil alkol → sodyum hidroksit | Sarı renk | + |
| Kumarinler | Sodyum hidroksit + süzüntü kağıdı UV referansı | Berrak Yeşilimsi sarı renk | + |
| Türbinler | Kloroform + susuz asetik asit + konsantre sülfürik asit | Kahve renginin görünmesi (Direkt) | + |
| Steroidler | Kloroform + susuz asetik asit + konsantre sülfürik asit | Koyu mavi renk görünmemesi ( uzun süre) | - |
| Sabunlar | Ekstratı sallamak | Uzun süreli yoğun köpük görülmemesi | - |
| | Civa klorür | Beyaz çökelti görünmesi | + |
| pH değeri | pH Metre | | 5.3 |

Sonuçlar Aqil *et al*. (2005)'deki sonuçlarla uyumlu bulunmuştur. Bhandary *et al*. (2012) nar kabuklarının glikozitler, flavonoidler ve tanenler içerdiğini belirtirken, kabukların alkaloidler, tanenler, flavonoidler, fenoller ve saponinler içerdiğini belirtmişlerdir.

Yapılan analizlerin sonuçları, başka çalışmalarla uyumlu çıkabilir ya da çalışmada belirlenen aktif bileşenlerin miktarlarıyla, diğer çalışmalarda belirlenen miktarlar arasında farklar bulunabilir. Bu farkların meyve türü (tatlı, ekşi veya orta), toplama zamanı, kurutma yöntemi ve diğer çevresel etkiler gibi faktörlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

## 4.2 Siraz Balığı Filetolarının Kimyasal Bileşimleri

Çizelge 4.2 farklı konsantrasyonlarda nar kabuğu sulu ekstraktıyla muamele edilmiş Siraz balığı filetolarının 0, 10, 20, 30 ve 60 günlük derin dondurulması sırasındaki nem miktarlarını göstermektedir. Sonuçlar incelendiğinde, nar kabuğu sulu ekstraktını yüksek oranda içeren T3 ve T4 uygulamalarının nem içeriklerinin depolamanın başında kontrol ve T2 örneğine göre daha düşük olarak bulunmuştur ($p<0.05$). Zamana göre bakıldığında T3 ve T4 örneklerinin depolama sonundaki nem değerlerinin, başlangıçtaki nem değerlerine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Depolama süresinin ilerlemesi ile nem oranının düşmesi ve kuru maddenin artması doğaldır. Bu çalışmadaki değerler Choe *et al*. (2011)'in domuz kıymalarına nilüfer çiçeği ve arpa ekstraktları eklediği çalışmasında elde edilen bulgularla da uyumludur. Bu doğal katkı maddelerinin içeriklerindeki liflerin su tutma özellikleri nedeniyle, eklendikleri örneklerin nem içeriğinde önemli bir artışa yol açtığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.3'te nar kabuğunun sulu ekstraktı ile marine edilen T1, T2, T3 ve T4 kodlu Siraz balığı filetolarının 0, 10, 20, 30, 60 günlerdeki ortalama protein yüzdeleri sırasıyla %18.63, 18.35, 20.33 ve 19.10 olarak belirlenmiştir. Yüksek konsantrasyonda nar kabuğu ekstraktı uygulanmış T3 ve T4 örneklerinin depolama sonundaki protein miktarlarının başlangıçtaki protein miktarlarından çok daha yüksek olduğu tespit

edilmiştir ($p<0.05$). Bu durum depolamanın diğer günlerindeki örnek alma işlemi sırasında balığın yağlı kısımlarından örnek alınmasından kaynaklanmış olabilir.

**Çizelge 4.2** Farklı konsantrasyonlarda nar kabuğu ekstraktıyla muamele edilen Siraz balığı filetolarının derin dondurucuda 60 günlük depolanması sırasındaki nem miktarları

| **İşlemler** | **Depolama süresi (gün)** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **0** | **10** | **20** | **30** | **60** | Tüm zamanların ortalaması |
| T1=0 | 70.16 a | 69.58 a | 67.60 b | 66.26 b | 64.40 c | 67.60 b |
| T2=0.5 | 72.47 a | 71.54 b | 70.78 b | 70.90 b | 70.94 b | 71.33 a |
| T3=1 | 47.54 d | 50.37 c | 52.79 c | 55.72 b | 65.12 a | 54.31 c |
| T4 =1.5 | 63.39 b | 63.83 b | 63.72 b | 64.30 b | 66.82 a | 64.41 c |
| Tüm örneklerin ortalaması | 63.39 c | 63.83 c | 63.72 c | 64.30 b | 66.82 a | |
| Standart sapma | 11.25 | 9.55 | 7.84 | 6.35 | 2.93 | |
| LSD %5 | 2.13 | 6.07 | 4.98 | 4.03 | 1.86 | |

Çizelgede aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında farklılık yoktur.

Nar kabuğu ekstraktı uygulanmış Siraz balığı filetolarının yağ oranları Çizelge 4.4'te verilmiştir. Depolama boyunca tüm ölçüm zamanlarında T3 örneğinin ortalama yağ miktarı sayısal olarak diğer örneklerden daha yüksek olarak belirlenmiştir. Bu durum analizdeki örnek alma işlemi sırasında balıktan yüksek oranda yağ dokunun alınmasından kaynaklanmış olabilir. Kontrol örneğin ve T3 örneğinin depolama sonundaki yağ değerleri depolama başlangıcı yağ değerlerinden belirgin oranda yüksektir ($p<0.05$). T2 örneğinin başlangıç ortalama yağ değeri ile depolama sonu yağ değeri benzer bulunmuştur ($p>0.05$). T4 örneğinin yağ miktarında depolama boyunca büyük değişimler görülmemiştir ($p>0.05$).

**Çizelge 4.3** Farklı konsantrasyonlarda nar kabuğu ekstraktıyla muamele edilen Siraz balığı filetolarının derin dondurucuda 60 günlük depolanması sırasındaki protein miktarları

| | Depolama süresi (gün) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **İşlemler** | **0** | **10** | **20** | **30** | **60** | Tüm zamanların ortalaması |
| T1=0 | 19.23 a | 18.59 b | 18.73 b | 18.63 b | 17.95 c | 18.63 b |
| T2=0.5 | 18.80 a | 18.58 a | 18.45 a | 18.62 a | 17.31 b | 18.35 b |
| T3=1 | 12.68 e | 15.72 d | 19.06 c | 22.42 b | 31.76 a | 20.33 a |
| T4 =1.5 | 16.90 d | 17.63 c | 18.75 c | 19.89 b | 22.34 a | 19.10 b |
| Tüm örneklerin ortalaması | 16.90 d | 17.63 c | 18.75 c | 19.89 b | 22.34 a | |
| Standart sapma | 2.99 | 1.35 | 0.25 | 1.79 | 6.66 | |
| LSD %5 | 1.10 | 0.86 | 0.16 | 1.14 | 4.23 | |

Çizelgede aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında farklılık yoktur.

Depolama süresi boyunca yağ miktarında meydana gelen artmanın nedeni nem miktarındaki azalmadan kaynaklanmış olabilir. Antioksidan etkili flavonoidler içeren ekstraktın yağ hücresi zarını koruduğu ve böylelikle ürünlerde yağ sızıntısını önlediği de hesaba katılmalıdır.

Siraz balığı filetolarının derin dondurucuda 60 günlük depolanması sırasında elde edilen kül miktarları Çizelge 4.5'te verilmiştir. Çizelge incelendiğinde tüm zamanların ortalamasına göre nar kabuğu ekstraktı uygulanmış örneklerin kül miktarlarının kontrol örneğinin kül miktarından daha yüksek olduğu görülmektedir ($p<0.05$). Örnekler zamana göre değerlendirildiğinde, depolamanın son gününde örneklerin kül miktarları başlangıç kül miktarlarından daha yüksek olarak belirlenmiştir ($p<0.05$).

**Çizelge 4.4** Farklı konsantrasyonlarda nar kabuğu ekstraktıyla muamele edilen Siraz balığı filetolarının derin dondurucuda 60 günlük depolanması sırasındaki yağ miktarları

| | Depolama süresi (gün) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **İşlemler** | **0** | **10** | **20** | **30** | **60** | Tüm zamanların ortalaması |
| T1=0 | 7.54 c | 7.49 c | 7.98 c | 8.73 b | 9.24 a | 8.20 b |
| T2=0.5 | 7.37 b | 7.05 b | 7.27 b | 8.18 a | 7.98 b | 7.57 c |
| T3=1 | 8.50 c | 8.68 c | 9.25 b | 9.99 b | 11.61 a | 9.61 a |
| T4 =1.5 | 7.82 a | 7.87 a | 7.79a | 7.50 a | 7.61 a | 7.72 c |
| Tüm örneklerin ortalaması | 7.81 c | 7.78 c | 8.07 b | 8.60 b | 9.11 a | |
| Standart sapma | 0.50 | 0.69 | 0.84 | 1.05 | 1.81 | |
| LSD %5 | 0.45 | 0.44 | 0.53 | 0.67 | 1.15 | |

Çizelgede aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında farklılık yoktur.

**Çizelge 4.5** Farklı konsantrasyonlarda nar kabuğu ekstraktıyla muamele edilen Siraz balığı filetolarının derin dondurucuda 60 günlük depolanması sırasındaki kül miktarları

| | Depolama süresi (gün) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **İşlemler** | **0** | **10** | **20** | **30** | **60** | Tüm zamanların ortalaması |
| T1=0 | 0.63 b | 0.63 b | 0.57 c | 0.65 b | 0.78 a | 0.65 c |
| T2=0.5 | 0.72 b | 0.66 b | 0.64 b | 0.69 b | 0.78 a | 0.70 b |
| T3=1 | 0.77 b | 0.76 b | 0.71 c | 0.72 c | 0.81 a | 0.75 a |
| T4 =1.5 | 0.71 c | 0.72 c | 0.57 d | 0.85 b | 1.01 a | 0.78 a |
| Tüm örneklerin ortalaması | 0.71 c | 0.69 c | 0.62 d | 0.73 b | 0.85 a | |
| Standart sapma | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.09 | 0.11 | |
| LSD %5 | 0.15 | 0.04 | 0.04 | 0.06 | 0.07 | |

## 4.3 Bizir Balığı Filetolarının Kimyasal Bileşenleri

Nar kabuğu ekstraktı ile muamele edilmiş Bizir balığı filetolarının derin dondurucuda 60 günlük depolama süresi boyunca elde edilen nem miktarları Çizelge 4.6'da sunulmştur. Depolamanın başında tüm örneklerin nem değerinin benzer olduğu bulunmuştur ($p>0.05$). Depolamanın sonunda ise yüksek oranda nar kabuğu ekstraktıyla muamele edilen T3 ve T4 örneklerinin nem değeri diğer örneklerden yüksektir ($p<0.05$). Tüm örnekler zamana göre değerlendirildiğinde, T4 örneği haricindeki örneklerin depolamanın son günündeki nem değerlerinin, depolamanın başındaki nem değerlerinden daha düşük olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Depolama süresi boyunca meydana gelen su salınması olaylarından dolayı nem miktarında bir azalmanın gerçekleştiği düşünülmektedir.

**Çizelge 4.6** Farklı konsantrasyonlarda nar kabuğu ekstraktıyla muamele edilen Bizir balığı filetolarının derin dondurucuda 60 günlük depolanması sırasındaki nem miktarları

| | **Depolama süresi (gün)** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **İşlemler** | **0** | **10** | **20** | **30** | **60** | Tüm zamanların ortalaması |
| T1=0 | 71.46 a | 69.58 a | 68.20 b | 65.91 c | 64.06 d | 67.84 c |
| T2=0.5 | 72.46 a | 71.25 a | 70.20 b | 69.24 c | 68.73 d | 70.38 b |
| T3=1 | 72.46 a | 71.25 a | 70.54 b | 69.57 c | 69.39 c | 70.64 b |
| T4 =1.5 | 72.13 a | 71.91 a | 71.54 a | 70.91 a | 71.39 a | 71.58 a |
| Tüm örneklerin ortalaması | 72.13 a | 71.00 b | 70.12 b | 68.91 c | 68.39 c | |
| Standart sapma | 0.47 | 1.00 | 1.40 | 2.13 | 3.10 | |
| LSD %5 | 0.44 | 0.63 | 0.89 | 1.35 | 1.97 | |

Çizelgede aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında farklılık yoktur.

Bizir balığı filetolarının 60 günlük derin dondurucuda depolama süresi boyunca ölçülen protein değerleri Çizelge 4.7'de verilmiştir. Balıkların tüm ölçüm zamanlarında elde

edilen protein değerlerinin ortalamaları incelendiğinde en yüksek konsantrasyonda ekstrakt çözeltisiyle işlem yapılan T4 örneğinin protein değerinin diğer örneklerden yüksek olduğu görülmüştür ($p<0.05$). Balık filetolarının protein değerlerinde depolama süresi boyunca meydana gelen değişim değerlendirildiğinde, tüm örneklerin depolamanın sonundaki protein değerleri, depolamanın başındaki protein değerlerine göre daha düşük olarak bulunmuştur ($p<0.05$).

**Çizelge 4.7** Farklı konsantrasyonlarda nar kabuğu ekstraktıyla muamele edilen Bizir balığı filetolarının derin dondurucuda 60 günlük depolanması sırasındaki protein miktarları

| | **Depolama süresi (gün)** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **İşlemler** | **0** | **10** | **20** | **30** | **60** | Tüm zamanların ortalaması |
| T1=0 | 17.22 a | 17.24 a | 16.88 b | 17.42 a | 16.65 b | 17.08 c |
| T2=0.5 | 18.22 b | 19.24 a | 18.21 b | 17.75 c | 15.98 d | 17.88 b |
| T3=1 | 17.55 a | 17.58 a | 17.21 a | 17.09 a | 16.65 b | 17.22 c |
| T4 =1.5 | 18.55 a | 18.58 a | 17.88 b | 17.75 b | 17.32 b | 18.02 a |
| Tüm örneklerin ortalaması | 17.88 b | 18.16 a | 17.55 c | 17.50 c | 16.65 d | |
| Standart sapma | 0.61 | 0.92 | 0.61 | 0.32 | 0.54 | |
| LSD %5 | 0.50 | 0.58 | 0.39 | 0.20 | 0.35 | |

Çizelgede aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında farklılık yoktur.

Farklı konsantrasyonlarda nar kabuğu ekstraktı uygulanan Bizir balığı filetolarının 60 günlük depolama süresi boyunca elde edilen yağ miktarları Çizelge 4.8'de verilmiştir. Depolamanın başlangıcında kontrol örneğin yağ değeri en düşük, T2 ve T4 örneklerinin yağ değerinin ise diğer örneklerden daha yüksek olduğu görülmüştür ($p<0.05$). Zamana göre bir değerlendirme yapıldığında, tüm örneklerin depolama süresi sonundaki yağ değerleri depolama başındaki yağ değerlerinden daha yüksektir ($p<0.05$). Bu durum depolama süresince örneklerde meydana gelen nem miktarındaki azalmadan kaynaklanmış olabilir.

**Çizelge 4.8** Farklı konsantrasyonlarda nar kabuğu ekstraktıyla muamele edilen Bizir balığı filetolarının derin dondurucuda 60 günlük depolanması sırasındaki yağ miktarları

| | Depolama süresi (gün) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **İşlemler** | **0** | **10** | **20** | **30** | **60** | Tüm zamanların ortalaması |
| T1=0 | 8.67 d | 9.02 c | 9.65 c | 10.36 b | 11.94 a | 9.93 b |
| T2=0.5 | 10.34 b | 9.68 c | 9.98 c | 10.69 a | 11.27 a | 10.39 a |
| T3=1 | 9.00 c | 8.68 d | 8.98 d | 11.36 b | 13.27 a | 10.26 a |
| T4 =1.5 | 9.67 b | 9.35 b | 9.65 b | 10.36 a | 11.94 a | 10.19 a |
| Tüm örneklerin ortalaması | 9.42 c | 9.18 c | 9.56 c | 10.69 b | 12.10 a | |
| Standart sapma | 0.74 | 0.43 | 0.42 | 0.47 | 0.84 | |
| LSD %5 | 0.55 | 0.27 | 0.27 | 0.30 | 0.53 | |

Çizelgede aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında farklılık yoktur.

**Çizelge 4.9** Farklı konsantrasyonlarda nar kabuğu ekstraktıyla muamele edilen Bizir balığı filetolarının derin dondurucuda 60 günlük depolanması sırasındaki kül miktarları

| | Depolama süresi (gün) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **İşlemler** | **0** | **10** | **20** | **30** | **60** | Tüm zamanların ortalaması |
| T1=0 | 0.88 b | 0.92 a | 0.89 b | 0.95 a | 0.97 a | 0.92 a |
| T2=0.5 | 0.88 c | 0.96 b | 0.89 c | 0.95 b | 1.27 a | 0.99 a |
| T3=1 | 0.88 b | 0.86 b | 0.79 b | 0.92 a | 0.97 a | 0.88 a |
| T4 =1.5 | 0.74 c | 0.72 c | 0.52 d | 0.85 b | 1.03 a | 0.77 b |
| Tüm örneklerin ortalaması | 0.84 c | 0.87 c | 0.77 d | 0.92 b | 1.06 a | |
| Standart sapma | 0.07 | 0.10 | 0.17 | 0.05 | 0.14 | |
| LSD %5 | 0.16 | 0.07 | 0.11 | 0.03 | 0.09 | |

Çizelgede aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında farklılık yoktur.

Bizir balık filetolarının 60 günlük depolanmaları sırasında belirlenen kül miktarları Çizelge 4.9'da gösterilmiştir. Örneklerin tüm ölçüm zamanlarında elde edilen kül miktarlarının ortalamaları karşılaştırıldığında en düşük kül değeri T4 örneğinde bulunmuştur ($p<0.05$). Depolamanın son gününde tüm örneklerin kül miktarları başlangıç kül miktarlarından daha yüksek olarak belirlenmiştir ($p<0.05$).

## 4.4 Siraz Balığı Filetolarının Fiziksel Özellikleri

Nar kabuğu sulu ekstraktı uygulanmış ve 60 gün boyunca derin dondurucuda depolanmış Siraz balığı filetolarının pH değerleri Çizelge 4.10'da verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre farklı konsantrasyonlarda ekstrakt uygulamanın ve depolama süresinin balıkların pH değerlerinde önemli seviyede farklılıklara neden olduğu görülmüştür ($p<0.05$). En yüksek pH değeri herhangi bir işlem uygulanmamış kontrol örneğinin 60. depolama gününde (pH: 7.50) belirlenmiştir. Farklı konsantrasyonlarda sulu ekstraktta bekletilen balıkların 60. gün pH değerleri ise birbirleriyle benzer ($p>0.05$), kontrol örneğine göre ise düşük olarak ($p<0.05$) bulunmuştur. Bunun nedeni, nar kabuklarının pH'ı düşürmeye yardımcı olan organik asitler ve diğer etkin bileşikleri içermesi olabilir.

Tüm örneklerin pH değerlerinin depolama süresi boyunca yükseldiği görülmüştür. Kontrol örneği T1'in pH değeri depolamanın başlangıcında 6.50 iken 10. günde yükselmeye başlamıştır ($p<0.05$). Kontrol örneğinin pH değeri depolamanın 10, 20, 30 ve 60. gününde sırasıyla 6.90, 7.30, 7.10, 7.50 olarak ölçülmüştür. Nar kabuğu ekstraktının %0.5 olarak uygulandığı T2 örneğinin ortalama pH değeri başlangıçta 6.30 olarak bulunmuşken, depolamanın 10, 20, 30 ve 60. günlerinde sırasıyla 6.60, 6.90, 6.90 ve 6.90 olarak bulunmuştur. Nar kabuğu ekstraktının %1 olarak hazırlandığı T3 işleminde ise ortalama pH değeri başlangıçta 6.70 iken 10. günde 6.20 değerine düşmüştür. Depolamanın 20, 30 ve 60. günlerinde ise sırasıyla 6.80, 6.90 ve 6.90 olarak ölçülmüştür. Nar kabuğu ekstraktının en yüksek düzeyde (%1.5) kullanıldığı T4 işleminde ise Siraz balığı filetolarının 0. günde pH değeri 6.40 iken, 10, 20, 30 ve 60. günlerde sırasıyla 6.60, 6.80, 6.80, 6.90 olarak görülmüştür.

Depolama süresi uzadıkça pH değerlerinin yükselmesinin nedeni, et bünyesinde gerçekleşen enzimatik ve mikrobiyal aktivitelerin bir sonucu olarak balık filetolarındaki proteinlerinin parçalanmasından ve dolayısıyla ortaya çıkan azot bileşiklerinin artmasından kaynaklanmış olabilir. Berizi *et al*. (2018) farklı konsantrasyonlarda nar kabuğu ekstraktı içeren kitosan çözeltilerine daldırılan ve dondurularak depolanan gökkuşağı alabalıklarının pH değerlerinin zamanla kademeli olarak arttığını bildirmişlerdir. Belirlenen bu artışın bakterilerin neden olduğu bozulmalara bağlı olarak oluşan TVB-N ve amonyak gibi bazik bileşenlerle ilişkili olduğu belirtilmiştir. Aynı çalışmada %4 nar kabuğu ekstraktı uygulanmış örneğin pH değeri kontrol örnekten daha düşük bulunmuş ($p<0.05$) ve bu durumun nar kabuğu ektraktı ve kitosanın antimikrobiyal özelliğinden kaynaklandığı belirtilmiştir.

**Çizelge 4.10** 60 gün süre derin dondurucuda muhafaza edilen nar kabuğu ekstraktı uygulanmış Siraz balığı filetolarının pH değerleri

| | **Depolama süresi (gün)** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **İşlemler** | **0** | **10** | **20** | **30** | **60** | Tüm zamanların ortalaması |
| T1=0 | 6.50 de | 6.90 bc | 7.30 ab | 7.10 b | 7.50 a | 7.10 a |
| T2=0.5 | 6.30 e | 6.60 cde | 6.90 bc | 6.90 bc | 6.90 bc | 6.80 a |
| T3=1 | 6.70 cde | 6.20 e | 6.80 bcd | 6.90 bc | 6.90 bc | 6.70 ab |
| T4 =1.5 | 6.40 de | 6.60 cde | 6.80 bcd | 6.80 bcd | 6.90 bc | 6.30 b |
| Tüm örneklerin ortalaması | 6.00 c | 6.60 b | 7.00 a | 7.00 a | 7.10 a | |

Çizelgede aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında farklılık yoktur.

Nar kabuğu sulu ekstraktında bekletilen ve 60 gün boyunca derin dondurucuda depolanan Siraz balığı filetolarının % su tutma kapasitesi (STK) değerleri Çizelge 4.11'de verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde hem ekstrakt konsantrasyonunun hem de depolama süresinin Siraz balık filetolarının STK değerleri üzerinde önemli seviyede etkili olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Derin dondurularak muhafaza edilen Siraz balık filetolarında elde

edilen en yüksek STK değeri (28.9) %0.5 nar kabuğu içeren sulu ekstrakt ile muamele edilmiş T2 örneğinin 10, 20 ve 60. depolama gününde belirlenmiştir.

Kontrol örneğin ve diğer örneklerin su tutma kapasitesi değerlerinin depolama süresi boyunca yükseldiği tespit edilmiştir ($p<0.05$). T2 örneğinin başlangıç STK değeri 26.7 olarak bulunmuş, 10, 20, 30 ve 60. günlerinde sırasıyla 28.9, 28.9, 28.8, 28.9 ölçülmüşütr. T3 örneğinin depolamanın başında STK değeri 24.4 olarak belirlenmişken, depolamanın diğer günlerinde % 26.7, 26.89, 27.7 ve 27.7 olarak belirlenmiştir. T4 örneğinin STK değeri 0, 10 ve 20. günlerde istatistiksel olarak benzer bulunurken ($p>0.05$), depolamanın 30. ve 60. günlerinde artış göstermiş ($p<0.05$) ve % 28.1, 28.8 değerlerine ulaşmıştır.

Genel olarak bakıldığında, nar kabuğu sulu ekstraktı uygulanmış balık etlerinin su tutma kapasitesi kontrolden daha yüksek olarak tespit edilmiştir. Bu durum nar kabuğunda bulunan fenolik bileşiklerin etteki hücre zarının yırtılmasını azaltmasından kaynaklanmış olabilir.

**Çizelge 4.11** 60 gün süre derin dondurucuda muhafaza edilen nar kabuğu ekstraktı uygulanmış Siraz balığı filetolarının % su tutma kapasitesi (STK) değerleri

| | **Depolama süresi (gün)** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **İşlemler** | **0** | **10** | **20** | **30** | **60** | Tüm zamanların ortalaması |
| **T1=0** | 22.3 f | 23.6 ef | 24.6 de | 24.5 de | 25.1 cd | 24.5 c |
| **T2=0.5** | 26.7 bc | 28.9 a | 28.9 a | 28.8 a | 28.9 a | 28.9 a |
| **T3=1** | 24.4 de | 26.7 bc | 26.89 bc | 27.7 ab | 27.7 ab | 27.2 b |
| **T4 =1.5** | 25.6 cd | 25.3 cd | 25.5 cd | 28.1 a | 28.8 a | 26.9 b |
| Tüm örneklerin ortalaması | 24.7 c | 26.1 b | 26.5 ab | 27.3 a | 27.6 a | |

Çizelgede aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında farklılık yoktur.

Nar kabuğu sulu ekstraktı uygulanan Siraz balığı filetolarının 60 gün depolama süresi boyunca elde edilen pişirme kaybı değerleri Çizelge 4.12'de sunulmuştur. Elde edilen sonuçlarda hem örnek değişkeni hem de depolama süresinin değerler üzerinde önemli seviyede etkili olduğu bulunmuştur ($p<0.05$). Tüm analiz zamanlarında elde edilen değerlerin ortalamalarına bakıldığında kontrol olan T1 örneğinde pişirme kaybı en yüksek ortalama değere (32.88) sahip bulunmuştur. T2, T3 ve T4 örnekleri ise sırasıyla 31.17, 27.23 ve 28.13 olarak belirlenmiştir.

**Çizelge 4.12** 60 gün süre derin dondurucuda muhafaza edilen nar kabuğu ekstraktı uygulanmış Siraz balığı filetolarının % pişirme kaybı değerleri

| | **Depolama süresi (gün)** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **İşlemler** | **0** | **10** | **20** | **30** | **60** | Tüm zamanların ortalaması |
| **T1=0** | 34.35 a | 33.29 ab | 32.53 bc | 32.37 bc | 31.89 cd | 32.88 a |
| **T2=0.5** | 33.08 a | 33.43 ab | 31.09 cd | 29.57 de | 28.68 e | 31.17 a |
| **T3=1** | 30.06 d | 28.15 e | 26.59 f | 25.85 f | 25.52 f | 27.23 b |
| **T4 =1.5** | 30.67 de | 29.96 de | 28.88 e | 25.71 f | 25.44 f | 28.13 b |
| Tüm örneklerin ortalaması | 32.04 a | 31.21 ab | 29.77 bc | 28.37 c | 27.88 c | |

Çizelgede aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında farklılık yoktur.

Örneklerin pişirme kaybı değerleri depolama süresi boyunca incelendiğinde, kontrol örneğin pişirme kaybı değerinin başlangıçta ve 10. günde benzerlik gösterdiği ($p>0.05$), 20. günde ise önemli seviyede azaldığı bulunmuştur ($p<0.05$). Nar kabuğu sulu ekstraktının %0.5 konsantrasyonda uygulandığı T2 örneğinde de kontrol örneğe benzer şekilde 20. günden sonra önemli seviyede azalma görülmüştür ($p<0.05$). T3 örneği incelendiğinde pişirme kaybının 20. güne kadar azaldığı ($p<0.05$), ardından istatistiksel olarak sabit kaldığı ($p>0.05$) belirlenmiştir. T4 örneğinde ise 0, 10 ve 20. gündeki değerler benzer bulunurken ($p>0.05$), 30. günde önemli seviyede azalma görülmüştür ($p<0.05$). Aynı örneğin 30 ve 60. gün değerlerinin benzerlik gösterdiği belirlenmiştir ($p>0.05$).

Pişirme kayıplarında zamanla meydana gelen bu azalmanın balıklara uygulanan filmlerin tutunma ve mekanik özelliklerine bağlı olduğu düşünülmektedir. Nar kabuğu sulu ekstraktının nemi muhafaza etmeye ve pişirme sırasında ağırlık kaybı yüzdesini azaltmaya katkıda bulunan rolü olabilir.

## 4.5 Bizir Balığı Filetolarının Fiziksel Özellikleri

Nar kabuğu sulu ekstraktı uygulanan ve 60 gün derin dondurucuda depolanan Bizir balığı filetolarının pH değerleri Çizelge 4.13'te verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre 0. günde kontrol örnek ile diğer örneklerin pH değerlerinin benzerlik gösterdiği belirlenmiştir ($p>0.05$).

T1, T2, T3 ve T4 örneklerinin depolamam başındaki pH değerleri sırasıyla 6.40, 6.70, 6.30 ve 6.70 olarak belirlenirken, depolamanın sonunda bu değerler sırasıyla 7.20, 7.10, 6.90 ve 7.00 olarak belirlenmiştir.

**Çizelge 4.13** 60 gün süre derin dondurucuda muhafaza edilen nar kabuğu ekstraktı uygulanmış Bizir balığı filetolarının pH değerleri

| | **Depolama süresi (gün)** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **İşlemler** | **0** | **10** | **20** | **30** | **60** | Tüm zamanların ortalaması |
| **T1=0** | 6.40 cd | 6.60 bcd | 7.00 ab | 7.10 a | 7.20 a | 6.90 a |
| **T2=0.5** | 6.70 bcd | 6.60 bcd | 7.00 a | 7.0 ab | 7.10 a | 6.90 a |
| **T3=1** | 6.30 d | 6.40 cd | 6.80 abc | 6.50 cd | 6.90 ab | 6.60 a |
| **T4 =1.5** | 6.70 bcd | 6.60 bcd | 6.50 cd | 6.90 ab | 7.00 ab | 6.70 a |
| Tüm örneklerin ortalaması | 6.50 b | 6.60 b | 6.80 ab | 6.90 a | 7.10 a | |

Çizelgede aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında farklılık yoktur.

T2 örneğinin pH değeri 10. güne kadar sabitken ($p>0.05$), 20. günden sonra artış göstermiştir ($p<0.05$). T3 ve T4 örneklerinde depolama süresi boyunca pH ortalamaları sayısal olarak dalgalı şekilde değişim gösterse de, 60. gün ortalama değerlerinin başlangıca göre yüksek olduğu dikkat çekmektedir. Nar kabuğu ekstraktı ile muamele edilen balık filetolarının pH değerlerinin yükselmesinin nedeni nar kabuğunda bulunan ve yağ oksidasyonuyla oluşan serbest radikalleri engelleme kabiliyetine sahip fenolik bileşikleri içermesi olabilir (Wang and Zheng 2001). Ayrıca, bu etkiye özellikle psikrofilik mikroorganizmaların et proteinlerini parçalamasıyla ortaya çıkan amin grupları neden olmuş olabilir.

**Çizelge 4.14** 60 gün süre derin dondurucuda muhafaza edilen nar kabuğu ekstraktı uygulanmış Bizir balığı filetolarının % su tutma kapasitesi (STK) değerleri

| | **Depolama süresi (gün)** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **İşlemler** | **0** | **10** | **20** | **30** | **60** | Tüm zamanların ortalaması |
| **T1=0** | 20.6 c | 21.8 c | 22.5 bc | 22.4 bc | 22.6 bc | 22.0 b |
| **T2=0.5** | 25.5 ab | 25.8 ab | 25.4 ab | 25.7 ab | 25.7 ab | 25.6 a |
| **T3=1** | 26.4 ab | 25.6 ab | 26.2 ab | 27.2 a | 27.4 a | 26.5 a |
| **T4 =1.5** | 22.8 bc | 22.5 bc | 22.9 bc | 23.8 bc | 24.5 ab | 23.3 b |
| Tüm örneklerin ortalaması | 23.8 b | 23.9 b | 24.2 ab | 24.8 ab | 25.0 a | |

Çizelgede aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında farklılık yoktur.

Bizir balığı filetolarının 60 günlük depolam süresi boyunca elde edilen su tutma kapasitesi (STK) değerleri Çizelge 4.14'te verilmiştir. Balıkların STK değerleri arasında hem örnek düzeyinde hem de zamana göre farklılıklar olduğu görülmüştür ($P<0.05$). T1 kontrol örneğinin tüm ölçüm zamanlarında elde edilen değerlerinin ortalaması 22.0 olarak bulunurken, T2, T3 ve T4 örneklerinde sırasıyla 25.6, 26.5, 23.3 olarak belirlenmiştir. Depolamanın başındaki sonuçlar incelendiğinde kontrol örneğinin STK değeri T4 örneği ile benzerlik gösterirken ($p>0.05$), diğer örneklerin STK değerleri daha yüksek olarak bulunmuştur ($p<0.05$). Örneklerin STK değerleri zamana göre incelendiğinde, tüm

örneklerin STK değerlerinin depolama süresi boyunca istatistiksel olarak sabit kaldığı belirlenmiştir ($p>0.05$).

**Çizelge 4.15** 60 gün süre derin dondurucuda muhafaza edilen nar kabuğu ekstraktı uygulanmış Bizir balığı filetolarının % pişirme kaybı değerleri

| | **Depolama süresi (gün)** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **İşlemler** | **0** | **10** | **20** | **30** | **60** | Tüm zamanların ortalaması |
| **T1=0** | 19.53 a | 19.16 a | 21.44 a | 23.01 a | 23.54 a | 21.34 a |
| **T2=0.5** | 21.48 a | 19.94 a | 21.18 a | 21.41 a | 21.89 a | 21.18 a |
| **T3=1** | 22.69 a | 21.98 a | 21.44 a | 22.45 a | 19.89 a | 21.89 a |
| **T4 =1.5** | 23.81 a | 23.14 a | 21.84 a | 20.77 a | 20.06 a | 21.92 a |
| Tüm örneklerin ortalaması | 21.88 a | 21.06 a | 21.73a | 21.91 a | 21.34 a | |

Çizelgede aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında farklılık yoktur.

Nar kabuğu sulu ekstraktlarında bekletilen ve 60 gün derin dondurucuda tutulan Bizir balığı filetolarının pişirme kaybı değerleri Çizelge 4.15'te verilmiştir. Balık filetolarının pişirme kaybı arasında tüm ölçüm zamanlarında önemli seviyede fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Balıkların depolama süresince elde edilen pişirme kaybı değerleri de benzer olarak bulunmuştur ($p>0.05$). Tüm örneklerde 60 gün boyunca elde edilen pişirme kaybı değerleri 19.16-23.81 aralığında değişmektedir.

Pişirme kaybı ortalamaları sayısal olarak karşılaştırıldığında 0. günde T4 örneği en yüksek ortalama pişirme kaybı (23.81) değerine sahiptir.

## 4.6 Siraz Balığı Filetolarında Kimyasal Bozulma Ölçümleri

Bu bölümde Siraz balıklarının TBARS (mg malonaldehit/kg), toplam uçucu azot (mg azot/100 g) ve serbest yağ asidi (%) değerleri verilmiştir. Nar kabuğu ekstraktı içinde

bekletilen ve derin dondurucuda saklanan Siraz balıklarının 60 günlük depolama süresince elde edilen TBARS değerleri Çizelge 4.16'da verilmiştir. Tüm analiz günlerinde örnekler arasında önemli seviyede farklılıklar olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Depolamanın başında en yüksek TBARS değeri T4 örneğinde görülürken, en düşük TBARS değeri T1 kontrol örneğinde tespit edilmiştir ($p<0.05$). Depolama sonunda örnekler birbirleriyle karşılaştırıldığında, T1 ve T2 örneklerinin TBARS değerleri birbirleriyle benzer ($p>0.05$), ancak diğer örneklerden daha düşük olarak bulunmuştur ($p<0.05$). Kontrol dışındaki örneklerin yüksek TBARS değerleri örneklerin balığın farklı bölgelerinden alınmasından kaynaklanmış olabilir. Depolama sonunda T3 ve T4'ün yüksek değerleri, antioksidan maddelerin yavaş difüze olmasıyla bağlantılı olabilir.

T1 örneğinin TBARS değerinin depolama süresince arttığı belirlenmiştir ($p<0.05$). T2 örneğinin TBARS değeri ise zaman içinde değişim göstermemiştir ($p>0.05$). T3 örneğinin oksidasyon ölçümleri incelendiğinde istatistiksel olarak değerler benzerlik gösterse de ($p>0.05$), zamanla ortalama değerlerin sayısal olarak arttığı görülmektedir. T4 örneğinin ortalama TBARS değerleri ise zamanla azalmıştır.

**Çizelge 4.16** 60 gün süre derin dondurucuda muhafaza edilen nar kabuğu ekstraktı uygulanmış Siraz balığı filetolarının TBARS (mg malonaldehit/kg) değerleri

| | **Depolama süresi (gün)** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **İşlemler** | **0** | **10** | **20** | **30** | **60** | Tüm zamanların ortalaması |
| **T1=0** | 0.26 f | 0.34 e | 0.31 e | 0.41 d | 0.42 d | 0.35 b |
| **T2=0.5** | 0.40 d | 0.43 d | 0.44 d | 0.49 d | 0.44 d | 0.44 b |
| **T3=1** | 0.58 bc | 0.58 bc | 0.61 b | 0.65 ab | 0.65 ab | 0.61 a |
| **T4 =1.5** | 0.70 a | 0.68 a | 0.65 ab | 0.59 bc | 0.56 c | 0.64 a |
| Tüm örneklerin ortalaması | 0.48 a | 0.51 a | 0.50 a | 0.54 a | 0.52 a | |

Çizelgede aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında farklılık yoktur.

Berizi *et al*. (2018) gökkuşağı alabalıklarını farklı konsantrasyonlarda nar kabuğu ekstraktı içeren kitosan çözeltilerine daldırarak kaplamışlar ve balıkları derin dondurucuda altı ay depolamışlardır. Balıkların TBARS değerleri arasında ilk üç ay farklılık görülmezken ($p>0.05$), üç aydan sonra nar kabuğu ekstraktı uygulanmış örneklerin TBARS değerlerinin kontrol örnekten daha düşük olduğu ($p<0.05$) belirtilmiştir. Depolamanın sonunda en yüksek TBARS değerinin kontrol örnekte, en düşük TBARS değerinin ise %4 nar kabuğu ekstraktı uygulanmış örnekte bulunduğu ($p<0.05$) bildirilmiştir. Lugasi *et al*. (2007) ticari bitki ekstraktıyla muamele ettikleri uskumru balığını iki farklı kontrol örneğiyle karşılaştırmışlardır. Herhangi bir işlem yapılmayan balık ile suda bekletilen balık örnekleri kontrol örnekler olarak alınmış ve tüm örnekler 12 ay boyunca derin dondurucuda depolanmıştır. Çalışmada TBARS değerlerinin, hiçbir örnekte sürekliliği olan bir eğiliminin olmadığı, çok düzensiz model dağılımlarının elde edildiği ve antioksidan muamelesinin net bir etkisinin görülmediği belirtilmiştir.

**Çizelge 4.17** 60 gün süre derin dondurucuda muhafaza edilen nar kabuğu ekstraktı uygulanmış Siraz balığı filetolarının toplam uçucu azot (mg azot/100 g) değerleri

| | **Depolama süresi (gün)** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **İşlemler** | **0** | **10** | **20** | **30** | **60** | Tüm zamanların ortalaması |
| **T1=0** | 6.34 h | 6.43 h | 7.31 g | 7.48 g | 7.79 g | 7.27 b |
| **T2=0.5** | 7.53 g | 7.66 g | 7.72 g | 9.17 f | 9.84 e | 7.41 b |
| **T3=1** | 9.81 e | 10.62 d | 10.83 cd | 10.91 cd | 11.30 bc | 10.72 a |
| **T4 =1.5** | 12.00 a | 12.22 a | 11.62 ab | 10.08 e | 9.78 e | 11.14 a |
| Tüm örnekelerin ortalaması | 0.4843 a | 0.5078 a | 0.5032 a | 0.5371 a | 0.5173 a | |

Çizelgede aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında farklılık yoktur.

Siraz balığı filetolarında 60 gün depolama süresince tespit edilen toplam uçucu azot miktarları Çizelge 4.17'de gösterilmiştir. Tüm analiz zamanlarında (0, 10, 20 30 ve 60.

gün) örnekler arasında önemli seviyede farklılıklar belirlenmiştir ($p<0.05$). 0. günde en düşük toplam uçucu azot değeri T1 kontrol örneğinde bulunurken ($p<0.05$), en yüksek değer T4 örneğinde belirlenmiştir ($p<0.05$). 60. günde ise en yüksek toplam uçucu azot değeri T3 örneğinde belirlenmiştir ($p<0.05$).

Zamana göre bakıldığında T1, T2 ve T3 örneklerinin toplam uçucu azot değerleri artış gösterirken ($p<0.05$), nar kabuğu konsantrasyonunun en yüksek düzeyde kullanıldığı T4 örneğinde ise 30. ve 60. günlerde azalma söz konusudur ($p<0.05$). Kaplamaların, depolama sırasında toplam uçucu azot değerlerini baskıladığı düşünülmektedir.

Çalışmamızdaki Siraz balığı filetolarının serbest yağ asidi değerleri Çizelge 4.18'de verilmiştir. Tüm analiz zamanlarında örnekler arasında önemli seviyede farklılıklar olduğu bulunmuştur ($p<0.05$). T1 kontrol örneğinin ve T2 örneğinin % serbest yağ asidi değeri zamanla artmıştır ($p<0.05$). T3 örneğinde 10. günde yükselme görülmüştür ($p<0.05$). Aynı örnekte 20 ve 30. günler de 10. günle benzer bulunmuş ($p>0.05$), ancak 60. günde serbest yağ asidi değeri azalmıştır ($p<0.05$). T4 örneğinde ise 20. günden sonra % serbest yağ asidi miktarı azalmıştır. Lipolitik enzimlerin aktivitesinin inhibisyonundan ve nar kabuğu ekstraktındaki aktif bileşiklerin varlığından dolayı serbest yağ asidi oranı azalmış olabilir.

Gliseridler, glikolipidler ve fosfolipitler lipazlar tarafından serbest yağ asitlerine hidrolize edilirler. Bunlar da ileri oksidasyonda aldehitler ve ketonlar gibi düşük moleküler ağırlıklı bileşiklere dönüşür. Bu bileşikler balığın kötü tat ve kokusundan sorumludur. Lipit hidrolizi, lipid oksidasyonunu kolaylaştırır, çünkü oluşan yağ asitleri oksidasyon reaksiyonunun substratları olabilir (Gokoglu *et al*. 2012).

Lugasi *et al*. (2007) uskumru balığını ticari bitki ekstraktına daldırmışlardır. Hiçbir işlem yapılmayan balığı ve aynı koşullarda suya daldırılan balığı kontrol örnek olarak belirlemişler ve örnekleri 12 ay derin dondurucuda depolamışlardır. Dondurularak depolamanın bir sonucu olarak tüm işlemlerde serbest yağ içeriğinde kademeli bir artışın gözlendiğini belirtmişlerdir.

**Çizelge 4.18** 60 gün süre derin dondurucuda muhafaza edilen nar kabuğu ekstraktı uygulanmış Siraz balığı filetolarının serbest yağ asidi (%) değerleri

| | Depolama süresi (gün) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **İşlemler** | **0** | **10** | **20** | **30** | **60** | Tüm zamanların ortalaması |
| **T1=0** | 0.58 ef | 0.54 f | 0.54 f | 0.57 ef | 0.65 d | 0.58 c |
| **T2=0.5** | 0.50 g | 0.61 de | 0.54 f | 0.78 b | 0.77 b | 0.64 b |
| **T3=1** | 0.64 d | 0.77 b | 0.76 b | 0.75 bc | 0.60 de | 0.70 a |
| **T4 =1.5** | 0.84 a | 0.80 ab | 0.71 c | 0.52 fg | 0.52 g | 0.68 ab |
| Tüm örneklerin ortalaması | 0.64 b | 0.68 a | 0.64 b | 0.66 ab | 0.63 b | |

Çizelgede aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında farklılık yoktur.

## 4.7 Bizir Balığı Filetolarında Kimyasal Bozulma Ölçümleri

Bu bölümde Bizir balıklarının TBARS (mg malonaldehit/kg), toplam uçucu azot (mg azot/100 g) ve serbest yağ asidi (%) değerleri verilmiştir. Bizir balığı filetolarında 60 günlük depolama süresi boyunca ölçülen TBARS değerleri Çizelge 4.19'da sunulmuştur. 0. günde örneklerin TBARS değerleri arasında önemli seviyede farklılıklar mevcuttrur ($p<0.05$). T1 kontrol örneğinin TBARS değerinin depolama süresince yükseldiği görülmüştür ($p<0.05$). T2 örneğinin TBARS değeri 10. güne kadar sabit kalmış ve 20. günde artış göstermiş, ardından diğer günlerde önemli seviyede değişim göstermemiştir ($p<0.05$). T3 örneğini oluşturan Bizir balığı filetolarında TBARS değerleri açısından önemli seviyede bir değişim görülmemiştir ($p>0.05$). T4 örneğinin değerleri ise 20. günde artmış ($p<0.05$), daha sonraki günlerde ise stabil devam etmiştir ($p>0.05$).

Genel olarak bakıldığında TBARS değerleri düşük kabul edilebilir. Örneklerin derin dondurucuda depolaması ve ortamın düşük sıcaklığından dolayı oksidasyonun az seviyede gerçekleştiği şeklinde düşünülebilir. Nar ekstraktında bulunan flavonoidler gibi

fenolik bileşiklerin yağların oksidasyonunu geciktirmede etkili olduğu da hesaba katılmalıdır.

**Çizelge 4.19** 60 gün süre derin dondurucuda muhafaza edilen nar kabuğu ekstraktı uygulanmış Bizir balığı filetolarının TBARS (mg malonaldehit/kg) değerleri

| | **Depolama süresi (gün)** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **İşlemler** | **0** | **10** | **20** | **30** | **60** | Tüm zamanların ortalaması |
| **T1=0** | 0.31 c | 0.36 bc | 0.41 ab | 0.44 a | 0.42 a | 0.39 a |
| **T2=0.5** | 0.38 bc | 0.37 bc | 0.44 a | 0.43 a | 0.43 a | 0.41 a |
| **T3=1** | 0.41 ab | 0.41 a | 0.42 a | 0.42 a | 0.42 a | 0.41 a |
| **T4 =1.5** | 0.37 | 0.39 b | 0.41 a | 0.41 a | 0.40 ab | 0.40 a |
| Tüm örneklerin ortalaması | 0.37 b | 0.38 b | 0.42 a | 0.43 a | 0.42 a | |

Çizelgede aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında farklılık yoktur.

Farklı konsantrasyonlarda nar ekstraktlarında bekletilen Bizir balıklarının 60 günlük depolama süresince elde edilen toplam uçucu azot değerleri Tablo 4.20'de verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, farklı konsantrasyonlardaki nar kabuğu ekstraktlarının toplam uçucu azot miktarları üzerinde önemli seviyede etkili olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Depolama süresince tüm ölçüm zamanlarında elde edilen değerlerin ortalamaları karşılaştırıldığında T3 örneğinin (7.249 mg azot/100 g) diğer örneklerin değerlerine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

T1 kontrol örneği incelendiğinde 10. güne kadar değerlerde önemli seviyede bir değişim görülmemiş ($p>0.05$), 20. günden depolama sonuna kadar ise değerler önemli seviyede artmıştır. T2 örneği 1. güne kadar değişim göstermemiş ($p>0.05$), 20. günde azalmış ($p<0.05$), 30. günde ise artarak depolama sonuna kadar sabit devam etmiştir ($p>0.05$). T3 örneğinin değeri 10. günde azalmış ($p<0.05$), daha sonraki günler 0. gündekine benzer

şekilde devam etmiştir ($p>0.05$). T4 örneği ise 10. günde önemli seviyede azalmış ($p<0.05$), 30 ve 60. günlerde ise başlangıçtaki değere benzer değerler elde edilmiştir ($p>0.05$).

Depolama süresinin artmasıyla toplam uçucu azot değerindeki artışın nedeni, bozulmaya neden olan mikroorganizma sayısındaki artışa ve enzimatik degradasyonlara bağlıdır. Toplam uçucu azot değerinin artması özellikle oluşan amonyak, trimetilamin ve dimetilaminden kaynaklanır (Miao *et al*. 2015).

**Çizelge 4.20** 60 gün süre derin dondurucuda muhafaza edilen nar kabuğu ekstraktı uygulanmış Bizir balığı filetolarının toplam uçucu azot (mg azot/100 g) değerleri

| | **Depolama süresi (gün)** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **İşlemler** | **0** | **10** | **20** | **30** | **60** | Tüm zamanların ortalaması |
| **T1=0** | 4.69 f | 4.45 f | 5.52 de | 6.78 b | 7.24 a | 5.74 a |
| **T2=0.5** | 5.90 cd | 5.92 cd | 5.20 e | 5.95 cd | 6.10 c | 5.82 a |
| **T3=1** | 7.38 a | 6.90 b | 7.18 ab | 7.25 a | 7.53 a | 7.25 a |
| **T4 =1.5** | 5.78 cd | 5.151 e | 5.23 e | 6.04 c | 6.07 c | 5.66 a |
| Tüm örneklerin ortalaması | 5.94 b | 5.61 b | 5.78 b | 6.51 a | 6.736 a | |

Çizelgede aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında farklılık yoktur.

Bizir balığı filetolarının 60 günlük depolama süresi boyunca elde edilen serbest yağ asidi (%) değerleri Çizelge 4.21'de verilmiştir. Örnekler arasında ve depolama süresi boyunca değerler arasında önemli seviyde farklar olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Tüm ölçüm zamanlarının ortalamaları birbirleriyle karşılaştırıldığında T1 ve T2 örneklerinin % serbest yağ asidi değerlerinin (0.7234 ve 0.7283) diğer T3 ve T4 örneklerinin değerlerinden (0.6154 ve 0.5426) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

T1 ve T2 örneklerinin değerleri zamana göre incelendiğinde 20. günde değerlerde bir artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). T3 ve T4 örneklerinin başlangıç ve depolama süresi sonundaki değerleri incelendiğinde serbest yağ asidi yüzdesinde azalmanın olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

**Çizelge 4.21** 60 gün süre derin dondurucuda muhafaza edilen nar kabuğu ekstraktı uygulanmış Bizir balığı filetolarının serbest yağ asidi (%) değerleri

| | **Depolama süresi (gün)** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **İşlemler** | **0** | **10** | **20** | **30** | **60** | Tüm zamanların ortalaması |
| **T1=0** | 0.6155 e | 0.6713 cd | 0.7593 ab | 0.7640 a | 0.8070 a | 0.7234 a |
| **T2=0.5** | 0.6777 cd | 0.6967 c | 0.7647 ab | 0.7213 bc | 0.7810 a | 0.7283 a |
| **T3=1** | 0.6683 cd | 0.6293 de | 0.5850 ef | 0.5943 ef | 0.6000 e | 0.6154 b |
| **T4 =1.5** | 0.6213 de | 0.5477 fg | 0.5627 ef | 0.4893 g | 0.4920 g | 0.5426 c |
| Tüm örneklerin ortalaması | 0.6155 c | 0.6713 b | 0.7593 a | 0.7640 a | 0.8070 a | |

Çizelgede aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında farklılık yoktur.

Gokoglu *et al*. (2012) domates ve sarımsak ekstraktı ilave ettikleri ve derin dondurucuda depoladıkları balık kroketlerinin serbest yağ asidi değerleri arasında farklılık olmadığını bulmuşlardır.

## 4.8 Siraz Balıklarının Mikrobiyolojik Analizleri

Siraz balığı filetolarının depolama süresince tespit edilen termofilik bakteri sayıları Çizelge 4.22'de verilmiştir. Örneklerin termofilik bakteri sayıları arasında önemli seviyede farklılıklar olduğu bulunmuştur ($p<0.05$). T1 kontrol örneğinin değerleri incelendiğinde, başlangıç ve 10. gün değerleri arasında önemli seviyede fark bulunmadığı ($p>0.05$), 20. Günden itibaren değerlerin arttığı ve depolamanın sonunda en yüksek

değere ulaştığı ($p<0.05$) belirlenmiştir. T2 örneğinde ise 10. günde önemli seviyede bir artış olmuş ve 60. günde de diğer günlere nazaran en yüksek seviyeye ulaşmıştır ($p<0.05$). T3 ve T4 örneklerinde 20. günde önemli seviyede bir artış meydana gelmiş ve depolamanın son günü 60. günde diğer günlere göre daha yüksek bir seviyeye ulaşmıştır ($p<0.05$).

**Çizelge 4.22** 60 gün süre derin dondurucuda muhafaza edilen nar kabuğu ekstraktı uygulanmış Siraz balığı filetolarındaki termofilik bakteri sayısı (KOB/g balık eti)

| | **Depolama süresi (gün)** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **İşlemler** | **0** | **10** | **20** | **30** | **60** | Tüm zamanların ortalaması |
| **T1=0** | 79.49 c | 79.09 c | 91.35 b | 94.61 b | 99.94 a | 88.90 a |
| **T2=0.5** | 64.78 ef | 71.28 d | 70.83 d | 73.63 d | 82.87 c | 72.68 b |
| **T3=1** | 59.77 g | 61.94 g | 63.11 F | 62.76 fg | 66.09 e | 62.74 c |
| **T4 =1.5** | 79.49 c | 79.09 c | 91.35 b | 94.62 b | 99.94 a | 88.90 a |
| Tüm örneklerin ortalaması | 70.88 c | 72.85 c | 79.16 b | 81.41 b | 87.21 a | |

Çizelgede aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında farklılık yoktur.

Rincón *et al*. (2019) defne yaprağının uçucu yağ ekstraktının içerdiği etkili fenolik bileşikler nedeniyle termofilik bakterilere karşı yüksek aktiviteye sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Siraz balığı filetolarında 60 günlük depolama süresi boyunca belirlenen psikrofilik (soğuk seven) bakteri sayıları Çizelge 4.23'te sunulmuştur. Psikrofilik bakteriler, buzdolabı sıcaklığında (4±2°C) başta et olmak üzere çeşitli gıdaların bozulmasına neden olan en yaygın mikroorganizmalar arasındadır. 60 günlük depolama süresi boyunca farklı günlerde belirlenen değerlerin ortalamaları alındığında örnekler arasında önemli seviyede farklılıklar olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Elde edilen sonuçlar incelendiğinde nar kabuğu ekstraktı konsantrasyonunun artmasıyla psikrofilik bakteri sayısında bir azalma

olduğu görülmüştür ($p<0.05$). T1 örneğinin ortalama değeri 103.13 iken, T2, T3 ve T4 örneklerinin değerlerinin sırasıyla 80.33, 53.63 ve 46.44 olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.23** 60 gün süre derin dondurucuda muhafaza edilen nar kabuğu ekstraktı uygulanmış Siraz balığı filetolarındaki psikrofilik bakteri sayısı (KOB/g balık eti)

| | **Depolama süresi (gün)** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **İşlemler** | **0** | **10** | **20** | **30** | **60** | Tüm zamanların ortalaması |
| **T1=0** | 85.95 e | 96.36 cd | 98.78 c | 110.63 b | 123.94 a | 103.13 a |
| **T2=0.5** | 68.11 g | 76.39 f | 74.22 f | 88.40 e | 94.54 d | 80.33 b |
| **T3=1** | 56.50 h | 51.44 j | 54.52 hi | 53.23 hij | 52.47 ij | 53.63 c |
| **T4 =1.5** | 52.17 ij | 50.16 j | 41.97 k | 44.97 k | 42.95 k | 46.44 d |
| Tüm örneklerin ortalaması | 65.68 d | 68.59 c | 67.37 cd | 74.31 b | 78.48 a | |

Çizelgede aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında farklılık yoktur.

Örneklerin zamana göre psikrofilik bakteri sayıları incelendiğinde T1 kontrol örneğinin ve T2 örneğinin değerlerinin 10. günden itibaren arttığı ve depolma süresi boyunca önemli seviyede yükseldiği belirlenmiştir ($p<0.05$). T3 ve T4 örneklerinin depolama başındaki ve sonundaki değerleri karşılaştırıldığında ise depolamanın sonunda psikrofilik bakteri sayısında önemli seviyede azalma olduğu ($p<0.05$) bulunmuştur.

Sonuçlar değerlendirildiğinde nar kabuğu ekstraktının psikrofilik bakteri gelişimini baskıladığı belirtilebilir. Nar kabuklarında bulunan aktif bileşiklerin mikroorganizmaların gelişmesinin engellenmesinde etkili olduğu düşünülmektedir.

Siraz balığı filetolarında 60 günlük depolama süresi boyunca belirlenen *E. coli* bakteri sayıları Çizelge 4.24'te verilmiştir. Depolama süresi boyunca tüm ölçüm zamanlarında elde edilen verilerin ortalamaları karşılaştırıldığında nar kabuğu ekstraktı konsantrasyonunun artmasıyla *E. coli* bakteri sayısında önemli seviyede azalma tespit

edilmiştir ($p<0.05$). T1 kontrol örneğinin değeri 41.67 iken, T2, T3 ve T4 örneklerinin değerleri sırasıyla 38.27, 33.68 ve 23.70 olarak belirlenmiştir.

Örnekler zamana göre incelendiğinde T1 kontrol örneğinin E. coli bakteri sayısında 30. güne kadar önemli seviye bir değişiklik gözlemlenmezken ($p>0.05$), 60.günde sayı artmıştır ($p<0.05$). T2 örneğinin depolama süresince *E. coli* sayısında önemli seviyede değişim görülmemiştir ($p>0.05$). T3 örneği de kontrol örneğe benzer şekilde 30. güne kadar benzer ortalama değerle seyretmiş ($p>0.05$), 60. günde ise örnekteki *E. coli* sayısı artmıştır ($p<0.05$). T4 örneğinin depolama başındaki ve sonundaki değerleri karşılaştırıldığında, depolama sonundaki *E. coli* sayısının başlangıçtan daha düşük olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

**Çizelge 4.24** 60 gün süre derin dondurucuda muhafaza edilen nar kabuğu ekstraktı uygulanmış Siraz balığı filetolarındaki E. coli sayısı (KOB/g balık eti)

| | **Depolama süresi (gün)** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **İşlemler** | **0** | **10** | **20** | **30** | **60** | Tüm zamanların ortalaması |
| **T1=0** | 39.27 bc | 40.24 bc | 41.35 b | 40.61 b | 46.87 a | 41.67 a |
| **T2=0.5** | 37.45 cd | 39.91 bc | 37.59 cd | 37.77 cd | 38.62 bc | 38.27 b |
| **T3=1** | 33.04 e | 31.82 e | 32.11 e | 34.33 de | 37.08 cd | 33.68 c |
| **T4 =1.5** | 26.15 f | 27.12 f | 24.47 fg | 21.57 gh | 19.19 h | 23.70 d |
| Tüm örneklerin ortalaması | 33.98 b | 34.77 ab | 33.88 b | 33.57 b | 35.44 a | |

Çizelgede aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında farklılık yoktur.

Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde nar kabuğu ekstraktının antimikrobiyal etkisi olduğu ve ürünü mikrobiyal bozulmalara karşı koruduğu sonucuna varılabilir.

Sırıken *et al*. (2018) defne yaprağı esansiyel yağının bileşiminde bulunan α-terpinil asetat, linalool, metil öjenol bileşiklerinin gram pozitif ve gram negatif bakterilere karşı yüksek

inhibitör etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir. İnhibisyon mekanizması bakterilerin membran geçirgenliğini bozarak, proteinleri denatürasyona uğratarak ve enzim aktivitesinin inhibisyonu şeklinde meydana gelir.

## 4.9 Bizir Balıklarının Mikrobiyolojik Analizleri

Bizir balığı filetolarında 60 günlük depolama süresince tespit edilen termofilik bakteri sayısı Çizelge 4.25'te verilmiştir. Depolama süresi boyunca örneklerin 0, 10, 20, 30 ve 60. günlerde belirlenen değerlerinin ortalamaları karşılaştırıldığında nar kabuğu ekstraktı konsantrasyonunun artmasıyla termofilik bakteri sayısında önemli seviyede azalma olduğu görülmüştür ($p<0.05$). T1 kontrol örneğinin değeri 106.06 olarak bulunurken, T2, T3 ve T4 örneklerinin değerleri sırasıyla 97.78, 87.97 ve 68.69 olarak belirlenmiştir.

**Çizelge 4.25** 60 gün süre derin dondurucuda muhafaza edilen nar kabuğu ekstraktı uygulanmış Bizir balığı filetolarındaki termofilik bakteri sayısı (KOB/g balık eti)

| | **Depolama süresi (gün)** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **İşlemler** | **0** | **10** | **20** | **30** | **60** | Tüm zamanların ortalaması |
| T1=0 | 96.67 e | 98.48 e | 103.76 d | 111.29 c | 120.08 a | 106.06 a |
| T2=0.5 | 64.12 | 97.88 e | 103.77 d | 106.93 d | 116.18 b | 97.78 b |
| T3=1 | 83.06 h | 91.89 f | 89.85 fg | 86.60 gh | 88.48 fg | 87.97 c |
| T4 =1.5 | 76.12 i | 70.55 j | 67.82 jk | 64.09 k | 64.88 k | 68.69 d |
| Tüm örneklerin ortalaması | 79.99 c | 89.70 b | 91.29 b | 92.23 b | 97.40 a | |

Çizelgede aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında farklılık yoktur.

Örneklerin değerleri depolama süresi boyunca incelendiğinde T1 kontrol örneğinin termofilik bakteri sayısının 20. günden sonra önemli seviyede arttığı belirlenmiştir ($p<0.05$). T2 örneğinde de depolama süresi boyunca önemli seviyede yükselme tespit

edilmiştir ($p<0.05$). T3 örneğinin değeri 10. günde artsa da ($p<0.05$), diğer günlerde benzer seviyede değerler elde edilmiştir ($p>0.05$). T4 örneğinin termofilik bakteri sayısı ise 10. günde azalma göstermiştir ($p<0.05$). T4 örneğinde 10. ve 20. gün değerleri birbiriyle benzer bulunmuş, 20, 30 ve 60 gün değerleri de birbirleriyle benzer olarak belirlenmiştir ($p>0.05$). T4 örneğinde 0. günden sonra belirlenen tüm değerlerin 0. gün değerinden daha düşük olduğu görülmüştür ($p<0.05$).

Bir başka çalışmada, Taqi *et al*. (2013) manyok (tapyoka) nişastası ve pektin filmlerine Nigellasativa yağı ve defne yaprağı esansiyel yağı eklenmesinin mikroorganizmalara, özellikle stafilokok bakterilerine karşı inhibitör etki sağladığını bulmuşlardır. Azimzadeh and Jahadi (2018) kaju meyvesinin korunmasında kullanılan kitosan zarlarına defne yaprağından elde edilen sulu ekstrakt eklemişler ve elde ettikleri sonuçlarda kontrol örneğinde 7.30 logKOB/g olan bakteri, maya ve küf sayısının 5.77 logKOB/g' düştüğünü belirtmişlerdir.

Bizir balığı filetolarında depolama süresi boyunca belirlenen psikrofilik bakteri sayısı Çizelge 4.26'da gösterilmiştir. Depolama süresi boyunca tüm ölçüm zamanlarında Bizir balığı filetolarından elde edilen verilerin ortalamaları karşılaştırıldığında nar kabuğu ekstraktı konsantrasyonunun artmasıyla psikrofilik bakteri sayısının önemli seviyede azaldığı bulunmuştur ($p<0.05$). Tüm ölçüm zamanlarının ortalama değerleri karşılaştırıldığında, T1 kontrol örneğinin değeri 74.07 iken, T2, T3 ve T4 örneklerinin değerleri sırasıyla 64.77, 42.74 ve 37.66 olarak belirlenmiştir.

Vilela *et al*. (2016) 2.8°C sıcaklıkta 14 günlük soğuk depolama süresi boyunca defne yaprağı esansiyel yağının biberiye esansiyel yağından daha yüksek mikrobiyal inhibisyon aktivitesine sahip olduğunu belirtmişlerdir. Karimnezhad *et al*. (2017) kitosana *Trachyspermum ammi* esansiyel yağının eklenmesinin tavuk etlerinde psikrofilik mikroorganizmaları azalttığını belirtmişlerdir.

Nar kabuğu sulu ekstraktında bekletilmiş ve derin dondurucuda 60 gün muhafaza edilmiş Bizir balığı filetolarındaki *E. coli* bakteri sayıları Tablo Çizelge 4.27'de verilmiştir. Elde

edilen sonuçlara göre tüm ölçüm zamanlarında nar kabuğu ekstraktının konsantrasyonunun artmasıyla E. coli bakteri sayısının azaldığı belirlenmiştir ($p<0.05$).

**Çizelge 4.26** 60 gün süre derin dondurucuda muhafaza edilen nar kabuğu ekstraktı uygulanmış Bizir balığı filetolarındaki psikrofilik bakteri sayısı (KOB/g balık eti)

| | **Depolama süresi (gün)** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **İşlemler** | **0** | **10** | **20** | **30** | **60** | Tüm zamanların ortalaması |
| **T1=0** | 77.28 a | 76.28 a | 72.61 bc | 70.63 c | 73.55 b | 74.07 a |
| **T2=0.5** | 73.69 b | 66.32 d | 64.22 d | 58.40 e | 61.21 e | 64.77 b |
| **T3=1** | 46.11 f | 42.48 g | 43.40 g | 40.89 g | 40.80 g | 42.74 c |
| **T4 =1.5** | 42.84 g | 40.82 g | 36.61 h | 34.95 hi | 33.08 i | 37.66 d |
| Tüm örneklerin ortalaması | 59.98 a | 56.47 b | 54.21 bc | 51.22 d | 52.16 cd | |

Çizelgede aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında farklılık yoktur.

**Çizelge 4.27** 60 gün süre derin dondurucuda muhafaza edilen nar kabuğu ekstraktı uygulanmış Bizir balığı filetolarındaki *E. coli* sayısı (KOB/g balık eti)

| | **Depolama süresi (gün)** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **İşlemler** | **0** | **10** | **20** | **30** | **60** | Tüm zamanların ortalaması |
| **T1=0** | 31.39 b | 32.02 b | 33.39 b | 36.03 a | 36.93 a | 33.96 a |
| **T2=0.5** | 31.39 b | 31.00 b | 27.84 cd | 30.98 bc | 28.76 cd | 29.99 b |
| **T3=1** | 26.69 d | 21.86 e | 21.19 e | 22.76 e | 26.83 d | 23.87 c |
| **T4 =1.5** | 17.51 f | 18.82 f | 19.84 ef | 19.73 ef | 18.54 f | 18.89 d |
| Tüm örneklerin ortalaması | 26.75 ab | 25.93 b | 25.57 b | 27.37 a | 27.77 a | |

Çizelgede aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında farklılık yoktur.

Örnekler depolama süresi boyunca değerlendirildiğinde, T1, T2 ve T3 örneklerinin *E. coli* bakterisi sayılarında depolama boyunca önemli seviyede farklılıklar meydana geldiği ($p<0.05$), T4 örneğinde ise önemli seviyede değişim oluşmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$).

Abbas and Abdul-Rahman (2020) kitosan membranları ile kaplanmış ve nar yaprağı ekstraktları ile güçlendirilmiş tavuk etlerinin kolon bakteri sayısının 5.5 log KOB/g'a ulaştığını bulmuşlardır. Fidan *et al*. (2019) içeriğinde sineol ve α-terpinil bileşiklerinin bulunduğu defne yaprağı uçucu yağının patojenik ve bozulmaya neden olan bakteri ve mantarlara karşı inhibitör aktivite gösterdiğini belirtmişlerdir.

# 5. SONUÇ

Tüketiciler doğal koruyucuları tercih etmekte ve sentetik koruyucuların güvenliğiyle ilgili endişeler duymaktadır. Bu durum gıda endüstrisini doğal koruyucular aramaya yöneltmiş ve bitkisel ekstraktlar ve ajanlar farklı kaynaklardan elde edilen kimyasal antimikrobiyal bileşiklerin yerini almıştır. Bitki kaynaklı katkı maddeleri aynı zamanda oksidasyonu azaltma yeteneklerinden dolayı doğal antioksidanlar olarak pek çok çalışmada kullanılmıştır. Bu çalışmada kullanılan nar kabuğu ekstraktı da Siraz ve Bizir balığı filetolarının kalitesi ve raf ömrü üzerinde etkili sonuçlar göstermiştir.

Nar kabuğu ektraktının pişirme kaybını azalttığı ve aynı zamanda kontrol örnekle karşılaştırıldığında su tutma kapasitesini iyileştirdiği görülmüştür. Nar kabuğunun sulu ekstrakının yağ oksidasyonunun engellenmesinde ve dolayısıyla da TBARS değerinin baskılanmasında doğal bir antioksidan olarak etkili olduğu düşünülmektedir. Derin dondurucuda 60 gün süre ile depolanan Siraz ve Bizir balığı filetolarına % 1 ve 1.5 konsantrasyonda nar kabuğu sulu ekstraktının eklenmesi etlerin bozulmasına neden olan termofilik bakterilerin ve psikrofilik bakterilerin sayısının azalmasına neden olmuştur. Ayrıca *E.coli* bakterisi sayılarında da düşme görülmüştür. Derin dondurucuda 60 gün süre ile depolanan Siraz ve Bizir balığı filetolarına % 0.5, 1 ve 1.5 konsantrasyonlarında nar kabuğu sulu ekstraktının eklenmesinin balık filetolarının depolama ömrünün uzamasında etkili olduğu belirtilebilir.

Bu tez çalışmasında elde edilen sonuçlara göre şu yorumlarda bulunabilir: Et üretiminde kullanılan sanayi tipi koruyucu maddeler yerine alternatif olarak nar kabuğu ekstraktı koruyucu madde olarak kullanılabilir. Böylece etin kalitesi korunarak depolama ömrü uzatılabilir. Nar kabuğu ekstraktı kuzu, keçi ve tavuk etleri gibi başka etlerde de antioksidan amaçlı ve depolama süresini uzatmak için kullanılabilir. Ayrıca, ileriki çalışmalarda farklı bitki ekstrakları ve nar kabuğu ekstraktı kullanılarak karşılaştırmalı çalışmalar yapılıp antioksidan ve antimikrobiyal açıdan bitkisel kaynaklar arasında bir kıyaslama yapılabilir.

## KAYNAKLAR


Abbas, A. F. D. and Abdul-Rahman, S. M. 2020. Antimicrobial activity of edible film from chitosan isolate incorported with pomegranate peel extract and its use in chicken breasts coating. Plant Archives, 20(1): 1127-1132.

Abbas, R. J., Al-Salhie, K. C. K. and Al-Hummod, S. K. 2017. The effect of using different levels of pomegranate (*Punica granatum*) peel powder on productive and physiological performance of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). Livestock Research for Rural Development, 29(12): 1-7.

Adeniyi, O. D. and Bawa, A. A. 2006. Muckerel (*Scomber Scrombrus*) oil extraction and evaluation as raw materials for industrial utilization. Leonardo Journal of Sciences, 8: 33-42.

Ahmadi Gavlighi, H., Tabarsa, M., You, S., Surayot, U. and Ghaderi-Ghahfarokhi, M. 2018. Extraction, characterization and immunomodulatory property of pectic polysaccharide from pomegranate peels: enzymatic vs. conventional approach. International Journal of Biological Macromolecules, 116: 698–706.

Albrecht, M. 2004. Pomegranate extracts potently suppress proliferation, xenograft growth, and invasion of human prostate cancer cells. Journal of Medicinal Food, 7:274-283.

Ali, M. D. M. Ali and Zaki L. M. 1986. The general condition and calorific value of fresh aterfish Aspisus Vorax (Heckel) 1843. and Barbu Lutets (Heckel.1843) in AL. thur Resevior. JBSR Vol.17(2):223-230.

Ali, T., Nafees, M., Maqsood, A., Naqvi, S. A., Shahzad, U., Haider, M. S. and Chen, J. T. 2020. Contribution of root anatomical characteristics in fruit profile of pomegranate genotypes to expand production area in Pakistan. Agronomy, 10(6): 810.

Al-Qazzaz, M. F. 2014. The effect of using pomegranate peel extract on the quality and chemical characteristics for minced frozen spent chicken meat. Diyala Journal of Agricultural Sciences, 6(1): 1-10.

Al-Sheddy, I. , Al-Dagal, M., and Barazaa, W. A . 1999. Microbial and sensory quality of fresh camel meal treated with organic acid salts and or *Bifido* bacteria. Journal of Food Science, 64: 336-39.

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Association of Analytical Chemists Inc., 684 p., Arlington, VA.

Atlas, R. M. 1995. Laboratory Manual of Experimental Microbiology. Mosby-Yearbook Inc., 565 p., Missouri, USA.

Azimzadeh, B. and Jahadi, M. 2018. Effect of chitosan edible coating with *Laurus nobilis* extract on shelf life of cashew. Food Science & Nutrition, 6:871–877.

Barchiesi, F., Silvestri, C., Arzeni, D., Ganzetti, G., Castelletti, S., Simonetti, O. and Abruzzetti, A. 2009. In vitro susceptibility of dermatophytes to conventional and alternative antifungal agents. Medical Mycology, 47(3): 321-326.

Basiri, S., Shekarforoush, S. S., Aminlari, M. and Akbari, S. 2015. The effect of pomegranate peel extract (PPE) on the polyphenol oxidase (PPO) and quality of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) during refrigerated storage. LWT-Food Science and Technology, 60(2): 1025-1033.

Bender, D. A. 2003. Nutritional biochemistry of the vitamins, second edition. Cambridge University Press, 514 p., New York.

Berizi, E., Hosseinzadeh, S., Shekarforoush, S. S. and Barbieri, G. 2018. Microbial, chemical, textural and sensory properties of coated rainbow trout by chitosan combined with pomegranate peel extract during frozen storage. International Journal of Biological Macromolecules, 106: 1004-1013.

Bhandary, S. K., Bhat, V. S., Sharmila, K. P. and Bekal, M. P. 2012. Preliminary phytochemical screening of various extracts of Punica granatum peel, whole fruit and seeds. Journal of Health and Allied Sciences NU, 2(4): 34-38.

Chaturveduta, V. S.P. and Prakash, I. 2011. Bioactive chemical constitueents from pomegranate (*Punica granatum*). Juice seed and pell-A review. International Journal of Research in Chemistry and Environment, 1: 1-18.

Choe, J. H., Jang, A., Lee .E., Choi, J.H., Choi , S., Han, D.J. and et al. 2011. Oxidative and color stability of cooked ground pork containing lotus leaf (*Nelumbo nucifera*) and barley leaf (*Hordeum vulgare*) powder during refrigerated storage. Meat Science, 87: 12–18.

Cousin, M.A. , Jay, J.M. and Vasavada, P.C. 1992. Psychrotophic microorganisms, In Compendium of Methods for The Microbiological Examination of Foods (3rd).

Vanderzand C. and Splittstoesser D.F. (eds), American Public Health Association, pp.153-168, Washington DC.

Dafny-Yalin, M., Glazer, I., Bar-Ilan, I., Kerem, Z., Holland, D. and Amir, R. 2010. Color, sugars and organic acids composition in aril juices and peel homogenates prepared from different pomegranate accessions. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 58: 4342–4352.

Demeyer, D. 2004. Meat fermentation: Principles and applications, In: Handbook of Food and Beverage Fermentation Technology. Hui, Y. H., Meunier-Goddik, L., Hansen, A. S., Josephsen, J., Nip, W. K., Stanfield, P. S. and Toldrá, F. (eds), Marcel Dekker Inc., pp. 353–368, New York.

Desai P. B., Manjunath S., Kadi S., Chetana K. and Vanishree J. 2010. Oxidative stress and enzymatic antioxidant status in rheumatoid arthritis: a case control study. European Review for Medical and Pharmacological Sciences, 14: 959-967.

Dolatowski, J. Z . and Stasiak , D. M. 1998. The effect of low frequency and intensity ultrasound on pre-rigor meat on structure and functional parameters of freezing and thawed beef semimembranosus muscle. 44th International Congress of Meat Science and Technology, Barcelona, Spain.

Egan, H., Kirk, R. S. and Sawyer, R. 1981. Pearson's chemical analysis of foods, 8th edition. Churchill Livingstone, 591 p., Edinburg, UK.

El-Hamamsy, S. M. A., and El-khamissi, H. A. Z. 2020. Phytochemicals, antioxidant activity and identification of phenolic compounds by HPLC of pomegranate (*Punica granatum L.*) peel extracts. Journal of Agricultural Chemistry and Biotechnology, 11(4): 79-84.

El-Nashi, H. B., Fattah, A. F. A. K. A., Rahman, N. R. A. and Abd El-Razik, M. M. 2015. Quality characteristics of beef sausage containing pomegranate peels during refrigerated storage. Annals of Agricultural Sciences, 60(2): 403-412.

Esterbauer, H. 1993. Cytotoxicity and genotoxicity of lipid oxidation products. American Journal of Clinical Nutrition, 57: 779−785.

Evans, W.C. 2009. Trease and Evans' pharmacognosy. Elsevier Health Sciences, 616 p., New York, NY, USA.

Farnworth, E. R., 2003. Handbook of fermented functional foods. CRC Press, 408 p., Boca Raton, Florida.

Fellows, P. 1990. Food processing technology, principles and practice. CRC Press, 575 p., Boca Raton, Florida.

Fidan, H., Stefanova, G., Kostova, I, Stankov, S., Damyanova, S., Stoyanova, A. and Zheljazkov, V. D. 2019. Chemical composition and antimicrobial activity of *Laurus nobilis* L. essential oils from Bulgaria. Molecules, 24(4): 804.

Frutos, P., Hervás, G., Giráldez, F. J and Mantecón A. R. 2004. Review. Tannins and ruminant nutrition. Spanish Journal of Agricultural Research, 2(2): 191-202.

Gokoglu, N., Yerlikaya, P., Topuz, O. K. and Buyukbenli, H. A. 2012. Effects of plant extracts on lipid oxidation in fish croquette during frozen storage. Food Science and Biotechnology, 21(6): 1641-1645.

Hama, A. A., Zahir, H. G. and Mahmood, A. B. 2018. Effect of pomegranate peel extract on some physical, chemical traits and sensory evaluation of Karadi ram meat during refrigerate storage. Euphrates Journal of Agriculture Science, 10(3): 131-140.

Hansen, E., Juncher, D., Henckel, P., Karlsson, A., Bertelsen, G. and Skibsted, L. H. 2004. Oxidative stability of chilled pork chops following long term freeze storage. Meat Science, 68: 479−484.

Harborne, J. B. 1973. Photochemical methods: A guide to modern techniques of plant analysis. Champman and Hall, 279 p., London.

Hasnaoui, N., Wathelet, B. and Jiménez-Araujo, A. 2014. Valorization of pomegranate peel from 12 cultivars: dietary fiber composition, antioxidant capacity and functional properties. Food Chemistry, 160: 196–203.

Hoke, M. E. Jahncke, M. L., Silva, J. L., Hearnsberger, J. O., Chamul, R.S. and Suriyapan, O. 2000. Stability of washed frozen mince from channel catfish frames. Journal of Food Science, 65: 1083-1086.

Holland, D., Hatib, K., and Bar-Ya'akov, I. 2009. Pomegranate: botany, horticulture, breeding, In: Horticultural Reviews. Janick J. (ed.), John Wiley & Sons, pp.127–191, Hoboken, NJ.

Jayaprakash, A. and Sangeetha, R. 2015. Phytochemical screening of Punica granatum Linn. peel extracts. Journal of Academia and Industrial Research, 4(5): 160-162.

Jurenka, J. 2008.Therapeutic applications of pomegranate (*Punica granatum L*): A review. Alternative Medicine Review, 13(2):128-144.

Kanatt, S. R., Chander, R. and Sharma, A. 2010. Antioxidant and antimicrobial activity of pomegranate peel extract improves the shelf life of chicken products. International Journal of Food Science and Technology, 45(2): 216-222.

Karimnezhad, F., Razavilar, V., Anvar, A. A. and Eskandari, E. 2017. Study the antimicrobial effects of chitosan-based edible film containing the *Trachyspermum ammi* essential oil on shelf-life of chicken meat. Microbiology Research, 8(2): 7226

Karthikeyan, G. and Vidya, A. 2019. Phytochemical analysis, antioxidant and antibacterial activity of pomegranate peel. Research Journal of Life Sciences, Bioinformatics, Pharmaceutical and Chemical Sciences, 5(1): 218.

Karthikeyan, J., and Rani, P. 2003. Enzymatic and non-enzymatic antioxidants in selected Piper species. Indian Journal of Experimental Biology, 41(2): 135-140.

Krause, D. O., Smith, W. J. M., Brooker, J. D. and McSweeney, C. S. 2005. Tolerance mechanisms of streptococci to hydrolysable and condensed tannins. Animal Feed Science and Technology, 121: 59-75.

Kumar, S. and Pandey, A. K. 2013. Chemistry and biological activities of flavonoids: An overview. The Scientific World Journal, 162750.

Lago, J. H. G., Toledo-Arruda, A. C., Mernak, M., Barrosa, K. H., Martins, M. A., Tibério, I. F. L. C. and Prado, C. M. 2014. Structure-activity association of flavonoids in lung diseases. Molecules, 19(3): 3570-3595.

Lawrie, R. A., and Ledward, D. A. 2006. Lawrie's meat science, 7th edition. Woodhead Publishing Limited, 464 p., Cambridge, England.

Lugasi, A., Losada, V., Hóvári, J., Lebovics, V., Jakóczi, I. and Aubourg, S. 2007. Effect of pre-soaking whole pelagic fish in a plant extract on sensory and biochemical changes during subsequent frozen storage. LWT, 40: 930–936.

Marcos-Arias, C., Eraso, E., Madariaga, L. and Quindós, G. 2011. In vitro activities of natural products against oral Candida isolates from denture wearers. BMC Complementary and Alternative Medicine, 11: 119.

Masci, A., Coccia, A., Lendaro, E., Mosca, L., Paolicelli, P. and Cesa, S. 2016. Evaluation of different extraction methods from pomegranate whole fruit or peels and the antioxidant and antiproliferative activity of the polyphenolic fraction. Food Chemistry, 202: 59-69.

Mashkor, I. M. A. A. and Muhson, A. A. 2014. Total phenol, total flavonoids and antioxidant activity of pomegranate peel. International Journal of ChemTech Research, 6(11): 4656-4661.

Mawlood, M. H and Khidhirz, K. 2018. Microbiological assessment of chicken breast meat from unlicensed and licensed slaughterhouses during refrigeration and freezing storage. Basrah Journal of Veterinary Research, 17(3):1-15.

Simões, C. M. O., Schenkel, E. P., Gossmann, G., Mello, J. C. P. , Mentz, L.A., Petrovick, P. R. 2004. Farmacognosia: Da Planta ao Medicamento. UFRGS Editora, 1102 p., Porto Alegre, Brazil.

Meyer, A. S., Suhr, K. I., Nielsoen, P. and Holm, F. 2002. Natural food preservatives, In: Minimal Processing Technologies in the Food Industries. Ohlsson, T. and Bengtsson, N. (eds), Woodhead Publishing Limited and CRC Press, LLC, pp. 124-174, Cambridge, England.

Miao, J., Peng, W., Liu, G., Chen, Y., Chen, F. and Cao, Y. 2015. Biopreservative effect of the natural antimicrobial substance from *Lactobacillus paracasei* subsp. *tolerans* FX-6 on fresh pork during chilled storage. Food Control, 56: 53-56.

Miquel, J. 2002. Can antioxidant diet supplementation protect against age-related mitochondrial damage?. Annals of the New York Academy of Sciences, 959(1): 508-516.

Mir, M. M., Soft, A. A., Umar, I., Sheikh, M. A., Rehman, M. U. and Rather, G. H. 2010. Agronomic and fruit characteristics of pomegranate cultivars under temperate region. SAARC Journal of Agriculture, 8(1): 112-117.

Morsy, M. K., Mekawi, E. and Elsabagh, R. 2018. Impact of pomegranate peel nanoparticles on quality attributes of meatballs during refrigerated storage. LWT, 89: 489-495.

Newall, C. A., Anderson, L. A. and Phillipson, J. D. 1996. Herbal Medicines: A guide for healthcare professionals. Pharmaceutical Press, 296 p., London.

Orak, H. H., Yagar, H. and Isbilir, S. S. 2012. Comparison of antioxidant activities of juice, peel, and seed of pomegranate (*Punica granatum* L.) and inter-relationships with total phenolic, tannin, anthocyanin, and flavonoid contents. Food Science and Biotechnology, 21(2): 373-387.

Parreno M. 2013. Development and assessment of pomegranate (*Punica granatum* L.) derived food produts, rich in bioactive phytochemicals. Ph.D. thesis, CEBAS-CSIC, 199 p., Spain.

Potter, N. N. 1986. Food Science, 4th ed. AVI Publishing Company Inc., 735 p., Westpart, Connecticut, USA.

Price, J. F. and Schweigert, B. S. 1971. The science of meat and meat products. W.H. Freeman and Company, 660 p., San Francisco.

Purchas, R. W. and Barton , R. A. 1976. The tenderness of meat of several breeds of cattle raised under New Zealand pastoral conditions. Journal of Agricultural Research, 19: 421-428.

Ranjitha, J., Bhuvaneshwari, G. and Jagadeesh, S. L. 2018. Effect of different treatments on quality of nutri-enriched cookies fortified with pomegranate peel powder and defatted soybean flour. International Journal of Current Microbiology Applied Sciences, 7(2): 3680-3688.

Rhoades, D. F. and Cates 1976. Toward a general theory of plant antiherbivore chemistry, In: Biochemichal Interactions between Plants and Insects. Wallace, J. W. and Mansell, R. L. (eds), Springer, pp. 168-213, New York, NY.

Rincón, E., Serrano, L., Balu, A. M., Aguilar, J. J., Luque, R. and García, A. 2019. Effect of bay leaves essential oil concentration on the properties of biodegradable carboxymethyl cellulose-based edible films. Materials, 12: 2356.

Rolfes, S. R., Pinna K. and Whitney, E. 2009. Understanding normal and clinical nutrition, 8th edition, Wadsworth-Cengage Learning, 925 p., Belmont, CA, USA.

Rosas-Burgos, E. C., Burgos-Hernández, A., Noguera-Artiaga, L., Kačániová, M., Hernández-García, F., Cárdenas-López, J. L. and Carbonell-Barrachina, Á. A. 2017. Antimicrobial activity of pomegranate peel extracts as affected by cultivar. Journal of the Science of Food and Agriculture, 97(3): 802-810.

Rowayshed, G., Salama, A., Abul-Fadl, M., Akila-Hamza, S. and Mohamed, E. A. 2013. Nutritional and chemical evaluation for pomegranate (Punica granatum L.) fruit peel and seeds powders by products. Middle East Journal of Applied Sciences, 3(4): 169-179.

Russo, M., Fanali, C., Tripodo, G., Dugo, P., Muleo, R., Dugo, L. and Mondello, L. 2018. Analysis of phenolic compounds in different parts of pomegranate (*Punica*

*granatum*) fruit by HPLC-PDA-ESI/MS and evaluation of their antioxidant activity: application to different Italian varieties. Analytical and Bioanalytical Chemistry, 410(15): 3507-3520.

Sajjad, W., Sohail, M., Ali, B., Haq, A., Din, G., Hayat, M. and Khan, S. 2015. Antibacterial activity of Punica granatum peel extract. Mycopath, 13(2):105-111.

SAS, 2004. User Guide : Statistics., Version 5ed. SAS Inst. Inc. Washington, D.C.

Satterfield, M. and Brodbelt, J. S. 2001. Structural characterization of flavonoid glycosides by collisionally activated dissociation of metal complexes. Journal of the American Society for Mass Spectrometry, 12(5): 537-549.

Scherer, R., Augusti, P. R., Bochi, V. C., Steffens, C., Fries, L. L. M., Daniel, A. P., Kubota, E. H., Neto, J. R. and Emanuelli, T. 2006. Chemical and microbiological quality of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) slaughtered by different methods. Food Chemistry 99(1):136-142.

Shyamkumar, B., Anjaneyulu, C. and Giri, C.C. 2007. Genetic transformation of Terminalia chebula Retz. and detection of tannin in transformed tissue. Current Science, 92(3):361–367.

Sırıken, B., Yavuz, C. and Güler, A. 2018. Antibacterial activity of *Laurus nobilis*: A review of literature. Medical Science and Discovery, 5(11): 374-9.

Singh, B., Singh, J. P., Kaur, A., and Singh, N. 2018. Phenolic compounds as beneficial phytochemicals in pomegranate (Punica granatum L.) peel: A review. Food chemistry, 261: 75-86.

Skibsted, L.H. , Mikkelson , A. and Bertelson, G. 1998. Lipid derived off- flavors in meat. In: Flavors of Meat and Meat Products and Seafoods, 2nd edition. Shahidi, F. (ed), Blackie Academic & Professional, pp. 217-248, London, UK.

Smolensk, S. J., Silins, H. and Farnsworth, N. R. 1972. Alkaloid screening, Part I. Lloydia, 35(1): 31-34.

Sparg, S., Light, M. E. and Van Staden, J. 2004. Biological activities and distribution of plant saponins. Journal of Ethnopharmacology, 94(2-3): 219-243.

Stahl, E. 1969. Special techniques in TLC, In: Thin layer chromatography-A Laboratory Handbook, 2nd edition, Stahl, E. (ed), Springer-Berlin, pp. 86-105, Heidelberg.

Stockton, A. 2019. The effect of pomegranate on anthropometric, biochemical, cognitive and satiety indicators of risk factors for non-communicable diseases. Ph.D. thesis,

Queen Margaret University, 478 p., Edinburgh, UK.

Taqi, A., Askar, K. A., Mutihac, L. and Stamatin, I. 2013. Effect of *Laurus nobilis* L. oil, *Nigella sativa* L. oil and oleic acid on the antimicrobial and physical properties of subsistence agriculture: the case of cassava/pectin based edible films. Food and Agricultural Immunology, 24(2): 241-254.

Tarkhasi, A. 2016. Effect of edible coating containing pomegranate peel extract on quality and shelf life of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) fillet during refrigerated storage. Journal of Food & Industrial Microbiology, 2(2): 1000112.

Tsao R. 2010. Chemistry and biochemistry of dietary polyphenols. Nutrients, 2: 2072-6643.

Van Elswijk, D. A., Schobel, U. P., Lansky, E. P., Irth, H., and van der Greef, J. 2004. Rapid dereplication of estrogenic compounds in pomegranate (*Punica granatum*) using on-line biochemical detection coupled to mass spectrometry. Phytochemistry, 65(2): 233-241.

Vilela, J., Martins, D., Monteiro-Silva, F., González-Aguilar, G., Almeida, J. M. M. M. and Saraiva, C. 2016. Antimicrobial effect of essential oils of *Laurus nobilis* L. and *Rosmarinus officinallis* L. on shelf-life of minced "Maronesa" beef stored under different packaging conditions. Food Packaging and Shelf Life, 8: 71-80.

Wafa, B.A., Makni, M., Ammar, S., Khannous, L., Hassana, A.B., Bouaziz, M., Es-Safi, N.E. and Gdoura, R. 2017. Antimicrobial effect of the Tunisian Nana variety Punica granatum L. extracts against Salmonella enterica (serovars Kentucky and Enteritidis) isolated from chicken meat and phenolic composition of its peel extract. International Journal of Food Microbiology, 241: 123–131.

Wald E. 2009**.** Le grenadier (*Punica grantum*): Plante historique et évolutions thérapeutiques récentes. Le Diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie, Universite Henri Poincare Nancy 1 - Faculte de Pharmacie, 149 p., Nancy, France.

Wang, S.Y. and Zheng ,W. 2001. Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. Journal of Agricutural and Food Chemistry, 49 (11): 5165–5170.

Weber G.M. and Antipatis C. 2001. Pork meat quality and dietary vitamin E. International Virtual Conference on Pork Quality 2, pp. 122–128, Internet.

Witte, V. C., Krause, G. F. and Bailey, M. E. 1970. A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. Journal of

Food Science, 35(5): 582-585.

Yendo, A. C., de Costa, F., Gosmann, G. and Fett-Neto, A. G. 2010. Production of plant bioactive triterpenoid saponins: elicitation strategies and target genes to improve yields. Molecular Biotechnology, 46(1): 94-104.

Yüksel, B. 2017. Kumarinin mercimek bitkisi (*Lens culinaris medik*) üzerindeki sitotoksik, biyokimyasal ve genotoksik etkileri. Doktora Tezi, Kocaeli Üniversitesi, 182 s., Kocaeli, Türkiye.

Zhang, J. D., Xu, Z., Cao, Y. B., Chen, H. S., Yan, L., An, M. M. and Jiang, Y. Y. 2006. Antifungal activities and action mechanisms of compounds from Tribulus terrestris L. Journal of Ethnopharmacology, 103(1): 76-84.

Zhou, G. H., Xu, X. L. and Liu, Y. 2010. Preservation technologies for fresh meat-a review. Meat Science, 86: 119–128.

# ÖZGEÇMİŞ

## Kişisel Bilgiler

Adı ve Soyadı: Raya Saaduldeen Saleh SALEH

## Eğitim

| | | |
|---|---|---|
| Yüksek Lisans | Çankırı Karatekin Üniversitesi<br>Fen Bilimleri Enstitüsü<br>Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı | 2021-Halen |
| Lisans | Musul Üniversitesi<br>Ziraat ve Orman Fakültesi<br>Gıda Bilimleri ve Biyoteknoloji Bölümü | 2006-2007 |