

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

Emre YAVUZER

**PATATES, YER ELMASI, ŞEKER PANCARI VE KIRMIZI PANCAR
KABUĞU EKSTRAKTLARI İLAVELİ BUZUN, GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI
(*Oncorhynchus mykiss*) FİLETOLARININ MUHAFAZASI SÜRESİNCE
(3±1°C) DUYUSAL, KİMYASAL VE MİKROBİYOLOJİK ETKİLERİNİN
İNCELENMESİ**

SU ÜRÜNLERİ AVLAMA VE İŞLEME TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2014

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**PATATES, YER ELMASI, ŞEKER PANCARI VE KIRMIZI PANCAR
KABUĞU EKSTRAKTLARI İLAVELİ BUZUN, GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI
(*Oncorhynchus mykiss*) FİLETOLARININ MUHAFAZASI SÜRESİNCE
(3±1°C) DUYUSAL, KİMYASAL VE MİKROBİYOLOJİK ETKİLERİNİN
İNCELENMESİ.**

Emre YAVUZER

DOKTORA TEZİ

SU ÜRÜNLERİ AVLAMA VE İŞLEME TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

Bu Tez 07/08/2014 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından
Oybirliği/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

.....
Prof. Dr. Fatih ÖZOĞUL
DANIŞMAN

.....
Prof. Dr. Abdurrahman POLAT
ÜYE

.....
Prof. Dr. Yeşim ÖZOĞUL
ÜYE

.....
Doç. Dr. İsmail AKYOL
ÜYE

.....
Doç. Dr. Ayşe GÜREL İNANLI
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Su Ürünleri Avlama ve İşleme Anabilim Dalında hazırlanmıştır.
Kod No:

**Prof. Dr. Mustafa GÖK
Enstitü Müdürü**

**Bu Çalışma Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: SÜF2013D2**

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların
kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere
tabidir.

ÖZ

DOKTORA TEZİ

PATATES, YER ELMASI, ŞEKER PANCARI VE KIRMIZI PANCAR KABUĞU EKSTRAKTLARI İLAVELİ BUZUN, GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*) FİLETOLARININ MUHAFAZASI SÜRESİNCE (3±1°C) DUYUSAL, KİMYASAL VE MİKROBİYOLOJİK ETKİLERİNİN İNCELENMESİ.

Emre YAVUZER

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ AVLAMA VE İŞLEME TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI**

Danışman : Prof. Dr. Fatih ÖZOĞUL

Yıl: 2014, Sayfa: 126

Jüri : Prof. Dr. Abdurrahman POLAT

: Prof. Dr. Fatih ÖZOĞUL

: Prof. Dr. Yeşim ÖZOĞUL

: Doç. Dr. İsmail AKYOL

: Doç. Dr. Ayşe GÜREL İNANLI

Bu çalışmada, patates, yer elması, şeker pancarı ve kırmızı pancar kabuğu ekstraktları ilaveli buzun 25 günlük depolama süresince gökkuşağı alabalığı filetoları üzerindeki duyusal, kimyasal ve mikrobiyolojik etkileri incelenmiştir. Duyusal analiz sonuçlarına dayalı olarak, kontrol, kırmızı pancar ve yer elması kabuğu ekstraktı ile muamele edilen alabalıkların raf ömrü 21 gün olurken, patates ve kırmızı pancar kabuğu ekstraktı ile muamele edilen balıklar daha uzun (25 gün) bir raf ömrüne sahip olmuştur. Patates ve kırmızı pancar kabuğu ekstraktları uygulaması balık filetolarında daha düşük TVB-N, PV ve FFA içeriğine yol açmıştır. PV ve TBA değerleri depolama süresince sırasıyla 13.80 meq O₂/kg ve 1.11 MA/kg'ın altında kalmıştır. Patates, yer elması, şeker pancarı ve kırmızı pancar kabuğu ekstraktlarından elde edilen buzda depolanan alabalıkların temel yağ asitleri oleik asit (C18:1ω9), dekosaheksaenoik asit (DHA, C22:6ω3), palmitik asit (C16:0), palmitoleik asit (C16:1) ve eikosapentaenoik asit (EPA, C20:5ω3) olmuştur. Depolama süresince en yüksek yağ asidi % 35 oranı ile kırmızı pancar kabuğu ekstraktı ilave edilmiş buzda depolanan alabalıklarda oleik asit (C18:1ω9) olurken, en yüksek linoleik asit (C:18:2ω6) yine kırmızı pancar grubunda % 18.85 olarak tespit edilmiştir. En yüksek mikrobiyal değerler kontrol grubu ve bunu takiben şeker pancarı kabuğu ekstraktı uygulanan gruplarda gözlenmiştir. Çalışma sonucunda patates ve kırmızı pancar kabuğu ekstraktlarından elde edilen buzun alabalığın raf ömrünü artırdığı ve kalitesini koruduğu bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Patates, yer elması, şeker pancarı, kırmızı pancar kabuğu

ABSTRACT

PhD THESIS

**INVESTIGATION OF SENSORY, CHEMICAL AND
MICROBIOLOGICAL EFFECTS OF ICING WITH POTATO, SWEET
POTATO, SUGAR BEET AND RED BEET PEEL EXTRACT ON
RAINBOW TROUT (*Oncorhynchus mykiss*) FILLETS DURING STORAGE
PERIOD (3±1°C)**

Emre YAVUZER

**ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF FISHING AND FISH PROCESSING TECHNOLOGY**

Supervisor : Prof. Dr. Fatih ÖZOĞUL

Year: 2014, Pages: 126

Jury : Prof. Dr. Abdurahman POLAT

: Prof. Dr. Fatih ÖZOĞUL

: Prof. Dr. Yeşim ÖZOĞUL

: Assoc. Prof. Dr. İsmail AKYOL

: Assoc. Prof. Dr. Ayşe GÜREL İNANLI

In the current study, the sensory, chemical and microbiological effects of icing with potato, sweet potato, sugar beet and red beet peel extract on rainbow trout fillets investigated during 25 days of storage. Sensory results showed that shelf life of the control group and fish fillets iced with red beet and sweet potato peel extract were 21 days, while fish fillets iced with potato and sugar beet peel extract had longer (25 days) shelf life. Treatment of fish with potato and red beet peel extract resulted in lower TVB-N, PV and FFA values. During storage periods, PV and TBA values were below 13.80 meq O₂/kg and 1.11 MA/kg, respectively. Main fatty acids in fish fillets iced with potato, sweet potato, sugar beet and red beet peel extract were oleic acid (C18:1ω9), decosahexaenoic acid (DHA, C22:6ω3), palmitic acid (C16:0), palmitoleic acid (C16:1) and eicosapentaenoic acid (EPA, C20:5ω3). Oleic acid was major fatty acid found the highest levels (35%) in fish treated with red beet peel extract, whilst the highest linoleic acid was found in the red beet peel extract (20.17%) group. The highest microbial growth was found in control group, followed by fish treated with sugar beet extract. The result of the study showed that icing with potato and red beet peel extract increased the shelf life of rainbow trout and provided good quality parameters.

Key Words: Potato, sweet potato, sugar beet, red beet peel

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca geniş bilgi birikimi ve deneyimiyle bana ışık tutan danışman hocam Prof. Dr. Fatih ÖZOĞUL'a, çalışmalarımda yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Yeşim ÖZOĞUL, Prof. Dr. Abdurrahman POLAT, Doç. Dr. İsmail AKYOL, Doç. Dr. Esmeray KÜLEY BOĞA, Yrd. Doç. Dr. Mustafa BOĞA, Arş. Gör. Mustafa DURMUŞ, Arş. Gör. Yılmaz UÇAR, Öğr. Gör. İlyas ÖZOĞUL, Biyolog Ali Rıza KÖŞKER, Doktora öğrencisi Esra BALIKÇI, Doktora öğrencisi Saadet GÖKDOĞAN, Doktora öğrencisi Mehmet KENAR, Yüksek Lisans Öğrencisi İlknur YUVKA'ya tezin yürütülmesi sırasındaki aşamalarda yardımlarını esirgemeyen Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı Öğretim Üyelerine,

Maddi ve manevi desteğiyle bana her zaman yardımcı olan annem, babam, ablam, ağabeyim ve diğer aile fertlerime, tez çalışmam sırasında her türlü desteği esirgemeyen eşim Su Ürünleri Mühendisi Mebrure Nuket YAVUZER'e, oğullarım Barbaros ve Boğaçhan'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu tezi eşim Mebrure Nuket YAVUZER'e ithaf ediyorum.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER	V
ÇİZELGELER DİZİNİ	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ	XI
RESİMLER DİZİNİ	XIII
KISALTMALAR DİZİNİ	XV
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	7
2.1. Sentetik ve Doğal Antioksidanlar	7
2.2. Su Ürünleri İşleme Teknolojisinde Doğal Antioksidan Kullanımı	11
2.3. Patates, Yer Elması, Şeker Pancarı ve Kırmızı Pancarın Antioksidan Olarak Kullanılması	17
2.3.1. Patates (<i>Solanum tuberosum</i>), Kabuğu	17
2.3.2. Yer Elması (<i>Helianthus tuberosus</i>) Kabuğu	22
2.3.3. Şeker Pancarı (<i>Beta vulgaris</i> var. <i>altissima</i>), Kabuğu	26
2.3.4. Kırmızı Pancarı (<i>Beta vulgaris</i> L. var. <i>conditiva</i>) Kabuğu	28
3. MATERYAL VE METOD	33
3.1. Materyal	33
3.1.1. Bitki Kabukları	33
3.1.2. Balık	33
3.2. Metod	34
3.2.1. Bitkilerden Doğal Antioksidan Ekstraksiyonu	35
3.2.2. Bitkisel Ekstrakt İçeren Buz Hazırlanması	36
3.2.3. Balığa Bitkisel Ekstrakt Uygulanması ve Depolama Koşulları	39
3.2.4. Biyokimyasal Kompozisyon Analizleri	42
3.2.4.1. Kuru Madde ve Ham Kül Analizi	42
3.2.4.2. Ham Protein Analizi	42

3.2.4.3. Lipit Analizi	43
3.2.4.4. Nem Analizi	44
3.2.4.5. Yağ Asitleri Analizi	45
3.2.5. Kalite Kontrol Analizleri	45
3.2.5.1. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Tayini	46
3.2.5.2. Tiyobarbitürik Asit (TBA) Sayısı Tayini	46
3.2.5.3. Peroksit Sayısı	47
3.2.5.4. Serbest Yağ Asitleri Analizi	47
3.2.5.5. pH Analizi	48
3.2.6. Duyusal Analiz	48
3.2.6.1. Çiğ Gökkuşığı Alabalığındaki Duyusal Analiz	48
3.2.6.2. Pişmiş Gökkuşığı Alabalığındaki Duyusal Analiz	50
3.2.7. Mikrobiyolojik Analiz	51
3.2.7.1. Toplam Bakteri Sayımı	51
3.2.7.2. Toplam <i>Enterobacteriaceae</i> Sayısı	52
3.2.8. İstatistik Analizler	52
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	53
4.1. Besin Değeri	53
4.2. Duyusal Değerlendirme	54
4.2.1. Çiğ Gökkuşığı Alabalığının Duyusal Değerlendirilmesi	54
4.2.2. Pişmiş Alabalığın Duyusal Değerlendirilmesi	59
4.3. Kimyasal Değerlendirme	61
4.3.1. Toplam Uçucu Bazik Azot	61
4.3.2. Serbest Yağ Asitleri (FFA)	64
4.3.3. Peroksit değeri (PV)	66
4.3.4. Tiyobarbitürik asit (TBA)	69
4.3.5. pH değeri	71
4.3.6. Yağ Asitleri	74
4.4. Mikrobiyolojik Değişimler	87
4.4.1. Toplam Aerobik Mezofil Bakteri (TAMB) Sayısı	87
4.4.2. Toplam <i>Enterobacteriaceae</i> Sayısı	89

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	91
KAYNAKLAR	99
ÖZGEÇMİŞ	119
EKLER.....	120

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 1.1.	Antioksidan aktivite mekanizması	2
Çizelge 2.1.	Patates kabuğu ekstrakt yöntemlerinin % verimlilik oranları	22
Çizelge 2.2.	Patates kabuğu ekstrakt yöntemlerine göre fenolik madde içerik oranları	22
Çizelge 2.3.	Etanol kullanılarak elde edilen şeker pancarı posası ekstraktının fenolik madde içerik oranları	27
Çizelge 3.1.	Gökkuşaağı alabalığı için modifiye edilmiş kalite indeks metodu	49
Çizelge 3.2.	Pişmiş gökkuşaağı alabalığı için kullanılan hedonoik skala.....	51
Çizelge 4.1.	Taze gökkuşaağı alabalığı etinin temel besin değeri	53
Çizelge 4.2.	Alabalık filetosunun çiğ olarak duysal kalitesinin değerlendirilmesi	56
Çizelge 4.3.	Alabalık filetosunun pişmiş olarak duysal kalitesinin Değerlendirilmesi	60
Çizelge 4.4.	Gökkuşaağı alabalığı filetolarının buzda depolanması süresince TVB-N (mg/100g) değeriindeki değışimleri	62
Çizelge 4.5.	Gökkuşaağı alabalığı filetolarının buzda depolanması süresince FFA (% oleik asit) değeriindeki değışimleri	65
Çizelge 4.6.	Gökkuşaağı alabalığı filetolarının buzda depolanması süresince PV (meq/kg) değeriindeki değışimleri	68
Çizelge 4.7.	Gökkuşaağı alabalığı filetolarının soğuk depolanması süresince TBARs (mg malonaldehit/kg) değeriindeki değışimleri	70
Çizelge 4.8.	Gökkuşaağı alabalığı filetolarının soğuk depolanması süresince pH değeriindeki değışimleri	73
Çizelge 4.9.	Gökkuşaağı alabalığı filetolarında belirlenen doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asitleri	74
Çizelge 4.10.	Gökkuşaağı alabalığı filetolarının soğuk depolanması süresince yağ asitleri kompozisyonu.....	75

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 2.1. Antioksidanların sınıflandırılması	8
Şekil 2.2. Bazı sentetik antioksidanların yapısı	10
Şekil 2.3. Klorojenik asidin yapısı	18
Şekil 2.4. Gallik asidin yapısı	19
Şekil 2.5. Kafeik asidin yapısı.....	19
Şekil 2.6. Tokoferoller ve tokotrienolların izomerlerinin kimyasal yapısı	24
Şekil 2.7. Beta karotenin kimyasal yapısı	25
Şekil 2.8. Ferulik asidin kimyasal yapısı	27
Şekil 2.9. Gentisik asidin kimyasal yapısı	28
Şekil 2.10. P-coumarik asidin kimyasal yapısı	28
Şekil 2.11. Önemli betalainlerin kimyasal yapısı.....	30
Şekil 4.1. Çiğ alabalığın duyuşal değişimleri.....	54
Şekil 4.2. Pişmiş alabalığın depolama süresince duyuşal değişimler	59
Şekil 4.3. Gökkuşaağı alabalığı filetolarının buzda depolanması süresince TVB-N (mg/100g) değerindeki değişimleri.....	62
Şekil 4.4. Gökkuşaağı alabalığı filetolarının buzda depolanması süresince FFA (% oleik asit) değerindeki değişimleri	65
Şekil 4.5. Gökkuşaağı alabalığı filetolarının buzda depolanması süresince PV (meq/kg) değerindeki değişimleri	67
Şekil 4.6. Gökkuşaağı alabalığı filetolarının soğuk depolanması süresince TBARs (mg malonaldehit/kg) değerindeki değişimleri.....	70
Şekil 4.7. Gökkuşaağı alabalığı filetolarının soğuk depolanması süresince pH değerindeki değişimleri	72
Şekil 4.8. Depolama süresindeki Σ SFA değerlerindeki değişimler.....	83
Şekil 4.9. Depolama süresindeki Σ MUFA değerlerindeki değişimler.....	83
Şekil 4.10. Depolama süresindeki Σ PUFA değerlerindeki değişimler.....	84
Şekil 4.11. Depolama süresindeki PUFA/SFA oranlarındaki değişimler	85
Şekil 4.12. Alabalık filetolarının toplam aerobik mezofil bakteri (TAMB) sayısındaki değişimleri.....	87

Şekil 4.13. Alabalık filetolarının toplam Enterobacteriaceae sayısındaki değişimleri.....	89
---	----

RESİMLER DİZİNİ

SAYFA

Resim 2.1.	Kurutulmuş patates kabuğu	17
Resim 2.2.	Kurutulmuş yer elması kabuğu	23
Resim 2.3.	Kurutulmuş şeker pancarı kabuğu	26
Resim 2.4.	Kurutulmuş kırmızı pancar kabuğu	29
Resim 3.1.	Şeker pancarı, kırmızı pancar, yer elması ve patates kabuklarının görünümleri	33
Resim 3.2.	Gökkuşığı alabalıklarının (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) fileto öncesi ve sonrasının görünümü	34
Resim 3.3.	Clavenger aparatının genel görünümü.....	35
Resim 3.4.	Bitkisel ekstrakt guruplarının steril su içerisinde çözdürülmesi.....	36
Resim 3.5.	Patates kabuğu ekstraktı ilave edilmiş buz.....	37
Resim 3.6.	Yer elması kabuğu ekstraktı ilave edilmiş buz.....	37
Resim 3.7.	Şeker pancarı kabuğu ekstraktı ilave edilmiş buz	38
Resim 3.8.	Kırmızı pancar kabuğu ekstraktı ilave edilmiş buz	38
Resim 3.9.	Geleneksel buz ilaveli kontrol grubu gökkuşığı alabalığının (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) görünümü	39
Resim 3.10.	Patates kabuğu ekstraktı eklenmiş buzdaki gökkuşığı alabalığının (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) görünümü	40
Resim 3.11.	Yer elması kabuğu ekstraktı eklenmiş buzdaki gökkuşığı alabalığının (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) görünümü	40
Resim 3.12.	Şeker pancarı kabuğu ekstraktı eklenmiş buzdaki gökkuşığı alabalığının (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) görünümü	41
Resim 3.13.	Kırmızı pancar kabuğu ekstraktı eklenmiş buzdaki gökkuşığı alabalığının (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) görünümü	41
Resim 3.14.	Gaz Kromatografisi Genel Görünümü	45
Resim 4.1.	Alabalık filetosunda gelişen toplam aerobik mezofil bakterilerin genel görünümü	88

KISALTMALAR DİZİNİ

KOB	: Koloni Oluşturan Birim
MAP	: Modifiye Edilmiş Atmosfer Paketleme
TAMB	: Toplam Mezofilik Bakteri
TAPB	: Toplam Psikrofil Bakteri
LAB	: Laktik Asit bakterileri
TVB-N	: Toplam Uçucu Bazik Azot
FFA	: Serbest Yağ Asiti
TBA	: Tiyoarbitürik Asit Sayısı
MA	: Malonaldehit
PV	: Peroksit Sayısı
BA	: Biyojenik Amin
HPLC	: Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
VP	: Vakum paketleme
UV	: Ultraviyole

1. GİRİŞ

Su ürünleri işleme teknolojisinde ürünün işlenmesi aşamasında yağ asitlerince zengin olan su ürünlerinin oksidatif bozulmaya maruz kalması işleme teknolojisi açısından en önemli problemlerin başında gelir. Bu oksidatif bozulmalar neticesinde gıdaların raf ömrü azalırken, ürünün tadı, kokusu ve renginde istenmeyen değişimler olur (Singh ve ark, 2005). Lipit peroksidasyonu ve mikrobiyal kontaminasyon işleme ve depolama süresince gıda bozulmasının iki önemli nedenidir (Cao ve ark, 2008).

Oksidasyona bağlı olarak gerçekleşen ransit tat ve kokunun oluşumunu azaltmak için endüstriyel işlemlerde antioksidanlar kullanılır. Oksidasyonun şekillenmesini geciktiren ya da engelleyen bu maddeler gıdalara çeşitli yöntemlerle ilave edilir.

Endüstriyel işlemlerde antioksidan kaynağı olarak sentetik antioksidanlar kullanılmaktadır (Çoban ve Patır, 2010). Sentetik antioksidanların gıdalardaki kullanımı 1940'lı yıllarda BHA ve gallik asidin esterlerinin oksidasyonu önlediklerinin anlaşılmasıyla başlamıştır. Daha sonraki yıllarda demir ve bakır gibi metallerinin zararlı etkileri sitrik asit (CA), etilendiamin tetraasetik asit (EDTA) veya onların türevlerine metal deaktivatör veya şelat ajanı olarak etki ettikleri bulunmuştur (Anonim, 2013).

Antioksidan bileşiklerin en önemli mekanizması lipid serbest radikalleri ile reaksiyona girip, inaktif ürünleri oluşturmalarıdır (Pokorny ve Korczak, 2001). Antioksidan aktivitesi mekanizması Çizelge 1.1'de gösterilmiştir. Primer ve sekonder olmak üzere 2 ana gruba ayrılan antioksidanlardan primer antioksidanlar lipit radikalleriyle birlikte direkt olarak tepkimeye girer ve ürünün stabil olmasını sağlar. Sekonder antioksidanlar ise farklı mekanizmalarla oksidasyon düzeyini daha düşük seviyelere düşürür. Fakat bu doğrudan serbest radikal süpürücü etkiyi kapsamamaktadır (Decker ve ark, 2005). Primer antioksidanların çoğu indüksiyon periyodu boyunca bir hidrojen atomu vererek ya da eksilterek rol oynar. Sekonder antioksidanlar metal iyonları bağlayabilme, oksijen süpürücü, UV radyasyon absorbantı, enzim inhibisyonu ya da hidroperoksit bozucu olarak rol oynayabilir

(Schwarz ve ark, 2001). Bazı doğal fenolik bileşiklerin aynı anda hem primer hem de sekonder özellik gösterdiği yapılan araştırmalar sonucunda bildirilmiştir (Gordon, 2001).

Çizelge 1.1 Antioksidan aktivite mekanizması (Hall, 2001)

Antioksidan Sınıfı	Antioksidan Aktivitesi Mekanizması	Antioksidan Örneği
Antioksidanlar	Lipit serbest radikallerinin aktivasyonu	Fenolik bileşikler
Hidroperoksit stabilizerleri	Hidroperoksitlerin serbest radikallere dönüşümünün önlenmesi	Fenolik bileşikler
Sinerjistler	Uygun antioksidanların teşvik edici aktiviteleri	Sitrik asit, Askorbik asit
Metal tutucu	Ağır metallerin inaktif ürünlere bağlanması	Fosforik asit, Maillard tepkimesi bileşikleri, sitrik asit
Singlet oksijen kırıcı	Singlet oksijenin triplet oksijene dönüşümü	Karotenler
Hidroperoksidi parçalayan maddeler	Hidroperoksitlerin radikal olmayan yöntemlerle azalması	Proteinler, amino asitler

Su ürünleri işleme teknolojisinde kullanılan en önemli antioksidanlar butil hidroksianisol (BHA), butil hidroksitoluen (BHT), tersiyer butil hidroksikinon (TBHQ) ve propil galatlar (PG) dır. Fakat kanserojen etkiler gibi birçok sağlık riskine yol açabileceğinden dolayı bu sentetik antioksidanların gıdalarda kullanımı yasal limitlerle sınırlandırılmıştır (Kaitaranta, 1992; Shahidi, 2002; Chol, 2005; Ekanayake ve ark, 2005; Serdaroğlu ve ark, 2005; Turhan ve Üstün, 2006; Gülçin, 2007). BHA, BHT ve galatlar gibi fenolik yapıdaki antioksidanlar, balık yağlarında koruyucu olarak kullanılmaktadır. Türk Gıda Kodeksi (2008) yönetmeliğine göre su ürünlerinde izin verilen maksimum antioksidan miktarları; propil gallat, oktil gallat, dodesil gallat, TBHQ ve BHA antioksidanları için 200 mg/kg (yağ üzerinden); BHT için 100 mg/kg (yağ üzerinden); eritorbik asit ve sodyum eritorbat için ise 1500 (eritorbik asit cinsinden) olarak belirlenmiştir. Japonya, Kanada ve Avrupa’da en etkili sentetik antioksidanlardan olan TBHQ’nun gıdalarda kullanımına izin verilmezken (Chol, 2005), bazı ülkelerde de BHA ve BHT’nin su ürünlerinde kullanımı tamamen yasaklanmıştır (Tozer, 2001). Ayrıca sentetik antioksidanların suda çözünme oranlarının düşük olması da bu maddelerin kullanımını etkilemektedir (Turhan ve ark, 2009).

Pek çok araştırmacı uzun süredir besinlerin işlenmesinde kullanılan butil hidroksitoluen (BHT), butil hidroksianisol (BHA), tersiyer butil hidroksikinon (TBHQ) ve propil galatlar (PG) gibi bazı sentetik antioksidanların canlı organizmada kanserojen ve teratojenik etki gösterdiğine dikkat çekmektedir. Tüketicilerde genelde doğal antioksidanları sentetik olanlara tercih etmektedir. Bu nedenle uzun süreden beri, besinlerin koku ve tat gibi özelliklerini artırmak için katkı olarak kullanılan baharat ve doğal aromatik bitkiler giderek önem kazanmıştır (Çoban ve Patır, 2010).

Bitkiler iyi bir doğal antioksidan kaynağı olmakla birlikte büyük çeşitlilikte polar ve polar olmayan fenolik bileşikler bünyesinde barındırır (Chipault ve ark, 1952; Economou ve ark, 1991; Nakatani, 1994). Fenolik bileşiklerce zengin bitki materyallerinden elde edilen ekstraktlar, lipidlerdeki oksidatif yıkımı geciktirdiği ve bu sayede gıdaların kalitesini ve besinsel değerliliğini arttırıp insan sağlığına pozitif etki ettiğinden dolayı fonksiyonel gıdalara yönelmeler artmakta ve gıda endüstrisinin ilgisini çekmektedir (Loliger, 1991).

Bitki ekstraktlarının antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri yıllardır bilinmektedir (Khanzadi ve ark, 2010; Raoufy ve ark, 2010). Patates (*Solanum tuberosum*), yer elması (*Helianthus tuberosus*), şeker pancarı (*Beta vulgaris* L. var. altissima.) ve kırmızı pancar (*Beta vulgaris* L. var. conditiva) bitkilerinin doğal antioksidan olarak kullanımı ile ilgili çeşitli çalışmalar mevcuttur. Sotillo ve ark (1994), patates kabuğunda % 50.3 klorojenik asit, % 41.7 kafeik asit ve % 7.8 gallik asit olduğunu belirtmektedirler. Farvin ve ark (2012), patates kabuğunun yüksek oranda fenolik bileşik içerdiğini ve lipit / protein oksidasyonları üzerine oldukça etkili olduğunu bildirmişlerdir. Yine benzer bir şekilde Rehman ve ark (2004), 60 günlük depolama süresince farklı oranlardaki patates kabuğu ekstraksiyonlarının yüksek düzeyde antioksidan aktivitesi sergiledikleri saptanmıştır. Aynı çalışmada sentetik antioksidanlardan BHA ve BHT ile patates kabuğu ekstraktının iodin değeri karşılaştırılmış, BHA ve BHT'nin iodin değerleri 80 ve 84 çıkarken, patates kabuğu ekstaksiyonlarının iodin değerleri 69, 71 ve 77 çıkmıştır. Bu sonuçlar soya fasülyesi yağının 60 günlük depolamasında sentetik antioksidanlardan BHA ve BHT'nin patates kabuğu ekstraktı ile eşit etkiye sahip olduğunu göstermiştir.

Teow ve ark (2007), farklı varyetelerdeki yer elması türlerinin antioksidan aktivitesi, fenolik ve beta karoten miktarlarını inceledikleri bir çalışma yapmışlar ve yer elmasında toplam fenolik bileşiklerin yüksek olmasından dolayı antioksidan olarak kullanılabileceği sonucuna ulaşmışlardır.

Mohdaly ve ark (2010), yaptıkları bir çalışmada patates kabuğu ve şeker pancarı posası ekstraktlarının bitkisel yağ üretimindeki antioksidan aktivitelerini incelemişlerdir. TBHQ, BHT ve BHA gibi sentetik antioksidanlar ile karşılaştırılmalı olarak yapılan çalışmada patates kabuğu ve pancar posası ekstraktından elde edilen doğal antioksidanların sentetik antioksidanlar kadar etkili olduğu, oksidatif kararlılıkta patates kabuğu ekstraktının BHT ve BHA'dan, şeker pancarı posasının ise BHA'dan daha etkili olduğu sonucuna varmışlardır. Strack ve ark (2003), yaptıkları çalışmada betalainin en önemli kaynağının kırmızı pancar olduğunu belirtmişlerdir. Aynı şekilde (Degenhardt ve Winterhalter, 2001), kırmızı pancardan betalain izole etmişlerdir.

Doğal antioksidan kaynağı olarak bitki yağları ve ekstraktları (Lin ve Lin, 2005), karides (Cadun ve ark, 2008), ahtapot (Atrea ve ark, 2009), uskumru (Banerjee, 2006, Erkan ve ark, 2010), sardalya (Özoğul ve ark, 2010; Kenar ve ark, 2010), kılıçbalığı (Kykkidou ve ark, 2009) ve alabalık (Mexisa ve ark, 2009; Pezeshk ve ark, 2011) gibi birçok su ürününde antioksidan ve antimikrobiyal madde olarak kullanılmıştır. Patates, yer elması, şeker pancarı ve kırmızı pancar bitkilerinin antioksidan ve/veya antibakteriyel aktivitesi ile ilgili çeşitli çalışmalar mevcuttur. Ancak bu bitkilerin gıda endüstrisinde atık durumda olan kabuklarının balık filetosu üzerindeki etkisi ve gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetosundaki antioksidan etkisi hakkında herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu bağlamda çalışmanın amacı patates, yer elması, şeker pancarı ve kırmızı pancar kabuğu ekstraktlarından elde edilen buzun muhafaza süresince Gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetoları üzerindeki duysal, kimyasal ve mikrobiyolojik etkilerinin incelenmesidir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

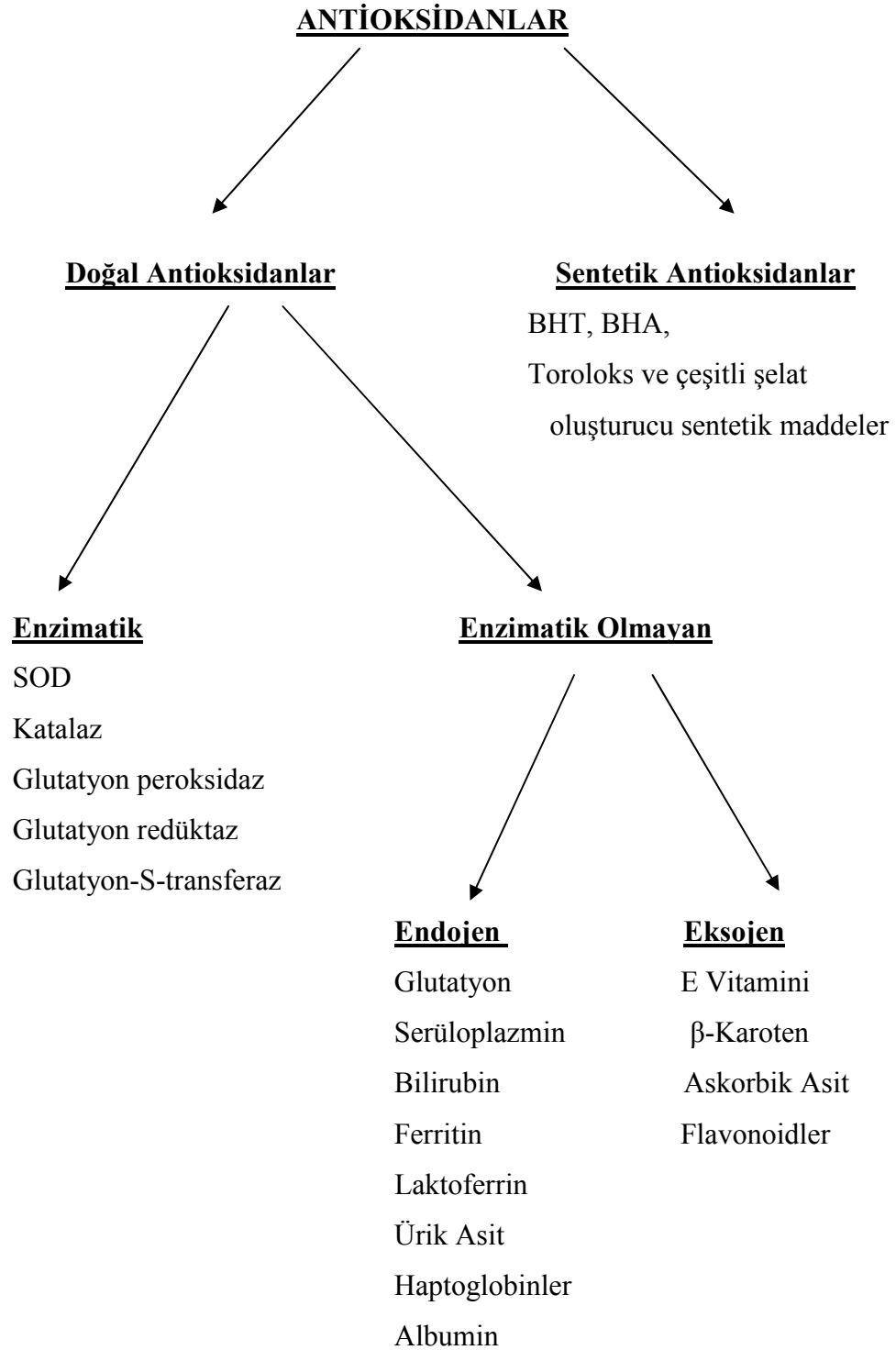
2.1. Sentetik ve Doğal Antioksidanlar

Gıdayı oksidasyona karşı koruyan oksidasyon inhibitörlerine antioksidanlar denilmektedir (Pokorny, 2001). Başlıca özellikleri serbest radikalleri tutabilme yeteneği olan antioksidanlar, lipid peroksidasyon sürecini geciktirerek gıdaların raf ömrünü artırmaktadırlar (Young ve Woodside, 2001; Albayrak ve ark, 2010).

Bir çok biyolojik sistemde yüksek reaktif özelliğe sahip serbest radikaller ve oksijen türevleri mevcut olup bu serbest radikaller nükleik asitler, lipitler, proteinler veya DNA'yı okside edebilmekte ve dejeneratif hastalıkları başlatmaktadır. Fenolik asit, polifenol ve flavonoidler gibi antioksidanlar peroksit, hidroperoksit veya lipid peroksil gibi serbest radikalleri etkisiz hale getirerek dejeneratif hastalıklara yol açan oksidatif mekanizmayı engellemektedir (Miller ve ark, 2000).

Antioksidanlar doğal ve sentetik antioksidanlar olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır (Şekil 2.1). Sentetik antioksidanlardan en fazla kullanılanı BHT (bütilenmiş hidroksitoluen), BHA (bütilenmiş hidroksianisol) ve propil gallat gibi antioksidanlardır. Bunlardan BHT'nin yağlar ve yağ asitlerinin oksidasyonunda okside olmuş lipidlerle verdiği reaksiyon sonucu peroksit radikallerinin etkisini yok ettiği bilinmektedir (Çöllü, 2007). BHA ise beyaz, mumsu, katı bir yapıya sahip, hem hayvansal hem de bitkisel yağlarda çözünbilmesine rağmen suda çözünemeyen bir antioksidan olarak tanımlanmaktadır. Beyaz, kokusuz ve toz halde bulunan bir madde olan propil gallat ise suda az miktarda çözünbilmesine karşın etil alkolde hızla çözünbilmektedir.

Doğal antioksidanlar da kendi aralarında enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidanlar olarak ikiye ayrılmaktadır. Enzimatik antioksidanlar hücre içlerinde oluşan serbest radikalleri enzim faaliyetleri ile gideren antioksidanlardır. Enzimatik olmayan antioksidanların ise bitkisel veya hayvansal kaynaklı bileşiklerin pişirilmesi veya işlem görmesi sonucu oluşan maddelerdir (Görünmezoğlu, 2008).



Şekil 2.1. Antioksidanların sınıflandırılması (Yavaşer, 2011).

Barlow (1990), oksidasyonu önlemede en yaygın olarak kullanılan antioksidanlar arasında yer alan ve şekil 2.2 de yapıları verilen BHA, BHT, PG ve TBHQ'nin kanser oluşumunu tetikleyebildiğini bildirmiştir.

Wanasundara ve ark (1998), yaptıkları bir öngöründe gelecek 20 yıl içinde doğal antioksidanların sentetik antioksidanların yerini alabileceğini bildirmişler ve şu an itibari ile bu öngörülerinin neredeyse gerçekleşmekte olduğu söylenebilmektedir.

Pokorny ve Korczak (2001), sentetik antioksidanların çeşitli zararlarından ötürü doğal antioksidanlara olan ilginin giderek arttığını bildirmiştir.

Bouaziz ve ark (2008), BHA'nın güvenli bileşikler listesinden (GRAS) çıkarıldığını bildirmektedir. Bununla birlikte en güçlü antioksidanlardan birisi olan TBHQ'nun da Japonya, Kanada, Avrupa'da ve ülkemizde gıda katkısı olarak kullanımına izin verilmediği de bilinmektedir.

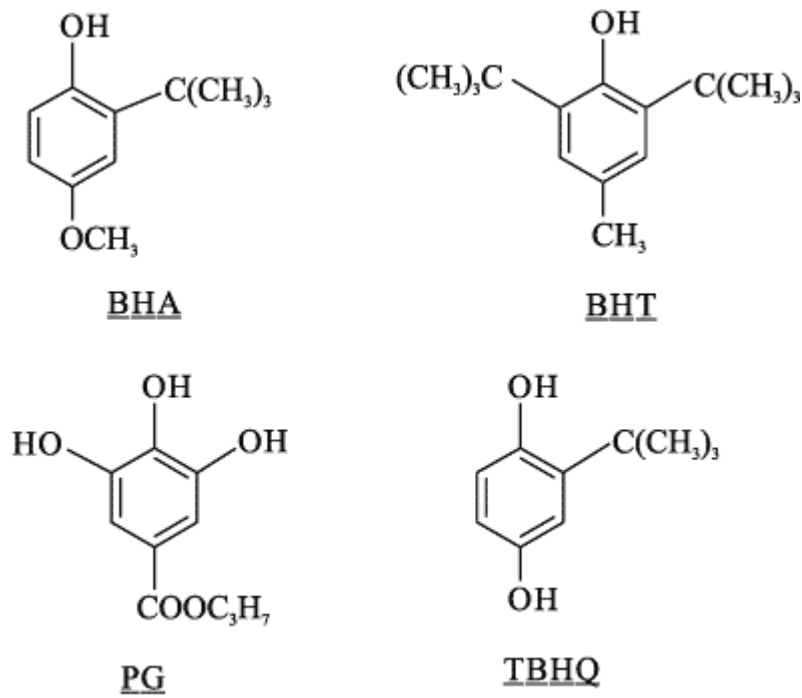
BHA ve BHT ile ilgili Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA), 2011 ve 2012 yılları arasında bu iki kimyasal antioksidan ile ilgili tüm verileri inceleyerek bu maddelerin kullanımı ile ilgili belirli oranlar belirlemiştir (Carocho ve Ferreira, 2013). Buna göre BHT için günlük alım 0.25 mg/kg vücut ağırlığı/gün ve BHA içinse 1.0 mg/kg vücut ağırlığı/gün oranlarının geçmemesi gerektiğini belirtmiştir (EFSA, 2011; EFSA, 2012).

Dünya sağlık örgütüne (WHO) bağlı bir kuruluş olan Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı (IARC), BHA ve BHT'yi kanserojen bir madde olarak nitelemektedir. 1950'li yıllardan beri kullanılan (IARC, 1986a,b) BHA ve BHT'nin hayvanlardaki olumsuz etkileri üzerine birçok çalışma yapılmıştır (Hocman, 1988; Ito ve ark, 1983; Williams, 1986). Ayrıca, Botterweck ve ark (2000), BHA ve BHT'nin insanlarda bazı alerjik reaksiyonlar ile birlikte böbrek ve karaciğer hasarına da neden olabileceğini bildirmiştir.

Sentetik antioksidanların karsinojenik etki gösterdiği bildirildiği için (Namiki, 1990), son yıllarda sentetik antioksidanlara karşı doğal antioksidanların kullanımı ile ilgili çalışmalar giderek artmaktadır (Patil ve ark, 2009).

Gıdaların korunmasına yönelik alternatif doğal ürünlerin araştırılmasına yönelik çalışmalarda artışlar gözlenmektedir (Ying ve ark, 2002). Son yıllarda yapılan çalışmalar bazı bitkilerin potansiyel birer doğal antioksidan kaynağı

olduğunu göstermektedir. Doğal antioksidanlar veya fitokimyasal antioksidanlar bitkilerin ikincil metabolitleridir (Walton ve Brown, 1999). Bitkiler tarafından üretilen antioksidanlar arasında karotenoidler, flavonoidler, sinamik asit, benzoik asit, folik asit, askorbik asit, tokoferol, tokoflavonoid, benzoik asit ve tokotrienoller yer almaktadır. Beta-karoten, askorbik asit ve alfa tokoferoller yaygın şekilde kullanılan antioksidanlar arasında yer alır (Mccall ve Frei, 1999; Ghasemzadeh ve ark, 2010).



Şekil 2.2. Bazı sentetik antioksidanların kimyasal yapısı (Ramalho ve Jorge, 2006)

Doğal ürünlerdeki karotenoid, flavonoid, anthocyanin ve fenolik bileşiklerin birincil ve ikincil oksidasyonlara karşı oldukça önemli rol aldıkları bilinmektedir (Ahn ve ark, 2008).

Zoreky (2009), nar kabuklarının antimikrobiyal etkisini incelediği çalışmada %80 lik metanolik nar kabuğu ekstaktının *Listeria monocytogenes*, *S. aureus*, *Escherichia coli* ve *Yersinia enterocolitica* üzerine pozitif etkisinin olduğunu bildirmiştir. Aynı çalışmada nar kabuğunun fenolik bileşiklerce zengin olduğu da bildirilmektedir.

Piccaglia ve ark (1993), Akdeniz bölgesindeki farklı aromatik bitkilerden (lavanta, kekik, geyik otu, biberiye, ada çayı, nane, sarı papatya, tarhun otu, acı ve tatlı rezene) elde edilen esansiyel yağlarının antioksidan ve antibakteriyel etkisini incelemişlerdir. En yüksek antibakteriyel etkiyi kekik ve geyik otunun en yüksek antioksidan aktiviteyi ise sarıpapatyanın gösterdiğini rapor etmişlerdir.

Yousef (2003), siyah ve yeşil çayın deneysel koşullarda antibakteriyel ve antifungal etkisini incelediği çalışmada siyah çayın *Salmonella spp.* gelişiminde inhibitör etki yarattığı, % 3-4 konsantrasyonundaki yeşil çay ekstraktlarının ise *E. coli* gelişimini engellediğini bildirmiştir.

Özcan ve ark (2010), defne bitkisinin (*Laurus nobilis* L.) esansiyel yağı, tohum yağı ve tohum yağının metanolik ekstraktının *in vitro* antimikrobiyal ve antioksidan aktivitesini incelemişlerdir. Esansiyel yağların GC-MS analizinde 25 farklı bileşik tespit edilmiştir. Bu bileşiklerden başlıcaları 1.8-cineol (%44.72), a-terpinel asetat (%12.95) ve sabinen (%12.82) olmuştur.

Bensid ve ark (2014), kekik, oregano ve karanfil ekstraktlarının hamsi balığının (*Engraulis encrasicolus*) depolama süresindeki kalite parametrelerini incelemişlerdir. Ekstraktlar kekik için (0.04% w/v), oregano için (0.03% w/v) ve karanfil için (0.02% w/v) olarak hazırlanarak buz haline getirilmiştir. Çalışma sonucunda ekstraktlardan buz yapımı neticesinde kalite parametrelerine pozitif etkileri olduğu saptanmıştır.

2.2. Su Ürünleri İşleme Teknolojisinde Doğal Antioksidan Kullanımı

He ve Shahidi (1997), yeşil çayın antioksidan aktivitesini inceledikleri çalışmada bitkinin 75°C de pişirilen uskumru üzerinde çok iyi bir oksidatif stabilite gösterdiğini bildirmişlerdir.

Akhtar ve ark (1998), biberiye ekstraktının buzdolabında depolanmış gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nin depolanması boyunca yüksek antioksidan etki gösterdiğini ve karnosik asit ve karnosol gibi fenolik maddelerce zengin olduğunu bildirmiştir.

Sant-Ana ve Mancini-Filho (2000), alfa tokoferol, BHT ve biberiye ekstraktlarının balık filetolarının yağ asidi kompozisyonuna olan etkisini araştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda en etkili maddenin alfa tokoferol olduğunu bildirmişlerdir.

Saito ve ark (2002), Tung Ting oolong (*Camellia sinensis*) çayı ile ilgili yaptıkları çalışmada içerdiği epigallokateşin gallat maddesi nedeniyle yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Epigallokateşin (EGCG) kollejen dokunun proteolitik yıkılmasını düşürerek balık kasının yumuşaklığını baskılayıcı olarak önemli bir rol oynamaktadır. Bununla birlikte marine edilmiş gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) kasının depolanması boyunca metalloproteinaz inhibitörü olarak rol almıştır.

Serdaroğlu ve Felekoğlu (2003), biberiye ekstraktı ve soğan özütünün sardalya filetosuna -20°C de depolamadaki etkilerini 5 ay süre ile inceleyerek TBA, FFA, PV ve yağ asitleri kompozisyonlarını analiz etmişlerdir. Çalışma sonunda biberiye ekstraktının kontrol grubuna göre TBA, PV ve FFA düzeylerinde antioksidatif etki gösterdiğini tespit etmişlerdir. Soğan özütünün uygulandığı grubun dondurulmuş sardalyanın raf ömrüne fazladan 3 ay katkı yaptığını saptamışlardır.

Gimenez ve ark (2004), ticari sıvı biberiye ekstraktı ile yaptığı çalışmada Çipura (*Sparus auratus*) balığının filetosundaki modifiye atmosferik pakette buzdolabı koşullarındaki değişimleri incelemiş ve biberiye ekstraktının balığın raf ömrünü uzattığını tespit etmişlerdir.

Shi ve ark (2004), üzüm çekirdeği ve karanfil tomurcuğunun Gümüş Sazanı (*Hypophthalmichthys molitrix*) filetoları üzerindeki protein ve lipit oksidasyonu üzerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda karanfil tomurcuğunun üzüm çekirdeğine göre daha yüksek oranda toplam fenolik bileşiğe sahip olduğu ve her iki bitki grubunun protein ve lipit oksidasyonunu minimize edici özellik barındırdığı sonucuna ulaşmışlardır.

Seto ve ark (2005), sıcak çay ekstraktı muamelesinin mavi çaça (*Spratelloides gracilis*) balığının 5°C'lik depolanması boyunca lipit oksidasyonunun bozulmasında baskılayıcı etki gösterdiğini bulmuşlardır.

Pazos ve ark (2005), üzümün dondurulmuş uskumru (*Scomber scombrus*) ve balık yağında oksidasyonu önlemede çok etkili olduğunu bulmuşlardır. Pazos ve ark (2006), yaptıkları bir başka çalışmada ise üzüm ve zeytinyağı yan ürünlerinden elde edilen fenolik bileşiklerin dondurulmuş istavrit (*Sarda australis*) filetoları üzerine fizikokimyasal etkisini araştırmışlar ve sonuç olarak kontrol grubunda sırasıyla depolamanın 5 ve 3. gününde oksidasyona bağlı koku belirlenirken üzümünden elde edilen glazeleme ve sprey yöntemiyle uygulanan prosiyanitlerin depolamanın sırasıyla 10 ve 13. gününde oksidasyona bağlı koku olduğunu belirlemişlerdir.

Mahmoud ve ark (2006) %1' lik karvakrol ve timol içeren elektrolize suyu, kurutma sırasında sazan filetolarına uygulamışlar ve diğer yöntemlere göre oldukça kuvvetli antimikrobiyal / antioksidan etki gösterdiğini ve bunun sentetik koruyuculara iyi bir alternatif olabileceğini rapor etmişlerdir.

Selmi ve Sadok (2008), kurutulmuş kekik ile (*Thymus vulgaris*) muamele edilip vakum paketlenerek 0 °C' de 18 gün depolanan ton balığı (*Thunnus thynnus*) etinin besin değerini inceledikleri çalışmada depolamadan önce ve sonraki yağ asit profil gruplarında önemli farklılıklar olduğunu, kekik ile muamele edilen gruplarda ise yağ asitlerinin her grubu için önemli bir fark olmadığını bildirmişlerdir.

Alonso ve ark (2008), beyaz üzüm ezmesinin balık kasındaki soğuk depolama süresindeki antioksidan etkisini incelediği çalışmasında beyaz üzüm ezmesi ilavesinin kıyılmış istavrit balığı kasındaki lipid oksidasyonunu yavaşlattığı sonucuna varmıştır.

Kykkidou ve ark (2009), 4 °C de depolama sırasında taze Akdeniz kılıç balığı filetolarında paketleme ve kekik esansiyel yağının etkisini değerlendirmişlerdir. Çalışmada esansiyel yağ uygulanmış örneklerde lipid oksidasyonunun inhibe edildiği bildirilmiştir. Bu çalışmada kılıçbalığında *Pseudomonas* ve H₂S üreten bakteriler için en etkili inhibisyon etkisini modifiye atmosfer paketleme ve timol uygulanmış modifiye atmosfer paketlemenin gösterdiğini bulmuşlardır. Ayrıca paketleme işlemine bakılmaksızın laktik asit bakterileri ve *Enterobacteriaceae*, kılıç balığının doğal mikrobiyal florası olarak bulunmuştur. Aerobik koşullarda %0.1 lik kekik esansiyel yağı ilavesi, ürünlerin raf ömrünü 5 gün uzatırken, duyuşal datalara göre kontrol grubuna göre modifiye atmosfer paketleme ve kekik esansiyel yağ

uygulanmış kılıç balığı filetolarının kontrol grubuna göre kayda değer ölçüde raf ömrünün uzadığını bildirmişlerdir.

Özcan ve ark (2010), defne bitkisinin (*Laurus nobilis L.*) esansiyel yağı, tohum yağı ve tohum yağının methanolik ekstraktının invitro antimikrobiyal ve antioksidan aktivitesini incelemişlerdir. Esansiyel yağların GC-MS analizinde 25 farklı bileşik tespit edilmiştir. Bu bileşiklerden başlıcaları 1.8-cineol (%44.72), a-terpinyl acetate (%12.95) ve sabinene (%12.82) olmuştur.

Özoğul ve ark (2010), vakum paketlenmiş 20 gün soğuk depolanan ($4 \pm 1^\circ\text{C}$) sardalyanın duyusal, biyokimyasal ve mikrobiyolojik kalitesinde farklı dozlardaki (%1 ve %2) biberiye ekstraktının etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonunda biberiye ekstraktının çiğ ve pişmiş sardalyanın duyusal kalitesi üzerine pozitif etki gösterdiği ve özellikle %1 biberiye ekstraktı ile muamele edilen grupların panelistler tarafından daha tercih edilebilir olduğu rapor edilmiştir. Biyokimyasal analiz sonuçlarında ise lipit oksidasyonunu kontrol altına almada %2 lik biberiye ekstraktı kullanımının daha etkili olduğu gözlenmiştir ($P < 0.05$).

Kenar ve ark (2010), $3 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de 20 gün vakum paketlenerek depolanan sardalyanın duyusal, kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesinde biberiye ve adaçayının antioksidan ve antimikrobiyal aktivitesini incelemişlerdir. Duyusal verilere göre sardalya filetolarının raf ömrü kontrol için 13 gün, adaçayı ve biberiye için 20 gün olarak bulunmasına karşın, mikrobiyolojik analiz sonuçları kontrol için 5 gün, biberiye ve adaçayı için 9 gün olmak üzere daha kısa raf ömrü göstermiştir. Mikrobiyolojik sonuçlar biberiye ve adaçayındaki doğal bileşiklerin depolama süresince balık etinde daha düşük bakteriyel gelişim sağladığını göstermiştir.

Ojagh ve ark (2010), tarçın yağı ile zenginleştirilen kitosan kaplamasının 16 günlük soğuk depolama süresince ($4 \pm 1^\circ\text{C}$) gökkuşağı alabalığının kalite parametreleri üzerine etkisini çalışmışlardır. Kaplama için kitosan solüsyonu (%2) ve kitosan ile tarçın yağı kombine solüsyonu (%2 kitosan + %1.5 tarçın yağı) kullanılmıştır. Mikrobiyolojik (toplam canlı sayımı, psikrotrofik sayımı), kimyasal (TVB-N, PV ve TBA) ve duyusal özellikleri incelenen balıklarda kitosan ve tarçın yağının kombine olarak kullanımının balığın tekstür, koku, renk ve genel kabul edilebilirliğinde herhangi bir önemli kayıp sağlamadığı gözlenmiştir. Muamele

grupları depolama sonuna kadar raf ömrünü koruduğu (16. gün) ancak kontrol grubunun 12 günlük bir raf ömrüne sahip olduğu bulunmuştur.

Pyrgotou ve ark. (2010) 4 °C’de 21 gün depolanan tuzlanmış, modifiye atmosfer paketlenmiş (45%CO₂/5%O₂/50%N₂) gökkuşağı alabalığı filetolarında kekik esansiyel yağının (% 0.2 ve %0.4) etkisini inceledikleri çalışmada kontrol grubundaki laktik asit bakteri, H₂S üreten bakteri (*Shewanella putrefaciens*’i içeren), Enterobacteriaceae ve Pseudomonas spp. sayılarının muamele grubuna kıyasla daha yüksek olduğunu saptamışlardır. Balık etinde TBA analizi bakımından depolama süresince lipit oksidasyonu gözlenmemesine rağmen, muamele grupları kontrol grubundan daha düşük TVB-N ve trimetilamin (TMA) değerlerine sahip olmuştur.

Frangos ve ark. (2010), 4 °C’de depolanan gökkuşağı alabalığı filetolarında paketlenmenin etkisi ile tuz, kekik esansiyel yağı ilavesinin etkilerini (%0.2 veya %0.4) incelemiştir. Normal atmosferde depolanan tuzlanmış ve tuzlanmamış balıktaki laktik asit bakteri, H₂S üreten bakteri, Pseudomonas spp. ve Enterobacteriaceae sayısı tuzlanmış, kekik yağı eklenmiş yada kekik yağı katkısız vakum paket koşullarında depolanan balıklardan daha yüksek düzeyde bulunmuştur. Depolamanın 6. gününden sonra vakum paket koşullarında depolanan balıklar normal atmosfer koşullarında depolanan balıklardan daha düşük TVB-N ve TMA değerlerine sahip olmuşlardır (P<0.05). Duyusal analiz sonuçlarına göre gökkuşağı alabalığının en uzun raf ömrü tuzlanmış, %0.2 kekik yağı eklenmiş vakum paketlenmiş alabalık (16-17 gün) ve sadece tuzlanmış vakum paketli örneklerde (14 gün) gözlenmiştir.

Özyurt ve ark (2011a), biberiye ekstraktı içeren buzda depolanan sardalyanın (*Sardinella aurita*) depolama süresince kalitesindeki değişimleri incelemişlerdir. Araştırma sonucunda geleneksel buzlama ile depolanan sardalya duyusal değerlendirmeye göre depolamanın 12. gününde reddedildiği, biberiye ekstraktı ile hazırlanmış buzda depolanan sardalyanın ise depolamanın 15. gününde reddedildiği bildirilmiştir. Duyusal değerlendirmeye göre %0.05 ve %0.1 biberiye ekstraktı ile hazırlanan buzda depolama sonucunda gruplar arasında önemli farklılıklar gözlemlenmiştir. Biberiye ekstraktı ile hazırlanan buzda depolamanın, geleneksel

buzlama ile depolamaya göre sardalyalarda raf ömrünü önemli ölçüde arttırdığını belirtmişlerdir.

Özyurt ve ark (2011b), 4 aylık donmuş depolama süresince (-18 °C) kızartma, fırın ve ızgara yöntemleri ile pişirilmiş çipuranın (*Sparus aurata*) oksidatif kalitesinde, biberiye ekstarktı katkısının etkisini incelemişlerdir. Çipuranın donmuş depolanması süresince FFA, peroksit sayısı ve TBA değerinde önemli artışlar gözlenmiştir. Biberiye ekstraktı uygulanan grupların kontrol grubuna nazaran daha düşük düzeyde peroksit sayısı ve TBA değeri içerdiği gözlenmiştir.

Pezeshk ve ark (2011), zerdeçal ekstraktı, arpacık soğanı ekstraktı ve bunların kombinasyonunun vakum paketlenmiş gökkuşağı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) 20 gün soğuk depolanması süresince (4 ± 1 °C) duyusal, kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesi üzerindeki etkilerini kontrol grubu saf su içerisinde, muamele grupları ise zerdeçal (%1.5), arpacık soğanı (%1.5) veya kombinasyonlarını (%1.5 zerdeçal + %1.5 arpacık soğanı) içeren solüsyon içerisinde 30 dk daldırmak suretiyle incelemişlerdir. Depolama süresince TBA değerinin tüm gruplar için 8 mg MA/kg'dan düşük kaldığı gözlenirken günlük depolama süresince toplam canlı sayımı muamele grupları için 6 log kob/g'ın altında kalmış, kontrol grubunda bu değer 20 günde 7.44 kob/g'a ulaşmıştır. Tekstür, koku, renk ve genel parametreler bakımından kontrol grubu 10 gün, zerdeçal veya arpacık soğanı ekstraktı ile muamele edilen balıklar 15 gün sonra red edilirken, kombine ekstrakt ile muamele edilen gruplar 20 günlük raf ömrüne sahip olmuştur.

Özoğul (2012), mersin bitkisi (*Myrtus communis*) ve defneden (*Laurus nobilis*) solvent ekstraksiyon yöntemi elde edilen doğal antioksidanların, vakum paketlenen yılan balığı (*Anguilla anguilla*) filetolarının 4°C'de depolanması süresince duyusal, kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesi üzerine etkileri araştırmıştır. Yılan balığı filetosunun raf ömrü kontrol grubunda 12 gün, defne ve mersin ile muamele edilen gruplarda ise sırasıyla 16 ve 20 gün olarak bulunmuştur. Bitki ekstraktı uygulaması TVB-N değerinde önemli düşüşlere yol açtığı ($p<005$) ve TBA değerinin depolama süresince tüm gruplarda 1.5 mg MA/kg'ın altında kaldığı saptanmıştır. Defne ekstraktının balık etindeki TBA değerini arttırdığı, mersin bitki ekstraktının ise lipid oksidasyonunu önemli düzeyde düşürdüğü gözlenmiştir.

Loodu ve ark (2013), elma kabuğu fenoliklerinin balık yağı oksidasyonuna karşı etkisini incelemişler ve elma kabuğu ekstaktının lipid oksidasyonunu önemli derecede inhibe ettiğini bildirmişlerdir.

2.3. Patates, Yer Elması, Şeker Pancarı ve Kırmızı Pancarın Antioksidan Olarak Kullanılması

2.3.1. Patates (*Solanum tuberosum*) Kabuğu

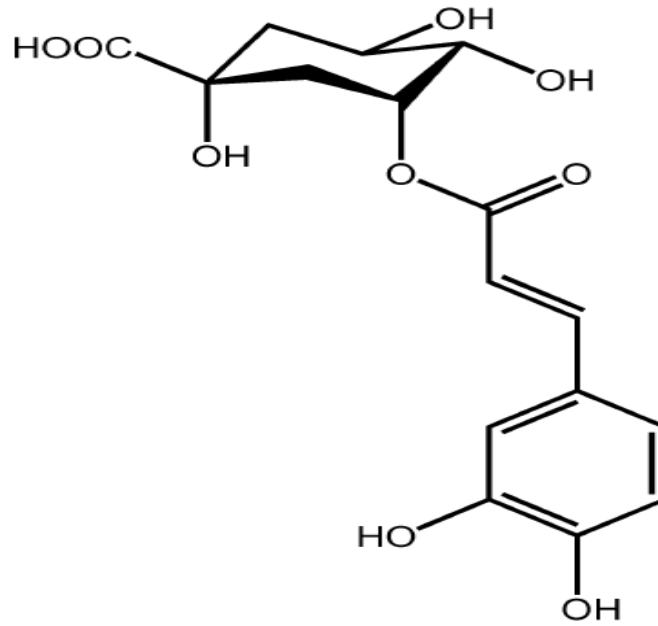


Resim 2.1. Kurutulmuş patates kabuğu

Patates (*Solanum tuberosum*), patlıcangiller (*Solanaceae*) familyasından yumruları yenen otsu bitki türüdür. Buğdaygillerden sonra insanların bitkisel kaynaklı beslenmesinde en önemli role sahip olan patates, ülkemizde hemen her şehirde üretilmekle birlikte özellikle Niğde, Nevşehir, Bolu, İzmir ve Afyon illerinde üretimin %60 tan fazlası gerçekleştirilmektedir (Yılmaz ve ark, 2006). Ülkemizdeki yıllık patates üretim miktarı 2012 TUIK verilerine göre 4,8 milyon tondur. Genel olarak atık ürün olarak ortaya çıkan ve kullanılmayan patates kabuğunda polifenol ve fenolik asitlerin bulunduğu ve bu fenolik asitlerin içinde en güçlülerinin prekatekuik,

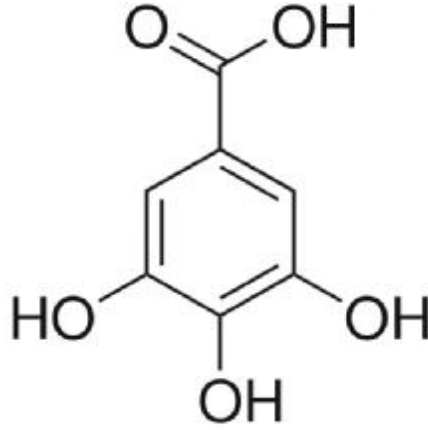
klorojenik ve kafeik asit olduğu bilinmektedir (Onyeneho ve ark, 1993). Patates kabuğunun antioksidan olarak kullanımı ile ilgili en eski çalışmalardan birinde De Sotillo ve ark. (1994), patates kabuğu ekstraktının BHA dan daha güçlü, fenolik asit karışımının ise BHA ya yakın antioksidatif etki gösterdiğini bildirmişlerdir. Renk ve lezzet gibi duyuşal analizler neticesinde bu ekstraktın antioksidan olarak kullanımında hiçbir sakınca olmadığını belirtmişlerdir.

Toma ve ark (1979), patates kabuğunun içeriğinde birçok önemli minerali barındırdığını özellikle iyi bir diyet lifi kaynağı olduğunu bildirmişlerdir. Habeebullah ve ark. (2010), ise patates kabuğunda klorojenik, gallik ve kafeik asit gibi fenolik asitlerin olduğunu bildirmişlerdir. Şekil 2.3, 2.4 ve 2.5 sırası ile klorojenik, gallik ve kafeik asitlerin yapısını göstermektedir.



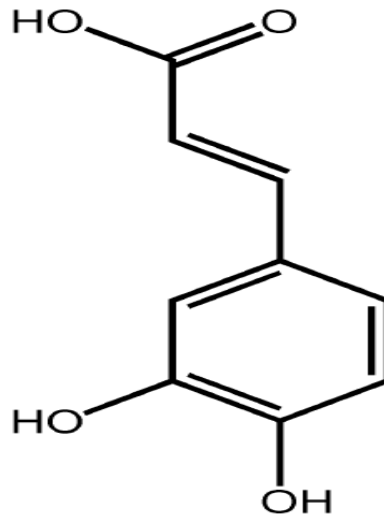
Şekil 2.3. Klorojenik asidin yapısı (Santos ve ark, 2006)

Klorojenik asit önemli bir hidroksisinamik asit türevi bileşiktir. Çiğ kahvenin acı tadını oluşturan başlıca bileşen klorojenik asittir. Çeşitli tattaki hazır kahvelerin yapımında klorojenik asidin eliminasyonu etkili olmaktadır (Wang ve ark, 2007). Klorojenik asit patatesin dışında birçok bitkide özellikle patlıcanda da yüksek miktarda bulunmaktadır (Winter ve Herrmann, 1986).



Şekil 2.4. Gallik asidin yapısı (Higdon ve Frei, 2010)

Diğer fenolik bileşikler gibi gallik asit de hücrelerin yapısını bozan serbest radikalleri nötralize eden önemli bir antioksidandır. Gallik asit gıda, ilaç ve kozmetik sektörlerinde lipid peroksidasyonu ve çürümenin neden olduğu bozulmaları engellemek için kullanılmaktadır (Curcio ve ark. 2009). Bunun yanında gallik asidin antimikrobiyal etkiye sahip olduğu da bilinmektedir (Strlic ve ark 2002). Yapılan çalışmalar gallik asidin birçok bitkinin yanı sıra soğan ve yaban turpunda yüksek oranda olduğunu göstermiştir (Scmidtlein ve Herrmann 1975a;Scmidtlein ve Herrmann 1975b).



Şekil 2.5. Kafeik asidin yapısı (Santos ve ark, 2006)

Torun ve Toy (2012), kafeik asidin immünomodülatör, antiproliferatif, antiviral, antiinflamatuvar, antioksidan, sitostatik, antibakteriyel, antifungal özellikte olan ve son yıllarda üzerinde yoğun çalışmalar yapılan bir molekül olduğunu bildirmiştir. Patateste yoğun olarak bulunan kafeik asit (3,4-dihidroksisinnamik asit; C₉H₈O₄) enzimatik esmerleşme reaksiyonundan sorumludur ve yüksek antioksidan etki gösterir (Chen ve Ho 1997).

Rehman ve ark (2004), patates kabuğu ekstraktlarının soya fasulyesi yağı üzerindeki doğal antioksidan etkilerini inceledikleri bir çalışmada ekstraksiyon için farklı organik solventler (etanol, metanol, aseton, hekzan, petrol eteri ve dietil eter) kullanmışlardır. Çalışmada en fazla patates kabuğu ekstraktı elde ettikleri solventin sırasıyla %21 ile petrol eteri, % 15,25 ile dietil eter ve % 14,75 ile metanol olduğunu tespit etmişlerdir. 60 günlük depolama süresince farklı oranlardaki patates kabuğu ekstraksiyonlarının yüksek düzeyde antioksidan aktivitesi sergiledikleri saptanmıştır. Aynı çalışmada sentetik antioksidanlardan BHA ve BHT ile patates kabuğu ekstraktının iodin değeri karşılaştırılmış, BHA ve BHT'nin iodin değerleri 80 ve 84 iken, patates kabuğu ekstaksiyonlarının iodin değerleri 69, 71 ve 77 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar soya fasülyesi yağının 60 günlük depolamasında sentetik antioksidanlardan BHA ve BHT'nin patates kabuğu ekstraktı ile eşit etkiye sahip olduğunu göstermiştir.

Mattila ve Hellström (2007), patates kabuğunun birçok önemli fenolik bileşik barındırmasına rağmen bu bileşiklerin en önemlisinin kafeik asit olduğunu bildirmişlerdir.

Singh ve Rajini (2008), oksidatif yıkıma karşı eritrosit üretiminde patates kabuğu ekstraktının etkilerini incelemişler ve patates kabuğu ekstaktının güçlü bir antioksidan olup eritrosit üretiminde oldukça etkili olduğu sonucuna varmışlardır. Yapılan analizler neticesinde patates kabuğu ekstraktının ana fenolik asitlerinin gallik asit, kafeik asit, klorojenik asit ve protokatekuik asit olduğunu, ayrıca toplam fenolik miktarının 3.93 mg/g toz seviyesinde olduğunu belirtmişlerdir. Patates kabuğu ekstraktındaki fenolik asit kompozisyonunu gallik asit (GA) 26.5 ± 0.2 , kafeik asit (CA) 38.6 ± 0.1 , protokatekuik asit (PCA) 18.8 ± 0.1 , klorojenik asit (CHA) 16.0 ± 0.2 şeklinde bulmuşlardır.

Farvin ve ark (2012), patates kabuğu ekstraktlarının kıyılmış istavrit balığı (*Trachurus trachurus*) etindeki doğal antioksidan etkisinin incelemiştir. Çalışmada iki farklı ekstraksiyon (su ve etanol) metodu kullanılmıştır. 5°C de 96 saat süren depolama sonucunda etanol ekstraksiyonunun yüksek oranda fenolik bileşik içerdiğini ve lipid / protein oksidasyonları üzerine oldukça etkili olduğu sonucuna varmışlardır. Su ekstraksiyonunun ise daha yüksek dozajda kullanılması durumunda daha iyi sonuçlar verdiği saptanmıştır. Patates kabuğunun toplam fenolik içeriği etanol kullanılarak yapılan ekstrakta 100 gr patates kabuğu için 68.7 ± 5.7 mg ve su kullanılarak yapılan ekstrakta ise 26.1 ± 0.5 mg olarak bulunmuştur. Aynı çalışmada patates kabuğunun toplam fenolik içeriğinin patatesin yetiştiği bölgeye, mevsime, renge ve depolama şartlarına göre değişebileceği belirtilmektedir.

Albishi ve ark (2013), çeşitli patates varyetelerinin fenolik bileşikleri ve antioksidan aktivitelerini inceledikleri bir çalışmada patates kabuklarının incelenen tüm varyetelerinde yüksek düzeyde fenolik bileşiğe ve antioksidan aktivitesine sahip olduğunu saptamışlardır. Aynı çalışmada patatesteki fenolik bileşenlerin %50 sinin kabuklarda lokalize olduğu ve fenolik bileşiklerin patates kabuğunda ne kadar fazla ise o kadar antioksidan aktivite gösterdiği bildirilmektedir.

Samarin ve ark (2012), 5 gramlık soya fasulyesi yağının 63 °C de 16 günlük depolama süresindeki antioksidan aktivitesini inceledikleri bir çalışmada patates kabuğu ekstraktının sentetik antioksidanlardan BHT ve BHA kadar iyi etki gösterdiğini, en fazla antioksidan özelliğin ise TBHQ tarafından gerçekleştirildiğini bildirmişlerdir. Aynı çalışmada patates kabuğundan elde edilen ekstrakt miktarını Çizelge 2.1 deki gibi bulmuşlar ancak en fazla oranda ekstrakt elde etme metodu olan ultrasonik suya nazaran metanol ile yapılan ekstraktlarda fenolik maddelerin daha fazla olduğunu belirtmişlerdir (Çizelge 2.2).

Weshahy ve ark (2013), iki farklı patates türünün kabuklarının antioksidan aktivitesini inceledikleri bir çalışmada patates kabuğunda depolama koşullarını pozitif etkileyecek düzeyde polifenolik bileşikler olduğunu bildirmişlerdir. İncelenen her iki patates kabuğunda da klorojenik asit ve kafeik asit miktarlarının oldukça yüksek düzeylerde olduğu saptanmıştır.

Çizelge 2.1. Patates kabuğu ekstrakt yöntemlerinin % verimlilik oranları (Samirin ve ark. 2012)

Ekstraksiyon Metodu- Solvent	Patates Kabuğu Ekstraktı (%)
Metanol	8.03±0.03
Ultrasonik Su	11.20±0.01
Ultrasonik Metanol	7.90±0.04
Ultrasonik Etanol	5.65±0.08
Ultrasonik Aseton	2.88±0.04
Ultrasonik Hekzan	1.00±0.01

Çizelge 2.2. Patates kabuğu ekstrakt yöntemlerine göre fenolik madde içerik oranları (Samirin ve ark., 2012)

Ekstraksiyon Metodu- Solvent	Fenolik Bileşen (µgGAE/gkurumadde)
Metanol	522.1±2.14
Ultrasonik Metanol	593.3±4.02
Ultrasonik Su	312.2±2.10
Ultrasonik Etanol	280.32±5.21
Ultrasonik Aseton	155.6±4.20
Ultrasonik Hekzan	0.00±0.00

2.3.2.Yer Elması (*Helianthus tuberosus*) Kabuğu

Yerelması (*Helianthus tuberosus*), papatyagiller ailesinden, ayçiçeğigiller (*Helianthus*) cinsinden, yenilebilir köksapları yumru durumunda olan bir bitkidir. Anayurdu Amerika olan ve on yedinci yüzyılda Avrupa'ya getirilen yer elması ülkemizde fazla bir ekonomik değere sahip olmamakla birlikte son yıllarda şeker hastalığı ve obeziteye iyi geldiğine dair çalışmalardan ötürü değerlendirilmeye başlamıştır. Resim 2.2 de kurutulmuş yer elması kabuklarının ekstraksiyondan önceki görünümü verilmektedir.



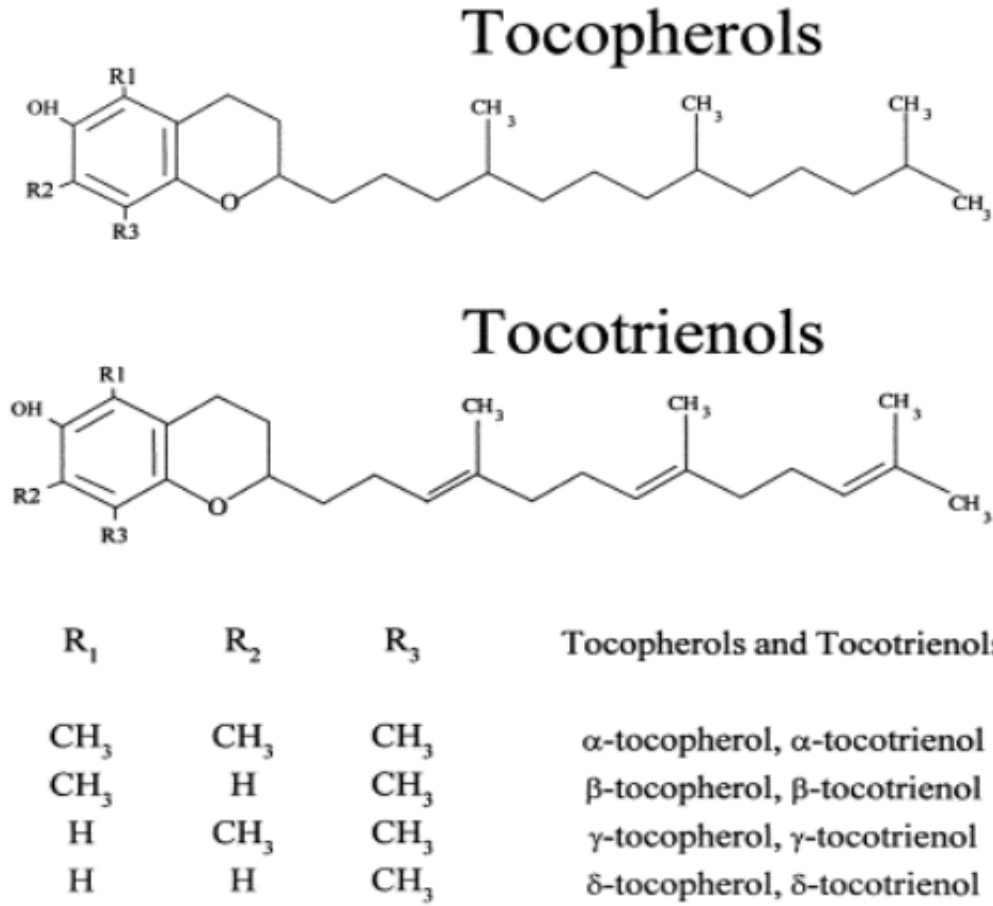
Resim 2.2. Kurutulmuş yer elması kabuğu

Teow ve ark (2007), farklı varyetelerdeki yer elması türlerinin antioksidan aktivitesi, fenolik ve beta karoten miktarlarını inceledikleri bir çalışma yapmışlar ve yer elmasında toplam fenolik bileşiklerin yüksek olmasından dolayı antioksidan olarak kullanılabileceği sonucuna ulaşmışlardır. Aynı çalışmada yer elmasının fenolik asit, antiosiyantinler, tokoferol ve beta karoten yönünden oldukça zengin olduğunu da belirtmişlerdir. Şekil 2.6 ve 2.7 de tokoferoller ve beta karotenin kimyasal yapıları verilmektedir.

Keser ve Bilal (2010), yaptıkları bir çalışmada yer elmasının inülin seviyesinin ticari olarak inülin üretilen hindiba bitkisi ile hemen hemen aynı seviyede olduğunu bildirmişlerdir. Aynı çalışmada inülin kaynağı olarak yer elması kullanılmış ve rasyona yapılan ilave neticesinde yemden yararlanma oranı artmıştır.

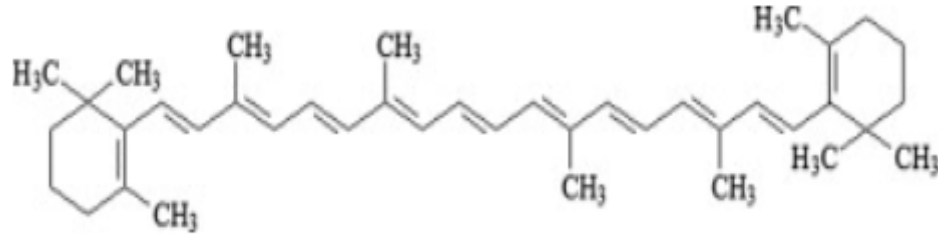
Sirisansaneeyakull (2006), yer elması yumrularından, iki yeni inülinaz üreten mikroorganizma izole etmişlerdir. Nişasta içermediği için kalorisi oldukça düşük olan yer elmasının son yıllarda yüksek inülin seviyesi nedeni ile popüleritesi artmaktadır.

Mastro ve ark (2004) yer elmasının farklı üretim tekniklerini denedikleri çalışmalarında ticari önemi oldukça yüksek olan inülinin en önemli kaynağının yer elması olduğunu belirtmişlerdir.



Şekil 2.6. Tokoferoller ve tokotrienolların izomerlerinin kimyasal yapısı (Schwenke, 2002)

Yer elmasında bulunan tokoferoller, tokoferol ve tokotrienoller olmak üzere iki sınıfa ayrılmaktadır ve en çok bilinen doğal antioksidandır (Blokina ve ark. 2003). Her iki grubun α, β, γ, δ olmak üzere 4 izomeri vardır (Yanishlieva 2001).



Şekil 2.7. Beta karotenin kimyasal yapısı (Ziyatdinova ve ark, 2012)

Mattila ve Hellström (2007), yer elmasının fenolik asitlerini inceledikleri bir çalışmada patatese göre daha az fenolik madde içermesine rağmen yer elmasının çözünebilen fenolik madde miktarının istenen düzeyde olduğunu bildirmişlerdir.

Aslan ve ark (2010), Türkiye’de diyabet ile ilgili bitkisel kaynaklı ilaç tedavilerinde kullanılan bazı bitkilerin antioksidan aktivitelerini inceledikleri bir çalışmada yer elması ekstraktının (*Helianthus tuberosus* L) böbrek dokusu TBARS seviyesini önleyici bir etki gösterdiği sonucuna varmışlardır.

Maloney ve ark (2012), yer elması kabuğundan protein ekstraksiyonu elde ettikleri bir çalışmada yer elması kabuğunun protein elde etmede önemli bir kaynak olabileceği sonucuna varmışlardır.

Chen ve ark (2013), endüstriyel üretimde kullanılan yer elması (*Helianthus tuberosus* L) yapraklarının fenolik ve antifungal aktivitelerini inceledikleri bir çalışmada ekstraktların meyve ve sebze depolamada oldukça önemli etki gösterdikleri, yer elması yapraklarında önemli düzeyde fenolik bileşiklerin olduğu sonucuna varmışlardır.

Yuan ve ark (2012), yer elması yapraklarındaki serbest radikal aktivitelerini inceledikleri çalışmalarında etil asetat fraksiyonunun en yüksek fenolik bileşiği içerdiğini bildirmişler ve yer elması kabuğundan 3-O-kafeoyquinic asit, kafeik asit, 3,5-dikafeoyquinik asit, 1,5-dikafeoylquinik asit, 4,5-dikafeoyquinik asit ve 3,5-dikafeoyquinik asit metil ether olmak üzere 6 farklı fenolik madde izole etmişlerdir.

2.3.3. Şeker Pancarı (*Beta vulgaris* L. var. *altissima*) Kabuğu

Şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.), *Chenopodiaceae* familyasından, iki yıllık, yazlık bir endüstri bitkisidir. Dünya’da tüketilen 110 milyon ton şekerin %63’ü şeker kamışından, %37’si ise şekerpancarından elde edilmektedir (Koç, 1999). Ülkemizde TUIK (2013) verilerine göre yıllık şeker pancarı üretim miktarı 16 milyon tondur. Resim 2.3’de kurutulmuş şeker pancarı kabuğunun görünümü verilmiştir.



Resim 2.3. Kurutulmuş şeker pancarı kabuğu

Kahkonen ve ark (1999), bazı bitki ekstraktlarının fenolik bileşikleri ve antioksidan aktivitelerini inceledikleri bir çalışmada patates kabuğunun ve şeker pancarı kabuğunun yüksek antioksidan etki gösterdiğini bildirmişlerdir. Aynı çalışmada şeker pancarının (*Beta vulgaris altissima*) toplam fenolik bileşiklerinin patates (*Solanum tuberosum*, *Rosamunda*) ile hemen hemen aynı olduğu görülmektedir.

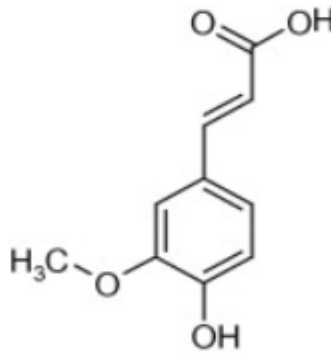
Sakac ve ark (2004), şeker pancarı posasının etanol ekstraktının antioksidan etkisini inceledikleri çalışmalarında şekil 2.8, 2.9 ve 2.10 da kimyasal yapıları verilen

ferulik, gentisik and p-coumarik asit gibi antioksidan etkileri olan predominant asitler olduğunu bildirmişlerdir. Aynı çalışmada ferulik asit, gentisik asit ve p-coumarik asit miktarlarının mg/kg oranları sırasıyla Çizelge 2.3 deki gibi bulunmuştur.

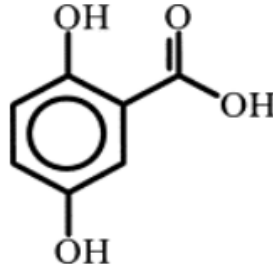
Çizelge 2.3. Etanol kullanılarak elde edilen şeker pancarı posası ekstraktının fenolik madde içerik oranları (Sakac ve ark. 2004)

Etken Madde	İçerik (mg/kg)
Protocatechuic acid	0.00
Gentisic acid	2.954
Chlorogenic acid	1.375
Caffeic acid	0.063
Ferulic acid	5.983
Cinnamic acid	1.487
p-Coumaric acid	3.039

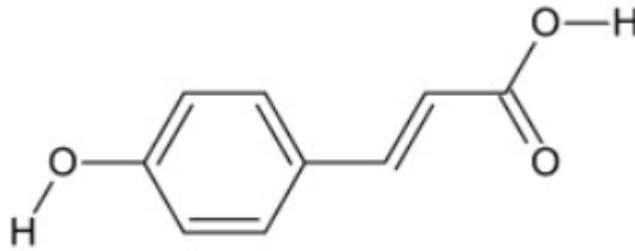
Mohdaly ve ark (2010), yaptıkları bir çalışmada patates kabuğu ve şeker pancarı posası ekstraktlarının bitkisel yağ üretimindeki antioksidan aktivitelerini incelemişlerdir. TBHQ, BHT ve BHA gibi sentetik antioksidanlar ile karşılaştırılmalı olarak yapılan çalışmada patates kabuğu ve pancar posası ekstraktından elde edilen doğal antioksidanların sentetik antioksidanlar kadar etkili olduğu, oksidatif kararlılıkta patates kabuğu ekstraktının BHT ve BHA'dan, şeker pancarı posasının ise BHA'dan daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır.



Şekil 2.8. Ferulik asidin kimyasal yapısı (Mancusa ve Santangelo, 2014)



Şekil 2.9. Gentisik asidin kimyasal yapısı (Bian ve ark, 2003)



Şekil 2.10. P-coumarik asidin kimyasal yapısı (Cunha ve ark, 2012)

Mohdaly ve ark (2013), patates, şeker pancarı ve susam ekstraktlarının fenolik bileşiklerindeki değişimlerin ekstraksiyon metodlarına göre farklılıklarını inceledikleri çalışmada metanol kullanılarak yapılan ekstraksiyonlardaki fenolik bileşik miktarlarının daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada patatesin ve şeker pancarının toplam fenolik içerikleri metanol ekstraktından sonra en fazla oranda etanol ekstraktında çıkmıştır.

2.3.4. Kırmızı Pancar (*Beta vulgaris* L. var. *conditiva*) Kabuğu

Kırmızı pancar, *Amaranthaceae* ailesine ait çiçekli bir bitkidir. Ülkemizde TUIK (2013) verilerine göre kırmızı pancar üretimi 7 tonun üzerindedir. Resim 2.4.'de kurutulmuş kırmızı pancar kabuğunun görünümü verilmiştir.

Kırmızı pancarın önemli bileşenleri arasında B vitaminleri (B1, B2, B3, B6) ve özellikle folik asit gösterilebilir (Maria ve ark, 2012). Kırmızı pancarın çözünebilen ve hücre duvarından geçebilen başlıca fenoliği betalainlerdir (Schwartz ve ark, 1990). Zaten betalain ismi ilk olarak ekstrakte edildiği kırmızı pancarın Latince ismi olan *Beta vulgaris*'ten gelmektedir. Şekil 2.11 de önemli betalainlerin kimyasal

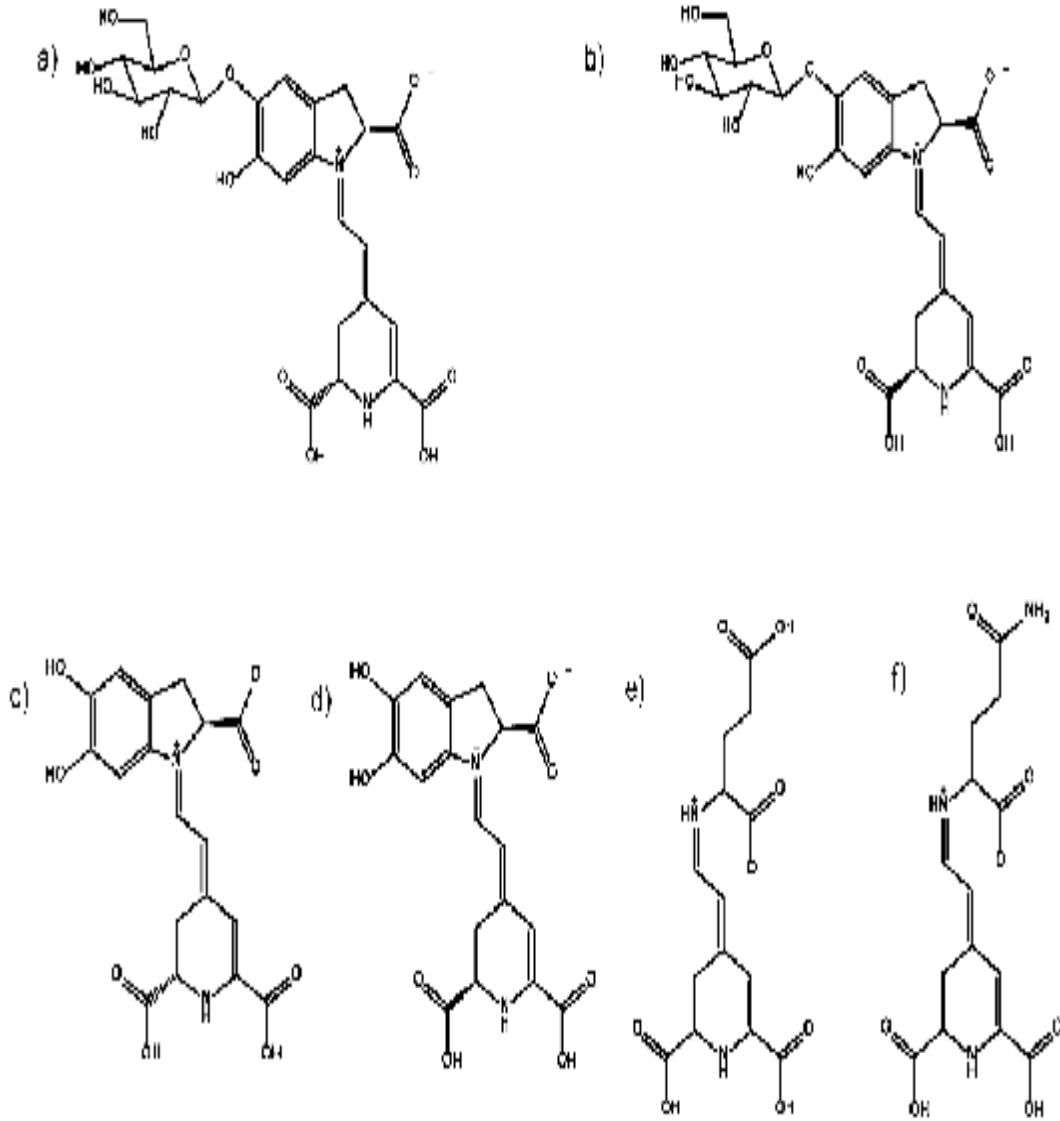
yapıları verilmiştir. Betalainler dışında kırmızı pancar bitki fenoliklerinden ferulik asit içermektedir (Stahl ve ark, 2002).



Resim 2.4. Kurutulmuş kırmızı pancar kabuğu

Kahkonen ve ark (1999), kırmızı ve şeker pancarı kabuklarının antioksidan aktivitelerini inceledikleri bir çalışmada her iki pancar türünün kabuklarında da yüksek düzeyde fenolik madde olduğu sonucunda varmışlardır.

Kujala ve ark (2000) pancardaki toplam fenolik içeriğinin %50 sinin yapraklarda, %37 sinin taç kısmında ve %13 ünün etli kısımda olduğunu bildirmişlerdir. Aynı çalışmada kabuk kısmının %54 oranında betalain içerdiği de bildirilmiştir. Bu çalışmada kırmızı pancar kabuğundan betanin, prebetanin, isobetanin ve neobetanin gibi önemli betasiyaninler ile p-coumarik asit ve ferulik asit gibi çeşitli fenolik maddeleri izole etmişlerdir. Çalışmada farklı ekstrakt metodlarının etkilerini de incelemişler ve bitki ekstraktının ekstrakt metodu bitkinin yaşı ya da hastalık durumuna göre değişiklik gösterebileceğini belirtmişlerdir.



Şekil 2.11. Önemli betalainlerin kimyasal yapısı: betanin (a), isobetanin (b), betanidin (c), isobetanidin (d), vulgaxanthin 1 (e) vulgaxanthin 2(f). (Roemmelt ve ark, 2014)

Delgado-Vargas ve ark (2000), kırmızı pancardaki betalainler ve diğer fenolik maddelerin lipidlerdeki oksidatif hasarı önlediklerini ve insanlarda özellikle kanser ve kardiyovasküler hastalıklara karşı önemli etkilere sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Strack ve ark (2003), yaptıkları çalışmada betalainin en önemli kaynağının kırmızı pancar (*Beta vulgaris*) olduğunu belirtmişlerdir. Aynı şekilde (Degenhardt ve Winterhalter, 2001), kırmızı pancardan betalain izole etmişlerdir.

Slavov ve ark (2013), kırmızı pancar suyunun antioksidan aktivitesini inceledikleri bir çalışmada kırmızı pancarın yüksek düzeyde betalain içerdiğini bildirmişlerdir. Betalain pigment karışımları kozmetik, gıda ve ilaç sanayinde doğal bir katkı maddesi olarak kullanılmaktadır (Dörnenburg ve Knorr, 1996).

Yüksek antioksidan kaynağına sahip olan kırmızı pancar yaşa bağlı olan hastalıkların önlenmesinde de oldukça etkilidir (Kavitha ve ark, 2013). Servikal yumurtalık ve mesane kanserini inhibe eden betasiyaninler (Zou ve ark, 2005) antioksidan aktivite de sergilemektedirler (Escribano ve ark, 1998).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Bitki Kabukları

Bu çalışmada bitki kabukları ticari olarak temin edilen patates (*Solanum tuberosum*), yer elması (*Helianthus tuberosus*), şeker pancarı (*Beta vulgaris* L. var. altissima) ve kırmızı pancar (*Beta vulgaris* L. var. conditiva) bitki kabukları kullanılmıştır (Resim 3.1).



Resim 3.1. Şeker pancarı, kırmızı pancar, yer elması ve patates kabuklarının görünümleri

3.1.2. Balık

Bu çalışmada balık materyali olarak Niğde ilinin Çamardı ilçesinde bulunan bir alabalık üretim tesisinde üretilen, 248.976 ± 2.72 g ağırlığında 27.21 ± 1.32 cm uzunluğunda gökkuşağı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*) kullanılmıştır.

(21.11.2013) tarihinde yakalandıktan sonra buz içerisinde muhafaza edilip Su Ürünleri Fakültesi İşleme Laboratuvarına getirilmiş olup, aynı gün filetoları çıkarılmıştır.



Resim 3.2. Gökkuşığı alabalıklarının (*Oncorhynchus mykiss*) fileto öncesi ve sonrasının görünümü

3.2. Metot

Balıklar yakalandıkları gün buz içerisinde Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İşleme Laboratuvarına getirilip, aynı gün filetoları çıkartılıp % 0.1 oranında patates, yer elması, şeker pancarı ve kırmızı pancar kabuğu ekstraktı ilave edilmiş buz ile muamele edilmiştir. Kontrol grubu içinse, balıklara geleneksel buz kullanılmıştır. Balıklar strafor kutulara alınarak beş grup halinde buzdolabında depolanmıştır (3 ± 1 C). Balık buz oranı (2/1) olmuştur. Buzdolabında depolanan balık filetoları daha sonra bozulmaya bağlı olarak 0. günden itibaren 4, 7, 11, 14, 18. 21 ve 25. günlerde duysal, kimyasal ve mikrobiyolojik analizleri yapılmış, bu analizler balık bozuluncaya kadar yani insan tüketimi için uygun olmayana kadar devam etmiştir.

3.2.1. Bitkilerden Doğal Antioksidan Ekstraksiyonu

Bitkilerden doğal antioksidan ekstresi elde etmek amacıyla su buharı distilasyonu ile esansiyel yağlarından arındırılma yöntemi denenmiş ancak bitki kabuklarında yağ olmadığı için solvent ekstraksiyon yöntemi kullanılmıştır. Ekstraksiyon 2000 ml hacimli geri soğutmalı ekstraktörde gerçekleştirilmiştir. 200 g öğütülmüş bitki üzerine 1000 ml etanol konularak 60 °C’de 2 saat boyunca clavenger cihazında kaynatılmıştır. Elde edilen ekstrakt filtre kâğıdından süzülerek ayrı bir kaba konulmuştur. Ardından tekrar 1000 ml etanol eklenerek aynı ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Daha sonra ekstraktlar birleştirilerek 60 °C 30 dakika boyunca 40 gr aktif karbon ile ağartma işlemi gerçekleştirilmiştir. Karbon kısmını ayırmak için filtre edildikten sonra evaporatörde (Heidolph, 2000) etanol uçurularak doğal antioksidan ekstraktı elde edilmiştir (Chen ve ark, 1992).

Elde edilen antioksidan ekstraktları küçük cam kaplarda hava almayacak şekilde sıkıca kapatılarak -18°C’de saklanmıştır.



Resim 3.3. Clavenger aparatının genel görünümü

3.2.2. Bitkisel Ekstrakt İçeren Buz Hazırlanması

Otoklavda ve UV ünitesinde sterilize edilen saf su kontrol grubunda direkt olarak steril buz poşetine dökülerek, bitkisel ekstrakt gruplarında ise steril suda bitki ekstraktlarının çözündürülmesi ile buz poşetine eklenmiştir (Resim 3.4). %0.1 oranında ekstrakt eklenen karışımlar dondurulmak üzere -18°C ye konmuştur. Bitkisel ekstrakt ilave edilmiş buzların görünüşleri Resim 3.5, 3.6, 3.7 ve 3.8'deki gibidir.



Resim 3.4. Bitkisel ekstrakt gruplarının steril su içerisinde çözündürülmesi



Resim 3.5. Patates kabuğu ekstraktı ilave edilmiş buz



Resim 3.6. Yer elması kabuğu ekstraktı ilave edilmiş buz



Resim 3.7. Şeker Pancarı kabuğu ekstraktı ilave edilmiş buz



Resim 3.8. Kırmızı Pancar kabuğu ekstraktı ilave edilmiş buz

3.2.3. Balığa Bitkisel Ekstrakt İlave Edilmiş Buz Uygulanması ve Depolama Koşulları

Baş ve iç organları temizlendikten sonra gökkuşağı alabalığının derisi alınmadan fileto haline getirilmiştir. Filetolar 5 gruba ayrılmıştır. Kontrol grubu strafor kutu içerisine alınarak hiçbir ekstrakt ilave edilmemiş steril buz konarak muhafaza edilmiştir (Resim 3.9). Diğer gruplar (muamele grupları) ise antioksidan ekstraktı içeren buzla kaplanarak strafor kutularda depolanmışlardır (Resim 3.10, Resim 3.11, Resim 3.12, Resim 3.13). Analiz süresince buzların erimesine bağlı olarak tüm gruplara buz ilavesi yapılmıştır. Balık etine ekstrakt ilaveli buz uygulanması Özyurt ve ark. (2011a) yöntemine göre yapılmıştır.



Resim 3.9. Geleneksel buz ilaveli kontrol grubu gökkuşağı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) görünümü



Resim 3.10. Patates kabuğu ekstraktı eklenmiş buzdaki gökkuşığı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) görünümü



Resim 3.11. Yer elması kabuğu ekstraktı eklenmiş buzdaki gökkuşığı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) görünümü



Resim 3.12. Şeker pancarı kabuğu ekstraktı eklenmiş buzdaki gökkuşağı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) görünümü



Resim 3.13. Kırmızı pancar kabuğu ekstraktı eklenmiş buzdaki gökkuşağı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) görünümü

3.2.4. Biyokimyasal Kompozisyon Analizleri

Araştırmada, alabalıkların buzda depolama öncesinde kuru madde, ham kül, ham protein, lipit ve yağ asitleri kompozisyonları analiz edilmiştir. Balıklar depolamanın 0, 4, 7, 11, 14, 18, 21, 25. günlerinde yağ asitleri analizleri yapılmıştır. Analiz öncesinde filetolar kıyılarak homojenize edilmiş ve tüm analizler en az 3 paralel olarak uygulanmıştır.

3.2.4.1. Ham Kül Analizi

Ham kül tayini yakma metoduyla (metod 920.153) belirlenerek % kül oranı saptandı (AOAC, 2002). Analizde kullanılan porselen krozeler ilk önce 103 °C’de 2 saat süreyle etüvde kurutulup daha sonra desikatörde soğutulduktan sonra 0.1 mg duyarlı hassas terazide daraları alınmıştır. Krozeler içerisine homojenize edilmiş örnekten 3-5 g tartılıp bu örnekler 4 saat 550 °C’de rengi açık gri oluncaya kadar yakılmış ve ardından desikatör içerisinde oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra, hassas terazide tartılmıştır (AOAC, 1990). Örneğe ait % ham kül sonuçları aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\text{Ham Kül (\%)} = \frac{[\text{Dara (g)} + \text{Ham Kül(g)}] - \text{Dara(g)} \times 100}{\text{Örnek Miktarı (g)}}$$

3.2.4.2. Ham Protein Analizi

Çalışmada incelenen örneklerin % ham protein miktarları mikrokjeldahl yöntemine (metod 928.08) göre belirlendi (AOAC, 2002). Kjeldahl tüpleri içerisindeki 1 g homojenize edilmiş örnek üzerine, 2 adet kjeldahl katalizör tablet (Merck, TP826558) ve 20 mL H₂SO₄ eklenerek yakma ünitesinde örnekler yeşil-sarı saydam bir renk alana kadar yaklaşık 2-3 saat yakılmıştır. Oda sıcaklığına geldikten

sonra örneğin bulunduğu tüp içerisine 75 mL distile su eklenmiştir. 25 mL %40' lık borik asit (H₃BO₃) solüsyonu eklenen erlen ile, kjeldahl tüpleri kjeldahl distilasyon cihazına yerleştirilerek %40' lık NaOH ile 6 dakika distilasyon işlemi yapılmıştır. Kjeldahl cihazından alınan erlen içerisindeki solüsyon 0.1 M HCl ile rengi şeffaf olana kadar titre edilmiştir. Sarf edilen HCl miktarı kaydedilerek, aşağıdaki formül yardımıyla protein miktarları hesaplanmıştır.

$$\%N = \frac{14.1 \times (A-B) \times M}{g \times 10} \times 100$$

$$\% \text{ Protein} = \%N \times 6.25$$

A: Örnek için sarf edilen HCl miktarı

B: Kör için sarf edilen HCl miktarı

M: Asit molaritesi

g: Örnek miktarı

3.2.4.3. Lipit Analizi

Lipit analizi Bligh ve Dyer (1959)'in geliştirdiği yöntemle göre yapılmıştır. 15 g homojenize edilmiş örnek üzerine 120 mL metanol/kloroform (1/2) eklendikten sonra ultraturaks ile karıştırılmıştır. Daha sonra bu örnekler üzerine 20 mL %0.4'lük CaCl₂ solüsyonundan eklenerek süzme kağıdından (Scheicher&Schuell, 5951/2 185 mm) süzülen örnekler, 105 °C'de 2 saat etüvde bekletildikten sonra darası alınmış olan balon jojelere süzdürülmüştür. Bu balonlar ağızları hava almayacak şekilde kapatılıp 1 gece karanlık bir ortamda bekletilmiş ve ertesi gün metanol-sudan oluşan üst tabaka bir ayırma hunisi yardımıyla alınmıştır. Balonların içinde kalan kloroform-lipit kısmından kloroform 60 °C'de su banyosunda rotary evaporatör kullanılarak uçurulmuştur. Daha sonra balonlar etüvde 1 saat süreyle 90 °C'de bekletilerek

içerisindeki kloroformun tamamının uçması sağlanmış ve bir desikatör içerisinde oda sıcaklığına kadar soğutulup 0.1 mg duyarlı hassas terazide tartılmıştır. Lipit oranının hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$\text{Lipit miktarı (\%)} = \frac{[\text{Balon Darası(g)} + \text{Lipit(g)}] - [\text{Balon Darası (g)}] \times 100}{\text{Örnek Miktarı (g)}}$$

3.2.4.4. Nem Analizi

Nem analizi AOAC (1990)'in uyguladığı yöntem esas alınarak yapılmıştır. Petri kutuları etüvde 105°C'de 1 saat süreyle kurtulmuş ve desikatörde 30 dakika süreyle soğutulduktan sonra 0.1mg duyarlı hassas terazide darası alınmıştır. Daha sonra homojenize edilmiş örnekten darası alınan petrilere yaklaşık 4-5g koyularak sabit bir ağırlığa ulaşana kadar (8 saat) kurutulmuştur. Bu işlemin ardından oda sıcaklığına kadar soğumaları için desikatöre yerleştirilmiş ve 0.1mg duyarlı hassas terazide tartılarak sonuçlar kaydedilmiştir. Analiz sonucunda örneğe ait nem miktarı aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\% \text{Nem miktarı} = \frac{\text{İlk Tartım} - \text{Son Tartım} \times 100}{\text{Örnek Miktarı (g)}}$$

3.2.4.5. Yağ Asitleri Analizi

Eksrakte edilmiş lipitten, yağ asidi metil esterleri Ichibara ve ark. (1996) metoduna göre yapılmıştır. 25 mg eksrakte edilmiş yağ örneği üzerine 4ml 2M'lık KOH ve 2ml n-heptan ilave edilmiştir. Daha sonra oda sıcaklığında 2 dakika vortekste karıştırılmış ve 4000 rpm' de 10 dakika süreyle santrifüj edilmiş ve heptan tabakası GC'de analiz için alınmıştır.



Resim 3.14. Gaz kromatografisi genel görünümü

Yağ asitleri kompozisyonu alev iyonizasyon dedektörlü (FID) ve 30m x 0.32mm ID x 0.25µm film kalınlığında SGE kolonlu otomatik örneklemeli (Perkin Emler, USA) GC (Gaz kromatografik) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Enjektör ve detektör sıcaklıkları sırasıyla önce 220 °C sonra 280 °C' ye ayarlanmıştır. Bu esnada fırın sıcaklığı 5 dakikada 140 °C'de tutulmuştur. Sonrasında 200 °C'ye kadar, her dakika 4 °C arttırılarak, 200 °C'den 220'ye de her dakika 1°C arttırılarak getirilmiştir. Örnek miktarı 1ml olup, taşıyıcı gazı kontrolü 16 ps'de olması sağlanmıştır. Split uygulaması 1:50 oranında gerçekleştirilmiştir. Yağ asitleri standart 37 bileşenden oluşan FAME karışımının gelme zamanlarına bağlı olarak karşılaştırılmasıyla tanımlanmıştır. Aynı şekilde yapılan iki GC analiz sonuçları $\pm$ standart sapma değerleri ile % olarak GC bölümünde ifade edilmiştir.

3.2.5. Kalite Kontrol Analizleri

Araştırmada, patates, yer elması, şeker pancarı ve kırmızı pancar kabuğu ekstraktı ilave edilmiş buzda depolanan alabalıklarda depolamanın 0, 4, 7, 11, 14, 18, 21, 25. günlerinde kalite ile ilgili değişimler incelenmiştir. Bu amaçla filetolar kıyılarak homojenize edilmiş ve Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N), Tiyobarbitürik

Asit (TBA) Sayısı, Peroksit Sayısı (PV) ve Serbest Yağ Asitleri (FFA) analizleri yapılmış. Tüm örnekler en az 3 paralelli olarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.5.1. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Analizi

Antonocoppoulus (1973)'ün uyguladığı yöntemle göre yapılmıştır. Uygulanan yöntemde homojenize edilmiş 10g örnek alınarak Kjeldahl aleti tüplerine aktarılmıştır. Daha sonra örneğin üzerine 2 g MgO ve 100 ml distile su eklenmiştir. 250 ml'lik erlenler içerisinde ise 100 ml su ve 10 ml %3'lük borik asit ve 7-8 damla Taşıro indikatörü eklenmiştir. Bu işlemten sonra tüp ve erlen Kjeldahl cihazına yerleştirilerek erlen içerisinde 200 ml destilat elde edilene kadar destilasyon yapılmıştır. Elde edilen destilat 0.1 N'lik HCl asit ile mevcut rengin pembemsi renge döndüğü noktaya kadar titre edilmiştir. TVB-N miktarının hesaplanması aşağıdaki formüle göre yapılmıştır.

$$\text{TVB-N mg/100g} = \frac{\text{Harcanan 0.1 N Asit Miktarı (ml)} \times 1.4 \times 100}{\text{Örnek Miktarı (g)}}$$

3.2.5.2. Tiyobarbitürik Asit (TBA) Sayısı Analizi

Tarladgis ve ark. (1960)'nın uyguladığı yöntemle göre yapılmıştır. Bu amaçla homojenize edilmiş örnekten 10 g örnek 0.1 mg duyarlı hassas terazide tartılarak, Kjeldahl cihazının tüplerine aktarılmıştır. Daha sonra örneğin üzerine 97.5 ml distile su ve 2.5 ml (1:2)'lik HCl çözeltisi ilave edilerek destilasyon işlemine geçilmiş ve 200ml destilat elde edilinceye kadar kaynatılmaya devam edilmiştir. Kaynatma işleminin sona ermesinin ardından destilat karıştırılarak, 5 ml' si cam kapaklı deney tüpüne yerleştirilmiş ve üzerine de %90'lık 100 ml glasiel asetik asit içerisinde 0.2883 g çözdürülmüş 5 ml TBA reaktifi ilave edilerek tüpün kapağı kapatılıp, bir vorteks kullanılarak karıştırılmıştır. Kör için ise bir başka deney tüpüne 5 ml TBA

reaktifi ve 5 ml distile su ilave edilerek kapağı kapatılıp yine vorteksle karıştırıldıktan sonra, tüpler kaynayan su banyosunda 35 dakika tutulup, soğumaya bırakılmıştır.

Daha sonra spektrofotometre tüplerine aktarılarak 538nm dalga boyunda köre karşı, optik dansitesi okunmuştur. Elde edilen dansite değeri ise 7.8 ile çarpılarak 1000 g örnekteki mevcut malonaldehit miktarı mg olarak saptanmıştır (Varlık ve ark. 1993).

3.2.5.3. Peroksit Sayısı

Peroksit değeri AOAS (1994)'a göre gerçekleştirilmiştir. Ekstrakte edilmiş 1gr lipit örneği üzerine 20 ml kloroform ilave edilmiş ardından, 50ml asetik asit:kloroform (60:40) çözeltisi ilave edilerek lipit tamamen çözülene kadar çalkalanmıştır. Lipidi çözme işleminin ardından 1ml, doymuş potasyum iyodür ilave edilerek, 20 saniye gibi bir süre döndürerek çalkalama işleminin ardından karanlık bir ortamda 30 dakika bekletilmiştir. Daha sonra 100ml distile su ilave edilip ardından %1'lik nişasta solüsyonundan 4-5 damla damlatılıp berrak renk oluşana kadar 0,002 M'lık sodyum tiyosülfatla titre edilmiştir. Aynı uygulama lipit olmaksızın kör içinde yapılmıştır. Hesaplama ise aşağıdaki formül yardımıyla gerçekleştirilmiştir.

$$\text{Peroksit Sayısı} = \frac{2(C-B)}{W} \quad \text{meq O}_2/\text{kg}$$

C: Harcanan 0.002 M'lık sodyum tiyosülfat (ml cinsinden)

B: Kör için harcanan 0.002 M'lık sodyum tiyosülfat (ml cinsinden)

W: Örnek Ağırlığı

3.2.5.4. Serbest Yağ Asitleri Analizi

Serbest yağ asit analizi AOAS (1994) metoduna göre belirlenmiştir. Önceden ekstrakte edilmiş lipitten 0,5 g örnek tartılarak, dietileter:ethanol (25:25 ml oranında)

içerisinde çözündürülmüştür. Daha sonra 1ml %1'lik fenolftalein indikatörü ilave edilmiştir. Elde edilen bu karışım 0.1 M'lık sodyum hidroksit ile kalıcı pembe renk oluşuna kadar (en az 15 saniye) titre edilmiştir. Aynı işlemler yağ kullanmadan kör deneme için tekrarlanır. %'de serbest asit miktarı oleik asit cinsinden aşağıdaki formül yardımıyla hesap edilmiştir.

$$\% \text{ Serbest Yağ Asiti} = (C-B) \times 2,805 / W$$

C: Harcanan 0.1M'lık NaOH miktarı ml cinsinden

B: Kör için harcanan 0.1M'lık NaOH miktarı ml cinsinden

W: Örnek ağırlığı

2.805: Dönüşüm faktörü

3.2.5.5. pH Analizi

Balık etindeki pH değişimleri Santos ve ark. (1981) yöntemine göre yapılmış ve dijital bir pH metre (WTW 315i pH Meter; Weilheim, Germany) kullanılarak analiz edilmiştir. 5 g balık örneği alınarak 50 mL saf su içerisinde (1/10) 5 dk karıştırılmıştır. pH metre bu solüsyona daldırılarak balık etinin pH'ı ölçülmüştür.

3.2.6. Duyusal Analiz

3.2.6.1. Çiğ Gökkuşığı Alabalığındaki Duyusal Analiz

Balığın çiğ olarak duyusal değerlendirilmesi, Bonilla (2007) tarafından morina balığı için önerilen modifiye edilmiş Kalite İndeks Metoduna (QIM) göre yapılmıştır. Her değerlendirme minimum 5 deneyimli panelist tarafından yürütülmüştür. QIM şeması toplam 17 puan olmak üzere 9 parametreden oluşmaktadır (Çizelge 3.1). Her bir parametre için 0 çok taze balık etini gösterirken, daha yüksek puanlar daha düşük kaliteyi belirtmiştir. Bu sistemde 0 çok taze balığı verirken, giderek artan değerler balığın depolama süresiyle bağlantılı olarak bozulduğunu göstermiştir.

Çizelge 3.1. Gökkuşığı alabalığı için modifiye edilmiş kalite indeks metodu (Bonilla, 2007)

Kalite parametreleri		Tanımlama	Kontrol	Şeker Pancarı	Yer Elması	Kırmızı Pancar	Patates
Deri	Parlaklık	Yanardöner	0	0	0	0	0
		Hafif mat	1	1	1	1	1
		Mat	2	2	2	2	2
	Mukus	Az ve Saydam	0	0	0	0	0
		Çok ve Sarımsı	1	1	1	1	1
Et	Tekstür	Sert	0	0	0	0	0
		Hafif yumuşak	1	1	1	1	1
		Çok yumuşak	2	2	2	2	2
	Mukus	Az ve saydam	0	0	0	0	0
		Çok ve hafif sarımsı	1	1	1	1	1
		Az ve koyu sarı	2	2	2	2	2
	Su	Su sızıntısı yok	0	0	0	0	0
		Su sızıntısı var	1	1	1	1	1

Çizelge 3.1. Devamı

	Koku	Taze ve nötral Yosunumsu Ekşimiş süt Asetik ve amonyak kokusu	0 1 2 3	0 1 2 3	0 1 2 3	0 1 2 3	0 1 2 3
	Renk	Beyaz ve kahverengi Sarımsı ve koyu kahverengi	0 1	0 1	0 1	0 1	0 1
	Parlaklık	Saydam Mat	0 1	0 1	0 1	0 1	0 1
	Parçalanma durumu	Yok Hafif parçalanmış Biraz parçalanmış Yoğun parçalanmış	0 1 2 3	0 1 2 3	0 1 2 3	0 1 2 3	0 1 2 3
	Ekstrakt kokusu	Yok Hissedilir Yoğun	0 1 2	0 1 2	0 1 2	0 1 2	0 1 2

Bu balık filetosunu satın alırmıydınız?

Evet

Hayır

3.2.6.2. Pişmiş Gökkuşığı Alabalığındaki Duyusal Analiz

Pişmiş alabalık filetolarının duyusal değerlendirilmesi (Paulus ve ark., 1979) hedonik skalaya göre yapılmıştır (Çizelge 3. 2). Pişmiş alabalık filetoları, deneyimli 5 panelist tarafından değerlendirilmiştir. Duyusal özellikler 9'dan ≥ 3 'e kadar olan tanımlayıcı kriterler ile değerlendirmiştir. 9 tamamen taze balığı, ≥ 3 ise tamamen bozulmuş balığı göstermiştir. Balık filetoları yaklaşık 5 dakika mikrodalga fırında (450 w) pişirildikten hemen sonra panelistlere sunulmuştur.

Çizelge 3.2. Pişmiş gökkuşağı alabalığı için kullanılan hedonoik skala

	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	Çok iyi	Oldukça İyi	İyi	Biraz İyi	Yorumsuz	Biraz kötü	Kötü	Oldukça Kötü	Çok kötü
Renk									
Koku									
Lezzet									
Doku Yapısı									
Genel Kabul Edilebilirlik									

3.2.7. Mikrobiyolojik Analiz

3.2.7.1. Toplam Mezofil Aerobik Bakteri Sayımı (TMABS)

Toplam mezofilik bakteri sayımı (standart koloni sayımı), petri yüzeyine yayma metodu (ICMSF, 1982) kullanılarak yapılmıştır. Vakum paketlerdeki balık filetolarından 10 g tartılmıştır. Bu örnekler, üzerine 90 ml Ringer solüsyonu eklenerek stomacher cihazında 2 dakika homojenize edilmiştir. Daha sonra ondalık seyreltmeler yapılarak, her bir seyreltiden 0.1 ml alınarak PCA (Plate count agar) bulunan petri kutusu yüzeyine 2 paralel yapılarak yayılmıştır. Seyreltilerin absorbe olması için petri kutuları 10 dakika tezgâh üzerinde bırakılmıştır. Bu sürenin sonunda petri kutuları inkübatöre alınarak 30 °C’de 2 gün inkübe edilmiştir. Sonrasında petri kutularında oluşan kolonilere bakılarak TVC hesaplanmıştır. 30 ile 300 koloni arasında görülen seyreltiklerin bulunduğu petri kutusundaki bakteriyel koloniler

işleme alınmıştır. Koloni oluşturan birimler (kob/g) aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Koloni oluşturan birim sayısı (kob/g)} = \frac{\text{Koloni sayısı} \times \text{Seyreltme faktörü}}{\text{Aşılama miktarı}}$$

3.2.7.2. Toplam *Enterobacteriaceae* Sayımı

Toplam Enterobacteriaceae sayımı için Violet Red Bile Agar (VRBA, Oxoid, CM0107) ile çift katlı dökme plak yöntemi (FDA, 1998) kullanılmıştır. Uygun dilusyon serisinden 1 ml alınarak petri kutusuna aktarılmış ve üzerine 45–50°C'ye kadar soğutulmuş VRBA besi yeri çift kat olarak dökülmüştür. Petri kutuları sonrasında 37 °C'de 24 saat inkübe edilmiştir.

E.coli analizi için uygun dilusyondan MUG katkılı Mac Conkey Agar (Merck 1.01406) besi yerine 0,5 veya 1 ml aktararak yüzeye yayma yöntemi ile ekim yapılmıştır. Petri kutuları sonrasında 30 °C'de 24 saat inkübe edilmiştir.

3.2.8. İstatistik Analizler

Araştırmanın sonunda elde edilen veriler ticari bir istatistik paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir. $P < 0.05$ olarak tanımlanan önemli farklılıkları belirlemek için ANOVA kullanılmıştır. 0, 4, 7, 11, 14, 18, 21 ve 25. depolama günleri ve muamele grupları için üç tekrarlı olarak istatistik karşılaştırma yapılmıştır.

4.BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Besin Değeri

Çizelge 4.1 gökkuşağı alabalığının besin değerini göstermektedir. Gökkuşağı alabalığı %17.13 protein, %5.07 lipit, %1.48 kül ve %76.26 nem içeriğine sahip olmuştur.

Çizelge 4.1. Taze gökkuşağı alabalığı etinin temel besin değerleri

Besin değerleri	(%)
Ham Protein	17.13 ^x ±0.45 ^y
Lipid	5.07 ^x ±0.22 ^y
Nem	76.32 ^x ±1.27 ^y
Ham Kül	1.46 ^x ±0.03 ^y

x= ortalama, y=standart sapma

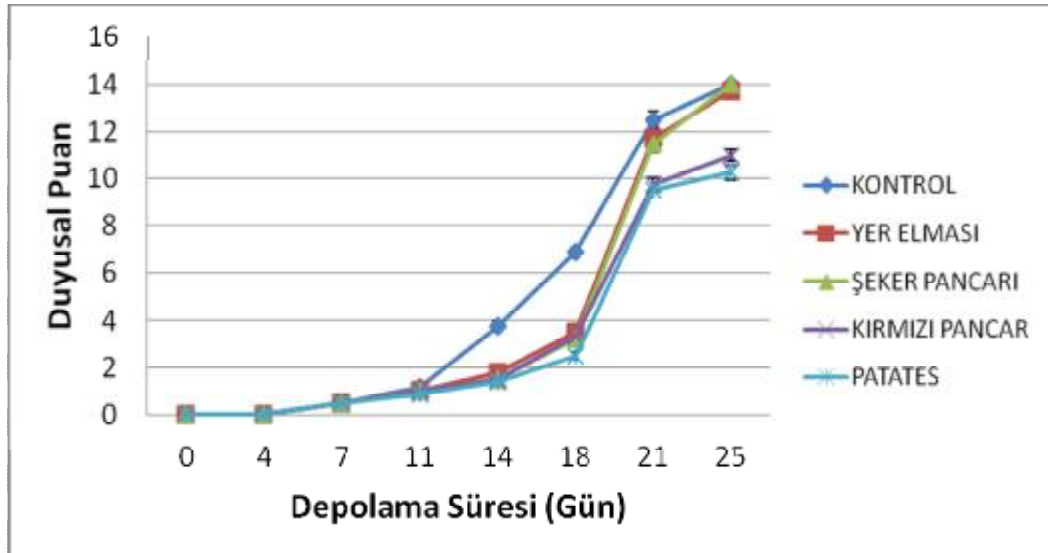
Gökkuşağı alabalığı ile ilgili yapılan diğer çalışmalarda (Gökoğlu ve ark, 2004; Ayas, 2006; Oğuzhan ve ark, 2006, Tokur ve ark, 2006; Özpolat ve Patır 2008; Virta, 2009; Fallah ve ark, 2011; Yavuzer, 2011) %17.4-22.9 arasında protein, %2.7-16.5 lipit, 63.4-73.4 nem ve %1.0-1.6 arasında kül değerleri rapor edilmiştir. Fallah ve ark (2011), kültür gökkuşağı alabalığı için benzer protein (%18.7) ve lipit (%5.11) rapor etmişlerdir. Tokur ve ark (2006), gökkuşağı alabalığı üzerine yaptıkları çalışmada protein değerini daha yüksek seviyede (%22.96) ve lipit içeriğini daha düşük oranda (%2.71) saptamışlardır. Ayas (2006), gökkuşağı alabalığı üzerinde yaptığı çalışmada ham protein oranını %19.23, lipit seviyesini %7.02, ham külü %1.54 ve nem miktarını %72.06 olarak bulmuştur. Benzer şekilde (Özpolat ve Patır, 2008) yaptıkları çalışmada gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) etinde protein değerlerini %19.6 ve ham kül değerlerini %1.6 olarak bulmuşlardır. Oğuzhan ve ark (2006), yaptıkları çalışmada taze gökkuşağı alabalığı filetolarında %72.31 nem, %20.15 ham protein, %1.29 ham kül ve %4.61 lipit saptamışlardır.

Bu çalışmada elde edilen değerler literatür verileri ile uygunluk göstermektedir.

4.2. Duyusal Değerlendirme

4.2.1. Çiğ Gökkuşaağı Alabalığının Duyusal Değerlendirilmesi

Şekil 4.1 patates, yer elması, şeker pancarı ve kırmızı pancar kabuklarından yapılan ekstraktlı buzlarda depolanan çiğ alabalığın soğuk depolanması süresince duyusal özelliklerindeki değişimleri, Çizelge 4.2 ise çiğ alabalığın depolama süresindeki duyusal parametrelerin istatistiki ayrıntısını göstermektedir. Duyusal parametreler bakımından kontrol ve muamele grupları arasında önemli farklılıklar gözlenmiştir ($P<0.05$). Kullanılan ekstraktlardan patates ve kırmızı pancar çok az hissedilebilir seviyede de olsa balık etine hoş bir aroma ve koku sağlamıştır. Çiğ alabalıktaki duyusal puanlar depolama süresince artış sergilemiştir. Depolama başlangıcında kontrol gurubu ile aynı seviyede giden muamele grupları özellikle depolamanın 14. gününden itibaren farklılıklar göstermeye başlamıştır.



Şekil 4.1. Çiğ alabalığın duyusal değişimleri

Tüm duyusal parametreler göz önüne alındığında, patates, yer elması, şeker pancarı ve kırmızı pancar kabuğu ekstraktı ilave edilmiş buzlarda depolanan

alabalığın raf ömrü kontrol, şeker pancarı ve yer elması ekstraktı uygulanan grup için 21 gün, patates ve kırmızı pancar uygulanan grup için 25 gün olmuştur. Kontrol, şeker pancar ve yer elması gruplarının duyusal olarak red edildiği 21.günde kontrol, patates, yer elması, şeker pancarı ve kırmızı pancar kabuğu ekstraktı uygulanan gruplar için duyusal puan sırasıyla 12.5, 9.5, 11.75, 11.5 ve 9.75 olmuştur.

Özoğul ve Özoğul (2004), buzda depolanan gökkuşağı alabalığının raf ömrünü 14 gün olarak saptamışlardır. Valdivia-Garvayo ve ark (1997), iç organları çıkarılmış tüm haldeki gökkuşağı alabalıklarının 15 gün ve fileto halde buzdolabı koşullarında depolanan gökkuşağı alabalıklarının ise 8 gün raf ömrü olduğunu belirtmişlerdir. Tüm ve fileto halde buzda depolanan gökkuşağı alabalıkları için 9-16 günlük bir raf ömrü rapor edilmiştir (Chytiri ve ark, 2004; Rezaei ve Hosseini, 2008; Yavuzer, 2011). Krizek ve ark, (2011) fileto ve kıyılmış gökkuşağı alabalığı örneklerinin raf ömrünün 3 °C’de sırasıyla 11–16 ve 7–10 gün, 15 °C’de her iki işlenmiş balık için 2–3 gün olduğunu rapor etmişlerdir.

Mevcut çalışmada özellikle kırmızı pancar kabuğu ekstraktı ilave dilmiş buzda depolanan balıkların filetolarının diğer gruplara nazaran daha kırmızı renkte olduğu gözlemlenirken bu durum panelistler açısından pozitif yorumlanmıştır. Patates ve kırmızı pancar kabuğu ekstraktı uygulanan grupların balığın raf ömrünü diğer gruplara nazaran 4 gün artırdığı saptanmıştır.

Pyrgotou ve ark (2010), modifiye atmosfer paketlemiş ve taze tuzlanmış gökkuşağı alabalığı filetosuna %0.2 oranında kekik yağı ilavesinin balığın raf ömrünü 7 ile 8 gün artırdığını bildirmişlerdir.

Frangos ve ark (2010), 4 °C’de vakum paket koşullarında depolanan gökkuşağı alabalığı filetolarında tuz ve kekik esansiyel yağının kombine olarak kullanımının raf ömrünü 11–12 gün uzattığını bulmuşlardır. Benzer şekilde (Pezeshk ve ark, 2011), 4 °C’de depolanan arpacık soğanı ekstraktı uygulanan iç organları çıkarılmış gökkuşağı alabalığının 20. depolama günü sonunda bile kabul edilebilir olduğu bildirilmiştir.

Çizelge 4.2. Alabalık filetosunun çiğ olarak duyuusal kalitesinin değerlendirilmesi.

Çiğ Alabalık Duyusal Değerlendirme										
Depolama	Grup	Parlaklık	Mukus	Tekstür	Su	Koku	Renk	Parlaklık (Et)	Parçalama Durumu	Ekstrakt Kokusu
0. Gün	Kontrol	0,0±0,0 ^d	0,0±0,0 ^d	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^e	0,0±0,0 ^d	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^d	0,0±0,0
	K.Pancar	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^b	0,0±0,0 ^b	0,0±0,0 ^d	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^b	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^d	0,0±0,0 ^d
	Ş.Pancarı	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^d	0,0±0,0 ^b	0,0±0,0 ^d	0,0±0,0 ^b	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^c
	Y.Elması	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^d	0,0±0,0 ^d	0,0±0,0 ^b	0,0±0,0	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^b	0,0±0,0 ^c
	Patates	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^b	0,0±0,0 ^b	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^b	0,0±0,0 ^b	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^d
4. Gün	Kontrol	0,0±0,0 ^d	0,0±0,0 ^d	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^e	0,0±0,0 ^d	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^d	0,0±0,0
	K.Pancar	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^b	0,0±0,0 ^b	0,0±0,0 ^d	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^b	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^d	0,0±0,0 ^d
	Ş.Pancarı	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^d	0,0±0,0 ^b	0,0±0,0 ^d	0,0±0,0 ^b	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^c
	Y.Elması	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^d	0,0±0,0 ^d	0,0±0,0 ^b	0,0±0,0	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^b	0,0±0,0 ^c
	Patates	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^b	0,0±0,0 ^b	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^b	0,0±0,0 ^b	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^d
7. Gün	Kontrol	0,0±0,0 ^d	0,0±0,0 ^d	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^e	0,0±0,0 ^d	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^d	0,0±0,0
	K.Pancar	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^b	0,0±0,0 ^b	0,0±0,0 ^d	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^b	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^d	0,0±0,0 ^d
	Ş.Pancarı	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^d	0,0±0,0 ^b	0,0±0,0 ^d	0,0±0,0 ^b	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^c
	Y.Elması	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^d	0,0±0,0 ^d	0,0±0,0 ^b	0,0±0,0	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^b	0,0±0,0 ^c
	Patates	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^b	0,0±0,0 ^b	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^b	0,0±0,0 ^b	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^d

a, b, c, d, e, f : Aynı sütundaki farklı harfler depolama süresince önemli farkları gösterir (p<0,05),

x, y, z, q, w: Aynı satırdaki farklı harfler gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir (p<0,05)

Çizelge 4.2. (Devamı) Alabalık filetosunun çiğ olarak duyuşal kalitesinin değeriendirilmesi.

Çiğ Alabalık Duyusal Değerlendirme										
Depolama	Grup	Parlaklık (Deri)	Mukus	Tekstür	Su	Koku	Renk	Parlaklık (Et)	Parçalanma Durumu	Ekstrakt Kokusu
11.Gün	Kontrol	0,0±0,0 ^d	0,25±0,28 ^{ax}	0,0±0,0 ^{cy}	0,5±0,0 ^c	0,0±0,0 ^d	0,0±0,0 ^c	0,37±0,14 ^{bx}	0,0±0,0 ^d	0,0±0,0
	K.Pancar	0,25±0,21 ^{ax}	0,00±0,0 ^{by}	0,0±0,0 ^{by}	0,75±0,5 ^{ab}	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^b	0,0±0,0 ^{cy}	0,0±0,0 ^d	0,0±0,0 ^d
	Ş.Pancar	0,0±0,0 ^c	0,00±0,0 ^{cy}	0,12±0,14 ^{cdy}	0,75±0,5 ^a	0,0±0,0 ^d	0,0±0,0 ^b	0,12±0,1 ^{bxy}	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^c
	Y.Elması	0,0±0,0 ^c	0,00±0,0 ^{dy}	0,0±0,0 ^{dy}	0,75±0,5 ^a	0,0±0,0	0,0±0,0 ^c	0,25±0,20 ^{bxy}	0,0±0,0 ^b	0,0±0,0 ^c
	Patates	0,0±0,0 ^b	0,00±0,0 ^{by}	0,37±0,14 ^{bx}	0,25±0,20 ^{bc}	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^b	0,25±0,20 ^{bxy}	0,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^d
14.Gün	Kontrol	0,5±0,41 ^x	0,5±0,0 ^{bx}	0,25±0,2 ^{ax}	1,0±0,0 ^{ax}	0,5±0,57 ^{by}	0,5±0,4 ^{bx}	0,0±0,0 ^{cy}	0,5±0,3 ^{dx}	0,0±0,0
	K.Pancar	0,0±0,0 ^y	0,00±0,0 ^{bc}	0,0±0,0 ^{by}	1,0±0,0 ^{ax}	0,25±0,20 ^{syz}	0,0±0,0 ^{by}	0,0±0,0 ^{cy}	0,25±0,20 ^{cdxy}	0,0±0,0 ^{dy}
	Ş.Pancar	0,0±0,0 ^y	0,25±0,20 ^{by}	0,25±0,20 ^{cx}	1,0±0,0 ^{ax}	0,0±0,0 ^{az}	0,0±0,0 ^{by}	0,0±0,0 ^{cy}	0,0±0,0 ^{cy}	0,0±0,0 ^{cy}
	Y.Elması	0,25±0,21 ^{sy}	0,5±0,0 ^{bx}	0,0±0,0 ^{dy}	0,25±0,20 ^{by}	0,25±0,20 ^{yz}	0,0±0,0 ^{cy}	0,25±0,20 ^{bx}	0,25±0,28 ^{bxy}	0,0±0,0 ^{cy}
	Patates	0,00±0,0 ^{by}	0,00±0,0 ^{bc}	0,0±0,0 ^{by}	0,0±0,0 ^{cz}	1,0±0,0 ^{bx}	0,0±0,0 ^{by}	0,25±0,20 ^{bxy}	0,0±0,0 ^{cy}	0,25±0,2 ^{cdx}
18.Gün	Kontrol	0,75±0,5 ^{ax}	0,25±0,2 ^{cxy}	1,25±0,5 ^{bx}	0,25±0,20 ^{dx}	2,25±0,05 ^b	0,0±0,0 ^c	0,5±0,4 ^b	1,5±0,5 ^{ax}	0,5±0,0 ^{cxy}
	K.Pancar	0,0±0,0 ^{cy}	0,31±0,23 ^{bx}	0,5±0,4 ^{by}	0,25±0,20 ^{cdx}	1,0±0,0 ^b	0,0±0,0 ^b	0,25±0,2 ^b	0,5±0,4 ^{bey}	0,5±0,0 ^{cxy}
	Ş.Pancar	0,25±0,21 ^{cy}	0,00±0,0 ^{cy}	0,5±0,0 ^{by}	0,00±0,0 ^{by}	1,0±0,0 ^c	0,0±0,0 ^b	0,25±0,2 ^b	0,75±0,5 ^{by}	0,5±0,0 ^{bxy}
	Y.Elması	0,25±0,21 ^{bzy}	0,25±0,20 ^{cxy}	0,5±0,4 ^{cy}	0,00±0,0 ^{by}	1,0±0,0	0,0±0,0 ^c	0,25±0,2 ^b	0,5±0,4 ^{by}	0,75±0,5 ^{bx}
	Patates	0,0±0,0 ^b	0,00±0,0 ^{by}	0,25±0,2 ^{by}	0,00±0,0 ^{cy}	1,0±0,0 ^b	0,0±0,0 ^b	0,25±0,2 ^b	0,5±0,4 ^{bey}	0,5±0,0 ^{cxy}

a, b, c, d, e, f : Aynı sütundaki farklı harfler depolama süresince önemli farklıları gösterir (p<0,05),

x, y, z, q, w: Aynı satırdaki farklı harfler gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir (p<0,05)

Çizelge 4.2. (Devamı) Alabalık filetosunun çiğ olarak duyu kalitesinin değerlendirilmesi.

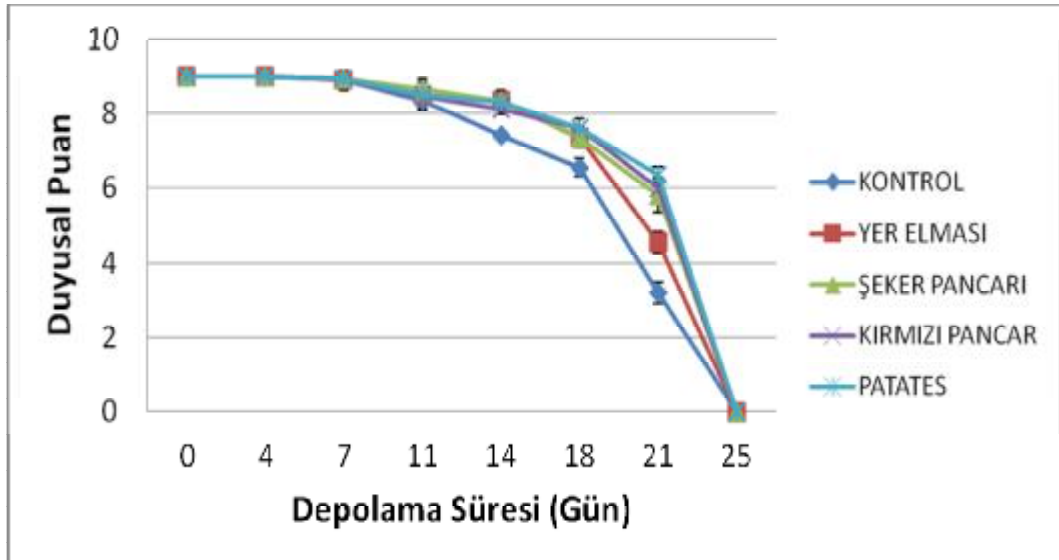
Çiğ Alabalık Duyusal Değerlendirme										
Depolama	Grup	Parlaklık	Mukus	Tekstür	Su	Koku	Renk	Parlaklık (Et)	Parçalanma Durumu	Ekstrakt Kokusu
21. Gün	Kontrol	1,5±0,58 ^{bxy}	1,00±0,0 ^a	2,0±0,8 ^a	0,75±0,28 ^b	3,0±0,0 ^{abx}	1,0±0,0 ^{ax}	1,0±0,0 ^a	2,25±0,9 ^{bx}	1,0±0,0 ^y
	K.Pancar	1,0±0,0 ^{bx}	0,75±0,5 ^a	1,5±0,57 ^a	0,50±0,57 ^{bc}	2,0±0,0 ^{ay}	0,75±0,5 ^{ax}	1,0±0,0 ^a	0,75±0,5 ^{aby}	1,5±0,5 ^{ax}
	Ş.Pancar	1,5±0,58 ^{bxy}	1,00±0,0 ^a	2,0±0,0 ^a	1,00±0,00 ^a	2,25±0,5 ^{by}	0,0±0,0 ^{by}	1,0±0,0 ^a	1,75±0,5 ^{axy}	1,0±0,0 ^{ax}
	Y.Elması	2,0±0,0 ^{ax}	1,00±0,0 ^a	1,5±0,57 ^b	1,00±0,00 ^a	2,0±0,0 ^y	0,5±0,4 ^{bxy}	1,0±0,0 ^a	1,5±0,2 ^{axy}	1,2±0,5 ^{ax}
	Patates	1,5±0,58 ^{axy}	0,75±0,5 ^a	1,5±0,57 ^a	0,50±0,57 ^b	1,75±0,5 ^{ay}	0,5±0,57 ^{axy}	1,0±0,0 ^a	0,75±0,5 ^{by}	1,5±0,5 ^{ax}
25. Gün	Kontrol	2,0±0,0 ^{ax}	1,00±0,0 ^{ax}	2,0±0,0 ^a	1,00±0,00 ^a	3,0±0,0 ^{abx}	1,0±0,0 ^{ax}	1,0±0,0 ^a	3,0±0,0 ^{ax}	0,0±0,0
	K.Pancar	1,5±0,58 ^{axy}	1,00±0,0 ^{ax}	1,75±0,5 ^a	1,00±0,00 ^a	1,75±0,5 ^{ay}	1,0±0,0 ^{ax}	1,0±0,0 ^a	1,0±0,0 ^{az}	1,0±0,0 ^b
	Ş.Pancar	2,0±0,0 ^{ax}	1,00±0,0 ^{ax}	2,0±0,0 ^a	1,00±0,00 ^a	3,00±0,0 ^{ax}	1,0±0,0 ^{ax}	1,0±0,0 ^a	2,0±0,0 ^{ay}	1,0±0,0 ^a
	Y.Elması	2,0±0,0 ^{ax}	1,00±0,0 ^{ax}	2,0±0,0 ^a	1,00±0,00 ^a	3,00±0,0 ^{ax}	1,0±0,0 ^{ax}	1,0±0,0 ^a	1,75±0,5 ^{ay}	1,0±0,0 ^{ab}
	Patates	1,25±0,5 ^{aby}	0,50±0,5 ^{ay}	1,5±0,57 ^a	1,00±0,00 ^a	2,00±0,0 ^{ay}	0,5±0,57 ^{ay}	1,0±0,0 ^a	1,5±0,5 ^{ayz}	1,0±0,0 ^b

a, b, c, d, e, f : Aynı sütundaki farklı harfler depolama süresince önemli farkları gösterir (p<0,05),

x, y, z, q, w: Aynı satırdaki farklı harfler gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir (p<0,05)

4.2.2. Pişmiş Alabalığın Duyusal Değerlendirilmesi

Depolama başlangıcında tüm parametreler için duyusal puan en yüksek düzeyde (9) olmuştur. Pişmiş gökkuşağı alabalığındaki toplam duyusal puanlar depolama süresince düşüş göstermiştir (Şekil 4.2 ve Çizelge 4.3). Balık etinin patates ve kırmızı pancar kabuğu ekstraktı içeren buz ile depolanması balığa lezzet veren bir tat ve aroma kazandırmıştır. Ancak genel kabul edilebilirlik bakımından patates diğer tüm gruplara kıyasla panelistler tarafından en çok tercih edilen grup olmuştur. Panelistlerden bazıları istatistiki açıdan önemli olmamakla birlikte yer elması grubunun balık etinde hoş olmayan bir koku bıraktığını belirtmişlerdir. Çiğ balıktaki duyusal parametrelerde olduğu gibi pişmiş balıkta da en yüksek oranda patates ve kırmızı pancar grubu puan toplamıştır. Pişirme işleminin çiğ halde reddedilen balıkta dahi bazı uçucu kötü bileşikler uzaklaştırdığı ve kötü kokuları giderdiği gözlenmiştir.



Şekil 4.2. Pişmiş alabalığın depolama süresince duyusal değişimleri

Çizelge 4.3. Alabalık filetosunun pişmiş olarak duyuşal kalitesinin değeriendirilmesi.

Pişmiş Alabalık Duyuşal Değeriendirme						
Depolama	Grup	Renk	Koku	Lezzet	Doku Yapısı	G.Kabul
0.Gün	Kontrol	9,0±0,0 ^a	9,0±0,0 ^a	9,0±0,0 ^a	9,0±0,0 ^a	9,0±0,0 ^a
	K.pancar	9,0±0,0 ^a	9,0±0,0 ^a	9,0±0,0 ^a	9,0±0,0 ^a	9,0±0,0 ^a
	Ş.pancarı	9,0±0,0 ^a	9,0±0,0 ^a	9,0±0,0 ^a	9,0±0,0 ^a	9,0±0,0 ^a
	Y.elması	9,0±0,0 ^a	9,0±0,0 ^a	9,0±0,0 ^a	9,0±0,0 ^a	9,0±0,0 ^a
	Patates	9,0±0,0 ^a	9,0±0,0 ^a	9,0±0,0 ^a	9,0±0,0 ^a	9,0±0,0 ^a
4.Gün	Kontrol	9,0±0,0 ^a	9,0±0,0 ^a	9,0±0,0 ^a	9,0±0,0 ^a	9,0±0,0 ^a
	K.pancar	9,0±0,0 ^a	9,0±0,0 ^a	9,0±0,0 ^a	9,0±0,0 ^a	9,0±0,0 ^a
	Ş.pancarı	9,0±0,0 ^a	9,0±0,0 ^a	9,0±0,0 ^a	9,0±0,0 ^a	9,0±0,0 ^a
	Y.elması	8,75±0,5 ^a	9,0±0,0 ^a	9,0±0,0 ^a	9,0±0,0 ^a	9,0±0,0 ^a
	Patates	9,0±0,0 ^a	9,0±0,0 ^a	9,0±0,0 ^a	9,0±0,0 ^a	9,0±0,0 ^a
7.Gün	Kontrol	9,0±0,0 ^a	8,75±0,5 ^{ab}	8,75±0,5 ^a	9,0±0,0 ^a	9,0±0,0 ^a
	K.pancar	9,0±0,0 ^a	9,0±0,0 ^a	8,75±0,5 ^a	9,0±0,0 ^a	9,0±0,0 ^a
	Ş.pancarı	9,0±0,0 ^a	9,0±0,0 ^a	8,75±0,5 ^a	9,0±0,0 ^a	9,0±0,0 ^a
	Y.elması	9,0±0,0 ^a	9,0±0,0 ^a	9,0±0,0 ^a	8,75±0,5 ^{ab}	9,0±0,0 ^a
	Patates	9,0±0,0 ^a	9,0±0,0 ^a	8,75±0,5 ^a	9,0±0,0 ^a	9,0±0,0 ^a
11.Gün	Kontrol	9,0±0,0 ^a	8,25±0,5 ^b	8,0±0,0 ^b	7,75±0,5 ^b	8,75±0,5 ^a
	K.pancar	8,75±0,5 ^a	8,5±0,58 ^a	8,0±0,0 ^b	8,25±0,5 ^{ab}	8,75±0,5 ^{ab}
	Ş.pancarı	9,0±0,0 ^a	8,25±0,5 ^{ab}	8,5±0,58 ^a	8,5±0,58 ^a	9,0±0,0 ^a
	Y.elması	9,0±0,0 ^a	8,0±0,82 ^{bc}	8,25±0,5 ^a	8,25±0,5 ^b	9,0±0,0 ^a
	Patates	8,75±0,5 ^a	8,0±0,82 ^{bc}	8,5±0,58 ^{ab}	8,5±0,58 ^{ab}	8,75±0,5 ^a
14.Gün	Kontrol	7,25±0,5 ^{by}	7,5±0,58 ^c	7,5±0,58 ^{by}	7,5±0,58 ^{by}	7,25±0,5 ^{by}
	K.pancar	8,5±0,58 ^{ax}	7,75±0,5 ^b	7,75±0,5 ^{bxy}	8,25±0,5 ^{abxy}	8,25±0,5 ^{bx}
	Ş.pancarı	8,5±0,58 ^{bx}	7,75±0,96 ^{bc}	8,5±0,58 ^{ax}	8,5±0,58 ^{ax}	8, 5±0,58 ^{ax}
	Y.elması	8,25±0,5 ^{bx}	8,5±0,58 ^{ab}	8,5±0,58 ^{ax}	8,25±0,5 ^{bxy}	8,25±0,5 ^{bx}
	Patates	8,5±0,58 ^{ax}	8,5±0,58 ^{ab}	8,0±0,0 ^{bxy}	8,0±0,0 ^{bxy}	8, 5±0,58 ^{ax}
18.Gün	Kontrol	7,0±0,0 ^b	6,5±0,58 ^{dy}	6,25±0,5 ^{cy}	6, 5±0,58 ^{cq}	6, 5±0,58 ^{cy}
	K.pancar	7,75±0,5 ^b	7,0±0,0 ^{cxy}	8,0±0,0 ^{by}	8,0±0,0 ^{bx}	7,25±0,5 ^{cxy}
	Ş.pancarı	7,25±0,5 ^c	7,25±0,5 ^{cxy}	7,5±0,58 ^{by}	7,25±0,5 ^{byz}	7,5±0,58 ^{bx}
	Y.elması	7,5±0,58 ^c	7,5±0,58 ^{cx}	7,25±0,5 ^{by}	7,0±0,0 ^{czq}	7,5±0,58 ^{cx}
	Patates	7,75±0,5 ^b	7,5±0,58 ^{cx}	7,25±0,5 ^{cy}	7,75±0,5 ^{cxy}	7,75±0,5 ^{bx}
21.Gün	Kontrol	3,25±0,5 ^{cz}	3,0±0,0 ^{ez}	3,25±0,5 ^{dy}	3,5±0,58 ^{dy}	3,0±0,0 ^{dz}
	K.pancar	6,0±0,82 ^{cx}	6,0±0,82 ^{dx}	5,75±0,5 ^{cx}	6,0±1,15 ^{cx}	6,25±0,5 ^{dx}
	Ş.pancarı	6,0±0,0 ^{dx}	6,0±0,0 ^{dx}	5,5±0,58 ^{cx}	5,75±0,96 ^{cx}	5,75±0,96 ^{cxy}
	Y.elması	5,0±0,0 ^{dy}	4,75±0,5 ^{dy}	4,0±0,82 ^{cy}	4,25±0,5 ^{dy}	4,75±0,5 ^{dy}
	Patates	6,25±0,5 ^{cx}	6,5±0,58 ^{dx}	6,0±0,82 ^{dx}	6,25±0,5 ^{dx}	6,75±0,96 ^{cx}
25.Gün	Kontrol	RED	RED	RED	RED	RED
	K.pancar	RED	RED	RED	RED	RED
	Ş.pancarı	RED	RED	RED	RED	RED
	Y.elması	RED	RED	RED	RED	RED
	Patates	RED	RED	RED	RED	RED

a, b, c, d, e, f: Aynı sütundaki farklı harfler depolama süresince önemli farkları gösterir (p<0,05), x, y,

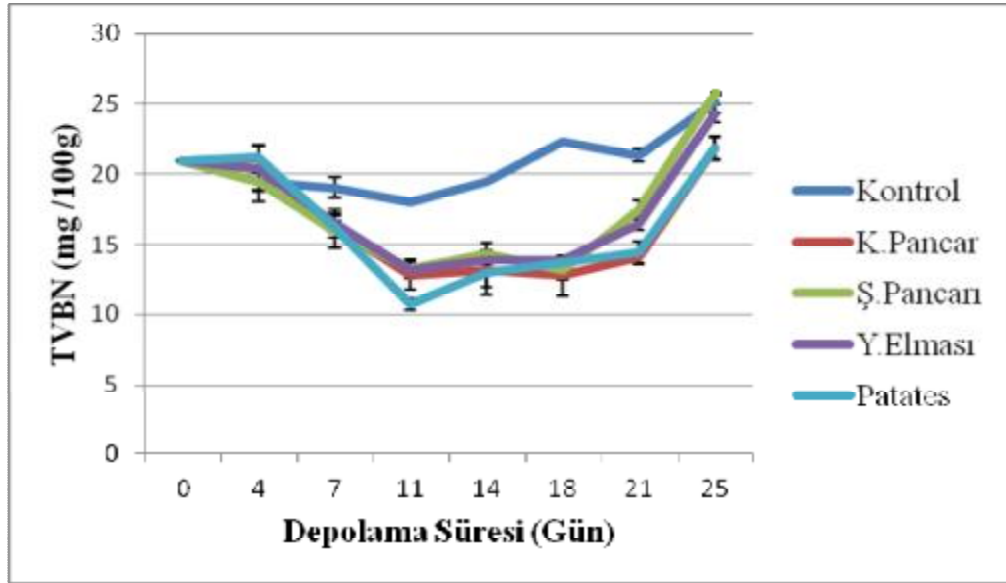
z, q, w: Aynı satırdaki farklı harfler gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir (p<0,05)

4.3. Kimyasal Değerlendirme

4.3.1. Toplam Uçucu Bazik Azot

Balık etinde toplam uçucu bazik azot (TVB-N) başlıca trimetilamin, dimetilamin, amonyak ve diğer uçucu bazik azotlu bileşiklerden oluşmaktadır (Sallam ve ark, 2007; Pezeshk ve ark, 2011). TVB-N yaygın olarak kullanılan balık kalite indekslerinden birisidir. TVB-N değerindeki artış bozucu bakterilerin aktivitesi ve endojen enzimlerden kaynaklanmaktadır (Özogul ve ark, 2004; Ruiz-Capillas ve Moral, 2005). Buzda depolanan gökkuşağı alabalığının TVB-N değerlerindeki değişimler Çizelge 4.2' de verilmiştir. Gökkuşağı alabalığının başlangıç TVB-N değeri 20.94 mg/100 g olmuştur. Bu değer buzlanmış ve/veya buzdolabı koşullarında depolanan gökkuşağı alabalığı örnekleri ile ilgili diğer çalışmalardan elde edilen değerler (Chytiri ve ark, 2004, Neratzaki ve ark, 2005, Rezaei ve Hosseini, 2008; Pyrgotou ve ark, 2010; Frangos ve ark, 2010) ile benzer seviyededir. Bu çalışmalardan farklı olarak Jouki ve ark, (2014) gökkuşağı alabalığı filetosundaki başlangıç TVB-N değerini 8.23 mg/100 g olarak bulmuştur. Bu değer (Arashisar ve ark, 2004) de bildirilen 20 mg/100g değerinden oldukça düşük olmasına rağmen (Ojagh ve ark, 2010) değerine yakındır.

Yıldız (1995), çalışmasında taze alabalık için TVB-N değerini 15.30 mg/100 g olarak belirlemiş ve buzdolabında depolama süresince depolamanın 17. gününde bu değer 32.20 mg/100 g olarak yükseldiğini belirtmiştir.



Şekil 4.3. Gökkuşığı alabalığı filetolarının buzda depolanması süresince TVB-N (mg/100g) değerindeki değişimleri

Çizelge 4.4. Gökkuşığı alabalığı filetolarının buzda depolanması süresince TVB-N (mg/100g) değerindeki değişimleri

Gün	TVBN (mg /100g)				
	Kontrol	Kırmızı Pancar	Şeker Pancarı	Yer Elması	Patates
0	20.94±0.04 ^c	20.94±0.04 ^a	20.94±0.04 ^b	20.94±0.04 ^b	20.94±0.04 ^a
4	19.51±1.42 ^{dx}	21.09±1.02 ^{ax}	19.46±0.64 ^{cx}	20.41±1.56 ^{bx}	21.19±0.83 ^{ax}
7	19.07±0.77 ^{dex}	16.27±0.80 ^{by}	16.03±1.24 ^{ey}	16.51±1.01 ^{cy}	16.27±0.42 ^{by}
11	18.02±0.06 ^{ex}	12.77±1.02 ^{cy}	13.25±0.7 ^{fy}	13.22±0.04 ^{dy}	10.69±0.42 ^{dz}
14	19.50±0.03 ^{dx}	13.21±1.23 ^{cy}	14.39±0.77 ^y	13.91±0.68 ^{dy}	13.02±1.6 ^{cy}
18	22.30±0.07 ^{bx}	12.79±1.47 ^{cy}	13.22±0.70 ^{fy}	13.93±0.04 ^{dy}	13.70±0.38 ^{cy}
21	21.32±0.41 ^{bcx}	14.14±0.44 ^{cz}	17.45±0.71 ^{dy}	16.46±0.42 ^{cy}	14.41±0.85 ^{cz}
25	25.1±0.71 ^{xay}	21.83±0.83 ^{az}	25.73±0.11 ^{ax}	24.34±0.64 ^y	21.87±0.82 ^{az}

a, b, c, d, e, f: Aynı sütundaki farklı harfler depolama süresince önemli farkları gösterir (p<0,05), x, y, z, q, w: Aynı satırdaki farklı harfler gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir (p<0,05)

Depolama süresince gökkuşığı alabalığının TVB-N içeriğinde önemli farklılıklar gözlenmiştir (p<0.05). Tüm gruplarda TVB-N değeri depolamanın 11. gününe kadar düşüş göstermiş olup, sonrasında kademeli olarak artış göstermiştir. Chytiri ve ark (2004), buzda depolanan tüm iç organları çıkarılmamış kültür gökkuşığı alabalıkta depolamanın 18. gününde 20.16 mg/100 g olan TVB-N değerlerinin depolama süresince önemli bir artış sergilemediğini bildirmişlerdir. Aynı çalışmada fileto balıkların TVB-N değerlerinin depolama sonunda 26.06

mg/100 g'a ulaştığı belirtilmektedir. Bu çalışmaya yakın olarak kontrol, şeker pancarı ve yer elması ekstraktı gruplarının TVB-N değeri depolama sonunda sırası ile 25.2 mg/100 g, 25.73 mg/ 100 g ve 24.34 mg/ 100 g olarak bulunmuştur.

Pyrgotou ve ark (2010), 4 °C'de 21 gün depolanan tuzlanmış, modifiye atmosfer paketlenmiş gökkuşağı alabalığı filetolarında kekik esansiyel yağının (% 0.2 ve %0.4) etkisini inceledikleri çalışmada muamele gruplarının kontrol grubundan daha düşük TVB-N ve trimetilamin (TMA) değerlerine sahip olduğunu bulmuşlardır.

Karnop ve ark (1978), balıklarda TVB-N tüketilebilirlik sınırını 40 mg/100 olarak bildirmişlerdir. Ludorff ve Meyer (1973) ise balığın pazarlanabilir değeri olarak 35 mg/100g TVB-N değerini sınır kabul etmişler ve 40 mg/100g TVB-N değerindeki bir balığın bozuk balık olarak nitelendirileceğini belirtmişlerdir. Benzer şekilde (EEC, 1995) balık etinde depolama sonuna kadar 35 mg/100 g'ın altında TVB-N limiti önermemektedir. Bununla birlikte Arashisar ve ark (2004), gökkuşağı alabalığı için 25 mg/100 g TVB-N limiti önermiştir. Bu çalışmada balık duyusal olarak red edildiği zaman yukarıda belirtilen sınır değerlerin çok daha altında TVB-N değerleri gözlenmiştir. Alabalığın duyusal olarak red edildiği depolamanın 21. gününde TVB-N değeri kontrol grubunda 21.33 mg/100 g iken, patates, yer elması, şeker pancarı ve kırmızı pancar ekstraktı ilave edilmiş buzda depolanan gruplar için sırasıyla 14.4 mg/100, 16.46 mg/100, 17.45 mg/100 ve 14.13 mg/100 değerlerine ulaşmıştır. Benzer şekilde Çetinkaya (2013), vakum paketli pişirilen gökkuşağı alabalığının soğuk depolanması sırasında kalite özelliklerini ve antioksidanların etkisini inceledikleri çalışmalarında taze vakumlu gurubun 10. günde bozulduğu zaman TVB-N değeri 18.32±1.98 mg/100g olarak gerçekleştiğini belirtmiştir.

TVB-N değerleri kontrol grubunda diğer tüm gruplara göre önemli derecede daha yüksek olmuştur. Patates kabuğu ve kırmızı pancar kabuğu ekstraktı ilave edilmiş buz balık filetosunda daha düşük TVB-N içeriğine yol açmıştır ($p<0.05$). Depolamanın 7. günü hariç tüm depolama günlerinde patates kabuğu ekstraktı uygulanan grubun TVB-N değeri diğer tüm gruplara nazaran daha düşük olmuş ve bu grubu kırmızı pancar kabuğu ekstraktı uygulanan grup izlemiştir.

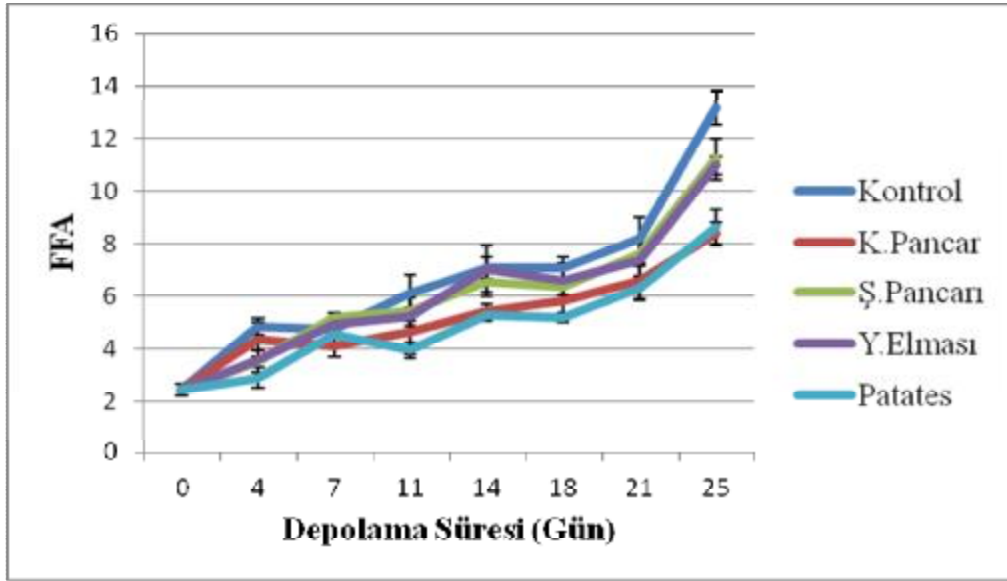
Frangos ve ark (2010), tuzlanmış vakum paketlenmiş, tuzlanmış %0.2 veya %0.4 kekik esansiyel yağı uygulanmış vakum paketlenen 4 °C'de depolanan

gökkuşığı alabalığının 25 mg N/100 g olarak önerilen TVB-N limitinin sırasıyla depolamanın 7, 8 ve 14. gününde aşıldığını bildirmişlerdir. Bu değerler kontrol, kırmızı pancar, şeker pancarı, yer elması ve patates kabuğu ekstraktları gruplarında sırası ile 25,1 mg/100g, 21,83 mg/100g, 25,73 mg/100g, 24,34 mg/100g ve 21,87 mg/100g olarak bulunmuştur.

En yüksek TVB-N değerleri depolama sonunda şeker pancarı kabuğu ekstraktı grubunda (25.73 mg/100 g), bunu takiben kontrol grubunda (25.1 mg/100 g) bulunmuştur. Patates ve kırmızı pancar kabuğu ekstraktı ilave edilmiş buzda depolanan balıktaki TVB-N düzeyinin önemli düzeyde düştüğü gözlenmiştir.

4.3.2. Serbest Yağ Asitleri (FFA)

Serbest yağ asitlerinin, esterleşmiş lipidlerin enzimatik hidrolizinin bir sonucu olarak ortaya çıktığı bilinmektedir (Pacheco-Aguilar ve ark, 2000). Diğer bir ifade ile yağ asitleri kokulu uçucu bileşiklere dönüşebildiği için serbest yağ asitlerinin varlığı lipidlerin hidrolizinden kaynaklanır (Lindsay, 1991). Serbest yağ asitleri içeriğinin balık etinde depolama süresince artış gösterdiğinden dolayı serbest yağ asitleri miktarı ile balık tazelik kaybı arasında bir ilişki olduğu bilinmektedir (Barassi ve ark, 1987; Özogul ve ark, 2005). Çizelge 4.3. gökkuşığı alabalığı filetosundaki serbest yağ asitleri (FFA) değişimlerini göstermektedir. Gökkuşığı alabalığındaki FFA değerlerinin kontrol ve ekstrakt uygulanan gruplarda depolama sonuna kadar düzenli olarak arttığı görünmektedir.



Şekil 4.4. Gökkuşuğu alabalığı fileto larının buzda depolanması süresince FFA (% oleik asit) değerindeki değişimleri

Çizelge 4.5. Gökkuşuğu alabalığı fileto larının buzda depolanması süresince FFA (% oleik asit) değerindeki değişimleri

Gün	FFA				
	Kontrol	Kırmızı Pancar	Şeker Pancarı	Yer Elması	Patates
0	2,44±0,21 ^e	2,44±0,21 ^e	2,44±0,21 ^f	2,44±0,21 ^e	2,44±0,21 ^f
4	4,85±0,32 ^{dx}	4,34±0,66 ^{dx}	3,50±0,41 ^{ey}	3,57±0,02 ^{dy}	2,90±0,39 ^{fy}
7	4,72±0,49 ^{dxy}	4,11±0,43 ^{dy}	5,15±0,18 ^{dx}	4,92±0,17 ^{cx}	4,53±0,29 ^{dexy}
11	6,10±0,73 ^{cdx}	4,64±0,88 ^{cdyz}	5,40±0,56 ^{dxy}	5,20±0,17 ^{cxy}	3,94±0,30 ^{ez}
14	7,09±0,42 ^{bex}	5,42±0,28 ^{bcdy}	6,56±0,56 ^{c x}	7,02±0,91 ^{bx}	5,26±0,45 ^{cy}
18	7,08±0,42 ^{bex}	5,80±0,78 ^{bcyz}	6,36±0,33 ^{c xy}	6,59±0,68 ^{bxy}	5,17±0,18 ^{cdz}
21	8,23±0,79 ^{bx}	6,57±0,69 ^{bx}	7,60±0,43 ^{b x}	7,37±0,67 ^{bx}	6,28±0,46 ^{bx}
25	13,17±0,29 ^{ax}	8,40±0,43 ^{az}	11,22±0,78 ^{ay}	10,97±0,35 ^{ay}	8,63±0,70 ^{az}

a, b, c, d, e, f: Aynı sütundaki farklı harfler depolama süresince önemli farkları gösterir (p<0,05), x, y, z, q, w: Aynı satırdaki farklı harfler gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir (p<0,05)

Gruplar arasında FFA değerleri bakımından önemli farklılar gözlenmiştir (p<0.05). Alabalık etinin başlangıç FFA değeri %2.44 olup, bu değer depolama sonunda kontrol, patates, yer elması, şeker pancarı ve kırmızı pancar kabuğu ekstraktlarından yapılan buzlar ile depolanan gruplarda sırasıyla %13.17, %8.63, %10.97, %11.22 ve % 8.40 olmuştur. Çalışma sonucuna benzer olarak (Kuş, 2012) alabalıklarda depolama başında serbest yağ asidi miktarı % 2.44 iken, depolama sonunda bu değerlerin % 9.91 olarak en yüksek değere ulaştığını belirtmiştir.

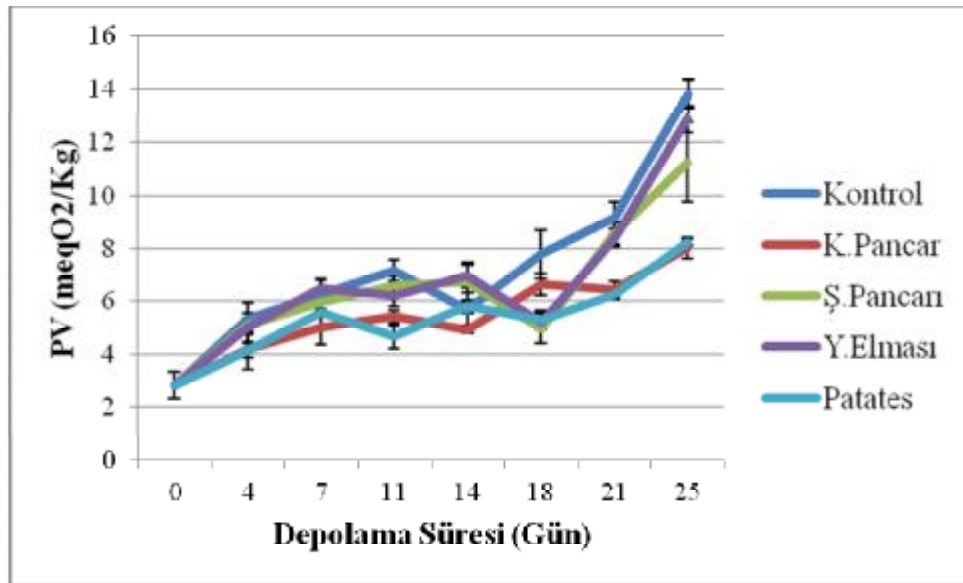
Yavuzer, (2011) doğal yemle beslenen alabalıklarda depolama başında serbest yağ asidi miktarı % 5.90 iken, ticari yemle beslenen alabalıklarda % 4.52 olarak bulunmuştur. Depolama sonunda bu değerler sırasıyla % 11.04 ve % 10.23 olarak en yüksek değere ulaştığını belirtmiştir. Bu çalışmalardan farklı olarak (Rezaei ve Hosseini, 2008) buzda depolanan gökkuşağı alabalığının başlangıç FFA değerinin % 1.50 olduğu 20 günlük depolama sonunda % 2.89'a ulaştığı bildirilmiştir. Heinrich ve ark (2013), farklı besleme rejimleri uygulanan gökkuşağı alabalıklarının buzda depolama süresince meydana gelen oksidatif değişimleri inceledikleri çalışmalarında en yüksek FFA değerini depolamanın 12. gününde % 3.4 olarak bulmuşlardır. Kolakowska ve ark (2006), buzda 14 gün tüm olarak depolanan gökkuşağı alabalığının FFA içeriğinin 2.35 olduğunu bildirmişlerdir. Nowzari ve ark (2013), gökkuşağı alabalıklarında yaptığı çalışmada kontrol grubunun FFA değerinin depolama boyunca arttığını ve depolamanın son günü olan 16. günde % 6.78 olduğunu bildirmişlerdir.

Depolama süresince patates ve kırmızı pancar kabuğu ekstraktlarının olduğu grubun FFA değeri diğer gruplara nazaran daha düşük seviyede seyretmiştir ve depolamanın 25. gününde diğer gruplara göre bu iki grubun FFA seviyesi önemli seviyede daha düşük çıkmıştır ($p<0.05$). Patates ve kırmızı pancar kabuğu ekstraktları kadar düşük seviyede olmasa dahi şeker pancarı ve yer elması kabuğu ekstraktları da kontrol grubuna nazaran daha düşük FFA seviyesi göstermişlerdir.

4.3.3. Peroksit değeri (PV)

Gökkuşağı alabalıklarının lipit oksidasyonuna karşı hassas olmalarının nedeni tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asitlerince zengin olmalarıdır (Kolakowska ve ark, 2006). Balıklarda birincil oksidasyon ürünleri olan hidroperoksitler peroksit değeri (PV) ile ölçülmektedir (Olafsdottir ve ark., 1997). Patates, yer elması, şeker pancarı ve kırmızı pancar kabuğu ekstraktı ilave edilmiş buzda depolanan gökkuşağı alabalığı filetoalarının PV değerindeki değişimler Çizelge 4.4' de verilmiştir. Alabalık filetosunun başlangıç PV değeri 2.85 meq/kg olmuştur. Rezaei ve Hosseini (2008), buzda 20 gün depolanan kültür alabalığının PV değerlerinin başlangıçta 1.17 meq/kg

olduğunu ve depolama süresince artış gösterdiğini, Yavuzer (2011) ise alabalıkların buzda depolanması süresince peroksit değerlerinde dalgalanmalar olduğunu bildirmiştir. Mevcut çalışmada da depolama süresince PV değeri tüm gruplar için dalgalanma göstermiştir. Özellikle depolamanın 14. gününde kontrol ve kırmızı pancar kabuğu ekstraktının olduğu grupta PV değerinde düşme ve diğer günlerde ise yeniden yükselme görünmüştür. Bununla birlikte depolamanın 18. gününde şeker pancarı, yer elması ve patates gruplarının PV değerleri kontrol ve kırmızı pancar grubuna nazaran daha düşük seviyede kalmışlardır. En yüksek PV değerleri kontrol grubu için (13.80 meq/kg), yer elması (12.86 meq/kg), şeker pancarı (11.26 meq/kg), patates (8.26 meq/kg) ve kırmızı pancar (8.03 meq/kg) olarak depolamanın 25. gününde gözlenmiştir.



Şekil 4.5. Gökkuşaağı alabalığı filetoalarının buzda depolanması süresince PV (meq/kg) değerindeki değişimleri

Çizelge 4.6. Gökkuşığı alabalığı filetolarının buzda depolanması süresince PV (meq/kg) değerindeki değişimleri

Gün	PV (meqO ₂ /Kg)				
	Kontrol	Kırmızı Pancar	Şeker Pancarı	Yer Elması	Patates
0	2,85±0,51 ^f	2,85±0,51 ^e	2,85±0,51 ^e	2,85±0,51 ^e	2,85±0,51 ^f
4	5,34±0,61 ^{ex}	4,21±0,77 ^{dy}	5,12±0,27 ^{dxy}	5,02±0,55 ^{dxy}	4,12±0,37 ^{ey}
7	6,27±0,57 ^{dex}	5,02±0,67 ^{cdy}	5,96±0,55 ^{cdxy}	6,5±0,39 ^{cx}	5,57±0,03 ^{cxy}
11	7,19±0,42 ^{cdx}	5,42±0,23 ^{cz}	6,61±0,33 ^{cxy}	6,20±0,38 ^{cy}	4,65±0,44 ^{dq}
14	5,69±0,63 ^{ey}	4,89±0,09 ^{cdy}	6,76±0,75 ^{cx}	6,98±0,44 ^{cx}	5,81±0,23 ^{bey}
18	7,79±0,93 ^{cx}	6,65±0,39 ^{by}	4,98±0,58 ^{dz}	5,18±0,25 ^{dz}	5,28±0,37 ^{cz}
21	9,15±0,60 ^{bx}	6,48±0,31 ^{bz}	8,57±0,40 ^{bxy}	8,40±0,34 ^{by}	6,25±0,17 ^{bz}
25	13,80±0,55 ^{ax}	8,03±0,39 ^{az}	11,26±1,48 ^{ay}	12,86±0,50 ^{ax}	8,26±0,13 ^{az}

a, b, c, d, e, f: Aynı sütundaki farklı harfler depolama süresince önemli farkları gösterir (p<0,05), x, y, z, q, w: Aynı satırdaki farklı harfler gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir (p<0,05)

Mexis ve ark (2009), vakum paketli gökkuşığı alabalığı filetolarında yaptıkları bir çalışmada başlangıç PV değerini 11.4 meq/kg olarak kayıt etmişler ve Hansen (1963) çalışmasına paralel olarak depolama süresince bu değer giderek arttığını, ayrıca depolamanın ilk haftasında 50 meq/kg değerini aştığını bildirmişlerdir.

Çoban (2012), gökkuşığı alabalığı filetoları üzerinde yaptığı çalışmada başlangıç PV değerini 1.78 meq/kg olarak bulmuş ve depolama süresince bu değer giderek yükseldiğini belirtmiştir.

Siskos ve ark (2007), alabalık filetosunda sıvı tütsülemenin etkilerini inceledikleri çalışmalarında depolama süresince PV değerinin 15.6 meq/kg ve 22.5 meq/kg arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Rezaei ve ark (2008), buzda depolanan gökkuşığı alabalığının peroksit değerinin depolama süresince düşük olduğunu rapor etmiştir (<9.8 meq O₂/kg). Yavuzer (2011) doğal ve kültür alabalıklarının başlangıç peroksit değerinin sırasıyla 9.00 meq/kg ve 10.35 meq/kg olduğunu ve en yüksek peroksit değerinin depolamanın 3. günde 14.91 meq/kg olarak doğal beslenen alabalıklarda gözlemlendiğini rapor etmiştir.

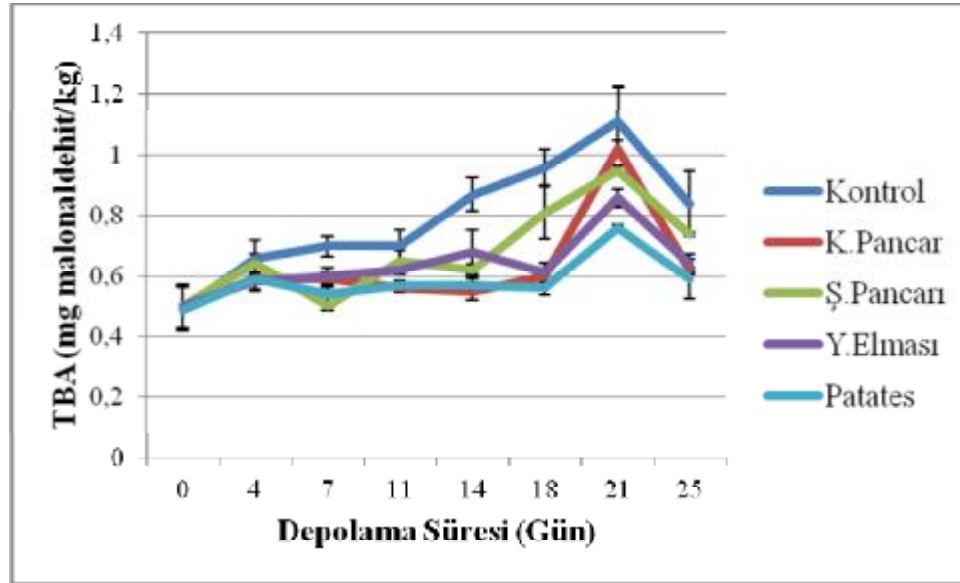
Depolamanın 18. gününden sonra PV değerinin tüm gruplarda hızla artmasına rağmen kırmızı pancar ve patates grubunda diğer gruplara nazaran daha az bir artış olmuştur ve gruplar arasındaki farklılık istatistikî açıdan önemli bulunmuştur (p<0.05). En düşük PV değerleri kırmızı pancar kabuğu ekstraktı uygulanan grupta

gözlenmiştir. Depolamanın 21. ve 25. günlerinde tüm gruplar kontrol grubuna nazaran daha düşük PV değerlerine sahip olmuşlar ve şeker pancarı ile yer elması benzer değerlerde iken kırmızı pancar ve patates grupları da en düşük PV değerleri ile kendi aralarında benzerlik göstermişlerdir.

4.3.4. Tiyobarbitürik asit (TBA)

Yağların otooksidatif bozulması, ürünlerde renk, aroma, tat, tekstür ve besinsel değer gibi gıda kalitesindeki değişimler olarak ortaya çıkmaktadır (Fernandez ve ark, 1997). TBA ikincil lipid oksidasyon derecesini (malonaldehit içeriği) ölçen bir balık tazelik indikatörüdür (Nishimoto ve ark, 1985; Goulas ve Kontominas, 2007). Çizelge 4.5. patates, yer elması, şeker pancarı ve kırmızı pancar kabuğu ekstraktı ilave edilmiş buzda depolanan gökkuşağı alabalığı filetolarının TBA değerindeki değişimleri göstermektedir. Depolama süresince TBA değerinde önemli değişimler gözlenmiştir ($p<0.05$). Gökkuşağı alabalığı ile ilgili yapılan diğer çalışmalarda daha yüksek başlangıç TBA değeri rapor edilmesine rağmen (2-9.6 mg MDA/kg) (Nerantzaki ve ark, 2005; Pyrgotou ve ark, 2010; Frangos ve ark, 2010; Ojagh ve ark, 2010) başlangıç TBA değeri 0.49 mg malonaldehit (MA)/kg olup, depolama süresince tüm gruplarda 1.11 mg MA/kg'ın altında kalmıştır.

Rezaei ve Hosseini (2008), buzda depolanan gökkuşağı alabalığının 20 günlük depolanması süresince TBA değerinde dalgalanmalar görüldüğü ve bu değer tüm depolama günleri için 0.06 mg MA/kg'ın altında kaldığını gözlemiştir. Kuş (2012), başlangıç TBA değeri 0.45 mg MA/kg olduğunu ve depolama süresince tüm gruplarda 0.65 mg MA/kg'ın altında kaldığını bildirmiştir. Yavuzer (2011), doğal ve ticari yemle beslenen alabalıkların TBA değerinin buzda depolama süresince 3 mg MA/kg'ın altında kaldığı gözlemlemiştir.



Şekil 4.6. Gökkuşığı alabalığı filetolarının soğuk depolanması süresince TBARS (mg malonaldehit/kg) değerindeki değişimleri

Çizelge 4.7. Gökkuşığı alabalığı filetolarının soğuk depolanması süresince TBARS (mg malonaldehit/kg) değerindeki değişimleri

Gün	TBA (mg malonaldehit/kg)				
	Kontrol	Kırmızı Pancar	Şeker Pancarı	Yer Elması	Patates
0	0,49±0,07 ^e	0,49±0,07 ^e	0,49±0,07 ^e	0,49±0,07 ^e	0,49±0,07 ^c
4	0,66±0,060 ^{dx}	0,59±0,02 ^{cby}	0,64±0,03 ^{dx}	0,58±0,03 ^{dy}	0,59±0,04 ^{by}
7	0,69±0,03 ^{dx}	0,59±0,02 ^{bcy}	0,50±0,014 ^{eq}	0,60±0,03 ^{cdy}	0,54c±0,02 ^{bz}
11	0,70±0,04 ^{dx}	0,56±0,02 ^{cdz}	0,65±0,03 ^{dy}	0,62±0,01 ^{cdy}	0,57±0,01 ^{bz}
14	0,87±0,06 ^{cx}	0,55±0,03 ^{dq}	0,62±0,02 ^{dz}	0,68±0,07 ^{by}	0,57±0,02 ^{bzq}
18	0,96±0,06 ^{bx}	0,60±0,02 ^{bz}	0,81±0,08 ^{by}	0,61±0,03 ^{cdz}	0,56±0,02 ^{bz}
21	1,11±0,11 ^{ax}	1,02±0,03 ^{ay}	0,95±0,01 ^{az}	0,86±0,03 ^{aq}	0,76±0,01 ^{aw}
25	0,84±0,11 ^{cx}	0,62±0,01 ^{bz}	0,74±0,01 ^{cy}	0,64±0,03 ^{bcz}	0,59±0,06 ^{bz}

a, b, c, d, e, f: Aynı sütundaki farklı harfler depolama süresince önemli farkları gösterir ($p<0,05$), x, y, z, q, w: Aynı satırdaki farklı harfler gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir ($p<0,05$)

Varlık ve ark (1993), TBA değerinin çok iyi bir materyalde 3'ten az, iyi bir materyalde 5'ten fazla olmaması gerektiği, tüketilebilirlik sınır değerinin ise 7–8 arasında olduğu bildirmiştir. Bu çalışmada patates, yer elması, şeker pancarı ve kırmızı pancar kabuğu eksrakı ilave edilmiş buzda depolanan gökkuşığı alabalığı filetolarının TBA değerinin çok iyi bir materyalde bulunması gereken 3 mg MA/kg aşmadığı gözlenmiştir. En yüksek TBA değeri 1.11 MA/kg olarak kontrol grubunda depolamanın 21. gününde gözlenmiştir. Balığın duyusal olarak reddedildiği bu

dönemde diğer grupların TBA değerleri kırmızı pancar, şeker pancarı, yer elması ve patates için sırası ile 1.02 MA/kg, 0.95 MA/kg, 0.86 MA/kg ve 0.76 MA/kg olarak kayıt edilmiştir. Bu durum kontrol grubuna nazaran diğer gruplarda ve özellikle patates kabuğu ekstraktının olduğu grupta lipid oksidasyonunun düşük seviyelerde gerçekleştiğini göstermektedir. Benzer şekilde Rezaei ve ark (2008), buzda depolanan gökkuşağı alabalığındaki TBA değerinin depolama süresince oldukça düşük düzeylerde (<1 mg MA/kg) kaldığını saptamasına rağmen Nerantzaki ve ark (2005), 4 °C’de depolanan kültür gökkuşağı alabalığının TBA değerinin 13 günlük depolama süresince 3 mg MA/kg’ın altında kaldığını ancak depolamanın 15. gününde 8.4 mg MA/kg’a ulaştığını rapor etmişlerdir.

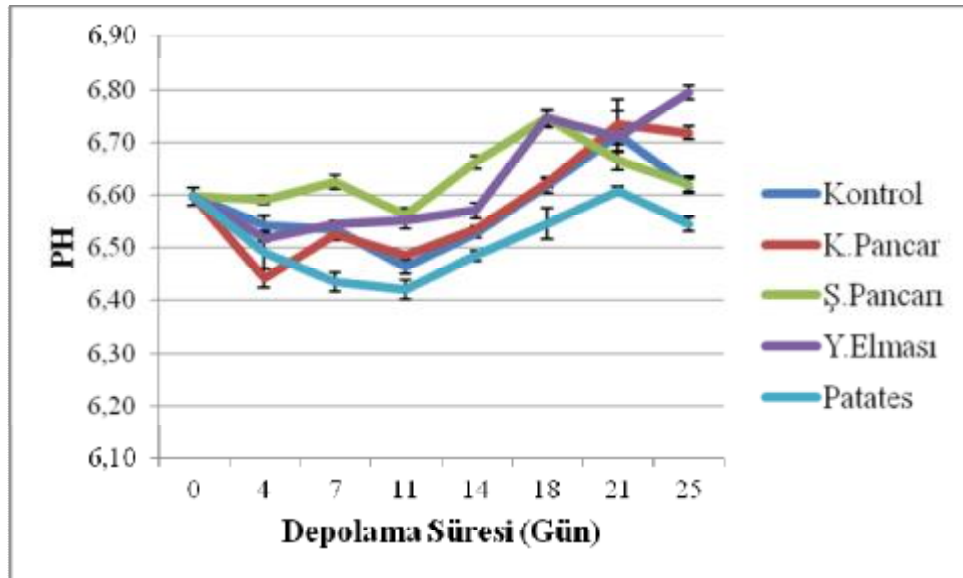
Kuş (2012), altınotu ve ökseotu ekstraktı uyguladığı gruplarda depolamanın 3, 9 ve 16. gününde balığın TBA içeriğini önemi derecede etkilemez iken, depolamanın 13, 20 ve 27. gününde altınotu ve ökseotu ekstraktı uygulanan balık filetoları daha düşük TBA içeriğine sahip olduklarını bildirmiştir. Pezeshk ve ark (2011), zerdeçal ekstraktı ve/veya arpacık soğanı ekstraktı uygulanan vakum paketlenmiş gökkuşağı alabalığının soğuk depolanması süresince (4 ± 1 °C) TBA değerinin tüm gruplar için 8 mg MA/kg’dan düşük olduğunu bildirmişlerdir. Auburg (1993), TBA’nın değerleri gerçek bir lipid oksidasyon oranını vermediğini bildirmesine paralel olarak, Prygotou ve ark (2010) da lipid oksidasyonunu gösteren TBA değerinin gökkuşağı alabalığı filetosunun kalitesini belirlemede iyi bir gösterge sağlamadığını belirtmiştir.

Depolama süresince düzenli olarak artan TBA değerleri depolamanın son günü olan 25. günde tüm gruplarda düşmüştür. Patates kabuğu ekstraktının olduğu grupta depolamanın 18, 21 ve 25. günlerinde TBA değerleri tüm diğer gruplara göre daha düşük seviyede çıkmıştır.

4.3.5. pH değeri

Ruiz-Capillas ve Moral (2001), postmortem süresince pH’daki düşüşün balık öldükten sonra oluşan glikogenoliz ile ilişkili olduğunu belirtmiştir. Postmortem aşamadan başlamak suretiyle mikrobiyal aktiviteden dolayı amino bileşiklerin yıkımından dolayı pH’da artışlar olabileceği bilinmektedir (Ólafsdóttir, 1997).

Patates, yer elması, şeker pancarı ve kırmızı pancar kabuğu ekstraktından elde edilen buzda depolanan gökkuşağı alabalığı filetolarının pH değerindeki değişimler Çizelge 4.6’da verilmiştir. Depolama süresince balık etinin pH değerinde önemli farklılıklar gözlenmiştir ($p<0.05$). Jasour ve ark (2011), taze gökkuşağı alabalığının başlangıç pH değerinin 6.7-6.8 arasında değişkenlik gösterdiğini bildirmişlerdir. Mevcut çalışmada da benzer olarak alabalık etindeki başlangıç pH değeri 6.59 olup depolama süresince 6.42 ve 6.79 arasında değişkenlik göstermiştir. Depolamanın 25. gününde yer elması grubunun pH değeri 6.79 olarak en yüksek değerde bulunmuştur.



Şekil 4.7. Gökkuşağı alabalığı filetolarının soğuk depolanması süresince pH değerindeki değişimleri

Çizelge 4.8. Gökkuşığı alabalığı filetolarının soğuk depolanması süresince pH değerindeki değişimleri

Gün	pH				
	Kontrol	Kırmızı Pancar	Şeker Pancarı	Yer Elması	Patates
0	6,59±0,017 ^b	6,59±0,017 ^b	6,59±0,017 ^d	6,59±0,017 ^d	6,59±0,017 ^a
4	6,54±0,017 ^{cy}	6,44±0,017 ^{eq}	6,59±0,01 ^{dx}	6,51±0,00 ^{gyz}	6,49±0,04 ^{cz}
7	6,53±0,012 ^{cyz}	6,52±0,01 ^{cz}	6,62±0,013 ^{cx}	6,54±0,00 ^{ty}	6,43±0,017 ^{dq}
11	6,46±0,012 ^{dy}	6,48±0,01 ^{dy}	6,56±0,013 ^{ex}	6,55±0,017 ^{etx}	6,42±0,018 ^{dz}
14	6,52±0,01 ^{cz}	6,53±0,01 ^{cz}	6,66±0,013 ^{bx}	6,57±0,014 ^{ey}	6,48±0,01 ^{cq}
18	6,61±0,012 ^{by}	6,62±0,01 ^{by}	6,74±0,017 ^{ax}	6,74±0,013 ^{bx}	6,54±0,03 ^{bz}
21	6,71±0,04 ^{ax}	6,73±0,04 ^{ax}	6,66±0,017 ^{by}	6,71±0,014 ^{cxy}	6,60±0,01 ^{az}
25	6,61±0,012 ^{bz}	6,71±0,012 ^{ay}	6,62±0,014 ^{cz}	6,79±0,013 ^{ax}	6,54±0,013 ^{bq}

a, b, c, d, e, f, g : Aynı sütundaki farklı harfler depolama süresince önemli farkları gösterir (p<0,05), x, y, z, q, w: Aynı satırdaki farklı harfler gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir (p<0,05)

Gülyavuz ve Ünlüsayın (1999), işlenmiş su ürünlerinde pH değeri 7 ve yukarısında olduğunda ürün bozulmuş olarak kabul edildiğini bildirmişlerdir. Buna yakın olara (Özyurt ve ark, 2007) de depolama sıcaklığına bağlı olmakla birlikte 7.1'in üzerindeki pH değerlerinin balığın bozulma durumunu gösterdiğini bildirmektedir. Bunlardan farklı olarak Diaz ve ark, (2011) pişmiş alabalığın bozulmasında pH ile ilişkili bir değişikliği tespit edemediklerini bildirmiştir.

Kullanılan ekstraktlar balık etinin pH değerinde önemli etkilere sahip olmuştur (p<0.05). Şeker pancarının PH seviyesi depolamanın 18. gününe kadar diğer gruplara nazaran daha yüksek seviyelerde seyretmiştir. Depolama süresince en düşük PH seviyesi patates kabuğu uygulanan grupta 11. gün 6.42 olarak tespit edilmiştir. Depolamanın 7. gününden itibaren tüm günlerde patates kabuğu ekstraktı uygulanan grup diğer gruplara göre daha düşük PH seviyelerinde kalmıştır.

Bensid ve ark (2014), bazı bitki ekstraktlarından elde edilen buzda depoladıkları balıkların pH seviyelerinde önemli bir fark olmadığını bildirmişlerdir. Ancak (Özyurt ve ark 2011) %0.1 lik biberiye ekstraktından elde ettikleri buzda depolanan sardunya balıklarının pH seviyesinin kontrol grubuna nazaran daha düşük olduğunu ve pH sonuçlarının duyuusal sonuçlarla paralellik gösterdiğini rapor etmişlerdir.

4.3.6. Yağ Asitleri

Çalışmada kullanılan standart yağ asitlerine ait örnek kromotogramlar Ek 1’de verilmiştir. Patates, yer elması, şeker pancarı ve kırmızı pancar kabukları ekstraktı ilave edilmiş buzda depolanan alabalıkların temel yağ asitleri oleik asit (C18:1 ω 9), dekosaheksaenoik asit (DHA, C22:6 ω 3), palmitik asit (C16:0), palmitoleik asit (C16:1) ve eikosapentaenoik asit (EPA, C20:5 ω 3) olmuştur (Çizelge 4.10). Yapılan yağ asidi incelemelerinde 20 farklı yağ asidi tespit edilmiştir. Bu yağ asitlerinden 7 tanesi çift bağ içermeyen (doymuş), 6 adedi tekli bir tane çift bağ içeren (doymamış) ve 7 adedinin de birden fazla çift bağ içeren (çoklu doymamış yağ asidi) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. Gökkuşuğu alabalığı filetolarında belirlenen doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asitleri

Doymuş Yağ Asitleri (SFA)	Tekli Doymamış Yağ Asitleri (MUFA)	Çoklu Doymamış Yağ Asitleri (PUFA)
C _{14:0}	C _{14:1}	C _{18:2} n6
C _{15:0}	C _{16:1}	C _{18:3} n3
C _{16:0}	C _{17:1}	C _{20:2} cis
C _{17:0}	C _{18:1} n9	C _{20:3} n6
C _{18:0}	C _{20:1}	C _{20:5} n3 EPA
C _{20:0}	C _{22:1} n9	C _{22:2} cis
C _{22:0}		C _{22:6} n3 DHA

Çizelge 4.10. Gökkuşuğu alabalığı filetolarının soğuk depolanması süresince yağ asitleri kompozisyonu

Yağ Asitleri	Grup	Depolama Süresi (Gün)									
		0	4	7	11	14	18	21	25		
14:0	Kontrol	1.7±0.33	1.7±0.11	1.78±0.007 ^x	1.84±0.03 ^x	1.71±0.01 ^x	1.74±0.17	1.75±0.14 ^x	1.78±0.07 ^x		
	K.pancar	1.70±0.33	1.58±0.07	1.56±0.11 ^y	1.53±0.01 ^y	1.60±0.19 ^{xy}	1.63±0.33	1.61±0.09 ^x	1.37±0.02 ^y		
	Ş.pancarı	1.70±0.33	1.66±0.22	1.55±0.05 ^y	1.70±0.16 ^{xy}	1.71±0.01 ^x	1.72±0.08	1.6±0.11 ^{xy}	1.38±0.01 ^y		
	Y.elması	1.70±0.33	1.53±0.03	1.55±0.08 ^y	1.62±0.02 ^y	1.38±0.05 ^y	1.54±0.23	1.26±0.07 ^z	1.54±0.19 ^y		
	Patates	1.70±0.33	1.54±0.01	1.56±0.00 ^y	1.54±0.00 ^y	1.42±0.05 ^y	1.43±0.021	1.40±0.00 ^{yz}	1.31±0.00 ^y		
	Kontrol	0.02±0.007	0.02±0.0	0.02±0.0	0.02±0.007	0.02±0.007	0.02±0.007	0.02±0.007	0.02±0.007		
15:0	K.pancar	0.02±0.007	0.02±0.0	0.02±0.0	0.02±0.0	0.02±0.0	0.02±0.007	0.02±0.007	0.02±0.007		
	Ş.pancarı	0.02±0.007	0.03±0.0	0.02±0.0	0.02±0.0	0.02±0.0	0.02±0.007	0.02±0.0	0.02±0.0		
	Y.elması	0.02±0.007	0.02±0.0	0.02±0.0	0.02±0.0	0.02±0.0	0.02±0.007	0.02±0.0	0.02±0.007		
	Patates	0.02±0.007	0.02±0.0	0.02±0.0	0.02±0.0	0.02±0.007	0.02±0.007	0.02±0.0	0.02±0.007		
16:0	Kontrol	13.78±0.54 ^b	12.16±0.70 ^b	12.43±0.60 ^b	12.80±0.15 ^{abx}	12.26±0.33 ^b	13.05±0.07 ^{ab}	13.12±0.43 ^{abyz}	14.85±0.28 ^{ax}		
	K.pancar	13.78±0.54	12.50±0.29 ^{ab}	12.01±0.8 ^b	12.71±0.06 ^{abxy}	11.99±0.05 ^b	12.73±0.7 ^{ab}	11.85±0.89 ^{bz}	12.59±0.35 ^{aby}		
	Ş.pancarı	13.78±0.54	13.29±0.19 ^b	11.99±0.05 ^c	11.98±0.06 ^{cz}	12.95±0.72 ^{bc}	13.92±0.29 ^b	15.02±0.7 ^{ax}	15.15±0.32 ^{ax}		
	Y.elması	13.78±0.54	12.57±0.31 ^{cd}	11.43±0.28 ^e	12.47±0.32 ^{cdexy}	12.04±0.04 ^{de}	13.39±0.28 ^{bc}	14.41±0.03 ^{bxy}	15.46±0.7 ^{ax}		
	Patates	13.78±0.54	12.44±0.24 ^{ab}	12.03±0.05 ^{ab}	12.34±0.01 ^{abyz}	11.94±0.03 ^b	12.80±0.58 ^b	12.43±0.39 ^{abz}	12.58±0.09 ^{aby}		
	Kontrol	0.02±0.007	0.02±0.0	0.02±0.0	0.02±0.0	0.02±0.007	0.02±0.007	0.02±0.0	0.02±0.007		

a, b, c, d, e, f: Aynı sütundaki farklı harfler depolama süresince önemli farkları gösterir (p<0,05), x, y, z, q, w: Aynı satırdaki farklı harfler gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir (p<0,05)

Çizelge 4.10. (Devamı) Gökkuşuğu alabalığı filetolarının soğuk depolanması süresince yağ asitleri kompozisyonu

		Depolama Süresi (Gün)							
Yağ Asitleri	Grup	0	4	7	11	14	18	21	25
17:0	Kontrol	0.04±0.007	0.05±0.02	0.04±0.007	0.05±0 ^x	0.04±0	0.05±0	0.05±0.007 ^x	0.05±0.007
	K.pancar	0.04±0.007	0.04±0	0.04±0.007	0.04±0 ^y	0.04±0.007	0.04±0.007	0.04±0.007 ^{xy}	0.005±0
	Ş.pancar	0.04±0.007 ^{ab}	0.05±0.007 ^a	0.004±0 ^b	0.004±0 ^{by}	0.004±0.007 ^{ab}	0.04±0.007 ^{ab}	0.04±0.007 ^{abxy}	0.05±0 ^{ab}
	Y.elması	0.04±0.007	0.05±0.01	0.04±0	0.04±0 ^y	0.04±0	0.04±0.007	0.04±0 ^y	0.05±0.007
	Patates	0.04±0.007 ^{ab}	0.04±0 ^b	0.04±0 ^b	0.04±0.007 ^{abxy}	0.04±0.007 ^{ab}	0.05±0 ^{ab}	0.05±0 ^{abxy}	0.05±0.007 ^a
18:0	Kontrol	3.98±0.02	4.45±0.07	4.45±0.36	4.49±0.67	4.66±0.38	4.67±0.14 ^x	4.69±0.41	4.79±0.07 ^x
	K.pancar	3.98±0.21 ^b	4.25±0.07 ^{ab}	4.19±0.05 ^{ab}	4.53±0.021 ^a	4.39±0.45 ^{ab}	4.17±0.07 ^{aby}	4.46±0.16 ^a	4.20±0.03 ^{abz}
	Ş.pancar	3.98±0.02 ^b	4.24±0.30 ^{ab}	4.51±0.31 ^a	4.47±0.22 ^a	4.24±0.04 ^{ab}	4.33±0.02 ^{aby}	4.50±0.04 ^a	4.55±0.042 ^{ay}
	Y.elması	3.98±0.02 ^b	4.38±0.46 ^{ab}	4.37±0.20 ^{ab}	4.67±0.32 ^a	4.60±0.14 ^a	4.70±0.14 ^{ax}	4.52±0.17 ^{ab}	4.49±0.02 ^{aby}
	Patates	3.98±0.02 ^{ab}	3.76±0.5 ^b	4.02±0.07 ^{ab}	4.17±0.1 ^{ab}	4.07±0.03 ^{ab}	4.22±0.04 ^{aby}	4.20±0.02 ^{ab}	4.30±0.11 ^{az}
20:0	Kontrol	1.37±0.26 ^{ab}	1.50±0.02 ^{abx}	1.36±0.14 ^{ab}	1.44±0.04 ^{abx}	1.19±0.007 ^{by}	1.67±0.15 ^a	1.51±0.16 ^{ab}	1.69±0.02 ^{axy}
	K.pancar	1.37±0.26 ^{ab}	1.37±0.02 ^{abxy}	1.36±0 ^{ab}	1.1±0.02 ^{by}	1.47±0 ^{ax}	1.39±0.14 ^{ab}	1.35±0.17 ^{ab}	1.42±0.07 ^{axy}
	Ş.pancar	1.37±0.26	1.26±0.24 ^{xy}	1.25±0.04	1.23±0.02 ^y	1.15±0.12 ^y	1.49±0.23	1.55±0	1.34±0.01 ^y
	Y.elması	1.37±0.26 ^b	1.24±0.04 ^{bxy}	1.38±0.007 ^b	1.15±0.13 ^{by}	1.37±0.01 ^{bx}	1.45±0.17 ^{ab}	1.47±0.13 ^{ab}	1.82±0.32 ^{ax}
	Patates	1.37±0.26	1.18±0.01 ^y	0.74±0.74	1.07±0.07 ^y	1.16±0.09 ^y	1.41±0.14	1.30±0.02	1.32±0.12 ^y

a, b, c, d, e, f : Aynı sütundaki farklı harfler depolama süresince önemli farkları gösterir (p<0,05), x, y, z, q, w: Aynı satırdaki farklı harfler gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir (p<0,05)

Çizelge 4.10. (Devamı) Gökkuşığı alabalığı filetolarının soğuk depolanması süresince yağ asitleri kompozisyonu

		Depolama Süresi (Gün)									
Yağ Asitleri	Grup	0	4	7	11	14	18	21	25		
22:0	Kontrol	0.12±0.02 ^{ab}	0.12±0.02 ^{bcx}	0.11±0.02 ^{abc}	0.11±0.02 ^{bcx}	0.09±0.007 ^{cx}	0.12±0.007 ^{ab}	0.10±0.007 ^{bcxy}	0.13±0.007 ^a		
	K.pancar	0.12±0.02 ^a	0.11±0.007 ^{ax}	0.12±0.02 ^a	0.08±0 ^{bz}	0.10±0.007 ^{abx}	0.09±0.007 ^{ab}	0.10±0.007 ^{abxy}	0.11±0.007 ^a		
	Ş.pancar	0.12±0.02 ^a	0.12±0.01 ^{abx}	0.1±0 ^{abc}	0.09±0 ^{bcy}	0.08±0.007 ^{cy}	0.11±0.02 ^{ab}	0.12±0.02 ^{abxy}	0.11±0 ^{abc}		
	Y.elması	0.12±0.02 ^{ab}	0.10±0.007 ^{abxy}	0.11±0 ^{ab}	0.08±0.007 ^{byz}	0.10±0.007 ^{abx}	0.11±0.01 ^{ab}	0.12±0.02 ^{abx}	0.14±0.02 ^a		
	Patates	0.12±0.02 ^a	0.09±0 ^{bcy}	0.09±0.007 ^{bc}	0.08±0 ^{cz}	0.09±0 ^{bcy}	0.1±0 ^{bc}	0.09±0.007 ^{bcy}	0.10±0.007 ^b		
14:1	Kontrol	0.06±0.01	0.05±0.007	0.04±0.007	0.05±0.0	0.05±0.0	0.06±0.0	0.05±0.007	0.05±0.0		
	K.pancar	0.06±0.01	0.04±0.007	0.05±0.0	0.04±0 ^y	0.05±0.007 ^x	0.05±0.014	0.05±0.007	0.05±0.0		
	Ş.pancar	0.06±0.01	0.06±0.01	0.05±0.0	0.05±0 ^x	0.04±0 ^y	0.05±0.0	0.05±0.0	0.04±0.007		
	Y.elması	0.06±0.01	0.05±0.0	0.05±0.0	0.05±0 ^x	0.04±0 ^y	0.04±0.007	0.04±0.007	0.05±0.007		
	Patates	0.06±0.01	0.04±0.007	0.05±0.0	0.05±0.007 ^x	0.05±0 ^x	0.05±0.0	0.05±0.0	0.05±0.007		
16:1	Kontrol	3.93±0.06 ^{ab}	4.10±0.06 ^a	3.41±0.36 ^{bcd}	4.45±0.05 ^{ax}	3.79±0.04 ^{abc}	3.38±0.04 ^{bcdy}	3.09±0.07 ^{dy}	3.18±0.09 ^{cdz}		
	K.pancar	3.93±0.06 ^{ab}	3.3±0.56 ^b	3.49±0.03 ^b	3.63±0.01 ^{abq}	3.72±0.07 ^{ab}	3.68±0.19 ^{abxy}	3.98±0.43 ^{abx}	4.45±0.35 ^{ax}		
	Ş.pancar	3.93±0.06 ^{ab}	3.21±0.78 ^{ab}	2.89±0.06 ^b	3.85±0.007 ^{abz}	3.73±0.02 ^{ab}	4.09±0.57 ^{axy}	3.42±0.54 ^{abxy}	3.58±0.08 ^{abyz}		
	Y.elması	3.93±0.06	3.31±0.48	3.19±0.61	3.81±0.02 ^z	3.11±0.5	3.94±0.4 ^{xy}	3.42±0.02 ^{xy}	2.96±0.43 ^z		
	Patates	3.93±0.06	3.95±0.09	3.68±0.1	4.18±0.06 ^y	3.84±0.5	4.39±0.03 ^x	4.16±0.05 ^x	4.25±0.19 ^{xy}		

a, b, c, d, e, f: Aynı sütundaki farklı harfler depolama süresince önemli farkları gösterir (p<0,05), x, y, z, q, w: Aynı satırdaki farklı harfler gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir (p<0,05)

Çizelge 4.10. (Devamı) Gökkuşuğu alabalığı filetolarının soğuk depolanması süresince yağ asitleri kompozisyonu

Yağ Asitleri	Grup	Depolama Süresi (Gün)									
		0	4	7	11	14	18	21	25		
17:1	Kontrol	0.05±0.007 ^{ab}	0.08±0 ^{ax}	0.06±0.01 ^{ab}	0.07±0 ^a	0.04±0.007 ^c	0.07±0.007 ^{ax}	0.06±0 ^{abx}	0.02±0.02 ^c		
	K.pancar	0.05±0.007	0.06±0 ^y	0.05±0.02	0.06±0	0.06±0.01	0.05±0.02 ^{xy}	0.05±0.007 ^{xy}	0.04±0		
	Ş.pancar	0.05±0.007 ^{ab}	0.06±0.14 ^{abx}	0.06±0.14 ^{ab}	0.07±0 ^a	0.04±0.007	0.06±0 ^{abxy}	0.06±0 ^{abx}	0.04±0.007 ^b		
	Y.elması	0.05±0.007 ^{bc}	0.06±0 ^{ab}	0.06±0 ^{ab}	0.07±0 ^a	0.04±0 ^d	0.04±0.007 ^{cdy}	0.04±0.007 ^{cdy}	0.04±0.007 ^{cd}		
	Patates	0.05±0.007 ^{bcd}	0.06±0.007 ^{abxy}	0.05±0.007 ^{bcd}	0.007±0 ^a	0.04±0.007 ^d	0.06±0 ^{abxy}	0.05±0 ^{cdxy}	0.04±0.007 ^d		
18:1n9	Kontrol	26.75±0.35 ^{cd}	31.73±0.32 ^{ay}	28.73±0.33 ^{bq}	27.12±0.25 ^{eq}	26.3±0.7 ^{ez}	25.32±0.68 ^{dey}	27.51±0.26 ^{cy}	24.73±0.75 ^{ey}		
	K.pancar	26.75±0.35 ^e	35±0.7 ^{ax}	32.26±0.19 ^{bx}	28.92±0.17 ^{dz}	32.71±0.38 ^{bx}	30.18±0.02 ^{cx}	28.85±0.9 ^{dy}	27.85±0.49 ^{dex}		
	Ş.pancar	26.75±0.35 ^c	25.72±0.04 ^{dz}	30.23±0.64 ^{bz}	30.01±0.31 ^{by}	31.93±0.60 ^{axy}	25.44±0.16 ^{dy}	25.55±0.35 ^{dz}	25.05±0.35 ^{dy}		
	Y.elması	26.75±0.35 ^e	32.69±0.23 ^{ay}	31.53±0.01 ^{bxy}	29.77±0.31 ^{dyz}	30.53±0.15 ^{cy}	25.29±0.02 ^{fy}	25.00±0.7 ^{tz}	24.25±0.07 ^{gy}		
	Patates	26.75±0.35 ^c	31.60±0.55 ^{ay}	31.13±0.01 ^{ay}	31.09±0.65 ^{ax}	31.1±0.90 ^{axy}	31.09±0.28 ^{ax}	32.08±0.44 ^{ax}	28.73±0.49 ^{bx}		
20:1	Kontrol	0.74±0.12 ^{ab}	0.71±0.04 ^{ab}	0.69±0.01 ^b	0.89±0.007 ^{ax}	0.67±0 ^b	0.77±0.012 ^{ab}	0.70±0.10 ^b	0.76±0.01 ^{ab}		
	K.pancar	0.74±0.12 ^{ab}	0.63±0.06 ^b	0.70±0.03 ^{ab}	0.72±0.04 ^{aby}	0.78±0.02 ^{ab}	0.87±0.10 ^a	0.78±0.07 ^{ab}	0.66±0.007 ^b		
	Ş.pancar	0.74±0.12	0.79±0.14	0.84±0.03	0.72±0.01 ^y	0.65±0.10	0.87±0.09	0.77±0	0.69±0.01		
	Y.elması	0.74±0.12 ^{ab}	0.63±0 ^b	0.71±0.01 ^{ab}	0.62±0.05 ^{bz}	0.71±0.007 ^{ab}	0.84±0.08 ^{ab}	0.63±0.04 ^b	0.89±0.19 ^a		
	Patates	0.74±0.12	0.73±0.02	0.69±0.007	0.64±0.02 ^{yz}	0.67±0.02	0.79±0.09	0.69±0.01	0.71±0.08		

a, b, c, d, e, f: Aynı sütundaki farklı harfler depolama süresince önemli farkları gösterir (p<0,05), x, y,

z, q, w: Aynı satırdaki farklı harfler gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir (p<0,05)

Çizelge 4.10. (Devamı) Gökkuşığı alabalığı filetolarının soğuk depolanması süresince yağ asitleri kompozisyonu

Yağ Asitleri	Grup	Depolama Süresi (Gün)									
		0	4	7	11	14	18	21	25		
22:1n9	Kontrol	0.14±0.03	0.13±0.007	0.12±0.02	0.13±0.02	0.11±0	0.14±0.007	0.14±0.01	0.13±0.007		
	K.pancar	0.14±0.03	0.13±0.007	0.12±0.007	0.06±0.07	0.12±0.007 ^x	0.13±0.03	0.14±0.02	0.12±0		
	Ş.pancar	0.14±0.03	0.14±0.02	0.12±0	0.12±0.007	0.11±0 ^y	0.13±0.01	0.13±0	0.11±0		
	Y.elması	0.14±0.03	0.12±0.007	0.13±0	0.13±0.007	0.12±0 ^x	0.13±0.02	0.11±0.007	0.13±0.02		
	Patates	0.14±0.03	0.12±0.0	0.12±0.007	0.12±0.007	0.12±0.0 ^x	0.13±0.007	0.12±0.007	0.13±0.01		
18:2n6	Kontrol	18.44±0.11 ^a	17.27±0.60 ^b	16.60±0.17 ^{bcd}	16.65±0.63 ^{bcd}	16.85±0.05 ^{bcd}	17.05±0.09 ^{bz}	15.80±0.9 ^{cdz}	15.05±0.07 ^{dq}		
	K.pancar	18.44±0.11 ^{ab}	17.42±0.68 ^{bc}	17.38±0.59 ^{bcd}	17.09±0.42 ^c	17.08±0.76 ^{cd}	18.17±0.01 ^{ab}	18.85±0.39 ^{ax}	17.04±0.017 ^{cd}		
	Ş.pancar	18.44±0.11 ^b	17.86±0.33 ^c	18.81±0.06 ^{ax}	16.47±0.11 ^e	15.88±0.26 ^{fy}	17.91±0.15 ^{cd}	17.38±0.03 ^{cd}	16.19±0.15 ^{efz}		
	Y.elması	18.44±0.11 ^a	16.69±0.60 ^{bc}	17.57±0.14 ^{ab}	17.12±0.23 ^{bc}	17.28±0.22 ^{bcd}	17.53±0.42 ^{ab}	16.32±0.76 ^{cd}	16.60±0.64 ^{bcd}		
	Patates	18.44±0.11 ^a	17.77±0.07 ^b	17.57±0.21 ^{bcd}	17.24±0.08 ^c	17.6±0.19 ^{bcd}	18.40±0.26 ^{ax}	17.25±0.01 ^{cd}	17.51±0.09 ^{bcd}		
20:2	Kontrol	0.33±0.04 ^{ab}	0.34±0.007 ^{ab}	0.29±0.03 ^{ab}	0.29±0.01 ^b	0.25±0.02 ^{bz}	0.39±0.04 ^a	0.34±0.07 ^{ab}	0.32±0.007 ^{ab}		
	K.pancar	0.33±0.04	0.29±0.02	0.33±0.07	0.26±0.007	0.35±0.02 ^x	0.36±0.02	0.29±0	0.46±0.23		
	Ş.pancar	0.33±0.04 ^{ab}	0.32±0.08 ^{ab}	0.25±0 ^b	0.32±0.01 ^{ab}	0.27±0.04 ^{ab}	0.32±0.02 ^{ab}	0.36±0 ^a	0.26±0 ^b		
	Y.elması	0.33±0.04	0.31±0.007	0.32±0.007	0.16±0.19	0.33±0 ^{xy}	0.35±0.08	0.33±0.007	0.39±0.12		
	Patates	0.33±0.04 ^a	0.27±0.007 ^{ab}	0.3±0.01 ^{ab}	0.26±0.02 ^b	0.3±0.01 ^{ab}	0.32±0.01 ^{ab}	0.30±0.07 ^{ab}	0.26±0.03 ^b		

a, b, c, d, e, f: Aynı sütundaki farklı harfler depolama süresince önemli farkları gösterir (p<0,05), x, y, z, q, w: Aynı satırdaki farklı harfler gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir (p<0,05)

Çizelge 4.10. (Devamı) Gökkuşığı alabalığı filetolarının soğuk depolanması süresince yağ asitleri kompozisyonu

Yağ Asitleri	Grup	Depolama Süresi (Gün)									
		0	4	7	11	14	18	21	25		
22:2	Kontrol	0.19±0.02 ^a	0.13±0.01 ^{by}	0.16±0.02 ^{ab}	0.19±0.007 ^{ax}	0.12±0.007 ^b	0.14±0.007 ^b	0.13±0.03 ^b	0.14±0.007 ^b		
	K.pancar	0.19±0.02 ^a	0.13±0.007 ^{cy}	0.15±0.02 ^{bc}	0.15±0.0 ^{bcyz}	0.15±0.007 ^{abc}	0.18±0.02 ^{ab}	0.16±0.01 ^{abc}	0.12±0.007 ^c		
	Ş.pancarı	0.19±0.02 ^a	0.18±0.01 ^{abx}	0.13±0.007 ^{cd}	0.16±0.02 ^{abcy}	0.13±0.02 ^{cd}	0.18±0.01 ^{ab}	0.14±0.007 ^{bcd}	0.11±0.007 ^d		
	Y.elması	0.19±0.02 ^a	0.14±0.007 ^{bcy}	0.16±0.0 ^{ab}	0.15±0.0 ^{bcyz}	0.16±0.0 ^{ab}	0.17±0.01 ^{ab}	0.12±0.01 ^c	0.15±0.02 ^{bc}		
	Patates	0.19±0.02 ^a	0.15±0.007 ^{bxy}	0.16±0.01 ^b	0.13±0.007 ^{bz}	0.15±0.007 ^b	0.16±0.02 ^b	0.13±0.0 ^b	0.13±0.007 ^b		
18:3n3	Kontrol	0.63±0.04	0.51±0.02 ^{yz}	0.54±0.25	0.68±0.01 ^x	0.58±0.02 ^x	0.58±0.07	0.58±0.06 ^{xy}	0.48±0.01		
	K.pancar	0.63±0.04 ^a	0.46±0.007 ^{bz}	0.57±0.10 ^{ab}	0.63±0.01 ^{axy}	0.56±0.02 ^{abx}	0.64±0.14 ^a	0.66±0.0 ^{ax}	0.43±0.01 ^b		
	Ş.pancarı	0.63±0.04 ^{ab}	0.66±0.10 ^{ax}	0.61±0.02 ^{ab}	0.65±0.007 ^{axy}	0.45±0.03 ^{cy}	0.52±0.02 ^{bc}	0.47±0.007 ^{cyz}	0.46±0.02 ^c		
	Y.elması	0.63±0.04 ^a	0.56±0.007 ^{abxyz}	0.58±0.0 ^{ab}	0.62±0.04 ^{aby}	0.48±0.007 ^{abcy}	0.60±0.09 ^{ab}	0.41±0.14 ^{cz}	0.47±0.07 ^{bc}		
	Patates	0.63±0.04 ^{ab}	0.60±0.02 ^{abxy}	0.665±0.007 ^a	0.675±0.007 ^{axy}	0.60±0.02 ^{abx}	0.62±0.04 ^{ab}	0.61±0.05 ^{abxy}	0.54±0.06 ^b		
20:3n6	Kontrol	0.32±0.40	0.33±0.42 ^{xy}	0.44±0.06 ^y	0.71±0.03 ^x	0.26±0.32	0.03±0.007	0.32±0.41	0.60±0		
	K.pancar	0.32±0.40 ^{ab}	0.55±0.007 ^{ax}	0.04±0.03 ^{bz}	0.03±0.0 ^{by}	0.05±0.02 ^b	0.05±0.0 ^b	0.31±0.39 ^{ab}	0.61±0.02 ^a		
	Ş.pancarı	0.32±0.40 ^{ab}	0.03±0.01 ^{by}	0.7±0.01 ^{ax}	0.04±0.007 ^{by}	0.26±0.32 ^{ab}	0.35±0.43 ^{ab}	0.04±0.0 ^b	0.52±0.01 ^{ab}		
	Y.elması	0.32±0.40 ^{ab}	0.03±0.0 ^{by}	0.03±0.0 ^{bz}	0.03±0.0 ^{by}	0.03±0.007 ^b	0.04±0.007 ^b	0.60±0.03 ^a	0.32±0.38 ^{ab}		
	Patates	0.32±0.40 ^{ab}	0.04±0.01 ^{by}	0.03±0.007 ^{bz}	0.03±0.007 ^{by}	0.03±0	0.03±0.007 ^b	0.03±0 ^b	0.53±0.07 ^a		

a, b, c, d, e, f: Aynı sütundaki farklı harfler depolama süresince önemli farkları gösterir (p<0,05), x, y, z, q, w: Aynı satırdaki farklı harfler gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir (p<0,05)

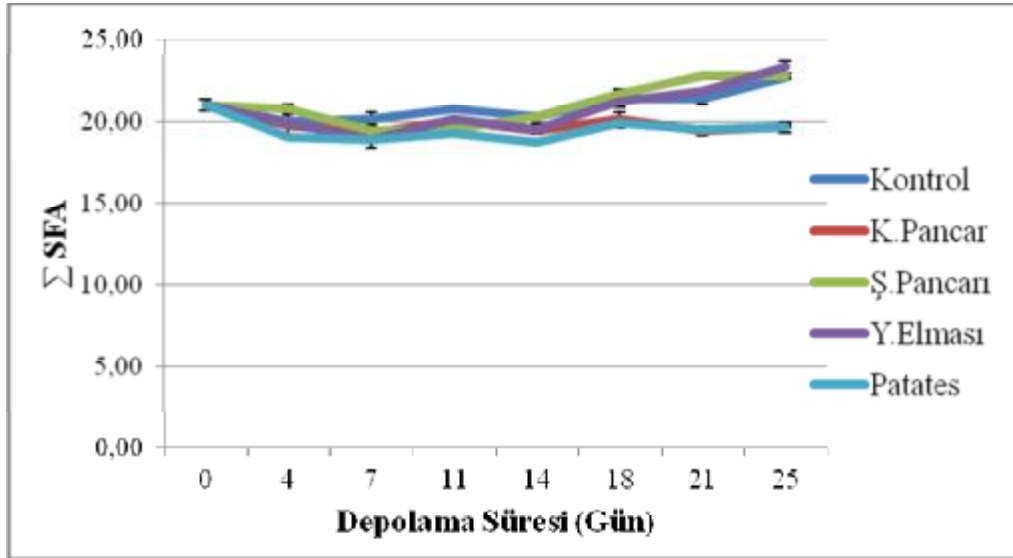
Çizelge 4.10. (Devamı) Gökkuşuğu alabalığı filetolarının soğuk depolanması süresince yağ asitleri kompozisyonu

Depolama Süresi (Gün)									
Yağ Asitleri	Grup	0	4	7	11	14	18	21	25
20:5n3	Kontrol	2.17±0.26 ^a	1.93±0.13 ^{ab}	1.79±0.31 ^{abc}	1.48±0.01 ^{cq}	1.68±0.02 ^{bcy}	1.79±0.21 ^{abc}	1.67±0.03 ^{bcz}	1.70±0.01 ^{bexy}
	K.pancar	2.17±0.26 ^{ab}	2.04±0.02 ^{ab}	2.08±0.02 ^{ab}	2.35±0.04 ^{ax}	2.20±0.14 ^{abx}	2.31±0.15 ^{ax}	2.03±0.14 ^{abx}	1.95±0.04 ^{bx}
	Ş.pancar	2.17±0.26 ^{ab}	2.25±0.28 ^a	1.88±0.10 ^{abc}	1.78±0.04 ^{bcz}	1.71±0.15 ^{cy}	1.73±0.03 ^{cz}	1.78±0.03 ^{cz}	1.77±0.2 ^{cy}
	Y.elması	2.17±0.26 ^a	2.11±0.01 ^{abc}	1.96±0.01 ^{abc}	2.16±0.07 ^{aby}	1.89±0.07 ^{abxy}	2±0.26 ^{abxyz}	1.81±0.01 ^{cyz}	1.82±0.02 ^{bex}
	Patates	2.17±0.26 ^{ab}	2.06±0.04 ^{ab}	1.93±0.14 ^{ab}	2.11±0.01 ^{aby}	2.10±0.14 ^{abx}	2.26±0.19 ^{axy}	1.93±0.04 ^{abxy}	1.91±0.01 ^{bx}
22:6n3	Kontrol	10.30±0.13 ^a	7.37±0.82 ^{bcy}	8.06±0.34 ^{bc}	7.91±0.15 ^{bcz}	7.61±0.37 ^{bcz}	8.32±0.66 ^b	7.54±0.06 ^{bcz}	7.15±0.07 ^{cy}
	K.pancar	10.30±0.13 ^a	8.57±0.14 ^{bcy}	8.06±0.92 ^c	9.50±0.01 ^{abx}	8.15±0.53 ^{cyz}	9.46±0.37 ^{ab}	8.64±0.31 ^{bex}	8.36±0.62 ^{bexy}
	Ş.pancar	10.30±0.13 ^a	8.32±0.48 ^{bxy}	8.23±0.38 ^{cd}	8.94±0.43 ^{bexy}	7.81±0.12 ^{cdz}	9.02±0.73 ^{bc}	7.81±0.34 ^{cdxyz}	7.22±0.82 ^{dy}
	Y.elması	10.30±0.13 ^a	8.1±0.43 ^{cdy}	8.15±0.23 ^{cd}	8.45±0.49 ^{cdyz}	8.83±0.26 ^{bexy}	9.42±0.31 ^b	7.71±0.59 ^{dyz}	8.07±0.25 ^{cdxy}
	Patates	10.30±0.13 ^a	8.52±0.07 ^{ev}	8.8±0.16 ^{cd}	8.83±0.16 ^{cxy}	9±0.02 ^{bex}	9.22±0.04 ^b	8.46±0.07 ^{axy}	8.57±0.07 ^{dex}

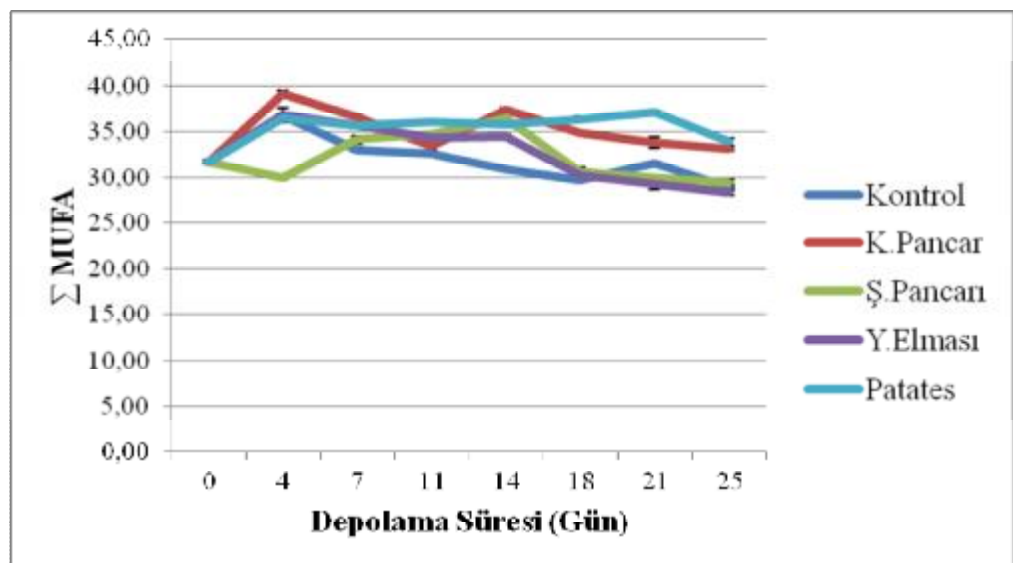
a, b, c, d, e, f: Aynı sütundaki farklı harfler depolama süresince önemli farkları gösterir (p<0,05), x, y, z, q, w: Aynı satırdaki farklı harfler gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir (p<0,05)

Çalışmada en yüksek DHA oranına % 9.50 ile depolamanın 11. gününde kırmızı pancar grubunda rastlanmıştır. Depolama başlangıcında % 10.30 seviyesinde olan DHA değerinin depolama sonuna doğru tüm gruplara göre patates ve kırmızı pancar gruplarında daha yüksek seviyelerde kaldığı gözlenmiştir. Depolamanın 21. gününde diğer gruplardan önemli düzeyde yüksek olan kırmızı pancar (% 8.64) ve patates (% 8.46) grupları 25. depolama sonunda sırası ile % 8.36 ve % 8.57 seviyesinde kalmıştır. Depolamanın 25. gününde DHA seviyesinin en yüksek olduğu grup % 8.57 ile patates grubu olurken % 7.15 ile en düşük seviyede olan kontrol grubunu % 7.22 ile şeker pancarı grubu izlemiştir.

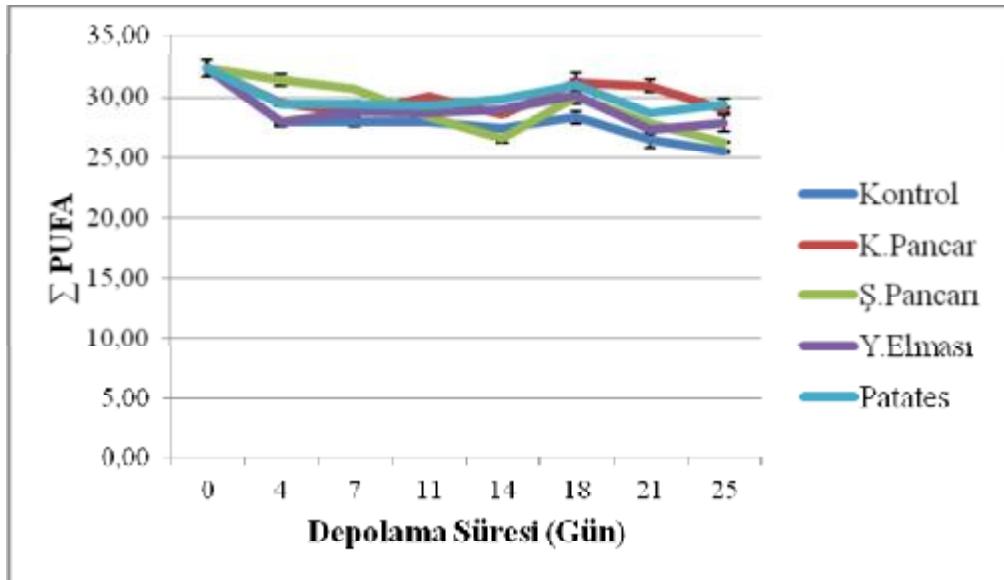
Depolama başlangıcında % 2.17 olan EPA oranları depolama süresince patates ve kırmızı pancar grupları dışında bu değer çok fazla üzerine çıkamamıştır. Tıpkı DHA da olduğu gibi EPA oranlarında da depolamanın 11. gününde kırmızı pancar grubu en yüksek EPA oranında (% 2.35) kayıt edilmiştir. Kontrol, yer elması ve şeker pancarı gruplarında EPA oranlarında özellikle depolamanın 11. gününden itibaren düşmeler gözlenirken patates ve kırmızı pancar grupları önemli seviyede daha yüksek değerlerde seyretmiştir ($p<0.05$). Depolama sonunda en düşük EPA değeri % 1.70 ile kontrol grubunda daha sonra ise % 1.77 ile şeker pancarı grubunda izlenmiştir. Tüm depolama günleri dikkate alındığında kontrol grubundan sonra EPA'nın en düşük değerlerde seyrettiği grup şeker pancarı grubu olmuştur.

Şekil 4.8. Depolama süresindeki Σ SFA değerlerindeki değişimler

Deneme başlangıcında (0. gün), alabalıklardaki toplam doymuş yağ asitleri (SFA) oranı % 21.03 olarak bulunmuştur. Depolamanın 18. gününden itibaren kontrol, şeker pancarı ve yer elması gruplarının SFA oranları patates ve kırmızı pancar gruplarına göre önemli düzeyde daha yüksek değerlere çıkmaya başlamıştır ($p>0.05$). Depolama sonunda en yüksek SFA oranı yer elması (% 23.36) ve kontrol (% 22.80) gruplarında olurken, en düşük seviyedeki SFA patates (% 19.67) ile kırmızı pancar (% 19.72) gruplarında kayıt edilmiştir.

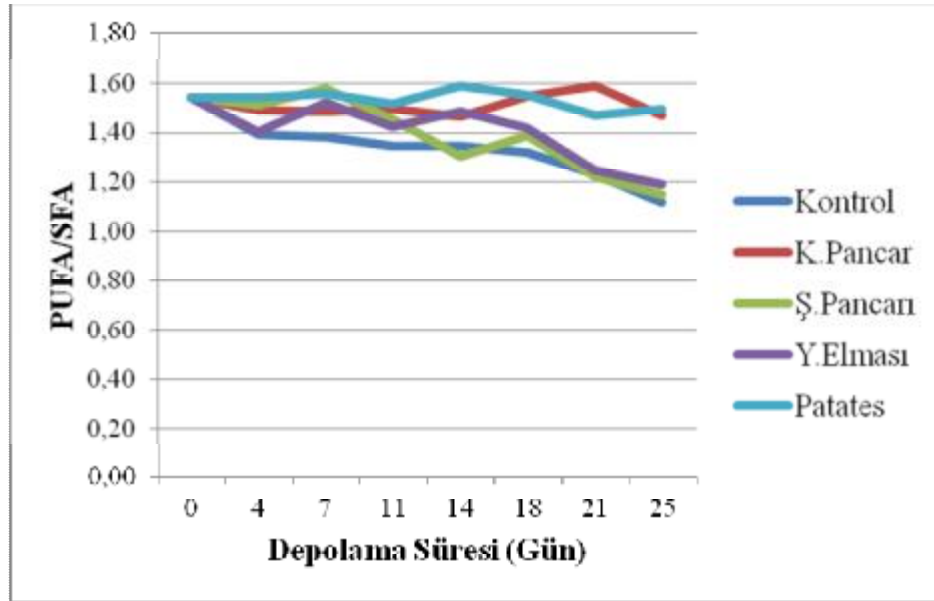
Şekil 4.9. Depolama süresindeki Σ MUFA değerlerindeki değişimler

Toplam tekli doymamış yağ asidi (MUFA) oranının en yüksek olduğu değer % 37.47 ile depolamanın 14. gününde kırmızı pancar grubunda gözlenmiştir. Depolamanın 11. gününe kadar benzer değerlerde gözlenen tekli doymamış yağ asitleri 11. günden sonra kontrol grubunda, 14. günden itibaren ise şeker pancarı ve yer elması gruplarında patates ve kırmızı pancar gruplarına nazaran daha hızlı düşmeye başlamıştır. Depolama sonunda toplam tekli doymamış yağ asidi (MUFA) değerleri kontrol, kırmızı pancar, şeker pancarı, yer elması ve patates gruplarında sırası ile % 28.89, % 33.18, % 29.52, % 28.34 ve 33.93 olmuştur.



Şekil 4.10. Depolama süresindeki Σ PUFA değerlerindeki değişimler

Toplam çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) seviyeleri depolama süresince dalgalanma gösterse de en yüksek seviyeye depolamanın 18. gününde % 31.18 ile kırmızı pancar grubunda ulaşmıştır. Depolamanın 18. gününden sonra kontrol grubunun (PUFA) seviyesi diğer gruplara nazaran önemli seviyelerde düşme göstermiştir ($p>0.05$). Depolamanın 18. gününe kadar benzer seviyelerde seyreden muamele gruplarından patates ve kırmızı pancar grupları 21. ve 25. depolama günlerinde diğer tüm gruplara göre daha yüksek seviyelerde kalmıştır.



Şekil 4.11. Depolama süresindeki PUFA/SFA oranlarındaki değişimler

HMSO (1994) insan besini olarak minimum PUFA/SFA oranını 0.45 olarak önermiştir. Bu araştırmada en düşük PUFA/SFA oranı 1.12 değer ile kontrol grubunda depolamanın son gününde gözlenmiş olup, en yüksek oran depolamanın 14. gününde patates grubunda ve 18. gününde kırmızı pancar grubunda 1.59 olarak gözlenmiştir. Patates grubunun PUFA/SFA oranı tüm depolama günlerinde diğer gruplardan yüksek seviyelerde seyretmiş ve depolamanın 25. gününü 1.50 seviyesinde tamamlamıştır. Aynı depolama gününde kontrol, kırmızı pancar, şeker pancarı ve yer elması grupları ise sırası ile 1.12, 1.47, 1.15 ve 1.19 seviyelerindedir.

Kontrol, şeker pancarı ve yer elması gruplarında palmitik asit (C16:0) oranı genel olarak depolama süresince diğer gruplara nazaran daha yüksek seviyede seyretmiş ve depolamanın 25. gününde sırası ile 14.85, 15.15 ve 15.46 oranlarında bulunmuştur. Depolamanın 14. gününden itibaren kırmızı pancar ve patates gruplarının palmitik asit oranları diğer gruplara nazaran önemli seviyede düşük seyretmiştir ve depolama sonunda kırmızı pancar ve patates sırası ile 12.59 ve 12.58 seviyelerinde kalmıştır.

Stearik asit (C18:0) seviyeleri depolama süresince % 3.98 – 4.79 arasında seyretmiş ve en yüksek orana depolamanın 25. gününde kontrol grubunda 4.79 ile rastlanmıştır. Depolamanın son günü olan 25. günde kırmızı pancar, yer elması, şeker

pancarı ve patates grupları ise sırasıyla 4.20, 4.55, 4.49 ve 4.30 seviyelerinde kayıt edilmiştir.

En yüksek arişidik asit (C20:0) oranına % 1.82 ile depolamanın 25. gününde yer elması grubunda rastlanmıştır.

Palmitoleik asit (C16:1) seviyesi depolama süresince gruplar arasında önemli farklılıklar göstermiştir ($P<0.05$). En yüksek palmitoleik asit seviyesi depolamanın 25. gününde kırmızı pancar grubunda % 4.65 olarak gözlenmiştir. Aynı depolama gününde bu değere en yakın olarak patates ekstraktı grubu % 4.25 seviyesinde kayıt edilmiştir. Depolamanın 25. gününde en düşük değer % 2.96 ile yer elması grubunda gözlenirken bunu % 3.18 ile kontrol grubu takip etmiştir.

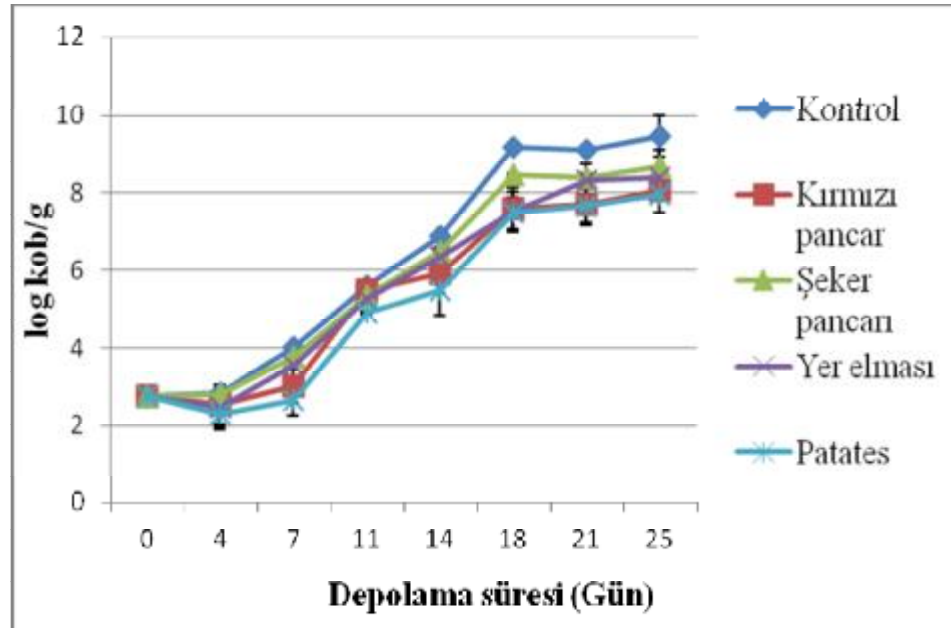
Depolama süresince en yüksek yağ asidi % 35 oranı ile kırmızı pancar kabuğu ekstraktı ilave edilmiş buzda depolanan alabalıklarda oleik asit (C18:1 ω 9) olmuştur. Oleik asit değerlerinde gruplar ve depolama günlerinde istatistikî olarak önemli farklılıklar vardır ($P<0.05$). Depolamanın 14. gününe kadar benzer seviyelerde seyreden oleik asit değerleri bu günden sonra ilk olarak kontrol daha sonra ise şeker pancarı ve yer elması gruplarında depolama sonuna kadar giderek düşmüştür. Kırmızı pancar ve patates grupları ise diğer gruplara nazaran önemli seviyede yüksek kalmışlardır ($p<0.05$). Depolamanın 21. günü patates grubu % 32.08 değerinde iken kontrol, kırmızı pancar, yer elması ve şeker pancarı grupları sırasıyla 27.51, 28.85, 25.55 ve 25.00 seviyelerinde kayıt edilmiştir. Benzer şekilde depolamanın son günü olan 25. günde de patates grubu % 28.73 ile en yüksek seviyede izlenmiştir. Bu depolama gününde patates grubunu % 27.85 ile kırmızı pancar grubu takip etmiştir.

Oleik asit ile benzer olarak linoleik asit (C:18:2 ω 6) seviyeleride kontrol grubunda depolamanın 14. gününününden itibaren düşmeye başlamıştır. Balığın duyusal olarak red edildiği depolamanın 21. gününde kontrol grubundaki linoleik asit değeri % 15.80 iken kırmızı pancar, yer elması, şeker pancarı ve patates gruplarında sırası ile 18.85, 17.38, 16.32 ve 17.25 olarak kayıt edilmiştir. Linoleik asit değerleri kontrol grubunda depolamanın 21. ve 25. günlerinde tüm gruplara nazaran daha düşük seviyelerde kayıt edilmiştir. Depolamanın 25. gününde en yüksek linoleik asit % 17.51 ile patates grubunda olurken, bu değere en yakın kırmızı pancar grubu % 17.04 değerini yakalamıştır.

4.4. Mikrobiyolojik Değişimler

4.4.1. Toplam Aerobik Mezofil Bakteri (TAMB) Sayısı

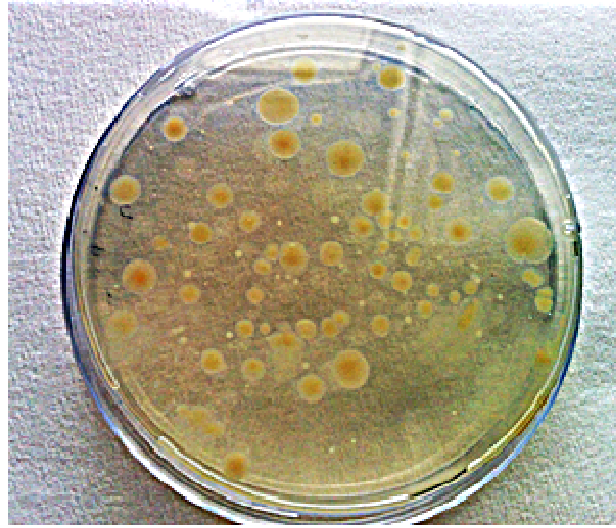
Şekil 4.1. gökkuşağı alabalığı filetosunun soğuk depolanması süresince toplam aerobik mezofil bakteri (TAMB) sayısındaki değişimleri göstermektedir. TAMB sayısı depolama süresince önemli artışlar göstermiştir. Başlangıç TAMB sayısı 2.78 log kob/g olmuştur. Her ne kadar Gonzalez (1999); Arashisar ve ark (2004); Rezaei ve Hosseini (2008); Frangos ve ark (2010) daha yüksek TAMB değerleri (3-4 log kob/g) rapor etse de, bu değer Pezeshk ve ark (2011) de bildirilen iç organları çıkarılmış gökkuşağı alabalığı için 2.14 log kob/g değer ve Mexis ve ark (2009) da bildirilen fileto gökkuşağı alabalığı için 2.7 log kob/g başlangıç TAMB değerleri ile paralellik göstermektedir.



Şekil 4.12. Alabalık filetolarının toplam aerobik mezofil bakteri (TAMB) sayısındaki değişimleri

Depolama süresince en yüksek değerler kontrol grubunda gözlenmiştir. Patates kabuğu ekstraktı uygulaması bakteri gelişiminde önemli düşüşlere yol açmıştır ($p < 0.05$). Tüm depolama günlerinde patates kabuğu ekstraktı muamelesinin diğer

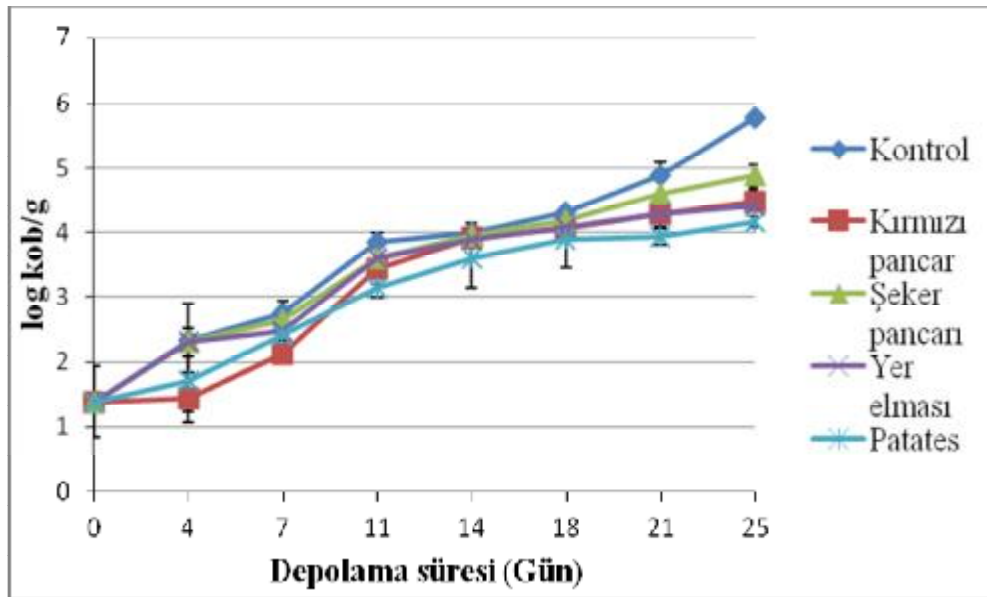
grupların tümünden daha düşük seviyede olmuştur. Çiğ balık için maksimum önerilen toplam canlı sayısı limiti 7 log kob/g (ICMSF 1986) seviyesine kontrol grubu ve şeker pancarı 14. günde, kırmızı pancar, yer elması ve patates ise 18. günde gelmiştir. Chytiri ve ark (2004), buzda 18 gün depolanan bütün ya da fileto kültür gökkuşağı alabalığının fileto ve tüm balığın TAMB sayısının sırasıyla depolamanın 10 ve 18. gününde 7 log kob/cm³ i aştığını rapor etmişlerdir. Benzer şekilde Rezaei ve Hosseini (2008), buzda 20 gün depolanan gökkuşağı alabalığındaki TAMB sayısının depolama sonunda 7.04 log kob/g'a ulaştığını bildirmişlerdir. Mevcut çalışmada depolamanın 21. gününde en düşük seviyede olan gruplardan patates ve kırmızı pancar gruplarının TAMB sayıları sırası ile 7.67 log kob/g ve 7.70 log kob/g olarak kayıt edilirken kontrol ve şeker pancarı grupları sırası ile 9.11 log kob/g ve 8.40 log kob/g seviyelerine yükselmiştir. En yüksek TAMB değeri ise depolamanın 25. günü kontrol grubunda 9.46 log kob/g olarak tespit edilmiştir. Mikrobiyolojik verilere dayalı olarak alabalık örnekleri duyuşal sonuçlarla benzer bir raf ömrüne sahip olmuştur.



Resim 4.1. Alabalık filetosunda gelişen toplam aerobik mezofil bakterilerin genel görünümü

4.4.2. Toplam *Enterobacteriaceae* Sayısı

Frangos ve ark (2010), balıklarda hijyen indikatörü olan *Enterobacteriaceae* ‘nın alabalıkların mikroflorasında mevcut olabileceğini bildirmişlerdir. Patates, yer elması, şeker pancarı ve kırmızı pancar kabuğu ekstraktı ilave edilmiş buzda depolanan gökkuşağı alabalığı filetoalarının depolanması süresince *Enterobacteriaceae* sayısındaki değişimleri Şekil 4.6’da verilmiştir. Alabalık etindeki başlangıç toplam *Enterobacteriaceae* sayısı oldukça düşük sayılabilecek bir değer olan 1.39 log kob/g seviyesinde bulunmuştur. Bu değer Oguzhan ve Angiş (2012) ‘in buldukları taze gökkuşağı alabalığı için başlangıç 2.0 log kob/g sayısına yaklaşık bir değerdedir.



Şekil 4.13. Alabalık filetoalarının toplam *Enterobacteriaceae* sayısındaki değişimleri

Bu çalışmada tüm depolama günleri dikkate alındığında patates kabuğu ekstraktı uygulamasının *Enterobacteriaceae* sayısında önemli düşümlere yol açtığı ($p < 0.05$) gözlenmiştir. *Enterobacteriaceae* sayısı depolama süresince en yüksek değerine kontrol grubunda 25. günde 5.77 log kob/g olarak ulaşmıştır. Depolamanın son günü olan 25. günde ise patates, kırmızı pancar, yer elması ve şeker pancarı grupları sırası ile 4.16, 4.47, 4.41 ve 4.88 log kob/g’a ulaşmıştır.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, patates, yer elması, şeker pancarı ve kırmızı pancar kabuklarından solvent ekstraksiyon yöntemiyle doğal antioksidanların elde edilmesi ve elde edilen antioksidanların ilave edildiği buzun kırılıp gökkuşağı alabalığı filetosuna uygulanması ile balık filetosu üzerindeki duysal, kimyasal ve mikrobiyolojik etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen sonuçlar ve öneriler aşağıda belirtildiği şekilde sırası ile verilmiştir.

1. Bu çalışmada, gökkuşağı alabalığı % 17.13 protein, % 5.07 lipit, % 1.46 kül ve % 76.32 nem içeriğine sahip olmuştur.
2. Duysal parametreler bakımından kontrol ve muamale grupları arasında önemli farklılıklar gözlenmiştir ($P<0.05$). Kullanılan ekstraktlar balık etine kabul edilebilir bir aroma ve koku sağlamıştır. Özellikle patates kabuğu ekstraktı uygulanan örnekler panelistler tarafından en çok tercih edilen grup olmuştur. Çiğ alabalıktaki duysal puanlar depolama süresince artış sergilemiştir. Depolama başlangıcında kontrol grubu ile paralel giden ekstraktlı gruplar depolamanın 14. gününden itibaren farklılıklar göstermişlerdir. Depolama süresince patates ve kırmızı pancar grubu diğer tüm gruplara nazaran balık etine daha pozitif katkı sağlamışlardır.
3. Tüm duysal parametreler göz önüne alındığında, patates, yer elması, şeker pancarı ve kırmızı pancar kabuklarından yapılan ekstraktlı buzlarda depolanan alabalığın raf ömrü kontrol, şeker pancarı ve yer elması ekstraktı uygulanan grup için 21 gün, patates ve kırmızı pancar uygulanan grup için 25 gün olmuştur. Kontrol, şeker pancarı ve yer elması gruplarının duysal olarak red edildiği 21. günde kontrol, patates, yer elması, şeker pancarı ve kırmızı pancar kabuğu ekstraktı uygulanan gruplar için duysal puan sırasıyla 12.5, 9.5, 11.75, 11.5 ve 9.75 olmuştur.

4. Ekstrakt uygulanan pişmiş balık etinde patates ve kırmızı pancar kabuğu ekstraktı balığa lezzet veren bir tad ve aroma kazandırmıştır. Ancak genel kabul edilebilirlik bakımından patates diğer tüm gruplara kıyasla panelistler tarafından en çok tercih edilen grup olmuştur.
5. Gökkuşaağı alabalığının başlangıç TVB-N değeri 20.94 mg/100 g olmuştur. Bu değer buzlanmış ve/veya buzdolabı koşullarında depolanan gökkuşaağı alabalığı örnekleri ile ilgili diğer çalışmalardan elde edilen değerler ile benzer seviyededir. Depolama süresince gökkuşaağı alabalığının TVB-N içeriğinde önemli farklılıklar gözlenmiştir ($p<0.05$). Alabalığın duyusal olarak reddedildiği depolamanın 21. gününde TVB-N değeri kontrol gurubunda 21.33 mg/100 g iken, patates, yer elması, şeker pancarı ve kırmızı pancar kabukları ekstraktı ilave edilmiş buzda depolanan gruplar için sırasıyla 14.4 mg/100, 16.46 mg/100, 17.45 mg/100 ve 14.13 mg/100 değerlerine ulaşmıştır.
6. Gruplar arasında FFA değerleri bakımından önemli farklılar gözlenmiştir ($p<0.05$). Alabalık etinin başlangıç FFA değeri % 2.44 olup, bu değer depolama sonunda kontrol, patates, yer elması, şeker pancarı ve kırmızı pancar kabuklarından yapılan ekstraktlı buzlar ile depolanan gruplarda sırasıyla % 13.17, % 8.63, % 10.97, % 11.22 ve % 8.40 olmuştur.
7. Alabalık filetosunun başlangıç PV değeri 2.85 meq/kg olmuştur. Depolamanın 18. gününden sonra PV değerinin tüm gruplarda hızla artmasına rağmen kırmızı pancar ve patates grubunda diğer gruplara nazaran daha az bir artış olmuştur ve gruplar arasındaki farklılık istatistikî açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$). En düşük PV değerleri kırmızı pancar kabuğu ekstraktı uygulanan grupta gözlenmiştir. Depolamanın 21. ve 25. günlerinde tüm gruplar kontrol grubuna nazaran daha düşük PV değerlerine sahip olmuşlar ve şeker pancarı ile yer elması benzer değerlerde iken kırmızı pancar ve patates grupları da kendi aralarında benzer değerlerde olmuşlardır.
8. Bu araştırmada patates, yer elması, şeker pancarı ve kırmızı pancar kabuğu ekstraktından elde edilen buzda depolanan gökkuşaağı alabalığı

filetolarının TBA değerinin çok iyi bir materyalde bulunması gereken 3 mg MA/kg aşmadığı gözlenmiştir. En yüksek TBA değeri 1.11 mg MA/kg olarak kontrol grubunda depolamanın 21. gününde gözlenmiştir. Balığın duyusal olarak ret edildiği bu dönemde diğer grupların TBA değerleri kırmızı pancar, şeker pancarı, yer elması ve patates için sırası ile 1.02 MA/kg, 0.95 MA/kg, 0.86 MA/kg ve 0.76 MA/kg olarak kayıt edilmiştir. Bu durum kontrol grubuna nazaran diğer gruplarda ve özellikle patates kabuğu ekstraktının olduğu grupta lipid oksidasyonunun düşük seviyelerde gerçekleştiğini göstermektedir.

9. Depolama süresince balık etinin pH değerinde önemli farklılıklar gözlenmiştir ($p < 0.05$). Alabalık etindeki pH değeri 6.42 ve 6.79 arasında değişkenlik göstermiş olup, depolama süresince değişimler göstermiştir. Tüm gruplar içinde depolamanın 25. gününde yer elması grubunun pH değeri 6.79 olarak en yüksek değerde bulunmuştur. Şeker pancarının pH seviyesi depolamanın 18. gününe kadar diğer gruplara nazaran daha yüksek seviyelerde seyretmiştir. Depolama süresince en düşük pH seviyesi patates kabuğu uygulanan grupta 11. gün 6.42 olarak tespit edilmiştir. Depolamanın 7. gününden itibaren tüm günlerde patates kabuğu ekstraktı uygulanan grup diğer gruplara göre daha düşük pH seviyelerinde kalmıştır.
10. Patates, yer elması, şeker pancarı ve kırmızı pancar kabukları ekstraktı ilave edilmiş buzda depolanan alabalıkların temel yağ asitleri oleik asit (C18:1 ω 9), dekosaheksaenoik asit (DHA, C22:6 ω 3), palmitik asit (C16:0), palmitoleik asit (C16:1) ve eikosapentaenoik asit (EPA, C20:5 ω 3) olmuştur.
11. Çalışmada en yüksek DHA oranına % 9.50 ile depolamanın 11. gününde kırmızı pancar grubunda rastlanmıştır. Depolama başlangıcında % 10.30 seviyesinde olan DHA değerinin depolama sonuna doğru tüm gruplara göre patates ve kırmızı pancar gruplarında daha yüksek seviyelerde kaldığı gözlenmiştir. Depolamanın 21. gününde diğer gruplardan önemli düzeyde yüksek olan kırmızı pancar (% 8.64) ve patates (% 8.46)

grupları 25. depolama sonunda sırası ile % 8.36 ve % 8.57 seviyesinde kalmıştır. Depolamanın 25. gününde DHA seviyesinin en yüksek olduğu grup % 8.57 ile patates grubu olurken % 7.15 ile en düşük seviyede olan kontrol grubunu % 7.22 ile şeker pancarı grubu izlemiştir.

12. Depolama başlangıcında % 2.17 olan EPA oranları depolama süresince patates ve kırmızı pancar grupları dışında bu değerin çok fazla üzerine çıkamamıştır. Tıpkı DHA da olduğu gibi EPA oranlarında da depolamanın 11. gününde kırmızı pancar grubu en yüksek EPA oranında (% 2.35) kayıt edilmiştir. Kontrol, yer elması ve şeker pancarı gruplarında EPA oranlarında özellikle depolamanın 11. gününden itibaren düşmeler gözlenirken patates ve kırmızı pancar grupları önemli seviyede daha yüksek değerlerde seyretmiştir ($p<0.05$). Depolama sonunda en düşük EPA değeri % 1.70 ile kontrol grubunda daha sonra ise % 1.77 ile şeker pancarı grubunda izlenmiştir. Tüm depolama günleri dikkate alındığında kontrol grubundan sonra EPA'nın en düşük değerlerde seyrettiği grup şeker pancarı grubu olmuştur.
13. Deneme başlangıcında (0. gün), alabalıklardaki toplam doymuş yağ asitleri (SFA) oranı % 21.03 olarak bulunmuştur. Depolamanın 18. gününden itibaren kontrol, şeker pancarı ve yer elması gruplarının SFA oranları patates ve kırmızı pancar gruplarına göre önemli düzeyde daha yüksek değerlere çıkmaya başlamıştır ($p>0.05$). Depolama sonunda en yüksek SFA oranı yer elması (% 23.36) ve kontrol (% 22.80) gruplarında olurken, en düşük seviyedeki SFA patates (% 19.67) ile kırmızı pancar (% 19.72) gruplarında kayıt edilmiştir.
14. Toplam tekli doymamış yağ asidi (MUFA) oranının en yüksek olduğu değer % 37.47 ile depolamanın 14. gününde kırmızı pancar grubunda gözlenmiştir. Depolamanın 11. gününe kadar benzer değerlerde gözlenen tekli doymamış yağ asitleri 11. günden sonra kontrol grubunda, 14. günden itibaren ise şeker pancarı ve yer elması gruplarında patates ve kırmızı pancar gruplarına nazaran daha hızlı düşmeye başlamıştır.

15. Toplam çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) seviyeleri depolama süresince dalgalanma gösterse de en yüksek seviyeye depolamanın 18. gününde % 31.18 ile kırmızı pancar grubunda ulaşmıştır. Depolamanın 18. gününden sonra kontrol grubunun (PUFA) seviyesi diğer gruplara nazaran önemli seviyelerde düşme göstermiştir ($p>0.05$). Depolamanın 18. gününe kadar benzer seviyelerde seyreden muamele gruplarından patates ve kırmızı pancar grupları 21. ve 25. depolama günlerinde diğer tüm gruplara göre daha yüksek seviyelerde kalmıştır.
16. Bu araştırmada en düşük PUFA/SFA oranı 1.12 değer ile kontrol grubunda depolamanın son gününde gözlenmiş olup, en yüksek oran depolamanın 14. gününde patates grubunda ve 18. gününde kırmızı pancar grubunda 1.59 olarak gözlenmiştir. Patates grubunun PUFA/SFA oranı tüm depolama günlerinde diğer gruplardan yüksek seviyelerde seyretmiş ve depolamanın 25. gününü 1.50 seviyesinde tamamlamıştır. Aynı depolama gününde kontrol, kırmızı pancar, şeker pancarı ve yer elması grupları ise sırası ile 1.12, 1.47, 1.15 ve 1.19 seviyelerindedir.
17. Depolama süresince en yüksek yağ asidi % 35 oranı ile kırmızı pancar kabuğu ekstraktı ilave edilmiş buzda depolanan alabalıklarda oleik asit ($C_{18:1\omega 9}$) olmuştur. Oleik asit değerlerinde gruplar ve depolama günlerinde istatistikî olarak önemli farklılıklar vardır ($P<0.05$). Depolamanın 14. gününe kadar benzer seviyelerde seyreden oleik asit değerleri bu günden sonra ilk olarak kontrol daha sonra ise şeker pancarı ve yer elması gruplarında depolama sonuna kadar giderek düşmüştür. Kırmızı pancar ve patates grupları ise diğer gruplara nazaran önemli seviyede yüksek kalmışlardır ($p<0.05$). Depolamanın 21. günü patates grubu % 32.08 değerinde iken kontrol, kırmızı pancar, yer elması ve şeker pancarı grupları sırasıyla 27.51, 28.85, 25.55 ve 25.00 seviyelerinde kayıt edilmiştir. Benzer şekilde depolamanın son günü olan 25. günde de patates grubu % 28.73 ile en yüksek seviyede izlenmiştir. Bu depolama gününde patates grubunu % 27.85 ile kırmızı pancar grubu takip etmiştir.

18. Linoleik asit (C:18:2ω6) seviyesi kontrol grubunda depolamanın 14. gününden itibaren düşmeye başlamıştır. Balığın duyusal olarak red edildiği depolamanın 21. gününde kontrol grubundaki linoleik asit değeri % 15.80 iken kırmızı pancar, yer elması, şeker pancarı ve patates gruplarında sırası ile 18.85, 17.38, 16.32 ve 17.25 olarak kayıt edilmiştir. Linoleik asit değerleri kontrol grubunda depolamanın 21. ve 25. günlerinde tüm gruplara nazaran daha düşük seviyelerde kayıt edilmiştir. Depolamanın 25. gününde en yüksek linoleik asit % 17.51 ile patates grubunda olurken, bu değere en yakın kırmızı pancar grubu % 17.04 değerini yakalamıştır.
19. Kontrol, şeker pancarı ve yer elması gruplarında palmitik asit (C16:0) oranı genel olarak depolama süresince diğer gruplara nazaran daha yüksek seviyede seyretmiş ve depolamanın 25. gününde sırası ile 14.85, 15.15 ve 15.46 oranlarında bulunmuştur. Depolamanın 14. gününden itibaren kırmızı pancar ve patates gruplarının palmitik asit oranları diğer gruplara nazaran önemli seviyede düşük seyretmiştir ve depolama sonunda kırmızı pancar ve patates sırası ile 12.59 ve 12.58 seviyelerinde kalmıştır.
20. Stearik asit (C18:0) seviyeleri depolama süresince % 3.98 – 4.79 arasında seyretmiş ve en yüksek orana depolamanın 25. gününde kontrol grubunda 4.79 ile rastlanmıştır. Depolamanın son günü olan 25. günde kırmızı pancar, yer elması, şeker pancarı ve patates grupları ise sırasıyla 4.20, 4.55, 4.49 ve 4.30 seviyelerinde kayıt edilmiştir.
21. En yüksek arışidik asit (C20:0) oranına % 1.82 ile depolamanın 25. gününde yer elması grubunda rastlanmıştır.
22. Palmitoleik asit (C16:1) seviyesi depolama süresince gruplar arasında önemli farklılıklar göstermiştir ($P<0.05$). En yüksek palmitoleik asit seviyesi depolamanın 25. gününde kırmızı pancar grubunda % 4.65 olarak gözlenmiştir. Aynı depolama gününde bu değere en yakın olarak patates ekstraktı grubu % 4.25 seviyesinde kayıt edilmiştir. Depolamanın

25. gününde en düşük değer % 2.96 ile yer elması grubunda gözlenirken bunu % 3.18 ile kontrol grubu takip etmiştir.
23. TAMB sayısı depolama süresince önemli artışlar göstermiştir. Başlangıç TAMB sayısı 2.78 log kob/g olmuştur. Depolama süresince en yüksek değerler kontrol grubunda gözlenmiştir. Patates kabuğu ekstraktı uygulaması bakteri gelişiminde önemli düşüslere yol açmıştır ($p<0.05$). Tüm depolama günlerinde patates kabuğu ekstraktı muamelesinin diğer grupların tümünden daha düşük seviyede olmuştur. Çiğ balık için maksimum önerilen toplam canlı sayısı limiti 7 log kob/g (ICMSF 1986) seviyesine kontrol grubu ve şeker pancarı 14. günde, kırmızı pancar, yer elması ve patates ise 18. günde gelmiştir.
24. TAMB seviyesi depolamanın 21. gününde en düşük seviyede olan gruplardan patates ve kırmızı pancar gruplarının TAMB sayıları sırası ile 7.67 log kob/g ve 7.70 log kob/g olarak kayıt edilirken kontrol ve şeker pancarı grupları sırası ile 9.11 log kob/g ve 8.40 log kob/g seviyelerine yükselmiştir. En yüksek TAMB değeri ise depolamanın 25. günü kontrol grubunda 9.46 log kob/g olarak tespit edilmiştir. Mikrobiyolojik verilere dayalı olarak alabalık örnekleri duyuşsal sonuçlarla benzer bir raf ömrüne sahip olmuştur.
25. Alabalık etindeki başlangıç toplam *Enterobacteriaceae* sayısı oldukça düşük sayılabilecek bir değer olan 1.39 log kob/g seviyesinde bulunmuştur. Bu çalışmada tüm depolama günleri dikkate alındığında patates kabuğu ekstraktı uygulamasının *Enterobacteriaceae* sayısında önemli düşüslere yol açtığı ($p<0.05$) gözlenmiştir. *Enterobacteriaceae* sayısı depolama süresince en yüksek değerine kontrol grubunda 25. günde 5.77 log kob/g olarak ulaşmıştır ve depolamanın son günü olan 25. gün patates, kırmızı pancar, yer elması ve şeker pancarı grupları sırası ile 4.16, 4.47, 4.41 ve 4.88 log kob/g'a ulaşmıştır.

Gökkuşığı alabalığı ile ilgili yapmış olduğumuz bu çalışmada patates, kırmızı pancar, şeker pancarı ve yer elması kabuğu ekstraktlarından elde edilen buzun balık filetosu üzerindeki duysal, kimyasal ve mikrobiyolojik etkisi incelenmiştir. Çalışma sonucunda duysal parametreler göz önüne alındığında, patates, yer elması, şeker pancarı ve kırmızı pancar kabuğu ekstraktı ilave edilmiş buzlarda depolanan alabalığın raf ömrü kontrol, şeker pancarı ve yer elması ekstraktı uygulanan grup için 21 gün, patates ve kırmızı pancar uygulanan grup için 25 gün olarak bulunmuştur. Çalışmamızda TVB-N, TBA, PV, FFA değerleri özellikle patates ve kırmızı pancar kabuğu ekstraktı içeren gruplarda diğer tüm gruplara nazaran çok iyi seviyelerde bulunmuştur. Depolama süresince en yüksek yağ asidi %35 oranı ile kırmızı pancar kabuğu ekstraktı ilave edilmiş buzda depolanan alabalıklarda oleik asit (C18:1ω9) olurken, en yüksek linoleik asit (C:18:2ω6) yine şeker pancarı grubunda % 18.85 olarak tespit edilmiştir. Çalışmada % 0.1 oranında ekstrakt ile yapılan buzda depolanmış alabalıklarda patates ve kırmızı pancar kabuğunun spesifik depolama günlerine bağlı olarak antioksidan etki gösterdiği gözlenmiştir. Bu etkiler bazı depolama günlerinde yer elması ve şeker pancarı kabuğu gruplarında da belirleyici olmuştur. Patates kabuğu ekstraktı uygulaması bakteri gelişiminde önemli düşüşlere yol açmıştır ($p<0.05$). Tüm depolama günlerinde patates kabuğu ekstraktı muamelesinin diğer grupların tümünden daha düşük seviyede olmuştur. Benzer şekilde patates kabuğu ekstraktı uygulamasının *Enterobacteriaceae* sayısında önemli düşüşlere yol açtığı ($p<0.05$) gözlenmiştir. Bu çalışmamızda patates, yer elması, şeker pancarı ve kırmızı pancar kabuğu ekstraktlarından elde edilen buzda depolanan alabalıklara muamelelerin antioksidan ve antimikrobiyal etkisi alabalık filetoları için araştırılmıştır. Aerobik koşullarda ve farklı sıcaklık koşullarında bu ekstraktların nasıl bir etkiye sahip olduğu diğer çalışmalarla belirlenmelidir. Ayrıca, bu ekstraktların antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi için *in vitro* çalışmalara gereksinim duyulmaktadır. Bu ekstraktların hangi dozlarda hangi bozucu bakteriler üzerinde antimikrobiyal etki gösterdiği ileriye yönelik çalışmalarda araştırılmalıdır.

KAYNAKLAR

- AHN, J., KIM, Y., SEO, E., CHOI, Y., and KIM, H., 2008. A Antioxidant effect of natural plant extracts on the microencapsulated high oleic sunflower oil. *Journal of Food Engineering*, 84:327–334.
- AKHTAR, P., GRAY, J.L., GORNAA, E.A., BOOREN, A.M., 1998. Effect of Dietary Components and Surface Application of Oleoresin Rosemary on Lipid Stability of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Muscle during Refrigerated and Frozen Storage. *Journal of Food Lipids*, 5: 43-58.
- ALANSO, I., ESCRIG, A., CALIXTO, F., and BORDERIAS, A., 2008. Antioxidant protection of white grape pomace on restructured fish products during frozen storage. *LWT - Food Science and Technology*, 41:42–50.
- ALBISHI, T., JOHN, J., AL-KHALIFA, A., and SHADIDI, F., 2013. Phenolic content and antioxidant activities of selected potato varieties and their processing by-products. *Journal Of Functional Foods*, 5:590-600.
- ANONIM 2013. <http://tr.wikipedia.org/wiki/Antioksidan>
- AOAC, 1990. Official Methods of Analysis of the Association of the Official Analysis Chemists. Association of Official Analytical Chemists, 15th edition. Washington, DC.
- AOAC, 1998. Official Method 955.04, Nitrogen (Total) in Seafood. Chapter 35, p. 6, Hungerford JM, chapter editor. In: Cunniff, editor. Fish and Other Marine Products. Official Methods of Analysis of AOAC International, USA.
- AOAS, 1994. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society. American Oil Chemists Society, Champaign, IL Application. The United Nations University, Fisheries Training Programme, Final Project.
- ARASHISAR, S., HISAR, O., KAYA, M., YANIK, T. 2004. Effects of modified atmosphere and vacuum packaging on microbiological and chemical properties of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets. *International Journal of Food Microbiology*, 97:209–214.

- ASLAN, M., ORHAN, N., ORHAN, D. D., ERGUN, F., 2010. Hypoglycemic activity and antioxidant potential of some medicinal plants traditionally used in Turkey for diabetes. *Journal of Ethnopharmacology*, 128,384-389.
- ATREA, I., PAPAVERGOU, A., AMVROSIADIS, I., SAVVAIDIS, I.N. 2009. Combined effect of vacuum-packaging and oregano essential oil on the shelf-life of Mediterranean octopus (*Octopus vulgaris*) from the Aegean sea stored at 4 °C. *Food Microbiol.*, 26:166–72.
- AUBURG, S. P., 1993. Review: interaction of malondialdehyde with biological molecules:new trends about reactivity and significance. *International Journal of Food Science & Technology*, 28:323–335.
- AYAS, D. 2006 Gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*), hamsi (*Engraulis encrasicolus*) ve Sardalya (*Sardina pilchardus*)’nın sıcak tütsülenmesi sonrasındaki kimyasal kompozisyon oranlarındaki değişimleri. *E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 23: 343-346.
- BANERJEE, S. 2006. Inhibition of mackerel (*Scomber scombrus*) muscle lipoxygenase by green tea polyphenols. *Food Res. Int.*, 39:486–91.
- BARASSI, C.A., PÈCORA, R.P., ROLDÁN, H., TRUCCO, R.E. 1987. Total, nonvolatile free fatty acids as a freshness index for hake (*Merluccius hubbsi*) stored in ice. *J. Sci. Food Agric.*, 38:373–6.
- BARLOW, S.M. 1990. Toxicological Aspects of Antioxidants Used as Food Additives. I. Food Antioxidants. New York: Elsevier. pp. 253-307.
- BENSID, A., UCAR, Y., BENDEDDOUCHE, B., and ÖZOĞUL, F., 2014. Effect of the icing with thyme, oregano and clove extracts on quality parameters of gutted and beheaded anchovy (*Engraulis encrasicolus*) during chilled storage. *Food Chemistry*, 145, 681–686.
- BIAN, S., DOH, H.J., ZHENG, J., KIM, J.S., LEE, C.H., KIM, D.D., 2003. In vitro evaluation of patch formulations for topical delivery of gentisic acid in rats. *European Journal of Pharmaceutical Sciences* 18:141–147.
- BLIGH, E.C., DYER, W.J. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian J. Biochem. Physiol.*, 37:913-917.

- BLOKHINA, O., VIROLAINEN, E., FAGERSTEDT, K.V. 2003. Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: a review. *Annals of Botany*, 91,179-94.
- BONILLA, A., SVEINSDOTTIR, K., MARTINSDOTTIR, E. 2007. Development of quality index method (QIM) scheme for fresh cod (*Gadus morhua*) fillets and application in shelf life study. *Food Control*, 18:352–358.
- BOTTERWECK, A.A.M., VERHAGEN, H., GOLDBOHN, R.A., KLEINJANS, J., and VAN DEN BRANDT, P.A., 2000. Intake of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene and stomach cancer risk: Results from analyses in the Netherlands cohort study. *Food and Chemical Toxicology* 38 (2000) 599-605.
- BOUAZIZ, M., FKI, I., JEMAI, H., AYADI, M., SAYADI, S., 2008. Effect of storage on refined and husk olive oils composition: Stabilization by addition of natural antioxidants from chemlali olive leaves, *Food Chemistry*. 108: 253-262.
- CADUN, A., KISLA, D., CAKLI, S. 2008. Marination of deep-water pink shrimp with rosemary extract and the determination of its shelf-life. *Food Chem.*, 109:81–7.
- CAO, L., SI, J.Y., LIU, Y., SUN, H., JIN, W., LI, Z., ZHAO, X.H., PAN, R.L., 2008. Essential oil composition, antimicrobial and antioxidant properties of *Mosla chinensis* Maxim, *Food Chemistry*, doi:10.1016/j.foodchem.2008.12.064.
- ÇETİNKAYA, S. 2013. Vakum paketli pişirilen (sous vide) gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss walbaum*, 1792)’nin soğuk depolanması sırasında kalite özelliklerine doğal antioksidanların etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, P.53.
- CHEN, C., PEARSON, A.M., GRAY, J.I. 1992. Effects of synthetic antioxidants (BHA, BHT and PG) on the mutagenicity of IQ-like compounds. *Food Chem.*, 43:177–183.

- CHEN, F., LONG, X., YU, M., LIU, Z., LIU, L., SHAO, H., 2013. Phenolics and antifungal activities analysis in industrial crop Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) leaves. *Industrial Crops and Products*, 47,339-345.
- CHIPAULT, J. R., MIZUNO G. R., HAWKINS J. M., LUNDBERG W. O. 1952. The antioxidant properties of natural spices. *Food Res.*, 17:46–55.
- CHOL, S. P., 2005. Stability and Quality of Fish Oil During Typical Domestic
- CHYTIRI, S., CHOULIARA, I., SAVVAIDIS, I.N., KONTOMINAS, M.G. 2004. Microbiological, chemical and sensory assessment of iced whole and filleted aqua cultured rainbow trout. *Food Microbiol.*, 21:157–65.
- CUNHA, R.R.V., CONSTANTINO, R.L.V., ANDO, A.R., 2012. Raman spectroscopy and DFT calculations of para-coumaric acid and its deprotonated species. *Vibrational Spectroscopy*. 58:139–145.
- ÇOBAN, Ö ve PATIR, B, 2010. Antioksidan etkili bazı bitki ve baharatların gıdalarda kullanımı. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, Cilt:5, No:2, (7-19).
- ÇOBAN, Ö.E., 2012. Evaluation of essential oils as a glazing material for frozen rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillet. *Journal of Food Processing and Preservation* ISSN 1745-4549.
- ÇÖLLÜ, Z. 2007. *Urtica Pilulifera* L. Bitkisinin Antioksidant Aktivitesinin Araştırılması. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Samsun.
- CURCIO, M., PUOCI, F., IEMMA, F., PARISI, O.I., CIRILLO, G., SPIZZIRRI, U.G., PICCI, N. 2009. Covalent insertion of antioxidant molecules on chitosan by a free radical grafting procedure. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57: 5933–5938.
- DE SOTILLO, D. R., HADLEY, M. & HOLM, E.T., Phenolics in aqueous potato peel extract: extraction, identification and degradation, *Journal of Food Science*, 59 (1994 a): 649-651.
- DE SOTILLO, D.R., HADLEY, M., HOLM, E.T., 1994. Potato peel waste: Stability and antioxidant activity of a freeze-dried extract. *J. Food Sci.* 59(5), 1031-1033.

- DECKER, E.A, WARNER, K., RICHARDS, M.P., SHAHIDI, F. 2005. Measuring Antioxidant Effectiveness in Food. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 4303-10.
- DEGENHARDT, A., WINTERHALTER, P., 2001. Isolation of natural pigments by high speed CCC. *J. Liq. Chromatogr* 24:1745-1764.
- DIAZ, P., GARRIDO, M. D., BANON, S. 2011. Spoilage of sous vide cooked salmon (*salmo salar*) stored under refrigeration. *Food Science and Technology International*, 17, 31-37.
- DÖRNENBURG, H., and KNORR, D., 1996. Generation of colors and flavors in plant cell and tissue cultures *Critical Review in Plant Sciences*, 15 pp. 141–168
- ECONOMOU, K. T., OREOPOULOS, V. And YHOMOPOULS, C.D. 1991. Anioxidant activity of some plant extracts of some plant extracts of th family Labiatae. *J.Amer. Oil Chem. Soc.*, 68:109.
- EEC. 1995. Total volatile basic nitrogen (TVB-N) limits values for certain categories of fishery products and specifying the analysis methods to be used. Commission Decision 95/149/EEC of 8 March 1995, *Official Journal of European Communities*, L97, 84-87.
- EFSA, 2011. Panel on food additives and nutrient sources added to food (ANS); Scientific opinion on the reevaluation of butylated hydroxyanisole–BHA (E 320) as a food additive. *EFSA J.* 9(10), 2392. doi: 10.2903/j.efsa.2011.2392. Available from: <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/2392.pdf>.
- EFSA, 2012. Panel on food additives and nutrient sources added to food (ANS); Scientific opinion on the reevaluation of butylated hydroxytoluene BHT (E 321) as a food additive. *EFSA J.* 10(3), 2588. doi: 10.2903/j.efsa.2012.2588. Available from: <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/2588.pdf>.
- EKANAYAKE, P.M., PARK, G.T., LEE, Y.D., KIM, S.J., JEONG, S.C., and LEE, J., 2005. Antioxidant Potential of Eel (*Anguilla japonica* and *Conger myriaster*) Flesh and Skin. *Journal of Food Lipids*, 12:34-47.

- ERKAN, N. 2010. The effect of thyme and garlic oil on the preservation of vacuum-packaged hot smoked rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Food Bioprocess Technol. DOI 10.1007/s11947-010-0412-7.
- F. DELGADO-VARGAS, A.R. JIMÉNEZ, O. PAREDES-LÓPEZ. 2000, Natural pigments: Carotenoids, anthocyanins, and betalains-characteristics, biosynthesis, processing, and stability. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 40 pp. 173–289.
- FAGAN, J. D., GORMLEY, T. R. 2005. Effect of sous vide cooking, with freezing, on selected quality parameters of seven fish species in a range of sauces. EuroFood Res Technology, 220: 299–304.
- FALLAH, A.A., SAEI-DEHKORDI, S.S., NEMATOLLAHI, A. 2011. Comparative assessment of proximate composition, physicochemical parameters, fatty acid profile and mineral content in farmed and wild rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). International Journal of Food Science and Technology, 46:767–773.
- FARVIN, K., GREJSEN, H., and JACOBSEN, C., 2012. Potato peel extract as a natural antioxidant in chilled storage of minced horse mackerel (*Trachurus trachurus*): Effect on lipid and protein oxidation. Food Chemistry, 131:843–851.
- FDA (Food Drug Administration), 1998. Decomposition and histamine in raw, frozen tuna and mahi-mahi, canned tuna and related species. Compliance Policy Guides 7108. 240, sec. 540-525.
- FERNAND EZ., PEREZ-ALVAREZ, J.A. and FERNANDEZ-LOPEZ, J.A., 1997. Thiobarbituric Acid Test for Monitoring Lipid Oxidation in Meat. Food Chemistry, 59(3): 345-353.
- FRANGOS, L., PYRGOTOU, N., GIATRAKOU, V., NTZIMANI, A., ISAVVAIDIS. N. 2010. Combined effects of salting, oregano oil and vacuum-packaging on the shelflife of refrigerated trout fillets. Food Microbiology, 27:115–121.
- GHASEMZADEH, A., JAAFAR, H.Z.E., RAHMAT, A. 2010. Antioxidant activities, total phenolics and flavonoids content in two varieties of malaysia young ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). Molecules, 15: 4324-4333.

- GIMENEZ, B., RONCALES, P., BELTRAN, J.A., 2004. The effects of natural antioxidants and lighting conditions on the quality characteristics of gilt-sea bream fillets (*Spratus aurata*) Packaged in A Modified Atmosphere. Journal of Science and Food Agriculture, 84, 1053-1060.
- GOKOGLU, N., YERLİKAYA, P., CENGİZ, E. 2004. Changes in biogenic amine contents and sensory quality of sardine (*Sardina pilchardus*) stored at 4 and 20 _C. Journal of Food Quality, 27, 221–231.
- GOULAS, A.E., KONTOMINAS, M.G. 2007. Combined effect of light salting, modified atmosphere packaging and oregano essential oil on the shelf-life of sea bream (*Sparus aurata*): biochemical and sensory attributes. Food Chemistry, 100:287–296.
- GÖRÜNMEZOĞLU, Ö. 2008. Kayısı ve İncir Meyvelerinin Antioksidan Kapasitelerinin Karşılaştırılması. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Aydın.
- GÜLÇİN, İ., 2007. Comparison of invitro antioxidant and antiradical activities of L-tyrosine and L-dopa. Amino Acids, 32:431-438.
- GÜLYAVUZ, H., ÜNLÜSAYIN, M. 1999. Su ürünleri işleme teknolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Egirdir Su Ürünleri Fak. ders kitabı, Ankara.
- HABEEBULLAH, S., NIELSEN, N., BAKHETE, M., JACOBSEN, J., 2010. Antioxidant activity of potato peel extracts in a fish-rape seed oil mixture and in oil-in-water emulsions. Journal of the American Oil Chemists' Society, 87:1319-1332.
- HALL, C. 2001. Sources of Natural Antioxidants: Oilseeds, nuts, cereals, legumes, animal products and microbial sources. Cambridge England: Woodhead Publishing Limited. pp. 159-209.
- HANSEN, P., 1963. Fat oxidation and storage life of iced trout. J. Sci. Food Agric. 14, 781–786.
- HE, Y., SHAHIDI, F., 1997. Antioxidant activity of green tea and its catechins in fish meat model system. Journal of Agricultural Food Chemistry, 45, 4262-4266.

- HIGDON, V.J., FREI, B. 2010. Tea catechins and polyphenols: health effects, metabolism, and antioxidant functions. *Food Science and Nutrition*, 43:1, 89-143
- HOCMAN, G. 1988. Chemoprevention of cancer: phenolic antioxidants (BHT, BHA). *International Journal of Bio-chemistry and Cell Biology* 20, 639-651.
- IARC 1986a IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk to Humans. Vol. 40. Some Naturally Occurring and Synthetic Food Components, Furocoumarins and Ultraviolet Radiation. Butylated hydroxyanisole (BHA), pp. 123-159. International Agency for Research on Cancer, Lyon.
- IARC 1986b IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk to Humans. Vol. 40. Some Naturally Occurring and Synthetic Food Components, Furocoumarins and Ultraviolet Radiation. Butylated hydroxytoluene (BHT), pp. 161-206. International Agency for Research on Cancer, Lyon.
- ICHIBARA K., SHIBAHARA, A., YAMAMOTO, K., NAKAYAMA, T. 1996. An improved method for rapid analysis of the fatty acids of glycerolipids. *Lipids*, 31,535-539.
- ICMSF. 1986. Microorganisms in Foods. The International Commission on Microbiological Specifications for Foods of the International Union of Biological Societies. Pp. 181–196. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- ITO N., FUKUSHIMA S., HAGIWARA A., SHIBATA M. AND OGISO T. 1983. Carcinogenicity of butylated hydroxyanisole in F344 rats. *Journal of the National Cancer Institute* 70, 343±352.
- JOUKI, M., YAZDI, F., MORTAZAVI, S., KOOCHAKIA, A., KHAZAEI, N. 2014. Effect of quince seed mucilage edible films incorporated with oregano or thyme essential oil on shelf life extension of refrigerated rainbow trout fillets. *International Journal of Food Microbiology*, Volume 174:Pages 88–97.
- KAHKONEN, M. P. HOPIA, A. I. VUORELA, H. J. RAUHA, J.-P. PIHLAJA, K. KUJALA, T. S. 1999. HEINONEN, M. Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. *J. Agric. Food Chem.* 47, 3954-3962.

- KAHKONEN, M., HOPIA, A., VUORELA, H., RAUHA, J., PIHLAJA, K., KUJALA, T., and HEINONEN, M., 1999. Antioxidant Activity of Plant Extracts Containing Phenolic Compounds. *Food Chemistry*, 47:3954-3962.
- KAITARANTA, J. K., 1992. Control of Lipid Oxidation in Fish Oil with Various Antioxidative Compounds. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 69,810-813.
- KARNOP, G., MUNZER, R., AND ANTONACOPOULOS, N., 1978. Einfluss der bestrahlung an borda uf haltbarkeit von rotbarsch. *Archiv für Lebensmittelhygiene*, 29, 49-53.
- KAVITHA. RAVICHANDRANA, NAY. MIN. MIN. THAW. SAW, ADEL. A.A. MOHDALY, AHMED. M.M. GABR, ANJA. KASTELL, HEIDI. RIEDEL, ZHENZHEN. CAI, DIETRICH. KNORR, IRYNA. SMETANSK. 2013. Impact of processing of red beet on betalain content and antioxidant activity. *Food Research International*. 50, 670–675.
- KENAR, M., OZOGUL, F., KULEY, E. 2010. Effects of rosemary and sage tea extracts on the sensory, chemical and microbiological changes of vacuum-packed and refrigerated sardine (*Sardina pilchardus*) fillets. *International Journal of Food Science and Technology*, 45: 2366–2372.
- KESER, O., BİLAL, T., 2010. İnülinin Kanatlı Beslemede Kullanılması. *Kafkas Üniversitesi Vet. Fak. Der.* 16:685-695.
- KHANZADI, S., GHARIBZADEH, S., RAOUFY, M., RAZAVILAR, V., KHAKSAR, R., RADMEHR, B. 2010. Application of artificial neural networks to predict *Clostridium botulinum* growth as a function of Zataria Multiflora essential oil, pH, NaCl, and temperature. *Food Saf.*, 30:490–5.
- KOÇ, H., 1999. Şekerpancarı. GOÜ. Ziraat Fak. Yayın No:31, Ders Kitapları Serisi No:14, Tokat.
- KOLAKOWSKA, A., ZIENKOWICZ, L., DOMISZEWSKI, Z., BIENKIEWICZ, G. 2006. Lipid changes and sensory quality of whole- and gutted rainbow trout during storage in ice. *Acta Ict Pisc.*, 36:39–47.

- KRIZEK, M., VACHA, F., VEJSADA, P., PELIKANNOVA, T. 2011. Formation of biogenic amines in fillets and minced flesh of three freshwater fish species stored at 3 °C and 15 °C. *Acta Vet. Brno*, 80: 365–372
- KUJALA T.S., LOPONEN J.M., KIKKA K.D., PIHLAJA K. 2000. Phenolics and betacyanins in red beetroot (*Beta vulgaris*) root: distribution and effect of cold storage on the content of total phenolics and three individual compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48: 5338–5342.
- KUŞ, B. 2012. Altınotu ve ökseotu bitki ekstraktlerinin alabalık filetosu üzerindeki antimikrobiyal ve antioksidan etkilerinin incelenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, P. 49.
- KYKKIDOU, S., GIATRAKOU, V., PAPAVERGOU, A., KONTOMINAS, M.G. SAVVAIDIS, I. N. 2009. Effect of thyme essential oil and packaging treatments on fresh Mediterranean swordfish fillets during storage at 4 °C. *Food Chemistry*, 115:169–175.
- LIN, C.H., LIN, C.H. 2005. Enhancement of the storage quality of frozen bonito fillets by glazing with tea extracts. *Food Control*, 16:169–75.
- LINDSAY, R.C. 1991. Flavour of fish. Paper presented at 8th World Congress of Food Science & Technology. *Toronto, Canada*.
- LOLIGER, J. 1991. The use of antioxidants in food. In: Free radicals and food additives, O.I. Aruoma and B. Halliwell, Editors, Taylor and Francis, London, pp. 129–150.
- LOODU, S., WARNAKULASURIYA, S., RUPASINGHE, H., SHAHIDI, F., 2013. Antioxidant ability of fractionated apple peel phenolics to inhibit fish oil oxidation. *Food Chemistry*, 140:189–196
- LUDORFF, W., MEYER, V., 1973. *Fische und Fischerzeuge*. Z. Auflage. Verlag Paul Parey In Berlin und Hamburg, 209-210.
- MAHMOUD, B.S.M, YAMAZAKI, K., MIYASHITA, K., SHIN, S., SUZUKI, T. 2004. Bacterial microflora of carp (*Cyprinus carpio*) and its shelf-life extension by essential oil compounds. *Food Microbiol.*, 21:657–66.

- MALONEY, K., TRUONG, V., and ALLEN, J., 2012. Chemical Optimization of Protein Extraction from Sweet Potato (*Ipomoea batatas*) Peel. Publications from USDA-ARS / UNL Faculty. Paper 1112.
- MANCUSO, C., SANTANGELO, R., 2014. Ferulic acid: Pharmacological and toxicological aspects. Food and Chemical Toxicology 65:185–195.
- MARÍA. E. LATORRE, PABLO. R. BONELLI, ANA. M. ROJAS, LIA. N. GERSCHENSON. 2012. Microwave inactivation of red beet (*Beta vulgaris* L. var. *conditiva*) peroxidase and polyphenoloxidase and the effect of radiation on vegetable tissue quality. Journal of Food Engineering. 109:676–684.
- MASTRO, G., MANOLIO, G., MARZI, V., 2004. Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) and Chicory (*Cichorium intybus* L.): Potential Crops for Inulin Production in the Mediterranean Area. Future for Medicinal and Aromatic Plants. 629.
- MATILLA, P., and HELLSTRÖM, J., 2007. Phenolic acids in potatoes, vegetables, and some of their products. Journal of Food Composition and Analysis, 20:152-160.
- MCCALL, M.R., FREI, B. 1999. Can antioxidant vitamins materially reduce oxidative damage in humans?. Free Radical Biol. Med., 26:1034–1053.
- MEXIS, S.F., CHOULIARA, E., KONTOMINAS, M.G., 2009. Combined effect of an oxygen absorber and oregano essential oil on shelf life extension of rainbow trout fillets stored at 4 °C. Food Microbiology 26:598–605.
- MEXISA, S.F., CHOULIARA, E., KONTOMINAS, M.G. 2009. Combined effect of an oxygen absorber and oregano essential oil on shelf life extension of rainbow trout fillets stored at 4 °C. Food Microbiol, 26:598–605.
- MOHDALY, A., HASSANIEN, M., MAHMOUD, A., SARHAN, M., and SMETANSKA, I., 2013. Phenolics extracted from potato, sugar beet, and sesame processing by-products. International Journal of Food Properties, 16:1148–1168.

- MOHDALY, A., SARHAN, M., MAHMOUD, A., RAMADAN, M., and SMETANSKA, I., 2010. Antioxidant efficacy of potato peels and sugar beet pulp extracts in vegetable oils protection. *Food Chemistry*, 123:1019-1026.
- NAKATANI, N., 1994. Antioxidative and antimicrobial constituents of herbs and spices. In: Charalambous, G. (Ed.), *Spices, Herbs and Edible Fungi*. Elsevier Science, New York, pp. 251–271.
- NAMIKI, M., 1990. Antioxidants/antimutagens in food. *Food Science and Nutrition*, 29: 273-300.
- NERATZAKI, A., TSIOTSIAS, A., PALEOLOGOS, E.K., SAVVAIDIS, I.N., BEZIRTZOGLU, E., KONTOMINAS, M.G. 2005. Effect of ozonation on the preservation of whole vacuum packaged, refrigerated rainbow trout. *European Food Research & Technology*, 221:675–6.
- NISHIMOTO, J., SUWETJA, I.K., MIKI, H. 1985. Estimation of keeping freshness period and practical storage life of mackerel muscle during storage at low temperature. *Mem. Fac. Fish. Kagoshima. Univ.* 34:89–96.
- NOWZARI, F., SHABANPOUR, B., OJAGH, S.M, 2013. Comparison of chitosan–gelatin composite and bilayer coating and film effect on the quality of refrigerated *rainbow trout*. *Food Chemistry* 141:1667–1672.
- OGUZHAN, P., ANGIŞ, S., HALILOĞLU, H.I., ATAMANALP, M., 2006 Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarında sıcak tütsüleme sonrası kimyasal kompozisyon değişimleri. *E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 23: 465-466.
- OJAGH, S. M., REZAEI, M., , RAZAVI, S. H., HOSSEINI, S. M. H. 2010. Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. *Food Chemistry*, 120 193–198.
- OJAGH, S. M., REZAEI, M., , RAZAVI, S. H., HOSSEINI, S. M. H. 2010. Hosseini Development and evaluation of a novel biodegradable film made from chitosan and cinnamon essential oil with low affinity toward water. *Food Chem.*, 122 pp. 161–166.

- ÓLAFSDÓTTIR, G., MARTINSDÓTTIR, E., OEHLenschLÄGER, J., DALGAARD, P., JENSEN, B., UNDELAND, I. 1997. Methods to evaluate fish freshness in research and industry. Trends in Food Science and Technology, 8, 258–265.
- OLUWASEUN, A.A., GANIYU, O. 2008. Antioxidant properties of methanolic extracts of mistletoes (*Viscum album*) from cocoa and cashew trees in Nigeria. African J. Biotech. 7:3138-3142.
- ONYENEHO, S.N., HETTIARACHCHY, N.S., 1993. Antioxidant activity fatty acids and phenolic acids of potato peels. J. Sci. Food and Agric. 62, 345-350.
- ÖZCAN, B., ESEN, M., SANGUN, K., COLERI A., CALISKAN M. 2010. Effective antibacterial and antioxidant properties of methanolic extract of *Laurus nobilis* seed oil Journal of Environmental Biology, 31:637-641
- ÖZOĞUL, F., TAYLOR, K.D.A., QUANTICK, P., ÖZOGUL, Y. 2002. Biogenic amines formation in Atlantic herring (*Clupea harengus*) stored under modified atmosphere packaging using a rapid HPLC method. International Journal of Food Science & Technology, 37:515–522.
- ÖZOĞUL, İ. 2012. Mersin bitkisi (*Myrtus communis* L.) ve defne (*Laurus nobilis* L.)’ den elde edilen ekstraktların yılan balığı (*Anguilla anguilla* L., 1758) filetolarının soğuk depolama (4°C) süresince duyusal, kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesi üzerine etkileri. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, P. 85.
- ÖZOGUL, Y., AYAS, D., YAZGAN, H., OZOGUL, F., BOGA, E.K., OZYURT, G. 2010. The capability of rosemary extract in preventing oxidation of fish lipid. International Journal of Food Science and Technology 45:1717–1723.
- ÖZOĞUL, Y., ÖZOĞUL, F., 2004 Effects of slaughtering methods on sensory, chemical and microbiological quality of rainbow trout (*Onchorynchus mykiss*) stored in ice and MAP, European Food Research and Technology. 219, 211-216
- ÖZOGUL, Y., ÖZYURT, G., ÖZOGUL, F., KULEY, E., POLAT, A. 2005. Freshness assessment of European eel (*Anguilla anguilla*) by sensory, chemical and microbiological methods. Food Chem., 92:745–51.

- ÖZPOLAT, E., PATIR, B. 2008. Gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) yumurtasından havyar yapımı ile bazı kimyasal parametreler üzerine araştırmalar. 1. Ulusal Alabalık Sempozyumu, Isparta.
- OZYURT, G., KULEY, E., BALIKÇI, E., KAÇAR, Ç., GÖKDOĞAN, S., ETYEMEZ, M., ÖZOĞUL, F., 2011. Effect of the Icing with Rosemary Extract on the Oxidative Stability and Biogenic Amine Formation in Sardine (*Sardinella aurita*) During Chilled Storage. Food Bioprocess Technol, 11947:0586–0587.
- ÖZYURT, G., KULEY, E., BALIKCI, E., KACAR, C., GOKOGLAN, S., ETYEMEZ, M., OZOGUL, F. 2011a. Effect of the icing with rosemary extract on the oxidative stability and biogenic amine formation in sardine (*Sardinella aurita*) during chilled storage. Food Bioprocess Technol., DOI 10.1007/s11947-011-0586-7.
- ÖZYURT, G., OZKUTUK, S., POLAT, A. 2011b. Capability of the rosemary (*Rosmarinus officinalis*) extract on the oxidative stability of cooked sea bream (*Sparus aurata*) during frozen storage. J. Verbr. Lebensm., 6:167–174.
- PACHECO-AGUILAR, R., LUGO-SANCHEZ, M.E. and ROBLOS-BUGUENO, M.R., 2000. Postmortem Biochemical and Functional Characteristics of Monterey Sardine Muscle Stored at 0°C. Journal of Food Science, 65: 40–47.
- PATIL BHIMANAGOUDA, S., G.K. JAYAPRAKASHA, K.N. CHIDAMBARA MURTHY, VIKRAM AMIT, 2009. Bioactive compounds: historical perspectives, opportunities, and challenges. Journal of agricultural and food chemistry, 57(18): 8142-60.
- PAULUS, K., ZACHARIAS, R., ROBINSON, L., GEIDEL, H. 1979. Kritische betrachtungen zur Bewetenden Prufung mit skale'' Als Einem Wesentlichen Verfahren Der Sensorichen Analyse. LWT Food Science and Technology, 12:52–61.
- PAZOS, M., ALONSO, A., FERNANDEZ-BOLANOS, J., TORRES, J.L.,MEDINA, I., 2006. Physicochemical properties of natural phenolics from grapes and olive oil by products and their antioxidant activity in frozen horse macherel fillets. Journal of Agricultural Chemistry, 54,366-373.

- PAZOS, M., GONZALEZ, M.J., GALLARDO, J.M., TORRES, J.L., MEDINA, I., 2005. Preservation of the endogenous antioxidant system of fish muscle by grape polyphenols during frozen storage. *European Food Research Technology*, 220, 514-519.
- PEZESHK, S., REZAEI, M., AND HOSSEINI, H. 2011. Effects of turmeric, shallot extracts, and their combination on quality characteristics of vacuum-packaged rainbow trout stored at 4 ± 1 °C. *Journal of Food Science*, 76:387-391.
- PICCAGLIA, R., MAROTTI, M., GIOVANELLI, E., DEANS, S.G., EAGLESHAM, E., 1993. Antibacterial and antioxidant properties of Mediterranean aromatic plants. *Industrial Crops and Products*, 2(1), 47-50.
- POKORNY, J., KORCZAK, J., 2001. Preparation of natural antioxidants antioxidants in food: Practical Application. Cambridge England: Woodhead Publishing Limited. pp. 311-41.
- PYRGOTOU, N., GIATRAKOU, V., NTZIMANI, A., SAVVAIDIS, I.N. 2010. Quality assessment of salted, modified atmosphere packaged rainbow trout under treatment with oregano essential oil. *Journal of Food Science*, 75: 406-411.
- RAMALHO, V.C., JORGE, N. 2006. Antioxidants used in oils, fats and fatty foods. *Quím. Nova* vol.29 no.4.
- RAOUF, Y.M., GHARIBZADEH, S., RADMEHR, B., KHAKSAR, R., HOSSEINI, H. 2010. Predicting the combined effect of Zataria multiflora essential oil, pH and temperature on the growth of Staphylococcus aureus using artificial neural Networks. *Food Saf.* 32:318–29.
- REHMAN, Z., HABIB, F., and SHAH, W., 2004. Utilization of potato peels extract as a natural antioxidant in soy bean oil. *Food Chemistry*, 85:215-220.
- REZAEI, M., HOSSEINI, S. F., 2008. Quality assessment of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during chilled storage. *Journal of Food Science*, 73:93-96.
- ROEMMELT, T.A., FRANCKENBERG, S., STEUER, E.A., KRAEMER, T. 2014. Purple discoloration of the colon found during autopsy: Identification of

- betanin, its aglycone and metabolites by liquid chromatography–high-resolution mass spectrometry. *Forensic Science International*. 240:e1–e6.
- RUIZ-CAPILLAS, C., MORAL, A. 2005. Sensory and biochemical aspects of quality of whole bigeye tuna (*Thunnus obesus*) during bulk storage in controlled atmospheres. *Food Chem.*, 8:347–54.
- SAITO, M., SAITO, K., KUNISAKI N., KIMURA, S., 2002. Green Tea Polyphenols inhibit Metalloproteinase Activities in Skin, Muscle and Blood of Rainbow Trout. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 7169-7174.
- SAKAC, M., PERICIN, D., MANDIC, A., and KORMANJOS, S., 2004. Antioxidant Properties Of Ethanolic Extract Of Sugar Beet Pulp. *Acta Periodica Technologica*, 35:255-264.
- SALLAM, K.I., 2007. Chemical, sensory and shelf life evaluation of sliced salmon treated with salts of organic acids. *Food Chem.*, 101: 592–600.
- SALLAM, K.I., AHMED, A.M., ELGAZZAR, M.M., ELDALY, E.A. 2007. Chemical quality and sensory attributes of marinated Pacific saury (*Cololabis saira*) during vacuum-packaged storage at 4°C. *Food Chem.* 102:1061-1070.
- SAMARIN, A., POORAZARANG, H., HEMATYAR, N., ELHAMIRAD, A., 2012. Phenolics in Potato Peels: Extraction and Utilization as Natural Antioxidants. *World Applied Sciences Journal* 18 (2): 191-195, 2012.
- SANTANA, L.S.A., MANCINI-FILHO, J., 2000. Influence of the Addition of Antioxidants in Vivo on the Fatty Acid Composition of Fish Fillets. *Food Chemistry*, 68, 175-178.
- SANTOS, M.D., ALMEDIA, M.C., LOPEZ, N.P., SOUZA, G.E.P., 2006. Evaluation of the Anti-inflammatory, Analgesic and Antipyretic Activities of the Natural Polyphenol Chlorogenic Acid. *Biol. Pharm. Bull.* 29 : 2236-2240
- SCHMIDTLEIN, H. AND HERRMANN, K. 1975a. On the phenolics acids of vegetables. I. Hydroxycinnamic acids and hydroxybenzoic acids of Brassica species and leaves of other Cruciferae. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.*, 159:139.
- SCHMIDTLEIN, H. AND HERRMANN, K. 1975b. On the phenolics acids of vegetables. IV. Hydroxycinnamic acids and hydroxybenzoic acids of vegetables and potatoes. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.*, 159:255.

- SCHWARTZ, S.J., VON, ELBE, J.H., JACKMAN, R.L., SMITH, J.L., 1980, Quantitative determination of individual betacyanin pigments by high performance liquid chromatography *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 28 pp. 540–543
- SCHWENKE, C.D. 2002. Does lack of tocopherols and tocotrienols put women at increased risk of breast cancer? *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 13:2-22.
- SELMİ, S., SADOK, S. 2008. The Effect of natural antioxidant (*Thymus vulgaris* Linnaeus) on flesh quality of tuna (*Thunnus thynnus* (Linnaeus)) during chilled storage. *Pan-American Journal of Aquatic Science*, 3: 36–45.
- SERDAROĞLU, M., and FELEKOĞLU, E., 2005. Effects of Using Rosemary Extract and Onion Juice on Oxidative Stability of Sardine (*Sardina pilchardus*) Mince. *Journal of Food Quality*, 28:109-120.
- SETO, Y., LIN, C.C., ENDO, Y., FUJIMOTO, K., 2005. Retardation of Lipid Oxidation in Blue Sprat by Hot Water Tea Extracts. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85, 1119-1124.
- SHAHIDI, F., KAMİL, J., JEON, Y. J., and KIM, S. K., 2002. Antioxidant Role of Chitosan in a Cooked Cod (*Gadus morhua*) Model System. *Journal of Food Lipids*, 9:57-65.
- SHI, C., CUI, J., YIN, X., LUO, Y., and ZHOU, Z., 2014. Grape seed and clove bud extracts as natural antioxidants in silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) fillets during chilled storage: Effect on lipid and protein oxidation. *Food Control*, 40:134–139.
- SINGH, N., and RAJINI, P., 2008. Antioxidant-mediated protective effect of potato peel extract in erythrocytes against oxidative damage. *Chemico-Biological Interactions*, 173:97-104.
- SINGH, G., MARIMUTHU, P., MURALI, H.S AND BAWA, A.S. 2005, Antioxidative and antibacterial potentials of essential oils and extracts isolated from various spice materials. *Journal of Food Safety* 25 130–145.
- SIRISANSANEYAKUL, S., WORAWUTHIYANAN, N., VANICHSRIRATANA, W., SRINOPHAKUN, P. AND CHISTI, Y. 2007. Production of fructose

- from inulin using mixed inulinases from *Aspergillus niger* and *Candida guilliermondii*. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 23:543-552.
- SISKOS, I., ZOTOS, A., MELIDOU, S., TSIKRITZI, R. 2005. The effect of liquid smoking of fillets of trout (*Salmo gairdnerii*) on sensory, microbiological and chemical changes during chilled storage. Food Chemistry, Volume 101, Pages 458–464.
- SLALOV, A., KARAGYOZOV, V., DENEV, P., KRATCHANOVA, M., and KRATCHANOV, C., 2013. Antioxidant Activity of Red Beet Juices Obtained after Microwave and Thermal Pretreatments. Czech J. Food Sci. 2:139-147.
- STAHL, W, BERG, H., ARTHUR, J. (2002). Bioavailability and Metabolism. Mol Aspects Med, 23: 39–100.
- STRLIC, M., RADOVIC, T., KOLAR J., PIHLAR, B. 2002. Anti- and prooxidative properties of gallic acid in Fenton-type systems. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50: 6313-6317.
- STRACK, D., VOGT, T., SCHLIEMANN, W., 2003. Recent Advances In Betalain Research. Phytochemistry, 62:247-269.
- TARLADGIS, B., WATTS, B.M., YONATHAN, M. 1960. Distillation method for determination of malonaldehyde in rancid food. Journal of American Oil Chemistry Society, 37:44–48.
- TEOW, C., TRUONG, V., MCFEETERS, R., THOMPSON, R., PECOTA, K., YENCHO, C., 2007. Antioxidant activities, phenolic and b-carotene contents of sweet potato genotypes with varying flesh colours. Food Chemistry, 103:829-838.
- TOKUR, B., CAKLI, S., POLAT, A. 2006. The quality changes of trout (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) with a vegetable topping during frozen storage (-18°C). E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences, 23:345–350.
- TOMA, R., ORR, P., D'APPOLONIA, DINTZIS, F., TABEKHIA, M., 1979. Physical and chemical properties of potato peel as a source of dietary fiber in bread. Journal of Food Science, 44, 1403–1407.

- TOZER, K. N., 2001. Quality Improvement and Shelf-life Extension of Fish Filets from Three Aquaculture Species. The Faculty of Graduate Studies of The University of Guelph, Master Thesis
- TORUN, Ş., TOY, H., 2012. The effect of caffeic acid in the prevention of lung damage due to mechanical ventilation in rats. *Solunum*.14(2):99–104.
- TURHAN, S., and ÜSTÜN, N.Ş., 2006. Doğal Antioksidanlar ve Gıdalarda Kullanımları. Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bolu.
- VARLIK, C., UĞUR, M., GÖKOĞLU, N., GÜN, H., 1993. Su Ürünlerinde Kalite Kontrol İlke ve Yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği. Gıda Teknolojisi Yayın No: 17. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, s.173.
- VIRTA, S. 2009. Isolation and identification of rainbow trout spoiling microbiota. Turku University of Applied Sciences, Biotechnology and Food Technology, p.5.
- WALTON, N.J., BROWN, D.E. 1999. Chemicals from Plants: Perspectives on Plant Secondary Products;Imperial College press: London, UK.
- WANASUNDARA, N., SHAHIDI, F., 1998. Antioxidant and Prooxidant Activity of Green Tea Extracts in Marine Oils. *Food Chemistry*, 63,335-42
- WANG, X., WANG, J., YANG N. 2007. Chemiluminescent determination of chlorogenic acid in fruits. *Food Chemistry*, 102: 422–426.
- WESHAHY, A., NOKETY, M., BAKHETE, M., and RAO, V., 2013. Effect of storage on antioxidant activity of freeze-dried potato peels. *Food Research International*, 50:507-512.
- WILLIAMS G. M. (1986) Epigenetic promoting effects of butylated hydroxyanisole. *Food and Chemical Toxicology* 24, 1163±1166.
- WINTER, M. AND HERRMANN, K. 1986. Esters and glucosides of hydroxycinnamic acids in vegetables. *J. Agric. Food Chem.*, 43,616.
- YANISHLIEVA, N., 2001. Inhibiting oxidation antioxidants in food: Practical application. Cambridge England: Woodhead Publishing Limited. pp. 22-70.
- YAVAŞER, R. 2011. Doğal ve sentetik antioksidan bileşiklerin antioksidan kapasitelerinin karşılaştırılması. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Aydın.

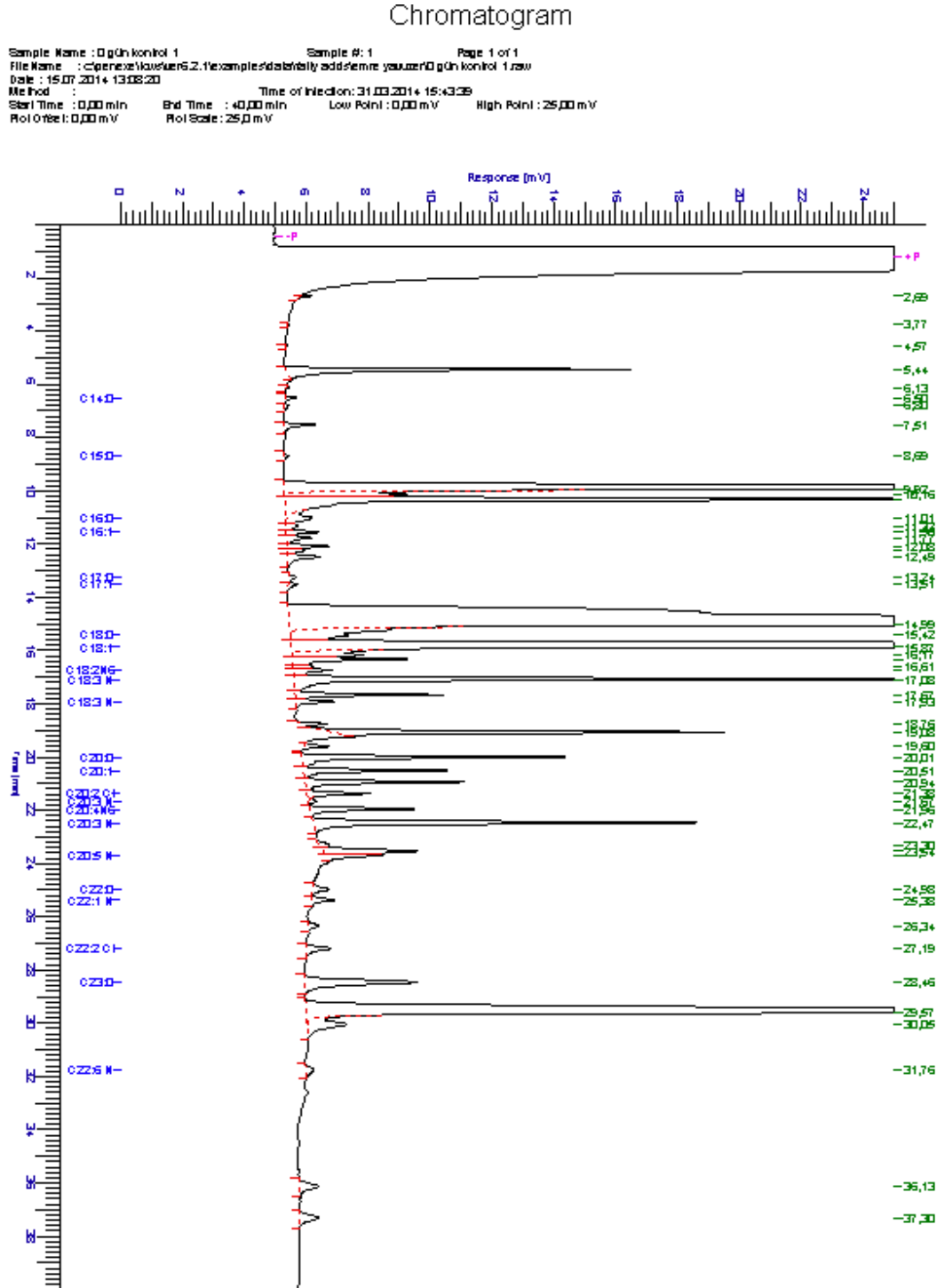
- YAVUZER, E. 2011. Doğal ve ticari yemle beslenen gökkuşığı alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*) buzda depolanma süresince kimyasal, duyuşal ve mikrobiyolojik değişimler. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Adana.
- YILDIZ, M. 1995. Soğuk depolamanın gökkuşığı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) protein ve yağ özelliklerine etkisinin incelenmesi. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi.
- YILMAZ, H., DEMİRCAN V., and EREL, G., 2006 Bazı Önemli Patates Üreticisi İller de Patates Üretim Maliyeti ve Gelirinin Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 1(1):22-32, 2006
- YING, W.M, WEST, B.J., JENSEN, C.J., NOWICKI, D., CHEN, S., PALU, A.K., ANDERSON, G. 2002. Morinda citrifolia (noni): a literature review and recent advances in noni research. Acta Pharmacol., 23:1127–1141.
- YOUSEF, N.S., 2003. Tea Extracts as Possible Natural Food Preservative for Organic Food. International Symposium on The Horizons of Using Organic Matter and Substrates in Horticulture. Acta Hort. (ISHS), 608, 169-176.
- YUAN, X., GAO, M., XIAO, H., TAN, C., DU, Y., 2012. Free radical scavenging activities and bioactive substances of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) leaves. Food Chemistry, 133,10-14.
- ZIYATDINOVA, G., ZIGANSHINA, E., BUDNIKOV, H., 2012. Voltammetric determination of β -carotene in raw vegetables and berries in Triton X100 media. Talanta, 99:1024-1029.
- ZOREKY, N., 2009. Antimicrobial activity of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit peels. International Journal of Food Microbiology, 134:244–248.
- <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=13661> (Erişim tarihi: 27 Ocak 2014)

ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında Niğde’de doğdu. İlkokulu Mehmet Emet Aydoğan İlkokulunda, orta ve lise öğrenimini ise Niğde Anadolu Lisesi’nde tamamladı. 2006 yılında Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi’nden mezun oldu. 2009 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı’nda yüksek lisans eğitime başladı ve 2011 yılında yüksek lisans eğitimini tamamlayıp aynı yıl doktora eğitime başladı. Evli ve iki çocuk babasıdır.

EKLER

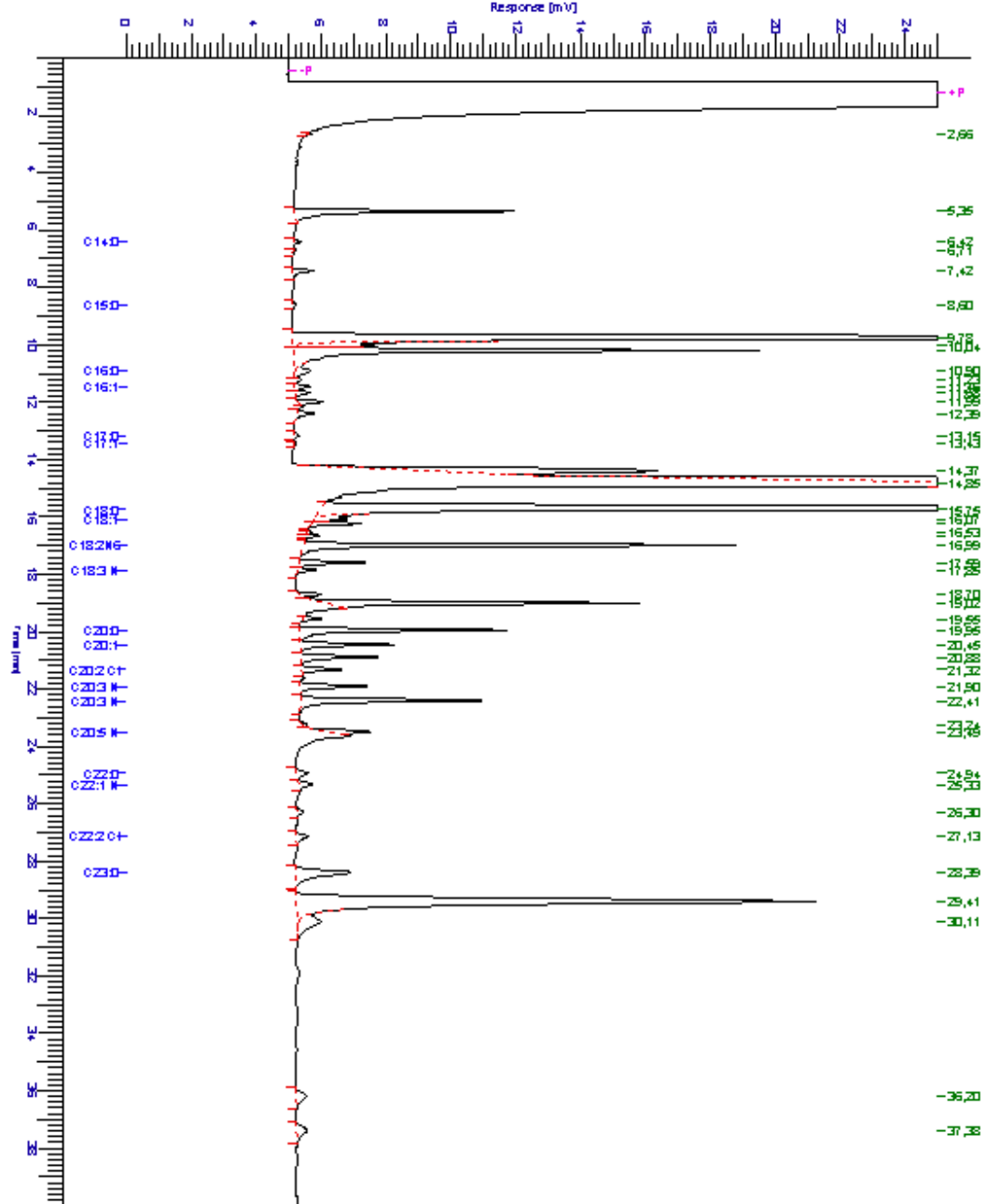
EK 1: 0. gündeki alabalığın yağ asitleri için örnek kromotogram



EK 2: 25. gündeki kontrol grubu alabalığın yağ asitleri için örnek kromotogram

Chromatogram

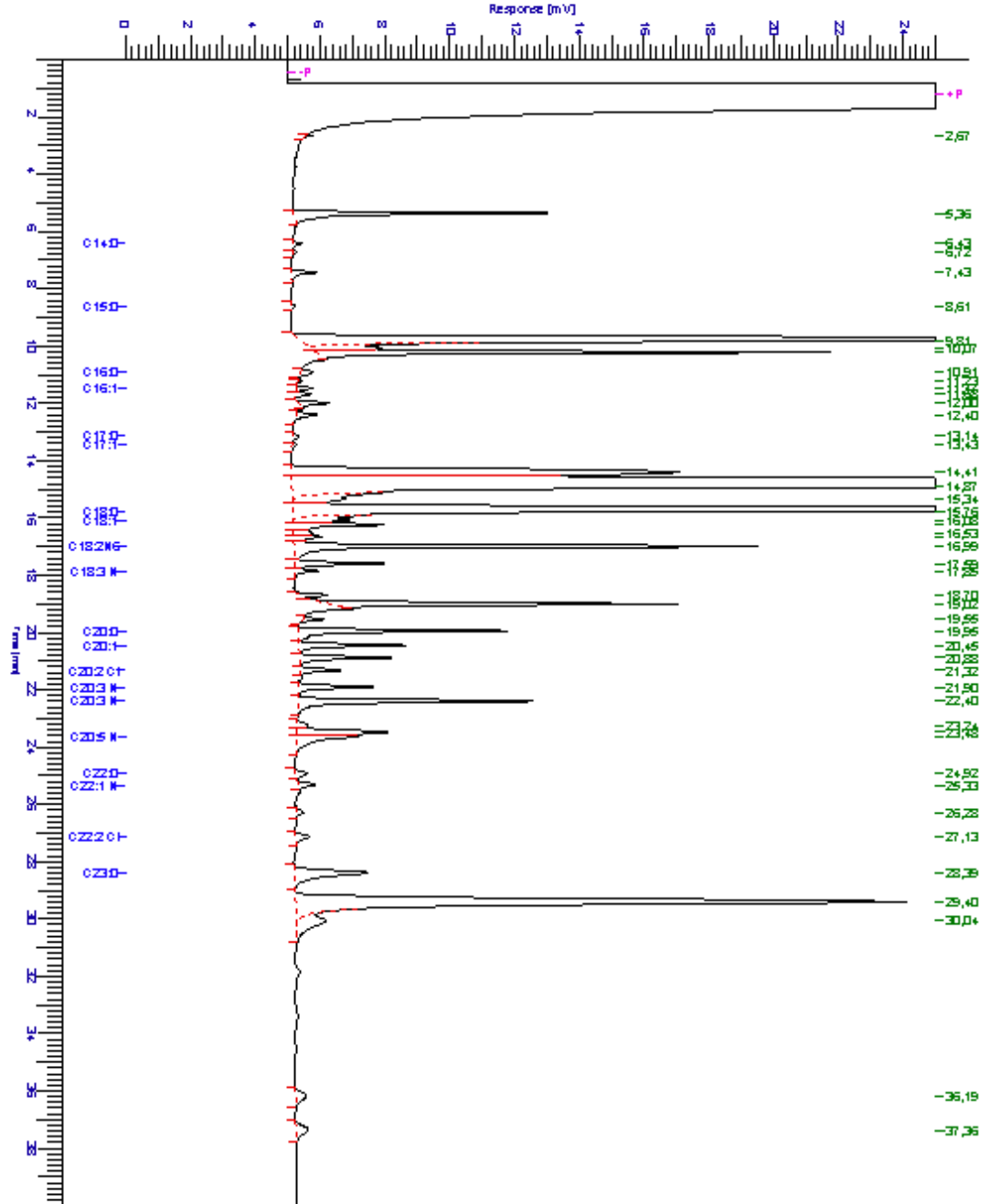
Sample Name : 25 g'ün kontrol 1 Sample #: 63 Page 1 of 1
 File Name : c:\genex\Nasr\62.1\example\data\25 g'ün kontrol 1.raw
 Date : 15.07.2014 13:14:03 Time of Injection: 03.04.2014 00:48:40
 Method : Start Time : 0.00 min End Time : 40.00 min Low Point : 0.00 mV High Point : 25.00 mV
 Plot Offset : 0.00 mV Plot Scale : 25.0 mV



EK 3: 25. gündeki patates grubu alabalığın yağ asitleri için örnek kromotogram

Chromatogram

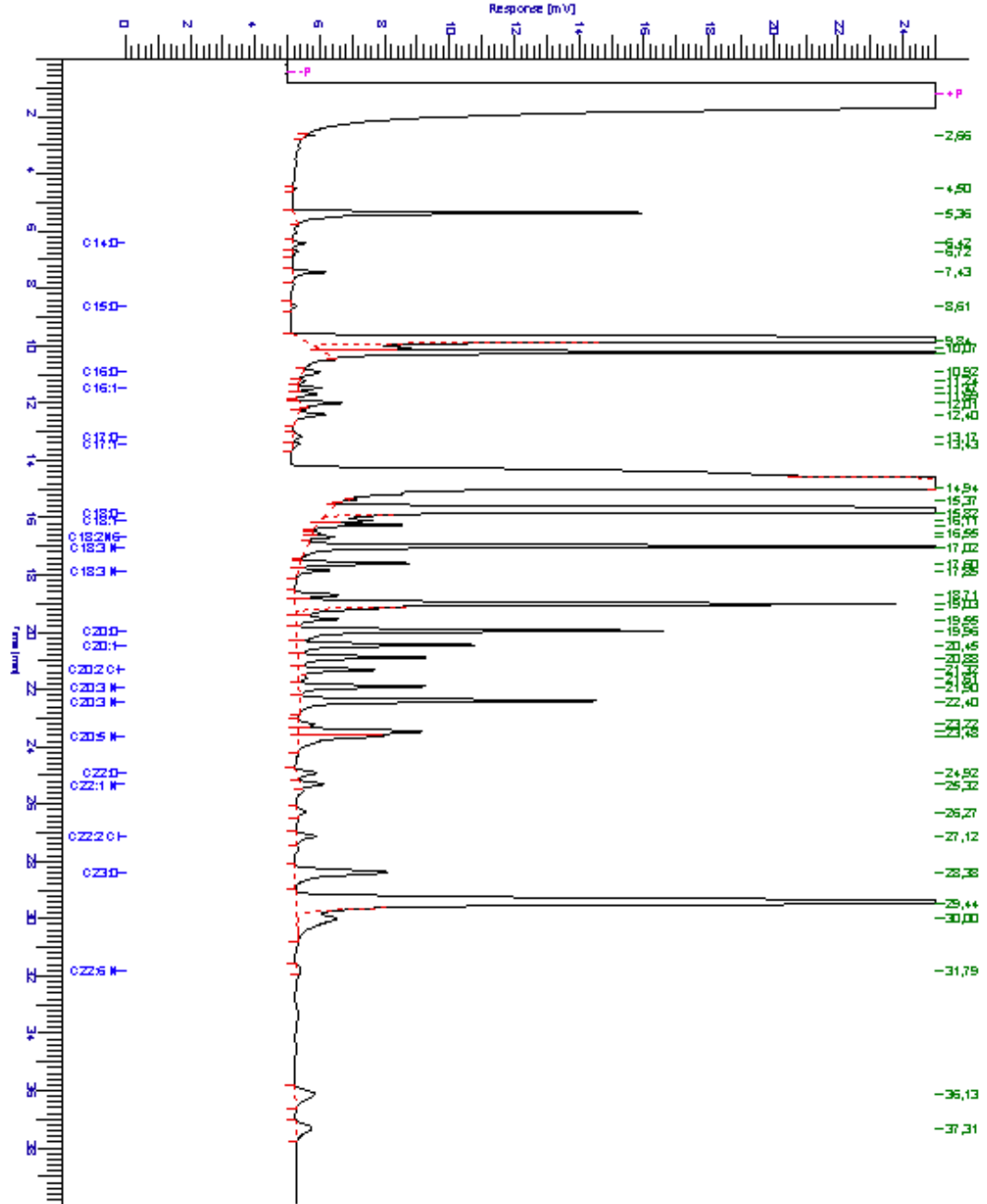
Sample Name : 25 gÜn p 1 Sample #: 71 Page: 1 of 1
 File Name : c:\pene\viewer6.2.1\example\data\abaly add\semre yauzer\25 gÜn p 1.raw
 Date : 15.07.2014 13:19:21 Time of Injection: 03.04.2014 05:56:13
 Method : Start Time : 0.00 min End Time : 40.00 min Low Point : 0.00 mV High Point : 25.00 mV
 Roll Offset : 0.00 mV Roll Scale : 25.0 mV



EK 4: 25. gündeki yer elması grubu alabalığın yağ asitleri için örnek kromotogram

Chromatogram

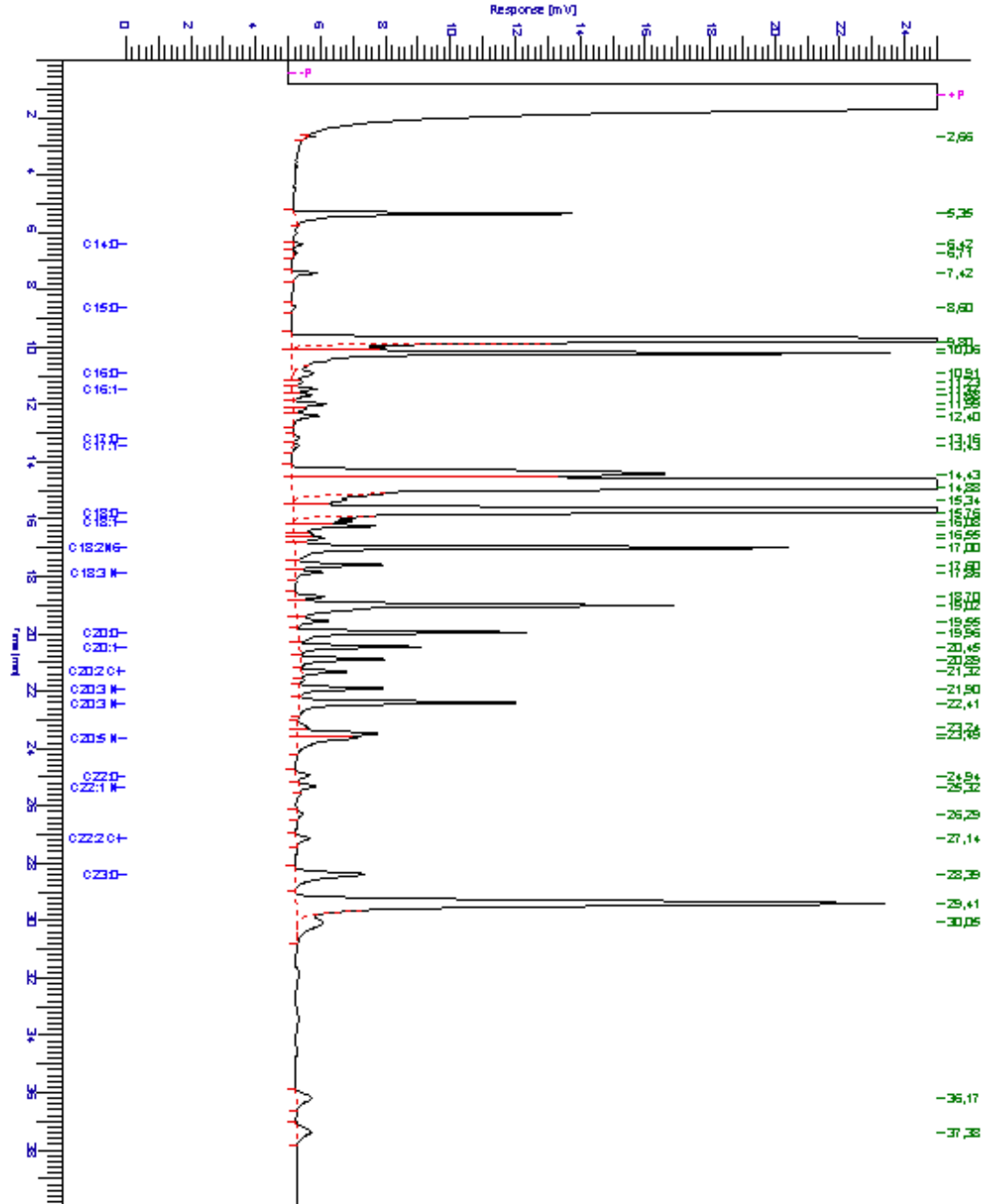
Sample Name : 25 gün ye 1 Sample #: 69 Page 1 of 1
 File Name : c:\penerge\kayitler\6.2.1\example\data\6.2.1\add\6.2.1\yeu\25 gün ye 1.raw
 Date : 15.07.2014 13:23:19
 Method : Time of Injection: 03.04.2014 05:23:44
 Start Time : 0.00 min End Time : 40.00 min Low Point : 0.00 mV High Point : 25.00 mV
 Pol Offset : 0.00 mV Pol Scale : 25.0 mV



EK 5: 25. gündeki şeker pancarı grubu alabalığın yağ asitleri için örnek kromotogram

Chromatogram

Sample Name : 25 gÜn.sp.1 Sample #: 67 Page: 1 of 1
 File Name : C:\genet\kaynak\62.1\example\data\62.1\add\kaynak\25 gÜn.sp.1.raw
 Date : 15.07.2014 13:21:43 Time of Injection: 03.04.2014 03:51:56
 Method : Start Time : 0.00 min End Time : 40.00 min Low Point: 0.00 mV High Point: 25.00 mV
 Roll Offset: 0.00 mV Roll Scale: 25.0 mV



EK 6: 25. günde kırmızı pancar grubu alabalığın yağ asitleri için örnek kromotogram

Chromatogram

Sample Name : 25 g On kg 1 Sample #: 65 Page: 1 of 1
 File Name : c:\pneumo\Waveform6.2.1\example\data\file1\add\siemre youuser\25 g On kg 1.raw
 Date : 15.07.2014 13:16:39
 Method : Time of Injection: 03.04.2014 02:20:10
 Start Time : 0.00 min End Time : 40.00 min Low Point: 0.00 mV High Point: 25.00 mV
 Plot Offset: 0.00 mV Plot Scale: 25.0 mV

