

**GÜMÜŞİ HAVUZ BALIĞI (*Carassius gibelio*)'NDAN
SURİMİ ÜRETİMİ VE pH AYARLAMA
YÖNTEMLERİYLE ELDE EDİLEN PROTEİN
İZOLATLARINDAN HAZIRLANAN KROKETLERİN
DONDURARAK DEPOLAMA SÜRECİNDEKİ
KALİTE DEĞİŞİMLERİNİN İNCELENMESİ**

BÜKET BUŞRA DAĞTEKİN

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SU ÜRÜNLERİ
ANABİLİM DALI**

DOKTORA TEZİ

**Danışman
Prof. Dr. Özden BAŞTÜRK**

**MERSİN
TEMMUZ – 2015**

Buket Buşra DAĞTEKİN tarafından Prof. Dr. Özden BAŞTÜRK danışmanlığında hazırlanan “Gümüşi Havuz Balığı (*Carassius gibelio*)’ndan Surimi Üretimi ve pH Ayarlama Yöntemleriyle Elde Edilen Protein İzolatlarından Hazırlanan Krokelerin Dondurarak Depolama Sürecindeki Kalite Değişimlerinin İncelenmesi” başlıklı bu çalışma aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından oy birliği ile Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

İmza

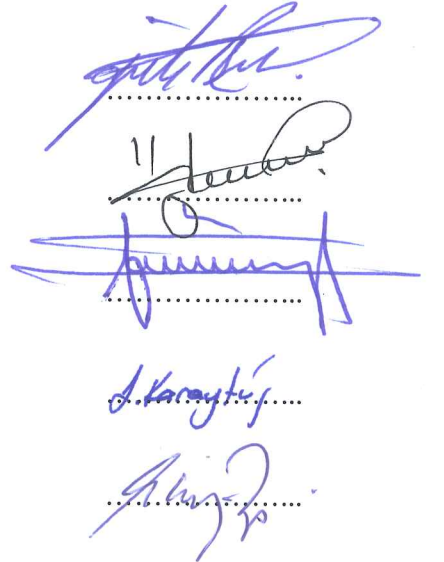
Prof.Dr. Gülsün ÖZYURT

Prof. Dr. Özden BAŞTÜRK

Prof. Dr. Fatih ÖZOĞUL

Doç.Dr. Sahire KARAYTUĞ

Doç.Dr. Mehmet Tahir ALP



Yukarıdaki Jüri kararı Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 31.../07.../2015 tarih ve 2015.20.../813... sayılı kararıyla onaylanmıştır.


Prof. Dr. Ayla ÇELİK
Enstitü Müdürü

Bu tezde kullanılan özgün bilgiler, şekil, çizelge ve fotoğraflardan kaynak göstermeden alıntı yapmak 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu hükümlerine tabidir.

GÜMÜŞÜ HAVUZ BALIĞI (*Carassius gibelio*)'NDAN SURİMİ ÜRETİMİ VE pH AYARLAMA YÖNTEMLERİYLE ELDE EDİLEN PROTEİN İZOLATLARINDAN HAZIRLANAN KROKETLERİN DONDURARAK DEPOLAMA SÜRECİNDEKİ KALİTE DEĞİŞİMLERİNİN İNCELENMESİ

Büket Buşra DAĞTEKİN

ÖZ

Bu çalışmada, gümüşü havuz balığı (*Carassius gibelio*)'ndan surimi üretimi ve pH ayarlama yöntemleriyle elde edilen protein izolatlarından hazırlanan krokletlerin -18 °C'de 120 günlük depolama süresince kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal kalite değişimleri incelenmiştir. Çalışmada beş farklı kroklet grubu oluşturulmuştur: (1) kontrol surimi (yıkamış kıyma), (2) surimi (yıkamış kıyma+ %4 sukroz, %4 sorbitol ve %0.3 sodyum tripolifosfat), (3) kıyma, (4) asit protein izolatu (%50 kıyma ile %50 asit protein izolatu) ve (5) alkali protein izolatu (%50 kıyma ile %50 alkali protein izolatu). Araştırmada, tüm gruplarda kimyasal kompozisyon, kimyasal kalite ve mikrobiyolojik değişimleri izlemek amacıyla; besinsel analizler (ham protein, lipit, kuru madde ve ham kül), tiyobarbitürik asit sayısı (TBA), toplam uçucu bazik azot (TVB-N), serbest yağ asitleri (FFA), yağ asitleri kompozisyonu, pH, biyojenik amin, toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB), koliform ve *E. coli* bakteri sayıları belirlenmiştir. 120 günlük depolamanın sonunda kontrol surimi, surimi, kıyma, asit protein izolatu ve alkali protein izolatu kroklet gruplarının TVB-N sonuçları sırasıyla; 7.88±0.54 mg/100g, 6.63±0.14 mg/100g, 17.21±1.79 mg/100g, 11.27±0.17 mg/100g, 12.43±0.33 mg/100g olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde TBA, pH ve TAMB sonuçları aynı sırayla; 0.42±0.05 mg MA/kg, 0.35±0.04 mg MA/kg, 0.65±0.11 mg MA/kg, 1.08±0.08 mg MA/kg, 1.14±0.06 mg MA/kg; 6.42±0.02, 6.45±0.04, 6.45±0.04, 6.24±0.01, 6.13±0.01; 4.36±0.01 log kob/g, 4.30±0.01 log kob/g, 4.33±0.02 log kob/g, 4.18±0.02 log kob/g, 4.05±0.02 log kob/g olarak tespit edilmiştir. Depolama süresince hiçbir kroklet grubunda koliform bakteri ve *E.coli*'ye rastlanılmamıştır. Depolama sonunda en yüksek histamin değeri 0.59±0.21 mg/100g ile kıyma grubunda tespit edilmiş ancak bu değerin FDA tarafından bildirilen toksik değerin (5 mg/100g) altında olduğu gözlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, gümüşü havuz balığından hazırlanan tüm kroklet gruplarının duyusal ve kimyasal niteliklerinde istenmeyen değişiklikler olmadan donmuş halde 120 gün saklanabileceği belirlenmiştir. Duyusal analizler bakımından gruplar arasında en fazla kontrol surimi grubu krokletlerin (7.54±0.83) tercih edildiği bu grubu alkali protein izolatu (7.38±1.24) asit protein izolatu (7.25±0.85), kıyma (7.08±1.02) ve surimi grubu (6.46±0.83) krokletlerin izlediği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Carassius gibelio*, Surimi, Asit Protein İzolatu, Alkali Protein İzolatu, Balık Krokleti.

Danışman: Prof. Dr. Özden BAŞTÜRK, Mersin Üniversitesi, Su Ürünleri Anabilim Dalı

INVESTIGATION OF QUALITY CHANGES IN FISH FINGERS MADE FROM PRUSSIAN CARP (*Carassius gibelio*) PROTEIN ISOLATES PRODUCED BY SURIMI AND pH SHIFTING METHODS DURING THE FROZEN STORAGE

Büket Buşra DAĞTEKİN

ABSTRACT

In this study, sensory, chemical and microbiological quality changes in fish fingers, stored at -18°C for 120 days, made from prussian carp (*Carassius gibelio*) protein isolates by surimi and pH shifting methods were investigated. In the scope of this study, five different fish finger groups were formed: (1) control surimi (washed mince), (2) surimi (washed mince with 4% sucrose, 4% sorbitol, and 0.3% sodium tripolyphosphate), (3) mince, (4) acid protein isolate (50% mince and 50% acid protein isolate), and (5) alkaline protein isolate (50% mince and 50% alkaline protein isolate). In order to investigate the changes in chemical composition, chemical quality and microbiological changes; in all groups, proximate analysis (crude protein, lipid, moisture and crude ash), thiobarbituric acid (TBA), total volatile basic nitrogen (TVB-N), free fatty acids (FFA), fatty acid composition, pH, biogenic amines, total aerobic mesophilic bacteria (TAMB), coliform and *E. coli* count were determined. At the end of 120 days storage period, TVB-N values were calculated as 77.88±0.54 mg/100g, 6.63±0.14 mg/100g, 17.21±1.79 mg/100g, 11.27±0.17 mg/100g, 12.43±0.33 mg/100g, control surimi fish finger, surimi fish finger, mince fish finger, acid protein isolate fish finger and alkaline protein isolate fish finger in respectively. Similarly, TBA, pH and TAMB values were recorded as 0.42±0.05 mg MA/kg, 0.35±0.04 mg MA/kg, 0.65±0.11 mg MA/kg, 1.08±0.08 mg MA/kg, 1.14±0.06 mg MA/kg; 6.42±0.02, 6.45±0.04, 6.45±0.04, 6.24±0.01, 6.13±0.01 and 4.36±0.01 log cfu/g, 4.30±0.01 log cfu/g, 4.33±0.02 log cfu/g, 4.18±0.02 log cfu/g, 4.05±0.02 log cfu/g, in the same order. During the storage, coliform bacteria and *E. coli* were not detected in any groups. At the end of the storage, the highest histamine value was detected in the mince fish finger group (0.59±0.21 mg/100g); however, it did not reach to the toxic level (5 mg/100g) reported by FDA. According to results, it was determined that all fish finger groups prepared from prussian carp could be stored for 120 days in a frozen state without undesirable changes of sensory and chemical qualities. In terms of sensory analysis, among the groups, control surimi fish finger (7.54±0.83) was the most preferred fish finger group followed by alkaline protein isolate fish finger (7.38±1.24), acid protein isolate fish finger (7.25±0.85), mince fish finger (7.08±1.02) and surimi fish finger (6.46±0.83).

Key words: *Carassius gibelio*, Surimi, Acid Protein Isolate, Alkaline Protein Isolate, Fish Finger.

Advisor: Prof. Dr. Özden BAŞTÜRK, Faculty of Fisheries, University of Mersin

TEŞEKKÜR

Çalışmamın her aşamasında bana yol gösteren, desteğini, bilgi ve yardımlarını esirgemeyen Danışman Hocam Sayın Prof. Dr. Özden BAŞTÜRK'e ve tez savunma sınavımda değerli katkılarda bulunan Sayın Prof. Dr. Gülsün ÖZYURT, Sayın Prof. Dr. Fatih ÖZOĞUL, Sayın Doç. Dr. Sahire KARAYTUĞ ve Sayın Doç. Dr. Mehmet Tahir ALP'e teşekkür ederim.

Çalışmada kullanılan balıkların temini ve deneysel çalışmalarımın yürütülmesi sırasında beni destekleyen ve yardımcı olan Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürü Doç. Dr. İlhan AYDIN'a, Dr. Sebahattin KUTLU, Gülsüm BALÇIK MISIR, A. Faruk YEŞİLSU, Esen ALP, Şirin FIRİDİN ve Z. Duygu DÜZGÜNEŞ'e, duyusal analizlerime katılan Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü personeline, protein izolatlarının elde edilmesi sürecinde laboratuvar olanaklarından yararlanmamı sağlayan Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Biyoloji Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Prof. Dr. Ersan KALAY'a, verilerin istatistiksel değerlendirmesinde yardımını gördüğüm Arş. Gör. Didem DERİCİ YILDIRIM'a ve çalışmamı destekleyen Mersin Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Proje Birimi [BAP-FBE SÜ (BBG) 2011-4 DR]'ne teşekkür ederim.

Her zaman kendilerinden güç aldığım, tezimin her aşamasında bana anlayış göstererek destek olan annem Sakine GÖZÜ, babam Ahmet Haluk GÖZÜ, abilerim Orhan, Gökhan ve Cüneyt GÖZÜ'ye; örneklerimin temininden denemenin kurulması ve analizlerin yapılmasına kadar tüm süreçlerde yardımlarını ve desteğini gördüğüm eşim Yük. Su Ürünleri Müh. Murat DAĞTEKİN'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZ	i
ABSTRACT	i
TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
ÇİZELGELER DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI	4
2.1. PROTEİN İZOLASYON YÖNTEMLERİ İLE İLGİLİ ÇALIŞMALAR	4
2.1.1. Surimi Yöntemi.....	4
2.1.2. pH Ayarlama (Asit ve Alkali Uygulaması) Yöntemi İle Protein İzolatı Eldesi	24
3. MATERYAL ve YÖNTEM	33
3.1. MATERYAL	33
3.2. YÖNTEM.....	34
3.2.1. İşleme Yöntemi	34
3.2.1.1. Surimi üretimi	34
3.2.1.2. pH ayarlama (asit ve alkali uygulaması) yöntemi ile protein izolatının üretimi	36
<i>Asit Protein İzolatı Üretimi</i>	36
<i>Alkali Protein İzolatı Üretimi</i>	37
3.2.1.3. Krokotlerin hazırlanması	40
3.2.2. Analiz Metotları	41

3.2.2.1. Besin kompozisyonu analizleri	41
<i>Ham protein analizi:</i>	42
<i>Lipit analizi:</i>	42
<i>Nem analizi:</i>	43
<i>Kül analizi:</i>	43
3.2.2.2. Kimyasal kalite analiz yöntemleri	44
<i>Tiyobarbitürik asit (TBA) analizi:</i>	44
<i>Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) analizi:</i>	45
<i>Serbest yağ asitleri analizi:</i>	45
<i>Yağ asitleri analizi:</i>	46
<i>pH analizi:</i>	47
<i>Biyojen amin analizi:</i>	47
3.2.2.3. Mikrobiyolojik analiz yöntemleri	48
<i>Toplam aerobik mezofilik bakteri sayımı:</i>	48
<i>Toplam koliform bakteri sayımı:</i>	49
<i>E.coli sayımı:</i>	49
3.2.2.4. Duyusal analizler	49
3.2.2.5. İstatistiksel analizler	50
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	51
4.1. KROKETLERİN BESİN KOMPOZİSYONU	51
4.1.1. % Ham Protein Oranı	51
4.1.2. % Lipit İçeriği	55
4.1.3. % Nem Oranı	58
4.1.4. % Ham Kül Oranı	61
4.2. KROKETLERİN KİMYASAL KALİTELERİNDE MEYDANA GELEN DEĞİŞİMLER	64
4.2.1. Tiyobarbitürik asit (TBA) Sayısında Meydana Gelen Değişimler	64

4.2.2. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Miktarında Meydana Gelen Değişimler.....	67
4.2.3. Serbest Yağ Asitlerinde Meydana Gelen Değişimler	71
4.2.4. Yağ Asitlerinde Meydana Gelen Değişimler	74
4.2.5. pH Değerinde Meydana Gelen Değişimler	83
4.2.6. Biyojen Amin Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler	86
4.2.6.1. Amonyum.....	88
4.2.6.2. Spermidin	89
4.2.6.3. Spermin	91
4.2.6.4. Histamin	92
4.2.6.5. Tiramin.....	93
4.2.6.6. Dopamin.....	95
4.2.6.7. Agmatin.....	96
4.3. KROKETLERDEKİ MİKROBİYOLOJİK DEĞİŞİMLER.....	104
4.4. DUYUSAL KALİTE DEĞİŞİMLERİ.....	107
4.4.1. Krokotlerin Görünüşlerinde Meydana Gelen Değişimler	107
4.4.2. Krokotlerin Genel Beğeni Değişimleri.....	109
4.4.3. Krokotlerin Koku Değişimleri.....	110
4.4.4. Krokotlerin Renk Değişimleri	111
4.4.5. Krokotlerin Tat ve Lezzet Değişimleri.....	112
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	117
KAYNAKLAR	123
ÖZGEÇMİŞ VE ESERLER LİSTESİ.....	137

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 3.1. Surimi ve protein izolatlarından hazırlanan krokotlerde kullanılan formülasyon (%)	40
Çizelge 3.2. Krokotlerin duyuşal değerlendirme formu	50
Çizelge 4.1. Krokotlerin % ham protein değerlerinin günlere göre değişimi	51
Çizelge 4.2. Krokotlerin % ham lipit değerlerinin günlere göre değişimi	55
Çizelge 4.3. Krokotlerin % nem değerlerinin günlere göre değişimi.....	59
Çizelge 4.4. Krokotlerin % ham kül değerlerinin günlere göre değişimi.....	61
Çizelge 4.5. Krokotlerin tiyobarbtrik asit (TBA) sayısının günlere göre değişimi.....	64
Çizelge 4.6. Krokotlerin toplam uçucu bazik azot (TVB-N) değerlerinin günlere göre değişimi.....	68
Çizelge 4.7. Krokotlerin serbest yağ asitlerinde meydana gelen değişimler.....	72
Çizelge 4.8. n kızartmada kullanılan ayęięek yağının yağ asitleri kompozisyonu	75
Çizelge 4.9. Kontrol surimi krokotlerin yağ asidi kompozisyonunun günlere göre değişimi.....	77
Çizelge 4.10. Surimi krokotlerin yağ asidi kompozisyonunun günlere göre değişimi.....	78
Çizelge 4.11. Kıyma krokotlerin yağ asidi kompozisyonunun günlere göre değişimi.....	79
Çizelge 4.12. Asit protein izolatu krokotlerin yağ asidi kompozisyonunun günlere göre değişimi.....	80
Çizelge 4.13. Alkali protein izolatu krokotlerin yağ asidi kompozisyonunun günlere göre değişimi.....	81
Çizelge 4.14. Krokotlerdeki pH değerlerinin günlere göre değişimi	84
Çizelge 4. 15. Kontrol surimi krokotlerin biyojen amin değerlerinin günlere göre değişimi.....	101
Çizelge 4. 16. Surimi krokotlerin biyojen amin değerlerinin günlere göre değişimi.....	101
Çizelge 4. 17. Kıyma krokotlerin biyojen amin değerlerinin günlere göre değişimi.....	102
Çizelge 4. 18. Asit protein izolatu krokotlerin biyojen amin değerlerinin günlere göre değişimi.....	102
Çizelge 4. 19. Alkali protein izolatu krokotlerin biyojen amin değerlerinin günlere göre değişimi.....	102
Çizelge 4.20. Krokotlerin toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) sayılarının günlere göre değişimi.....	104
Çizelge 4. 21. Depolama süresince krokotlerin görünüş değerlerinin değişimi.....	108
Çizelge 4.22. Depolama süresince krokotlerin genel beğeni değerlerinin değişimi.....	109
Çizelge 4.23. Depolama süresince krokotlerin koku değerlerinin değişimi.....	111
Çizelge 4.24. Depolama süresince krokotlerin renk değerlerinin değişimi	112
Çizelge 4.25. Depolama süresince krokotlerin tat ve lezzet değerlerinin değişimi	113

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 3.1. Gümüşi havuz balığı (<i>Carassius gibelio</i> Bloch, 1782).....	33
Şekil 3.2. Surimi yapımının deneysel dizaynı.....	35
Şekil 3.3. Gümüşi havuz balığından surimi üretimi.....	36
Şekil 3.4. Gümüşi havuz balığından asit protein izolatu eldesi	37
Şekil 3.5. Gümüşi havuz balığından alkali protein izolatu eldesi.....	38
Şekil 3.6. Gümüşi havuz balığından asit ve alkali protein izolatlarının deneysel dizaynı	39
Şekil 3.7. Gümüşi havuz balığından krokot hazırlama aşamaları	41
Şekil 4.1. Krokotlerin % ham protein değerlerinin günlere göre değişimi.....	53
Şekil 4.2. Krokotlerin % ham kül değerlerinin günlere göre değişimi.....	62
Şekil 4.3. Krokotlerin tiyobarbütirik asit (TBA) sayısının günlere göre değişimi..	65
Şekil 4.4. Krokotlerin toplam uçucu bazik azot (TVB-N) değerlerinin günlere göre değişimi	69
Şekil 4.5. Krokotlerin serbest yağ asitleri değerlerinin günlere göre değişimi	73
Şekil 4.6. Ürün gruplarındaki pH değerlerinin günlere göre değişimi.....	85
Şekil 4.7. Krokotlerin amonyum değerlerinin günlere göre değişimi.....	89
Şekil 4.8. Krokotlerin spermidin değerlerinin günlere göre değişimi.....	90
Şekil 4.9. Krokotlerin spermin değerlerinin günlere göre değişimi	92
Şekil 4.10. Krokotlerin histamin değerlerinin günlere göre değişimi	93
Şekil 4.11. Krokotlerin tiramin değerlerinin günlere göre değişimi	94
Şekil 4.12. Krokotlerin dopamin değerlerinin günlere göre değişimi.....	96
Şekil 4.13. Krokotlerin agmatin değerlerinin günlere göre değişimi	97
Şekil 4.14. Krokotlerin toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) sayılarında meydana gelen değişim	105
Şekil 4.15. Krokotlerin depolama süresince genel beğeni kriterlerinde meydana gelen değişim	110
Şekil 4.16. Krokotlerin depolama süresince tat ve lezzetlerinde meydana gelen değişim	114

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

a* : Kırmızılık - Yeşillik

b* : Sarılık - Mavilik

AGM: Agmatin

ALPİK: Alkali Protein İzolatı Kroket

AMON: Amonyum

AsPİK: Asit Protein İzolatı Kroket

dk: Dakika

DOP: Dopamin

DHA : Dokosahekzaenoik Asit

E.coli: Escherichia coli

EPA : Eikosapentaenoik Asit

FAO: Gıda ve Tarım Örgütü

FDA: Gıda ve İlaç Dairesi

g: Gram

HİS: Histamin

KAD: Kadaverin

KK: Kıyma Kroket

kob/g: koloni oluşturan birim/gram

KSK: Kontrol Surimi Kroket

L*: Açıklık - koyuluk

meq/kg: Miliekivalent/kilogram

mg MA/kg: miligram malonaldehit/kilogram

MUFA : Tekli Doymamış Yağ Asitleri

n3-PUFA: n3 Çoklu Doymamış Yağ Asitleri

n6-PUFA: n6 Çoklu Doymamış Yağ Asitleri

PUFA : Çoklu Doymamış Yağ Asitleri

PUT: Putresin

SER: Serotonin

SK: Surimi Kroket

SFA: Doymuş Yağ Asitleri

SPD: Spermidin

SPN: Spermin

TBA: Tiyobarbütirik Asit Sayısı

TİR: Tiramin

TAMB: Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri

TMA-N: Trimetilamin Azot

TRİP: Triptamin

TVB-N: Toplam Uçucu Bazik Azot

WHO: Dünya Sağlık Örgütü

$\bar{X} \pm S_x$: Ortalama \pm Standart hata

β -FENİL: β -feniletilamin



1. GİRİŞ

Günümüzde tüketiciler tarafından kullanımının kolay olması nedeniyle işlenmiş ürünler tercih edilmektedir. İşlenmiş ürünlere karşı duyulan bu ilgiden dolayı, su ürünlerinin payı artmaktadır [Doğan, 2002]. Balıkların işlenmiş ürünler şeklinde değerlendirilmesinde en popüler ürünlerden biri protein izolatlarıdır. Protein izolatlarından yararlanma düşüncesi birçok probleme çözüm getirmiştir. Özellikle, kılçıklı oldukları için yeterince pazar bulamayan birçok balık türünün, trol avcılığı sonunda ekonomik değeri düşük olduğu için çoğunlukla ölü olarak suya geri atılan küçük balık veya kabukluların, ekonomik değeri düşük balık türlerinin ve fileto ayrımı sonrası iskelet üzerinde kalan yenilebilir etlerin protein izolatu gibi işlenmiş ürünlere dönüştürülmesi ile bu balıklardan daha iyi yararlanılması mümkündür [Yanar ve Fenercioğlu, 1999].

Protein izolatu üretimi ile 50 milyon tondan fazla balık türü ve yan ürünlerinden insan beslenmesinde yararlanılmaktadır. Bu yöntemlerle düşük değerli, bütün, koyu kaslı balık türlerinin düşük yağ içerikli protein izolatlarına dönüştürülerek insan beslenmesine kazandırılması amaçlanmaktadır [Kristinsson vd., 2003b].

Protein izolatlarının hazırlanmasının önemli amaçlarından biri değişik kaynaklardan elde edilen proteinin istendiği zaman ve istenen yerde kullanıma sunulabilmesidir. Örneğin, balıktan elde edilen protein konsantresi, balığın kendisinden çok daha uzun süre saklanabilir ve balığın taze olarak ulaştırılamadığı yörelerde insanların kullanımına sunulabilir. Ayrıca bir başka önemli amaç da ihtiyaç fazlası protein kaynaklarının değerlendirilmesidir. Protein konsantresinin kullanımı doğrudan olabileceği gibi, proteince zayıf diğer yiyecek maddelerine katılarak da olabilir [Maksan ve Ayrancı, 1989].

Son dönemlerde gerek surimi üretimi gerekse pH ayarlama (asit ve alkali uygulaması) yöntemi balıklardan proteinlerin izole edilmesinde kullanılan mevcut yöntemlerdir. Surimi, mekanik olarak kılçıklarından ayrılmış balık etinin su ile yıkayıp, kıyıldıktan sonra, şeker, sorbitol ve polifosfat (kryoprotektan) gibi kıvam

verici ve donma denatürasyonundan koruyucu maddelerin karıştırılması ile elde edilen bir ürün olup, balık etindeki miyofibriler proteinin nemli donmuş konsantresi olarak tanımlanmaktadır. Kıyılmış etin su ile yıkanarak yağ ve suda eriyen bileşiklerinden uzaklaştırılması ile "ham surimi" elde edilmektedir. Balık proteinlerinin denatürasyonunu önleyen ve kryoprotektan olarak adlandırılan çeşitli katkı maddeleri (şeker, sorbitol ve bazı fosfatlar gibi) surimiye karıştırılarak, proteinlerin fonksiyonel özelliklerini kaybetmeksizin daha uzun bir süre dondurularak saklanmasını sağlamaktadır [Kaba, 2009; Turan vd., 2006]. pH ayarlama yöntemi ise, kas proteinlerinin pH'ya bağlı olarak çözünürlüğünü ve geri kazanımı sağlayarak, ekonomik olarak düşük değerli balık kaynaklarından fonksiyonel protein izolatlarını üretmek için geliştirilmiştir. Kullanılan protein izolasyon yöntemleri ile balıkların farklı sezonlarda avlanmasından, balık boyutundan, oksidasyona maruz kalan doymamış yağ içeriğinin zenginliğinden, stabil olmayan düşük fonksiyonlu, zayıf ekstraksiyonlu ve yüksek proteolitik aktiviteli kas proteinlerinin mevcudiyetinden kaynaklanan sorunlar da çözülmüştür [Arıkan vd., 2006].

İşleme yöntemlerindeki gelişmelerle birlikte stoklar üzerinde baskı oluşturan ve ekonomik olmayan türlerin kullanılması önem kazanmıştır. Son yıllarda tüm Türkiye'deki iç sularda gümüşi havuz balığı (*Carassius gibelio* Bloch, 1782) en tehlikeli tür olmuştur. İç sularda baskın hale gelen, adaptasyon kabiliyeti yüksek ve girdiği her sucul ortamda yerli türler ile besin rekabetine giren egzotik bir tür olan *C. gibelio*, Çıldır Gölü'ne 2000'li yılların başında giriş yapmıştır [Sarı vd., 2010]. Göle yerleştikten sonraki çok kısa süreçte popülasyonu gelişerek dinamik bir stok oluşturmuş ve 2005/06 yıllarında, gölde avcılık yapan balıkçıların ağlarında görülmeye başlamıştır [Zengin ve Yerli, 2011]. Bu dönemde ticari açıdan av verecek büyüklüğe ulaşan ve mesleki balıkçılar tarafından fazla tanınmayan *C. gibelio* popülasyonu, 2010 yılından itibaren, özellikle Irak ve Suriye'den gelen talep ile birlikte fark edilmiş ve ticari boyutta avlanmaya başlanmıştır. Son üç yılda (2010-2012) göldeki av miktarı yerli türlerin (sazan (*Cyprinus carpio*); tatlısu kefali (*Squalius cephalus*); karabalık (*Capoeta capoeta*)) üzerine çıkmıştır [Zengin vd., 2012].

Günümüzde *C. gibelio*, göldeki yerli türlerin avının yeterli olmaması sonucunda, mahalli pazarlarda alıcı bulmakta ve yerel halk tarafından artan bir talep görmektedir. 1990'lı yılların başından itibaren göldeki balıkçılık yönetiminin kötüleşmesi; başta aşırı ve bilinçsiz avcılık ve sonrasında; 2000'li yılların başında *C. gibelio* ile birlikte eş zamanlı olarak göle aşıl原因an tatlısu kereviti (*Astacus leptodactylus*) giderek göldeki balık faunasının yerli türler aleyhine bozulmasına sebep olmuştur. Günümüzde gölde halen ticari olarak en çok avlanan üç yerli balık türünün yıllık toplam av miktarı 20 yıl öncesine göre önemli ölçüde azalmıştır. 1990'lı yılların başında (1992/93 av sezonu) sazan populasyonu 35 ton/yıl av verirken, 2010'lu yılların başında (2011/12 av sezonu) 2.8 ton/yıl'a düşmüştür. Benzer eğilimler kefal ve karabalık populasyonları için de tespit edilmiştir. Kefal populasyonu 10 ton/yıl'dan 3 ton/yıl'a, karabalık populasyonu ise 22 ton/yıl'dan 5.2 ton/yıl'a gerilemiştir. Buna karşın bölgede "korsan" olarak adlandırılan gümüşi havuz balığının aynı dönem içinde karaya çıkarılan av miktarı 16.6 ton/yıl, diğer yabancı tür olan tatlı su kerevitinin ise 28.1 ton/yıl olarak tahmin edilmiştir [Zengin vd., 2013].

Bu çalışmada, Çıldır Gölü habitatına sonradan giren ve hızlı bir şekilde artış gösteren, göldeki diğer türleri de rekabet nedeniyle tehdit eden ve yöre halkı tarafından tüketim için çok fazla tercih edilmeyen gümüşi havuz balığından iki farklı yöntem (surimi üretimi ve pH ayarlama (asit ve alkali uygulaması) ile elde edilen protein izolasyonlarından hazırlanan krokotlerin depolama sürecindeki kalite değişimleri incelenerek bu türün ülke ekonomisine kazandırılması hedeflenmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI

2.1. PROTEİN İZOLASYON YÖNTEMLERİ İLE İLGİLİ ÇALIŞMALAR

2.1.1. Surimi Yöntemi

Balıkların mamül ürünler şeklinde değerlendirilmesinde en popüler ürün balık kıymasıdır. İnsan gıdası olarak balık kıymasını kullanma fikri, birçok probleme çözüm getirmiştir. Bunlar, özellikle kılçıklı oldukları için pazar bulamayan birçok türün insan tüketiminde kullanılamaması, trol avı sonunda ekonomik değerleri düşük olduğu için çoğunlukla ölü olarak suya geri atılan küçük balıkların ve diğer tercih edilmeyen balıkların etlerinin değerlendirilmesi ve fileto ayrımı sonrası iskelet üzerinde kalan yenilebilen etlerin kullanılması olarak sıralanabilmektedir [Regenstein ve Regenstein, 1991; Turan vd., 2006]. Su ürünleri açısından birçok yeni gıdaya ham madde olan balık kıymasından elde edilen ürünlerin başında “surimi” olarak adlandırılan ürün gelmektedir.

Günümüzde gelişen teknoloji ile birlikte üretim metotları geliştirilerek büyük bir pazar payına sahip olan surimi, Japonca’da “kıyılarak yıkanmış balık” anlamına gelmektedir. Geçmiş 19. yüzyıla dayanan surimi yapımı, önceleri avlanan balıkların bayatlamadan saklanması için kullanılan bir yöntem olarak düşünülmekteydi. Gelişen teknoloji ile birlikte Uzakdoğu, Amerika ve Avrupa ülkelerinde ekonomik olmayan ve az ekonomik olan türlerin hammadde olarak başarılı bir şekilde kullanılabilmesi, dondurulmuş suriminin uzun raf ömrüne ve oldukça yüksek fonksiyonel protein içeriğine sahip olması, çeşitli teknolojik işlemler ve katkı maddelerinin ilavesiyle surimi ve surimiye dayalı ürünlerin üretilmesi gibi faktörlerle surimi teknolojisinin gelişmesi sağlanmıştır [Çaklı ve Duyar, 2001; Buyruk, 2005; Turan vd., 2006].

Surimi ve surimi kaynaklı ürünlerin Japonya’da yüzyıllardan beri üretim ve tüketimi olsa da Avrupa ve Amerika ülkelerinde surimi kaynaklı ürünlerin üretim ve tüketimi çok yakın zamanlarda başlamıştır. Avrupa’da Hollanda, Fransa, İtalya ve Belçika’da yoğun üretimleri yapılmaktadır [Çaklı ve Duyar, 2001].

Surimi teknolojisinde kritik faktör, kıyılmış balık etinin miyofibriller proteinlerinden minimum kayıpla suda çözünür proteinlerin, pigmentlerin ve lipitlerin etkin ekstraksiyonudur. Surimi üretimi, yağsız ve yağlı balıklarda olmak üzere ikiye ayrılmaktadır [Turan vd., 2006].

- *Yağsız (Beyaz Etli) Balıklardan Surimi Üretimi:* Günümüzde ticari olarak kullanılan başlıca yağsız balık çeşitleri Alaska mezgiti (*Theragra chalcogramma*), bakalyaro (*Merluccius spp*), berber balığı (*Anthias sacer*), çipura (*Sparus auratus*), karagöz (*Diplodus sargus*), kaya levreği (*Sciaenidae*), mavi mezgit (*Gadidae*), mercan (*Pagrus pagrus*) gibi balıklardır. Surimi üretimi kıyma, filtrasyon (yıkama) ve stabilize hale getirme aşamalarından oluşmaktadır. Kıyma işlemini takiben, kıyılmış et suyla yıkanmaktadır. Yıkama işlemi ile kıyılmış etten suda eriyen bileşikler, yağ ve kan uzaklaştırılarak suriminin renk ve lezzet kalitesi ile jel oluşturma yeteneği artırılmaktadır. Filtrasyon döngüsü, sayısı balığın türüne ve tazeliğine göre değişiklik göstermektedir. Yıkama için yapılan çalışmalar, 9-12 çalkalamanın yeterli olduğunu göstermektedir. Örneğin iki filtrasyon döngüsünde, her çalkalama için 5 dakika (dk) yeterlidir. Yıkanan kıymanın nem miktarı artırıcı ve vidalı pres kurutucu ile yaklaşık % 80-84'e inmektedir. Elde edilen ham surimiye, şeker, sorbitol ve polifosfat gibi kryoprotektan olarak adlandırılan katkı maddeleri ilave edilmektedir. Genel olarak % 4 şeker, % 4-5 sorbitol ve % 0.2-0.3 oranında polifosfat kullanılmaktadır [Hall ve Ahmad, 1992]. Ayrıca sodyum tripolifosfat, tetrasodyum profosfat, kalsiyum bileşikleri (kalsiyum laktat, kalsiyum sülfat, kalsiyum sitrat, kalsiyum kazeinat), sodyum bikarbonat, monogliserit veya digliserit de yaygın olarak kullanılan kryoprotektanlardır [Park ve Morrissey, 2000]. Katkı maddelerinin ilavesinden sonra surimi 10 kg'lık polietilen poşetlerle paketlenmekte ve bloklar halinde kontakt dondurma yöntemi ile -40 °C'de dondurulmaktadır. Dondurulmuş surimi blokları her mukavva kutuda iki blok olacak şekilde yerleştirilmekte ve -25 °C'de muhafaza edilmektedir [Turan vd., 2006].

- *Yağlı (Kırmızı Etli) Balıklardan Surimi Üretimi:* Surimi üretimi için kullanılan yağlı balıklar, genellikle sardalya (*Sardine pilchardus*), istavrit (*Trachurus trachurus*), ringa (*Brevoortia*), Baltık ringası (*Clupea herangus*), Pasifik uskumrusu

(*Scombridae*), som balığı (*Salmo salar*)'dır. Yağlı balıklar için kullanılan Japon Surimi Birliği (JSA) yönteminin, yağsız balıklar için kullanılan surimi üretim yönteminden tek farkı filtrasyon (yıkama) aşamasıdır. Filtrasyon döngüsü üç aşamada gerçekleşmektedir [Turan vd., 2006] :

1. Döngü: Etin dört katı % 0.5 sodyum bikarbonat (NaHCO_3) çözeltisinde 20 dk süreyle filtrasyon.

2. Döngü: Etin dört katı soğutulmuş suda 15 dk süreyle filtrasyon.

3. Döngü: Etin iki katı % 0.3'lük tuz (NaCl) çözeltisinde 10 dk filtrasyondur. En çok Japonya'da geniş kullanımı olan balık jeli ürünleri; buharla pişirme ürünleri (kamaboko, hanpen, naruto, imitasyon ürünler), kızartma ürünleri (tempura ve satsumaage), ızgara ürünleri (chikuwa) ve diğer ürünler (balık jamponu ve balık sosisi) şeklindedir [Turan vd., 2006; Çaklı ve Duyar, 2001].

Türk Gıda Kodeksi'nin 2008/22 sayılı renklendiriciler ve tatlandırıcılar dışındaki gıda katkı maddeleri tebliğinde, E 452 kodlu polifosfatlardan; sodyum polifosfat, potasyum polifosfat ve sodyum kalsiyum polifosfatın dondurulmuş ve derin dondurulmuş işlenmemiş balık filetosu, işlenmiş ve işlenmemiş yumuşakçalar, dondurulmuş ve derin dondurulmuş kabuklu su ürünlerinde kullanılabilecek maksimum dozun 5 g/kg olduğu belirtilmektedir. Aynı yönetmelikte diğer bir katkı maddesi olan sorbitolün, tatlandırıcı amacı dışında, tüm gıda maddeleri, dondurulmuş ve derin dondurulmuş işlenmemiş balık, kabuklular, yumuşakçalar ve kafadan bacaklılar da kullanımına dair herhangi bir doz kısıtlaması bulunmadığı belirtilmektedir [Türk Gıda Kodeksi, 2008].

Mikrobiyal içerik total aerobik bakteri miktarının tespitiyle değerlendirilebilmektedir [Himelbloom vd., 1991a and Himelbloom vd., 1991b]. Balığın temizlenmesi ve yıkanma aşamasında bazı mikroorganizmalar uzaklaştırılmaktadır. Bununla birlikte diğer işleme aşamaları süresince bakteriyel adhezyondan dolayı yaklaşık %90'ı tutulmaktadır. Uzaklaştırılmayan bakteriler miyofibrilleri ve balık dokusunu kullanmaya başlayarak koloni oluşturmaktadırlar [Himelbloom vd., 2000].

Surimi işleme aşamaları süresince tutularak varlıklarını sürdüren birkaç deniz bakterisi mevcuttur. Bunlar; *Flavobacterium*, *Moraksella* veya *Arthrobacter/Corynebacterium* grubudur. İşleme sürecinde metal veya plastik taşıma sisteminde kalan balık parça kalıntıları yoluyla mikroorganizmalar çok kolay bir şekilde filetoya bulaşabilmektedir [Himelbloom vd., 1991a and Himelbloom vd., 1991b]. Bazı bakteri cinsleri taze balığın mikrobiyal florasında kısa süre tutulmakta daha sonra bu bakteriler bozulma bakterileriyle yer değiştirerek balığın tazeliğinin azalmasının göstergesi olan metabolik son ürünü oluşturmaktadırlar [Himelbloom vd., 2000].

Kryoprotektanların ilavesi ve işleme aşamasında vidalı prestren kaynaklanan ısı yükselmesi psikrotrof bakteri florasının artmasına neden olduğundan üretim aşamalarının kısa sürede tamamlanması gerekmektedir. Vidalı presler ısıyı ilettikleri için kıymanın başlangıçta 2-2.5 °C olan sıcaklığını 11-12 °C ye yükseltebilmektedir. Suyun uzaklaştırılması aşamasında sıcaklık 5 °C'ye kadar düşmektedir. Bununla birlikte kryoprotektif maddelerin ilavesiyle sıcaklık tekrar 8-10 °C'ye kadar yükselmektedir [Himelbloom vd., 2000].

Yoon ve Matches, 1988 yılında yaptıkları çalışmada surimi esaslı taklit yengeç bacağı analoglarının, farklı depolama sıcaklıklarındaki (0, 5, 10 ve 15 °C) mikrobiyolojik ve kimyasal değişimlerini gözlemlemişlerdir. 42 gün boyunca depolanan üründe, 15 °C depolama sıcaklığında *Bacillus* türlerinin, 0 ve 5 °C depolama sıcaklıklarında *Pseudomonas* türlerinin oluştuğunu bildirmişlerdir. Toplam uçucu baz seviyesinin ise taze balık ürünlerine nazaran daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir [Yoon ve Matches, 1988].

Berlam (*Merluccius merluccius*) surimisi üzerinde yapılan bir çalışmada 10 günlük depolama periyodu esnasında mezofil bakteri sayısının 3.6 log kob/g'dan 7.8 log kob/g'a ve psikrofil bakteri sayısının ise 2.4 log kob/g'dan 7.7 log kob/g değerine ulaştığı tespit edilmiştir. %10 berlam içeren surimi formülasyonunun, geleneksel kırmızı et ürünlerinden tekstür, tat, renk ve kabul edilebilirlik yönünden yok denecek kadar az farklılığa sahip olduğu belirlenmiştir [Vareltis vd., 1989].

Çetin, 1997 yılında yapmış olduğu çalışmasında ton balığı (*Thynnus thynnus*) konservesi üretiminde kalan balık etleri ile 9 cm'nin altındaki boyutlarda olan hamsi (*Engraulis engrasicholus*) balıklarını kullanarak surimi üretmiştir. Bu amaçla etleri kıyarak 14 değişik formülasyonda birbirleriyle karıştırmış, sabit katkı maddeleri ilave ettikten sonra polivinil klorür kaplar içerisinde 1 yıl süre ile -18°C'de bekletmiş, fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik, duyu ve istatistik analizler uygulayarak kalite niteliklerini belirlemiştir. Elde edilen verilere göre, kullanılan hamsi ve ton balığının surimi üretimi için uygun olduğunu tespit etmiştir. Elde edilen ürünün besin değeri yüksek ve ekonomik olması, dondurularak uzun süreli depolanabilmesi ve piyasaya sürekli ürün verilmesine olanak sağlaması nedeniyle toplum beslenmesine katkıda bulunacağı ve ülke ekonomisine yarar sağlanacağı sonucuna varmıştır [Çetin, 1997].

Uzuncan, 1997 yılında hamsi (*Engraulis engrasicholus*), istavrit (*Trachurus mediterraneus*) ve mezzit (*Merlangius merlangus*)'ten surimi üretilmesi ve üretilen surimi örneklerinin dondurularak depolanması süresince toplam uçucu bazik azot (TVB-N), tiyobarbütirik asit (TBA), histamin, su ve kuru madde değerleri ile toplam bakteri sayılarında meydana gelen değişimleri incelemiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda; hamsi, istavrit ve mezzitten surimi üretilebileceğini belirlemiştir. Hamsi, istavrit ve mezzit surimilerinde depolama öncesi belirlenen % su değerlerini sırası ile, %76.98±0.5, %78.41±0.8 ve %76.71±0.1 olarak tespit etmiştir. Her üç balıktan üretilen surimi örneklerinin % su miktarlarının, surimi için belirlenmiş kalite sınırları içerisinde kaldığını belirlemiştir. Mezofil ve psikrofil bakteri sayılarının depolama esnasında önemli bir değişim ($p<0.05$) göstermesine rağmen, değerlerin kabul edilebilir sınırlar içinde olduğunu tespit etmiştir. TVB-N değerinin üç surimi örneğinde de, balıklar için belirlenmiş kalite sınır değerlerinin çok altında olduğunu saptamıştır. Depolama periyodu sonunda en yüksek ve en düşük TVB-N değerini sırası ile, 4.3±0.15 mg/100g ile hamsi surimisinde, 2.8±0.09 mg/100g ile mezzit surimisinde belirlemiştir. Depolama periyodu esnasında TBA değerleri bakımından önemli bir değişim olduğunu tespit etmiştir ($p<0.05$). Depolama sonunda en yüksek TBA değerini 1.407±0.40 mg malonaldehit/kg (mg MA/kg) ile hamsi surimisinde, en düşük değerini ise 0.420±0.15 mg MA/kg ile istavrit surimisinde saptamıştır. Hamsi ve istavrit surimilerinde tespit edilen histamin değerini 0.05 mg/100g absorbans

değerinin altında bulmuştur. Elde edilen verilere göre, her üç balık etinden de surimi üretilebileceğini ve 150 günlük depolama sonunda kalitesini koruduğu belirlemiştir [Uzunca, 1997].

Nykanen vd. 1998 yılında yaptıkları çalışmada, gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'ndan hazırlanan kıymaya laktik asit (LA), nisin (Nis) ve sodyum klorür (NaCl) katılmasının 3 °C'deki depolama süresince toplam aerobik mezofilik sayısı ve kimyasal parametrelerindeki değişimlerini incelemiştir. Toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı deneme gruplarında (kontrol, NaCl, LA ve Nis) ilk gün sırasıyla; 3.7 log kob/g, 3.3 log kob/g, 3.5 log kob/g ve 3.8 log kob/g, 10. gün ise bu değerler sırasıyla; 9.0 log kob/g, 8.3 log kob/g, 7.8 log kob/g ve 7.5 log kob/g olarak tespit edilmiştir. pH değerleri ise, ilk gün 6.34, 6.10, 5.95 ve 6.37, 10. gün 6.44, 6.17, 6.01 ve 6.35 olarak bildirilmiştir. Kıyılmış balığa eklenen laktik asitin; balıksı tat, metalik tat, sertlik ve burukluğu arttırdığı, kesilmiş süt suyunun ise balık kıymasındaki bu özellikler üzerine etkisi olmadığı belirlenmiştir [Nykanen vd., 1998].

Atlantik morinası (*Gadus morhua*) surimisine farklı oranlarda sukroz, sorbitol, litesse ve laktitol gibi kryoprotektan madde katılarak hazırlanan ve -18 °C'de 4 ay depolanan 33 farklı muamele üzerinde yapılan araştırma sonucuna göre; kryoprotektan katılmamış kontrol grubundaki protein oranı %15.56, diğer muamelelerde ise ortalama %14.26 olarak tespit edilmiştir. Tüm kryoprotektan karışımlarını içeren surimilerde dondurma sonrası tuzda çözülebilir protein, görülebilir viskozite ve su tutma kapasitesi azalmış iken; jel gücü, renk, pH ve aktinin miyosine olan oranının önemli derecede değişmediği belirlenmiştir. Buna karşılık depolama süresince kryoprotektan ilave edilmeyen surimilerde, kryoprotektan karışımı içeren örneklerden önemli derecede farklılık olduğu gözlenmiştir [Sultanbawa ve Li-Chan, 1998].

Yılmaz, 2000 yılında yaptığı çalışmasında tatlı su ketali (*Leuciscus cephalus*) ve siraz (*Capoeta capoeta umbla*)'ın geleneksel japon ürünü surimiye işlenerek değerlendirilme imkanlarını araştırmıştır. Surimiye işlenen balıklarda; temizlenmiş

balık, kıyma ve ham surimideki ortalama randıman değerleri sırasıyla sirazda; % 46.69, %41.11 ve % 32.77, tatlı su kefalinde ise: % 52.83, % 49.71 ve % 37.71 olarak tespit etmiştir. Surimide yapılan kimyasal analizler sonucunda ise kuru madde, ham protein, yağ, kül ve pH değerleri sırasıyla sirazda; % 17.62, % 18.16 % 1.45, % 0.62 ve 6.68, tatlı su kefalinde; % 18.88, % 18.50, % 0.39, % 1.03 ve 6.72 olarak bulmuştur. Araştırma sonucunda her iki balığında surimiye işlenebildiği ancak sirazın daha kılçıklı bir yapıya sahip olması nedeni ile ham surimi randıman değerinin, tatlı su kefaline göre daha düşük olduğunu belirlemiştir. Bu nedenle tatlı su kefalisi (*Leuciscus cephalus*)'un surimi üretimi açısından daha verimli bir balık çeşidi olabileceği sonucuna varmıştır [Yılmaz, 2000].

Huda vd. 2000 yılında yaptıkları çalışmada *Nemipterus japonicus* surimisine hem soğuk (S) hem de fırında (F) kurutma uygulamış ve örnekler arasındaki farklılığı kimyasal analizlerini (nem, protein, yağ, kül ve karbonhidrat) yaparak değerlendirmişlerdir. Yapılan çalışmanın sonucunda bu değerler S'de sırasıyla; %4.6, %72.5, %1.5, %1.5 ve %19.9, F'de, %5.3, %72.6, %1.4, %1.7 ve %19.0, taze balıkta ise, %4.9, %84.7, %7.3, %3.0 ve %0.1 olarak tespit edilmiştir [Huda vd., 2000].

Morales vd. 2001 yılında yaptıkları çalışmada, kalsiyumun surimi üretiminde etkili olabileceğini belirtmişlerdir. Surimi jelinin mekaniksel özelliklerinin oluşturulmasında protein bağları ile kalsiyumun uygulanan sıcaklığa bağlı olarak karşılıklı etkileşim içinde olduğu, diğer taraftan da kalsiyumun protein ile olan etkileşimi sonucunda suriminin donmuş depolama boyunca proteinlerin sahip olduğu sağlamlık veya dengesine zarar verebildiği belirtilmiştir. Son yıllarda yapılan araştırma sonuçları, kalsiyumun, suriminin mekaniksel özelliklerini arttırdığını ortaya koymuştur [Morales vd., 2001].

Gashti tarafından 2002 yılında Alaska mezgiti (*Theragra chalcogramma*) üzerinde yapılan bir çalışmada, hazırlanan suriminin mikrobiyolojik açıdan değerlendirilmesi ve kimyasal analizleri yapılmıştır. Balıklar önce surimiye işlenmiş, daha sonra paketlenerek -30 °C'de 50 gün depolanarak analiz günleri belirlenmiştir. Dondurulmuş suriminin 50 gün sonra yapılan kimyasal analizlerinde % protein, %

yağ, % nem ve TVB-N (mg/100g) değerleri sırasıyla; % 16.9, %0.4-0.5, %81.9 ve 17.2 mg/100g olarak bulunmuştur. Belirlenen günlerde (1, 2, 3, 4, 7, 14, 30 ve 50) yapılan mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre psikrotrof bakteri (kob/g) değerleri sırasıyla; 4.96, 4.99, 5.14, 5.23, 6.26, 4.8, 4.18 ve 4.02 olarak tespit edilmiştir. Günlere göre (1, 2, 3, 4 ve 7) belirlenen TVB-N (mg/100g) değerleri ise; 17.04 mg/100g, 18.9 mg/100g, 24.49 mg/100g, 25.29 mg/100g ve 32.06 mg/100g olarak bulunmuştur. Çalışma sonucunda -30 °C'de depolama koşullarının balık kıymasının yüksek kalitesinin korunması için uygun olduğu ve yapılan kalite değerlendirmelerinde (mikrobiyal ve kimyasal) ürünün 50 günlük dondurularak depolama sonrasında bile kabuledilebilir olduğu belirlenmiştir [Gashti, 2002].

Çağlak, 2002 yılında yaptığı çalışmasında mezzit (*Gadus merlangus euxinus*)'ten sade ve nişastalı olarak iki farklı şekilde surimi üretmiş ve ürettiği surimi örneklerinin dondurduktan sonra -25.2 °C de bir yıllık donmuş muhafaza süreleri boyunca kimyasal (TVB-N, TBA, su, pH), duysal ve fiziksel (katlama ve çiğneme) değişimlerini incelemiştir. Bir yıllık donmuş depolama süresi sonunda sade surimi grubunun TVB-N değeri 10.68 mg/100g, nişastalı suriminin 8.75 mg/100g, sade suriminin TBA değeri 2.22 mg MA/kg, nişastalı suriminin TBA değeri 1.93 mg MA/kg, su miktarı sade surimide % 77.93, nişastalı surimide % 74.08 olarak bulmuş ve tüm değerlerin kalite sınır değerlerini aşmadığını belirlemiştir. Her iki surimi grubunda da pH değerleri depolama süresi sonunda azalma gösterdiğini ve 7 civarında son bulduğunu tespit etmiştir. Bir yıl boyunca yapılan duysal değerlendirmede (tat, koku, renk ve görünüş) sade ve nişastalı surimi ürünlerinin orta değer altına düşmediği belirlenmiştir. Elastikiyet analizlerini 6. ay sonunda kalite sınırlarının altına indiği için sonlandırmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, kullanılan mezzit balığının surimi üretimi için uygun olduğunu ürünün ekonomik olması, dondurularak uzun süre depolanabilmesi ve piyasaya sürekli ürün verilmesine olanak sağlaması nedeniyle insan beslenmesine ve ülke ekonomisine katkı sağlayabileceği sonucuna varmıştır [Çağlak, 2002].

Singh ve Balange, 2003 yılında *Nemipterus japonicus*'un dondurulmuş surimisini oda sıcaklığında (25-28 °C), buzdolabında (6.5-7.5 °C) ve derin

dondurucuda (-8 -100 °C) saklayarak bozulmaya neden olan faktörler üzerinde inceleme yapmışlardır. Yapılan organoleptik kalite, bakteriyel yük ve biyokimyasal analizlerde örneklerin; oda sıcaklığında yaklaşık 8 saat; buzdolabında 5 güne kadar; derin dondurucuda ise 60 güne kadar muhafaza edilebileceğini tespit etmişlerdir. Ayrıca depolama süresince bakteri sayısı, trimetilamin azot (TMA-N) ve TVB-N değerlerinin arttığı, organoleptik puanların ise azaldığı belirlenmiştir. Bunun yanısıra depolama boyunca nem ve beyazlık değerlerinin arttığı; besin içerikleri ve suriminin jel kuvvetinin azaldığı gözlenmiştir [Singh ve Balange, 2003].

Taşkaya, 2003 yılında yaptığı çalışmasında küçük pelajik türlerden sardalya (*Sardine pilchardus*)'dan surimi üretimi ve jel oluşum özellikleri üzerine iki farklı metodun etkisini incelemiştir. Hem geleneksel yöntem hem de yeni bir teknolojinin kullanılması sonucunda dondurulmuş surimi elde etmiştir. Sardalyanın farklı pH aralığında çözünen miyofibrillar protein değerlerinin en yüksek çözünürlüğünün pH 2.5-11.5 (% 85; % 79) olmasına rağmen en düşük pH 4.5-7.5 (% 10' dan küçük) olduğunu tespit etmiştir. En yüksek renk ölçüm değerlerini ($L^*=68.69$; $a^*=-1.38$; $b^*=3.88$ ve beyazlık=68.42) yeni teknolojinin asit alan yönteminde belirlemiştir ($p<0,05$). Jel oluşum kabiliyetini asit alan yöntemde tespit edememiştir. Protein bağlarındaki düşük pH değeri, sıcaklık ve enzimsel faaliyetlerin bu sonuçlarda etkili olduğunu düşünmüştür. Sosis ve metal silindir kullanımı sertlik değerleri haricinde önemli bir fark oluşturmadığını tespit etmiştir ($p>0.05$). Dış yapışkanlık ve elastikiyeti geleneksel yöntemde 0.81 ve % 70 bazık alanda ise 0.71 ve % 54 olarak belirlemiştir. Katlama testinde; geleneksel yöntemde elde edilen değer (5), yeni teknolojinin bazık alan uygulamasındaki değerden (2) yüksek olduğu tespit edilmiştir [Taşkaya, 2003].

Haji Maleki, 2005 yılında yaptığı çalışmasında mezgit (*Merluccius capensis*) filetosundan elde edilen balık eti parçalarının ve balık kıymalarının, miyofibril proteinlerin jel oluşturma özelliğine dayanarak, lif içeren ürünlerin elde edilmesinde kullanılmak üzere, değişik üretim yöntemlerini (surimi jel sosisleri ve yeniden yapılandırılmış mezgit kıyması) araştırmıştır. %3 buğday lifi içeren her iki tür ürünün (surimi ve mezgit kıymasından yapılmış ürünler) tekstür yapısı, kontrol ile

çok benzerlik gösterdiğini belirlemiştir. Lif içeren ürünlerin pişirme kaybının, kontrol grubuna göre daha düşük olduğunu tespit etmiştir. Genel değerlendirme sonucu her iki buğday lifi türünün (Vitacel®-WF200 ve Vitacel®-WF600), ürünlerde belirgin şekilde farklı görünüş, renk (beyazlık vs.), tekstür, tat, aroma ve duyuşal değerlerine neden olduğunu saptamıştır. Buğday lifi içeren kıyma hale getirilmiş mezgit ürünlerinin daha kuru bir yapıda ve daha beyaz olduğunu gözlemiştir. Tat ve aroma olarak duyuşal özelliklerin skorlarının, % 3 diyet lifi içeren tüm ürünlerde 5. aya kadar az bir düşüş gösterdiğini, 6. ayda bu özelliklerin tamamen benimsenmediğini belirlemiştir. Her iki lif türün etkisi sonucunda daha sert ve elastikliği düşük ürün üretildiğini tespit etmiştir. Üretim sırasında nem seviyesi %74'e ayarlanmamış ürün dışında diğer ürünlerin panelistler tarafından kabul edilir seviyede olduğunu belirlemiştir. Buğday liflerinin etkisi sonucunda, kontrol ürünlerine göre daha iyi modifiye edilmiş ürünler elde etmiştir [Haji Maleki, 2005].

Bentis vd., 2005 yılında sardalya (*Sardina pilchardus*) surimisi üzerinde yaptıkları çalışmada hazırladıkları surimiye -25 °C'de 25 gün depolamışlar ve yaptıkları protein analizi sonucunda, sardalyadaki protein oranını 147.0 g/kg, hazırladıkları surimideki protein miktarını ise, 134.0-160 g/kg olarak tespit etmişlerdir [Bentis vd., 2005].

Eymard vd., 2005 yılında istavrit (*Trachurus trachurus*) surimisi üzerinde yaptıkları çalışmada işleme aşamalarına göre surimilerin TBARS (Tiyobarbütirik asit reaktif madde) değerlerini; fileto aşamasında; 8.4 mg/kg, kıyma aşamasında; 2.7 mg/kg, yıkama aşamasında; 40.4 mg/kg ve ham surimide; 44.2 mg/kg olarak tespit etmişlerdir [Eymard vd., 2005].

Buyruk, 2005 yılında yapmış olduğu çalışmasında, tilapia (*Oreochromis niloticus*) etinden elde edilen suriminin duyuşal özelliklerini ve besinsel kalitesini araştırmıştır. Hazırlanan surimi duyuşal değerlendirme için panelistlere kırmızı biber, dereotu, kekik ve sade olmak üzere dört farklı lezzette sunularak gruplar görünüş, çiğneme özelliği, sululuk, koku, genel beğeni, tat ve lezzet bakımından 10 üzerinden 5.8 ile 8.8 arası puanla değerlendirilmişlerdir. Deneme grupları tüm

özellikleri yönünden değerlendirildiğinde; görünüş, çiğneme özelliği, sululuk ve koku yönünden bir farklılık göstermezken, tat ve genel beğeni yönünden gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$) [Buyruk, 2005].

Tilapia (*Oreochromis niloticus*)'dan hazırlanan surimilerde farklı kryoprotektan maddeler kullanılmış (trehaloz, sodyum laktat ve sukroz/sorbitol) -18 °C'de 24 hafta depolanmış ve yapılan protein analizi sonucunda ekstrakte edilebilir protein oranı trehaloz ilave edilende 56.8 mg/g, sodyum laktat ilave edilende 56.3 mg/g ve sukroz/sorbitol ilave edilende ise 53.0 mg/g olarak tespit edilmiştir. Dondurulmuş surimide kryoprotektanların ilavesi ile jel oluşturma kabiliyetinin daha uzun süre korunduğu belirlenmiştir. Tüm kryoprotektanların kullanımı süresince protein denatürasyonu üzerine en yüksek koruyucu etkiyi trehalozun gösterdiği saptanmıştır. Buna ek olarak, 24 haftalık depolama süresince %8 trehaloz eklenen surimilerin en yüksek kırılma gücü ve deformasyona sahip olduğu tespit edilmiştir. Sodyum laktat'ın sukroz/sorbitol karışımı ile benzer etki gösterdiği gözlenmiştir. Bundan dolayı trehaloz ve sodyum laktatın düşük tatlılık ve kalori değerinden dolayı surimi için alternatif kryoprotektanlar olarak kullanabileceği belirlenmiştir [Zhou vd., 2006].

Julavittayanukul vd., 2006 yılında çeşitli fosfat bileşiklerinin (sodyum pirofosfat (PP); sodyum tripolifosfat (TPP) ve sodyum heksametafosfat (HMP)) farklı seviyelerde (%0, %0.05, %0.1, %0.3 and %0.5 w/w) eklenmesi ve çeşitli koşullar altında ısıtılan *Priacanthus tayenus*'dan hazırlanan surimi jellerinin özelliklerini incelemiştir. % 0.05 PP eklenerek hazırlanan doğrudan ısıtılan kamaboko jel ile kontrol grubu (PP eklenmeksizin) karşılaştırıldığında jelin kırılma gücü ve deformasyonunun artış gösterdiği, sırasıyla %13.54, %3.53 iken %17.35, %11.52 olduğu belirlenmiştir. Kamaboko jeller üzerinde aynı seviyede (%0.05) eklenen diğer fosfatlardan TPP'nin herhangi bir etkisi yokken, HMP'nin zararlı bir etki gösterdiği belirlenmiştir. PP (%0.025) ile 50 mmol CaCl₂/kg'ın eklendiği kombinasyonda kırılma gücü, kontrol jeli (katkısız) ile karşılaştırıldığında kırılma gücü artmış (%38,68) ve bu durum yeterli miktarda CaCl₂ kullanımının jel oluşturma yeteneğini artırdığını düşündürmüştür. Genel olarak, fosfat bileşiklerinin aşırı

miktarlarda kullanıldığı örneklerde, kırılma gücünde önemli azalış ile gözlenebilen nemde rastlantısal artış saptanmıştır ($p < 0.05$). Mikroyapı çalışması, PP'nin ilavesi ile iyi bir ağ ve jel oluşturulduğunu göstermiştir. Bu nedenle, PP ile CaCl_2 kombinasyonunda surimi jelinin su tutma kapasitesi kadar jel gücü de artmıştır [Julavittayanukul vd., 2006].

Arslan, 2006 yılında yaptığı çalışmasında siraz (*Capoeta capoeta capoeta*) surimilerini farklı kryoprotektan maddeler (Ham surimi: kryoprotektan yok; 1. grup: %8 maltodekstrin; 2. grup: %4 sukroz + %4 sorbitol + %0.2-0.3 Polifosfat) katarak hazırlamış, hava (kontrol) ve vakum ambalajlama yaparak, farklı sıcaklıklarda (4 °C ve -18 °C) depolamıştır. Çalışmada surimilerin hepsinde *Enterobacteriaceae*, toplam aerobik mezofilik ve psikrotrofik bakteri sayılarına, depolama süresi ve ambalajlama etkisinin istatistiki olarak önemli ($p < 0.01$) olduğu tespit edilmiştir. 4 °C'de en yüksek TBARS değeri sukroz + sorbitol + polifosfat ilave edilen grupta belirlenmiş, pH bakımından ise depolama süresi ve muamelenin etkisinin tüm gruplarda önemli olduğu bulunmuştur ($p < 0.01$). -18 °C'de ise TBARS ve pH değerlerine depolama süresi ve ambalajlamanın etkisinin önemli ($p < 0.01$) olduğu tespit edilmiştir. 4 °C'de depolama süresi sonunda (11. gün) TVB-N değerinin kabul edilebilir (30-35 mg/100g) sınırı aştığı, -18 °C'de ise TVB-N değerinin kabul edilen sınırın altında kaldığı belirlenmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlar dikkate alındığında, surimilerin -18 °C'de tutulduğunda uzun süre saklanabileceği, ilave kimyasalların surimi kalitesi üzerine etki yapmadığı tespit edilmiştir [Arslan, 2006].

Tokur vd., 2006 yılında aynalı sazan (*Cyprinus carpio*)'dan yıkama işlemi uygulayarak ve uygulamadan yapılan balık krokotlerini -18 °C'de dondurarak depolamış ve ürün kalitesindeki değişimleri incelemişlerdir. Yıkama işlemi uygulanmadan hazırlanan krokotlerde; nem, ham protein, lipit, ham kül, $\omega 3$ çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA $\omega 3$) ve $\omega 6$ çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA $\omega 6$) sırasıyla %68.50, %15.5, %6.00, %2.20, %2.31, and %55.2 olarak bulunmuş iken; yıkamış balık kıymalarından yapılan krokotlerde bu oranlar sırasıyla %70.23, %10.8, %2.14, %1.80, %2.28 ve %54.6 olarak belirlenmiştir. Her iki kıymada (yıkama işlemi uygulanmış ve uygulanmamış) da dondurarak depolama süresince

tiyobarbitürik asit değeri (TBA, mg MA/kg) artmış olmakla birlikte, yıkama işlemi uygulanan örneklerdeki artışın daha fazla olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Yıkama işlemi boyunca örneklerin pH'sında önemli bir azalış elde edildiği, her iki grubun pH'sında 4. ayda keskin bir artış görülmesine karşın, depolamanın başlangıç ve bitiş periyotları arasında yıkanmış ve yıkanmamış örneklerin pH değerlerinde önemli bir farklılık olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$). Yıkanmış ve yıkanmamış kıymaların protein çözünürlüğünün ise, depolama periyodu boyunca önemli derecede azaldığı saptanmıştır ($p<0.05$). Dondurularak depolama periyodu boyunca renk, koku, tat ve genel kabul edilebilirlik gibi duyuşal parametrelerin her iki grupta da azalmış olmasına rağmen, ürünlerin hala kabuledilebilir sınır değerler içerisinde olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak aynalı sazanının, balık kroketi hazırlamak için iyi bir kaynak olduğu ve bu ürünün dondurularak duyuşal ve kimyasal kalitesinde hoş gitmeyen bir durum olmaksızın 5 ay boyunca depolanabileceği tespit edilmiştir [Tokur vd., 2006].

Kaba, 2006 yılında hamsi (*Engraulis engrasicholus*)'den üretilen suriminin -29 °C'de 5 aylık depolama süresince kalite değişimlerini araştırmıştır. Üretilen surimi -35 °C'de havalandırmalı dondurucuda dondurulmuş ve -29 °C'de depolanmıştır. Dondurulmuş örneklerde aylık olarak TVB-N, TBA, nem ve toplam aerobik bakteri sayımı yapılmıştır. Depolamanın 150. gününde toplam aerobik bakteri sayısı 4.24 log kob/g, TBA değeri 2.015 mg MA/kg, TVB-N değeri 6.3 mg/100g, nem değeri ise %74.98 olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak, hamsiden üretilen suriminin dondurularak 5 ay depolanması sonucunda düşük bir bozulma gösterdiği ve ürünün hala kabul edilebilir sınır değerler içerisinde yer aldığı tespit edilmiştir [Kaba, 2006].

Köse vd., 2006 yılında mezgit (*Merlangius merlangus*)'ten hazırlanan 3 farklı tipteki kıymanın buzdolabı koşullarında depolanması sürecindeki kimyasal ve duyuşal kalite değişimlerini incelemiştir. 1. tip kıyma; balık toplarının üretimi için Türkiye'de kullanılan ve yıkama aşamasının olmadığı düz kıyma; 2. tip, Türkiye'de yaygın olmamasına karşın diğer ülkelerde hazır ürünlerin yapımında popüler bir şekilde kullanılan surimi; 3. tip, ev yapımı balık toplarının hazırlanmasında

kullanılan kaynamış balıktan üretilen kıyma şeklinde hazırlanmıştır. Bütün kıyma tipleri raf ömürlerinin analizi için 4 ± 1 °C'de buzdolabı koşulları altında depolanmışlardır. 15 günlük depolama boyunca kalite değişimlerinin incelenmesi için yapılan kimyasal analizlerde, depolama süresinin artması ile birlikte, bütün kıyma tiplerinde TVB-N, TMA-N ve TBA miktarlarının arttığı tespit edilmiştir. Ölçülen kimyasal parametrelerin sonuçlarına göre; 1. tipte hazırlanan düz kıyma depolamanın 11. gününe kadar tüketilebilir, suriminin ise depolamanın 13. gününe kadar kabuledilebilir olduğu belirlenmiştir. Ön pişirme yapılmayan ürünlerin, depolamanın sonuna kadar hala tüketilebilir olduğu saptanmıştır. Buna karşın, ürünlerin tüm tiplerinin depolamanın 7. gününe kadar duyuusal özellikler yönünden uygun olduğu tespit edilmiştir [Köse vd., 2006].

Turan ve Sönmez, 2007 yılında yaptıkları çalışmada vatoz (*Raja clavata* L. 1758)'dan hazırladıkları surimileri iki gruba ayırmış; ilk gruba kryoprotektan olarak %4 sorbitol, %4 sukroz ve %0.3 sodyum tripolifosfat (A grubu); ikinci gruba ise, %8 sorbitol ve %0.3 sodyum tripolifosfat (B grubu) ilave etmişlerdir. Dondurulmuş surimi örneklerini -23.8 ± 2 °C'de 6 ay boyunca depolamışlardır. Dondurarak depolama süresince suriminin TVB-N (A grubu için 8.40 mg/100 g, B grubu için, 6.30 mg/100 g), TMA-N (A grubu için 2.55 mg/100 g, B grubu için 2.38 mg/100 g), TBA (A grubu için 1.29 mg MA/100 g, B grubu için 1.17 mg MA/100 g) ve pH değerlerinin (A grubu için 7.34, B grubu için 6.98) arttığı, ancak bu ürünün hala kabuledilebilir sınırlar içerisinde yer aldığı belirlenmiştir. Her iki grupta da dondurarak depolama süresince toplam psikrofilik aerobik bakteri sayısı ve duyuusal değerlendirme göstergelerinin azaldığı gözlenmiştir. Çalışmanın sonucunda vatozun surimi için uygun bir tür olduğu ve vatozdan hazırlanan surimilerin 6 aylık depolama süresinin sonunda bile hala kabul edilebilir olduğu tespit edilmiştir [Turan ve Sönmez, 2007].

Mao ve Wu, 2007 yılında ot sazani (*Ctenopharyngodon idellus*)'dan hazırlanan kamaboko jellerine ilave edilen kitosanın jel oluşturma kalitesi ve lipid oksidasyonu üzerindeki etkisini; renk, tekstür, gözlenebilen su, TBA (2-tiyobarbitürik asit) ve peroksit değerlerini belirleyerek değerlendirmişlerdir. Jellere

eklenen %1 oranındaki kitosanın gözlenebilen su ve peroksit değerini azalttığı, beyazlık, sertlik, esneklik, bağlayıcılık, yapışkanlık, çıgnenebilirlik ve TBA değerlerini ise arttığı tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda %1 oranında kitosan ilavesinin ot sazani jellerinde termal jel oluşturma özelliklerini geliştirdiği ve lipit oksidasyonu geciktirdiği belirlenmiştir [Mao ve Wu, 2007].

Şen vd. 2009 yılında yaptıkları çalışmada, sardalyadan (*Sardina pilchardus*, Walbaum, 1792) hazırladıkları suriminin dondurularak depolama periyodundaki kalite değişimlerini incelemişlerdir. Sardalya surimisinden kamaboko ve direkt ısıtılan jel olmak üzere iki tip jel üretmişlerdir. Ham materyalin ve suriminin kimyasal kompozisyonlarını belirlemek amacıyla ham yağ, nem, kül ve protein analizlerini; surimi ve surimi jellerinin dokusal kalitesinin belirlenmesi için, kırılma gücü ve deformasyon parametrelerini içine alan delme testi ve doku profili analizleri, manuel olarak katlama testi; kimyasal kaliteyi belirlemek için miyogloblin içeriği, protein çözünürlüğü ve tiyobarbitürik asit sayımı yapmışlardır. Mikrobiyolojik kaliteyi belirlemek için, toplam mezofilik bakteri, psikrofilik bakteri, anaerobik bakteri, koliform, fekal koliform, *S. aureus*, *E. coli* ve maya-küf sayımlarını yapmışlardır. Suriminin beyazlığını belirlemek için renk ölçümü yapıp beyazlık değerlerini hesaplamışlardır. Depolamanın 2. ayındaki duyusal analiz sonuçlarına göre sardalya balığından yapılan surimilerde acılaştırmanın belirlenmesi nedeniyle kabul edilemez durumda olduğu sonucuna varmışlardır [Şen vd., 2009].

Xiong vd. 2009 yılında yaptıkları çalışmada, -18 °C'de dondurularak depolama süresince ot sazani (*Ctenopharyngodon idella*)'nın miyofibriler proteini üzerine konjak glukomannan (KGM)'in 5 farklı dozunun (%0, % 0.5, %1, %1.5 ve %2) dondurularak depolamada koruyucu etkisi ile ot sazani surimi jellerinin beyazlık, su tutma kapasitesi ve tekstür özelliklerini incelemişlerdir. Yeni bir kryoprotektan olan KGM'nin dondurularak depolama süresince tuzda ekstrakte edilen protein, Ca⁺²-ATPase aktivitesi, toplam sülfidril ve miyofibriler proteinlerin aktif sülfidril içeriğinde önemli derecede azalmaya neden olduğu belirlenmiştir. %1 oranındaki KGM'nin, geleneksel olarak kullanılan kryoprotektan (%10 sukroz-sorbitol; 1:1, w/w) ile aynı derecede iyi bir kryoprotektiv etkiyi gösterdiği saptanmıştır. KGM'nin

kullanım düzeyleri arttıkça, ot sazanı surimisinin kırılma gücü ve deformasyonun önemli derecede arttığı tespit edilmiştir. KGM'nin eklenmesi ile surimi jellerinin su tutma özelliklerinin arttığı ve geliştiği, ancak beyazlığın azaldığı ve rengin daha koyu hale geldiği belirlenmiştir. Çalışma sonucunda KGM'nin optimum eklenme dozunun %1 olması önerilmiştir [Xiong vd., 2009].

Chaijan vd., 2010 yılında kısa vücutlu uskumru (*Rastrelliger brachysom*), uskumru orkinosu (*Auxis thazard*) ve Hindistan uskumrusu (*Rastrelliger kanagurta*) türlerinden hazırlanan surimilerin fizikokimyasal ve jelleşme özelliklerini araştırmışlardır. En yüksek beyazlık ve en düşük kırmızılık indeksinden sorumlu olan en düşük miyogloblin içeriği, özellikle okside formu olan metmiyogloblin, kısa vücutlu uskumru (*Rastrelliger brachysom*) surimisinde bulunmuştur ($p<0.05$). Uskumru orkinosu (*Auxis thazard*) surimisinin ise en yüksek lipit içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Surimilerin pH değerlerinin 6.58-6.80 arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. En yüksek sülfidril grubu ve Ca^{+2} -ATPase aktivitesi kısa vücutlu uskumru surimisinden ekstrakte edilen doğal aktinomyosinde; en yüksek trikloroasetik asit peptid içeriği ise uskumru orkinosu surimisinde bulunmuştur ($p<0.05$). Kısa vücutlu uskumru surimisinden yapılan kamaboko jelinin en yüksek kırılma gücüne ve en düşük gözlenebilen damlamaya sahip olduğu tespit edilmiştir. Isıtma düzeninin, Hindistan uskumrusu (*Rastrelliger kanagurta*) ve kısa vücutlu uskumrunun jellerinin şekil değiştirme düzeni üzerinde etki göstermediği ancak uskumru orkinosunda etkisi olduğu belirlenmiştir. En yüksek metmiyogloblin içeriği ile en düşük beyazlık uskumru orkinosu surimi jellerinde gözlenmiştir ($p<0.05$). Bu nedenle kısa vücutlu uskumrunun beyazlık ve jel oluşturma yeteneği gibi üstün fonksiyonel özellikleri ile surimi üretimi için en uygun tür olduğu tespit edilmiştir [Chaijan vd., 2010].

Chung vd. 2010 yılında yaptıkları çalışmada, mürekkep balığı (*Loligo vulgaris*) surimi jellerinin fizikokimyasal ve tekstürel özellikleri üzerine kral istiridye mantarı (*Pleurotus eryngii*)'nin etkisini incelemişlerdir. %20, 30, 40 ve 50 (w/w) kral istiridye mantarı içeren surimi jellerinin renk, reolojik özellikleri ve duyuşsal özelliklerinin analizlerini yapmışlardır. Balık hamuruna kral istiridye mantarı hamuru

eklenmesinin ürünün sertliğini, yapışkanlığını ve çiğnenebilirliğini önemli derecede azalttığı gözlenmiştir. Mürekkep balığı hamurunun esnekliğinin, kral istiridye mantarı hamurunun eklenmesi ile arttığı tespit edilmiştir. Duyusal değerlendirme sonuçlarına bakıldığında en yüksek kabul edilebilirliğin kontrol grubu ile karşılaştırıldığında %30, 40 ve 50 kral istiridye mantarı içeren mürekkep balığı surimlerinde elde edilmiştir. Çalışma sonucunda, kral istiridye mantarının mürekkep balığından surimi jel üretimi için uygun olduğu ve surimi jelinin besinsel özellikleri ile fonksiyonel özelliklerinin geliştirilmesinde etkili olduğu tespit edilmiştir [Chung vd., 2010].

Şen, 2010 yılında yaptığı çalışmasında dondurulmuş mezgit (*Pollachius virens*) ve taze sardalya (*Sardina pilchardus*) filetolarından surimi üretimi yaparak -86°C'de dondurduğu surimleri, -18°C'de depolamıştır. 0, 90, 180 ve 270. günlerde, dondurulmuş surimlerin ve bunlardan üretilen jellerin (Transglutaminaz (TGaz) eklenmiş veya eklenmemiş, direkt ısıtılmış ve kamaboko) kalite parametrelerini araştırmıştır. Surimi ve jellerin kalitelerini tespit etmek amacıyla, miyogloblin içeriği, protein çözünürlüğü, kimyasal kompozisyon analizleri (nem, ham protein, ham yağ, karbonhidrat, ham kül), tiyobarbütirik asit analizi, renk (L*, a*, b*) analizi, beyazlık indeksi hesaplaması, doku profili analizi, delme testi, katlama testi, elektron mikroskobu ile mikro yapının incelenmesi, duyusal kabul edilebilirlik testlerini yapmıştır. Koyu renkli kaslara sahip balıklarda yüksek miktarda bulunan, ete kırmızı rengini veren, miyogloblin (yağlı balıklardan surimi üretiminde, kalitenin artması için olması istenen) surimi üretimi sırasında sardalya kıymalarından %93 oranında uzaklaştırılmıştır. Yıkama işlemi ile hem mezgit hem de sardalya kıymalarının L* değerleri yükselmiş, miyogloblinin uzaklaştırılmasına paralel olarak da a* değerleri düşmüştür ($p < 0.05$). Üretilen surimlerin, depolama periyodu boyunca, TBA değerlerinin çok iyi kalite sınırları içinde olduğunu tespit etmiştir. Dondurulmuş mezgit ve sardalya surimlerinden üretilen jellere %1 TGaz eklenmesinin, L* değerlerinin artmasını sağladığını belirlemiştir. TGaz eklenmesinin, dondurulmuş mezgit surimisinden üretilen jellerin sertlik değerlerinin artmasına neden olduğunu gözlemlemiştir. Dondurulmuş sardalya surimisinden üretilen jellerin sertlik değerlerinde belirgin bir farklılık olmadığını; buna karşın direkt ısıtılan jellere, TGaz

eklenmesi ile jel dayanıklılığının arttığını tespit etmiştir. Bunun yanında, sardalya surimi jellerinin, katlama testi puanlarının ve duyuşal kabul edilebilirlik testi sonuçlarının, meşgit surimi jellerinden daha yüksek olduğunu saptamıştır [Şen, 2010].

İzci, 2010 yılında yaptığı çalışmasında gümüşü havuz balığı (*Carassius gibelio*)'dan üretilen krokotlerin besinsel özelliklerini incelemiştir. Krokotlerin nem, ham yağ, ham protein, ve ham kül içeriklerini sırasıyla 56.543 ± 0.113 , 10.507 ± 0.116 , 15.577 ± 0.382 ve 2.027 ± 0.133 olarak belirlemiştir. Doymamış yağ asitlerinin özellikle C18:1 ω -9 ve C18:2 ω -6, kızartma öncesi işlemler ile arttığı; taze balık eti ile kızartma öncesi krokotler arasındaki pH, TBA ve TVB-N değerlerinin önemli derecede değiştiğini tespit etmiştir. Kızartılan krokotlerin tat, tekstür, renk, koku ve genel kabul edilebilirlik değerlerini sırasıyla 8.235 ± 0.207 , 8.412 ± 0.193 , 8.294 ± 0.206 , 8.353 ± 0.170 ve 8.471 ± 0.151 olarak saptamıştır [İzci, 2010].

Elyasi vd., 2010 yılında sazan (*Cyprinus carpio*) kıymasından ve surimisinden ürettikleri krokotlerin başlangıç ve 2°C'de 8 saat beklettikten sonra kimyasal, mikrobiyal ve duyuşal kalitesindeki değişimleri incelemiştir. Çalışma sonucunda hazırlanan krokotlerin nem içeriğinin, kıyım grubunda %76.65'ten %66.10; surimi grubunda ise %83.76'dan %70.08'e düştüğünü belirlemiştir. Nem ve yağ içeriğinin ise her iki grupta önemli derecede arttığını tespit etmişlerdir. Surimi grubunda protein içeriğinin %10.85'ten %12.09'a yükseldiği ve bu artışın sadece bu grup için önemli olduğunu saptamışlardır. Mikrobiyolojik açıdan toplam bakteri, toplam koliform ve *E.coli* sayılarının 8 saatlik bekletme sürecinde önemli derecede azaldığını belirlemiştir. Duyusal olarak her iki grupta da koku, tat ve tekstür açısından önemli bir farklılık oluşmadığını, renk ve genel beğenideki değişimin ise önemli olduğunu tespit etmişlerdir. Sonuç olarak, duyuşal açıdan surimiden üretilen krokotlerin kıymadan üretilenlerden daha fazla beğenildiğini saptamışlardır [Elyasi vd., 2010].

Süle, 2011 yılında yaptığı çalışmasında gümüşü havuz balığı (*Carassius gibelio*)'dan surimi jeli yapımı ve $4 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de depolanması esnasındaki kalite

parametreleri değişimlerinin belirlenmesi amacıyla analizler yapmıştır. Besin bileşenleri analiz sonuçlarına göre taze kıyma ve surimi jeli örneklerinin 0. gün % nem, % ham protein, % ham kül ve % ham yağ oranlarını sırasıyla %83.84±0.16; %18.51±0.76; %1.13±0.02; %3.78±0.14 ve %76.04±0.70; %12.37±0.20; %0.95±0.03; %1.88±0.07 olarak belirlemiştir. 0. gün ve 90. gün surimi jeli örneklerinde TVB-N ve TBA değerleri arasındaki farkın önemli ($p<0.05$), pH değerleri arasındaki farkın önemsiz olduğunu tespit etmiştir ($p>0.05$). Mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre, toplam mezofilik aerob bakteri sayısı ve toplam psikrofilik aerob bakteri sayısının 4 ± 1 °C'de depolama sürecinde artış gösterdiğini saptamıştır. Sonuç olarak, gümüşü havuz balığından elde edilen surimi jelinin tüketilebilir bir kalitede olduğunu ve vakum paketlenerek 4 ± 1 °C'de çok uzun süre saklanamayacağını belirlemiştir [Süle, 2011].

Dey ve Dora, 2011 yılında yaptıkları çalışmalarında kitosan ilavesinin şarlatan balığı (*Johnius gangeticus*) surimisinin fizikokimyasal özellikleri üzerine -20 ± 2 °C'de 180 gün depolanması süresince olan etkisini incelemiştir. % 1 (ağırlık/ağırlık) oranında kitosan ile % 4 sukroz ve %4 sorbitol ilave edilmiş iki farklı suriminin kalitesini karşılaştırmışlardır. Herhangi bir kryoprotektan içermeyen surimiye de kontrol grubu olarak incelemiştir. Miyofibriler proteinlerin fizikokimyasal özellikleri üzerinde dondurmanın negatif etkisini azaltma yönünden kitosanın dondurarak depolamada koruyucu etkisinin ticari kryoprotektanlarla benzer olduğunu belirlemiştir. Çalışmanın sonucunda diğer kryoprotektanlarla kıyaslandığında kitosanın 6 ay boyunca dondurarak depolama süresince şarlatan balığının kas proteinlerinin doğal yapısının korunmasında etkili olduğunu tespit etmişlerdir [Dey ve Dora, 2011].

Duman vd., 2012 yılında sis balığını (*Aspius vorax*) kullanarak manuel yöntemle surimi elde ettikten sonra surimiye 60°C 'de 12 saat kurutmuş ve mutfak robotunda un haline getirmişlerdir. Un haline getirilen surimi tozundan %5 (B), %10 (C) ve %15 oranlarında kullanılarak balık cipsi üretmişlerdir. Kontrol (A sade) grubu ile birlikte dört farklı formülasyonda elde edilen örneklerin besin değeri ve duyu analizi sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucuna göre örneklerde surimi tozu

oranı artıkça, protein oranında yükselme ve karbonhidrat oranında düşüşler tespit etmişlerdir. Protein ve karbonhidrat bakımından gruplar arasında farklılıklar belirlemişlerdir ($p<0.05$). Cips örneklerinin lezzet ve genel beğeni bakımından A ve B grubu örnekleri C ve D grubu örneklerine göre panelistler tarafından daha yüksek puanlar aldığını ve A-B grupları ile C-D grupları arasında farklılıklar olduğunu tespit etmişlerdir ($p<0.05$) [Duman vd., 2012].

Rahmanifarah vd., 2013 yılında ısı ile mikrobiyal inaktivasyon ve yıkama işlemlerinin gümüş sazanı (*Hypophthalmichthys molitrix*)'den hazırlanan pastörize edilmiş balık sosislerinin soğuk depolama (4 °C) süresince fizikokimyasal ve duyu kalitesi üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada kıymadan, bir kez yıkanmış kıymadan ve üç kere yıkanıp suyu alınarak hazırlanan surimiden pastörize balık sosisleri hazırlanmıştır. Doku profil analiz sonuçlarına göre depolama süresi boyunca pastörize balık sosislerinin tekstürel özelliklerinin sabit bir derecede durduğunu belirlemişlerdir ($p>0.05$). Renk analizleri sonucunda Hunter L* değerinin zamanla artan bir seyir gösterdiğini, a* ve b* değerlerinin ise zamanla azalan bir eğilim ($p<0.05$) izlediğini tespit etmişlerdir. Sonuç olarak, pastörize balık sosislerinde fizikokimyasal ve duyu kalite üzerinde herhangi bir olumsuz etki olmaksızın bütün mikroorganizmaların inaktive edilebilmesinin mümkün olduğu sonucuna varmışlardır [Rahmanifarah vd., 2013].

Shaviklo ve Rafipour, 2013 yılında yapmış oldukları çalışmalarında bütün halde iç organları çıkarılmamış fener balığından (*Benthosema pterotum*) hazırlanan kıyma, surimi ve surimiden üretilen ürünlerin özellikleri ile üretim aşamalarını incelemişlerdir. Çalışmada yeni üretilen ürünün fizikokimyasal ve mikrobiyal kalitesini değerlendirilmesini hedeflemişlerdir. Deri ve kemikleri ayırma işlemleri süresince mikrobiyal sayıların önemli derecede azaldığını gözlemlemişlerdir. Suriminin toplam aerobik bakteri sayısını 3×10^3 kob/g, toplam koliform sayısını <10 en muhtemel sayı/g, *Staphylococcus aureus* sayısını <100 kob/g ve maya- küf sayısını <10 kob/g olarak belirlemişlerdir. Örneklerde *Salmonella* ve *E. coli*'ye rastlanmaması; koliform, *S. aureus* ve maya-küf sayısının düşük olmasından bu ürünün mikrobiyolojik açıdan güvenli olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Ham fener

balığı surimisinin besinsel içeriğini 85 g/100 g nem, 14 g/100 g protein, 0.3 g/100 g yağ ve 0.7 g/100 g kül olarak belirlemişlerdir. Fener balığı surimisinde TVB-N, peroksit ve TBA değerleri kıymadan istatistiki olarak daha düşük ($P < 0.05$) bulunmuş olup bu değerler, sırasıyla 6.6 mg N/100 g, 1.1 meq/kg and 0.13 mg MA/kg olarak tespit etmişlerdir. Geliştirilen fener balığından surimi veya surimi benzeri ürünlerin prototipinin, gümüş sazanı kıymasından düşük balık kokusuna ve tadına sahip olduğu ve tekstürel özellikler bakımından daha iyi duyuşsal puanlar elde ettiği belirlenmiştir [Shaviklo ve Rafipour, 2013].

Liu vd. 2014 yılında yaptıkları çalışmalarında, sazan (*Cyprinus carpio*) surimisinde proteolitik bozulma, mikrobiyolojik büyüme ve lipid oksidasyonu üzerinde kryoprotektanlar (sukroz ve sorbitol karışımı) ile süper soğutmanın etkisini incelemiştir. Depolama zamanının ilerlemesi ile suriminin mikrobiyal sayısını 4.4 log kob/g (0.gün); -1°C 'de süper soğutulan, -3°C 'de süper soğutulan, -3°C 'de kryoprotektanlarla süper soğutulan ve -18°C 'de dondurulan örneklerde ise sırasıyla 7.2, 6.2, 5.9, and 5.5 log kob/g (35. gün; $p < 0.05$) olarak belirlemişlerdir. Depolama süresi arttıkça, TVB-N ve TBA sayısının mikrobiyal gelişime benzer şekilde artış gösterdiğini ($p < 0.05$); beyazlık ve açıklık stabiliteilerinin ise azalış gösterdiğini ($p < 0.05$) tespit etmişlerdir. SDS-PAGE analizi sonuçları ile depolama süresi arttıkça protein bozulmasının derecesinin de artış gösterdiğini belirlemişlerdir. -18°C 'de dondurulan, -1°C ve -3°C 'de süper soğutulan örneklerde miyofibriller proteinlerin mikroyapısında bozulmaların azaldığını, kryoprotektanların ilave edildiği örneklerde ise bu bozulmanın daha da azaldığını saptamışlardır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre mikrobiyal büyümenin ve lipid oksidasyonunun azaltılması ile proteolitik bozulmanın sınırlandırılması için sazan surimilerine kryoprotektanların ilavesinin yanısıra süper dondurma yapılmasının daha etkili bir yöntem olduğunu belirlemişlerdir [Liu vd., 2014].

2.1.2. pH Ayarlama (Asit ve Alkali Uygulaması) Yöntemi İle Protein İzolatı Eldesi

Protein izolatları düşük değerli balık kaynaklarından ekonomik olarak üretilmekte olup; balık kas proteinlerinin pH'ya bağlı çözünürlük özellikleri kullanılarak ayırımı ve izoelektrik çöktürülmesi ile elde edilmektedir. İşlem saf suyla

(1:9 oranında) seyreltilmiş ve homojenize edilmiş kas dokusuna düşük pH (2-3.5) ya da yüksek pH (10.5-11.5) uygulamasını içermektedir. Bu pH değerleri kas proteinlerinin çözünmesini sağladığı gibi miyofibriler proteinleri çevreleyen hücre zarlarını da parçalamaktadır. Bu işlemde kullanılan asit ve alkali koşullar kas proteinlerinin izoelektrik noktalarından (~pH 5-6) oldukça uzaktır. Bu izoelektrik noktalarda protein yan zincirleri, proteinlerin birbirinden uzaklaşıp çözünmesine sebep olarak asit ortamda pozitif yük ya da alkali ortamda ise negatif yük kazanmaktadırlar. Kas hücrelerinin parçalanması ve proteinlerin çözünmesi çözeltinin viskozitesinde oldukça fazla düşüğe neden olmaktadır. Bu durum santrifüjleme işlemi ile çözünür proteinlerden hücre zarlarının ayırımını sağlamaktadır [Kristinsson ve Demir, 2003a; Demir ve Kristinsson 2003]. Proteinlerin izole edilmesinde kullanılan bu gibi yöntemlerde uygulanan santrifüjleme işlemi çözünebilir proteinlerden hücre zarlarının ayırımı ile kemik, deri ve nötral yağlar gibi katıların uzaklaştırılmasını sağlamaktadır. Hücre zarı ve yağdan arındırılmış çözünebilir proteinler pH'nın 5.5 değerine yükseltilmesi sonucu izoelektrik çöktürmeyle geri kazanılmaktadır. Elde edilen izolatlar gıda katkı maddesi olarak ya da surimi gibi değer kazandırılmış balık ürünü olarak kullanılmaktadır [Ingadottir, 2004; Kristinsson vd., 2005]. Son ürünün kalitesi ve sabit olması elde edilen proteinlerin çözünürlük, viskozite, su tutma kapasitesi, renk ve jelleşme gibi fonksiyonel özelliklerine bağlıdır [Kristinsson ve Rasco, 2002; Davenport ve Kristinsson, 2003].

pH ayarlama yöntemi ile elde edilen proteinler; jelleşme, su tutma kapasitesi gibi fonksiyonel özelliklerini korudukları için insan gıda ürünlerinin geliştirilmesinde ana bileşen olarak kullanılabilirler. Aminoasit profilleri, bütün esansiyel aminoasitleri yeterli düzeyde içeren bu proteinlerin, yüksek besinsel kalitede olduklarını göstermektedir. Bunun yanısıra pH ayarlama yöntemi süresince omega-3 yağ asitleri denatüre olmamakta insan sağlığı açısından yararlarını tam olarak korumaktadır. pH ayarlama yönteminin ticari olarak yaygınlaştırılması ile hem ekonomik hem de çevresel olarak çok yönlü faydalar sağlanacaktır [Jaczynski, 2008].

Protein izolatının hazırlanmasının önemli amaçlarından biri de elde edilen izolatın istendiği zaman ve istendiği yerde kullanıma sunulabilmesidir. İzolatlar balığın kendisinden çok daha uzun süre saklanabilmekte ve balığın taze olarak ulaştırılmadığı bölgelere alternatif protein kaynağı olarak iletilebilmektedir. Ayrıca üretimin yaygınlaştırılmasındaki önemli bir amaç da ihtiyaç fazlası protein kaynaklarının değerlendirilmesidir. Elde edilen izolatlar protein tozları, taklit gıda üretiminde katkı maddesi gibi çeşitli amaçlar için de kullanılabilir. Balık kas proteinlerinin fonksiyonel, besleyici ve kolay sindirilebilir olması tüketiciler arasında yaygınlaştırılmasında önem taşımaktadır [Doğan, 2002].

Kristinsson ve Rasco, 2000 yılında yaptıkları çalışmalarında balık protein hidrolizatlarının üretim, biyokimyasal ve fonksiyonel özelliklerini incelemişlerdir. Bu çalışmada asit, endojen enzimler ve bakteriyel ya da sindirimi kolaylaştıran proteazlar kullanılarak balık protein hidrolizatlarının çeşitli üretim teknolojileri tanımlanıp biyokimyasal ve kimyasal karakteristikleri tartışılmıştır. Gıda sisteminde balık protein hidrolizatları için yeni proses metotları geliştirilip kullanılmış ve diğer üretim metotları ile karşılaştırılmıştır [Kristinsson ve Rasco, 2000].

Undeland vd., 2002 yılında yaptıkları çalışmada asit ve alkali proses ile beyaz etli ringa balığı (*Clupea harengus*) kaslarından proteinlerin geri kazanımı sağlamışlardır [Undeland vd., 2002]. Kim vd., 2003 yılında Pasifik ringa balığı (*Clupea pallasii*) üzerinde yapmış oldukları bir çalışmada ise pH 2, pH 3 ve pH 12'de proteinlerin geri kazanımının daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir [Kim vd., 2003].

Davenport ve Kristinsson, 2003 yılında yıkanmış, parçalanmış morina balığı (*Gadus morhua*)'nı yüksek (pH 11) ve düşük (pH 2.5) pH uygulamasına tabi tutmuş, işlem aşamalarından sonra elde edilen izolatın fonksiyonel özelliklerini incelemişlerdir. Bu çalışmada asit ve alkali uygulamasına tabi tutulmuş miyosin doğal miyosinle karşılaştırılıp jelleşme direncinin artması araştırılmış fakat direncin önemli derecede gelişmediği bulunmuştur [Davenport ve Kristinsson, 2003]. Demir ve Kristinsson tarafından 2003 yılında gerçekleştirilen bir çalışmada ise, sıcak ve

ılıman sularda yetişen balık türlerinden balık protein izolatlarının üretimi gerçekleştirilmiş ve kullanılan geleneksel surimi prosesi ile asit ve alkali prosesleri karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada düşük değerli balık kaslarından protein izolatlarının elde edilmesi amaçlanmıştır. Protein izolatları ve surimi kurbağa balığı, tekir balığı, uskumru gibi balık türleri kullanılarak elde edilmiştir. Elde edilen izolatlar ve geleneksel surimi de lipid azalması, lipid oksidasyonu, protein içeriği, jelleşme testi, renk değerlendirilmesi gibi analizler gerçekleştirilmiş ve sonuçta alkali proses sonucu elde edilen izolatin, asit proses izolatu ve surimi ile karşılaştırıldığında oldukça iyi renk kalitesi, oksidatif stabilite ve jelleşme özelliği sağladığını gözlemlemiştir [Demir ve Kristinsson, 2003].

Kristinsson vd. tarafından 2003 yılında gerçekleştirilen diğer bir çalışmada surimi ve asit/alkali işlemleriyle elde edilen balık proteinlerinin kalite kontrolü bilgisayarlı görüntüleme sistemi ile izlenmiş ve oksidasyon analizleri yapılmıştır. Sonuçta ise alkali proses ile elde edilen üründe orijinal rengin daha iyi korunduğu, asit procese göre alkali proses sonucu elde edilen izolatların oksidasyona daha stabil olduğu gözlenmiştir [Kristinsson vd., 2003b].

Kristinsson vd. tarafından 2005 yılında yapılan diğer bir çalışmada ise, yayın balığı (*Ictalurus punctatus*) kaslarından proteinlerin geri kazanımı için kullanılan asit/alkali ve geleneksel surimi proseslerinin karşılaştırılması başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Asit ve alkali proseslerle elde edilen izolatlarda surimi ile kıyaslandığında önemli derecede protein geri kazanımı ve lipid azalması sağladığı bulunmuştur. Ayrıca asit ve alkali proseslerin kullanımı ile proteinlerde hidrolitik parçalanma gözlenmemiş ve ürünlerde daha fazla beyaz renk değeri bulunmuştur. Asit prosesi sonucu elde edilen izolatta diğer iki proses sonucu elde edilen ürüne göre daha fazla sarı renge rastlanmıştır. Bununla beraber alkali prosesin diğer proseslere göre daha fazla protein geri kazanımı sağladığı bulunmuştur. Alkali, asit prosesi ve surimi proseslerinin hepsinden elde edilen ürünlerde düşük düzeyde lipid oksidasyonu gözlenmiştir [Kristinsson vd. 2005].

Shaviklo, 2007 yılında yaptığı çalışmasında morina (*Gadus morhua*), Alaska mezgiti (*Theragra chalcogramma*) ve Alp alabalığı (*Salvelinus alpinus*)'nın filetolarından elde edilen protein izolatlarının kalite parametrelerini dondurulmuş surimi için belirlenen uluslararası gıda standartları (FAO (Gıda ve Tarım Örgütü)/WHO-(Dünya Sağlık Örgütü) 2005) doğrultusunda incelemiştir. Morina, Alaska mezgiti ve Alp alabalığı filetolarından elde edilen protein izolatları ve bu türlerden üretilen geleneksel surimilerden elde edilen sonuçları karşılaştırmıştır. Sonuçlar bu türlerden elde edilen surimi ve protein izolatlarının jel kuvveti, jel oluşturma kabiliyeti ve beyazlık gibi kriterlerinin farklı olmasına rağmen, her ikisinin de tüketime hazır gıdalar için kullanılabilir iyi birer protein kaynağı olduğunu göstermiştir. Üretilen protein izolatlarının tekstür, tat ve kokularının kabul edilebilir olduğu ancak pazar hedefine göre farklı katkı maddeleri ve baharatlar ile bu özelliklerinin geliştirilebileceği sonucuna varmıştır [Shaviklo 2007].

Er 2007 yılında yaptığı çalışmasında, sazan (*Cyprinus carpio*)'dan proteinleri çeşitli izolasyon yöntemleriyle geri kazanılarak mevcut yöntem olan surimi ve yeni geliştirilen pH ayarlama (asit ve alkali uygulaması) yöntemleri arasındaki farklılıkları incelemiştir. Çalışmada 4°C'de 9 gün depolama süresince belli günlerde elde edilen surimi örneklerinde ve asit/alkali protein izolatlarında kaliteyi; renk açısından bilgisayarlı görüntüleme sistemi ile değerlendirmiş, protein içeriğinin kalite kontrolü, oksidasyon, nem, protein geri kazanımı ve lipid azalma değerlerini hesaplanmıştır. Örneklerin oksidasyon değerlendirmesinde, asit protein izolatlarının diğerlerine göre daha fazla okside olduğu görülmüştür. Kalite mikrobiyal açıdan izlendiğinde ise asit ve alkali izolatların surimi örneklerine göre daha az mikrobiyal yük ve gelişme gösterdiği bulunmuştur. Sonuç olarak, asit ve alkali uygulaması ile proteinlerin geri kazanımı geleneksel surimi yöntemine göre sazanlardan daha kaliteli ve ekonomik protein katkı maddesi eldesini sağlamıştır [Er, 2007].

Batista vd. 2007 yılında yaptıkları çalışmalarında, sardalya (*Sardina pilchardus*)'dan, asit-alkali yardımıyla çözündürme ve ardından izoelektrik protein çöktürme yaparak, elde ettikleri kas proteinleri ile geleneksel surimi işlemini karşılaştırmışlardır. Çalışmada yıkanmış ve yıkanmamış sardalya kıymalarından elde

edilen sonuçları incelemişlerdir. Sardalya miyofibriler proteinlerinde en yüksek çözünürlüğü pH 2.5 (%85)'te ve pH 11.5-12 (%80)'de elde edildiğini ve izoelektrik noktasının pH 5-5.5 civarında olduğunu belirlemişlerdir. Toplam verimi; geleneksel surimiden (yaklaşık %28) önemli ölçüde yüksek olmakla beraber, alkali ve asit uygulamalar için sırasıyla %77 ve %73 olarak tespit etmişlerdir. Yağ içeriğindeki azalmayı alkali ve asit çözündürmeden sonra elde edilen proteinler için sırasıyla %65.3 ve %51 olarak saptamışlardır. Yıkanmış kıymada daha yüksek (asit ve alkali işlemler için sırasıyla %95.3 ve %99.0) yağ eliminasyonu sağlamalarına rağmen, surimi işleminde bu azalmayı %91.1 olarak belirlemişlerdir. Her iki protein çözündürme işleminden elde edilen proteinlerin surimiden daha zayıf jel özelliği gösterdiğini, en düşük jel kuvvetinin ise asit işleminden elde edilen proteinlerde olduğunu tespit etmişlerdir. Kıymanın yıkanmasının asit proteinlerinin beyazlığı üzerinde etkisi olmadığını ancak yıkanmış kıymadan alkali yardımıyla çözündürme işleminden elde edilen proteinlerin daha beyaz olduğunu gözlemlemişlerdir [Batista vd., 2007].

Rawdkuen vd. 2009 yılında yaptıkları çalışmalarında, geleneksel yıkama metodu ve alkali-asit yardımı kullanılarak hazırlanan protein izolatlarından hazırladıkları tilapia (*Oreochromis niloticus*) surimilerinin biyokimyasal ve jel özelliklerini incelemişlerdir. Proteinlerin çözünürlüğü ve geri kazanımını geleneksel metotta en yüksek bulmuşlar ve bunu sırasıyla alkali ve asit yardımıyla yapılan işlemlerin izlediğini tespit etmişlerdir. Miyogloblin ve yağ içeriklerinin geleneksel surimi ile karşılaştırıldığında alkali ve asit yardımıyla elde edilen proteinlerden hazırlanan gruplarda azalma gösterdiğini belirlemişlerdir ($p < 0.05$). Kamaboko ve modori jellerinin kırılma kuvveti ve deformasyonun geleneksel yıkama metodu ile hazırlanan jellerde en yüksek olduğunu saptamışlardır. Belirtilebilir su ve beyazlık değerlerinin kamaboko jellerle karşılaştırıldığında modori jellerde daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Geleneksel surimi jellerinin trikloroasetik asitte çözülebilen peptit içeriklerinin asit ve alkali işlemlerle elde edilen protein jellerinden daha düşük olduğunu bulmuşlardır. Miyofibrillar proteinlerin bozulmasını asit izolattan elde edilen proteinlerde gözlemlemişlerdir. Kamaboko jellerin mikroyapısının hem geleneksel surimi hem de pH-shift metodu kullanılarak elde

edilen proteinlerde modori jellerinden daha kompakt yapı gösterdiğini belirlemişlerdir [Rawdkuen vd., 2009].

Taşkaya vd., 2009 yılında yaptıkları çalışmalarında bütün iç organları çıkarılmış gümüş sazanı (*Hypophthalmichthys molitrix*)'na kas proteinlerini elde etmek için asidik ve bazik pH aralıklarında izoelektrik çözündürme/çökeltme uygulamışlardır. Fonksiyonel katkıların (sığır plazma protein, patates nişastası, eksojen transglutaminaz, polifosfat ve titanyum dioksit) sazandan elde edilen proteinlerin termal denatürasyon, viskoelastiklik ve tekstür özelliklerine olan etkilerini inceleyerek Alaska mezgiti surimisi ile karşılaştırmışlardır. Sazandan elde edilen proteinlerden sadece fonksiyonel katkıları kullanılanlarda tipik endotermik geçişler gözlemlenmiştir. Benzer şekilde endotermik geçişlerin sadece katkı kullanılanlarda sazan proteinlerinin viskoelastikliğini arttırdığını belirlemişlerdir. Alaska mezgiti surimisinde de tipik endotermik pikler ve viskoelastiklikte artış belirlemişlerdir. Fonksiyonel katkıları içeren sazan proteini temelli jellerin, surimi gruplarından daha düşük ($p < 0.05$) kırılma stresine sahip olduğunu; ama fonksiyonel katkı içermeyen surimi grupları ile karşılaştırıldıklarında daha büyük ($p < 0.05$) ya da benzer ($p > 0.05$) değerlere sahip olduklarını tespit etmişlerdir. Buna ek olarak, bazik pH gruplarından geliştirilen sazan proteini temelli jellerin kırılma stresini genel olarak asidik gruplardan yüksek ölçmüşlerdir. Yapılan çalışmada bütün organları çıkarılmış sazandan izoelektrik çözündürme/çökeltme uygulanarak proteinlerin elde edilebileceğini saptamışlardır. Bunun yanısıra elde edilen proteinler yeni gıda ürünlerinin geliştirilmesi için kullanılacaksa fonksiyonel katkıların eklenmesini önermişlerdir [Taşkaya vd., 2009].

Shaviklo vd. 2010 yılında yaptıkları çalışmalarında, pH ayarlama yöntemini kullanarak mezgiti (*Melanogrammus aeglefinus*) artıklarından balık protein izolatları (BPI) elde etmişlerdir. 12 hafta -18°C 'de saklanan, %19 protein (pH 6.4), farklı miktarda tuz, sakaroz ve polifosfat içeren BPI'na ait akış davranışı ve bazı fonksiyonel özellikleri incelemişlerdir. Çalışmada katkı maddelerinin akışkanlığı (viskoziteyi) etkilediği fakat akış davranışını etkilemediği; tuz ve sakarozun eklenmesinin, su tutma kapasitesini (STK) arttırdığı, akışkanlığı (Brabender Birimi)

ve beyazlığı anlamlı bir şekilde azalttığı tespit edilmiştir. Polifosfat ve sakarozun; STK'yı ve BPI beyazlığını etkilemediği fakat akışkanlığı azalttığı belirlenmiştir. Farklı miktarda katkı maddelerinin ve dondurarak saklama süresinin, BPI'na ait fonksiyonel özellikleri anlamlı bir şekilde değiştirdiği; pH ayarlama yöntemi ile elde edilen izole proteinlerin denaturasyona karşı korunması için surimi gibi soğukta saklanması gerektiği önerilmiştir [Shaviklo vd., 2010a].

Azadian vd. 2012 yılında yaptıkları çalışmalarında, İran'ın Fars şehrinde nispeten ucuz bir balık olan gümüş sazanı (*Hypophthalmichthys molitrix*)'dan üretilen balık protein izolatlarının (BPI) ve surimilerin fizikokimyasal özelliklerini karşılaştırarak araştırmışlardır. Çalışmada proteinleri pH ayarlama metodunu kullanarak izole etmişlerdir. Sonuç olarak ürün verimliliği, protein geri kazanımı, lipid azaltma ile su tutma kapasitesi, emülsifiye kapasitesi, köpüklenme kapasitesi gibi fonksiyonel özellikleri açısından balık protein izolatlarının geleneksel surimiden daha iyi olduğunu tespit etmişlerdir. pH=2.5'da elde edilen izolatların fonksiyonel özelliklerinin diğer örneklerden daha iyi olduğunu belirlemişlerdir. Genel olarak elde ettikleri sonuçlarda balık protein izolatlarının fiziksel ve kimyasal özelliklerinin geleneksel surimiden daha iyi olduğunu tespit etmişlerdir [Azadian vd., 2012].

Gerçekleştirilen tüm çalışmalarda, geleneksel surimi ve asit/alkali işlemleri karşılaştırıldığında alkali işlem düşük yağ içerikli iyi fonksiyonlu ve stabil protein eldesini sağlamıştır. Asit uygulaması sonucu daha çok protein geri kazanımı sağlanmasına rağmen alkali proses son ürünün yağ içeriğini azaltmış ve heme proteinlerin ayırmasını sağlayarak daha kaliteli renk ve oksidasyona daha stabil protein eldesine olanak tanımıştır. Alkali proses sonucu elde edilen ürünlerde yapılan mikrobiyolojik analizlerde bu prosesin mikrobiyal bozulmayı geciktirdiği de gözlenmiştir. Ayrıca renk ve oksidatif stabilitenin balık türlerine ve uygulanan prosese bağlı olduğu belirlenmiş ve alkali proses sonucu elde edilen izolatın orijinal rengini daha iyi koruduğu tespit edilmiştir [Demir ve Kristinsson, 2003; Demir vd., 2003]. Bunun yanısıra kıyma (%100) ve pH ayarlama metodu ile balık protein izolatlarından (kıyma: protein izolatı, %75:%25 ve %50:%50) hazırlanarak kızartılan balık toplarının özellikleri incelendiğinde kıymaya balık protein izolatı eklemenin

koku, tat, tekstür ve görünüş yönünden olumlu yönde etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca %50 kıyma ve %50 protein izolatu ilave edilen grupta şekil verme yeteneğinin diğer gruplardan daha iyi olduğu tespit edilmiştir [Shaviklo vd., 2010b].

Ülkemizde ise asit ve alkali yöntemlerle izole protein üretimi ve bu konuda yapılan araştırmalar çok yeni olmakla birlikte konuyla ilgili çalışmalar yürütölmektedir. Halen yürütölen ve ileride yapılacak çalışmalarla; balık işleme sonucu elde edilen ve çok yüksek protein içeriğı olan ve sadece hayvan besleme ürünü olarak kullanılan yan ürünlerin insan beslenmesine geri kazanımı sağlanacaktır. Bununla birlikte geliştirilecek yöntemlerle ekonomik değeri az olan balık türlerinden protein izolatlarının üretimi ülke ekonomisine önemli katkılar sağlayacaktır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. MATERYAL

Gümüşü havuz balığı, bazı bölgelerde İsrail sazani olarak da adlandırılan bu tür *Carassius gibelio* (Bloch, 1782), Cyprinidae familyasının bir üyesidir (Şekil 3.1). Orta boylu sazangillerden olan *C. gibelio*'nun ağırlığı 3 kg'ı geçmez ve boyu ortalama 45 cm civarındadır. Genellikle renkleri gümüş olmakla birlikte farklı renklere de sahip olanları mevcuttur [Fish Base, 2012]. Dorsal ve anal yüzgeçleri son birkaç ışını sert yapılıdır. Solungaç yay sayısı 37–52 arasında olup, dorsal yüzgecin kenarları iç bükey ya da düz olarak değişim gösterir ve karın zarı siyahtır. Ağız küçük terminal konumdadır. Dorsaldeki son ışın dallanma göstermemiş ve ağızda bıyık yoktur. Krem renginden zeytin yeşili renge kadar olabilir [Özuluğ vd., 2004; Kalous vd., 2004; Alagöz vd., 2006].

Çalışmada, Çıldır Gölü'nde ticari avcılık yapan balıkçılardan temin edilen gümüşü havuz balıkları soğuk zincir altında Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü İşleme ve Değerlendirme Laboratuvarına getirilmiştir. Çalışmada ortalama boyları 20.8 cm ve ortalama ağırlıkları 149.5 g olan toplam 250 kg gümüşü havuz balığından elde edilen 65 kg fileto et kullanılmıştır.



Şekil 3.1. Gümüşü havuz balığı (*Carassius gibelio* Bloch, 1782)

Araştırmada geleneksel metot ile surimi üretimi ve pH ayarlama (asit ve alkali uygulaması) yöntemi ile protein izolatlarının eldesi gerçekleştirilmiştir. Ardından tüm gruplardan hazırlanan krokotlerin aylık periyotlarla besinsel, kimyasal,

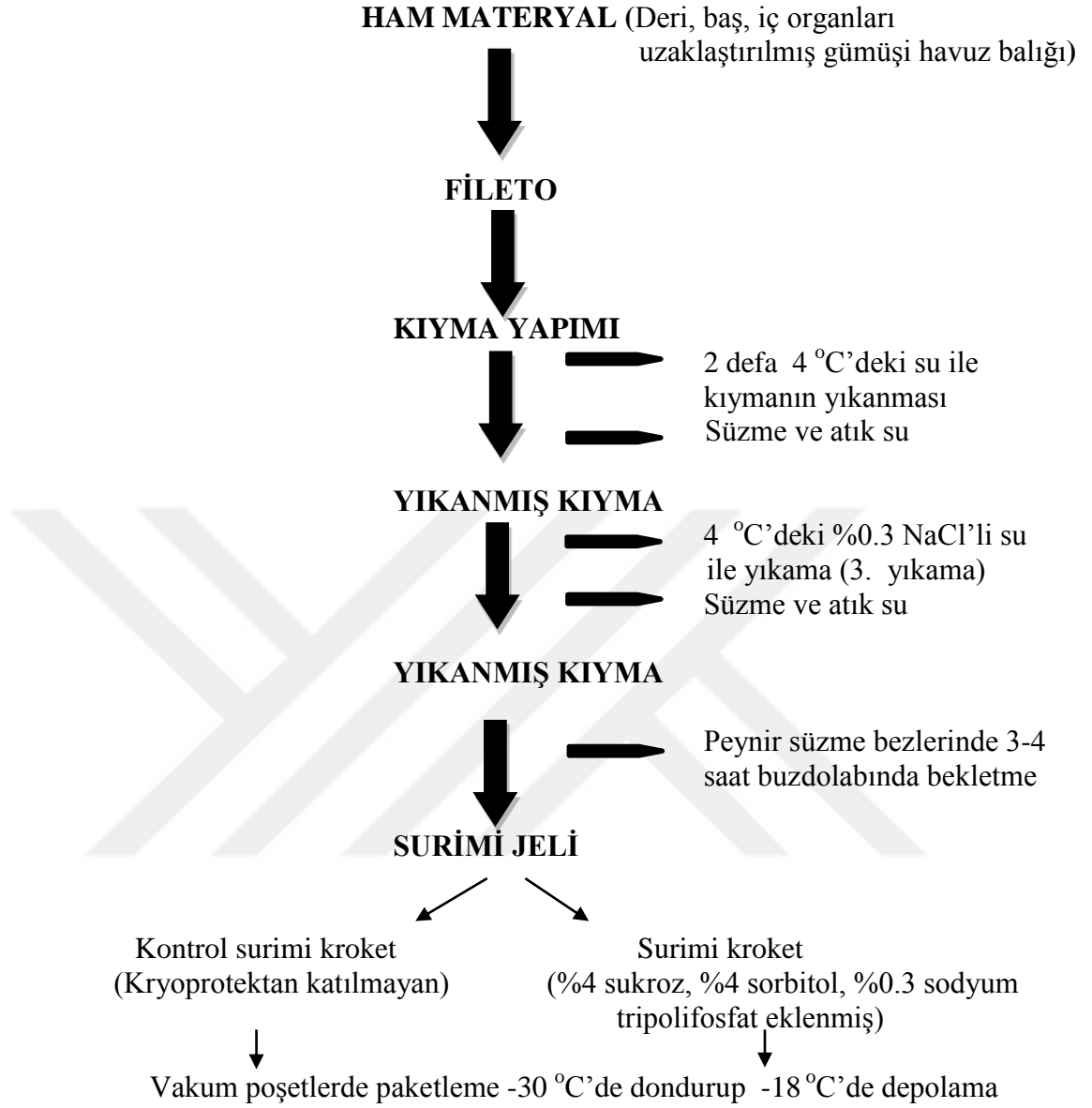
mikrobiyal ve duyusal olarak analizleri yapılmıştır. Çalışma, 5 farklı kroket grubu (kontrol surimi kroket (KSK), surimi kroket (SK), kıyma kroket (KK), asit protein izolatu kroket (AsPİK) ve alkali protein izolatu kroket (AlPİK)) ve 5 farklı gün (0, 30, 60, 90 ve 120. gün) esas alınarak rasgele deneme planına göre üç tekerrür ve iki paralel olarak yürütülmüştür.

3.2. YÖNTEM

3.2.1. İşleme Yöntemi

3.2.1.1. Surimi üretimi

Gümüşi havuz balığından surimi üretimi [Toyada vd., 1992]'ye göre yapılmıştır. Surimi yapımı için; deri, baş, kılçık ve iç organları uzaklaştırılmış filetolar mutfak robotu (Tefal Smart, Fransa) kullanılarak kıyma haline getirilmiştir. Kıyma haline getirilen balık eti 4 ± 1 °C deiyonize suda kıyma/su oranı 1:4 olacak şekilde derin bir kabın içinde spatula yardımı ile 15 dk karıştırılıp, 15 dk bekletilerek 2 kez yıkanmış, her yıkama işleminden sonra ıslak bir tülbendin içine konulup el ile sıkılarak üründeki su uzaklaşmaya kadar bu işlem sürdürülmüştür. Sonuncu yıkama işlemi olan 3. basamakta yıkama suyuna %0.3 sodyum klorür eklenmiştir. Ardından yıkanmış kıymanın su oranı %80 oluncaya kadar, kıymalar peynir süzme bezleri üzerine ağırlık konularak 3-4 saat buzdolabı şartlarında süzülmesi sağlanmıştır. Daha sonra son bir kontrole üründe bulunması muhtemel kılçık gibi parçalar kontrol edilip uzaklaştırılmıştır. Elde edilen surimi iki gruba ayrılmıştır. 1. gruba herhangi bir kryoprotektan katılmamış iken 2. gruba ticari formulasyon olan %4 sukroz, %4 sorbitol ve %0.3 sodyum tripolifosfat eklenerek 60 saniye boyunca tekrar karıştırılmıştır (Şekil 3.2 ve Şekil 3.3).



Şekil 3.2. Surimi yapımının deneysel dizaynı



Şekil 3.3. Gümüşi havuz balığından surimi üretimi

3.2.1.2. pH ayarlama (asit ve alkali uygulaması) yöntemi ile protein izolatının üretimi

Gümüşi havuz balığından pH ayarlama yöntemi ile asit ve alkali protein izolatlarının elde edilmesi [Hultin ve Kelleher, 2001]'e göre yapılmıştır.

Asit Protein İzolatı Üretimi

Deri, baş, kılçık ve iç organları temizlenen gümüşi havuz balığı mutfak robotu (Tefal Smart, Fransa) ile kıyma haline getirilmiştir. Daha sonra 2 M % 37'lik hidroklorik asit ilave edilerek pH metre (Ebro PHT 810, Ingolstadt, Almanya) ile pH 2.5'e; ayarlanmış; çözelti santrifüj tüplerine aktarılmış ve santrifüj (Eppendorf Centrifuge 5804 R, Hamburg, Almanya) edilmiştir (10000 g, 4 °C, 20 dk). Santrifüjleme ile çözümlü proteinler solüsyonun üzerinde bulunan nötral yağlardan,

hücre zarlarından ve tüpün tabanını kaplayan balıktaki bağ doku, kemik, deri ve pul gibi katı materyallerden ayrılmıştır. Santrifüj tüpündeki içerik peynir süzme bezlerinden süzülerek çözünmüş kas proteinlerini içeren orta fazın ayrılması sağlanmıştır. Orta fazda bulunan proteinleri çökeltmek için pH 5.5'a ayarlanıp tekrar santrifüjleme işlemine tabi tutulmuştur. Sonuçta elde edilen çökeltilde asit protein izolatları elde edilmiştir. Çalışmada toplam 3511 g gümüşü havuz balığı filetosundan elde edilen 2251 g asit protein izolatı, kroketler hazırlanıncaya kadar -80°C'deki derin dondurucuda muhafaza edilmiştir (Şekil 3.4 ve Şekil 3.6).



Şekil 3.4. Gümüşü havuz balığından asit protein izolatı eldesi

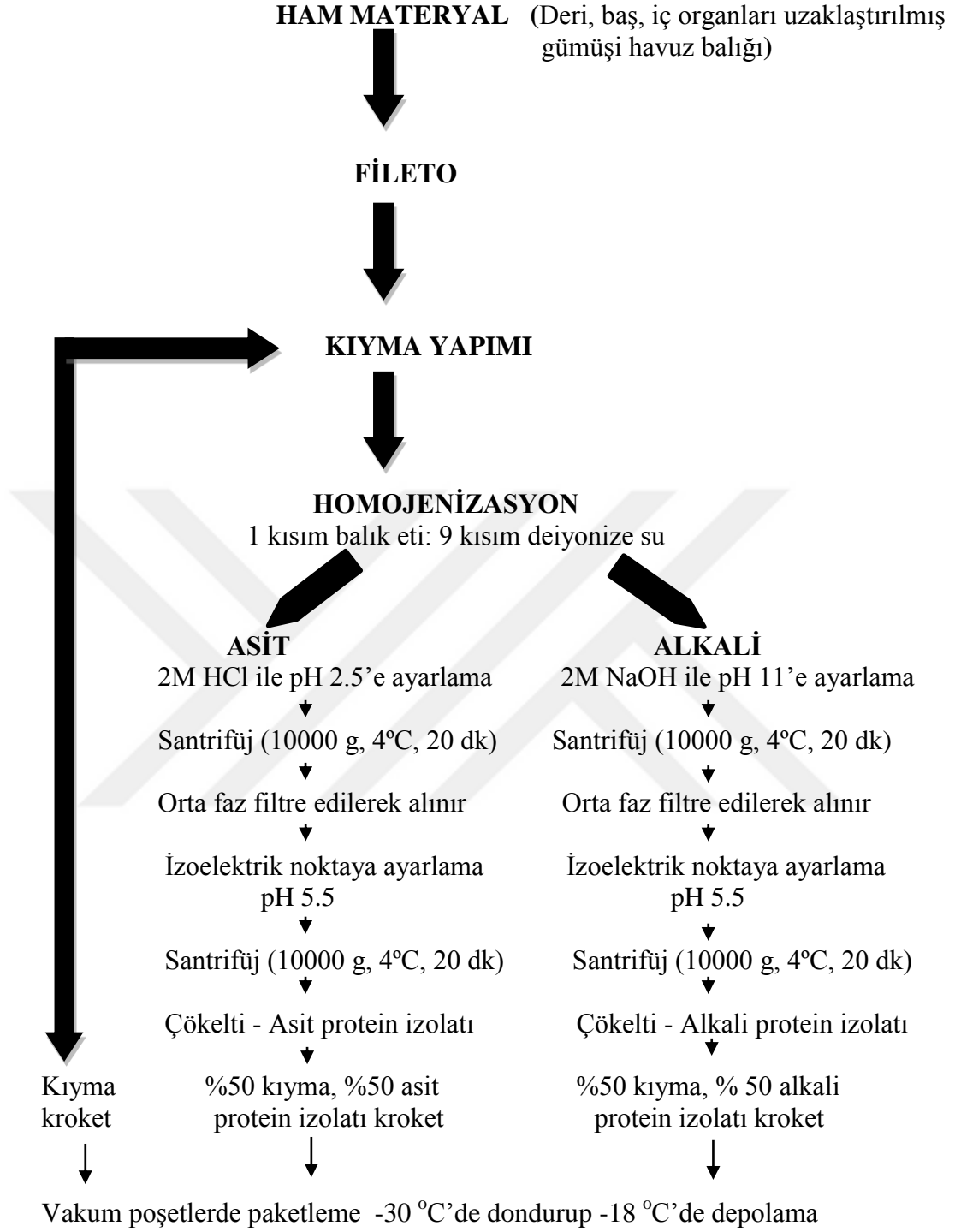
Alkali Protein İzolatı Üretimi

Deri, baş, kılçık ve iç organları ayıklanan gümüşü havuz balığı mutfak robotu (Tefal Smart, Fransa) ile kıyma haline getirilmiştir. Daha sonra 2 M sodyum

hidroksit ilave edilerek pH metre (Ebro PHT 810, Ingolstadt, Almanya) ile pH 11'e ayarlanmış; çözelti santrifüj tüplerine aktarılmış ve santrifüj (Eppendorf Centrifuge 5804 R, Hamburg, Almanya) edilmiştir (10000 g, 4 °C, 20 dk). Santrifüjleme ile çözünür proteinler solüsyonun üzerinde bulunan nötral yağlardan, hücre zarlarından ve tüpün tabanını kaplayan balıktaki bağ doku, kemik, deri ve pul gibi katı materyallerden ayrılmıştır. Santrifüj tüpündeki içerik peynir süzme bezlerinden süzülerek çözülmüş kas proteinlerini içeren orta fazın ayrılması sağlanmıştır. Orta fazda bulunan proteinleri çökeltmek için pH 5.5'a ayarlanıp tekrar santrifüjleme işlemine tabi tutulmuştur. Sonuçta elde edilen çökeltide alkali protein izolatları elde edilmiştir. Araştırmada toplam 4031 g gümüşü havuz balığı filetosundan elde edilen 2199 g alkali protein izolatu, kroketter hazırlanincaya kadar -80 °C'deki derin dondurucuda muhafaza edilmiştir (Şekil 3.5 ve Şekil 3.6).



Şekil 3.5. Gümüşü havuz balığından alkali protein izolatu eldesi



Şekil 3.6. Gümüşü havuz balığından asit ve alkali protein izolatlarının deneysel dizaynı

3.2.1.3. Krokelerin hazırlanması

Elde edilen surimilerden KSK (sadece yıkanmış kıyma-kryoprotektan içermeyen grup) ile SK (yıkanmış kıyma+ %4 sukroz, %4 sorbitol ve %0.3 sodyum tripolifosfat içeren grup) olmak üzere 2 grup ve protein izolatlarından AsPİK (%50 kıyma ile %50 asit protein izolatu) ve AIPİK (%50 kıyma ile %50 alkali protein izolatu) olmak üzere 2 grup ile KK oluşan (%100 kıyma) toplam 5 farklı kroket grubu oluşturulmuştur. Shaviklo vd. tarafından 2010 yılında yapılan çalışmada, %50 kıyma-%50 protein izolatından oluşan gruplarda koku, tat, tekstür ve görünüşün olumlu yönde etkilendiği ve bu ürünlere şekil verme yeteneğinin iyi olduğu belirlenmiş olmasından dolayı AsPİK ve AIPİK grupları %50 kıyma-%50 protein izolatu ilave edilerek hazırlanmıştır [Shaviklo vd., 2010b]. Kroketer hazırlanırken tüm gruplara Çizelge 3.1'de formülasyonu verilen katkı maddeleri ilave edildikten sonra ürünlere Pınar (Yaşar Holding, İzmir, Türkiye) firmasından temin edilen ticari sıvı (battering) ve kuru (breeding) kaplama yapılmıştır [Tokur vd., 2006]. Kaplama yapılan kroketerler 180 °C'de (DatronnTP3001, Guangdong, Çin) 30 saniye (Promega, Winsconsin, Amerika Birleşik Devletleri) ön kızartma işlemi yapıldıktan sonra, vakum poşetlerde ağızları kapatılarak -30 °C'de şok dondurma yapıldıktan sonra, -18 °C'de 4 ay süreyle muhafaza edilmiştir (Şekil 3.7).

Çizelge 3.1. Surimi ve protein izolatlarından hazırlanan kroketerlerde kullanılan formülasyon (%)

	KSK (%)	SK (%)	KK (%)	AsPİK (%)	AIPİK (%)
Kıyma	-	-	93.5	46.75	46.75
Yıkanmış Kıyma	93.5	-	-	-	-
Yıkanmış+ Kryoprotektan Eklenmiş Kıyma		93.5	-	-	-
Asit Protein İzolatu	-	-	-	46.75	-
Alkali Protein İzolatu					46.75
Tuz	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Şeker	1	1	1	1	1
Buğday unu	3	3	3	3	3
Kimyon	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243
Soğan tozu	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243
Sarmısak tozu	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243
Karabiber	0.243	0.243	0.243	0.243	0.243
Kekik	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020



Şekil 3.7. Gümüşü havuz balığından kroket hazırlama aşamaları

3.2.2. Analiz Metotları

Çalışma materyalini oluşturan gümüşü havuz balığının; ham materyalinde, kroketlerin hazırladığı 0. günde ve depolama süresince belirli aralıklarla, kimyasal kompozisyon değişimlerini izlemek amacıyla, ham protein, lipit, kuru madde ve ham kül analizleri yapılmıştır. Kimyasal kalite değişimlerini izlemek amacıyla, TBA, TVB-N, serbest yağ asitleri (FFA), yağ asitleri, pH ve biyojenik amin analizleri yapılmıştır. Mikrobiyolojik değişimleri belirlemek amacıyla, toplam mezofilik aerobik, toplam koliform bakteri, *E.coli* sayımları ve aynı grup örneklerde duyu analizi yapılmıştır. Vakum poşetlerde paketlenen örneklerden sonra tüm örneklerde aylık (0., 30., 60., 90. ve 120. günlerde) analiz günleri belirlenerek değerlendirme yapılmıştır.

3.2.2.1. Besin kompozisyonu analizleri

Araştırmada, surimilerin ve protein izolatlarının kimyasal kompozisyonlarındaki değişim oranlarını belirlemek amacıyla ham materyalde, surimi ve izolatlardan kroketlerin hazırlandığı ilk gün ve paketlenen örneklerden

sonra, -18 °C'de depolama süresince belli aralıklarla (30., 60., 90. ve 120. günlerde) örneklerde aşağıda belirtilen analizler yapılmıştır.

Ham protein analizi:

Protein analizinde kullanılmak üzere homojenize edilen balık örneğinden yaklaşık 1±0.1 g örnek, hassas terazide tartılarak Kjeldahl tüplerine konulup, bunun üzerine 1 adet katalizör tablet ($K_2SO_4+Cu_2SO_4$) ve 15 ml derişik H_2SO_4 eklenerek; Kjeldahl yaş yakma ünitesine yerleştirilmiştir. Tüplerin içindeki örnekte yeşil saydam renk oluşuncaya kadar 420 °C'de yaş yakma işlemine devam edilmiştir. Yakma işleminin ardından tüpler oda sıcaklığında soğumaya bırakılıp, soğuyan tüplere 25 ml saf su ve 50 ml % 35'lik NaOH ilave edilerek distilasyon ünitesine yerleştirilmiştir. 25 ml % 4'lük borik asit içeren ve distilasyon ünitesinin çıkışına yerleştirilen dereceli bir erlen içinde destilat toplanmıştır. Erlen içerisindeki toplam hacim 150 ml oluncaya kadar distilasyon işlemine devam edilip, işlem tamamlandığında elde edilen destilata 10 damla belirteç çözeltisi (metil kırmızısı+bromokresol yeşili) damlatılarak destilatın rengi, yeşil renkten mor-kırmızı renk oluşuncaya kadar 0.1N HCl ile titre edilmiştir. Titrasyonda harcanan HCl miktarı aşağıdaki formülde yerine konularak, örneğin % N miktarı hesaplanmıştır. Ham protein miktarı ise, elde edilen % N miktarının 6.25 faktörüyle çarpımıyla hesaplanmıştır [AOAC, 1995].

$$\% N = 1.4007 \times V \times N / M \quad \text{ve}$$

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

Burada; V= Titrasyonda harcanan 0.1N HCl hacmi (ml),

N= Kullanılan HCl'nin normalitesi,

M= Kullanılan örnek miktarını (g) göstermektedir.

Lipit analizi:

Lipit analizleri, soxhlet metodu esas alınarak yapılmıştır. Homojen hale getirilen numunedan 5 g tartılarak ekstraksiyon kartuşuna alınmıştır. Kartuş bir

behere dik vaziyette konularak ve 103-105 °C'deki etüvde 2 saat kurutmaya bırakılmıştır. Kartuş etüvden çıkartıldıktan sonra oda sıcaklığına kadar soğutulmuştur. Kartuş soxhlet aletinin ekstraksiyon tüpünün içerisine, sabit tartıma getirilmiş ekstraksiyon balonları ekstraksiyon tüpünün altına yerleştirilmiştir. Soxhlet aletinin ekstraksiyon tüpüne, bir kere sifon yaptırıldıktan sonra tekrar yarıya kadar dolduracak dietil eter konulmuştur. 4-5 saat süreyle ekstraksiyon işlemine devam edilmiştir. Ekstraksiyon tamamlandıktan sonra çözücü sifon yaparak balona ulaşmadan ekstraksiyon cihazının tüpü çıkarılarak çözücü uzaklaştırılmıştır. Ekstraksiyon balonu 103-105 °C'deki etüvde 1 saat kurutulmuş ve desikatörde oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra tartılmıştır. Lipit miktarı % (w/w) olarak aşağıdaki formülle hesaplanmıştır [AOAC, 1995].

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

Nem analizi:

Örneklerin içerdikleri nem oranları ise [Ludorf ve Meyer, 1973] 'e göre tayin edilmiştir. Tartımda kullanılacak olan petri kapları, 105 °C'deki etüvde 1 saat sabit tartıma getirildikten sonra desikatörde 30 dk kadar soğutulmuş ve boş darası alınmıştır. Sabit tartıma getirilen petrilere 5 g örnek konularak tartımı yapıldıktan sonra, 105 °C'deki etüvde 3-4 saat bekletildikten sonra yeniden tartılarak sonuçlar aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Kuru Madde Miktarı} = \frac{(\text{Son tartım} - \text{İlk tartım}) (\text{g}) \times 100}{(\text{Örnek ağırlığı}) (\text{g})}$$

$$\% \text{ Nem Miktarı} = 100 - (\% \text{ Kuru Madde Miktarı})$$

Kül analizi:

Kül analizleri, [Mattissek vd., 1988]'ne göre yapılmıştır. 550 °C'de 1 saat süre ile fırında yakılan porselen kroze, desikatörde soğutulduktan sonra darası alınmıştır. 2 g örnek tartılarak, kül fırınında 550 °C'de 3-4 saat yakıldıktan sonra

desikatörde soğutularak tartımı yapılmıştır. Sonuçlar aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\%Kül\ miktarı = ((\text{Son tartım} - \text{İlk tartım}) (g) \times 100) / \text{Örnek ağırlığı} (g)$$

3.2.2.2. Kimyasal kalite analiz yöntemleri

Tiyobarbitürik asit (TBA) analizi:

Doymamış lipitlerin oksitlenmesi sonucu ortaya çıkan ürünler acılaşıma (ransidite) meydana getirdiklerinden, okside olmuş lipit miktarını bilmek önem taşımaktadır. Tiyobarbitürik asit bu lipitlerle tepkimeye girerek spektrofotometrik yöntemle ölçülebilen kırmızı renkli bir kompleks oluşturmaktadır. Oksidatif acılaşmayı gösteren son ürünlerden bir tanesi de malonaldehit bileşiğidir. Bu nedenle TBA sayısı, mg MA/kg olarak ifade edilmektedir [FAO, 1986].

TBA sayısı analizleri [Tarladgis vd., 1960]'a göre yapılmıştır. Bu yöntemde, homojenize edilen örnekten 10 ± 0.1 g hassasiyetle tartılan örnekler Kjeldahl tüplerine aktarılmış, daha sonra örneğin üzerine 97.5 ml distile su ve 1:2 oranında hazırlanan HCl çözeltisinden 2.5 ml ilave edilerek destilasyon işlemi yapılmıştır. 200 ml destilat toplanıncaya kadar kaynatılmaya, diğer bir ifade ile destilasyon işlemine, devam edilmiştir. Kaynatma işleminin sona ermesinin ardından elde edilen destilatın 5 ml'si alınarak kapaklı deney tüplerine aktarılmış ve üzerine % 90'luk 100 ml glasiyel asetik asit içerisinde çözdürülen 0.2883 g TBA reaktifi çözeltisinden 5 ml ilave edilerek tüpün kapağı kapatılıp vortekste karıştırılmıştır. Başka bir deney tüpüne 5 ml distile su ve 5 ml TBA reaktifi ilave edilerek kapağı kapatılarak vortekste karıştırılarak kör hazırlanmıştır. Daha sonra tüpler kaynayan su banyosunda 35 dk tutulduktan sonra soğumaya bırakılmıştır. Kör örneğinin bulunduğu tüp ve örnek tüpleri soğutulmuş, kör çözeltiliye karşı örneğin absorbansı 538 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Elde edilen absorbans (A) değeri 7.8 ile çarpılarak, 1000 g örnekteki mevcut malonaldehit miktarı mg olarak saptanmıştır [Varlık vd., 1993].

$$\text{TBA mg MA/kg} = 7.8 \times A_{538}$$

Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) analizi:

Balık ve su ürünlerinin tazeliğinin belirlenmesinde önemli bir kriter olan TVB-N miktarı, bozulmaya paralel olarak artış göstermektedir. Genel olarak 25 mg/100g TVB-N içeren örnekler çok iyi, 30 mg/100g TVB-N içeren örnekler iyi, 30-35 mg/100g TVB-N içeren örnekler pazarlanabilir, 35 mg/100g' dan fazla TVB-N içeren örnekler bozulmuş olarak kabul edilmektedir [Lang, 1983].

Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) tayini [Antonacopoulos, 1989]'un uyguladığı yöntem esas alınarak destilasyon işlemi ile yapılmıştır [Varlık vd., 1993]. Bu amaçla 10±0.1 g örnek hassas terazide tartılarak Kjeldahl tüplerine aktarılmış ve üzerine yaklaşık 1 g magnezyum oksit (MgO) konularak, 100 ml distile su ilave edilmiştir. Bir erlen içerisinde, 10 ml % 3'lük borik asit ve 8 damla metilen kırmızısı içeren çözeltiye 100 ml distile su ilave edilmiş ve destilasyon ünitesinin destilat toplama kısmına yerleştirilmiştir. Destilasyon işlemine erlende 200 ml destilat toplanıncaya kadar devam edilmiştir, elde edilen destilat 0.1 N HCl asit ile nötr noktaya kadar titre edilmiştir. Harcanan 0.1 N HCl asit miktarına bağlı olarak örneğin içerdiği TVB-N miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{TVB-N mg/100 g örnek} = A \times 1.4 \times 100/B$$

A= ml olarak harcanan 0.1 N'lik asit miktarı

B= Örnek miktarı (g)

Serbest yağ asitleri analizi:

Önceden ekstrakte edilmiş lipitten 0.5 g örnek tartılarak, dietileter:etanol (25:25 ml oranında) içerisinde nötrale edilmiştir. Daha sonra bu dietileter:etanol içerisine 1 ml %1'lik fenolftalein indikatörü ilave edilmiştir. Elde edilen bu karışım 0.1M'lık sodyum hidroksit ile kalıcı pembe renk oluşuna kadar (en az 15 saniye

süreyle) titre edilerek nötralizasyonu sağlanmıştır. %'de serbest yağ asidi miktarı oleik asit cinsinden aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır [AOAS, 1994].

$$\% \text{ Serbest Yağ Asiti} = (C-B) \times 2.805/w$$

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

Yağ asitleri analizi:

Yağ asitleri tayini [IUPAC, 1979] metoduna göre gaz kromatografi cihazı kullanılarak yapılmıştır. Ekstrakte edilmiş lipitten, yağ asidi metil esterleri, metanol ve n-hekzan içinde 2 N'lık KOH oluşmuş transmetillendirme yöntemi ile hazırlanmıştır. 0.1 g yağ örneği 5 ml'lik tüp içine aktarıldıktan sonra üzerine 2 ml n-hekzan eklenerek yağın çözülmesi sağlanmıştır. Üzerine 0.2 ml 2N metanollü KOH çözeltisi eklenmiştir. 30 saniye süreyle vortekste karıştırıldıktan sonra üst faz berraklaşınca kadar bekletilmiştir. Berraklaşan hekzan tabakası gaz kromatografi cihazında analiz edilmiştir.

Yağ asitleri kompozisyonu alev iyonizasyon dedektörlü (FID) ve Omegawax™ 320 fused silica capillary column (30m x 0.32mm ID x 0.25µm film kalınlığında, Supelco, Münih, Almanya) içeren otomatik örneklemeli gaz kromatografisi (Shimadzu, Kyoto, Japonya) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çözücü olarak hekzan kullanılmış ve her defasında 1µl örnek enjekte edecek şekilde ayarlanmıştır. Kolon fırın sıcaklığı 90°C–240°C (4°C/dak) olarak ayarlanmış, taşıyıcı gaz olarak helyum (He) kullanılmıştır. Enjektör ve detektör sıcaklığı 250°C'ye ayarlanmıştır. Gaz akışları; He: 30 ml/dak, kuru hava: 400 ml/dak, hidrojen: 40 ml/dk, Taşıyıcı gaz ayarları; basınç: 80.0 kPa, toplam akış: 33 ml/dk, kolon akış: 2.73 ml/dk, olarak belirlenmiştir. Enjeksiyon uygulaması 1:25 split oranında gerçekleştirilmiştir.

pH analizi:

pH değerleri, batırma uçlu gıda pH metresi (Ebro PHT 810, Ingolstadt, Almanya) ile ölçülmüştür. pH metrenin batırma uçlu probu yaklaşık olarak krokelerin merkezine denk gelecek şekilde batırılarak ölçüm yapılmıştır [Kin vd., 2011].

Biyojen amin analizi:

Balık etindeki biyojen amin üretimi, [Özoğul vd., 2002] tarafından geliştirilen hızlı bir HPLC metodu kullanılarak analiz edilmiştir. 5 g balık eti alınarak 250 ml'lik ultraturax tüplerine aktarılmıştır. Örnekler sonrasında 20 ml % 6'lık TCA ile 2 dk Ultra-Turax (T 25 Basic Ika-Werke, Staufen, Almanya) kullanılarak homojenize edilerek, Whatman No. 1 filtre kağıdı (Maidenstone, İngiltere) ile filtre edilmiştir. Elde edilen solüsyon distile su ile 50 ml'e tamamlanarak derivitasyon (türevlendirme) işlemine kadar derin dondurucuda (-18 °C) muhafaza edilmiştir.

Standart amin solüsyonunun hazırlanması: Çalışmada kullanılan bütün biyojen amin standartları Sigma–Aldrich (Münih, Almanya)'den sağlanmıştır. Triptamin hidroklorid (122.8 mg), putresin dihidroklorid (182.9 mg), 2-eniletilamin hidroklorid (130.1 mg), kadaverin dihidroklorid (171.4 mg), spermidin trihidroklorid (175.3 mg), spermin tetrahidroklorid (172.0 mg), histamin dihidroklorid (165.7 mg), tiramin hidroklorid (126.7 mg), 5-hidroksitriptamin (serotonin) (133.9 mg), 3-hidroksitiramin hidroklorid (dopamin) (123.8 mg), agmatin sülfat (175.4 mg), amonyum chlorid (296.9 mg) ve trimetilamin hidroklorid (161.7 mg) 10 mL ultra saf suda çözdürülmüştür. Her bir amin için serbest bazın son konsantrasyonu 10 mg/mL olmuştur.

Balık örneklerinin ve standart amin solüsyonlarının türevlendirme prosedürü: Türevlendirme maddesi olarak benzoil klorid kullanılmıştır. Standart amin solüsyonunu türevlendirmek için, her bir serbest baz standart solüsyonundan (10 mg/mL) 50 µL, (ekstrakte balık örneği için ise 2 mL) alınmıştır. Örnek üzerine 1 mL

2 M sodyum hidroksit ve 20 µl benzoil klorid (%2) eklendikten sonra 1 dk vortekste karıştırılmıştır. Reaksiyon karışımı 40 dk, oda sıcaklığında (24 °C) bırakılmıştır. Benzolasyon işlemi 2 mL doymuş sodyum hidroksit eki ile durdurularak, solüsyon iki kez 2 mL dietil eter ile ekstrakte edilmiştir. Karıştırma işleminden sonra üst organik faz temiz tüp içerisine alınarak azotta uçurulmuştur. Tüp içerisinde bulunan kalıntılar 1 mL asetonitrilde çözdürülerek, 20 µL örnek HPLC'e enjekte edilmiştir.

Kromatografik koşullar: Amin analizi için mobil faz, asetonitril ve HPLC ultra saf su olmuştur. Toplam aminlerin ayırım süresi 20 dk olmuştur. Biyojen amin ayırım işlemi gerçekleştirildikten sonra, başlangıç koşula dönmek için program 1 dk almaktadır. Enjeksiyon seviyesi 5 µl olup, 254 nm'de tespit gerçekleştirilmiştir.

Ekipman ve kolon: Biyojen amin analizi için bir SPD-M20A diode array dedektör (Shimadzu, Kyoto, Japan), iki kanallı gradient pompa (Shimadzu LC-10AT, Kyoto Japonya), autosampler (SIL 20AC, Shimadzu, Kyoto, Japonya), kolon fırını (CTO-20AC, Shimadzu, Kyoto, Japonya), FCV-11AL dalga birimli communication bus module (CBM-20A, Shimadzu, Kyoto, Japan) sahip Shimadzu Prominence HPLC cihazı (Shimadzu, Kyoto, Japonya) kullanılmıştır. Biyojen amin analizi için ters-fazlı Spherisorb 5 Si C18 pH-St, 250X4.6 mm kolon (Phenomenex, Macclesfield, Cheshire, İngiltere) kullanılmıştır.

3.2.2.3. Mikrobiyolojik analiz yöntemleri

Bütün mikrobiyal sayımlar 10 g örnek alınarak yapılmıştır. Tartılan miktarın 9 misli dilüsyon sıvısı 10^{-1} dilüsyon oluşturmak üzere ilave edilmiştir. Örnek üzerine 90 ml 0.01'lik peptonlu suya aktarılarak elde edilen 10^{-1} 'lik dilüsyondan diğer desimal dilüsyonlar hazırlanmıştır.

Toplam aerobik mezofilik bakteri sayımı:

Toplam aerobik mezofilik bakteri sayımında besiyeri olarak Plate Count Agar (PCA) kullanılmıştır. Hazırlanan dilüsyonlardan dökme plak yöntemi ile ekim yapılarak petri kutuları 30 °C'de 48 saat aerobik şartlarda inkübasyona bırakılmıştır.

İnkübasyon sonunda 20-300 arasında koloni ihtiva eden petri kutuları sayılarak toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı belirlenmiştir [Doğan ve Tükel, 2000].

Toplam koliform bakteri sayımı:

Toplam koliform grubu bakteri sayımı için besiyeri olarak Violet Red Bile Agar (VRB) kullanılmıştır. Hazırlanan dilüsyonlardan çift kat dökme plak yöntemi ile ekim yapılarak petri kutuları 30 °C'de 24 saat inkübe edilip oluşan koloniler sayılmıştır [Can, 2007].

E.coli sayımı:

E.coli sayımı için besiyeri olarak Chromocult Tryptone Bile X glucoronide (TBX) Agar kullanılmıştır. Hazırlanan dilüsyonlardan 1 ml ekim yapılarak dökme plak yöntemi ile ekim yapılan petri kutuları 44 °C'de 18-24 saat inkübe edilip oluşan mavi-yeşil renkli koloniler sayılmıştır [Anonymous, 2005].

3.2.2.4. Duyusal analizler

Ürünlerin duyusal değerlendirilmesinde, ön pişirme yapılarak -18 °C'de depolanan örnekler analiz günlerinde 180 °C'deki derin yağda kızartılmıştır. Yağın sıcaklığı gıda termometresi (Datronn TP3001, Guangdong, Çin) kullanılarak ölçülmüştür. Her ürün grubu için, görünüş, koku, renk, tat ve lezzet ile genel beğeni kriterleri kullanılıp; her özellik 10 puan üzerinden aylık olarak 8 panelist tarafından değerlendirilmiştir. Çalışmada Çizelge 3.2'de gösterilen duyusal değerlendirme formu kullanılmıştır [Paulus vd., 1979].

Çizelge 3.2. Krokelerin duyuusal değerlendirme formu

GÜMÜŞİ HAVUZ BALIĞI KROKETİ DUYUSAL DEĞERLENDİRME FORMU					
Panelist Adı:					
Tarih:					
Ürün Özellikleri					
Örnekler	Görünüş	Koku	Renk	Tat ve Lezzet	Genel Beğeni
KSK					
SK					
KK					
AsPIK					
AlPIK					
Varsa Önerileriniz Sayısal değerlendirme puanları: (Her bir özellik için)					
10-9	Çok İyi,	8-7 İyi,	6-5 Orta,	4-3 Kötü,	1-2 Çok Kötü

3.2.2.5. İstatistiksel analizler

Günlerin ve grupların karşılaştırılmasında tekrarlanan ölçümlü varyans analizi uygulanmıştır. Her bir grup için ölçüm zamanları arası farklılık ve her bir ölçüm zamanındaki gruplar arası farklılık tek yönlü varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Ortalamalar arası farklılığı ortaya koymak için Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Sonuçlar $p < 0.05$ önem seviyesinde anlamlı kabul edilmiştir. İstatistik analizlerde MedCalc 13.0 paket programı kullanılmıştır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmada, Çıldır Gölü'nde istilacı bir tür olan gümüşü havuz balığı (*C.gibelio*)'dan geleneksel surimi üretimi ve pH ayarlama (asit ve alkali uygulaması) yöntemi ile protein izolatlarından hazırlanan kroketlerin raf ömrünün belirlenmesi amacıyla, mikrobiyal ve duyuşal değerlendirmelerin yanı sıra besin kompozisyonu ve kimyasal kalite değişimleri incelenmiştir. Çalışmada ham materyalde, KSK, SK, KK, AsPİK ve AlPİK'in hazırlandığı ilk gün (0. gün) ve paketlenme yapıldıktan sonra, -18 °C'de depolama süresince 30., 60., 90. ve 120. günlerde analizler yapılmıştır.

4.1. KROKETLERİN BESİN KOMPOZİSYONU

4.1.1. % Ham Protein Oranı

Çalışmada KSK, SK, KK, AsPİK ve AlPİK'in besin kompozisyonunda meydana gelen değişimler depolama boyunca incelenmiş ve araştırmada elde edilen % ham protein sonuçları Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Krokelerin % ham protein değerlerinin günlere göre değişimi

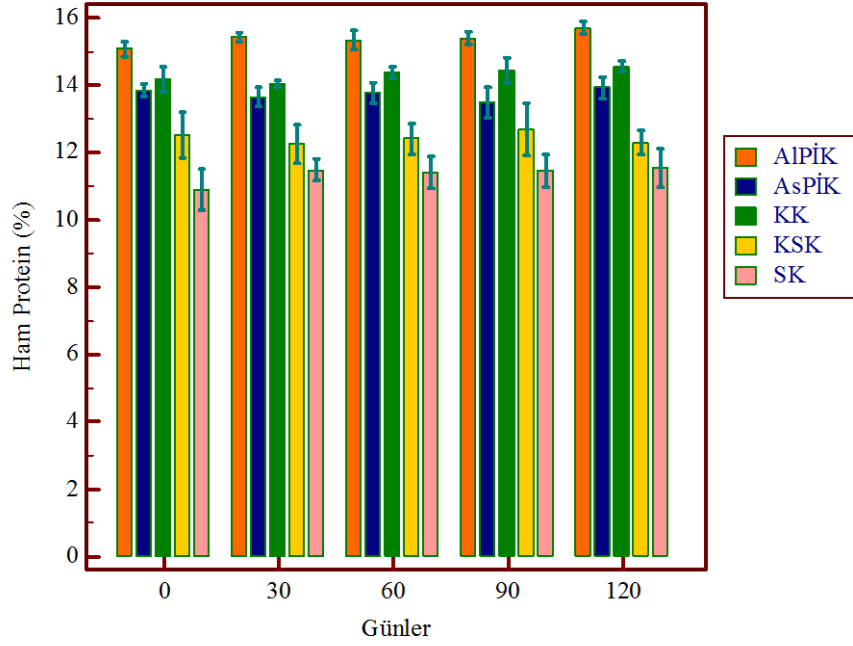
DEPOLAMA SÜRESİ	Ham Protein (%)				
	KSK $\bar{X} \pm S_x$	SK $\bar{X} \pm S_x$	KK $\bar{X} \pm S_x$	AsPİK $\bar{X} \pm S_x$	AlPİK $\bar{X} \pm S_x$
0. gün	12.53±0.69 ^{b,1}	10.89±0.65 ^{c,1}	14.18±0.38 ^{a,1}	13.85±0.19 ^{ab,1}	15.08±0.20 ^{a,1}
30. gün	12.26±0.60 ^{c,1}	11.49±0.35 ^{c,1}	14.06±0.02 ^{b,1}	13.64±0.32 ^{b,1}	15.42±0.12 ^{a,1}
60. gün	12.41±0.49 ^{c,1}	11.42±0.50 ^{c,1}	14.39±0.14 ^{ab,1}	13.78±0.30 ^{b,1}	15.33±0.23 ^{a,1}
90. gün	12.69±0.79 ^{cd,1}	11.46±0.52 ^{d,1}	14.45±0.41 ^{ab,1}	13.49±0.51 ^{bc,1}	15.40±0.09 ^{a,1}
120. gün	12.30±0.22 ^{c,1}	11.55±0.62 ^{c,1}	14.56±0.05 ^{b,1}	13.93±0.31 ^{b,1}	15.71±0.13 ^{a,1}

± Standart hatayı göstermektedir (n=6). Aynı satırda yer alan rakamlar üzerinde üstsel olarak gösterilen harfler gruplar arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0.05$); aynı sütunda yer alan rakamlar üzerindeki sayılar ise günler arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0.05$) belirtmektedir.

İşlenmemiş (ham) gümüşü havuz balığı filetolarında % 17.06±0.07 olarak saptanan ham protein oranı, krokletlerin hazırlandığı 0. gün; KSK'de %12.53±0.69, SK'de %10.89±0.65, KK'de %14.18±0.38, AsPİK'de % 13.85±0.19 ve AlPİK'de %15.08±0.20 değerine ulaşmıştır. Gümüşü havuz balığı ham materyalinde yüksek olan % ham protein değeri, surimi üretiminin yıkama aşamasında suda çözülür proteinlerin uzaklaştırılması ve tüm gruplara uygulanan ön kızartma işlemi ile 0. günde düşüş göstermiştir. Gruplar arasındaki % ham protein oranları arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı ($p<0.05$) bulunmuştur. Ham protein değerleri bakımından gruplardan KSK ile AlPİK arasındaki fark ve SK ile KK ve AlPİK arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Ham protein değerlerinin zamansal ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı ve ham protein için grup ile zaman etkileşiminin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$).

Krokletlerin % ham protein değerlerinin günlere göre değişimi Şekil 4.1'de verilmiştir. Depolama süresince tüm gruplardaki protein oranlarının 0. gün ile 120. gün arasında benzer değerler gösterdiği gözlenmiştir ($p>0.05$). Tüm gruplarda ölçüm yapılan 30, 60, 90 ve 120. günlerde belirlenen ham protein değerleri arasında artış ve azalışlar olmasına rağmen bu farkların istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$). Depolamanın tamamlandığı 120. günde en yüksek protein değeri %15.71±0.13 ile AlPİK'de elde edilirken bu grubu %14.56±0.05 ile KK, %13.93±0.31 ile AsPİK, %12.30±0.22 ile KSK ve %11.55±0.62 ile SK'nin izlediği belirlenmiştir. Buna göre proteinlerin eldesinde kullanılan yöntemler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olmamasına karşın, depolama sonunda en yüksek protein değeri alkali yardımıyla protein eldesi yönteminde tespit edilmiştir. Asit ve alkali yöntemler kullanılarak hazırlanan krokletlerin surimi metodu ile hazırlananlara göre daha iyi sonuç verdiği tespit edilmiştir. Surimi grubu krokletler içinde ise etin sadece yıkanması ile edilen kontrol surimi krokletlerin, kryoprotektanların ilave edildiği surimi kroketine göre daha yüksek %ham protein değerine sahip olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.1. Krokelerin % ham protein değerlerinin günlere göre değişimi

İzci, 2010 yılında Eğirdir Gölü'ndeki gümüşü havuz balığından hazırladığı krokelerin kalitesini incelediği çalışmasında, gümüşü havuz balığı ham materyalinde ve ön kızartma uygulanmış krokelerde protein değerlerini sırasıyla; %17.997±0.338 ve %15.577±0.382 olduğunu belirlemiştir [İzci, 2010]. Bu çalışmada gümüşü havuz balığı ham materyalinde ve KK'de sırasıyla %17.06±0.07 ve %13.85±0.19 olarak saptanan % ham protein değerleri Eğirdir Gölü'nde yapılan çalışmada elde edilen sonuçlar ile benzerlik göstermektedir.

Süle, 2011 yılında gümüşü havuz balığından surimi jeli yapımı ve 4±1°C'de depolanması esnasındaki kalite parametreleri değişimlerini belirlediği çalışmasında taze kıyma ve surimi jeli örneklerinin 0. gün ham protein, oranlarını sırasıyla, %18.51±0.76 ve %12.37±0.20 olarak belirlemiştir [Süle, 2011]. Söz konusu bu değerler, bu çalışmada ham materyalde ve SK'de belirlenen %17.06±0.07 ile %12.53±0.69 % ham protein değerleri ile örtüşmektedir.

Tokur vd., 2006 yılında aynalı sazan (*Cyprinus carpio*)'dan yıkama işlemi uygulayarak (surimi) ve uygulamadan (kıyma) hazırladıkları ve -18 °C'de depoladıkları krokelerin ham protein değerini %15.5 bulmuş iken; surimiden yapılan

kroketterde bu oranı %10.8 olarak belirlemişlerdir [Tokur vd., 2006]. Bu çalışmada KK'de belirlenen %14.18±0.38 ham protein değeri aynalı sazandan elde edilen sonuçlar ile örtüşmekte iken; yıkanarak hazırlanan KSK'deki %12.53±0.69 ham protein değeri ise aynalı sazan için belirlenen % ham protein oranına yakınlık göstermektedir.

Elyasi vd., 2010 yılında sazan kıyması ve surimisinden ürettikleri kroketterin kimyasal, mikrobiyal ve duysal kalitesindeki değişimleri inceledikleri çalışmalarında ham protein içeriğinin ham materyalde, ön kızartma uygulanmış kıyma ve surimi kroketterinde sırasıyla; %17.38±0.45, %17.70±0.79 ve %12.09±0.45 olduğunu belirlemişlerdir [Elyasi vd., 2010]. Söz konusu bu değerler, çalışmada ham materyalde ve SK'de belirlenen %17.06±0.07 ile %12.53±0.69 % ham protein değerleri ile benzerlik göstermektedir.

Çaklı vd., 2005 yılında farklı balık türlerinden hazırlanan kroketterin kalitelerini inceledikleri çalışmalarında sudak balığı etindeki ve kroketterdeki % ham protein değerini sırasıyla %16.36±0.21 ve %15.75±0.21 olarak tespit etmişlerdir [Çaklı vd., 2005]. Bu araştırmada gümüşi havuz balığı ham materyali ve KK'inde sırasıyla %17.38±0.45 ve 14.18±0.38 olarak tespit edilen % ham protein değerlerinin sudak balığı için belirlenen değerler ile yakın olduğu görülmektedir.

Er, 2007 yılında sazandan geleneksel surimi ve yeni geliştirilen pH ayarlama (asit ve alkali uygulaması) yöntemleri ile elde edilen proteinler arasındaki farklılıkları incelediği çalışmada kıyma, asit protein izolatu, alkali protein izolatu ve surimi örneklerinde ham protein değerlerini sırasıyla, %23.14, %16.96, %15.28 ve %11.60 olarak belirlemiştir [Er, 2007]. Bu çalışmada AİPIK ve SK için %15.08±0.20 ve %10.89±0.65 olarak belirlenen % ham protein değerleri sazanda elde edilen sonuçlar ile benzerlik göstermektedir. Buna karşın KK ve AsPIK'de tespit ettiğimiz %14.18±0.38 ve %13.85±0.19 olarak tespit edilen % ham protein değerlerinin sazandan elde edilen değerlerden düşük olduğu görülmektedir.

Azadian vd., 2012 yılında gümüş sazanından üretilen balık protein izolatlarının (BPI) ve surimilerin fizikokimyasal özelliklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında işleme metotlarındaki farklılıktan dolayı geleneksel suriminin protein içeriğinin balık protein izolatından daha düşük olduğunu belirlemişlerdir [Azadian vd., 2012]. Bu çalışmada surimi kroketlerin de benzer şekilde asit ve alkali protein izolatu kroketlerinden daha düşük proteine sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu farklılığa surimi hazırlanması sırasında uygulanan yıkama işleminde suda çözülebilen sarkoplazmik proteinlerin azalmasına karşın; protein izolatlarının üretiminde sarkoplazmik ve miyofibriler proteinlerin son üründe kalmasının neden olduğu düşünülmektedir.

4.1.2. % Lipit İçeriği

Hazırlanan kroketlerin KSK, SK, KK, AsPİK VE AIPİK'in depolama boyunca % lipit oranlarında meydana gelen değişimler Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Krokelerin % ham lipit değerlerinin günlere göre değişimi

DEPOLAMA SÜRESİ	Ham Lipit (%)				
	KSK $\bar{X} \pm S_x$	SK $\bar{X} \pm S_x$	KK $\bar{X} \pm S_x$	AsPİK $\bar{X} \pm S_x$	AIPİK $\bar{X} \pm S_x$
0. gün	7.75±1.08 ^{a,1}	7.73±0.66 ^{a,1}	9.12±0.02 ^{a,1}	8.69±0.78 ^{a,1}	8.54±0.07 ^{a,1}
30. gün	7.37±0.98 ^{ab,1}	6.60±0.87 ^{b,1}	8.41±0.25 ^{ab,12}	8.65±0.49 ^{a,1}	8.25±0.38 ^{ab,1}
60. gün	7.09±1.11 ^{a,1}	7.15±0.82 ^{a,1}	7.63±0.17 ^{a,2}	8.88±0.51 ^{a,1}	8.65±0.45 ^{a,1}
90. gün	7.15±1.27 ^{b,1}	7.86±0.80 ^{ab,1}	8.25±0.55 ^{ab,12}	9.44±0.61 ^{a,1}	9.49±0.48 ^{a,1}
120. gün	7.13±1.10 ^{ab,1}	6.59±0.61 ^{b,1}	8.78±0.40 ^{ab,1}	9.13±0.81 ^{a,1}	8.82±0.81 ^{ab,1}

± Standart hatayı göstermektedir (n=6). Aynı satırda yer alan rakamlar üzerinde üstsel olarak gösterilen harfler gruplar arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0.05$); aynı sütunda yer alan rakamlar üzerindeki sayılar ise günler arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0.05$) belirtmektedir.

Ham gümüşü havuz balığı filetoalarında % 2.31±0.07 olarak saptanan ham lipit oranı, kroketlerin hazırlandığı 0. gün; KSK'da %7.75±1.08, SK'da %7.73±0.66, KK'da %9.12±0.02, AsPİK'de % 8.69±0.78 ve AIPİK'de %8.54±0.07 değerine ulaşmıştır. Gruplar arasındaki % ham lipit oranları arasındaki farklılık istatistiksel

olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$).

Yapılan analizlerde ham lipit değerlerinde depolama süresince istatistiksel olarak önemli bir değişikliğin olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Ham lipit değerleri için grup ile zaman etkileşiminin de istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$).

Depolama süresince tüm gruplardaki lipit oranlarının 0. gün ile 120. gün arasında benzer değerler gösterdiği saptanmıştır ($p>0.05$). Tüm gruplarda ölçüm yapılan 30., 60., 90. ve 120. günlerde belirlenen ham lipit değerleri arasında artış ve azalışlar olmasına rağmen bu farkların istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$). Depolamanın tamamlandığı 120. günde en yüksek lipit değeri 9.13 ± 0.81 ile AsPIK'de elde edilirken bu grubu 8.82 ± 0.81 ile AIPİK, 8.78 ± 0.40 ile KK, 7.13 ± 1.10 ile KSK ve 6.59 ± 0.61 ile SK'nin izlediği belirlenmiştir.

İzci, 2010 yılında gümüşü havuz balığı ham materyalinde ve ön pişirilmiş krokotlerde lipit değerlerini sırasıyla; 4.627 ± 0.323 ve 10.507 ± 0.116 olarak tespit etmiştir [İzci, 2010]. Söz konusu değerler bu çalışmada, ham materyalde 2.31 ± 0.20 ; KK'de ise 9.12 ± 0.02 olarak tespit edilmiştir.

Süle, 2011 yılında gümüşü havuz balığı taze kıyması ve surimi jeli örneklerinde ham lipit oranlarını sırasıyla, 3.78 ± 0.14 ve 1.88 ± 0.07 olarak belirlemiştir [Süle, 2011]. Bu çalışmada ham materyal ve SK'de % ham lipit değerleri ise 2.31 ± 0.20 ve 7.73 ± 0.66 olarak tespit edilmiştir.

Tokur vd., 2006 yılında aynalı sazan kıyma ve surimisinden hazırladıkları krokotlerde ham lipit değerini sırasıyla 6.00 ve 2.14 olarak belirlemişlerdir [Tokur vd., 2006]. Bu çalışmada KK ve KSK'de % ham lipit değerleri 9.12 ± 0.02 ve 7.75 ± 1.08 olarak belirlenmiştir.

Elyasi vd., 2010 yılında sazan kıyması ve surimisinden ürettikleri krokotlerin ham lipit içeriğinin ham materyalde, ön kızartılmış kıyma ve surimi krokotlerinde sırasıyla; %4.58±0.42, %5.58±0.44 ve %4.01±0.38 olduğunu belirlemişlerdir [Elyasi vd., 2010]. Söz konusu % lipit değerleri bu çalışmada ham materyalde %2.31±0.20; SK'de %7.73±0.66 ve KK'de %9.12±0.02 olarak saptanmıştır.

Abdelaal vd., 2014 yılında sazandan surimi üretimi üzerine yaptıkları çalışmalarında sazan kıymasının lipit içeriğini %2.90±0.15 olarak belirlemiş iken suriminin lipit içeriğini %1.50±0.10 olarak tespit etmişlerdir [Abdelaal vd., 2014]. Bu çalışmada gümüşi havuz balığı ham materyalinde ve SK'de lipit içeriği %2.31±0.20 ve %7.75±1.08 olarak saptanmıştır. Sonuçlarımızın ham materyal değerleri açısından sazanda belirlenenler ile uyumlu olduğu; SK'de ise ön kızartma işlemine tabi tutulmasından dolayı daha yüksek olduğu görülmüştür.

Çaklı vd., 2005 yılında yaptıkları çalışmada sudak etinde ve krokotlerinde % ham lipit değerlerinin sırasıyla %0.68±0.12 ve %4.28±0.17 olduğunu saptamışlardır [Çaklı vd., 2005]. Bu araştırmada gümüşi havuz balığı ham materyali ve KK'de % ham lipit değerinin %2.31±0.20 ve %9.12±0.02 olduğu belirlenmiştir. Söz konusu değerler arasındaki farklılıkta; balık türlerinin, avlanan mevsim ve bölge ile krokotlere ilave edilen katkı maddelerinin farklı olmasının etkili olduğu düşünülmektedir.

Er, 2007 yılında sazandan geleneksel surimi ve pH ayarlama (asit ve alkali uygulaması) yöntemleri ile elde edilen proteinlerin % ham lipit değerlerini kıyma, asit protein izolat, alkali izolat ve surimi örneklerinde sırasıyla, %4.771±0.252, %1.074±0.261, %0.611±0.053 ve %1.848±0.087 olarak belirlemiştir [Er, 2007]. Bu çalışmada sırasıyla %9.12±0.02, %8.69±0.78, %8.54±0.07 ve %7.73±0.66 olarak belirlenen % ham lipit değerlerinin sazanda tespit edilen sonuçlardan yüksek olduğu görülmektedir. Bu farklılık hazırlanan krokotlerin ön pişirme esnasında bir miktar yağı absorbe etmesinden kaynaklanmaktadır.

Balıklarda yağ oranı, türe, cinsiyete, yaşa, beslenme durumuna ve yaşadığı ortama bağlı olarak değişmektedir. Ayrıca dişi balıklarda yumurtlama öncesi yağ oranı çok yüksek iken, yumurtlama sırasında gerekli enerjiyi vücudundaki yağdan aldığından, yağlarda büyük bir yıkım olduğu ve yağ oranının büyük miktarda düştüğü belirtilmektedir [Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999]. Zengin vd. tarafından 2013 yılında yapılan çalışmada Çıldır Gölü'ndeki *C. gibelio* popülasyonunun üreme döneminin erken yaz (Haziran) ile erken güz (Eylül) arasında olduğu bildirilmektedir [Zengin vd., 2013]. Çalışmada kullanılan gümüşü havuz balığının Mayıs ayında avlanıldığı düşünüldüğünde ham materyalin yağ oranının düşük olmasında bu faktörlerin etkili olduğu düşünülmektedir.

El-Sahn vd., 1990 yılında farklı işleme metotlarının gümüş balığının (*Atherina mochon*) besin kompozisyonu üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmalarında kızartılan balıkların yağı absorbe etmeleri nedeni ile lipit değerlerinin ham materyal ile kıyaslandığında daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir [El-Sahn vd., 1990]. Çaklı vd. 2005 yılında farklı balık türlerinden üretilen krokotlerin kalitesini inceledikleri çalışmalarında mezgit (*Merlangius merlangus*) ve sudak (*Sander lucioperca*)'dan hazırlanan krokotlerin balık filetolarına göre daha yüksek oranda yağ içerdiğini tespit etmişlerdir [Çaklı vd., 2005]. Bu çalışma sonucunda tüm krokot gruplarının başlangıç yağ oranlarının ham materyalden yüksek bulunması diğer çalışmalarda elde edilen sonuçlar ile uyumlu gözükmektedir.

4.1.3. % Nem Oranı

Gümüşü havuz balığından hazırlanan KSK, SK, KK, AsPİK ve AİPİK'de depolama boyunca % nem oranlarında meydana gelen değişimler Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Gümüşü havuz balığının % nem değerinin ham materyalde 77.41 ± 0.09 ile en yüksek değere sahip olduğu belirlenmiştir. Krokotlerin hazırlandığı 0. günde gruplar arasında en yüksek değer 66.63 ± 1.05 ile KSK'de gözlenmiş olup; bu grubu 62.42 ± 2.72 ile AİPİK; 60.39 ± 2.36 ile KK; 59.90 ± 2.15 ile AsPİK ve

%58.94±1.77 ile SK'nin izlediği tespit edilmiştir. Nem değerlerinin zamansal ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($p>0.05$).

Çizelge 4.3. Krokotlerin % nem değerlerinin günlere göre değişimi

DEPOLAMA SÜRESİ	Nem (%)				
	KSK $\bar{X} \pm S_x$	SK $\bar{X} \pm S_x$	KK $\bar{X} \pm S_x$	AsPİK $\bar{X} \pm S_x$	AlPİK $\bar{X} \pm S_x$
0. gün	66.63±1.05 ^{a,1}	58.94±1.77 ^{b,1}	60.39±2.36 ^{ab,1}	59.90±2.15 ^{b,1}	62.42±2.72 ^{ab,1}
30. gün	64.60±0.76 ^{a,1}	59.21±1.07 ^{b,1}	58.98±1.28 ^{b,1}	58.56±1.51 ^{b,1}	59.79±0.22 ^{b,1}
60. gün	62.95±2.11 ^{a,1}	60.35±0.68 ^{ab,1}	60.67±1.39 ^{ab,1}	58.55±1.42 ^{b,1}	59.64±0.26 ^{ab,1}
90. gün	64.69±0.59 ^{a,1}	59.20±0.85 ^{b,1}	59.83±1.55 ^{b,1}	59.42±1.31 ^{b,1}	59.21±0.14 ^{b,1}
120. gün	62.14±3.13 ^{a,1}	61.47±0.40 ^{a,1}	58.93±1.50 ^{a,1}	58.46±1.88 ^{a,1}	59.34±0.53 ^{a,1}

± Standart hatayı göstermektedir (n=6). Aynı satırda yer alan rakamlar üzerinde üstsel olarak gösterilen harfler gruplar arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0.05$); aynı sütunda yer alan rakamlar üzerindeki sayılar ise günler arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0.05$) belirtmektedir.

Bunun yanısıra % nem değerleri için gruplar ile zaman etkileşiminin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$). Gruplar arasında ise % nem değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Depolama süresince tüm gruplardaki % nem değerlerinin 0. gün ile 120. gün arasında benzerlik gösterdiği belirlenmiştir ($p>0.05$). Depolamanın tamamlandığı 120. günde en yüksek nem değeri %62.14±3.13 ile KSK'da elde edilirken, bu grubu %61.47±0.40 ile SK, %59.34±0.53 ile AlPİK, %58.93±1.50 ile KK ve %58.46±1.88 ile AsPİK'in izlediği belirlenmiştir. KSK ve SK gruplarında uygulanan yıkama işlemi bu iki grupta nem değerlerinin yüksek olmasına neden olmuştur.

İzci, 2010 yılında yapmış olduğu çalışmasında gümüşi havuz balığı ham materyalinde % nem içeriğinin %76.243±0.392, ön pişirilmiş krokotlerde ise %56.543±0.113 olduğunu belirtmiştir [İzci, 2010]. Elde edilen bu sonuçlar, bu çalışmada ham materyalde %77.41±0.09 ve KK'de %60.39±2.36 olarak tespit edilen % nem değerleri ile benzerlik göstermektedir.

Süle, 2011 yılında *C. gibelio* taze kıyması ve surimi jeli örneklerinde % nem oranlarını sırasıyla, 83.84 ± 0.16 ve 76.04 ± 0.70 olarak belirlemiştir [Süle, 2011]. Bu çalışmada ham materyalde ve SK'de tespit edilen 77.41 ± 0.09 ve 58.94 ± 1.77 olan % nem değerleri, kıyma ve surimi jelinde tespit edilen değerlerden düşük bulunmuştur.

Tokur vd., 2006 yılında aynalı sazan kıyma ve surimisinden hazırladıkları kroketlerde % nem değerlerini sırasıyla 68.50 ve 70.23 olarak belirlemiştir [Tokur vd., 2006]. Çalışmada KK ve KSK'de % nem değerleri 60.39 ± 2.36 ve 66.63 ± 1.05 olarak belirlenmiştir.

Elyasi vd., 2010 yılında sazan kıyması ve surimisinden ürettikleri kroketlerin % nem içeriğinin ham materyalde, ön pişirilmiş kıyma ve surimi kroketlerinde sırasıyla; 76.65 ± 0.43 , 66.10 ± 0.73 ve 70.08 ± 0.70 olduğunu tespit etmişlerdir [Elyasi vd., 2010]. Bu çalışmada % nem içerikleri ham materyalde 77.41 ± 0.09 ; KK'de 60.39 ± 2.36 ve SK'de 66.63 ± 1.05 olarak belirlenmiş olup, bu değerlerin sazanda elde edilen sonuçlar ile yakın değerler olduğu görülmektedir.

Çaklı vd., 2005 yılında farklı balık türlerinden üretilen kroketlerin kalitesini inceledikleri çalışmalarında sudak etinin ve kroketinin % nem oranını sırasıyla 82.00 ± 0.36 ve 69.73 ± 3.66 olarak tespit etmişlerdir [Çaklı vd., 2005]. Bu araştırmada % nem içerikleri, ham materyalde 77.41 ± 0.09 ; KK'de ise 60.39 ± 2.36 olarak belirlenmiştir.

Nem içeriğinin diğer çalışmalarda belirlenen değerlerden düşük olmasının en temel nedenlerinden birinin kroketlerin içerisine katılan buğday unu gibi katkı maddelerinin bir miktar suyu bağlamasından kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Ayrıca surimilerin yıkama aşamalarından sonra presleme aşamasında üründen uzaklaştırılan su miktarının eşit olmaması da, surimi grubu kroketlerde nem değerinin yüksek olmasına neden olduğu düşünülmektedir. Bunun yanısıra uygulanan ön kızartma işlemi de kroketlerin nem miktarının düşmesinde etkili olmuştur.

Er, 2007 yılında sazandan geleneksel surimi ve pH ayarlama (asit ve alkali uygulaması) yöntemleri ile elde edilen proteinlerin % nem değerlerini kıyma, asit protein izolatu, alkali protein izolatu ve surimi örneklerinde sırasıyla, %76.072±0.087, %82.604±3.267, %84.592±2.368 ve %76.229±3.052 olarak tespit etmiştir [Er, 2007]. Çalışmada sırasıyla %60.39±2.36, %59.90±2.15, %62.42±2.72 ve %58.94±1.77 olarak belirlenen % ham lipit değerlerinin sazanda belirlenen sonuçlardan düşük olduğu görülmektedir. Bu farklılıklar, sazanda yapılan çalışmadaki sonuçların herhangi bir katkı eklenmemiş ve ön kızartma işlemine tabi tutulmamış örneklerde tespit edilmesinden kaynaklanmaktadır.

4.1.4. % Ham Kül Oranı

KSK, SK, KK, AsPİK ve AlPİK'in depolama boyunca % ham kül oranlarında meydana gelen değişimler Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Krokotlerin % ham kül değerlerinin günlere göre değişimi

DEPOLAMA SÜRESİ	Ham Kül (%)				
	KSK $\bar{X} \pm S_x$	SK $\bar{X} \pm S_x$	KK $\bar{X} \pm S_x$	AsPİK $\bar{X} \pm S_x$	AlPİK $\bar{X} \pm S_x$
0. gün	1.65±0.04 ^{a,1}	2.05±0.05 ^{a,1}	1.80±0.22 ^{a,1}	1.83±0.08 ^{a,1}	1.90±0.05 ^{a,1}
30. gün	2.04±0.04 ^{a,2}	2.08±0.00 ^{a,1}	2.24±0.09 ^{a,2}	2.11±0.05 ^{a,2}	2.06±0.04 ^{a,12}
60. gün	2.08±0.04 ^{a,2}	2.17±0.02 ^{a,1}	2.47±0.08 ^{b,2}	2.11±0.02 ^{a,2}	2.12±0.01 ^{a,2}
90. gün	2.00±0.01 ^{a,2}	2.24±0.06 ^{b,1}	2.32±0.05 ^{b,2}	2.04±0.03 ^{a,2}	2.05±0.01 ^{a,12}
120. gün	2.16±0.04 ^{a,2}	2.07±0.02 ^{a,1}	2.31±0.02 ^{b,2}	2.04±0.01 ^{a,2}	2.09±0.03 ^{a,12}

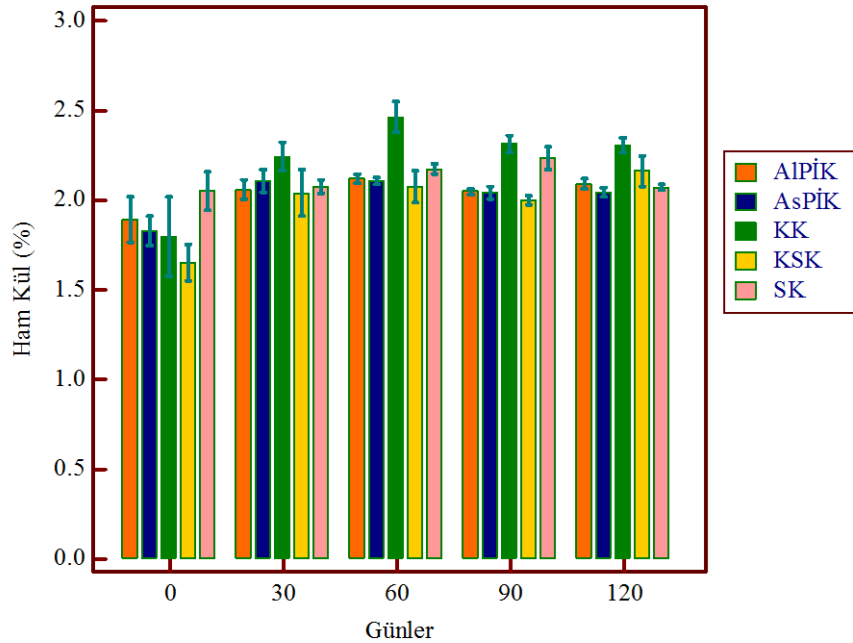
± Standart hatayı göstermektedir (n=6). Aynı satırda yer alan rakamlar üzerinde üstsel olarak gösterilen harfler gruplar arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0.05$); aynı sütunda yer alan rakamlar üzerindeki sayılar ise günler arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0.05$) belirtmektedir.

Gümüşü havuz balığı ham materyalinde ham kül değeri %1.16±0.05 olarak kaydedilirken, krokotlerin hazırladığı 0. günde SK, AlPİK, AsPİK, KK ve KSK gruplarında sırasıyla, %2.05±0.05, %1.90±0.05, %1.83±0.08, %1.80±0.22 ve %1.65±0.04 olarak belirlenmiştir. Ham kül değerleri bakımından gruplar arasındaki

istatistiksel farklılığında önemli olmadığı saptanmıştır ($p>0.05$).

Gruplar arasında önemli bir fark olmamasına karşın 120. gün sonunda en yüksek ham kül değeri 2.16 ± 0.04 ile KSK'de belirlenmiştir. Bu grubu sırasıyla, 2.31 ± 0.02 ile KK, 2.09 ± 0.03 ile AİPİK, 2.07 ± 0.02 ile SK ve 2.04 ± 0.01 ile AsPİK'in izlediği tespit edilmiştir.

Yapılan analizler sonucunda ham kül değerlerinin zamana bağlı ölçümleri arasında anlamlı bir istatistiksel farklılık olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Buna göre, 0. gün ile 30., 60., 90. ve 120. günler arasında; 30. gün ile 60. gün arasında ve 60.gün ile 120. günler arasında istatistiksel farkın önemli olduğu tespit edilmiştir. Buna karşın ham kül değerlerinin grup ile zaman etkileşimi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır ($p>0.05$). Krokelerin % ham kül değerlerinin günlere göre değişimi Şekil 4.2'de verilmiştir.



Şekil 4.2. Krokelerin % ham kül değerlerinin günlere göre değişimi

İzci, 2010 yılında gümüşü havuz balığı ham materyalinde ve ön pişirilmiş krokelerde % ham kül değerlerinin sırasıyla; 0.933 ± 0.029 ve 2.027 ± 0.113 olarak belirlemiştir [İzci, 2010]. Söz konusu değerlerin, bu çalışmada gümüşü havuz balığı ham materyalinde 1.16 ± 0.05 ve KK'de 1.80 ± 0.22 olarak belirlenen % ham

kül değerlerine yakın olduğu görülmektedir.

Süle, 2011 yılında yaptığı çalışmasında *C. gibelio* taze kıyması ve surimi jeli örneklerinde % ham kül değerlerini sırasıyla, 1.13 ± 0.02 ve 0.95 ± 0.03 olarak tespit etmiştir [Süle, 2011]. Bu çalışmada ham materyalde ve SK'de % ham kül değerleri sırasıyla 1.16 ± 0.05 ve 2.05 ± 0.05 olarak saptanmıştır.

Tokur vd., 2006 yılında aynalı sazan kıyma ve surimisinden hazırladıkları krokotlerde % ham kül oranlarını sırasıyla 2.20 ve 1.84 olarak belirlemişlerdir [Tokur vd., 2006]. Bu araştırmada % ham kül değerlerinden KK'de belirlenen 1.80 ± 0.22 değeri aynalı sazanda belirlenen değerler ile örtüşmemekte iken; KSK'de 1.65 ± 0.04 olarak tespit edilen ham kül oranı aynalı sazan balığında belirlenen % ham kül değeri ile benzerlik göstermektedir.

Elyasi vd., 2010 yılında sazan kıyması ve surimisinden ürettikleri krokotlerin % ham kül içeriğinin ham materyalde, ön pişirilmiş kıyma ve surimi krokotlerinde sırasıyla; 4.33 ± 0.57 , 6.50 ± 0.00 ve 4.47 ± 0.25 olduğunu belirlemişlerdir [Elyasi vd., 2010]. Çaklı vd. 2005 yılında sudak etindeki ve krokotindeki % ham kül değerlerini sırasıyla, 2.00 ± 0.35 ve 2.75 ± 0.51 olarak tespit etmişlerdir [Çaklı vd., 2005]. Bu çalışmada % ham kül değerleri ham materyalde 1.16 ± 0.05 ; SK'de 2.05 ± 0.05 ve KK'de 1.80 ± 0.22 olarak belirlenmiş olup bu değerlerin sazanda ve sudak da elde edilen sonuçlardan daha düşük olduğu görülmektedir.

Abdelaal vd. 2014 yılında sazan ile yaptıkları çalışmalarında kıymanın % ham kül değerini 0.99 ± 0.01 , suriminin değerini ise 0.24 ± 0.04 olarak belirlemişlerdir [Abdelaal vd., 2014]. Bu araştırma sonucunda % ham kül değerleri ham materyalde 1.16 ± 0.05 ve SK'de 2.05 ± 0.05 olarak belirlenmiştir.

Bu çalışma sonucunda tüm gruplarda krokotler hazırlandıktan sonra % ham kül içeriğinin arttığı belirlenmiştir. Yapılan diğer çalışmalarda da benzer sonuçların tespit edildiği görülmektedir [El-Sahn vd., 1990; Çaklı vd., 2005]. Bu artışta krokotlerin hazırlanması esnasında ilave edilen buğday unu, baharatlar gibi katkı maddeleri önemli rol oynamaktadır.

4.2. KROKETLERİN KİMYASAL KALİTELERİNDE MEYDANA GELEN DEĞİŞİMLER

4.2.1. Tiyobarbitürik asit (TBA) Sayısında Meydana Gelen Değişimler

KSK, SK, KK, AsPİK ve AlPİK'in 120. güne kadar ölçülen TBA (mg MA/kg) miktarları Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Krokelerin tiyobarbitürik asit (TBA) sayısının günlere göre değişimi

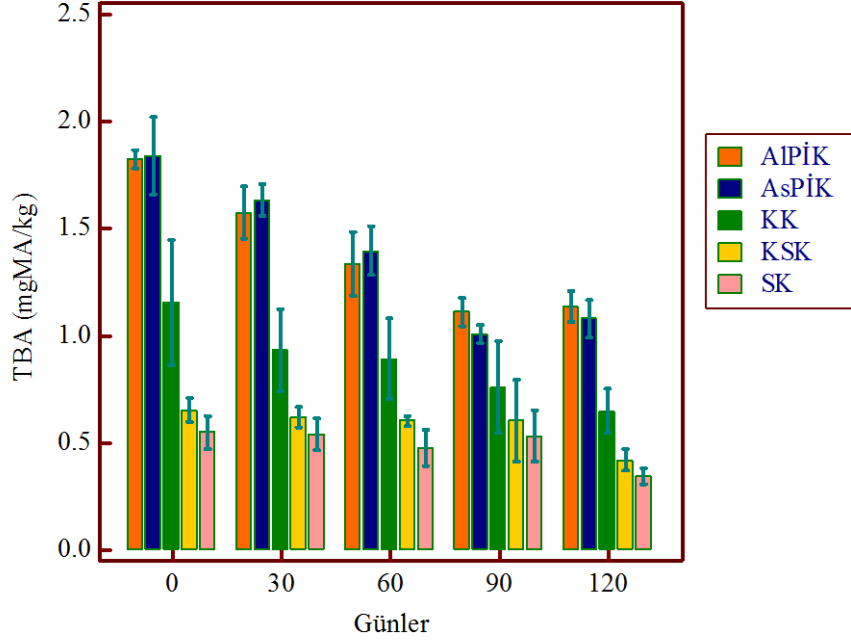
DEPOLAMA SÜRESİ	TBA (mg MA/kg)				
	KSK $\bar{X} \pm S_x$	SK $\bar{X} \pm S_x$	KK $\bar{X} \pm S_x$	AsPİK $\bar{X} \pm S_x$	AlPİK $\bar{X} \pm S_x$
0. gün	0.65±0.05 ^{a,1}	0.55±0.09 ^{a,1}	1.16±0.33 ^{b,1}	1.84±0.20 ^{c,4}	1.82±0.04 ^{c,3}
30. gün	0.62±0.04 ^{ab,1}	0.54±0.08 ^{a,1}	0.93±0.21 ^{b,1}	1.64±0.06 ^{c,34}	1.57±0.13 ^{c,23}
60. gün	0.61±0.01 ^{ab,1}	0.48±0.10 ^{a,1}	0.89±0.21 ^{b,1}	1.40±0.11 ^{c,23}	1.34±0.16 ^{c,12}
90. gün	0.60±0.21 ^{ab,1}	0.53±0.14 ^{a,1}	0.76±0.24 ^{abc,1}	1.01±0.03 ^{bc,1}	1.11±0.07 ^{c,1}
120. gün	0.42±0.05 ^{a,1}	0.35±0.04 ^{a,1}	0.65±0.11 ^{b,1}	1.08±0.08 ^{c,12}	1.14±0.06 ^{c,1}

± Standart hatayı göstermektedir (n=6). Aynı satırda yer alan rakamlar üzerinde üstsel olarak gösterilen harfler gruplar arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0.05$); aynı sütunda yer alan rakamlar üzerindeki sayılar ise günler arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0.05$) belirtmektedir.

Gümüşü havuz balığı ham materyalinde TBA değeri 0.71±0.09 mg MA/kg olarak kaydedilirken, kroketlerin hazırlandığı 0. günde, KSK, SK, KK, AlPİK ve AsPİK gruplarında sırasıyla, 0.65±0.05, 0.55±0.09, 1.16±0.33, 1.82±0.04, 1.84±0.20 mg MA/kg olarak belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel değerlendirmeler sonucunda TBA değerleri bakımından gruplar arasında SK ile AsPİK ve AlPİK grupları arasındaki istatistiksel farkın önemli olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Depolama süresince gruplarda meydana gelen TBA sayısındaki değişim ise Şekil 4.5.'te gösterilmiştir. Bunun yanı sıra TBA için gruplar ile zaman etkileşiminin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$).

TBA değerlerinin ölçüm günleri arasındaki ilişki incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık belirlenmiştir ($p<0.05$). 0. gün ile 30., 60., 90. ve 120.

günler arasında; 30.gün ile 60. ve 120. günler arasında istatistiksel fark olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Ayrıca, 60. gün ile 120. gün arasındaki istatistiksel farkın önemli olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Krokelerin tiyobarbütirik asit (TBA) sayısının günlere göre değişimi Şekil 4.3'te verilmiştir.



Şekil 4.3. Krokelerin tiyobarbütirik asit (TBA) sayısının günlere göre değişimi

Yağlardaki acılaştırmanın belirlenmesi için kullanılan tiyobarbitürik asit (TBA) değerinin çok iyi bir materyalde 3'ten az, iyi bir materyalde 5'ten fazla olmaması gerektiği, TBA'nın balık etinde 4 mg MA/kg'ı aştığı durumda acılaştırmanın başladığı tüketilebilirlik sınır değerinin ise 7–8 mg MA/kg arasında olduğu bildirilmiştir [Curran vd., 1980; Varlık vd., 1993].

Depolamanın tamamlandığı 120. günde en yüksek TBA değerleri 1.14 ± 0.06 mg MA/kg ile AİPİK'de elde edilirken bu grubu 1.08 ± 0.08 mg MA/kg ile AsPİK, 0.65 ± 0.11 mg MA/kg ile KK, 0.42 ± 0.05 mg MA/kg ile KSK ve 0.35 ± 0.04 mg MA/kg ile SK'nin izlediği belirlenmiştir. Elde ettiğimiz bu sonuçlar tüm kroket gruplarının depolamanın ilk gününden 120. gün sonuna kadar “çok iyi ürün” özelliğini koruduğunu göstermektedir. KSK ve SK'in, diğer gruplarla karşılaştırıldığında depolama süresince lipit içeriklerinin düşük olmasına paralel olarak TBA değerlerinin de diğer gruplardan düşük olduğu belirlenmiştir.

İzci, 2010 yılında yapmış olduğu çalışmasında gümüşü havuz balığı ham materyalinde ve ön pişirilmiş krokotlerde TBA değerlerini sırasıyla; 0.193 ± 0.033 mg MA/kg ve 0.337 ± 0.018 mg MA/kg olarak belirlemiştir [İzci, 2010]. Bu çalışmada TBA değerleri gümüşü havuz balığı ham materyali ve KK'de 0.71 ± 0.09 mg MA/kg ve 1.16 ± 0.33 mg MA/kg olarak saptanmıştır.

Süle, 2011 yılında yaptığı çalışmasında *C. gibelio*'dan hazırladığı surimi jelinin başlangıç TBA değerinin 4.28 ± 0.04 mg MA/kg, bu değer 90 günlük depolama süresi sonunda 5.09 ± 0.38 mg MA/kg olduğunu tespit etmiştir. Söz konusu değerlerin yüksek olmasının örneklerin $+4$ °C'de depolanmasından kaynaklandığı düşünülmektedir [Süle, 2011]. Bu çalışmada SK'de 0.55 ± 0.09 mg MA/kg olan TBA değeri 120. gün sonunda 0.35 ± 0.04 mg MA/kg olarak belirlenmiştir. TBA değeri yağların acılaşıma göstergesi olup, ürünün sahip olduğu yağ oranına bağlı olarak değişmektedir. Araştırmada, SK'nın yağ değerleri ile elde edilen TBA değerleri paralellik göstermekte olup, yağ oranının depolama sonunda azaldığı saptanmıştır. Bu duruma her ne kadar tamamen homojen bir karışım yapılmaya çalışıldıysa da ürünlere ilave edilen buğday unu gibi katkı maddelerinin ürün içinde homojen dağılımının sağlanamamasının neden olduğu düşünülmektedir. Katkı maddelerinin homojen dağılmaması ürünlerin ön kızartma işlemi sırasında çektiği yağ miktarını da etkilemiştir.

Abdelaal vd. 2014 yılında sazan surimileri üzerine yaptığı çalışmasında TBA değerlerini kıymada 8.16 ± 0.05 mg MA/kg, surimide ise 2.52 ± 0.34 mg MA/kg olarak belirlemiştir [Abdelaal vd., 2014]. Bu çalışmada TBA değerleri ham materyalde 0.71 ± 0.09 mg MA/kg ve SK'de 0.55 ± 0.09 mg MA/kg olarak tespit edilmiştir. Çalışma sonuçları sazan surimilerinde belirlenen değerlerle örtüşmemekte olup, bu farklılığın, çalışmada kullanılan sazanın yağ oranının yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Özyurt vd. 2014 yılında eksi balığı (*Equulites klunzingeri*)'ndan elde ettiği asit ve alkali protein izolatları ile hazırlanan yenilebilir kaplamaların gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nin soğuk ve dondurarak depolanması süresince kalitesini ve raf ömrünü inceledikleri çalışmalarında başlangıç TBA değerinin

0.50±0.01 mg MA/kg olduğunu, 3 aylık depolama sonunda kontrol, asit ve alkali protein ile kaplı gruplarda sırasıyla 1.04±0.04 mg MA/kg, 0.85±0.07 mg MA/kg ve 0.92±0.03 mg MA/kg olduğunu tespit etmişlerdir [Özyurt vd., 2014]. Bu çalışma sonucunda ise başlangıçta 0.71±0.09 mg MA/kg olan TBA değeri 120 günlük depolama sonunda KK, AsPİK ve AlPİK gruplarında sırasıyla 0.65±0.11 mg MA/kg, 1.01±0.03 mg MA/kg ve 1.11±0.07 mg MA/kg olarak belirlenmiştir.

4.2.2. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Miktarında Meydana Gelen Değişimler

KSK, SK, KK, AsPİK ve AlPİK'in depolama süresince toplam uçucu bazik azot (TVB-N) değerlerinde meydana gelen değişimler Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Gümüşü havuz balığının ham materyalinde TVB-N değeri 21.81±0.44 mg/100g iken krokotlerin hazırlandığı 0. günde tüm grupların TVB-N değerlerinde düşüş olduğu gözlenmiştir. En yüksek TVB-N değeri 13.11±0.41 mg/100g ile KK'de belirlenmiş iken; bu grubu 10.79±0.35 mg/100g ile AsPİK; 10.67±0.35 mg/100g ile AlPİK, 5.80±0.07 mg/100g ile SK ve 5.22±0.14 ile KSK grubunun izlediği tespit edilmiştir. Gümüşü havuz balığı ham materyalinde yüksek olan TVB-N değeri, surimi üretiminin yıkama aşamasında azot ihtiva eden bileşiklerin ve suda çözülür proteinlerin uzaklaştırılması ayrıca tüm gruplara ön kızartma işlemi uygulanması ile 0. günde düşüş göstermiştir. Yapılan istatistiksel analizlerde TVB-N değerleri bakımından gruplar arasında anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Buna göre, KSK ve SK gruplarının her ikisi içinde KK, AsPİK ve AlPİK grupları arasındaki istatistiksel farkların önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Ayrıca KK ile AsPİK ve AlPİK grupları arasındaki farkın da anlamlı olduğu gözlenmiştir ($p<0.05$).

Çizelge 4.6. Krokotlerin toplam uçucu bazik azot (TVB-N) değerlerinin günlere göre değişimi

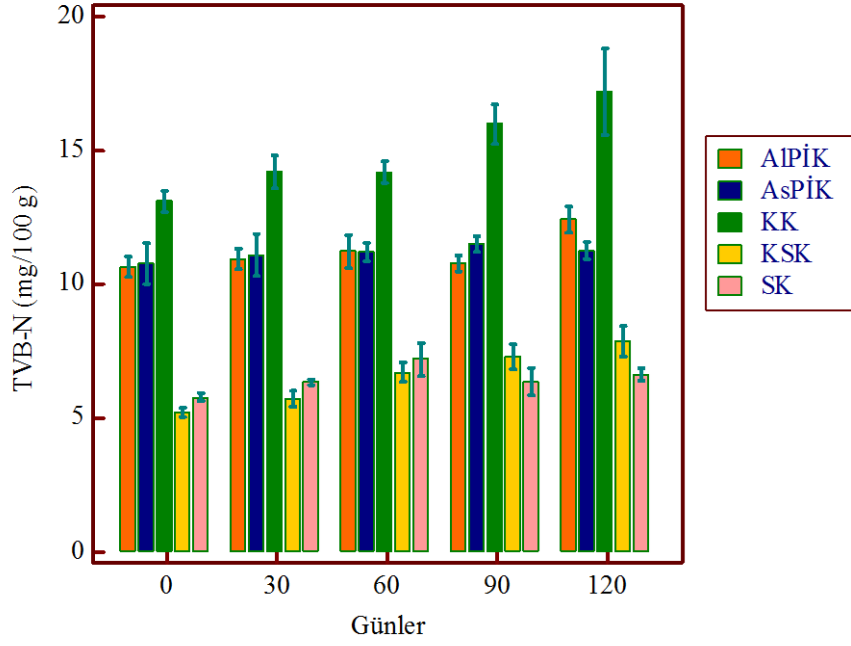
DEPOLAMA SÜRESİ	TVB-N (mg/100g)				
	KSK	SK	KK	AsPİK	AlPİK
	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$
0. gün	5.22±0.14 ^{a,1}	5.80±0.07 ^{a,1}	13.11±0.41 ^{c,1}	10.79±0.85 ^{b,1}	10.67±0.35 ^{b,1}
30. gün	5.73±0.10 ^{a,12}	6.35±0.07 ^{a,12}	14.21±0.65 ^{c,12}	11.10±0.86 ^{b,1}	10.96±0.34 ^{b,1}
60. gün	6.73±0.33 ^{a,23}	7.21±0.66 ^{a,2}	14.20±0.15 ^{c,12}	11.21±0.31 ^{b,1}	11.25±0.65 ^{b,12}
90. gün	7.31±0.37 ^{a,3}	6.37±0.53 ^{a,12}	16.00±0.78 ^{c,23}	11.49±0.01 ^{b,1}	10.80±0.24 ^{b,1}
120. gün	7.88±0.54 ^{a,3}	6.63±0.14 ^{a,12}	17.21±1.79 ^{c,3}	11.27±0.17 ^{b,1}	12.43±0.33 ^{b,2}

± Standart hatayı göstermektedir (n=6). Aynı satırda yer alan rakamlar üzerinde üstsel olarak gösterilen harfler gruplar arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0.05$); aynı sütunda yer alan rakamlar üzerindeki sayılar ise günler arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0.05$) belirtmektedir.

TVB-N değerlerinin zamansal ölçümleri incelediğinde günler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). 0. günde elde edilen sonuçlar ile 30., 60., 90. ve 120. günlerdeki sonuçlar arasında farkın istatistiksel olarak önemli olduğu gözlenmiştir ($p<0.05$). Ayrıca 30. günde belirlenen TVB-N değerleri ile 120. günde tespit edilen değerler arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Bunun yanı sıra TVB-N değerlerinin grup ve zaman arasındaki etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$).

Krokotlerin TVB-N değerlerine göre su ürünlerinin kalite sınıflandırılmasında 25 mg/100g TVB-N içeren örnekler “çok iyi”, 30 mg/100g TVB-N içeren örnekler “iyi”, 35 mg/100g TVB-N içeren örnekler “pazarlanabilir” ve 35 mg/100g’den fazla TVB-N içeren örnekler ise “bozulmuş” şeklinde tanımlanmıştır. Tatlı su balıklarında ise TVB-N tüketilebilirlik sınır değeri 32-36 mg/100g olarak belirtilmiştir [Huss, 1988]. Krokotlerin TVB-N değerlerinin günlere göre değişimi Şekil 4.4’te verilmiştir.

Depolamanın tamamlandığı 120. gün sonunda en yüksek TVB-N değeri 17.21±1.79 mg/100g ile KK’de belirlenmiş iken; bu grubu 12.43±0.33 mg/100g ile AlPİK; 11.27±0.17 mg/100g ile AsPİK, 7.88±0.54 mg/100g ile KSK ve 6.63±0.14 mg/100 g ile SK grubunun izlediği tespit edilmiştir.



Şekil 4.4. Krokelerin toplam uçucu bazik azot (TVB-N) değerlerinin günlere göre değişimi

Bu sonuçlar ışığında, hazırlanan tüm kroket gruplarının, TVB-N değeri açısından “çok iyi” ürün niteliğinde olduğu, 120. güne kadar tüketilebilir, iyi kalitede ürün özelliği taşıdığı belirlenmiştir.

İzci, 2010 yılında Eğirdir Gölü'nde yaptığı çalışmasında gümüşü havuz balığı kıyımında TVB-N değerini 14.371 ± 0.146 mg/100g, krockette ise 12.690 ± 0.222 mg/100g olarak belirlemiştir [İzci, 2010]. Bu çalışmada gümüşü havuz balığı ham materyalinde 21.81 ± 0.44 mg/100g olarak belirlenen TVB-N değeri hazırlanan KK'de 13.11 ± 0.41 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlar Eğirdir Gölü'nde yapılan çalışmada kıyım kroket grupları için tespit edilen değerlerle benzerlik göstermekte iken ham materyal değerleri açısından örtüşmemektedir. TVB-N değerleri balık cinsine göre değişmekte ve çeşitli faktörler tarafından etkilenmektedir. Bu faktörler; balığın cinsi, avlanma mevsimi, bölgesi ve derinliği, balığın beslenme durumu, cinsiyeti ve yaşıdır [Varlık vd., 1993; Gökoğlu, 2002]. Buna bağlı olarak, sonuçlarımızın ham materyal değerleri açısından örtüşmemesinde avlanma mevsimi ve bölgesinin farklı olmasının etkili olduğu düşünülmektedir.

Süle, 2011 yılında *C. gibelio* taze kıyma örneklerinin 14.95 ± 0.05 mg/100g'lık TVB-N değeri surimi jelinin yapımından sonra 18.60 ± 1.58 mg/100g'a arttığını ve 90 günlük depolama süresi sonunda 27.97 ± 0.63 mg/100g'a ulaştığını tespit etmiştir [Süle, 2011]. Bu çalışmada ham materyalde 21.81 ± 0.44 mg/100g olarak belirlenen TVB-N değerinin, SK'de 5.80 ± 0.07 mg/100g'a düştüğü ve 120 günlük depolama sonunda 6.63 ± 0.14 mg/100g değerine ulaştığı belirlenmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlar SK grubunda depolama sonunda artış olmasından dolayı surimi jelinde tespit edilen değerlerle uyum göstermektedir. Buna karşın çalışmamızda surimi grubu kroketlere ön kızartma işlemi uygulanması ve -18 °C'de depolanmasının TVB-N değerlerimizin düşük olmasında önemli rol oynamaktadır.

Abdelaal vd., 2014 yılında sazan surimileri üzerine yaptığı çalışmasında TVB-N değerlerini kıymada 17.15 ± 1.74 mg/100g, surimide ise 8.55 ± 0.07 mg/100g olarak belirlemişlerdir [Abdelaal vd., 2014]. Bu çalışmada TVB-N değerleri KK'de 13.11 ± 0.41 mg/100g, SK'de 5.80 ± 0.07 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Çalışma sonuçlarımızın sazan surimilerinde belirlenen değerlere yakın olduğu görülmektedir.

İnanlı vd. 2006 yılında yaptıkları çalışmalarında bıyıklı balık (*Barbus esocinus*) kroketlerinin TVB-N değerlerinin 4 °C'de depolama süresine bağlı olarak artış gösterdiğini ve 6.56 mg/100g'dan 28.16 mg/100g değerine ulaştığını bildirmişlerdir [İnanlı vd., 2006].

Güngör, 2011 yılında karabalık etinden hazırlanan ve soğukta muhafaza ettiği balık kroketlerinin TVB-N değerinin depolamanın 0. gününde 6.06 mg/100g olarak depolamanın sonunda 21. günde 31.75 mg/100g olarak belirlemiştir [Güngör, 2011]. Bu araştırma sonucunda KK'de 13.11 ± 0.41 mg/100g olan TVB-N değeri depolama sonunda 17.21 ± 1.79 mg/100g değerine ulaşmıştır. TVB-N değerlerinde depolama sonunda görülen artış diğer araştırmacılar tarafından elde edilen sonuçlarla paralellik göstermektedir [İnanlı vd., 2006; Güngör, 2011]. Ancak bu çalışmada ürünlerin hazırlık aşamasında uçucu azot bileşiklerinin azalmasına neden olan haşlama işlemine tutulmaması ürünlerin başlangıç değerlerinin yüksek olmasına neden

olmuştur. Bunun yanısıra kroket gruplarının -18 °C'de depolanmasının TVB-N değerlerindeki artışın az olmasında etkili olduğu düşünülmektedir.

Özyurt vd., 2014 yılında eksi balığından elde ettiği asit ve alkali protein konsantreleri ile kaplayarak -18 °C'de 3 ay depoladıkları gökkuşacağı alabalıklarının raf ömrünü incelemişlerdir. Çalışmada tüm grupların başlangıç TVB-N değerini 4.89 ± 0.01 olarak belirlemişlerken, 3 aylık depolama sonunda kontrol grubunda TVB-N değerini 13.94 ± 0.02 , asit ve alkali protein konsantreleri ile kaplı gruplarda ise 10.66 ± 0.38 ve 9.31 ± 0.41 olarak tespit etmişlerdir [Özyurt vd., 2014]. Bu araştırmada gümüşü havuz balığı ham materyalinde 21.81 ± 0.44 mg/100g olarak belirlenen TVB-N değeri, 120 günlük depolama sonunda KK'de 17.21 ± 1.79 mg/100g, AsPİK'de 11.27 ± 0.17 mg/100g, AlPİK'de ise 12.43 ± 0.33 mg/100g olarak tespit edilmiştir. TVB-N değerlerimizin yüksek olmasında AsPİK ve AlPİK'in kıyma ile karıştırılarak hazırlanmasının ve ürünlere ilave edilen katkı maddelerinin etkili olduğu düşünülmektedir.

4.2.3. Serbest Yağ Asitlerinde Meydana Gelen Değişimler

KSK, SK, KK, AsPİK ve AlPİK'in 120. güne kadar ölçülen serbest yağ asitleri (% Oleik asit) değişimleri Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Gümüşü havuz balığı ham materyalinde serbest yağ asidi değeri % oleik asit olarak 2.31 ± 0.20 olarak kaydedilirken, kroketlerin hazırlandığı 0. günde KSK, AsPİK, KK, AlPİK ve SK gruplarında sırasıyla 1.67 ± 0.13 , 1.88 ± 0.50 , 2.24 ± 0.76 , 3.08 ± 0.63 ve 4.45 ± 0.14 olarak belirlenmiştir. 0. günde grupların serbest yağ asitleri değerlerinin genel olarak, SK grubu dışında, ham materyalden daha düşük olduğu saptanmıştır. Yapılan istatistiksel değerlendirmeler sonucunda serbest yağ asitleri değerleri bakımından gruplar arasındaki istatistiksel farkın önemli olmadığı tespit edilmiştir ($p > 0.05$). Buna karşın serbest yağ asitleri değerlerinin gruplar ile zaman etkileşiminin istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$). Depolama süresince gruplarda meydana gelen serbest yağ asitleri değişimleri Şekil 4.5'te gösterilmiştir. Serbest yağ asitleri değerlerinin ölçüm günleri arasındaki ilişki

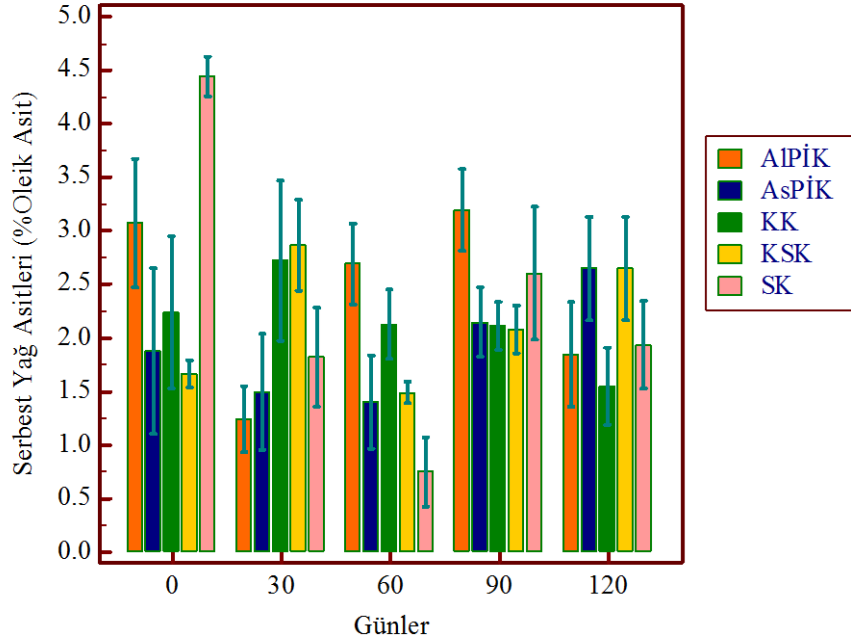
incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Çizelge 4.7. Krokletlerin serbest yağ asitlerinde meydana gelen değişimler

DEPOLAMA SÜRESİ	Serbest Yağ Asitleri (%Oleik Asit)				
	KSK $\bar{X} \pm S_x$	SK $\bar{X} \pm S_x$	KK $\bar{X} \pm S_x$	AsPİK $\bar{X} \pm S_x$	AlPİK $\bar{X} \pm S_x$
0. gün	1.67±0.13 ^{a,1}	4.45±0.14 ^{b,3}	2.24±0.76 ^{a,1}	1.88±0.50 ^{a,1}	3.08±0.63 ^{ab,2}
30. gün	2.87±0.41 ^{a,2}	1.82±0.51 ^{a,12}	2.72±0.84 ^{a,1}	1.50±0.40 ^{a,1}	1.25±0.31 ^{a,1}
60. gün	1.49±0.07 ^{ab,1}	0.75±0.20 ^{a,1}	2.13±0.19 ^{bc,1}	1.40±0.24 ^{ab,1}	2.69±0.16 ^{c,2}
90. gün	2.08±0.23 ^{a,12}	2.61±0.28 ^{a,2}	2.11±0.23 ^{a,1}	2.15±0.21 ^{a,1}	3.20±0.31 ^{a,2}
120. gün	2.65±0.20 ^{a,2}	1.94±0.35 ^{a,12}	1.55±0.19 ^{a,1}	2.65±0.20 ^{a,1}	1.84±0.29 ^{a,12}

± Standart hatayı göstermektedir (n=6). Aynı satırda yer alan rakamlar üzerinde üstsel olarak gösterilen harfler gruplar arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0.05$); aynı sütunda yer alan rakamlar üzerindeki sayılar ise günler arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0.05$) belirtmektedir.

Depolamanın tamamlandığı 120. güne kadar serbest yağ asitleri değerlerinde artış ve azalışlar gözlenmiştir. Depolama sonunda serbest yağ asidi değerleri % oleik asit olarak 2.65±0.20 ile KSK ve AsPİK gruplarında en yüksek iken, bu grupları 1.94±0.35 ile SK, 1.84±0.29 ile AlPİK ve 1.55±0.19 ile KK grubunun izlediği belirlenmiştir. Ayrıca depolama sonunda KSK ve AsPİK gruplarında azda olsa bir artış olduğu, diğer gruplarda ise serbest yağ asitleri değerlerinin başlangıç değerlerine göre azalış gösterdiği tespit edilmiştir.



Şekil 4.5. Krokelerin serbest yağ asitleri değerlerinin günlere göre değişimi

Özyurt vd. 2014 yılında eksi balığından elde ettiği asit ve alkali protein konsantreleri ile kaplanmış gökkuşacağı alabalığının soğuk ve dondurarak depolanması süresince kalitesini ve raf ömrünü incelemiştir. Tüm grupların başlangıç serbest yağ asidi değerini % oleik asit olarak 0.18 ± 0.01 olarak belirlemişler iken, 3 aylık depolama sonunda -18°C 'de kontrol grubunun serbest yağ asidi değerinin 0.42 ± 0.07 , asit ve alkali protein konsantreleri ile kaplı grupların; 0.361 ± 0.05 ve 0.37 ± 0.03 olarak tespit etmişlerdir [Özyurt vd., 2014]. Bu çalışmada ise kroketlerin başlangıç serbest yağ asidi değeri % oleik asit olarak 2.31 ± 0.20 iken 120 günlük depolama sonunda KK, AsPİK ve ALPİK gruplarında sırasıyla 1.55 ± 0.19 , 1.84 ± 0.29 ve 2.65 ± 0.20 olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçların gökkuşacağı alabalıklarında tespit edilen değerlerden yüksek olduğu görülmektedir. Bu durumun, uygulanan işleme metotlarının farklılığı ile ürünlerin ön kızartma işlemine tabi tutulmasına bağlı olarak başlangıç yağ değerlerinin yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Surabhi ve Das, 2007 yılında -18°C 'de 5 ay depoladıkları ot sazını kroketlerinin başlangıç serbest yağ asidi değerinin % oleik asit olarak 0.98 ± 0.47 olduğunu depolamanın tamamlandığı 5. ayda ise 2.52 ± 0.27 değerine ulaştığını

belirlemişlerdir [Surabhi ve Das, 2007]. Bu araştırmada krokotlerin başlangıç serbest yağ asidi değeri % oleik asit olarak 2.24 ± 0.76 iken 120 günlük depolama sonunda KK'de bu değerin 1.55 ± 0.19 olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar ot sazanında tespit edilen değerlerle uyuşmamaktadır. Ot sazanı ile yapılan çalışmada krokotler balık eti haşlanarak ve sadece tuz ilave edilerek, bu çalışmada ise krokotler balık etine herhangi bir işlem uygulanmadan ve birçok farklı katkı maddesi kullanılarak hazırlanmıştır. Krokotlere farklı katkı maddelerinin ilave edilmesinin ürünlerin daha fazla yağ çekmesinde ve başlangıç değerlerinin daha yüksek olmasında etkili olduğu düşünülmektedir.

Serbest yağ asitlerinin, lipit hidrolizinin düşük depolama sıcaklıklarında da devam etmekte olduğu ve enzim ile substrat arasında daha kolay olan etkileşim sonucunda lipozomlardan maksimum lipaz enzimlerinin serbest bırakılması sonucunda hızlı bir artış gösterdiği belirtilmektedir. Dondurarak depolama süresince ise bu bileşenler daha az yer değiştirdiği için parçalanmanın daha yavaş gelişeceği ifade edilmektedir [Aubourg vd. 1998, Aubourg vd. 2005, Rodriguez vd., 2007]. Bu araştırmada özellikle SK, KK ve ALPİK gruplarının başlangıç serbest yağ asidi değerlerinin yüksek oluşu yapılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

4.2.4. Yağ Asitlerinde Meydana Gelen Değişimler

Krokotlerin kızartılmasında kullanılan ayçiçek yağı ile tüm gruplarda 120 günlük depolama süresi boyunca krokot gruplarının yağ asidi kompozisyonlarındaki değişimler Çizelge 4.8, 4.9, 4.10, 4.11, 4.12 ve 4.13'te verilmiştir.

Gümüşü havuz balığının ham materyalinde SFA (Doymuş Yağ Asitleri), MUFA (Tekli Doymamış Yağ Asitleri), n3-PUFA (n3 Çoklu Doymamış Yağ Asitleri) ve n6-PUFA (n6 Çoklu Doymamış Yağ Asitleri) değerleri sırasıyla %30.35, %41.55, %14.56 ve %9.87 olarak belirlenmiştir. Gümüşü havuz balığında en yüksek orana sahip yağ asitleri SFA, MUFA, n3-PUFA ve n6-PUFA'da sırasıyla, palmitik asit (C16:0) 15.87 ± 0.18 , oleik asit (C18:1n9) 24.62 ± 0.03 , eikosapentaenoikasit-

EPA (C20:5n3) %8.75±0.04 ve linoleik asit (C18:2n6) %4.76±0.01 şeklinde tespit edilmiştir.

Çizelge 4.8. Ön kızartmada kullanılan ayçiçek yağının yağ asitleri kompozisyonu (TurKomp, 2014)

YAĞ ASİTLERİ(%)	
C14:0	0.067
C16:0	5.774
C18:0	3.308
C20:0	0.249
C22:0	0.717
C24:0	0.268
SFA	10.382
C 16:1n7 cis	0.105
C18:1n9cis	30.649
C20:1n9 cis	0.163
MUFA	30.917
C18:2n6	53.985
C18:3n3	0.086
PUFA	54.071

Krokletlerin hazırlandığı 0. gün en yüksek SFA değeri %11.98 ile KK grubunda belirlenirken bu grubu %11.93 ile KSK'nin, %11.65 ile AlPİK'in, %11.58 ile SK'nın ve %11.44 ile AsPİK grubu krokletlerin izlediği saptanmıştır. Depolamanın tamamlandığı 120. gün sonunda SFA değerlerinde az da olsa düşüş olduğu gözlenmekle beraber en yüksek SFA değeri %11.41 ile KK grubunda tespit edilmiş iken bu gruptan sonra %11.23 ile KSK'nın, %10.88 ile SK'nın, %10.70 ile AlPİK ve %10.55 ile AsPİK grubunun yer aldığı belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel analizlerde SFA değerleri için 0. gün ile 30., 60. ve 90. günler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu ($p<0.05$), buna karşın gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Ayrıca, SFA değerleri için gruplar ile zaman etkileşiminin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı saptanmıştır ($p>0.05$). Tüm kroklet grupları içerisinde en yüksek SFA, depolama süresince %6.02 ile %7.63 değerleri arasında değişmekle beraber palmitik asit (C16:0) olarak belirlenmiştir.

Krokelerin hazırlandığı 0. gün en yüksek MUFA değeri %32.07 ile KSK grubunda tespit edilmiştir. Bu grubu %31.90 ile AİPİK, %31.85 ile SK, %31.59 ile AsPİK ve %30.19 ile KK grubunun izlediği saptanmıştır. Depolamanın tamamlandığı 120. gün sonunda en yüksek MUFA değeri % 29.70 ile SK grubu krokelerde belirlenmiş iken bu grubu %29.19 ile AİPİK, %29.11 ile AsPİK, %29.02 ile KSK ve %27.24 ile KK grubu krokelerin izlediği belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel analizlerde MUFA değerleri için 0. gün ile 30. ve 60. günler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu ($p<0.05$), buna karşın gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Ayrıca, MUFA değerleri için gruplar ile zaman etkileşiminin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı saptanmıştır ($p>0.05$). Tüm kroket grupları içerisinde baskın olan MUFA'nın, oleik asit (C18:1n9) olduğu tespit edilmiştir. Gümüşi havuz balığı ham materyalinde %4.76 olarak belirlenen oleik asit oranı kroketer hazırlandıktan sonra tüm gruplarda artış göstermiş ve depolama süresince %27.24 ile %30.18 değerleri arasında değişmiştir. Bu artışın yapılan ön kızartma işlemi sırasında ürünlerin absorbe ettiği ayçiçek yağından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.9. Kontrol surimi krokotlerin yağ asidi kompozisyonunun günlere göre değişimi

Yağ Asidi	KSK (%)				
	$\bar{X} \pm S_x$				
	0. gün	30. gün	60. gün	90. gün	120. gün
C14:0	0.40±0.03 ^a	0.47±0.09 ^a	0.45±0.06 ^a	0.44±0.05 ^a	0.40±0.03 ^a
C15:0	0.09±0.01 ^a	0.11±0.02 ^a	0.10±0.02 ^a	0.10±0.01 ^a	0.09±0.01 ^a
C16:0	7.35±0.16 ^b	7.32±0.16 ^b	7.34±0.18 ^b	7.24±0.22 ^{ab}	6.91±0.05 ^a
C17:0	0.10±0.01 ^a	0.11±0.02 ^a	0.12±0.01 ^a	0.10±0.01 ^a	0.10±0.01 ^a
C18:0	3.31±0.06 ^c	3.25±0.02 ^c	3.25±0.01 ^c	3.15±0.03 ^b	3.00±0.04 ^a
C20:0	0.69±0.06 ^a	0.78±0.15 ^a	0.77±0.14 ^a	0.78±0.11 ^a	0.73±0.04 ^a
SFA	11.93	12.03	12.03	11.81	11.23
C15:1	0.10±0.01 ^a	0.12±0.02 ^a	0.11±0.02 ^a	0.11±0.01 ^a	0.10±0.01 ^a
C16:1	1.55±0.15 ^a	1.80±0.35 ^a	1.69±0.25 ^a	1.75±0.22 ^a	1.68±0.20 ^a
C18:1n9	30.18±2.44 ^a	29.49±2.15 ^a	29.54±2.17 ^a	29.43±2.23 ^a	29.02±2.18 ^a
C20:1	0.23±0.01 ^b	0.22±0.01 ^{ab}	0.23±0.00 ^b	0.22±0.01 ^a	0.21±0.00 ^a
MUFA	32.07	31.63	31.57	31.51	31.01
C18:2n6	48.83±2.47 ^a	48.83±2.70 ^a	49.01±2.54 ^a	49.36±2.55 ^a	49.78±2.39 ^a
C18:3n6	0.24±0.02 ^a	0.28±0.07 ^a	0.29±0.07 ^a	0.28±0.04 ^a	0.27±0.03 ^a
C18:3n3	0.15±0.01 ^{ab}	0.15±0.01 ^{ab}	0.14±0.00 ^a	0.16±0.01 ^b	0.14±0.01 ^{ab}
C20:3n6	0.31±0.02 ^a	0.36±0.07 ^a	0.34±0.06 ^a	0.36±0.05 ^a	0.34±0.05 ^a
C20:5n3	0.86±0.01 ^a	1.09±0.22 ^a	1.04±0.18 ^a	1.09±0.14 ^a	1.03±0.11 ^a
C22:6n3	0.58±0.04 ^a	0.64±0.12 ^a	0.64±0.12 ^a	0.69±0.13 ^a	0.66±0.04 ^a
PUFA	50.97	51.35	51.46	51.94	52.22
Tanımlanamayan	5.03	4.99	4.94	4.74	5.54
PUFA/SFA	4.28	4.29	4.29	4.42	4.65
EPA+DHA	1.44	1.73	1.68	1.78	1.69
n3	1.59	1.88	1.82	1.94	1.83
n6	49.38	49.47	49.64	50.00	50.39
n3/n6	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04

± Standart hatayı göstermektedir (n=6). Aynı satırda yer alan rakamlar üzerinde üstsel olarak gösterilen harfler günler arasındaki istatistikî farklılıkları ($p < 0.05$) belirtmektedir.

Çizelge 4.10. Surimi krokotlerin yağ asidi kompozisyonunun günlere göre değişimi

Yağ Asidi	SK (%)				
	$\bar{X} \pm S_x$				
	0. gün	30. gün	60. gün	90. gün	120. gün
C14:0	0.38±0.02 ^a	0.43±0.05 ^a	0.38±0.04 ^a	0.36±0.03 ^a	0.38±0.03 ^a
C15:0	0.08±0.01 ^a	0.14±0.07 ^a	0.08±0.01 ^a	0.08±0.01 ^a	0.09±0.01 ^a
C16:0	7.11±0.15 ^a	7.19±0.24 ^a	7.04±0.30 ^a	6.71±0.31 ^a	6.63±0.38 ^a
C17:0	0.08±0.01 ^a	0.10±0.01 ^a	0.09±0.01 ^a	0.08±0.01 ^a	0.09±0.01 ^a
C18:0	3.25±0.05 ^c	3.24±0.02 ^c	3.23±0.01 ^c	3.14±0.01 ^b	3.00±0.02 ^a
C20:0	0.66±0.15 ^a	0.73±0.16 ^a	0.65±0.14 ^a	0.65±0.14 ^a	0.70±0.14 ^a
SFA	11.58	11.82	11.48	11.02	10.88
C15:1	0.09±0.00 ^{ab}	0.10±0.01 ^b	0.09±0.01 ^{ab}	0.08±0.01 ^a	0.09±0.00 ^{ab}
C16:1	1.41±0.08 ^a	1.57±0.14 ^a	1.40±0.12 ^a	1.40±0.09 ^a	1.54±0.11 ^a
C18:1n9	30.12±2.48 ^a	29.65±2.54 ^a	29.27±2.52 ^a	29.56±2.38 ^a	29.70±2.52 ^a
C20:1	0.22±0.01 ^b	0.22±0.01 ^{ab}	0.23±0.01 ^{ab}	0.22±0.01 ^{ab}	0.21±0.01 ^a
MUFA	31.85	31.55	30.99	31.25	31.54
C18:2n6	49.97±1.93 ^a	49.69±1.39 ^a	50.22±1.57 ^a	50.94±1.39 ^a	50.49±1.48 ^a
C18:3n6	0.22±0.05 ^a	0.26±0.06 ^a	0.25±0.06 ^a	0.24±0.06 ^a	0.26±0.05 ^a
C18:3n3	0.19±0.04 ^a	0.14±0.01 ^a	0.13±0.02 ^a	0.14±0.02 ^a	0.14±0.03 ^a
C20:3n6	0.26±0.02 ^a	0.31±0.02 ^b	0.27±0.02 ^a	0.26±0.02 ^a	0.28±0.01 ^{ab}
C20:5n3	0.82±0.09 ^a	0.95±0.11 ^a	0.85±0.10 ^a	0.81±0.09 ^a	0.88±0.09 ^a
C22:6n3	0.52±0.09 ^a	0.59±0.11 ^a	0.55±0.11 ^a	0.50±0.11 ^a	0.54±0.11 ^a
PUFA	51.98	51.94	52.28	52.90	52.59
Tanımlanamayan	4.59	4.69	5.26	4.83	5.00
PUFA/SFA	4.49	4.40	4.56	4.80	4.84
EPA+DHA	1.34	1.54	1.40	1.31	1.42
n3	1.53	1.68	1.53	1.45	1.56
n6	50.45	50.26	50.74	51.44	51.03
n3/n6	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03

± Standart hatayı göstermektedir (n=6). Aynı satırda yer alan rakamlar üzerinde üstsel olarak gösterilen harfler günler arasındaki istatistikî farklılıkları ($p < 0.05$) belirtmektedir.

Çizelge 4.11. Kıyma krokotlerin yağ asidi kompozisyonunun günlere göre değişimi

Yağ Asidi	KK (%)				
	$\bar{X} \pm S_x$				
	0. gün	30. gün	60. gün	90. gün	120. gün
C14:0	0.43±0.05 ^a	0.46±0.04 ^{ab}	0.52±0.03 ^b	0.48±0.04 ^{ab}	0.42±0.03 ^a
C15:0	0.10±0.01 ^a	0.10±0.01 ^a	0.12±0.01 ^b	0.11±0.01 ^{ab}	0.10±0.01 ^a
C16:0	7.34±0.09 ^b	7.30±0.14 ^b	7.63±0.12 ^c	7.31±0.01 ^b	6.96±0.05 ^a
C17:0	0.10±0.01 ^a	0.10±0.01 ^a	0.13±0.01 ^b	0.11±0.01 ^{ab}	0.10±0.01 ^a
C18:0	3.21±0.06 ^{bc}	3.18±0.06 ^{bc}	3.27±0.05 ^c	3.15±0.03 ^b	3.00±0.02 ^a
C20:0	0.81±0.05 ^a	0.85±0.03 ^{ab}	0.93±0.07 ^b	0.88±0.05 ^{ab}	0.83±0.04 ^{ab}
SFA	11.98	11.99	12.60	12.03	11.41
C15:1	0.11±0.01 ^{ab}	0.11±0.01 ^{ab}	0.13±0.01 ^b	0.12±0.02 ^{ab}	0.10±0.01 ^a
C16:1	1.73±0.19 ^a	1.80±0.10 ^a	2.02±0.12 ^a	1.87±0.21 ^a	1.74 ^a ±0.20
C18:1n9	28.13±1.78 ^a	27.71±2.09 ^a	27.80±1.61 ^a	27.54±2.01 ^a	27.24±1.93 ^a
C20:1	0.22±0.00 ^a	0.21±0.01 ^a	0.22±0.00 ^a	0.22±0.01 ^a	0.20±0.00 ^a
MUFA	30.19	29.83	30.17	29.75	29.29
C18:2n6	50.73±2.46 ^a	50.65±2.08 ^a	48.90±2.17 ^a	50.43±2.45 ^a	51.22±2.46 ^a
C18:3n6	0.27±0.02 ^a	0.30±0.02 ^a	0.29±0.05 ^a	0.32±0.02 ^a	0.30±0.00 ^a
C18:3n3	0.15±0.01 ^a	0.15±0.01 ^a	0.17±0.00 ^a	0.17±0.01 ^a	0.16±0.01 ^a
C20:3n6	0.35±0.06 ^a	0.37±0.04 ^a	0.41±0.05 ^a	0.38±0.06 ^a	0.35±0.05 ^a
C20:5n3	1.06±0.13 ^a	1.13±0.06 ^a	1.24±0.13 ^a	1.16±0.13 ^a	1.09±0.11 ^a
C22:6n3	0.68±0.08 ^a	0.73±0.02 ^a	0.79±0.08 ^a	0.76±0.07 ^a	0.74±0.06 ^a
PUFA	53.25	53.34	51.81	53.23	53.86
Tanımlanamayan	4.58	4.84	5.42	4.99	5.44
PUFA/SFA	4.45	4.45	4.11	4.43	4.72
EPA+DHA	1.75	1.86	2.04	1.92	1.82
n3	1.90	2.02	2.21	2.10	1.99
n6	51.35	51.32	49.61	51.13	51.87
n3/n6	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04

± Standart hatayı göstermektedir (n=6). Aynı satırda yer alan rakamlar üzerinde üstsel olarak gösterilen harfler günler arasındaki istatistikî farklılıkları ($p < 0.05$) belirtmektedir.

Çizelge 4.12. Asit protein izolatu krokotlerin yağ asidi kompozisyonunun günlere göre değişimi

Yağ Asidi	AsPIK(%)				
	$\bar{X} \pm S_x$				
	0. gün	30. gün	60. gün	90. gün	120. gün
C14:0	0.36±0.05 ^a	0.34±0.05 ^a	0.33±0.06 ^a	0.28±0.04 ^a	0.32±0.04 ^a
C15:0	0.08±0.01 ^a	0.07±0.01 ^a	0.08±0.01 ^a	0.06±0.01 ^a	0.08±0.02 ^a
C16:0	7.04±0.16 ^b	6.90±0.13 ^{ab}	6.82±0.17 ^{ab}	6.02±0.70 ^a	6.54±0.16 ^{ab}
C17:0	0.08±0.01 ^a	0.07±0.01 ^a	0.08±0.01 ^a	0.07±0.01 ^a	0.07±0.01 ^a
C18:0	3.27±0.06 ^b	3.23±0.04 ^{ab}	2.97±0.19 ^{ab}	3.06±0.08 ^{ab}	2.99±0.05 ^a
C20:0	0.61±0.04 ^a	0.58±0.06 ^a	0.65±0.01 ^a	0.58±0.05 ^a	0.56±0.02 ^a
SFA	11.44	11.20	10.93	10.06	10.55
C15:1	0.09±0.01 ^a	0.08±0.01 ^a	0.08±0.01 ^a	0.07±0.01 ^a	0.07±0.01 ^a
C16:1	1.35±0.21 ^a	1.26±0.23 ^a	1.34±0.18 ^a	1.12±0.18 ^a	1.26±0.13 ^a
C18:1n9	29.93±2.34 ^a	29.59±2.29 ^a	28.99±2.11 ^a	29.71±2.60 ^a	29.11±2.23 ^a
C20:1	0.23±0.01 ^b	0.22±0.01 ^{ab}	0.22±0.00 ^b	0.22±0.01 ^{ab}	0.21±0.00 ^a
MUFA	31.59	31.16	30.63	31.11	30.64
C18:2n6	50.58±3.05 ^a	51.09±2.96 ^a	50.52±2.72 ^a	51.88±2.45 ^a	51.50±2.86 ^a
C18:3n6	0.20±0.02 ^a	0.20±0.02 ^{ab}	0.24±0.00 ^b	0.21±0.02 ^{ab}	0.21±0.01 ^{ab}
C18:3n3	0.14±0.01 ^a	0.13±0.01 ^a	0.14±0.02 ^a	0.14±0.02 ^a	0.13±0.03 ^a
C20:3n6	0.26±0.04 ^a	0.25±0.05 ^a	0.28±0.04 ^a	0.24±0.04 ^a	0.25±0.04 ^a
C20:5n3	0.77±0.10 ^a	0.83±0.07 ^a	0.82±0.10 ^a	0.73±0.11 ^a	0.74±0.10 ^a
C22:6n3	0.53±0.07 ^a	0.51±0.08 ^a	0.55±0.03 ^a	0.49±0.06 ^a	0.52±0.04 ^a
PUFA	52.48	53.03	52.55	53.70	53.35
Tanımlanamayan	4.48	4.62	5.89	5.13	5.46
PUFA/SFA	4.60	4.75	4.83	5.44	5.07
EPA+DHA	1.29	1.34	1.37	1.22	1.26
n3	1.43	1.48	1.51	1.36	1.39
n6	51.05	51.55	51.04	52.33	51.96
n3/n6	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03

± Standart hatayı göstermektedir (n=6). Aynı satırda yer alan rakamlar üzerinde üstsel olarak gösterilen harfler günler arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0.05$) belirtmektedir.

Çizelge 4.13. Alkali protein izolatu krokotlerin yağ asidi kompozisyonunun günlere göre değişimi

Yağ Asidi	AİPİK (%)				
	$\bar{X} \pm S_x$				
	0. gün	30. gün	60. gün	90. gün	120. gün
C14:0	0.39±0.03 ^a	0.37±0.02 ^a	0.36±0.03 ^a	0.35±0.03 ^a	0.33±0.05 ^a
C15:0	0.08±0.01 ^a	0.08±0.00 ^a	0.07±0.00 ^a	0.07±0.01 ^a	0.07±0.01 ^a
C16:0	7.15±0.24 ^b	7.03±0.20 ^b	6.77±0.19 ^{ab}	6.72±0.15 ^a	6.63±0.20 ^a
C17:0	0.09±0.01 ^a	0.09±0.01 ^a	0.08±0.01 ^a	0.08±0.01 ^a	0.08±0.01 ^a
C18:0	3.30±0.00 ^b	3.27±0.02 ^b	3.15±0.02 ^b	3.04±0.04 ^a	2.99±0.07 ^a
C20:0	0.64±0.01 ^a	0.64±0.01 ^a	0.61±0.01 ^a	0.61±0.03 ^a	0.59±0.05 ^a
SFA	11.65	11.48	11.05	10.88	10.70
C15:1	0.09±0.01 ^a	0.09±0.01 ^a	0.08±0.01 ^a	0.08±0.01 ^a	0.08±0.02 ^a
C16:1	1.52±0.21 ^a	1.47±0.18 ^a	1.36±0.21 ^a	1.41±0.21 ^a	1.40±0.26 ^a
C18:1n9	30.06±2.16 ^a	29.83±2.34 ^a	29.31±2.36 ^a	28.76±2.23 ^a	29.19±2.36 ^a
C20:1	0.23±0.00 ^b	0.23±0.01 ^b	0.22±0.01 ^{ab}	0.22±0.01 ^{ab}	0.21±0.01 ^a
MUFA	31.90	31.62	30.97	30.47	30.88
C18:2n6	49.82±2.30 ^a	50.14±2.28 ^a	50.56±2.24 ^a	51.08±2.52 ^a	51.46±2.79 ^a
C18:3n6	0.22±0.01 ^a	0.22±0.02 ^a	0.23±0.01 ^a	0.25±0.02 ^b	0.21±0.01 ^a
C18:3n3	0.14±0.02 ^a	0.14±0.03 ^a	0.14±0.02 ^a	0.15±0.02 ^a	0.13±0.03 ^a
C20:3n6	0.29±0.05 ^a	0.29±0.04 ^a	0.28±0.05 ^a	0.27±0.05 ^a	0.27±0.06 ^a
C20:5n3	0.90±0.15 ^a	0.90±0.14 ^a	0.83±0.10 ^a	0.82±0.12 ^a	0.82±0.14 ^a
C22:6n3	0.55±0.02 ^a	0.59±0.03 ^a	0.53±0.01 ^a	0.54±0.04 ^a	0.55±0.07 ^a
PUFA	51.92	52.28	52.57	53.11	53.45
Tanımlanamayan	4.53	4.62	5.41	5.54	4.97
PUFA/SFA	4.46	4.56	4.76	4.89	5.02
EPA+DHA	1.45	1.49	1.36	1.36	1.38
n3	1.59	1.63	1.50	1.51	1.51
n6	50.33	50.66	51.07	51.60	51.94
n3/n6	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03

± Standart hatayı göstermektedir (n=6). Aynı satırda yer alan rakamlar üzerinde üstsel olarak gösterilen harfler günler arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0.05$) belirtmektedir.

Krokotlerin hazırlandığı 0. gün n3-PUFA ve n6-PUFA değerleri KSK, SK, KK, AsPİK ve AİPİK gruplarında sırasıyla; %1.59-%49.38, %1.53-%50.45, %1.90-%51.35, %1.43-%51.05 ve %1.59-%50.33 şeklinde saptanmıştır. Depolamanın tamamlandığı 120. gün sonunda ise n3-PUFA ve n6-PUFA değerleri sırasıyla %1.83-%50.39, %1.56-%51.03, %1.99-%51.87, %1.39-%51.96 ve %1.51-%51.94 olarak belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel değerlendirmelerde n3-PUFA değerleri için gruplar arasında ve günler arasında anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir

($p>0.05$). Ayrıca gruplar ile zaman etkileşiminin de anlamlı olmadığı saptanmıştır ($p>0.05$). n6-PUFA değerleri için 0. gün ile 30., 60. ve 90. günler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu ($p<0.05$), buna karşın gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Ayrıca, MUFA değerleri için gruplar ile zaman etkileşiminin anlamlı olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Tüm krokot gruplarında en yüksek n3-PUFA değeri eikosapentaenoik asit-EPA (C20:5n3)'da belirlenmiş iken, n6-PUFA ise linoleik asitte (C18:2n6) tespit edilmiştir. Gümüşü havuz balığı ham materyalinde %24.62 olarak belirlenen linoleik asit oranı krokotler hazırlandıktan sonra tüm gruplarda artış göstermiştir. Bu artışta yapılan ön kızartma işlemi sırasında ürünlerin ayçiçek yağından absorbe ettiği yağın etkili olduğu düşünülmektedir.

Tüm krokot gruplarında insan sağlığı açısından önemli rol oynayan n3 yağ asitlerinden EPA-eikosapentaenoik asit (C20:5n3) ve DHA-dokosaheksaenoik asit (C22:6n3) oranlarının gümüşü havuz balığı ham materyalinden daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Surimi hazırlanırken balık etinin yıkanması ve protein izolatlarının hazırlanması sırasında uygulanan santrifüjleme işlemleri ile suyla uzaklaştırılabilen lipitlerin, balık etinden uzaklaştırılması EPA ve DHA değerlerinin düşmesinde etkili olmuştur.

Tokur vd., 2006 yılında sazan kıymasından hazırladıkları krokotlerin SFA, MUFA, n3-PUFA ve n6-PUFA değerlerini yıkama işlemi uygulanan grupta sırasıyla; %14.7, %28.0, %2.28 ve %54.6 olarak, yıkama işlemi uygulamadıkları grupta ise %14.8, %27.0, %2.31 ve %55.2 olarak belirlemişlerdir. Krokotlerdeki baskın yağ asitlerinin her iki grupta da linoleik asit ve oleik asit olduğunu tespit etmişlerdir [Tokur vd., 2006]. Bu çalışmada KSK ve KK gruplarında SFA, MUFA, n3-PUFA ve n6-PUFA değerleri sırasıyla %11.93, %32.07, %1.59, %49.38 ve %11.98, %30.19, %1.90, %51.35 olarak saptanmıştır. Elde ettiğimiz bulguların sazanda belirlenen değerlere yakın olduğu görülmektedir.

Eymar vd. 2005 yılında istavritten surimi üretimi sırasında lipitlerin oksidasyonunu inceledikleri çalışmalarında toplam doymuş yağ asitlerin oranının istavrit balığı kıyma ve surimisinde benzer olduğunu baskın yağ asitinin ise palmitik

asit (C16:0) olduğunu belirlemişlerdir. Toplam tekli doymamış yağ asitlerinin surimide kıymadan daha düşük oranda bulunduğunu ve her iki grup içerisinde palmitoleik asit (C16:1) ve oleik asitin (C18:1) öne çıkan yağ asitleri olduğunu tespit etmişlerdir. Çoklu doymamış yağ asitlerinden EPA ve DHA'nın kıyma grubunda surimiden daha yüksek oranda bulunduğunu saptamışlardır [Eymar vd., 2005]. Bu çalışmada elde ettiğimiz sonuçlar doymuş yağ asitleri ve çoklu doymamış yağ asitleri açısından istavrit surimisinde tespit edilen değerler ile paralellik göstermektedir. Ancak bu araştırmada SK grubundaki toplam tekli doymamış yağ asitlerinin KK grubu ile benzerlik göstermesi istavrit surimisi için belirlenen sonuçlar ile uyumsuzdur. Bu farklılıkta çalışmada kullandığımız gümüşi havuz balığının yağsız bir balık olmasından dolayı yağlı bir tür olan istavritten daha düşük yağ içeriğine sahip olmasının etkili olduğu düşünülmektedir.

Steffens, 1997 yılında yaptığı çalışmasında tatlı su ve deniz balıkları ile karşılaştırıldığında, tatlı su balıklarında linoleik ve araşidonik asit gibi n6 çoklu doymamış yağ asitlerinin n3 çoklu doymamış yağ asitlerinden daha yüksek olduğunu belirtmiştir [Steffens, 1997]. Bu araştırmada her iki kroket grubunda belirlenen n6 çoklu doymamış yağ asitlerinin yüksek olması bu sonucu destekler niteliktedir.

Yapılan çalışmalarda sazan ve gümüşi havuz balığından hazırlanan krokelerin linoleik asit oranının ayçiçek yağı ile ön kızartma işlemi öncesinde daha düşük olduğu, kızartma işlemi sonrasında krokelerin yağı absorbe etmesine bağlı olarak linoleik asit miktarının artış gösterdiğini belirtmiştir [Tokur vd., 2006; İzci, 2010]. Bu çalışmada gümüşi havuz balığı ham materyalinde %4.76 olan linoleik asit oranının kroketlerin hazırlanması ve ön kızartma işlemi uygulamasının ardından %50.73 değerine yükselmesi yapılan çalışmalar ile paralellik göstermektedir.

4.2.5. pH Değerinde Meydana Gelen Değişimler

Araştırmada hazırlanan tüm kroket gruplarının -18 °C'de 120 gün depolama süresinin sonuna kadar pH değerlerindeki değişimler Çizelge 4.14'te verilmiştir.

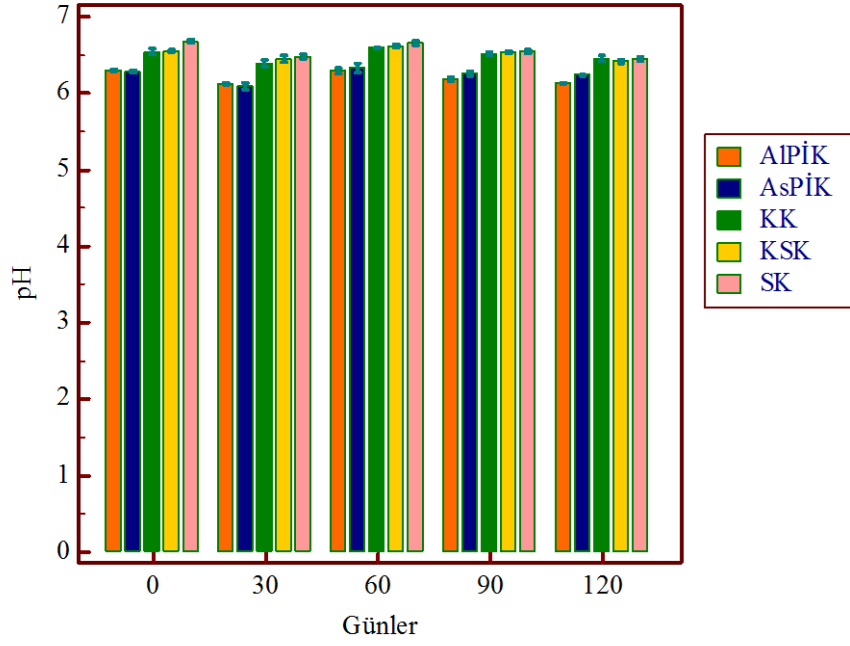
Gümüşü havuz balığının başlangıç pH değeri 5.99 ± 0.01 olarak belirlenmiş iken, kroketlerin hazırlandığı 0. günde en yüksek pH değerinin 6.68 ± 0.02 ile SK grubunda tespit edilmiştir. Bu grubu; 6.56 ± 0.01 ile KSK'nin, 6.55 ± 0.04 ile KK grubunun, 6.30 ± 0.02 ile AİPİK grubunun ve 6.28 ± 0.02 ile AsPİK grubunun izlediği belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel değerlendirmelerde pH değerleri bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu saptanmıştır ($p < 0.05$) Gruplar arasındaki farklılıklar incelendiğinde; hem KSK hem de SK grubu ile AsPİK ve AİPİK grupları arasındaki farkın önemli olduğu bulunmuştur ($p < 0.05$). Ayrıca KK grubu ile AsPİK ve AİPİK grupları arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu saptanmıştır ($p < 0.05$).

Çizelge 4.14. Kroketterdeki pH değerlerinin günlere göre değişimi

DEPOLAMA SÜRESİ	pH				
	KSK $\bar{X} \pm S_x$	SK $\bar{X} \pm S_x$	KK $\bar{X} \pm S_x$	AsPİK $\bar{X} \pm S_x$	AİPİK $\bar{X} \pm S_x$
0. gün	$6.56 \pm 0.01^{b,23}$	$6.68 \pm 0.02^{c,3}$	$6.55 \pm 0.04^{b,23}$	$6.28 \pm 0.02^{a,2}$	$6.30 \pm 0.02^{a,2}$
30. gün	$6.45 \pm 0.04^{b,1}$	$6.48 \pm 0.03^{b,12}$	$6.39 \pm 0.05^{b,1}$	$6.09 \pm 0.05^{a,1}$	$6.12 \pm 0.02^{a,1}$
60. gün	$6.62 \pm 0.03^{b,3}$	$6.66 \pm 0.04^{b,3}$	$6.59 \pm 0.01^{b,3}$	$6.33 \pm 0.07^{a,2}$	$6.30 \pm 0.04^{a,2}$
90. gün	$6.54 \pm 0.02^{c,2}$	$6.55 \pm 0.02^{c,2}$	$6.52 \pm 0.02^{c,23}$	$6.26 \pm 0.03^{b,2}$	$6.18 \pm 0.04^{a,1}$
120. gün	$6.42 \pm 0.02^{c,1}$	$6.45 \pm 0.04^{c,1}$	$6.45 \pm 0.04^{c,12}$	$6.24 \pm 0.01^{b,2}$	$6.13 \pm 0.01^{a,1}$

± Standart hatayı göstermektedir (n=6). Aynı satırda yer alan rakamlar üzerinde üstsel olarak gösterilen harfler gruplar arasındaki istatistikî farklılıkları ($p < 0.05$); aynı sütunda yer alan rakamlar üzerindeki sayılar ise günler arasındaki istatistikî farklılıkları ($p < 0.05$) belirtmektedir.

Yapılan değerlendirmelerde pH değerlerinin zamansal ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$). 0. gün ile 30., 90. ve 120. günler arasındaki farkın önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$). Ayrıca, 30. gün ile 60. günler arasında; 60. gün ile 90. ve 120. günler arasında; 90. gün ile 120. gün arasında da istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğu gözlenmiştir ($p < 0.05$). Buna karşın pH değerleri için grup ile zaman etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0.05$). Ürün gruplarındaki pH değerlerinin günlere göre değişimi Şekil 4.6'da verilmiştir.



Şekil 4.6. Ürün gruplarındaki pH değerlerinin günlere göre değişimi

Depolamanın tamamlandığı 120 gün sonunda en yüksek pH değerleri 6.45 ± 0.04 ile SK ve KK gruplarında belirlenmiş olup, bu grupları 6.42 ± 0.02 ile KSK, 6.24 ± 0.01 ile AsPİK ve 6.13 ± 0.01 ile ALPİK'in izlediği saptanmıştır.

Enzim ve bakterilerin etkisi ile balık etinin redoks dengesi bozulmakta ve serbest hidrojen ve hidroksil iyonlarının konsantrasyonunda değişiklikler meydana gelmektedir. Bu olay, pH değerinin artmasına neden olmaktadır. Taze balık için pH değeri 6.0-6.5 olmalıdır ve tüketilebilirlik sınır değerleri 6.8-7.0 arasındadır. Bununla beraber, pH tek başına bir kriter olmayıp duyu ve kimyasal testlerle tamamlanması ve desteklenmesi gerekmektedir [Varlık vd., 1993]. Çalışmamızda tüm gruplarda elde ettiğimiz pH değerlerinin tüketilebilirlik sınır değerlerinin altında olduğu görülmektedir.

İzci 2010 yılında yapmış olduğu çalışmada, gümüşü havuz balığı ham materyalinde ve ön pişirilmiş krokotlerde pH değerlerini sırasıyla; 6.148 ± 0.006 ve 6.279 ± 0.003 olarak tespit etmiştir [İzci, 2010]. Bu çalışmada gümüşü havuz balığı ham materyalinde 5.99 ± 0.01 , KK'de 6.55 ± 0.04 olarak belirlenen pH değerlerinin yapılan çalışmada elde edilen değerlere yakın olduğu görülmektedir.

Süle, 2011 yılında *C. gibelio* taze kıymasında pH değerini 6.15 ± 0.01 olarak, surimi jeli haline getirdikten sonra 0. gün 6.61 ± 0.03 ve depolamanın 90. gününde 6.91 ± 0.07 olarak belirlemiştir [Süle, 2011]. Bu araştırmada ham materyalde 5.99 ± 0.01 olarak belirlenen pH değerinin, SK'de 6.68 ± 0.02 'ye yükseldiği ve 120 günlük depolama sonunda azalarak 6.45 ± 0.04 değerine ulaştığı tespit edilmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlar ham materyal değerinin SK grubunda artmış olmasından dolayı yapılan çalışmada tespit edilen değerlerle uyum göstermektedir.

İnanlı vd. 2006 yılında bıyıklı balık (*Barbus esocinus*)'tan yapılan balık kroketterinin ham materyalinde pH değerinin 6.57 ± 0.18 olduğunu, hazırlanan kroketterde ise pH değerinin başlangıçta 6.85 ± 0.55 iken 21 günlük depolama sonunda 5.69 ± 0.12 'ye düştüğünü belirlemişlerdir [İnanlı vd., 2006].

Güngör, 2011 yılında karabalık etinden hazırlanan ve soğukta muhafaza ettiği balık kroketterinin pH değerinin depolamanın 0. gününde 6.80 olarak depolamanın sonunda 21. günde ise 5.88 olarak saptamıştır [Güngör, 2011]. Bu araştırma sonucunda gümüşü havuz balığı ham materyalinde 5.99 ± 0.01 olan pH değeri KK'de başlangıçta 6.55 ± 0.04 iken depolama sonunda 6.45 ± 0.04 değerine ulaşmıştır. pH değerlerinde depolama sonunda görülen azalış diğer çalışmalarda elde edilen sonuçlarla paralellik göstermektedir [İnanlı vd., 2006; Güngör, 2011]. Ancak bu çalışmada belirlenen pH değerlerinin diğer çalışmalardaki değerlerden farklı olmasının sebebinin balık türlerinin ve kroket yapımında kullanılan içeriğin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.2.6. Biyojen Amin Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler

Gümüşü havuz balığından hazırlanan tüm kroket gruplarının 120 günlük depolama süresi boyunca biyojenik amin değerlerindeki değişimler Çizelge 4.15, 4.16, 4.17, 4.18 ve 4.19'da verilmiştir.

Protein bakımından önemli bir besin kaynağı olan balık ve balık ürünleri, hasat aşamasından tüketim noktasına kadar uygun koşullarda tutulmadığı takdirde

insan sağlığı için tehlikeli bir besin haline gelmektedir. Başta histamin olmak üzere putresin, kadaverin, tiramin, triptamin, β -feniletilamin, spermin, spermidin ve agmatin gibi biyojenik aminler, amino asitlerin bakteriyel dekarboksilasyonu sonucu veya aldehit ve ketonların aminasyon ve transaminasyon sonucu, gıdalarda oluşan uçucu olmayan, düşük molekül ağırlığa sahip, alifatik, aromatik veya heterosiklik azotlu bileşikler için kullanılmaktadır. Bu aminlerin “biyojenik aminler” olarak adlandırılmalarının nedeni canlı organizmanın bir aktivitesi sonucu oluşmalarıdır [Çolak ve Aksu, 2002; Shakila ve Vasundhara, 2002; Özoğul vd., 2004].

Balık ve balık ürünlerindeki biyojenik amin formasyonu direk olarak balıktaki serbest aminoasit içeriği ile bağlantılı olmaktadır. Bakteriyel biyojenik amin dekarboksilaz ve uygun çevresel koşulların varlığında biyojenik amin formasyonu bakteri gelişimine ve dekarboksilaz enzimlerin üretimine izin vermektedir. Aminoasit dekarboksilaz, bazı *Enterobacteriaceae*, *Clostridium*, *Streptococcus*, *Micrococcus* ve *Pseudomonas* türlerinde bulunmaktadır. Histamin, tiramin, agmatin, putresin, kadaverin, spermin ve spermidin gibi biyojenik aminlerin tespiti sadece toksik etkilerinden dolayı önemli olmamakta, aynı zamanda gıdaların tazelik veya bozulma derecesinin bir indikatörü olarak da kullanılmaktadır [Halasz vd., 1994; Shalaby, 1996; Özoğul, 2001].

Biyojenik aminler arasında histamin, potansiyel olarak tehlikeli olmakta ve histamin zehirlenmesine yol açmaktadır. Putresin ve kadaverin gibi diğer biyojenik aminlerin histamin toksisitesini arttırdığı rapor edilmiştir. Biyojenik amin üretimi, serbest aminoasit miktarına, aminoasitleri dekarboksile eden mikroorganizmaların varlığına ve miktarına, organizmaların gelişimi için gerekli olan substrata ve organizmaların enzim içeriğine bağlıdır. Balık ve balık ürünlerindeki biyojenik amin konsantrasyonu, insan sağlığı ve ürün kalitesini etkilediğinden dolayı bu değerlerin tespiti büyük bir önem arz etmektedir

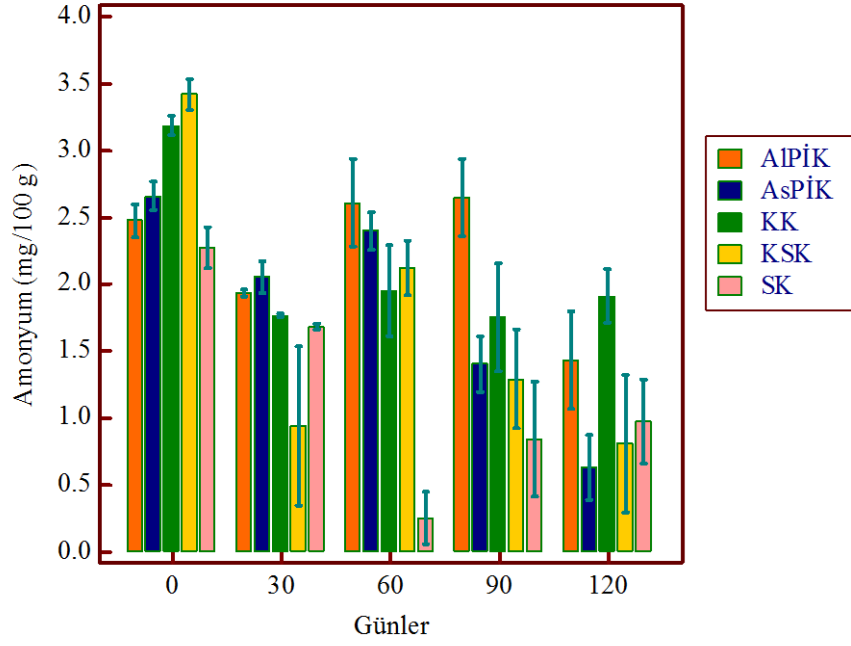
120 günlük depolama süresince amonyum (AMON), spermin (SPN), spermidin (SPD), histamin (HİS), tiramin (TİR), dopamin (DOP) ve agmatin (AGM) değerleri bakımından anlamlı istatistiksel farklılıklar ($p<0.05$) bulunmasına karşın;

putresin (PUT), kadaverin (KAD), triptamin (TRİP), β -feniletılamin (β -FENİL) ve serotonin (SER) değerlerinin değişimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$).

4.2.6.1. Amonyum

Gümüşi havuz balığının ham materyalinde amonyum değeri 4.00 ± 0.02 mg/100g olarak belirlenmiş iken, krokotlerin hazırlandığı 0. günde en yüksek amonyum değerinin 3.42 ± 0.11 mg/100g ile KSK grubunda tespit edilmiştir. Bu grubu; 3.19 ± 0.07 mg/100g ile KK, 2.66 ± 0.10 mg/100g ile AsPİK, 2.48 ± 0.12 mg/100g ile AlPİK ve 2.27 ± 0.17 mg/100g ile SK grubunun izlediği belirlenmiştir. Çalışmada elde edilen amonyum değerleri bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). SK grubu ile KK ve AlPİK gruplarının amonyum değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Yapılan istatistiksel değerlendirmede amonyum değerlerinin zamansal ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmıştır ($p<0.05$). 0.gün ile 30., 60., 90. ve 120. günlerde tespit edilen amonyum değerleri ($p<0.05$) ile 60. ve 120.gün arasındaki amonyum değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Buna karşın grup ile zaman etkileşimi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Krokotlerin amonyum değerlerinin günlere göre değişimi Şekil 4.7'de verilmiştir.



Şekil 4.7. Krokotlerin amonyum değerlerinin günlere göre değişimi

Depolama süresi boyunca amonyum değerlerinde azalış ve artışlar görülmesine karşın tüm gruplarda 120 gün sonunda amonyum değerlerinin düştüğü belirlenmiştir. Depolama sonunda en yüksek amonyum değeri 1.91 ± 0.22 mg/100g ile KK grubunda tespit edilmiş iken bu grubu, 1.43 ± 0.41 mg/100g ile AİPİK, 0.98 ± 0.35 mg/100g ile SK grubunun, 0.81 ± 0.57 mg/100g ile KSK grubunun ve 0.63 ± 0.27 mg/100g ile AsPİK grubunun izlediği saptanmıştır.

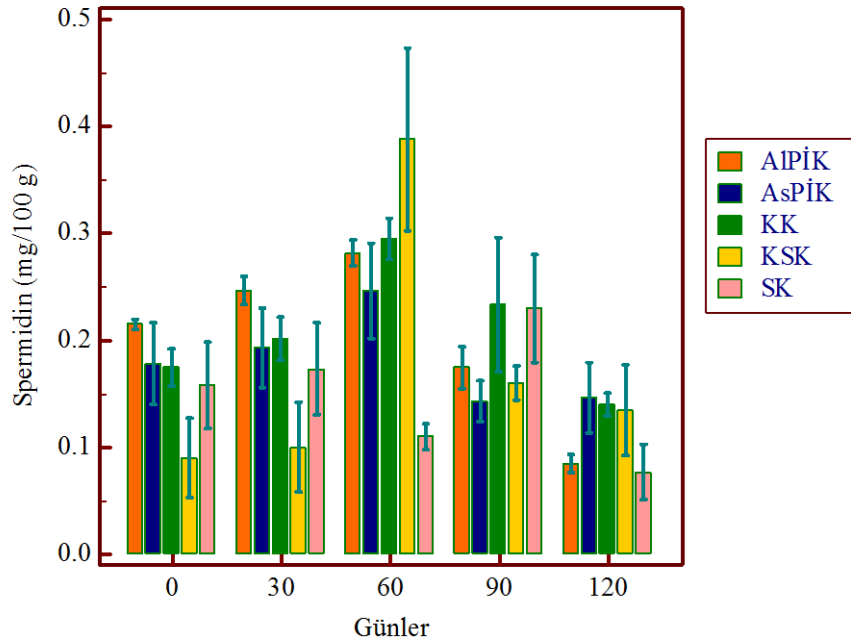
4.2.6.2. Spermidin

Gümüşü havuz balığının ham materyalinde spermidin değeri 1.12 ± 0.18 mg/100g olarak belirlenmiş iken, krokotlerin hazırlandığı 0. günde en yüksek spermidin değeri 0.21 ± 0.01 mg/100g ile AİPİK grubunda tespit edilmiştir. Bu grubu; 0.18 ± 0.04 mg/100g ile AsPİK, 0.17 ± 0.02 mg/100g ile KK grubunun, 0.16 ± 0.04 mg/100g ile SK grubunun ve 0.09 ± 0.04 mg/100g ile KSK grubunun izlediği belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel analizlerde spermidin değerleri bakımından gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($p > 0.05$). Bunun yanısıra

spermidin için gruplar ile zaman etkileşiminin istatistiksel olarak önemli olmadığı saptanmıştır ($p>0.05$).

Analiz sonuçlarına göre spermidin değerlerinin zamansal ölçümleri arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık belirlenmiştir ($p<0.05$). 0.gün ile 30. ve 60. günlerde tespit edilen spermidin değerleri ($p<0.05$) ile 60. ve 120.gün arasındaki spermidin değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Krokelerin spermidin değerlerinin günlere göre değişimi Şekil 4.8'de verilmiştir.

Depolama süresinin tamamlandığı 120. gün sonunda tüm gruplarda spermidin değerlerinin düştüğü belirlenmiştir. Depolama sonunda en yüksek spermidin değerleri 0.14 ± 0.01 mg/100g ile KK ve AsPİK gruplarından tespit edilmiş iken bu grupları, 0.13 ± 0.05 mg/100g ile KSK, 0.08 ± 0.03 mg/100g ile SK grubunun ve 0.08 ± 0.01 mg/100g ile AlPİK grubunun izlediği tespit edilmiştir.



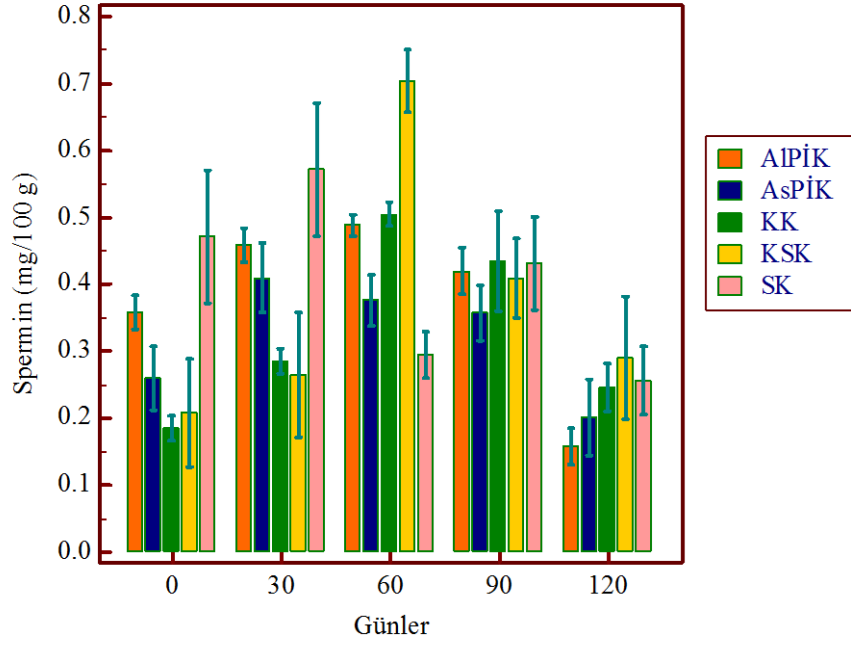
Şekil 4.8. Krokelerin spermidin değerlerinin günlere göre değişimi

4.2.6.3. Spermin

Gümüşi havuz balığının ham materyalinde spermin değeri 1.61 ± 0.75 mg/100g olarak belirlenmiş iken, krokotlerin hazırlandığı 0. günde en yüksek spermidin değerinin 0.47 ± 0.11 mg/100g ile SK grubunda belirlenmiştir. Bu grubu; 0.36 ± 0.03 mg/100g ile AIPİK, 0.26 ± 0.05 mg/100g ile AsPİK grubunun, 0.21 ± 0.09 mg/100g ile KSK grubunun ve 0.18 ± 0.02 mg/100g ile KK grubunun izlediği tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizlerde spermin değerleri bakımından gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir ($p > 0.05$). Bunun yanısıra spermin için gruplar ile zaman etkileşiminin istatistiksel olarak önemli olmadığı saptanmıştır ($p > 0.05$).

Analiz sonuçlarına göre spermidin değerlerinin zamansal ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p < 0.05$). 0. gün ile 30. ve 60. günlerde tespit edilen spermin değerleri ($p < 0.05$) ile 30. ve 120.gün arasındaki spermin değerleri ($p < 0.05$) arasında; 60. ve 90. günler ile 120. gün elde edilen spermin değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu saptanmıştır ($p < 0.05$). Krokotlerin spermin değerlerinin günlere göre değişimi Şekil 4.9'da verilmiştir.

Depolama süresinin tamamlandığı 120. gün sonunda en yüksek spermin değeri 0.43 ± 0.08 mg/100g ile SK grubunda tespit edilmiş iken bu grubu, 0.29 ± 0.10 mg/100g ile KSK'nin, 0.24 ± 0.04 mg/100g ile KK grubunun, 0.20 ± 0.06 mg/100g ile AsPİK ve 0.16 ± 0.03 mg/100g ile AIPİK grubunun izlediği saptanmıştır.



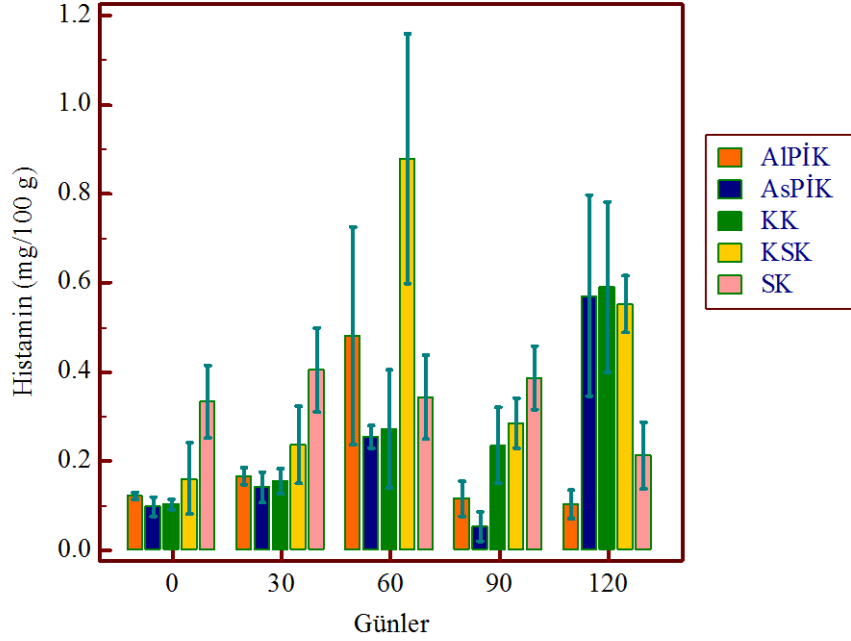
Şekil 4.9. Kroketlerin sperm değerlerinin günlere göre değişimi

4.2.6.4. Histamin

Gümüşü havuz balığının ham materyalinde histamin değeri 1.22 ± 1.00 mg/100g olarak belirlenmiş iken, kroketlerin hazırlandığı 0. günde en yüksek histamin değeri 0.33 ± 0.06 mg/100g ile SK grubunda tespit edilmiştir. Bu grubu; 0.16 ± 0.09 mg/100g ile KSK, 0.12 ± 0.01 mg/100g ile AİPİK grubunun, 0.10 ± 0.01 mg/100g ile KK ve AsPİK grubunun izlediği belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel analizlerde histamin değerleri bakımından gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığı saptanmıştır ($p > 0.05$). Bunun yanısıra histamin için gruplar ile zaman etkileşiminin istatistiksel olarak önemli olmadığı saptanmıştır ($p > 0.05$).

Yapılan değerlendirmelerde histamin değerlerinin zamansal ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p < 0.05$). 0.gün ile 30., 60. ve 120. günlerde tespit edilen histamin değerleri ($p < 0.05$) ile 30. ve 60. gün arasındaki histamin değerleri ($p < 0.05$) arasında; 60. ve 90. günlerde elde edilen histamin değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir.

($p<0.05$). Krokotlerin histamin değerlerinin günlere göre değişimi Şekil 4.10'da verilmiştir.



Şekil 4.10. Krokotlerin histamin değerlerinin günlere göre değişimi

Depolama süresinin tamamlandığı 120. gün sonunda histamin değerlerinin, 0. güne göre SK ve AİPİK gruplarında azaldığı, KSK, KK ve AsPİK gruplarında ise arttığı tespit edilmiştir. Depolama sonunda en yüksek histamin değeri 0.59 ± 0.21 mg/100g ile KK grubunda belirlenmiş iken bu grubu, 0.57 ± 0.25 mg/100g ile AsPİK, 0.55 ± 0.07 mg/100g ile KSK grubunun, 0.21 ± 0.02 mg/100g ile SK ve 0.10 ± 0.04 mg/100g ile AİPİK grubunun izlediği saptanmıştır.

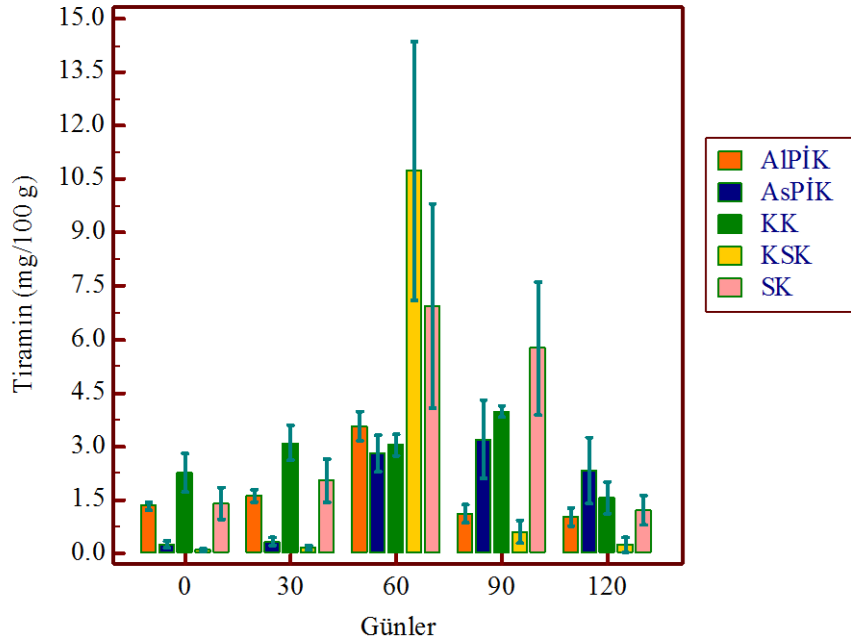
4.2.6.5. Tiramin

Gümüşü havuz balığının ham materyalinde tiramin değeri 6.79 ± 1.08 mg/100g olarak belirlenmiş iken, krokotlerin hazırlandığı 0. günde en yüksek tiramin değerinin 2.26 ± 0.54 mg/100g ile KK grubunda saptanmıştır. Bu grubu; 1.41 ± 0.49 mg/100g ile SK, 1.32 ± 0.07 mg/100g ile AİPİK grubunun, 0.26 ± 0.03 mg/100g ile AsPİK ve 0.10 ± 0.04 mg/100g ile KSK grubunun izlediği belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel analizlerde tiramin değerleri bakımından gruplar arasında anlamlı bir fark

olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Bunun yanısıra tiramin için gruplar ile zaman etkileşiminin istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

Yapılan değerlendirmelerde depolama süresince tiramin değerlerinin zamansal ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık belirlenmiştir ($p<0.05$). 0. gün ile 30. 60. ve 90. günlerde tespit edilen tiramin değerleri ($p<0.05$) ile 30. ve 60. gün arasındaki tiramin değerleri ($p<0.05$) arasında; 60. ve 90. günler ile 120. günde elde edilen tiramin değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Krokelerin tiramin değerlerinin günlere göre değişimi Şekil 4.11'de gösterilmiştir.

Depolamanın 120. gününde tiramin değerlerinin SK, KK ve AİPİK gruplarında azaldığı, KSK ve AsPİK gruplarında ise arttığı belirlenmiştir. Depolama sonunda en yüksek tiramin değeri 2.33 ± 1.04 mg/100g ile AsPİK grubunda belirlenmiş iken bu grubu, 1.56 ± 0.49 mg/100g ile KK, 1.20 ± 0.07 mg/100g ile SK grubunun, 1.01 ± 0.24 mg/100g ile AİPİK ve 0.24 ± 0.17 mg/100g ile KSK grubunun izlediği saptanmıştır.

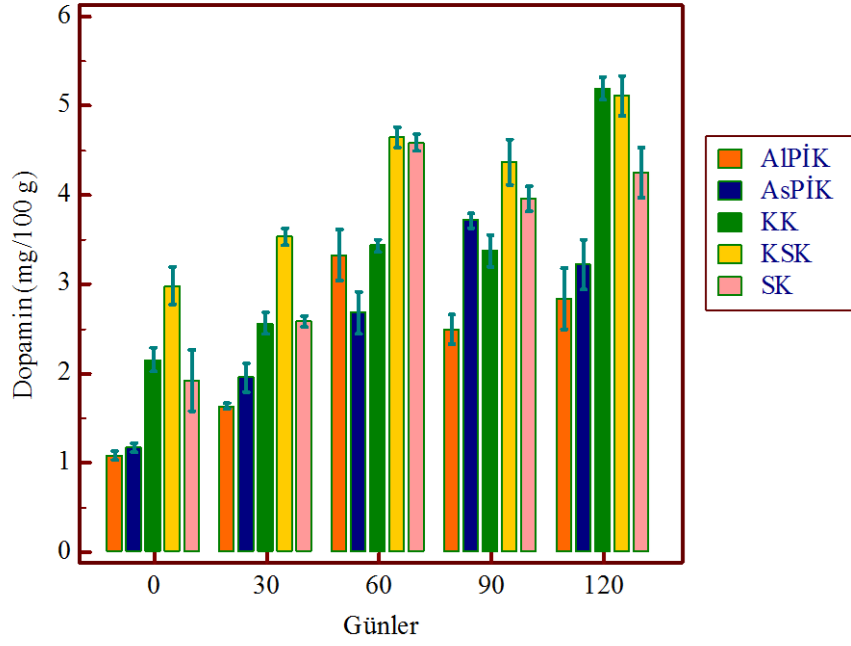


Şekil 4.11. Krokelerin tiramin değerlerinin günlere göre değişimi

4.2.6.6. Dopamin

Gümüşi havuz balığının ham materyalinde dopamin değeri 4.19 ± 1.99 mg/100g olarak belirlenmiş iken, krokotlerin hazırlandığı 0. günde en yüksek dopamin değeri 2.99 ± 0.22 mg/100g ile KSK grubunda belirlenmiştir. Bu grubu; 2.16 ± 0.13 mg/100g ile KK, 1.92 ± 0.34 mg/100g ile SK grubunun, 1.18 ± 0.05 mg/100g ile AsPİK grubunun ve 1.09 ± 0.05 mg/100g ile AIPİK grubunun izlediği tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizlerde dopamin değerleri bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$). KSK ile SK, AsPİK ve AIPİK grupları arasında; AsPİK ve AIPİK ile KSK, SK ve KK grupları arasındaki değişimin önemli olduğu saptanmıştır ($p < 0.05$). Bunun yanısıra dopamin için grup ile zaman etkileşiminin istatistiksel olarak önemli olduğu gözlenmiştir ($p < 0.05$).

Analiz sonuçlarına göre dopamin değerlerinin zamansal ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$). 0. ve 30. günler ile 60., 90. ve 120. günlerde tespit edilen dopamin değerleri ($p < 0.05$) ile 60. ve 90. günler ile 120. günlerde elde edilen dopamin değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu saptanmıştır ($p < 0.05$). Krokotlerin dopamin değerlerinin günlere göre değişimi Şekil 4.12'de verilmiştir.



Şekil 4.12. Krokotlerin dopamin değerlerinin günlere göre değişimi

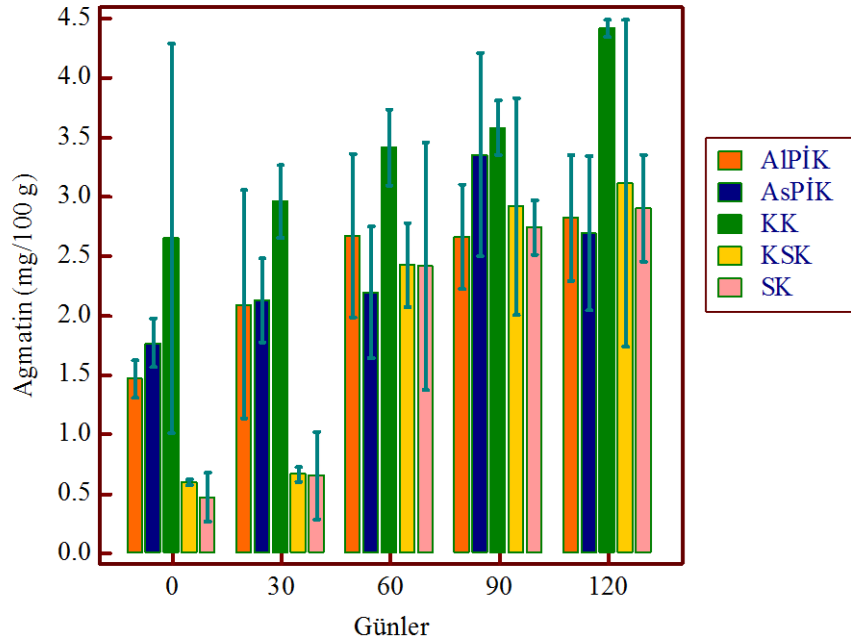
Depolama süresinin tamamlandığı 120. gün sonunda sonunda en yüksek dopamin değeri 5.20 ± 0.13 mg/100g ile KK grubunda tespit edilmiş iken bu grubu, 5.12 ± 0.23 mg/100g ile KSK'nin, 3.46 ± 0.21 mg/100g ile SK grubunun, 3.23 ± 0.28 mg/100g ile AsPİK ve 2.84 ± 0.34 mg/100g ile AİPİK grubunun izlediği saptanmıştır.

4.2.6.7. Agmatin

İşlenmemiş (ham) gümüşü havuz balığı filetoalarında agmatin değeri 0.72 ± 0.42 mg/100g olarak belirlenmiş iken, krokotlerin hazırlandığı 0. günde en yüksek agmatin değeri 2.65 ± 1.64 mg/100g ile KK grubunda saptanmıştır. Bu grubu; 1.77 ± 0.21 mg/100g ile AsPİK, 1.47 ± 0.16 mg/100g ile AİPİK grubunun, 0.60 ± 0.02 mg/100g ile KSK ve 0.47 ± 0.20 mg/100g ile SK grubunun izlediği belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel analizlerde agmatin değerleri bakımından gruplar arasındaki farklılığın anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$). KK grubu ile KSK, SK, AsPİK ve AİPİK gruplarının agmatin değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Buna karşın tiramin için grup ile zaman etkileşiminin istatistiksel olarak önemli olmadığı saptanmıştır ($p > 0.05$).

Yapılan değerlendirmelerde depolama süresince agmatin değerlerinin zamansal ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık belirlenmiştir ($p<0.05$). 0. ve 30. günlerin her ikisi ile 60., 90. ve 120. günlerde tespit edilen agmatin değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Depolamanın 120. günde en yüksek agmatin değeri 4.42 ± 0.07 mg/100g ile KK grubunda belirlenmiş iken bu grubu, 3.11 ± 1.37 mg/100g ile KSK, 2.90 ± 0.45 mg/100g ile SK grubunun, 2.82 ± 0.53 mg/100g ile AİPİK ve 2.69 ± 0.65 mg/100g ile AsPİK grubunun izlediği saptanmıştır. Krokelerin agmatin değerlerinin günlere göre değişimi Şekil 4.13'te gösterilmiştir.



Şekil 4.13. Krokelerin agmatin değerlerinin günlere göre değişimi

Yapılan çalışmalarda 5 mg/100 g'dan az olan histamin değerinin tüketim için güvenli; 5-20 mg/100g'ın tüketim için az güvenli; 20-100 mg/100g'ın muhtemelen toksik; 100 mg/100g'dan fazla olan değer ise toksik ve tüketim için güvenli olmadığı, FDA (Gıda ve İlaç Dairesi) tarafından kabul edilebilir maksimum sınır değer ise 5 mg/100g olduğu; Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyoloji Kriterler Yönetmeliği'ne göre ise, dokuz örnekteki aritmetik ortalama değerinin 100 mg/kg'ın

üzerinde olmaması gerektiği bildirilmiştir [Özoğul vd., 2001; Nakovich, 2003; Huss vd., 2004; Türk Gıda Kodeksi, 2011].

Avrupa yılan balığı (*Anguilla anguilla*) ile yapılan bir çalışmada buzsuz ortamda saklanmış balıklarda 6. ve 7. günlerden, buzlu ortamda saklanmış olanlarda ise 13. ve 14. günlerden itibaren histamin seviyesinin FDA'nın bildirdiği yasal limit olan 5 mg/100g'ı geçtiği ancak Avrupa Birliği tarafından önerilen 20 mg/100g sınırını aşmadığını tespit edilmiştir. Putresin ve kadaverin miktarlarının ise saklama periyodunca hızlı bir artış gösterdiği bildirilmiştir [Özoğul vd., 2006a].

Özoğul vd. 2006 yılında yaptıkları çalışmalarında gökkuşuğu alabalıklarının 17 günlük süreyle buzlu ortamda saklanması süresince histamin oluşumunun gözlenmediğini, putresin ve kadaverinin ise çok düşük oranlarda oluştuğunu tespit etmişlerdir [Özoğul vd., 2006b]. Yapılan çalışmalarda biyogen amin oluşumunda; gıdanın mikrobiyolojik kalitesi ve kontaminasyon düzeyi ile gıdaya ısı işlemi uygulanıp uygulanmaması; ortamda bulunan dekarboksilaz pozitif mikroorganizma miktarı, dekarboksilatif enzimler için gerekli olan kofaktörlerin varlığı, serbest amino asit miktarı ile ortamın pH değeri gibi faktörlerin dışında depolama şartlarının yetersiz ve elverişsiz olması ile depolama sıcaklığının önemli bir etkiye sahip olduğu bildirilmiştir [Masson vd., 1997; Özoğul, 2006b].

Şenman, 2007 yılında yaptığı çalışmasında Ankara'da canlı alabalık satan işletmelerden aldığı 100 adet örneğin ortalama olarak ilk gündeki histamin miktarının 0.669 ± 0.089 mg/100g, $+4^{\circ}\text{C}$ 'de üç gün muhafaza edilen örneklerde ise 2.395 ± 0.250 mg/100g olduğunu belirlemiştir. Kadaverini yalnızca 20 örnekte 3. gün yapılan analizler sonucu ortalama 0.0335 mg/100g; putresini ise 3. günde sadece bir örnekte 0.000518 mg/100g düzeyinde olduğunu tespit etmiştir. Belirlenen histamin miktarlarının Avrupa Birliği, FDA ve Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'ndeki histamin için geçerli olan yasal sınırların çok altında kaldığını saptamıştır [Şenman, 2007].

Ben-Gigirey vd. 1998 yılında yaptıkları çalışmalarında -18 ve -25°C'de dondurularak depolanan beyaz ton balığında 9 aylık depolama sonucu en yüksek artış gösteren biyojenik aminin putresin olduğunu belirlemişlerdir. Bu seviyenin -18°C'de 59.04 ppm'e, -25°C'de ise 68.26 ppm'e ulaştığını tespit etmişlerdir. Kadaverin konsantrasyonunun ise, her iki depolama koşulları altında 3 ppm'in altında olduğunu saptamışlardır. Ayrıca spermin içeriğinin depolama süresince arttığını, 9 aylık depolama sonucunda bu konsantrasyonun -18°C'de 9.5 ppm'e, -25°C'de ise 10.27 ppm'e ulaştığını tespit etmişlerdir. Spermidin içeriğinin ise 9 aylık depolama sonunda 93.71 ppm (-18°C'de) ve 81.89 ppm (-25°C'de) olarak saptamışlardır. Aynı araştırmacılar -18 ve -25°C'de 3 ay dondurularak depolanan beyaz ton balığında histamin içeriğinin sırasıyla 1.17 ppm'e (başlangıç seviyesinin %25.4'ü) ve 1.62 ppm'e (başlangıç seviyesinin % 34.5'i) yükseldiğini belirlemişlerdir [Ben-Gigirey vd., 1998].

Yamanaka vd., 1987 yılında yaptıkları çalışmalarında 0, 3, 5 ve 15°C'de depolanan mürekkep balığı kaslarındaki agmatinin, depolamanın ilk evrelerinde düşük seviyelerde olduğunu gözlemlemişlerdir. Fakat agmatin konsantrasyonunun depolama süresiyle ilişkili olarak arttığını belirlemişlerdir. Bu değerlerin bozulma evresinin başlangıcında 30 mg/100g'a, bozulma evresinin ilerlemesiyle 40 mg/100g'a ulaştığını tespit etmişlerdir [Yamanaka vd., 1987]. Bu çalışmada, mürekkep balığında elde edilen sonuçlara benzer şekilde tüm kroket gruplarında agmatin değerlerinin başlangıçta düşük seviyelerde olduğu ancak depolama süresi ile birlikte artış gösterdiği belirlenmiştir.

Bu araştırmada tüm kroket gruplarında tespit edilen spermin ve spermidin konsantrasyonlarının depolama sonuna kadar ham materyalde belirlenen değerlerin üzerine çıkmadığı görülmüştür. Kroket gruplarında en düşük biyojenik amin değerleri ALPİK grubunda sırasıyla spermidin (0.08±0.01 mg/100g), spermin (0.10±0.04 mg/100g) ve histamin (0.16±0.03 mg/100g) olarak belirlenmiştir. En yüksek histamin değeri tüm gruplar içerisinde 0.59±0.21 mg/100g ile KK grubunda tespit edilmiş olup, bu değerlerin Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyoloji Kriterler Yönetmeliği'ne göre, üst sınır değer olan 100 mg/kg'ı aşmadığı, ayrıca FDA

tarafından 5 mg/100g olarak kabul edilen toksik değerin altında kaldığı belirlenmiştir.



Çizelge 4.15. Kontrol surimi kroketlerin biyojen amin değerlerinin günlere göre değişimi

KSK (mg/100g)												
DEPOLAMA SÜRESİ	AMON $\bar{X} \pm S_x$	PUT $\bar{X} \pm S_x$	KAD $\bar{X} \pm S_x$	SPD $\bar{X} \pm S_x$	TRİP $\bar{X} \pm S_x$	β -FENİL $\bar{X} \pm S_x$	SPN $\bar{X} \pm S_x$	HİS $\bar{X} \pm S_x$	SER $\bar{X} \pm S_x$	TİR $\bar{X} \pm S_x$	DOP $\bar{X} \pm S_x$	AGM $\bar{X} \pm S_x$
0. gün	3.42±0.11 ^c	0.07±0.03 ^a	0.07±0.01 ^a	0.09±0.04 ^a	0.04±0.01 ^a	0.01±0.01 ^a	0.21±0.09 ^a	0.16±0.09 ^a	1.06±0.19 ^a	0.10±0.04 ^a	2.99±0.22 ^a	0.60±0.02 ^a
30. gün	0.94±0.66 ^{ab}	0.12±0.08 ^a	0.07±0.03 ^a	0.10±0.05 ^a	0.02±0.01 ^a	0.02±0.01 ^a	0.27±0.10 ^a	0.24±0.10 ^a	1.60±0.11 ^a	0.15±0.06 ^a	3.54±0.10 ^a	0.66±0.06 ^a
60. gün	2.12±0.14 ^b	0.43±0.05 ^b	0.82±0.35 ^a	0.39±0.06 ^b	0.05±0.01 ^a	0.05±0.01 ^a	0.70±0.02 ^b	0.88±0.26 ^b	0.84±0.08 ^a	10.72±3.13 ^b	4.65±0.11 ^{bc}	2.43±0.36 ^{ab}
90. gün	1.29±0.41 ^{ab}	0.05±0.04 ^a	0.07±0.02 ^a	0.16±0.02 ^a	0.19±0.09 ^a	0.19±0.09 ^a	0.41±0.07 ^a	0.28±0.06 ^a	0.70±0.27 ^a	0.60±0.36 ^a	4.37±0.25 ^b	2.92±0.91 ^{ab}
120. gün	0.81±0.57 ^a	0.15±0.06 ^a	1.09±0.63 ^a	0.13±0.05 ^a	1.03±0.64 ^b	1.02±0.64 ^b	0.29±0.10 ^a	0.55±0.07 ^{ab}	1.06±0.21 ^a	0.24±0.17 ^a	5.12±0.23 ^c	3.11±1.37 ^b

± Standart hatayı göstermektedir (n=6). Aynı sütunda yer alan rakamlar üzerinde üstsel olarak gösterilen harfler günler arasındaki istatistikî farklılıkları ($p < 0.05$) belirtmektedir.

Çizelge 4.16. Surimi kroketlerin biyojen amin değerlerinin günlere göre değişim

SK (mg/100g)												
DEPOLAMA SÜRESİ	AMON $\bar{X} \pm S_x$	PUT $\bar{X} \pm S_x$	KAD $\bar{X} \pm S_x$	SPD $\bar{X} \pm S_x$	TRİP $\bar{X} \pm S_x$	β -FENİL $\bar{X} \pm S_x$	SPN $\bar{X} \pm S_x$	HİS $\bar{X} \pm S_x$	SER $\bar{X} \pm S_x$	TİR $\bar{X} \pm S_x$	DOP $\bar{X} \pm S_x$	AGM $\bar{X} \pm S_x$
0. gün	2.27±0.17 ^c	0.08±0.03 ^a	0.09±0.01 ^{ab}	0.16±0.04 ^{ab}	0.11±0.01 ^a	0.10±0.01 ^a	0.47±0.11 ^{ab}	0.33±0.06 ^a	0.63±0.19 ^a	1.41±0.49 ^a	1.92±0.34 ^a	0.47±0.20 ^a
30. gün	1.69±0.00 ^{bc}	0.14±0.01 ^a	0.13±0.02 ^{ab}	0.17±0.05 ^{ab}	0.12±0.01 ^{ab}	0.12±0.01 ^{ab}	0.26±0.05 ^b	0.40±0.08 ^a	0.96±0.10 ^{ab}	2.04±0.65 ^a	2.59±0.06 ^b	0.66±0.37 ^a
60. gün	0.25±0.18 ^a	0.05±0.02 ^a	0.07±0.03 ^a	0.11±0.01 ^a	0.09±0.04 ^a	0.09±0.04 ^a	0.57±0.11 ^a	0.34±0.10 ^a	2.02±0.16 ^b	6.94±3.20 ^b	4.59±0.09 ^c	2.42±1.04 ^b
90. gün	0.84±0.48 ^a	0.43±0.11 ^b	0.78±0.39 ^b	0.23±0.06 ^b	0.23±0.07 ^b	0.23±0.07 ^b	0.29±0.04 ^{ab}	0.39±0.08 ^a	0.88±0.31 ^{ab}	5.76±1.75 ^{ab}	3.97±0.14 ^c	2.74±0.23 ^b
120. gün	0.98±0.35 ^{ab}	0.05±0.03 ^a	0.59±0.39 ^{ab}	0.08±0.03 ^a	0.15±0.04 ^{ab}	0.15±0.04 ^{ab}	0.43±0.08 ^a	0.21±0.02 ^a	3.51±0.67 ^c	1.20±0.45 ^a	4.25±0.28 ^c	2.90±0.45 ^b

± Standart hatayı göstermektedir (n=6). Aynı sütunda yer alan rakamlar üzerinde üstsel olarak gösterilen harfler günler arasındaki istatistikî farklılıkları ($p < 0.05$) belirtmektedir.

Çizelge 4.17. Kıyma kroketlerin biyojen amin değerlerinin günlere göre değişimi

KK (mg/100g)												
DEPOLAMA SÜRESİ	AMON $\bar{X} \pm S_x$	PUT $\bar{X} \pm S_x$	KAD $\bar{X} \pm S_x$	SPD $\bar{X} \pm S_x$	TRİP $\bar{X} \pm S_x$	β - FENİL $\bar{X} \pm S_x$	SPN $\bar{X} \pm S_x$	HİS $\bar{X} \pm S_x$	SER $\bar{X} \pm S_x$	TİR $\bar{X} \pm S_x$	DOP $\bar{X} \pm S_x$	AGM $\bar{X} \pm S_x$
0. gün	3.19±0.07 ^b	0.20±0.03 ^a	0.11±0.01 ^a	0.17±0.02 ^a	0.08±0.01 ^a	0.01±0.00 ^a	0.18±0.02 ^a	0.10±0.01 ^a	3.03±0.57 ^a	2.26±0.54 ^{ab}	2.16±0.13 ^a	2.65±1.64 ^a
30. gün	1.77±0.00 ^a	0.22±0.03 ^a	0.19±0.01 ^a	0.20±0.02 ^{ab}	0.07±0.01 ^a	0.01±0.01 ^a	0.28±0.02 ^a	0.15±0.03 ^a	3.79±0.71 ^a	3.10±0.42 ^{bc}	2.57±0.13 ^b	2.96±0.30 ^a
60. gün	1.95±0.23 ^a	0.29±0.02 ^{ab}	0.12±0.02 ^a	0.29±0.01 ^b	0.07±0.01 ^a	0.07±0.01 ^b	0.50±0.01 ^b	0.27±0.05 ^{ab}	4.28±1.33 ^a	3.05±0.20 ^{bc}	3.43±0.07 ^c	3.42±0.32 ^a
90. gün	1.75±0.45 ^a	0.34±0.06 ^{ab}	0.22±0.04 ^b	0.23±0.07 ^{ab}	0.12±0.03 ^a	0.12±0.03 ^b	0.43±0.08 ^b	0.23±0.09 ^a	4.12±1.73 ^a	3.97±0.13 ^c	3.37±0.18 ^c	3.59±0.23 ^a
120. gün	1.91±0.22 ^a	0.15±0.01 ^b	0.15±0.01 ^a	0.14±0.01 ^a	0.07±0.01 ^a	0.07±0.01 ^b	0.24±0.04 ^a	0.59±0.21 ^b	1.04±0.30 ^a	1.56±0.49 ^a	5.20±0.13 ^d	4.42±0.07 ^a

± Standart hatayı göstermektedir (n=6). Aynı sütunda yer alan rakamlar üzerinde üstsel olarak gösterilen harfler günler arasındaki istatistikî farklılıkları ($p < 0.05$) belirtmektedir.

Çizelge 4.18. Asit protein izolatu kroketlerin biyojen amin değerlerinin günlere göre değişimi

AsPİK (mg/100g)												
DEPOLAMA SÜRESİ	AMON $\bar{X} \pm S_x$	PUT $\bar{X} \pm S_x$	KAD $\bar{X} \pm S_x$	SPD $\bar{X} \pm S_x$	TRİP $\bar{X} \pm S_x$	β - FENİL $\bar{X} \pm S_x$	SPN $\bar{X} \pm S_x$	HİS $\bar{X} \pm S_x$	SER $\bar{X} \pm S_x$	TİR $\bar{X} \pm S_x$	DOP $\bar{X} \pm S_x$	AGM $\bar{X} \pm S_x$
0. gün	2.66±0.10 ^d	0.13±0.01 ^a	0.12±0.01 ^a	0.18±0.04 ^a	0.02±0.00 ^a	0.04±0.02 ^a	0.26±0.05 ^{ab}	0.10±0.01 ^a	0.15±0.01 ^a	0.26±0.03 ^a	1.18±0.05 ^a	1.77±0.21 ^a
30. gün	2.06±0.12 ^c	0.16±0.01 ^{ab}	0.10±0.03 ^a	0.19±0.04 ^a	0.03±0.01 ^a	0.06±0.03 ^{ab}	0.41±0.05 ^b	0.14±0.01 ^a	0.21±0.03 ^a	0.33±0.01 ^a	1.96±0.16 ^b	2.13±0.36 ^a
60. gün	2.40±0.14 ^{cd}	0.32±0.08 ^{ab}	0.33±0.17 ^{ab}	0.24±0.05 ^a	0.10±0.04 ^b	0.10±0.04 ^{ab}	0.38±0.04 ^b	0.25±0.01 ^a	2.76±0.65 ^{ab}	2.80±0.46 ^b	2.68±0.24 ^c	2.20±0.55 ^a
90. gün	1.40±0.18 ^b	0.11±0.04 ^a	0.06±0.03 ^a	0.14±0.02 ^a	0.03±0.01 ^a	0.03±0.01 ^a	0.36±0.05 ^b	0.05±0.04 ^a	1.35±0.50 ^a	3.20±1.22 ^b	3.71±0.08 ^d	3.36±0.85 ^a
120. gün	0.63±0.27 ^a	0.37±0.17 ^b	0.71±0.33 ^b	0.14±0.04 ^a	0.13±0.03 ^b	0.13±0.03 ^b	0.20±0.06 ^a	0.57±0.25 ^b	4.75±1.90 ^b	2.33±1.04 ^{ab}	3.23±0.28 ^d	2.69±0.65 ^a

± Standart hatayı göstermektedir (n=6). Aynı sütunda yer alan rakamlar üzerinde üstsel olarak gösterilen harfler günler arasındaki istatistikî farklılıkları ($p < 0.05$) belirtmektedir.

Çizelge 4.19. Alkali protein izolatu kroketlerin biyojen amin değerlerinin günlere göre değişimi

AİPİK (mg/100g)												
DEPOLAMA SÜRESİ	AMON $\bar{X} \pm S_x$	PUT $\bar{X} \pm S_x$	KAD $\bar{X} \pm S_x$	SPD $\bar{X} \pm S_x$	TRİP $\bar{X} \pm S_x$	β -FENİL $\bar{X} \pm S_x$	SPN $\bar{X} \pm S_x$	HİS $\bar{X} \pm S_x$	SER $\bar{X} \pm S_x$	TİR $\bar{X} \pm S_x$	DOP $\bar{X} \pm S_x$	AGM $\bar{X} \pm S_x$
0. gün	2.48±0.12 ^b	0.18±0.01 ^{ab}	0.16±0.00 ^a	0.21±0.01 ^c	0.02±0.00 ^a	0.03±0.00 ^a	0.36±0.03 ^b	0.12±0.01 ^a	0.00±0.00 ^a	1.32±0.07 ^a	1.09±0.05 ^a	1.47±0.16 ^a
30. gün	1.93±0.00 ^{ab}	0.24±0.01 ^{ab}	0.19±0.00 ^a	0.24±0.02 ^{cd}	0.04±0.01 ^a	0.06±0.01 ^a	0.46±0.03 ^c	0.16±0.02 ^{ab}	0.00±0.00 ^a	1.61±0.02 ^a	1.64±0.03 ^a	2.10±0.96 ^a
60. gün	2.61±0.16 ^b	0.39±0.07 ^c	0.51±0.12 ^b	0.28±0.01 ^d	0.05±0.02 ^a	0.05±0.02 ^a	0.49±0.01 ^c	0.48±0.12 ^b	4.57±1.29 ^b	3.57±0.28 ^b	3.33±0.28 ^c	2.68±0.69 ^a
90. gün	2.65±0.31 ^b	0.30±0.06 ^{bc}	0.25±0.08 ^a	0.17±0.02 ^b	0.12±0.03 ^b	0.12±0.03 ^b	0.42±0.04 ^{bc}	0.12±0.04 ^a	2.22±1.28 ^{ab}	1.12±0.28 ^a	2.50±0.17 ^b	2.66±0.44 ^a
120. gün	1.43±0.41 ^a	0.15±0.06 ^a	0.15±0.06 ^a	0.08±0.01 ^a	0.04±0.02 ^a	0.04±0.02 ^a	0.16±0.03 ^a	0.10±0.04 ^a	1.98±0.47 ^{ab}	1.01±0.24 ^a	2.84±0.34 ^{bc}	2.82±0.53 ^a

± Standart hatayı göstermektedir (n=6). Aynı sütunda yer alan rakamlar üzerinde üstsel olarak gösterilen harfler günler arasındaki istatistik farklılıkları ($p < 0.05$) belirtmektedir.

4.3. KROKETLERDEKİ MİKROBİYOLOJİK DEĞİŞİMLER

Mikrobiyolojik kalite değişimlerinin belirlenmesi amacıyla, kroketlerin toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı, toplam koliform bakteri sayısı ve *E.coli* sayısı belirlenmiştir. Krokelerin toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) sayılarının günlere göre değişimi Çizelge 4.20'de verilmiştir.

İşlenmiş su ürünü etlerinde mikroorganizma yükü açısından maksimum kabul edilebilirlik düzeyleri, toplam mezofilik, koliform ve *E.coli* için sırasıyla 10^6 log kob/g, 95 log kob/g ve 0 log kob/g, olarak bildirilmiştir [Türk Gıda Kodeksi, 2000]. Depolama süresince ham materyal ve tüm kroket gruplarında koliform bakterilere ve *E.coli*'ye rastlanılmamıştır. Araştırmada tüm gruplarda toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı 0. günden itibaren sürekli artmaya başlamış ve depolamanın tamamlandığı 120. günde KSK grubunda 4.36 ± 0.01 log kob/g ile en yüksek değere ulaşmıştır. Elde edilen sonuçlara göre tüm gruplarda toplam aerobik mezofilik bakteri sayısının 10^6 log kob/g limit değerini aşmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.20. Krokelerin toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) sayılarının günlere göre değişimi

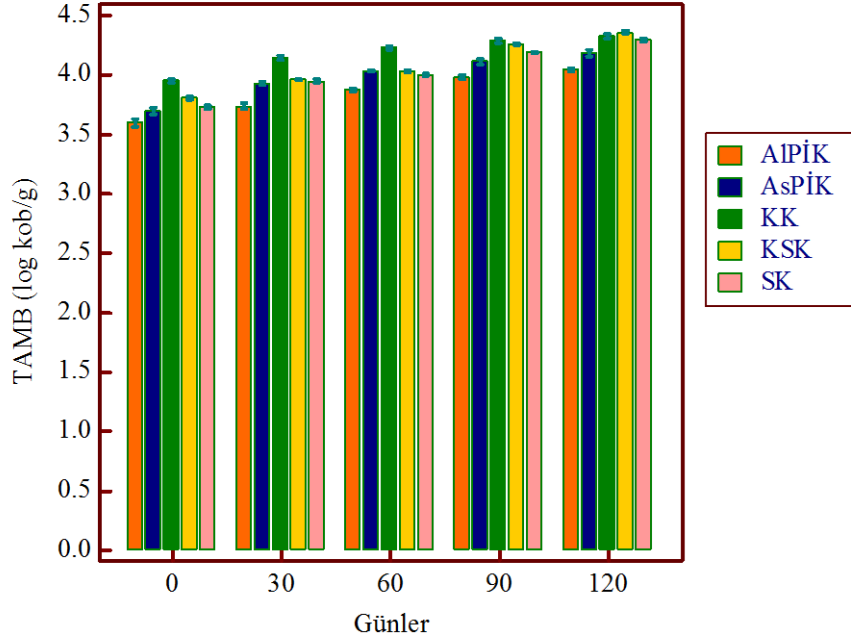
DEPOLAMA SÜRESİ	Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayısı (log kob/g)				
	KSK $\bar{X} \pm S_x$	SK $\bar{X} \pm S_x$	KK $\bar{X} \pm S_x$	AsPİK $\bar{X} \pm S_x$	AlPİK $\bar{X} \pm S_x$
0.gün	$3.81 \pm 0.02^{c,1}$	$3.73 \pm 0.02^{b,1}$	$3.95 \pm 0.01^{d,1}$	$3.70 \pm 0.03^{b,1}$	$3.60 \pm 0.03^{a,1}$
30.gün	$3.96 \pm 0.01^{b,2}$	$3.95 \pm 0.01^{b,2}$	$4.15 \pm 0.02^{c,2}$	$3.93 \pm 0.01^{b,2}$	$3.74 \pm 0.02^{a,2}$
60.gün	$4.03 \pm 0.01^{c,3}$	$4.00 \pm 0.01^{c,3}$	$4.23 \pm 0.01^{c,3}$	$4.03 \pm 0.01^{c,3}$	$3.87 \pm 0.02^{a,3}$
90.gün	$4.26 \pm 0.01^{d,4}$	$4.19 \pm 0.01^{c,4}$	$4.29 \pm 0.02^{d,4}$	$4.11 \pm 0.02^{b,4}$	$3.98 \pm 0.02^{a,4}$
120.gün	$4.36 \pm 0.01^{d,5}$	$4.30 \pm 0.01^{c,5}$	$4.33 \pm 0.02^{cd,4}$	$4.18 \pm 0.02^{b,5}$	$4.05 \pm 0.02^{a,4}$

± Standart hatayı göstermektedir (n=3). Aynı satırda yer alan rakamlar üzerinde üstsel olarak gösterilen harfler gruplar arasındaki istatistikî farklılıkları ($p < 0.05$); aynı sütunda yer alan rakamlar üzerindeki sayılar ise günler arasındaki istatistikî farklılıkları ($p < 0.05$) belirtmektedir.

Yapılan istatistiksel değerlendirmelerde toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı değerleri bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu saptanmıştır ($p < 0.05$). Gruplar arasındaki farklılıklar incelendiğinde; KSK ile KK, AsPİK ve AlPİK grupları arasındaki farkın önemli olduğu bulunmuştur

($p<0.05$). Ayrıca SK grubu ile KK ve AlPİK grupları arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

Tüm kroket grupları mikrobiyal açıdan değerlendirildiğinde en düşük mikrobiyal artışın AlPİK'de olduğu görülmektedir (Şekil 4.14). Bu durumun KSK ve SK gruplarının üretimi aşamasında uygulanan yıkama ve süzme işlemlerinin kontaminasyonu artırması bu nedenle asit ve alkali yöntemlere kıyasla, bu gruplarda başlangıçtaki mikrobiyal yükün daha fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Buna karşın asit ve alkali izolatların elde edilmesinde ise soğutmalı sistemdeki santrifüjleme işlemi mikroorganizma yükünün artmasını engellemektedir.



Şekil 4.14. Krokelerin toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) sayılarında meydana gelen değişim

Yapılan değerlendirmelerde toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı değerlerinin zamansal ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). 0. gün ile 30., 60., 90. ve 120. günler arasındaki farkın önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Ayrıca toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı için gruplar ile zaman etkileşiminin istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

Elyasi vd. 2010 yılında yaptıkları çalışmalarında sazan kıyması ve surimisinden kroket üretim sürecinde ürünlerin mikrobiyal içeriğinin üretim süresince arttığını ve kızartma işleminden sonra ise bu artışın oldukça azaldığını tespit etmişlerdir [Elyasi vd., 2010]. Bu çalışmada depolama süresince kroketlerin mikrobiyal içeriğindeki artışın az olması sazanda elde edilen sonuçlar ile uyumaktadır. Mikrobiyal içerikte görülen artışın az olmasında ürünlerin hazırlanması sırasında ilave edilen tuz, karabiber ve sarmısak tozu gibi katkı maddelerinin sahip oldukları antibakteriyel özelliklerinin etkili olduğu düşünülmektedir.

Er, 2007 yılında yaptığı çalışmasında sazandan geleneksel surimi ve yeni geliştirilen pH ayarlama (asit ve alkali uygulaması) yöntemleri elde ettiği asit ve alkali protein izolatlarının toplam mikroorganizma yükünün kontrol (balık kıyması) ve surimi örneklerine göre daha az olduğunu tespit etmiştir. Mikrobiyal yükteki artışın en fazla surimi örneklerinde görüldüğünü, alkali ve asit uygulama karşılaştırıldığında ise alkali uygulamanın daha fazla mikrobiyal azalma sağladığını belirlemişlerdir [Er, 2007]. Bu çalışma sonucunda KSK, KK, AsPİK ve AlPİK gruplarında belirlemiş olduğumuz değerler sazanda elde edilen sonuçlar ile benzerlik göstermektedir.

Kristinsson ve Demir, 2003 yılında yayın balığından elde ettikleri kontrol, surimi, alkali ve asit örneklerini 10 gün depoladıkları çalışmalarında toplam mikroorganizma sayım sonuçlarına göre; asit ve alkali uygulama sonucu elde edilen izolatların diğer ürünlere göre başlangıçta daha az mikrobiyal yük içerdiği ve diğer günlerde daha az mikrobiyal çoğalma gösterdiğini tespit etmişlerdir. Bu durumun çok yüksek ve çok düşük pH değerlerinin mikrobiyal hücreleri yeterince yaralaması ile yüksek santrifüj hızının parçalanmış mikrobiyal hücreleri çöktürmesinden veya üst faza iletmesinden kaynaklandığını belirlemişlerdir [Kristinsson ve Demir, 2003a]. Bu araştırma sonucunda elde ettiğimiz değerler yayın balığı için belirlenen sonuçlar ile uyum göstermektedir.

4.4. DUYUSAL KALİTE DEĞİŞİMLERİ

Araştırmada KSK, SK, KK, AsPİK ve AlPİK grubu krokotlerin depolama başlangıcından 120. günün sonuna kadar görünüş, genel beğeni, koku, renk ile tat ve lezzet gibi duysal özelliklerinde gözlenen değişimler bu bölümde değerlendirilmiştir.

Su ürünlerinde “kalite” balığın tazeliğini, bozulmaya uğramış balığın bozulma derecesini ya da estetik görünüşünü ifade etmektedir [Huss, 1995]. Gıdaların kalite kontrolünde duysal analiz, insanların duyu organlarıyla değerlendirdikleri görünüş, koku, tat ve tekstür gibi parametreleri ifade etmektedir. Bununla beraber, insanların duyu organları vasıtasıyla yapıldığı için hata yapılması en mümkün analizler olarak tanımlanmıştır [Ünlüsayın ve Erdilal, 2008]. Bununla beraber gıdaların depolanmasında ürünün kalitesini belirleyen en önemli kriterin duysal analiz sonuçları olduğu ve duysal analiz sonuçları uygun olmayan bir ürünün tüketilemeyeceği bildirilmektedir. Yapılan diğer analiz sonuçları duysal analiz sonuçları ile birlikte değerlendirilmelidir [Baygar vd., 2002].

Krokotlerin panelistler tarafından yapılan duysal değerlendirmesinde puanlama “10-9 Çok İyi, 8-7 İyi, 6-5 Orta, 4-3 Kötü ve 1-2 Çok Kötü” şeklinde yapılmıştır.

4.4.1. Krokotlerin Görünüşlerinde Meydana Gelen Değişimler

Araştırmada KSK, SK, KK, AsPİK VE AlPİK grubu krokotlerin depolama başlangıcından 120. güne kadar kaydedilen görünüş değerleri Çizelge 4.21’de verilmiştir.

Çalışmada elde edilen bulguların istatistiksel değerlendirmesine göre, görünüş açısından gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılığın olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Gruplar arasındaki farklılıklar incelendiğinde; KSK ile SK, KK ve AsPİK grupları arasındaki farkın önemli olduğu bulunmuştur ($p<0.05$).

Ayrıca KK ve AİPİK grupları arasında da anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Çizelge 4.21. Depolama süresince kroketlerin görünüş değerlerinin değişimi

DEPOLAMA SÜRESİ	Görünüş				
	KSK $\bar{X} \pm S_x$	SK $\bar{X} \pm S_x$	KK $\bar{X} \pm S_x$	AsPİK $\bar{X} \pm S_x$	AİPİK $\bar{X} \pm S_x$
0.gün	8.33±0.12 ^{a,1}	7.75±0.16 ^{b,1}	7.67±0.20 ^{b,1}	7.75±0.14 ^{b,1}	7.79±0.17 ^{b,1}
30.gün	8.13±0.11 ^{a,12}	7.67±0.21 ^{a,1}	7.63±0.17 ^{a,1}	7.79±0.20 ^{a,1}	7.75±0.17 ^{a,1}
60.gün	7.79±0.17 ^{a,23}	7.54±0.16 ^{ab,12}	7.04±0.20 ^{b,12}	7.33±0.21 ^{ab,12}	7.63±0.16 ^{a,1}
90.gün	7.67±0.19 ^{a,3}	7.21±0.18 ^{ab,12}	6.79±0.21 ^{b,2}	7.25±0.24 ^{ab,12}	7.58±0.17 ^{a,1}
120.gün	7.46±0.17 ^{a,3}	7.04±0.22 ^{ab,3}	6.50±0.34 ^{b,2}	7.08±0.27 ^{ab,2}	7.33±0.35 ^{ab,1}

± Standart hatayı göstermektedir (n=8). Aynı satırda yer alan rakamlar üzerinde üstsel olarak gösterilen harfler gruplar arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0.05$); aynı sütunda yer alan rakamlar üzerindeki sayılar ise günler arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0.05$) belirtmektedir.

Yapılan değerlendirmelerde görünüş değerlerinin zamansal ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). 0. gün ile 60., 90. ve 120. günler arasındaki farkın önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Ayrıca, 30. gün ile 90. ve 120. günler arasında; 60. gün ile 120. Gün arasında da istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğu gözlenmiştir ($p<0.05$). Görünüş değerlerinin grup ile zaman etkileşimi ise istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$).

Görünüş açısından yapılan değerlendirmelerde KSK grubunun kalite açısından en beğenilen grup olduğu ve depolama başlangıcından 120. güne kadar “iyi” kalite özelliğini koruduğu saptanmıştır. Bu grubu, AİPİK, AsPİK ve SK gruplarının izlediği tespit edilmiştir. Buna karşın KK grubunun görünüş açısından en az beğenilen grup olduğu ve “orta” kalite özelliği taşıdığı belirlenmiştir. Tüm gruplarda ise görünüş değerlerinin 0. güne göre depolama sonunda azaldığı gözlenmiştir.

4.4.2. Krokletlerin Genel Beğeni Değişimleri

Hazırlanan kroklet gruplarının 0. günden depolamanın tamamlandığı 120. güne kadar genel beğeni değerlerinde meydana gelen değişimler Çizelge 4.22'de verilmiştir.

Çizelge 4.22. Depolama süresince krokletlerin genel beğeni değerlerinin değişimi

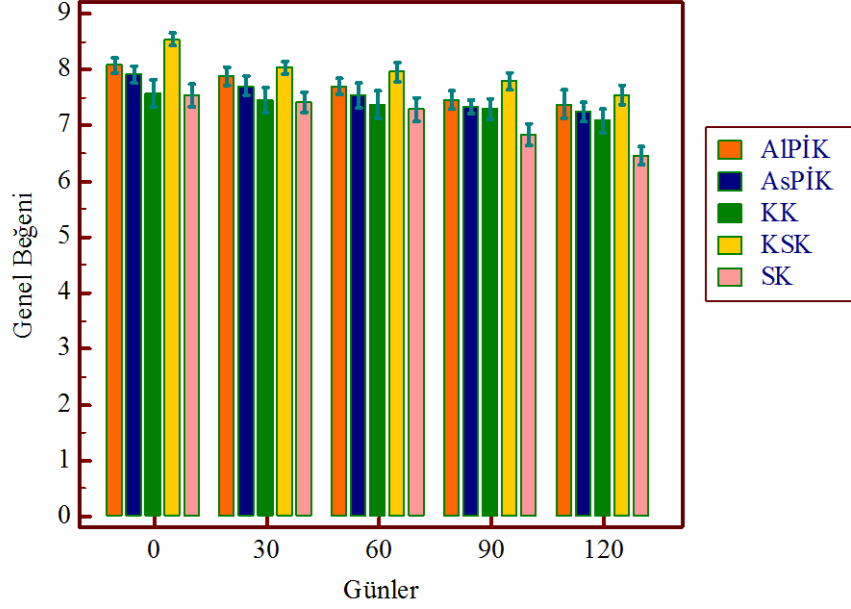
DEPOLAMA SÜRESİ	Genel Beğeni				
	KSK $\bar{X} \pm S_x$	SK $\bar{X} \pm S_x$	KK $\bar{X} \pm S_x$	AsPİK $\bar{X} \pm S_x$	AlPİK $\bar{X} \pm S_x$
0.gün	8.54±0.59 ^{a,1}	7.54±0.98 ^{c,1}	7.58±1.21 ^{bc,1}	7.92±0.72 ^{bc,1}	8.08±0.65 ^{ab,1}
30.gün	8.04±0.55 ^{a,2}	7.42±0.93 ^{c,1}	7.46±1.10 ^{c,1}	7.71±0.81 ^{ab,12}	7.88±0.80 ^{ab,12}
60.gün	7.96±0.86 ^{a,23}	7.29±1.04 ^{b,12}	7.38±1.17 ^{ab,1}	7.54±1.10 ^{ab,12}	7.71±0.69 ^{ab,12}
90.gün	7.79±0.78 ^{a,23}	6.83±0.96 ^{c,23}	7.29±0.86 ^{b,1}	7.33±0.56 ^{ab,3}	7.46±0.78 ^{ab,2}
120.gün	7.54±0.83 ^{a,3}	6.46±0.83 ^{b,3}	7.08±1.02 ^{a,1}	7.25±0.85 ^{a,3}	7.38±1.24 ^{a,2}

± Standart hatayı göstermektedir (n=8). Aynı satırda yer alan rakamlar üzerinde üstsel olarak gösterilen harfler gruplar arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0.05$); aynı sütunda yer alan rakamlar üzerindeki sayılar ise günler arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0.05$) belirtmektedir.

Yapılan istatistiksel değerlendirmelerde genel beğeni değerleri bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p<0.05$). Buna göre, KSK ile SK, KK, AsPİK ve AlPİK grupları arasında; SK ile AsPİK ve AlPİK grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Ayrıca KK ve AlPİK grupları arasında da anlamlı bir farklılık olduğu gözlenmiştir ($p<0.05$). Genel beğeni değerlerinin zamansal ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmıştır ($p>0.05$). 0. gün ile 60., 90. ve 120. günler arasında; 30. gün ile 90. ve 120. günler arasında; 60. gün ile 120. günler arasındaki istatistiksel farkın önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Genel beğeni değerlerinin grup ile zaman etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$).

Genel beğeni değerleri açısından en fazla KSK grubunun beğenildiği ve 120. gün sonunda kadar “iyi” kalite özelliğini koruduğu tespit edilmiştir. Bu grubu, AlPİK AsPİK ve KK gruplarının izlediği belirlenmiştir. Tüm gruplar içerisinde en az beğenilen grubun ise SK grubu olduğu ve “orta” kalite özelliği taşıdığı gözlenmiştir.

Bunun yanısıra genel beğeni değerlerinin depolama sonunda tüm gruplarda 0. gün ile karşılaştırıldığında azaldığı belirlenmiştir. Krokelerin depolama süresince genel beğeni kriterlerinde meydana gelen değişimler Şekil 4.15'te verilmiştir.



Şekil 4.15. Krokelerin depolama süresince genel beğeni kriterlerinde meydana gelen değişim

4.4.3. Krokelerin Koku Değişimleri

KSK, SK, KK, AsPİK ve AİPİK gruplarının depolama başlangıcından, 120. güne kadar kaydedilen koku değerleri Çizelge 4.23'te verilmiştir.

Çalışmada elde edilen bulguların istatistiksel değerlendirmesine göre, koku kriteri açısından gruplar arasındaki istatistiksel farkın önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Buna göre KSK ile SK, KK ve AİPİK grupları arasında; KK ve AsPİK grupları arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Koku değerlerinin zamansal ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmiştir ($p<0.05$). 0. gün ile 60., 90. ve 120. günler arasında; 30. gün ile 90. ve 120. günler arasında; 60. gün ile 120. günler arasındaki istatistiksel farkın

önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Buna karşın koku kriterinin grup ile zaman etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$).

Çizelge 4.23. Depolama süresince krokotlerin koku değerlerinin değişimi

DEPOLAMA SÜRESİ	Koku				
	KSK $\bar{X} \pm S_x$	SK $\bar{X} \pm S_x$	KK $\bar{X} \pm S_x$	AsPİK $\bar{X} \pm S_x$	AİPİK $\bar{X} \pm S_x$
0.gün	8.29±0.69 ^{a,1}	7.83±0.76 ^{b,1}	7.67±0.56 ^{b,1}	8.04±0.69 ^{ab,1}	7.88±0.61 ^{b,1}
30.gün	8.04±0.69 ^{a,12}	7.71±0.86 ^{ab,12}	7.46±0.66 ^{b,12}	7.92±0.58 ^{a,1}	7.67±0.70 ^{ab,12}
60.gün	7.83±0.56 ^{a,23}	7.63±0.65 ^{ab,12}	7.33±0.92 ^{b,12}	7.67±0.70 ^{ab,12}	7.54±0.83 ^{ab,1,2}
90.gün	7.67±0.64 ^{a,23}	7.33±0.70 ^{ab,12}	7.21±0.66 ^{b,2}	7.42±0.50 ^{ab,2}	7.38±0.65 ^{ab,2}
120.gün	7.54±0.83 ^{a,3}	7.21±1.14 ^{a,2}	7.04±0.75 ^{a,2}	7.33±0.70 ^{a,2}	7.29±0.91 ^{a,2}

± Standart hatayı göstermektedir (n=8). Aynı satırda yer alan rakamlar üzerinde üstsel olarak gösterilen harfler gruplar arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0.05$); aynı sütunda yer alan rakamlar üzerindeki sayılar ise günler arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0.05$) belirtmektedir.

Koku açısından yapılan değerlendirmelerde KSK grubunun en beğenilen grup olduğu ve depolama başlangıcından 120. güne kadar “iyi” kalite özelliği taşıdığı belirlenmiştir. Bu grubu, AsPİK, AİPİK ve SK gruplarının izlediği tespit edilmiştir. Buna karşın KK grubunun koku açısından en az beğenilen grup olduğu ve ancak yine de “iyi” kalite özelliği taşıdığı saptanmıştır.

4.4.4. Krokotlerin Renk Değişimleri

Krokot gruplarında 120 günlük depolama süresince renk değerlerinde meydana gelen değişimler Çizelge 4.24’te verilmiştir.

Yapılan istatistiksel değerlendirmelere göre, renk açısından gruplar arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Gruplar arasındaki farklılık incelendiğinde KSK ile SK ve KK arasındaki önemli bir farklılık olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Bunun yanı sıra renk değerlerinin zamansal ölçümleri arasında da istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık olduğu gözlenmiştir ($p<0.05$). Buna göre 0. gün ile 90. ve 120. günler arasındaki farklılığın önemli

olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Renk kriteri açısından grup ile zaman etkileşimi ise istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$).

Çizelge 4.24. Depolama süresince krokotlerin renk değerlerinin değişimi

DEPOLAMA SÜRESİ	Renk				
	KSK $\bar{X} \pm S_x$	SK $\bar{X} \pm S_x$	KK $\bar{X} \pm S_x$	AsPİK $\bar{X} \pm S_x$	AlPİK $\bar{X} \pm S_x$
0.gün	8.08±0.20 ^{a,1}	7.75±0.16 ^{a,1}	7.71±0.20 ^{a,1}	7.79±0.16 ^{a,1}	7.92±0.20 ^{a,1}
30.gün	7.96±0.15 ^{a,1}	7.58±0.16 ^{a,12}	7.54±0.29 ^{a,1}	7.67±0.20 ^{a,1}	7.75±0.17 ^{a,1}
60.gün	7.83±0.18 ^{a,1}	7.42±0.10 ^{a,12}	7.29±0.27 ^{a,1}	7.54±0.21 ^{a,1}	7.67±0.21 ^{a,1}
90.gün	7.71±0.11 ^{a,1}	7.38±0.12 ^{a,12}	7.21±0.22 ^{a,1}	7.46±0.19 ^{a,1}	7.58±0.17 ^{a,1}
120.gün	7.63±0.13 ^{a,1}	7.29±0.09 ^{a,2}	7.08±0.24 ^{a,1}	7.33±0.18 ^{a,1}	7.46±0.36 ^{a,1}

± Standart hatayı göstermektedir (n=8). Aynı satırda yer alan rakamlar üzerinde üstsel olarak gösterilen harfler gruplar arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0.05$); aynı sütunda yer alan rakamlar üzerindeki sayılar ise günler arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0.05$) belirtmektedir.

Renk değerleri sonuçları incelediğinde KSK grubunun en beğenilen grup olduğu ve depolama sonuna kadar “iyi” kalite özelliği taşıdığı saptanmıştır. Bu grubu, AlPİK, AsPİK, ve SK gruplarının izlediği belirlenmiştir. Buna karşın KK grubunun renk açısından en az beğenilen grup olmasına rağmen “iyi” kalite özelliği taşıdığı tespit edilmiştir. Genel olarak renk değerlerinin tüm gruplarda depolama süresince azalış gösterdiği gözlenmiştir.

4.4.5. Krokotlerin Tat ve Lezzet Değişimleri

Krokot gruplarının depolama süresince genel beğeni değerlerinde meydana gelen değişimler Çizelge 4.25’te verilmiştir.

Yapılan istatistiksel değerlendirmelerde tat ve lezzet değerleri bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Buna göre, KSK ile KK grupları arasında, SK ile KSK, KK, AsPİK ve AlPİK grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p<0.05$). Tat ve lezzet değerlerinin zamansal ölçümleri arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmiştir ($p<0.05$). Bu farklılıkların 0. gün ile 90. ve

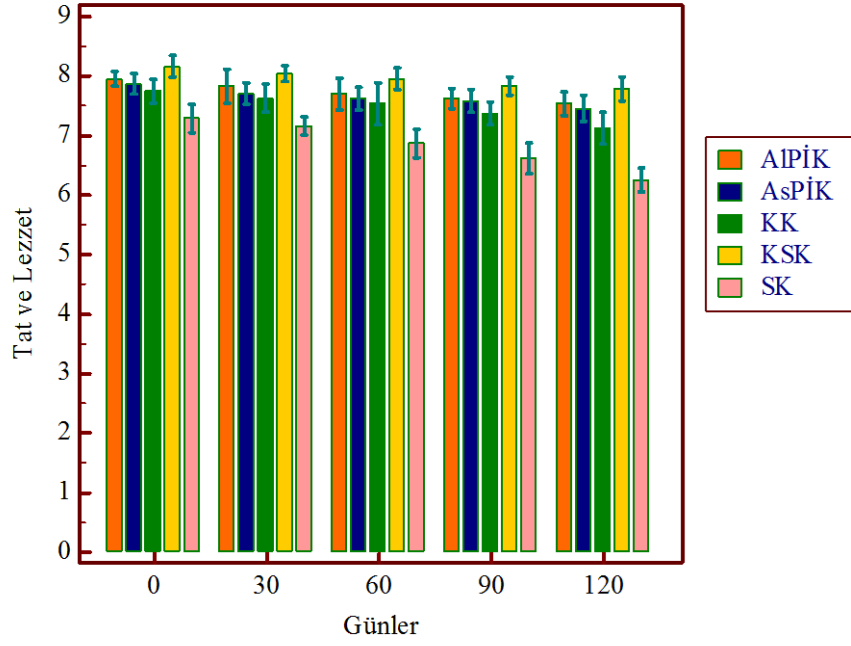
120. günler arasında; 30. gün ile 120. günler arasında olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Buna karşın tat ve lezzet değerleri bakımından grup ile zaman etkileşiminin anlamlı olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$).

Çizelge 4.25. Depolama süresince krokotlerin tat ve lezzet değerlerinin değişimi

DEPOLAMA SÜRESİ	Tat ve Lezzet				
	KSK $\bar{X} \pm S_x$	SK $\bar{X} \pm S_x$	KK $\bar{X} \pm S_x$	AsPİK $\bar{X} \pm S_x$	AlPİK $\bar{X} \pm S_x$
0.gün	8.17±0.19 ^{a,1}	7.29±0.47 ^{b,1}	7.75±0.20 ^{ab,1}	7.88±0.17 ^{a,1}	7.96±0.13 ^{a,1}
30.gün	8.04±0.13 ^{a,1}	7.17±0.47 ^{b,1}	7.63±0.24 ^{ab,1}	7.71±0.18 ^{ab,1}	7.83±0.29 ^{a,1}
60.gün	7.96±0.18 ^{a,1}	6.88±0.69 ^{b,12}	7.54±0.35 ^{ab,1}	7.63±0.20 ^{a,1}	7.71±0.27 ^{a,1}
90.gün	7.83±0.16 ^{a,1}	6.63±0.56 ^{b,12}	7.38±0.19 ^{a,1}	7.58±0.19 ^{a,1}	7.63±0.17 ^{a,1}
120.gün	7.79±0.20 ^{a,1}	6.25±0.53 ^{b,2}	7.13±0.26 ^{a,1}	7.46±0.23 ^{a,1}	7.54±0.20 ^{a,1}

± Standart hatayı göstermektedir (n=8). Aynı satırda yer alan rakamlar üzerinde üstsel olarak gösterilen harfler gruplar arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0.05$); aynı sütunda yer alan rakamlar üzerindeki sayılar ise günler arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0.05$) belirtmektedir.

Tat ve lezzet değerleri açısından en fazla KSK grubunun beğenildiği ve 120. gün sonuna kadar değerlerde azalışlar görülmesine rağmen “iyi” kalite özelliğini koruduğu belirlenmiştir. Bu grubu, AlPİK, AsPİK ve KK gruplarının izlediği saptanmıştır. Tüm gruplar içerisinde tat ve lezzet olarak en az beğenilen grubun ise SK grubu olduğu ve “orta” kalite özelliği taşıdığı tespit edilmiştir. Krokotlerin depolama süresince tat ve lezzetlerinde meydana gelen değişimler Şekil 4.16’da gösterilmiştir.



Şekil 4.16. Krokelerin depolama süresince tat ve lezzetlerinde meydana gelen değişim

İzci, 2010 yılında gümüşü havuz balığından hazırladığı krokelerin tat, tekstür, renk, koku ve genel beğeni kriterleri açısından panelistler tarafından beğenildiğini belirtmiştir [İzci, 2010]. Bu çalışmada KK grubunun panelistler tarafından beğenilmesi araştırmacının sonuçları ile paralellik göstermektedir.

Tokur vd. 2006 yılında yaptıkları çalışmalarında sazan kıymasından hazırladıkları krokelerin başlangıçtaki ve 150 gün sonundaki renk, koku, tat ve genel beğeni değerlerini sırasıyla, 8.63 ± 0.52 ve 7.75 ± 0.46 , 8.38 ± 0.52 ve 7.88 ± 0.64 , 8.13 ± 0.35 ve 7.38 ± 0.74 ile 8.25 ± 0.46 ve 7.13 ± 0.83 olarak belirlemişlerdir. Aynı araştırmacılar sazan surimisinden hazırladıkları krokelerde renk, koku, tat ve genel beğeni değerlerini sırasıyla, 8.75 ± 0.46 ve 7.88 ± 0.35 , 8.75 ± 0.46 ve 8.00 ± 0.53 , 8.75 ± 0.46 ve 7.88 ± 0.64 ile 8.75 ± 0.46 ve 7.38 ± 0.74 olarak tespit etmişlerdir [Tokur vd., 2006]. Bu çalışmada KK grubunun başlangıçtaki ve 120 gün sonundaki değerleri sırasıyla 7.71 ± 0.20 ve 7.08 ± 0.24 , 7.67 ± 0.56 ve 7.04 ± 0.75 , 7.75 ± 0.20 ve 7.13 ± 0.26 ile 7.58 ± 1.21 ve 7.08 ± 1.02 şeklinde saptanmıştır. KSK grubunda ise bu değerler sırasıyla, 8.08 ± 0.20 ve 7.63 ± 0.13 , 8.29 ± 0.69 ve 7.54 ± 0.83 , 8.17 ± 0.19 ve 7.79 ± 0.20 ile 8.54 ± 0.59 ve 7.54 ± 0.83 şeklinde belirlenmiştir. Ayrıca bu çalışmada,

sazanda yapılan çalışmada belirttiği şekilde KK grubu örneklerin besinsel değeri daha yüksek olmasına karşın panelistlerin hoş tadı nedeniyle KSK grubunu tercih ettikleri saptanmıştır.

Elyasi vd. 2010 yılında yaptıkları çalışmalarında sazan kıyması ve surimisinden ürettikleri krokotlerin renk, koku, tat, tekstür ve genel beğeni değerlerini 7 puan üzerinden sırasıyla 3.35 ± 0.74 ve 4.45 ± 0.60 , 4.20 ± 0.76 ve 4.55 ± 0.60 , 4.70 ± 0.73 ile 4.55 ± 0.51 , 4.45 ± 0.94 ve 4.70 ± 0.57 , 4.17 ± 0.58 ve 4.48 ± 0.10 olarak belirlemişlerdir [Elyasi vd., 2010]. Bu çalışmada gümüşü havuz balığı KK grubunun görünüş, renk, koku, tat ve genel beğeni değerleri 10 puan üzerinden sırasıyla 7.67 ± 0.20 , 7.71 ± 0.20 , 7.67 ± 0.56 , 7.75 ± 0.20 , 7.58 ± 1.21 ; SK grubunda bu değerler 7.75 ± 0.16 , 7.75 ± 0.16 , 7.83 ± 0.76 , 7.29 ± 0.47 , 7.54 ± 0.98 şeklinde saptanmıştır. Elde edilen değerlerin sazanda belirlenen sonuçlarla benzer olduğu görülmektedir.

Shengal ve Shengal, 2002 yılında yaptıkları çalışmalarında sazandan ürettikleri krokotlerin görünüş, renk, lezzet, tat ve genel beğeni değerlerini sırasıyla; 7.50, 7.33, 7.33, 7.17, 8.0 ve 7.12 olarak belirlemişlerdir [Shengal ve Shengal, 2002]. Bu çalışmada KK grubunun görünüş (7.67 ± 0.20), renk (7.71 ± 0.20), tat ve lezzet (7.75 ± 0.20) ile genel beğeni (7.58 ± 1.21) değerleri araştırmacıların sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Abdelaal vd. 2014 yılında sazandan surimi üretimi üzerine yaptıkları çalışmalarında kızartılmış sazan kıymasının tekstür, renk, koku, tat ve genel beğeni değerlerini sırasıyla 7.80 ± 1.13 , 8.30 ± 0.67 , 7.80 ± 0.91 , 7.80 ± 0.91 ve 7.70 ± 0.94 ; kızartılmış surimide aynı değerleri sırasıyla, 8.80 ± 0.63 , 9.30 ± 0.48 , 9.30 ± 0.48 , 9.10 ± 0.56 ve 9.20 ± 0.63 olarak belirlemişlerdir [Abdelaal vd., 2014]. Bu çalışmada KK grubunun görünüş, renk, koku, tat ve genel beğeni değerleri sırasıyla 7.67 ± 0.20 , 7.71 ± 0.20 , 7.67 ± 0.56 , 7.75 ± 0.20 , 7.58 ± 1.21 ; surimi grubu krokotlerde ise bu değerler 7.75 ± 0.16 , 7.75 ± 0.16 , 7.83 ± 0.76 , 7.29 ± 0.47 ve 7.54 ± 0.98 şeklinde saptanmıştır. Elde ettiğimiz KK grubu sonuçlar sazanda bulunan değerlere yakın olmasına karşın, SK grubu için belirlenen değerlerin düşük olduğu görülmektedir. Bu

durumda özellikle SK grubuna kryoprotektan olarak ilave edilen sukroz ve sorbitolün ürünlere tatlı bir tat kazandırmasının ve bu tadın panelistlerin damak tadına uygun olmamasının etkili olduğu düşünülmektedir.

İnanlı vd. 2006 yılında bıyıklı balıktan yapılan balık kroketinin soğukta raf ömrünü belirlemek için yaptıkları çalışmalarında, kroketlerin 21 günlük depolamanın 0. gününde 4.91 puanla “çok iyi” kalitede olduklarını, 9. gününde 3.81 puan ile “iyi”, 21. gününde 1.43 puanla “ çok kötü” nitelikte olduğunu ve ürünün tazeliğini 12 gün koruyabildiğini bildirmişlerdir [İnanlı vd., 2006]. Bu çalışmada tüm kroket gruplarının 120 günlük depolama süresince genel olarak iyi kalitede ürün özelliği taşıdıkları görülmektedir.

Shaviklo vd. 2010 yılında pH ayarlama metodu ile mezgitten elde ettiği kıyma (%100) ve balık protein izolatlarından (kıyma: protein izolatu, %75:%25 ve %50:%50) hazırladığı kızartılmış balık toplarının duyuşal özelliklerini inceledikleri çalışmalarında kıymaya balık protein izolatu eklemenin koku, tat, tekstür ve görünüş yönünden olumlu yönde etkili olduğu belirlemişlerdir. Ayrıca %50 kıyma ve %50 protein izolatu ilave edilen grupta şekil verme yeteneğinin diğer gruplardan daha iyi olduğu tespit etmişlerdir [Shaviklo vd., 2010b]. Bu çalışmada elde ettiğimiz sonuçlara göre genel beğeni, koku, renk ile tat ve lezzet açısından KSK grubundan sonra kalite açısından en beğenilen grupların AsPİK ve AlPİK grupları olduğu görülmektedir. Bu da sonuçlarımızın mezgitte elde edilen sonuçlar ile uyumlu olduğunu göstermektedir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Gümüşi havuz balığı (*C. gibelio*)'ndan surimi ve pH ayarlama (asit ve alkali çöktürme) metotları ile elde edilen protein izolatlarından hazırlanan kroketlerin raf ömrü üzerine yapılan çalışmada, hazırlanan kroketler vakum poşetlerinde paketlenmiş ve -18 °C'de depolanmıştır. 120 gün süre ile meydana gelen değişimlerin incelenmesi amacıyla, kroketlerde kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu analizleri yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda elde edilen bulgular ve öneriler aşağıda sıralanmıştır:

1. Krokelerin hazırlandığı gümüşi havuz balığının % ham protein değeri %17.06±0.07 olarak kaydedilmiştir. Hazırlanan kroketlerin % protein miktarları 120 günlük depolama sonunda KSK, SK, KK, AsPİK ve AlPİK gruplarında sırasıyla %11.55±0.62, %12.30±0.22, %14.56±0.05, %13.93±0.31 ve %15.71±0.13 olarak belirlenmiştir. Elde edilen bu sonuca göre hazır yiyecek sınıfında yer alan kroketlerin protein bakımından iyi birer besin kaynağı olduğu görülmektedir. KSK ve SK grubu kroketlerin hazırlanması sırasında uygulanan yıkama işleminde suda çözülebilen proteinlerin üründen uzaklaşmasına bağlı olarak protein değerlerinin diğer gruplardan daha düşük olduğu görülmüştür. Depolama sonunda KSK ile AlPİK grubu ve SK ile KK ve AlPİK grupları arasındaki farkın önemli olduğu belirlenmiştir.

2. Ham materyalde % lipit değeri % 2.31±0.07 olarak saptanmış, depolama sonunda ise KSK, SK, KK, AsPİK ve AlPİK gruplarında sırasıyla, %7.13±1.10, %6.59±0.61, %8.78±0.40, %9.13±0.81 ve %8.82±0.81 olarak bulunmuştur. Depolama sonunda kroket grupları arasında % lipit değeri bakımından anlamlı bir farklılığın olmadığı görülmüştür.

3. Ham materyalde saptanan % nem miktarı %77.41±0.09 olarak belirlenmiştir. Depolama sonunda KSK, SK, KK, AsPİK ve AlPİK gruplarında % nem değerleri sırasıyla %62.14±3.13, %61.47±0.40, %58.93±1.50, %58.46±1.88 ve %59.34±0.53 olarak saptanmıştır. Krokelerin depolama sonunda nem değerlerinin azalmasında

hazırlık aşamasında ilave edilen buğday unu gibi katkı maddeleri ile uygulanan ön kızartma işleminin etkili olduğu düşünülmektedir.

4. Ham materyalde TBA değerinin 0.71 ± 0.09 mg MA/kg olarak saptanmış ve bu ham materyalin çok iyi kalitede olduğu belirlenmiştir. Depolama süresi sonunda KSK, SK, KK, AsPİK ve AlPİK gruplarında TBA değerleri sırasıyla 0.42 ± 0.05 mg MA/kg, 0.35 ± 0.04 mg MA/kg, 0.65 ± 0.11 mg MA/kg, 1.08 ± 0.08 mg MA/kg ve 1.14 ± 0.06 mg MA/kg olarak tespit edilmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlar tüm krokot gruplarının depolamanın ilk gününden 120. gün sonuna kadar “çok iyi ürün” özelliğini koruduğunu göstermektedir. KSK ve SK grubu krokotlere uygulanan yıkama işlemi esnasında suda çözünebilir lipitlerin uzaklaştırılması sonucu bu iki gruptaki TBA değerlerinin depolama süresince diğer gruplardan düşük olmasında etkili olduğu görülmüştür.

5. Ham materyalde 21.81 ± 0.44 mg/100g olarak saptanan TVB-N değerine göre türün iyi ürün özelliğine sahip bir ham madde olduğu görülmektedir. Depolama süresince tüm krokot gruplarında görülen TVB-N değerlerindeki artış, depolama sonunda KSK, SK, KK, AsPİK ve AlPİK gruplarında grubu krokotlerde, sırasıyla 7.88 ± 0.54 mg/100g, 6.62 ± 0.14 mg/100g, 17.21 ± 1.79 mg/100g, 11.27 ± 0.17 mg/100g ve 12.43 ± 0.33 mg/100g olarak kaydedilmiştir. Bu sonuçlara göre, tüm krokotlerin TVB-N değerleri bakımından “çok iyi” ürün kalitesinde olduğu ve KSK ile SK gruplarının her ikisi içinde KK, AsPİK ve AlPİK grupları arasındaki farkların önemli olduğu belirlenmiştir.

6. Gümüşi havuz balığı ham materyalinde pH değeri 5.99 ± 0.01 olarak belirlenmiştir. Depolama sonunda en yüksek pH değerleri 6.45 ± 0.04 ile SK ve KK gruplarında belirlenmiş olup, bu grupları 6.42 ± 0.02 ile KSK, 6.24 ± 0.01 ile AsPİK ve 6.13 ± 0.01 ile AlPİK'in izlediği saptanmıştır. Tüm gruplarda belirlenen pH değerlerinin balıklar için belirlenen tüketilebilirlik değerlerinin (6.8-7.0) altında olduğu gözlenmiştir.

7. Yapılan mikrobiyolojik analizlerde gümüşi havuz balığı ham materyalinde 4.35 ± 0.02 log kob/g olarak belirlenen toplam aerobik mezofilik bakteri sayısının

KSK (4.36 ± 0.01 log kob/g), SK (4.30 ± 0.01 log kob/g) ve KK (4.33 ± 0.02 log kob/g) grubu kroketlerde depolama sonunda AsPİK (4.18 ± 0.02 log kob/g) ve AlPİK (4.05 ± 0.02 log kob/g) gruplarına göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Ham materyalde ve tüm kroket gruplarında depolama süresince koliform ve *E.coli* bakterilerine rastlanmamıştır. Buna göre mikrobiyal açıdan en iyi sonuç veren kroket gruplarının KSK, SK ve KK grupları ile karşılaştırıldığında AlPİK ve AsPİK olduğu tespit edilmiştir. KSK ve SK gruplarına uygulanan yıkama ve süzme işlemleri ürünlerin mikrobiyal yükünün artmasına neden olmaktadır. Buna karşın asit ve alkali protein izolatlarının elde edilmesinde uygulanan soğutmalı sistemdeki santrifüjleme işleminin mikroorganizma yükünün artmasını engellediği düşünülmektedir.

8. Araştırmada yapılan duyuşal değerlendirmeler neticesinde genel beğeni değerleri açısından en fazla KSK grubunun beğenildiği bu grubu AlPİK, AsPİK ve KK grubunun izlediği belirlenmiştir. Tüm gruplar içerisinde en az beğenilen kroket grubunun sukroz ve sorbitol ilave edilen SK grubu olduğu, bu durumda ilave edilen katkıların verdiği tatlımsı tadın damak zevkimize uygun olmamasının etkili olduğu gözlenmiştir.

9. Hazırlanan kroket gruplarındaki başlıca aminler putresin, kadaverin, spermin, triptamin, β -feniletilamin, spermidin, histamin, serotonin, tiramin, dopamin ve agmatin olmuştur. Kroket gruplarında en düşük biyojenik amin değerleri AlPİK grubunda sırasıyla spermidin (0.08 ± 0.01 mg/100g), spermin (0.10 ± 0.04 mg/100g) ve histamin (0.16 ± 0.03 mg/100g) olarak belirlenmiştir.

10. Depolama sonunda en yüksek histamin değeri tüm gruplar içerisinde 0.59 ± 0.21 mg/100g ile KK grubunda tespit edilmiş olup, aminler içerisinde biyolojik olarak aktif olan histaminin depolama sonunda FDA tarafından toksik olarak bildirilen 5 mg/100g'ın altında olduğu gözlenmiştir. Dolayısıyla başlangıç materyali olarak kullanılacak balığın kalitesinin, depolama sonuna kadar oluőacak olan histaminin miktarını doğrudan etkileyeceği; putresin ve kadaverin gibi diğer biyojenik aminlerin de histamin toksisitesini arttıracığı bir gerçektir. Sonuç olarak depolama süresince

oluştugu gözlenen histaminin hazırlanan krokotlerin kalitesinin belirlenmesinde iyi bir gösterge olduğu düşünölmektedir.

11. Tüm krokot gruplarının doymamış yağ asitlerinden oleik ve linoleik asiti yüksek miktarda içerdiği, EPA ve DHA değerlerinin ise gümüşi havuz balığı ham materyalinden daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Gümüşi havuz balığı kılçıklı olması, etinin lezzetli olmaması gibi özelliklerinden dolayı iç piyasada tüketimde tercih edilmemektedir. Elde ettiğimiz sonuçlar, bu türden EPA ve DHA değerleri düşük olsa bile surimi ve protein izolatları olarak hazırlanan krokotlerin işlenmiş gıdalar içerisinde iyi bir alternatif olabileceğini göstermektedir.

12. Balık krokotlerinin raf ömürleri kullanılan balık türlerine ve depolama sıcaklıklarına bağılı olarak 9 gün ile 6 ay arasında değişim göstermektedir. Ürünün raf ömrünü doğrudan etkileyecek olan depolama sıcaklığı çalışmada ticari olarak marketlerde satışa sunulan ürünlerde olduğu gibi -18 °C olarak uygulanmıştır. Çalışmada kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal değerlendirmeler neticesinde hazırlanan tüm krokot gruplarının 120. günün sonunda hala bozulmadıkları belirlenmiştir. Bu durumun işleme teknolojisinin temel ilkelerinden olan kaliteli ürün için kaliteli hammadde kullanılması prensibinin yerine getirilmesinden kaynaklandığı düşünölmektedir. Her ne kadar bu çalışmada olumlu sonuçlar elde edilse de marketlerde depolama sıcaklığı çalışmadaki gibi sabit tutulamamakta bazen ürünlerin olması gerekenden daha yüksek sıcaklık koşullarında depolandıkları gözlenmektedir. Bu nedenle tüketicilerin marketlerden satın alacakları ürünlerin depolama koşulları ve üretim tarihleri konusunda daha bilinçli olması gerektiği ortaya çıkmaktadır.

Dünyanın birçok ülkesinde tüketiciler arasında tercih edilmeyen balıklar ile diğer su ürünlerinin çok değişik işleme teknikleri kullanılarak yeni ürünlere dönüştürüldüğü bilinmektedir. Ülkemizde ise ticari değeri olmayan veya az olan başta balık olmak üzere bazı su ürünlerimiz yeterince değerlendirilememektedir. Özellikle dünya nüfusunun her geçen gün hızla arttığı ve sınırlı olan besin kaynaklarının daha verimli kullanılmasını zorunlu olduğu günümüzde, bu türlerin

tüketicinin damak zevkine uygun olarak yeni işleme teknolojileri kullanılarak insan gıdası olarak ekonomiye kazandırılması büyük önem taşımaktadır.

TÜİK 2014 yılı verilerine göre Türkiye'deki iç sularda 5400 ton civarında av vermiş olan *C. gibelio* Türkiye'deki hemen hemen bütün göllerde yerli türler üzerinde baskı oluşturmaya başlamıştır. Çalışmanın yapıldığı dönemde *C. gibelio* Çıldır Gölü'nde 60 ton civarında avlanmış ve avlanan balıkların büyük bir kısmı iç piyasada talep görmediğinden Irak'a ihraç edilmiştir. Diğer balık türlerine göre karakteristik tadı, kokusu, çok kılçıklı olması ve istenmeyen tekstürel özellikleri gibi çeşitli nedenlerle tüketici tarafından fazla tercih edilmediğinden ekonomik anlamda değeri de oldukça düşük olan bir türdür. Bu nedenle, ekonomik değerini yükseltecek işleme metotları geliştirilmesi ile pazarda rekabet etme şansının artırılması ve bu türden işlenmiş ürün olarak daha yüksek getiri sağlanması mümkün olacaktır.

Bu bağlamda çalışma sonucunda gümüşi havuz balığının kroket üretiminde kullanımının uygun olduğu ve alternatif ürün çeşidi olarak değerlendirilmesi gerektiği saptanmıştır. Hazırlanan kroket grupları içerisinde kryoprotektan (sukroz ve sorbitol) ilave edilmiş olan SK grubunun diğer gruplarla karşılaştırıldığında sahip olduğu tatlımsı tat nedeni ile damak tadımıza daha az hitap ettiği belirlenmiştir. Buna karşın en fazla beğenilen KSK grubunun uygulanan yıkama işlemi ile nötr bir lezzet ve istenen şekilde lezzetlendirilerek kullanılabilir bir hamur özelliği kazandığı görülmüştür.

Çalışmada elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, pH ayarlama yöntemi ile asit ve alkali protein izolatu üretiminin surimi yöntemine göre daha avantajlı bir yöntem olduğu belirlenmiştir. Bu yöntemler ile balıkların farklı sezonlarda avlanmasından, balık boyutundan, tercih edilmemelerine neden olan tat ve koku gibi tekstürel özelliklerinden, oksidasyona maruz kalan doymamış yağ içeriğinin zenginliğinden, stabil olmayan düşük fonksiyonlu, zayıf ekstraksiyonlu ve yüksek proteolitik aktiviteli kas proteinlerinin mevcudiyetinden kaynaklanan sorunların çözümü sağlanabilecektir. Asit-alkali protein izolatu (pH ayarlama) eldesi metodu ile

şu an hayvan yemi olarak kullanılan su ürünleri ve bunların şu an atık olarak ziyan edilen yan ürünlerinden elde edilen proteinler insan tüketimine sunulabilecektir.

Sonuç olarak; farklı işleme metotlarının uygulanması ve doğrudan değerlendirilemeyen ürünlerin farklı alternatif yöntemler ile tüketimde kullanımının sağlanması ve yaygınlaştırılması amacıyla yapılan bu araştırma bu konuda yapılacak diğer çalışmalara ışık tutacaktır. Ayrıca gümüşi havuz balığı gibi bulunduğu bölgedeki diğer türler için rekabetçi olan türlerin buldukları ortamlardaki zararlarının azaltılması açısından işlenerek ekonomiye kazandırılmaları ve böylece bölgedeki stoktan çekilmeleri doğal stokları korumak adına uygulanabilecek bir yöntem olup, aynı zamanda ülke ekonomisine de büyük katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Abdelaal, H. A., Mohamed, H. M. A., Hammam, A. M. and Elhosan, R. M. “Physical, Chemical and Sensory Evaluation of Common Carp Fish (*Cyprinus carpio*) Surimi”, 4th Conference of Central Laboratory for Aquaculture Research, Mısır, 409-425, (2014).
- Alagöz, S., Ergüden, D. ve Göksu M. Z. L. “Seyhan Baraj Gölü’nde (Adana) İlk Kez Tespit Edilen Balık Türleri”, I. Balıklandırma ve Rezervuar Yönetimi Sempozyumu, 07–09 Şubat, Antalya, (2006).
- Anonymous. “Merck Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları”, Ed: A. K. Halkman. Başak Matbaacılık Ltd. Şti., Ankara, 358 sayfa, (2005).
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). Official Methods of Analysis, 16th Edition. AOAC International, Gaithersburg, MD., (1995).
- AOAS, “Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society”, American Oil Chemists Society, Champaign, IL, (1994).
- Arıkan, G., Demir, N. ve Ekinci, Y. “Balıklardan Proteinlerin Çeşitli Yöntemlerle İzole Edilmesi”, Türkiye 9. Gıda Kongresi, 24-26 Mayıs, Bolu, (2006).
- Arslan, Y.H. “Siraz (*Capoeta capoeta capoeta*)’dan Elde Edilen Suriminin Farklı Depolama Sıcaklıklarında Çeşitli Kryoprotektanlar Kullanılarak Raf Ömrünün Tespiti”, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 97 s., (2006).
- Aubourg, S., Sotelo, C., Perez-Martin, R. “Assessment of Quality Changes in Frozen Sardine (*Sardina pilchardus*) by Fluorescence Detection”, J. Am. Oil Chem. Soc., 75:575–580, (1998).
- Aubourg, S., Rodriguez, A., Gallardo, J. “Rancidity Development During Frozen Storage of Mackerel (*Scomber scombrus*): Effect of Catching Season and Commercial Presentation”, Eur. J. Lipid Sci. Technol., 107:316–323, (2005).
- Azadian, M., Moosavi-Nasab, M., Abedi, E. “Comparison of Functional Properties and SDS-PAGE Patterns Between Fish Protein Isolate and Surimi Produced From Silver Carp, Eur. Food Res. Technol., 235:83–90, doi: 10.1007/s00217-012-1721-z, (2012).

- Batista, I. Pires, C. and Nelhas, R. “Extraction of Sardine Proteins by Acidic and Alkaline Solubilisation”, *Food Science and Technology International*, 13: 189, DOI: 10.1177/1082013207079619, (2007)
- Baygar, T., Erkan, N., Metin, S., Özden, Ö., Varlık, C. “Soğukta Depolanan Alabalık Dolmasının Raf Ömrünün Belirlenmesi”, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 26: 577-580, (2002).
- Bentis, C.A., Zotos, A. and Petridis, D. “Production of Fish-Protein Products (Surimi) from Small Pelagic Fish (*Sardinops pilchadusts*), Underutilized by The Industry”, *Journal of Food Engineering*, 68: 303-308, (2005).
- Buyruk, G. “Tilapia (*Oreochromis niloticus*)’dan Hazırlanan Suriminin Besinsel Kalitesi ve Duyusal Değerlendirilmesi”, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 37s., (2005).
- Can, Ö.P. “Çiğ Balık Filetolarının Raf Ömrünün Eugenol Konsantrasyonları ve Bekleme Süresine Bağlı Olarak Matematiksel Modellemesi”, *Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları*, 81-84, (2007).
- Chaijan, M., Panpipat, W. and Benjakul, S. “Physicochemical Properties and Gel-Forming Ability of Surimi from Three Species of Mackerel Caught in Southern Thailand”, *Food Chemistry*, 121: 85–92, (2010).
- Chung, S. I., Kim, S. Y., Nam, Y. J. and Kang, M.Y. “Development of Surimi Gel from King Oyster Mushroom and Cuttlefish Meat Paste”, *Food Sci. Biotechnol.*, 19 (1): 51-56, (2010).
- Curran, C. A., Nicoladies, L., Poulter R. G. and Pors J., “Spoilage of Fish From Hong Kong at Different Storage Temperatures”, *Trop Sci.*, 22: 367-382, (1980).
- Çağlak, E. “Surimi Üretim Teknolojisinde Kalite ve Dayanma Süresini Etkileyen Faktörler Üzerine Bir Araştırma”, Ondokuz Mayıs Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 45 s., (2002).
- Çaklı, Ş. ve Duyar, H. A. “Surimi Teknolojisi”, *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 18(1-2): 255-269 (2001).
- Çaklı S., Taşkaya, L., Kışla, D., Çelik, U., Ataman, C. A., Cadun, A., Kılınç, B. and Maleki, R. H. “Production and Quality of Fish Finger From Different Fish Species”, *Eur Food Res Technol*, 220: 526-530, (2005).

- Çetin, K. “Hamsi ve Orkinos Balıklarının Surimi'ye İşlenmesi Üzerine Teknolojik Araştırmalar”, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Bölümü, Doktora Tezi, Türkçe, 120 s., (1997).
- Çolak, H., Aksu, H. “Gıdalarda Biyojenik Aminlerin Varlığı ve Amin Oluşumunu Etkileyen Faktörler”, YYÜ.Vet. Fak. Derg., 13(1-2):35-40, (2002).
- Davenport, M. and Kristinsson, H. G. “Low and High pH Treatments Induce a Molten Globular Structure in Myosin Which Improves Its Gelation Properties”, In Proc'of IFT Annual Meeting Book. P 98. Chicago, Illinois, July 12-16, (2003).
- Demir, N. and Kristinsson, H. G. “Composition, Quality and Physicochemical Properties of Catfish Surimi Compared to Catfish Protein Isolates from Acid and Alkali-Aided Processing”, In Proc'of IFT Annual Meeting Book, P 94 , Chicago, Illinois, July 12-16, (2003).
- Demir, N., Balaban, M. O., Kristinsson, H. G. “Objective Quality Assessment of Fish Protein Isolates and Surimi Using Color Machine Vision and Measurements of Lipid Oxidation Products”, In Proc'of IFT Annual Meeting Book. IFT Annual Meeting, P 94, Chicago, Illinois, July 12-16, (2003).
- Dey, S. S. and Dora, K. C. “Suitability of Chitosan as Cryoprotectant on Croaker Fish (*Johnius gangeticus*) Surimi During Frozen Storage”, Journal of Food Science and Technology, 48(6):699-705, doi: 10.1007/s13197-010-0197, (2011).
- Doğan, K. “Su Ürünleri Sektörünün Tarım Sektörü İçindeki Yeri ve Önemi”, Tarım İstanbul TKB İstanbul İl Müdürlüğü Yayın Organı, (80), 8-12, (2002).
- Doğan, H. B. ve Tükel, Ç. “Toplam Bakteri”, Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları, Genişletilmiş 2. Baskı; Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Yayını, Sim Matbaası, Ankara, 522 s., (2000).
- Duman, M., Özpolat, E., Gül, M. R. “Farklı Oranlarda Surimi Tozu Kullanılarak Üretilen Cipslerin Kimyasal Kompozisyonu ve Duyusal Kalitesinin Belirlenmesi”, Journal of FisheriesSciences.com, 6(4): 282-286 (2012).
- El-Sahn, M. A., Youssef, A. M. M. and Moharram, Y. G. “Edible Products from Pelagic Bissaria (*Atherina mochon*) Fish”, Die Nahrung, 34: 47-52, (1990).
- Elyasi, A., Zakipour Rahim Abadi, E., Sahari, M.A. and Zare, P. “Chemical and Microbial Changes of Fish Fingers Made From Mince and Surimi of Common

- Carp (*Cyprinus carpio*L., 1758)", International Food Research Journal, 17: 915-920, (2010).
- Er, G. A. "Sazan Balıklarından (*Cyprinus carpio*) Elde Edilen Proteinlerin İzolasyon Yöntemlerinin Karşılaştırılması", Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 62 sayfa, (2007).
- Eymard, S., Carcouet, E., Rochet, M.J., Dumay, J., Chopin, C. and Genot, C. "Development of Lipid Oxidation During Manufacturing of Horse Mackerel Surimi", Journal of the Science of Food and Agriculture, 85(10): 1750-1756, (2005).
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). "Food and Nutrition Paper Manuals of Food Quality Control Food Analysis: Quality, Adulteration, and Tests of Identity", Rome, (1986).
- FAO/WHO. "Codex code for frozen surimi", Surimi and Surimi Sea Food, 2nd Edition, (Ed: Park, J.W.), Boca Raton: Taylor and Francis Group, 869-885, New York, (2005).
- Fish Base, <http://www.fishbase.org/summary/Carassius-gibelio.html>, (17.04.2012).
- Gashti, G. Z. "Estimation of Microbiological and Chemical Variations in Minced Fish Processing of Atlantic Pollock (*Pilachius vireos*)", The United Nations University, Fisheries Training Programme, Final Project Iceland, (2002).
- Gökoğlu, N. "Su Ürünleri İşleme Teknolojisi", Su Vakfı Yayınları, İstanbul, 154 s., (2002).
- Güngör, F. "Karabalık Krokentinin Soğuk Muhafazası Süresince Kalite Değişiminin İncelenmesi", Mustafa Kemal Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 39 sayfa, (2011).
- Haji Maleki, R. "Suda Çözünmeyen Buğday Lifinin, Balık Ürünlerinde Kullanımı", Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 103 sayfa, (2005).
- Halasz, A., Barath, A., Sarkadi, L. S., Holzapfel, W. "Biogenic Amines and Their Production By Microorganism In Food", Trend. Food Sci. and Technol., 5: 42-49, (1994).

- Hall, G. M. and Ahmad, N. H. “Surimi and fish mince products”, Fish Processing Technology, 1st ed. (Editör: Hall, G.M.), VHC Pub. Inc., New York, 74-92, (1992).
- Himelbloom, B. H., Brown, E. K. and Lee, J. S. “Mikroorganizmler İzolasyonu”, J. Food Science, 56(2): 299-3001, (1991a).
- Himelbloom, B. H., Brown, E. K. and Lee, J. S. “Microorganisms on Commercially Processed Alaskan Finfish”, J. Food Science, 56(5) : 1279-1281, (1991b).
- Himelbloom, B. H., Lee, J. S. and Price, R. J. “Microbiology and HACCP in surimi manufacturing”, Surimi and Surimi Seafood, (Editör: Park, J.W.), Marcel Dekker Inc., New York, 79-90, (2000).
- Huda, N., Abdullah, A. and Babji, A. S. “Nutritional Quality of Surimi Powder from Threadfin Bream”, Journal of Muscle Foods, 11: 99-109, (2000).
- Hultin, H. O. and Kelleher, S. D. “Process For Isolating A Protein Composition From A Muscle Source and Protein Composition”, U.S. Patent No. 6, 188-216, (2001).
- Huss, H. H., “Fresh Fish: Quality and Quality Changes”, Rome:Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations, 132p., (1988).
- Huss, H. H., “Quality and Quality Changes in Fresh Fish”, FAO Fisheries Technical Paper. Food and Agriculture Organization of The United Nations, 348 p. (1995).
- Huss, H. H., Ababouch, L., Gram, L. “Assessment and Management of Seafood Safety and Quality”, FAO Fisheries Technical Paper , 444, 230p., (2004).
- Ingadottir, B. “The Use of Acid and Alkali-Aided Protein Solubilization Methods to Produce Functional Protein Ingredients From Tilapia”, Master of Science. Dissertation, University of Florida, 103 p., Florida, USA, (2004).
- IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry). Standart Methods for Analysis of Oils, Fats and Derivatives, 6th Edition (Fifth Edition Method I.I.D.19) Pergamon Pres, 96-102. Oxford. UK. (1979).
- İnanlı, A. G., Çoban, Ö. E., Özpolat, E., Dartay, M. “Bıyıklı Balık (*Barbus esocinus*)'tan Yapılan Balık Krokotlerinin Soğukta Raf Ömrünün Belirlenmesi”, Su Ürünleri Mühendisleri Derneği Dergisi, 40-44, (2006).
- İzci, L. “Utilization and Quality of Fish Fingers from Prussian Carp (*Carassius gibelio* Bloch, 1782)”, Pak Vet J, 30(4): 207-210, (2010).

- Jaczynski, J. "Protein and Lipid Recovery From Food Processing By-Products Using Isoelectric Solubilization/Precipitation", Food Chemistry Research Developments, (Ed: Papadopoulos K.N.), Nova Science Publishers, Inc., New York, 167-198, (2008).
- Julavittayanukul, O., Benjakul, S. and Visessangua, W. "Effect of Phosphate Compounds on Gel-Forming Ability of Surimi from Bigeye Snapper (*Priacanthus tayenus*)", Food Hydrocolloids, 20: 1153–1163, (2006).
- Kaba, N. "The Determination Of Technology&Storage Period of Surimi Production from Anchovy (*Engraulis encrasicolus* L., 1758)", Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 6: 29-35, (2006).
- Kaba, N. "Surimi Teknolojisi ile Yağlı ve Koyu Etli Balıklardan Surimi Üretimi", Journal of Fisheries Sciences, 3(4): 266-274, (2009).
- Kalous, L., Memiş, D. ve Bohlen J. "Finding of triploid *Carassius gibelio* (Bloch, 1780) (Cypriniformes, Cyprinidae) in Turkey", Cybium, 28(1): 77-79, (2004).
- Kim, Y. S., Park, J. W., Choi, Y. J. "New Approaches for The Effective Recovery of Fish Proteins and Their Physicochemical Characteristics", Fisheries Science, (69), 1231-1239, (2003).
- Kin, S., Wes Schilling, M., Smith, B.S., Silva, J.L., Kim, T., Pham, J.A. and Campano, S.G. "Potassium Acetate and Potassium Lactate Enhance the Microbiological and Physical Properties of Marinated Catfish Fillets", Journal of Food Science, 76 (4):242-250, (2011).
- Kristinsson, H. G., Rasco, B. A., "Fish Protein Hydrolysates: Production, Biochemical and Functional Properties", Food Science Human Nutrition, (40), 43-81, (2000).
- Kristinsson, H. G., Demir, N. "Functional Fish Protein Ingredients From Fish Species of Warm and Temperate Waters: Comparison of Acid and Alkali-Aided Processing vs. Conventional Surimi Processing", Advances in Seafood Byproducts: 2002 Conference Proceedings. University of Alaska, Fairbanks, Alaska. Peter J. Bechtel (ed.) Pub. no.: AK-SG-03-01. pp. 277297. ISBN: 1-56612-082-9, (2003a).
- Kristinsson, H. G., Demir, N., Ingadottir, B., Petty, H. "The Functional and Physical Properties of Protein Ingredients Made From Muscles of Warm Water Fish

- Species”, Proceedings of First Joint Trans Atlantic Fisheries Technology 2003 Conference, Iceland, 301-303, (2003b).
- Kristinsson, H. G., Theodore, A. E., Demir, N., Ingadottir, B. “A Comparative Study Between Acid- and Alkali-Aided Processing and Surimi Processing for The Recovery of Proteins From Channel Catfish Muscle”, Journal of the Science of Food and Agriculture, 70(4), 298-306, (2005).
- Kristinsson, H. G., Rasco, B. A. “Fish Protein Hydrolysates and Their Potential Use In The Food Industry”, In: M. Fingerman and R. Nagabhushanam, Recent Advances in Marine Biotechnology, Vol. 7. Enfield, NH: Science Publishers, Inc. pp: 157-181, (2002).
- Köse, S., Boran, M. and Boran, G. “Storage Properties of Refrigerated Whiting Mince After Mincing by Three Different Methods”, Food Chemistry, 99: 129–135, (2006).
- Lang, K. “Der Flüchtige Basenstickstoff (TVB-N) Bei im Binnenland in Den Verkehr Gebrachten Frischen Seeficchen. 11. Mitteilung”, Archiv für Lebensmittelhygiene, 34:7-10, (1983).
- Liu, Q., Kong, B., Han, J., Chen, Q., He, X., “Effects of Superchilling and Cryoprotectants on The Quality of Common Carp (*Cyprinus carpio*) Surimi Microbial Growth, Oxidation and Physiochemical Properties”, LWT – Food Science and Technology, doi: 10.1016/j.lwt.2014.01.008, (2014).
- Ludorff, W. and Meyer, V. “Fische und Fisherzeugnisse”. Z. Auflage. Verlag Paul Parey in Berlin und Hamburg, 209-210, (1973).
- Maksan, M. ve Ayrancı, E. “Palamut Balığından Balık Konsantresi Elde Edilmesi”, Gıda, 14(4): 187-191, (1989).
- Mattisek, R., Shengel, F. M. and Steiner, G. “Lebensmittel-Analytick”. Springer Verlag Berlin, Tokyo, 440p., (1988).
- Mao, L. and Wu, T. “Gelling Properties and Lipid Oxidation of Kamaboko Gels from Grass Carp (*Ctenopharyngodon idellus*) Influenced by Chitosan”, Journal of Food Engineering, 82: 128–134, (2007).

- Morales, O. G., Ramirez, J. A., Vicanco, D. I. and Vazquez, M. “Surimi of Fish Species From the Gulf of Mexico: Evaluation of the Setting Phenomeon”, Food Chemistry, 75 : 43-48, (2001).
- Nakovich, L. “Analysis of Biogenic Amines by GC/FID and GC/MS”, Virginia Polytechnic Institute and State University in Chemistry, Master of Science, 81p., (2003).
- Nykanen, A., Lapvetelainen, A., Hietanen, R. and Kallio, H. “The Effect of Lactic Acid, Nisin Whey Permeate, Sodium Chloride and Related Combinations on Aerobic Plate Count and the Sensory Characteristics of Rainbow Trout”, LWT - Food Science and Technology, 31: 286-290, (1998).
- Özoğul, F. “Effect Packaging Systems on Quality and Safety of Herring”, University of Lincoln Department of Biological and Food Science, Ph.D. Thesis 265p., (2001).
- Özoğul, F., Küley, E., Özoğul, Y. “Balık ve Balık Ürünlerinde Oluşan Biyogenik Aminler”, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 21(3-4): 375-381, (2004).
- Özoğul, F., Taylor, K. D. A., Quantick, P. and Özoğul, Y. “Changes in Biogenic Amines in Herring Stored Under Modified Atmosphere and Vacuum Pack”, Journal of Food Science, (67): 2497-2501, (2002).
- Özoğul, Y., Özoğul, F., Gökbulut, C. “Quality Assesment of Wild European Eel (*Anguilla anguilla*) Stored in Ice”, Food Chem.,95:458-465, (2006a).
- Özoğul, Y., Ahmad, J. I., Hole, M., Özoğul, F., Deguara, S. “The Effect of Partial Replacement of Fish Meal By Vegetable Protein Sources in The Diet Of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) on the Post Mortem Spoilage of Fillets”, Food Chem., 96:549-561, (2006b).
- Özuluğ, M., Meriç, N. and Freyhof, J. “The Distribution of *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) (Teleotei: Cyprinidae) in Thrace (Turkey)”, Zoology in Middle East, No: 31, ISSN: 0939–7140, 63-66p., (2004).
- Özyurt, G., Özkütük, S. A., Şimsek, A., Yeşilsu, A. F. and Ergüven, M. “Quality and Shelf Life of Cold and Frozen Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets: Effects of Fish Protein-Based Biodegradable Coatings”, International Journal of Food Properties, DOI: 10.1080/10942912.2014.971182, 1-27, (2014).

- Park, J. W. and Morrissey, M. T. “Manufacturing of Surimi From Light Muscle Fish”, Surimi and Surimi Seafood, (Editör: Park, J.W.), Marcel Dekker Inc., New York, 23-58, (2000).
- Paulus, K., Zacharias, R., Robinson, L., Geidel, H. “Kritische Betrachtungen Zur “Bewertenden Prüfung Mit Skale Als Einem Wesentlichen Verfahren Der Sensorischen Analyse”, Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie, 12(1), 52–61, (1979).
- Rawdkuen S., Sai-Ut, S., Khamsorn, S., Chaijan, M., Benjakul, S. “Biochemical and Gelling Properties of Tilapia Surimi and Protein Recovered Using An Acid-Alkaline Process”, Food Chemistry, 112: 112–119, (2009).
- Rahmanifarah, K., Shabanpour, B., Shabani, A. “Effect of Thermal Microbial Inactivation and Washing on Quality Properties of Fish Sausage During Cold Storage (4 °C), Journal of Aquatic Food Product Technology, DOI:10.1080/10498850.2013.781723, (2013).
- Regenstein, J. M. and Regenstein, C. E. “Introduction to Fish Tecnology”, An Osprey Book Published by Van Nostrand Reinhold, Newyork, 268 s., (1991).
- Rodriguez, A., Losada, V., Larrain, M. A., Quitral, V., Vinagre, J., Aubourg, S. P. “Development of Lipid Changes Related to Quality Loss During the Frozen Storage of Farmed Coho Salmon (*Oncorhynchus kisutch*)”, J. Amer. Oil Chem. Soc., 84:727–734, (2007).
- Shalaby, A. R., “Significance Of Biogenic Amines To Food Safety And Human Health”, Food Res. Int., 29 (7): 675-690, (1996).
- Sarı, H. M., Özaydın, O., Perçin, F., 2010. “İstilacı Balıklar ile Mücadele Projesi: Uşak İli Eşme İlçesi Üçpınar Göleti Gümüşi Prusya Sazanı (*Carassius gibelio* Bloch, 1782) Stoğunun Belirlenmesi”, Türkiye Sportif Olta Balıkçılığı ve Su Hayatını Koruma Derneği (TUSOB). 1'nci Türkiye Olta Balıkçılığı Çalıştayı, 11-12 Aralık 2010, (2010).
- Shakila, R. J. and Vasundhara, T. S. “Formation of Histamine and Other Biogenic Amines During Storage of Freshwater Fish Chunks”, Asian Fisheries Science, 15:1-6, (2002).

- Shaviklo, G. R. “Quality Assessment Of Fish Protein Isolates Using Surimi Standard Methods”, United Nations University Fisheries Training Programme Final Project 2006-2007, 34p., Iceland, (2007).
- Shaviklo, G. R., Thorkelsson, G. and Arason, S. “The Influence of Additives and Frozen Storage on Functional Properties and Flow Behaviour of Fish Protein Isolated from Haddock (*Melanogrammus aeglefinus*), Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 10: 333-340, (2010a).
- Shaviklo, G. R., Arason, S., Thorkelsson, G., Sveinsdottir, K. and Martinsdottir, E. “Sensory Attributes Of Haddock Balls Affected By Added Fish Protein Isolate and Frozen Storage”, Journal of Sensory Studies, 25:316–331, (2010b).
- Shaviklo, A. R. and Rafipour, F. “Surimi and Surimi Seafood From Whole Ungutted Myctophid Mince”, LWT - Food Science and Technology, 54:463-468, (2013).
- Singh, R. K. and Balange, A. K. “Biochemical and Microbiological Changes of Pink Perch (*Nemipterus japonicus*) Surimi Stored at Different Temperatures”, Indian J. Fish.,50(3): 363-368, Jul.-Sep., (2003).
- Steffens, W. “Effects of Variation in Essential Fatty Acids in Fish Feeds on Nutritive Value of Freshwater Fish For Humans”, Aquaculture, 151:97–119, (1997).
- Sultanbawa, Y. and Li-Chan, E. C. “Cryoprotective Effects of Sugar and Polyol Blends in Ling Cod Surimi During Frozen Storage”, Food Research International, 31(2): 87-98, (1998).
- Surabhi, A. K. and Das, M. U. “A Study on the Deep Frozen Storage of Cutlets and Fingers Prepared from Different Carp Species”, Fisheries and Fish Toxicology, APH Pub. Corp., New Delhi, pp: 75-90, (2007).
- Süle, Ö. “*Carassius gibelio*'dan Surimi Yapımı ve Kimyasal ve Mikrobiyolojik Kalitesinin Belirlenmesi”, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 46 sayfa, (2011).
- Şen, B., Çaklı, Ş. ve Kılınç, B. “Sardalyadan (*Sardina pilchardus*, Walbaum, 1792) Surimi Üretimi ve Dondurarak Depolama Periyodundaki Kalite Değişimleri”, XV. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu Bildiri Özetleri Kitabı, Rize, 181, (2009).

- Şen, E. B. “Mezgit ve Sardalaya Balıklarından Surimi Üretimi ve Kalitesi Üzerine Bir Araştırma”, Ege Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 104 s., (2010).
- Şenman, H. N. “Gökkuşluğu Alabalıklarında (*Onchornycus mykiss*) Biyojen Aminlerinin HPLC İle Saptanması”, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Besin Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 65 sayfa, (2007).
- Tarladgis, B. G., Watts, B. M. Younathan, M. S. and Dugan, L. J. A. “Distillation Method for The Quantitative Determination of Malonaldehyde in Rancid Foods”, J.American Oil Chem. Soc., 37 (1): 44-48, (1960).
- Taşkaya, L. “Sardalya (*Sardina pilchardus*, Walbaum, 1792)'dan Surimi Üretiminde Yeni Bir Teknolojinin Kullanımı Ve Jel Oluşum Özellikleri”, Ege Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı Doktora Tezi, 96 s. , (2003).
- Taşkaya, L., Chen, Y. C. and Jaczynski, J. “Functional Properties of Proteins Recovered from Silver Carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) By Isoelectric Solubilization/Precipitation. LWT-Food Science and Technology, 42:1082–1089, (2009).
- Tokur, B., Özkütük, S., Atıcı, E., Özyurt, G. Özyurt, C. E. “Chemical and Sensory Quality Changes of Fish Fingers, Made from Mirror Carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) During Frozen Storage (-18 °C)”, Food Chemistry, 99: 335–341, (2006).
- Toyada, K., Kimura, I., Fujita, T., Noguchi, S. F. and Lee, C. M., “The Surimi Manufacturing Process”, T.C. Lanier and C.M. Lee, Marcell Dekker Inc., Newyork, 79-112, (1992).
- Turan, H., Sönmez, G., Kaya, Y. ve Ataşoğlu, G. “Surimi teknolojisi”, Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bolu, 69-72, (2006).
- Turan H. and Sönmez, G. “Changes in The Quality Of Surimi Made from Thornback Ray (*Raja clavata*, L. 1758) During Frozen Storage”, International Journal of Food Sciences and Nutrition, 58(7): 557-566, (2007).
- Turan, C., Öztürk, B., Ergüden, D., Gürlek, M., Yağlıoğlu, D. ve Uygur, N. “Türkiye kemikli deniz balıkları atlası”, Türkiye Kemikli Deniz Balıkları Atlası ve Sistematığı, (Editör: Turan, C.), Nobel Kitabevi, Adana, 446, (2007).

- Türk Gıda Kodeksi. Renklendiriciler ve Tatlandırıcılar Dışındaki Gıda Katkı Maddeleri Tebliğinde Değişiklik Yapılması Hakkında Tebliğ, Tebliğ No: 2008/69, Yayın 31.12.2008, Sayı 27097, (2008).
- Türk Gıda Kodeksi. Et Ürünleri Tebliği, Tebliğ No:2000/4, Yayın 10.02.2000, Sayı 23960, (2000).
- Türk Gıda Kodeksi. Mikrobiyoloji Kriterler Yönetmeliği, Yayın: 29.12.2011, Sayı 28157, (2011).
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). <http://tuikapp.tuik.gov.tr/medas/?kn=97&locale=tr> , (29.07.2015).
- TürKomp, Ulusal Gıda Kompozisyonu Veri Tabanı, versiyon 1.0 TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Gıda Enstitüsü, www.turkomp.gov.tr, Gebze, Kocaeli, (2014).
- Undeland, I., Kelleher, S. D., Hultin, H. O. “Recovery of Functional Proteins from Herring (*Clupea harengus*) Light Muscle By an Acid or Alkaline Solubilization Process”, Journal of Agriculture Food Chemistry, (50), 7371-7379, (2002).
- Uzuncan, Y. “Hamsi (*Engraulis encrasicolus*), İstavrit (*Trachurus mediterraneus*) ve Mezgitten (*Merlangius merlangus*) Surimi Üretimi”, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkçılık Teknolojisi, Yüksek Lisans Tezi, Türkçe, 56 s., (1997).
- Ünlüsayın, M. Bilgin, Ş. ve İzci, L. “The Determination of Flesh Productivity, Chemical Components and Shelf Life of Goldfish (*Carassius auratus* L.1758) at +4°C After Hot Smoking”, Süleyman Demirel University Journal of Eğirdir Fish Faculty, 8: 62-70, (2002).
- Ünlüsayın, M., Erdilal, R., “Texture Profile Evaluation for the Fresh Seafood”, Journal of New World Sciences Academy, 3 (3): A0083, 424-435, (2008).
- Vareltisiz, K., Zetou, F., Soultos, N. and Tsiaras, I. “Use of Hake (*Merluccius merluccius*) Surimi in a Frankfurter Formulation”, International Journal of Food Sci. and Tech., 24: 277-281, (1989).
- Varlık, C., Uğur, M., Gökoğlu, N and Gün, H. “Su Ürünlerinde Kalite Kontrol İlke ve Yöntemleri”, Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No:17, İstanbul, 174s., (1993).
- Varlık, C., Erkan, N. ve Özden, Ö. “Su Ürünleri Temel Kalite Kontrol”, İstanbul Üniversitesi Yayın No:8, İstanbul, 202s., (2007).

- Yamanaka, H., Shimakura, K., Shiomi, K., Kikuchi, T., Lida, H., Nakamura, K
“Concentrations Of Polyamines In Fresh Water Fishes”, Nip. Suisan Gak., 53:
2041-2044, (1987).
- Yanar, Y. “Sazan (*Cyprinus carpio*) Etinden Balık Köftesi Üretimi Üzerine Bir
Araştırma”, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi,
33 s., (1998).
- Yanar, Y., Fenercioğlu, H. “Sazan (*Cyprinus carpio*) Etinin Balık Köftesi Olarak
Değerlendirilmesi”, Tübitak. Journal of Veterinary and Animal, Sciences, (23),
361-365, (1998).
- Yang, T. S. and Froning, G. W. “Selected Washing Processes Affect Thermal
Gelation Properties and Microstructure of Mechanically Deboned Chicken
Meat”, J. Food Sci., 57: 325–329, (1992).
- Yang, Z., Wang, W., Wang, H., Ye, Q. Effects of a highly resistant rice starch and
pre-incubation temperatures on the physicochemical properties of surimi gel
from grass carp (*Ctenopharynxodon idellus*), Food Chemistry, 145:212–219,
(2014).
- Yılmaz, H. “Tatlısu Kefali (*Leuciscus cephalus*) ve Siraz (*Capoeta capoeta umbla*)
Balık Türlerinden Surimi Üretimi İmkanları Üzerine Bir Araştırma”, Atatürk
Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans
Tezi, 35 s., (2000).
- Yoon, I. H. and Matches, J. R. “Growth of Pathogenic Bacteria on Imitation Crab”,
Journal of Food Science, 53(3): 688-690, (1988).
- Xiong, G., Cheng, W., Ye, L., Du, X., Zhou, M., Lin, R., Geng, S., Chen, M., Corke,
H., Cai, Y. Z. ”Effects of Konjac Glucomannan on Physicochemical Properties
of Myofibrillar Protein and Surimi Gels from Grass Carp (*Ctenopharyngodon
idella*)”, Food Chemistry, 116: 413–418, (2009).
- Zengin, M., Yerli, S. V. “Çıldır Gölü Balıkçılık Yönetimi Üzerine Bir
Değerlendirme”, Bildiriler, 1. Çıldır Gölü Çalıştayı, 21-22 Haziran 2011,
Ardahan, (2011).
- Zengin M., Yerli, S.V., Dağtekin, M. ve Akpınar-Özcan, İ. “Son Yirmi Yılda Çıldır
Gölü Balıkçılığında Meydana Gelen Değişimler”, V. Ulusal Limnoloji

Sempozyumu, Süleyman Demirel Üniversitesi, Eğridir Su Ürünleri Fakültesi, 27-29 Ağustos, 2012, Isparta, (2012).

Zengin, M., Akpınar-Özcan, İ., Dağtekin, M., Gümüş, A., Kılıç, Ç. C. “Çıldır Gölü Ekosistemine Yerleşerek Dinamik Bir Stok Oluşturan Gümüşi Havuz Balığı (*Carassius gibelio*, Bloch, 1782)'nın Avcılık-Populasyon İlişkileri”, Türkiye İstilacı Tatlısu Türleri Çalıştayı: Ulusal Eylem Planı, 12-14 Haziran 2013, s.5-6, İstanbul, (2013).

Zhou, A., Benjakul, S., Pan, K., Gong, J. and Liu, X. “Cryoprotective Effects of Trehalose and Sodium Lactate On Tilapia (*Sarotherodon nilotica*) Surimi During Frozen Storage”, Food Chemistry, 96: 96–103, (2006).



ÖZGEÇMİŞ VE ESERLER LİSTESİ

Adı Soyadı: Büket Buşra (GÖZÜ) DAĞTEKİN

Doğum Tarihi: 22/08/1981

Öğrenim Durumu:

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Yıl
Lise	Fen	Mersin Salim Yılmaz Lisesi	1995-1998
Lisans	Su Ürünleri	Mersin Üniversitesi	1999-2003
Yüksek Lisans	Su Ürünleri	Mersin Üniversitesi	2003-2007

(Varsa) Görevler:

Görev Unvanı	Görev Yeri	Yıl
Su Ürünleri Yüksek Mühendisi	Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü	2011- Devam ediyor
Araştırma Görevlisi	Mersin Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi	2006-2011

ESERLER (Makaleler ve Bildiriler)

- Dağtekin (Gözü), B.B.,** Baştürk, Ö. “Çıldır Gölü’nde Yaşayan Gümüşü Havuz Balığının (*Carassius gibelio* Bloch, 1782) Et Verimi ve Biyokimyasal Kompozisyonu”, Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yunus Araştırma Bülteni, (2): 15-22, (2014).
- Dağtekin (Gözü) B.B.,** Balçık-Mısır, G., Kutlu, S. “Çıldır Gölü’ndeki Gümüşü Havuz Balığının (*Carassius gibelio* (Bloch, 1782)) Besin Bileşenleri ve Yağ Asitleri Kompozisyonunun Mevsimsel Değişimi”, 5. Doğu Anadolu Bölgesi Su Ürünleri Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 262-265, 31 Mayıs-2 Haziran 2014, Elazığ, Türkiye, (2014).
- Dağtekin (Gözü), B.B.,** Baştürk, Ö., “Chemical and Sensory Quality Changes of Fish Fingers Made From Mince and Surimi of Prussian Carp (*Carassius gibelio* Bloch, 1782) During Frozen Storage (-18 °C)”, FABA 2014: International

Symposium on Fisheries and Aquatic Sciences Abstract Book, 477-478, 25-27 September 2014, Trabzon, Turkey, (2014).

4. **Dağtekin (Gözü), B.B.**, Baştürk, Ö. “Comparison of Nutrition Values of Discarded Fish Caught By Trawl Nets in Mersin Bay”, FABA 2014: International Symposium on Fisheries and Aquatic Sciences Abstract Book, 479, 25-27 September 2014, Trabzon, Turkey, (2014).
5. Alp, E, Yeşilsu A.F., **Dağtekin B.B.**, Türe, M. “Electrospinning Parameters To Obtain Nanofibers From Stinging Nettle (*Urtica dioica* L.) To Reinforce Edible Coatings For Fish: A Novel Method”, FABA 2014: International Symposium on Fisheries and Aquatic Sciences Abstract Book, 482-483, 25-27 September 2014, Trabzon, Turkey, (2014).
6. **Dağtekin B. B.** Çıldır Gölü’nde Yaşayan Gümüşi Havuz Balığının (*Carassius gibelio* (Bloch, 1782)) Et Verimi, Kimyasal Kompozisyonu ve Tüketimini Arttırma Yöntemleri, Türkiye İstilacı Tatlısu Türleri Çalıştayı: Ulusal Eylem Planı, 12-13 Haziran 2013, İstanbul, (2013).
7. Gündüz, S. G., **Gözü, B. B.**, Baştürk, Ö. “Triploit ve Diploit Alabalıkların Vücut Kompozisyonları Arasındaki Farklılıklar”. Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yunus Araştırma Bülteni, (2): 15-22, (2011).
8. Kurt Kaya G., **Gözü, B. B.**, Baştürk, Ö. “The Investigation of Quality Changes in Marinades Obtained from Frozen African Catfish (*Clarias gariepinus*, B., 1822)”, Journal of Animal and Veterinary Advances, 9(23): 2982-2985, (2010).
9. **Gözü, B. B.**, Komulainen, H., Hyvönen, P., Von Wright, A. “Pinosylvin Kullanımının Farklı Sıcaklıklarda Depolanan Tuzlanmış Gökkuşluğu Alabalıkları’nda (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792) *Listeria monocytogenes*’in Gelişimi Üzerine Etkisi”, The Journal of Fisheries Sciences.com., 4(4): 419-426, doi: 10.3153/jfsc.com.2010045, (2010).
10. **Gözü, B. B.**, Gündüz, S. G. ve Kurt Kaya, G. "Akgöl-Paradeniz Lagünlerinin Sucul Biyolojik Çeşitliliğinin Önemi", Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları VIII. Ulusal Kongresi Bildiriler Kitabı, sayfa 625-632, 27 Nisan-1 Mayıs 2010, Trabzon, Türkiye, (2010).
11. Kurt Kaya, G., **Gözü, B. B.** ve Gündüz, S. G. "Göksu Deltası'nın Su Ürünleri Potansiyeli ve Değerlendirilmesi", Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları VIII.

- Ulusal Kongresi Bildiriler Kitabı, sayfa 575-582, 27 Nisan-1 Mayıs 2010, Trabzon, Türkiye, (2010).
12. Gündüz, S. G., Kurt Kaya, G. ve **Gözü, B. B.** "Biyolojik İstila ve Doğu Akdeniz'deki İstilacı Türler", Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları VIII. Ulusal Kongresi Bildiriler Kitabı, sayfa 605-614, 27 Nisan-1 Mayıs 2010, Trabzon, Türkiye, (2010).
13. **Gözü, B. B.**, Komulainen, H., Hyvönen, P., Von Wright, A. "Pinosylvın Kullanımının Farklı Sıcaklıklarda Depolanan Tuzlanmış Gökkuşığı Alabalıkları'nda (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792) *Listeria monocytogenes*'in Gelişimi Üzerine Etkisi." XV. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Rize Üniversitesi, sayfa 188, 1-4 Temmuz 2009, Rize, Türkiye, (2009).
14. Kurt Kaya G., **Gözü, B. B.**, Baştürk, Ö. "Tatlısu Balıklarından Karabalık (*Clarias gariepinus*, B., 1822)'tan Marinat Üretimi ve Raf Ömrünün Belirlenmesi." XV. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Rize Üniversitesi, sayfa 510, 1-4 Temmuz 2009, Rize, Türkiye, (2009).
15. Gündüz, S. G., **Gözü, B. B.** ve Baştürk, Ö. "Triploit ve Diploit Alabalıkların Vücut Kompozisyonları Arasındaki Farklılıklar", 1. Ulusal Alabalık Sempozyumu, Süleyman Demirel Üniversitesi, sayfa 92, 14-16 Ekim 2008, Isparta, Türkiye, (2008).
16. **Gözü, B. B.** and Baştürk, Ö. "The Nutritional Quality of Brown Comber (*Serranus hepatus* Linnaeus, 1758) From Discard Sea Products in Mersin Bay (Northeastern Mediterranean)". TASSA (Turkish American Scientists and Scholars Association) Annual Conference, "Essentials for a Better World: Energy, Enviroment, Food and Health", Yale University, March 24-25, 2007, New Haven, Connecticut, USA, (2007).
17. **Gözü, B. B.** and Baştürk, Ö. "Chemical Quality and Meat Yield Of *Serranus hepatus* (Linnaeus 1758) Caught From The Mersin Region", International Second Annual YOK-SUNY Colloboration Symposium, Scientific Colloboration for Sustainable Development, Summary Book, pp. 45, Çukurova University, May 23-25, 2007, Adana, Turkey, (2007).

- 18. Gözü, B. B.** and Ekingen, G.. "The Effects of Phenoxyethanol and Quinaldine on North African Catfish (*Clarias lazera*, Val. 1840) for Various Temperatures and Concentrations", International Conference Sustainable Development and New Technologies for Agricultural Production in GAP Region, Summary Book, pp. 116-117, Harran University, May 29-31, 2006, Sanlurfa, Turkey, (2006).

