

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

**GÖKKUŞAĞI (*Oncorhynchus mykiss* W., 1972), DERE (*Salmo trutta
fario* L., 1758) VE KAYNAK (*Salvelinus fontinalis*)
ALABALIKLARININ ÖLÜM SONRASI MİYOSİN AĞIR
ZİNCİRLERİNDEKİ (MAZ) KÜTLESEL DEĞİŞİMLER İLE
TEKSTÜREL ÖZELLİKLERİNDEKİ DEĞİŞİMLERİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

Sait ÇIRAK

**Danışman
Jüri Üyesi
Jüri Üyesi**

**Doç. Dr. Adem Yavuz SÖNMEZ
Prof. Dr. Mahmut ELP
Prof. Dr. Hasan Hüseyin ATAR**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ ANA BİLİM DALI**

KASTAMONU – 2018

TEZ ONAYI

Sait ÇIRAK tarafından hazırlanan "Gökkuşuğu (*Oncorhynchus mykiss* W., 1972), Dere (*Salmo trutta fario* L., 1758) ve Kaynak (*Salvelinus fontinalis*) Alabalıklarının Ölüm Sonrası Miyosin Ağır Zincirlerindeki (MAZ) Kütlesel Değişimler İle Tekstürel Özelliklerindeki Değişimlerin Karşılaştırılması" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde savunulmuş ve oy birliği ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Yetiştiriciliği Ana Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman

Doç. Dr. Adem Yavuz SÖNMEZ
Kastamonu Üniversitesi



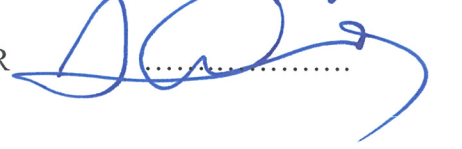
Jüri Üyesi

Prof. Dr. Mahmut ELP
Kastamonu Üniversitesi



Jüri Üyesi

Prof. Dr. Hasan Hüseyin ATAR
Ankara Üniversitesi



16/02/2018

Enstitü Müdür V.

Doç. Dr. Mehmet Altan KURNAZ



TAAHHÜTNAME

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildirir ve taahhüt ederim.



Sait ÇIRAK

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

GÖKKUŞAĞI (*Oncorhynchus mykiss* W., 1972), DERE (*Salmo trutta fario* L., 1758) VE KAYNAK (*Salvelinus fontinalis*) ALABALIKLARININ ÖLÜM SONRASI MIYOSİN AĞIR ZİNCİRLERİNDEKİ(MAZ) KÜTLESEL DEĞİŞİMLER İLE TEKSTÜREL ÖZELLİKLERİNDEKİ DEĞİŞİMLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

Sait ÇIRAK

Kastamonu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Su Ürünleri Yetiştiriciliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Adem Yavuz SÖNMEZ

Bu araştırmada ölüm sonrası üç farklı alabalık türünde (*Oncorhynchus mykiss*, *Salmo trutta fario* ve *Salvelinus fontinalis*) miyofibriler proteinlerden SDS-PAGE yapılarak oluşan bant profillerinden miyosinin ağır zincirlerindeki kütleli değişimler ile sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet, çiğnenebilirlik, sakızimsılık, Fmax, Fmin ve Fmax-Fmin tekstürel değerlerdeki değişimler 0., 3., 6. ve 9. günlerde belirlenmiş ve karşılaştırılmıştır.

Tekstür analizi sonuçlarına göre ölüm sonrası gün geçtikçe sertlik, kohesivlik, elastikiyet, çiğnenebilirlik ve sakızimsılık değerleri düşmüş; yapışkanlık, Fmax, Fmin, ve Fmax-Fmin değerleri artırmıştır ($p<0,05$). SDS-PAGE sonuçlarına göre de miyosin ağır zincirlerinde ölüm sonrası gün geçtikçe azalma görülmüştür ($p<0,05$). Tekstür ve SDS-PAGE analizinde türler arası farklılıkta önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Sertlikle çiğnenebilirlik, sakızimsılık, MAZ; çiğnenebilirlikle sakızimsılık; Fmaxla Fmin, Fmax-Fmin; Fminle Fmax-Fmin arasındaki korelasyon çok önemli bulunmuştur.

Sonuç olarak SDS-PAGE sonuçları ile tekstür analizi sonuçlarının birbirini destekler nitelikte olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Miyofibriler proteinler, SDS-PAGE, tekstür, MAZ, gökkuşığı alabalığı

2018, 99 sayfa
Bilim Kodu: 1207

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

DETERMINATION AND COMPARISON OF TEXTUREL CHARACTERISTICS OF CUTTURAL CHANGES IN MYOCIN HEAVY CHAIN(MHC) ON POST-MORTEM CHANGES İN RAINBOW TROUT (*Oncorhynchus mykiss* W., 1972), BROOK TROUT (*Salmo trutta fario* L., 1758) AND SPRING TROUT (*Salvelinus fontinalis*)

Sait ÇIRAK

Kastamonu University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Aquaculture

Supervisor: Assoc. Prof. Adem Yavuz SÖNMEZ

In this study, post mortem myofibril proteins changes in myocin heavy chain mass using SDS-PAGE and texture specialties such as hardness, adhesiveness, cohesiveness, resilienceness, chewiness, gumminess Fmax, Fmin and Fmax-Fmin, was determined and compared on the days 0., 3., 6. and 9. in three different trout species (*Oncorhynchus mykiss*, *Salmo trutta fario* ve *Salvelinus fontinalis*).

According to texture specialties, post mortem hardness, cohesiveness, resilienceness, chewiness and gumminess were decreased day by day, and springiness, Fmax, Fmin and Fmax-Fmin were significantly increased ($p<0.05$). According to SDS-PAGE results, a decreased value on myosin heay chain was determined ($p<0.05$). Texture specialties and SDS-PAGE result were found different among groups ($p<0.05$). Correation among hardness, chewiness, gumminess, MHC, between chewiness, gumminess, between Fmax and Fmin, Fmax-Fmin and also Fmin and Famx-Fmin were significant.

As a result of the study, it was determined that SDS-PAGE results and texture specialties support each other.

Keywords: Myofibril protein, SDS-PAGE, Texture, MHC, Rainbow Trout

2018, 99 pages

Science Code: 1207

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalıőmamın konu seçiminden baőlayarak, planlanıp yürütülmesinde, tez haline getirilmesinde yol gösteren ve her adımında ilgi ve desteğini esirgemeyen tez yöneticim saygıdeğer Hocam Sayın Doç. Dr. Adem Yavuz SÖNMEZ'e,

Değerli katkı ve eleőtirileriyle bu çalışmanın son halini almasında emeği geçen hocalarım Sayın Prof. Dr. M. Sıtkı ARAS, Sayın Prof. Dr. Olcay HİSAR ve arkadaşlarım Ziraat Yük. Müh. Elif S. GÜNGÖR, Ziraat Yük. Müh. Nuran AKPINAR, Ziraat Müh. Erkan ALTUN ve Ziraat Müh. Fatih ARSLAN'a

Çalıőmam için gerekli örneklerin temininde büyük bir özveri gösteren ve hiçbir zorluktan kaçınmayarak yardımcı olan Sayın Ziraat Yük. Müh. Fatih ZİRİH'a,

Özellikle, hayatımın her aşamasında varlıklarıyla yanımda olan her türlü maddi ve manevi desteklerini, sevgi ve ilgilerini esirgemeyen fedakâr anneme, babama ve kardeşlerime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Sait ÇIRAK
Kastamonu, Őubat, 2018

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
TABLolar DİZİNİ.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	7
2.1. Gökkuşağı Alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i> W., 1972) Hakkında Genel Bilgi	7
2.2. Dere Alabalığı (<i>Salmo trutta fario</i> L., 1758) Hakkında Genel Bilgi.....	10
2.3. Kaynak Alabalığı (<i>Salvelinus fontinalis</i>) Hakkında Genel Bilgi.....	12
2.4. Balıklarda Ölüm Sonrası Meydana Gelen Biyokimyasal ve Mikrobiyal Değ. .	14
2.4.1. Biyokimyasal değişmeler	14
2.4.2. Mikrobiyal değişmeler.....	17
2.5. Balık Eti Kalitesi Üzerine Soğukta Muhafazanın Etkisi Hakkında Genel Bilgi	19
2.6. Poliakrilamid Jel Elektrofrezisi (SDS-PAGE) Hakkında Genel Bilgi.....	20
2.7. Tekstür Analizi Hakkında Genel Bilgi	24
2.8. Çalışmanın Gerekçesi ve Amacı	26
3. KAYNAK ÖZETLERİ.....	34
4. MATERYAL ve METOT	37
4.1. Materyal.....	37
4.1.1. Çalışmanın yürütüldüğü yerler	37
4.1.2. Araştırma materyallerinin temin ve muhafaza edilmesi.....	37
4.1.3. Yararlanılan alet ve ekipmanlar.....	38
4.2. Metot.....	38
4.2.1. Araştırma planı	38
4.2.2. Örnek parçalama tamponunun hazırlanması	39
4.2.2.a. Örnek parçalama tamponu ile numunelerin hazırlanması.....	40
4.2.3. SDS poliakrilamid jel solüsyonlarının hazırlanması	40

4.2.3.a. %30'luk akrilamid solüsyonu	41
4.2.3.b. Stoklama jel tamponu (0.5 M Tris, pH 6.8)	41
4.2.3.c. Ayırma jel tamponu (3 M Tris, pH 8.8).....	41
4.2.4. Alt elektrot tamponu	41
4.2.5. Üst elektrot tamponu	42
4.2.6. Jelin boyanması işlemi	42
4.2.7. Jel fiksasyon işlemi.....	43
4.2.8. Diğer kimyasalların hazırlanışı ve özellikleri.....	44
4.2.8.a. TEMED (N,N,N ₁ ,N ₁ -Tetra metiletilen diamin).....	44
4.2.8.b. %10'luk Amonyum persülfat	454
4.2.9. SDS-Kesikli jel tampon sistemli jelin hazırlanması.....	44
4.2.9.a. Ayırma jelin hazırlanması ve plağa dökülmesi işlemi.....	44
4.2.9.b. Stoklama jelin hazırlanması ve plağa dökülmesi işlemi.....	45
4.2.10. Miyofibriler proteinlerin jele yüklenme, fiksasyon ve boyama işlemi.....	46
4.2.11. Tekstür analizleri	49
4.2.11.a. Tekstür profil testi (TPA)	51
4.2.11.b. Balıklarda gerilim ve gevşeme testi	52
4.2.12. İstatistiksel değerlendirme.....	52
5. ARAŞTIRMA BULGULARI	53
5.1. Ölüm Sonrası Aynı Günün Türler Arasındaki Araştırma Bulguları	53
5.1.1. Ölüm sonrası 0. günde türlerin tekstür analiz değerlerindeki ve miyosin ağır zincirlerindeki(MAZ) değişimin türlere göre araştırma bulguları.....	53
5.1.2. Ölüm sonrası 3. günde türlerin tekstür analiz değerlerindeki ve miyosin ağır zincirlerindeki(MAZ) değişimin türlere göre araştırma bulguları.....	55
5.1.3. Ölüm sonrası 6. günde türlerin tekstür analiz değerlerindeki ve miyosin ağır zincirlerindeki(MAZ) değişimin türlere göre araştırma bulguları.....	57
5.1.4. Ölüm sonrası 9. günde türlerin tekstür analiz değerlerindeki ve miyosin ağır zincirlerindeki(MAZ) değişimin türlere göre araştırma bulguları.....	59
5.2. Aynı Türün Ölüm Sonrası Günlere Göre Araştırma Bulguları	61
5.2.1. Ölüm sonrası gökkuşağı alabalığının tekstür analiz değerlerindeki ve miyosin ağır zincirlerindeki değişimin günlere göre araştırma bulguları.....	61

5.2.2. Ölüm sonrası dere alabalığının tekstür analiz değerlerindeki ve miyosin ağır zincirlerindeki değişimin günlere göre araştırma bulguları.....	62
5.2.3. Ölüm sonrası kaynak alabalığının tekstür analiz değerlerindeki ve miyosin ağır zincirlerindeki değişimin günlere göre araştırma bulguları.....	64
5.3. Araştırma Parametrelerinin Ölüm Sonrası Günlere ve Türlerine Göre Araştırma Bulguları	66
5.3.1. Sertliğin ölüm sonrası günlere ve türlere göre araştırma bulguları.....	66
5.3.2. Yapışkanlığın ölüm sonrası günlere ve türlere göre araştırma bulguları.....	67
5.3.3. Kohesivliğin ölüm sonrası günlere ve türlere göre araştırma bulguları.....	69
5.3.4. Elastikiyetin ölüm sonrası günlere ve türlere göre araştırma bulguları.....	71
5.3.5. Çiğnenebilirliğin ölüm sonrası günlere ve türlere göre araştırma bulguları.....	72
5.3.6. Sakızimsılığın ölüm sonrası günlere ve türlere göre araştırma bulguları....	74
5.3.7. Fmax'ın ölüm sonrası günlere ve türlere göre araştırma bulguları.....	75
5.3.8. Fmin'in ölüm sonrası günlere ve türlere göre araştırma bulguları.....	77
5.3.9. Fmax-Fmin'in ölüm sonrası günlere ve türlere göre araştırma bulguları....	79
5.3.10. Miyosin ağır zincirlerinin(MAZ) ölüm sonrası günlere ve türlere göre araştırma bulguları.....	80
6. TARTIŞMA.....	853
7. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	85
KAYNAKLAR.....	87
ÖZGEÇMİŞ.....	99

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

A	Amper
ADP	Adenozin Difosfat
AE	Agar Elektroforezi
AGE	Agaroz Jel Elektroforezi
AMP	Adenozin Monofosfat
ATP	Adenozin Trifosfat
CAE	Selüloz Asetat Elektroforezi
dH ₂ O	Distile Saf Su
dk	Dakika
DNA	Deoksiribo Nükleik asit
g	Gram
HCl	Hidroklorik Asit
kDa	Kilodalton
kg	Kilogram
M	Molar
MAZ	Miyosin Ağır Zinciri
mg	Miligram
ml	Mililitre
mM	Milimolar
N	Newton
N.sn	Newtonsaniye
NaCl	Sodyum Klorür
NADPH	Nikotinamid Adenin Dinükleotid
PAGE	Poliakrilamid Jel Elektroforezi
PCR	Polimeraz Zincir Reaksiyonu
PD	Peroksit Değerleri
PE	Kâğıt Elektoroforezi
PUFA	Çoklu Doymamış Yağ Asitleri
rpm	Dakikadaki Devir Sayısı
SDS	Sodyum Dodesil Sülfat
SDS-PAGE	Sodyum Dodesil Sülfat Poliakrilamid Jel Elektroforezi
SGE	Nişasta Jel Elektroforezi
sn	Saniye
SYA	Serbest Yağ Asitleri
TBARS	Tiyobarbiturik Asit-Reaktif Maddesi Değeri
TEMED	Tetrametilen Diamin
TPA	Tekstür Profil Testi
UV	Ultra Viyole
V	Volt

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Araştırma Materyallerinden Gökkuşuğu Alabalığından Bir Görünüm	9
Şekil 2.2. Araştırma Materyallerinden Dere Alabalığından Bir Görünüm	12
Şekil 2.3. Araştırma Materyallerinden Kaynak Alabalığından Bir Görünüm	14
Şekil 4.1. Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Alabalık Üretim ve Araştırma Merkezi'nden Bir Görünüm	37
Şekil 4.2. Araştırmada Kullanılan Alabalık Türlerinin Baş ve İç Organları Temizlenmiş Görüntüsü	39
Şekil 4.3. Araştırmada Kullanılan Çalkalayıcıdan Bir Görünüm	43
Şekil 4.4. Araştırmada Kullanılan Elektroforezden Bir Görüntü.....	47
Şekil 4.5. Araştırmada Kullanılan Görüntüleme Sisteminden Bir Görüntü	48
Şekil 4.6. Tekstür Profil Analizi Kurvesi ve Parametrelerin Hesaplanması.....	49
Şekil 4.7. Balık Materyallerinden Tekstür Analizi İçin Örnek Alma Görüntüsü	50
Şekil 4.8. Araştırmada Kullanılan Tekstür Analiz Cihazından Bir Görüntü	50
Şekil 5.1. Türlerle Göre Ölüm Sonrası 0. Gün Tekstür Analiz Değerlerindeki ve Miyosin Ağır Zincirlerindeki Değişim.....	53
Şekil 5.2. Türlerle Göre Ölüm Sonrası 3. Gün Tekstür Analiz Değerlerindeki ve Miyosin Ağır Zincirlerindeki Değişim.....	55
Şekil 5.3. Türlerle Göre Ölüm Sonrası 6. Gün Tekstür Analiz Değerlerindeki ve Miyosin Ağır Zincirlerindeki Değişim.....	57
Şekil 5.4. Türlerle Göre Ölüm Sonrası 9. Gün Tekstür Analiz Değerlerindeki ve Miyosin Ağır Zincirlerindeki Değişim.....	59
Şekil 5.5. Ölüm Sonrası Günlere Göre Gökkuşuğu Alabalığında Tekstür Analiz Değerlerindeki ve Miyosin Ağır Zincirlerindeki Değişim.....	61
Şekil 5.6. Ölüm Sonrası Günlere Göre Dere Alabalığında Tekstür Analiz Değerlerindeki ve Miyosin Ağır Zincirlerindeki Değişim.....	63
Şekil 5.7. Ölüm Sonrası Günlere Göre Kaynak Alabalığında Tekstür Analiz Değerlerindeki ve Miyosin Ağır Zincirlerindeki Değişim.....	65
Şekil 5.8. Sertliğin Günlere ve Türlerle Göre Değişimi.....	66
Şekil 5.9. Yapışkanlığın Günlere ve Türlerle Göre Değişimi.....	68
Şekil 5.10. Kohesivliğin Günlere ve Türlerle Göre Değişimi.....	70
Şekil 5.11. Elastikiyetin Günlere ve Türlerle Göre Değişimi	71
Şekil 5.12. Çiğnenebilirliğin Günlere ve Türlerle Göre Değişimi	73
Şekil 5.13. Sakızımsılığın Günlere ve Türlerle Göre Değişimi	74
Şekil 5.14. Fmax'ın Günlere ve Türlerle Göre Değişimi	76
Şekil 5.15. Fmin'in Günlere ve Türlerle Göre Değişimi	77
Şekil 5.16. Fmax-Fmin'in Günlere ve Türlerle Göre Değişimi.....	79
Şekil 5.17. Miyosin Ağır Zincirinin (MAZ) Günlere ve Türlerle Göre Değişimi	81
Şekil 5.18. Araştırmada Elde Edilen Jelin Görüntüsü	81

TABLolar DİZİNİ

	Sayfa
<i>Tablo 2.1. Kaynak Alabalığı (Salvelinus fontinalis) sinonimleri (Froese and Pauly 1999).....</i>	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
<i>Tablo 4.1. Jele Yüklenen Örnekler ve Kuyu Numaraları.....</i>	46
<i>Tablo 4.2. Tekstür Analizi Şartları.....</i>	51
<i>Tablo 5.1. Ölüm Sonrası 0. Gün Tekstür Analiz Değerlerindeki ve Miyosin Ağır Zincirlerindeki Değişimin Türlerine Göre Mukayesesi.....</i>	54
<i>Tablo 5.2. Ölüm Sonrası 3. Gün Tekstür Analiz Değerlerindeki ve Miyosin Ağır Zincirlerindeki Değişimin Türlerine Göre Mukayesesi.....</i>	55
<i>Tablo 5.3. Ölüm Sonrası 6. Gün Tekstür Analiz Değerlerindeki ve Miyosin Ağır Zincirlerindeki Değişimin Günlere Göre Mukayesesi</i>	57
<i>Tablo 5.4. Ölüm Sonrası 9. Gün Tekstür Analiz Değerlerindeki ve Miyosin Ağır Zincirlerindeki Değişimin Türlerine Göre Mukayesesi.....</i>	60
<i>Tablo 5.5. Ölüm Sonrası Gökkuşuğu Alabalığında Tekstür Analiz Değerlerindeki ve Miyosin Ağır Zincirlerindeki Değişimin Günlere Göre Mukayesesi</i>	61
<i>Tablo 5.6. Ölüm Sonrası Dere Alabalığında Tekstür Analiz Değerlerindeki ve Miyosin Ağır Zincirlerindeki Değişimin Günlere Göre Mukayesesi</i>	63
<i>Tablo 5.7. Ölüm Sonrası Kaynak Alabalığında Tekstür Analiz Değerlerindeki ve Miyosin Ağır Zincirlerindeki Değişimin Günlere Göre Mukayesesi</i>	65

1. GİRİŞ

Günümüzde, özellikle gelişmiş ülkelerde beslenmeye bağlı sağlık problemlerinin artması ile beslenme rejiminde sağlık açısından uygun besinlerin seçilmesine özen gösterilmektedir. Bunun için de doymamış yağ asitleri yönünden zengin gıdalar seçilmekte, ilk sırayı çoklu doymamış yağ asitleri yönünden zengin olan balık ve diğer su ürünleri almaktadır (Kaya vd. 2004).

Su ürünleri; diyabetik özelliklerinin olması, yüksek miktarda doymamış yağ asitleri içermeleri, protein, mineral madde ve vitamin yönünden oldukça zengin olmaları, bol ve ucuz elde edilmeleri ve yetiştiricilik imkânları ile azalan doğal stokların yerine kullanılmaları açısından, dünyada gün geçtikçe üzerinde daha çok durulan besin maddeleri olmuştur (Yurteri 1984; Mert 1986; Ünal 1988).

Balık dünyanın en önemli sucul protein kaynağıdır (Aras vd. 2000) ve insan beslenmesi açısından esansiyel besinleri içermektedir. Dünya nüfusunun hızla artmasıyla birlikte doğal kaynaklar insanoğlunun protein ihtiyacını karşılamada yetersiz kalmaktadır. Bu açıdan balık yetiştiriciliği tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de önem kazanmaktadır. Bunun sonucu kültür balıkçılığı üretimi miktarı hızla artmaktadır. Gelecek yıllarda avcılık yoluyla elde edilen su ürünleri üretiminde, gerek aşırı avcılık, gerekse kirlilik nedeni ile azalma olacağı tahmin edilirken, açığın yetiştiricilik yoluyla elde edilen su ürünlerinden karşılanacağı beklenmektedir (Anonim 2004).

Günümüz gelişen teknikleri ve özellikle canlı yem üretimindeki artışla beraber ticari yavru yemi üretimi pek çok balık türünün kültüre alınmasını sağlamıştır. Bir zamanlar yalnızca krallara ve imtiyazlı sınıfa sunulabilen prestij unsuru salmonid ailesinden olan alabalıklar günümüzde en ucuz üretilen protein kaynaklarından birisi olmuştur. Kuluçkaya alınması ve üretimi ilk olarak alman bilim adamı Stephen Ludwig Jacobi tarafından 1741'de başarılmıştır. Günümüzde ki anlamı ile yetiştiriciliğin temelleride bu şekilde atılmıştır (Barddach *et al.* 1976). İlk kültüre alınan gökkuşağı alabalıkları

olmasına rağmen ailenin diğler türleri son yarım yüzyılda yetiştirilmeye başlanmıştır. Ülkemiz gen kaynaklarından olan yerli alabalıklarımızın kültüre alınması ise gökkuşığı alabalığına göre henüz çok yenidir.

Türkiye’de alabalık yetiştiriciliğı, yıllardır başarıyla uygulanmaktadır. Günümüzde ise kültür balıkçılığında halkın ilgisini çekebilecek yeni türler denenmeye başlanmış ve bunda da başarıya ulaşılmıştır. Doğı Karadeniz Bölgesi’nde alternatif tür olarak deniz alası (*Salmo trutta labrax*), kaynak alası (*Salvelinus fontinalis*) ve dere alabalığı (*Salmo trutta fario*, Linnaeus 1758) yetiştiriciliğı son yıllarda ticari olarak önem kazanmış, bu alabalık türleri renklerindeki albeni ve lezzetleri ile yetiştiricilikte aranan türler arasına girmişlerdir.

Balık ve diğler deniz ürünleri zengin mineral içerikleri açısından sağlıklı beslenmede ayrı bir öneme sahiptirler. Çünkü iyot, selenyum balık ve diğler deniz ürünlerinde bol miktarda bulunan mineraller, bu besinlerin dışındaki besinlerin çoğunda çok az miktarlarda bulunmaktadır. Balık ve diğler deniz ürünleri iyodun en zengin kaynaklarıdır. Özellikle tuzlu sularda yaşayan balıklarda fazla miktarda iyot bulunmakta ve balıkların işlenmesi sırasında uygulanan işlemler de iyot içeriğini artırabilmektedir (Göğüş ve Kolsarıcı 1992). Su ürünlerinin bol miktarda içerdikleri mineraller arasında fosfor ve magnezyum da yer almaktadır (Valverde et al. 2000; Baysal 2002).

Balıketlerinin kalsiyum içeriğı çok yüksek değildir. Ancak sardalya ve yayın balığı gibi kemikleri ile birlikte hazırlanan balıklar kalsiyumun iyi kaynakları olarak kabul edilmektedir. Diğler taraftan vücuttaki işlevleri açısından oldukça önemli olan kalsiyum fosfor arasındaki denge balıketinde ortalama 2.15/1 (balık türüne göre değışim göstermektedir) olarak saptanmış olup bu oran ideale yakındır (Valverde et al. 2000). Balıketi demir içeriğı bakımından diğler et gruplarına göre en düşük besinlerdendir.

Hidroksiprolin gibi bazı aminoasitler balık bağı dokusunda daha az miktarlarda bulunmaktadır. Ayrıca balıketi kasları uzun çizgili yapıya sahip olan memelilerden

farklı olarak daha kısadır ve myocommata ile ayrılmış myotomes şeklindedir. Tüm bu farklılıklar balıkentinin diğer etlerden daha yumuşak olmasını ve pişirme ile bağ dokunun kolayca dağılmasını sağlamaktadır. Böylece balıketi proteinleri sindirim enzimleri tarafından kolayca hidroliz edilebilmektedir. Bu da vücudun bu proteinlerden faydalanma oranını arttırmaktadır (Martin 1994).

Balıkentine bulunan temel proteinler aktin ve miyosindir. Bu proteinler kas dokusunda birleşerek aktomiyosini oluştururlar. Bunların dışında albumin de balıkentine bulunan temel proteinler arasında yer alır. Balıketi proteinleri elzem aminoasitlerin tamamını içerir. Bu aminoasitleri içeren besin kaynakları diyetin gereken protein kalitesini arttırmaktadırlar (Martin 1994).

Bozulma, gıdaların lezzetinde, kokusunda, görünüsünde ve tekstüründeki değişiklikler olarak tarif edilir (Ashie et al. 1996). Balıklarda bozulmayı birçok faktör etkilemektedir. Balıkların çeşidi, şekli, yağ kompozisyonları ve yakalandıkları andaki açlık durumları bu faktörlerden birkaçıdır (Stammen et al. 1990). Bozulmalar diğer etlerde olduğu gibi, balıkentine de çok çeşitli şekillerde oluşmaktadır. Otoliz, oksidasyon, bakteriyel bozulma ve bu faktörlerin birlikte faaliyeti ile bozulmalar meydana gelmektedir (Ertuş 1981).

Balık kasında avlama sonrası meydana gelen biyokimyasal olaylar sonucu lipidlerin yanı sıra proteinler ve protein olmayan azotlu bileşikler de değişikliğe uğramakta ve bazı uçucu bileşikler oluşarak kalite kaybına neden olmaktadır (Ashie et al. 1996).

Muhafaza metotları genellikle avlamadan depolama ve tüketime kadar geçen süre içerisinde, işleme ve dağıtım esnasında tazelik ve kalitenin devamını sağlamak amacıyla yöneliktir. Balık muhafazasının amacı; balıkların besleyici değeri, duyu kalitesi ve güvenilirliği ile ilgili arzu edilmeyen değişimleri önlemektir. Bu da balıktaki mikroorganizma gelişimini kontrol etmek, istenmeyen fiziksel, kimyasal ve fizyolojik değişimleri azaltmak veya kontaminasyonu önlemek esasına dayanan fiziksel, kimyasal ve biyolojik yöntemlerle gerçekleştirilebilir.

İnsan beslenmesi açısından su ürünleri içerisinde en önemli yeri balıklar alırlar. Balıketi, zengin protein içeriği ve yapısında bulunan çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) ile vücudun temel besin maddeleri ihtiyacını karşılaması, insan fizyolojisi ve metabolik fonksiyonları üzerine olumlu etki yapması yönüyle sağlıklı bir yaşam sürdürmede önemli besin maddeleri arasında gösterilmektedir. Tüm bu olumlu yönlerine rağmen balıketi enzim hareketleri ve mikroorganizmaların gelişimine bağlı olarak en çabuk bozulan gıda maddeleri arasındadır (Nickerson and Sinskey 1972; Gobantes et al. 1998; Gram and Dalgaard 2002). Balıketedeki bozulmanın temel sebepleri; su ürünlerinin bağ dokusunun zayıf olması, doymamış yağ asitleri ve serbest aminoasitler bakımından zengin olmaları, yüksek pH ve su içeriğine sahip olmaları ve diğer etlerdeki gibi bir olgunlaşma evresi geçirmemeleridir (Metin ve Varlık 1997). Su ürünlerinin bozulma sürecinde bazı bakteriler (*Pseudomonas*, *Moraxella*, *Acinetobacter*, *Enterobacteriaceae*, *Shewanella* gibi) etkindir. Bozulmayı hızlandıran bakterilerin yanısıra uygun olmayan ortamlarda muhafaza edilen su ürünlerinde insan sağlığı için zararlı etkisi olan bazı patojenlerin de bulunduğu bilinmektedir (Gram 1992).

Yapılan açıklamalardan da anlaşıldığı üzere balıketi çok çabuk bozulabilen biyolojik bir kompozisyona sahiptir. Tüm gıdalar gibi balıkedinin tüketiminde tazeliğinin yanı sıra sağlık açısından güvenilirliği de çok önemlidir. Keza su ürünlerinin bozulma süreleri çok kısa olup uygunsuz taşıma ve depolama şartlarında çeşitli sağlık riskleri ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla gıda ürünlerindeki talep, ürünün muhafaza süresine göre artmaktadır. Muhafaza metodları genellikle avlanmadan depolama ve tüketime kadar geçen süre içinde işleme ve dağıtım esnasında tazelik ve devamını sağlamak amacıyla yöneliktir. Balık muhafazasının amacı; balıkların besleyici değeri, duyu kalitesi ve güvenilirliğiyle ilgili arzu edilmeyen değişimleri önlemektir. Bu da balıktaki mikroorganizma gelişimini kontrol etmek, istenmeyen fiziksel, kimyasal ve biyolojik yöntemlerle gerçekleştirilebilir (Sikorski 1990).

Balıklar et kalitelerinin ve besin değerlerinin yüksekliğinden dolayı tercih edilen gıdalardır. Ancak, balıklardaki lipitler, proteinler ve protein tabiatında olmayan azotlu bileşikler post-mortem (ölüm sonrası) dönemde biyokimyasal reaksiyonlara maruz

kalırlar. Ayrıca, balıketi; bozulmaya neden olan mikroorganizmalar için çok iyi bir substrat olması nedeniyle çok çabuk bozulabilen bir gıdadır. Normal buzdolabı depolama şartları altında bu ürünlerin raf ömrü; mikrobiyolojik, enzimatik ve kimyasal bozulmalarla sınırlandırılır (Ashie et al. 1996).

Balıketinde fosfolipidler ve çoklu doymamış yağ asitlerini fazla miktarda içerdiğinden dolayı otolitik enzimlerden kaynaklanan bozulmalar haricinde kimyasal bozulma olarak adlandırılan lipid oksidasyonu da (oksidatif ransidite) görülmektedir. Kimyasal bozulmanın diğer bir türü de enzimatik olmayan esmerleşmedir. Bu esmerleşme olayı otooksidatif lipid reaksiyonu ürünlerinin proteinlerle etkileşmesi sonucu oluşmaktadır. Bu etkileşme sonucunda balıketinde istenmeyen renk değişimleri ortaya çıkar. Ayrıca balık kasında ölüm sonrası oluşan biyokimyasal olaylar sonucu lipidlerin yanı sıra proteinler ve protein olmayan azotlu bileşiklerde değişikliğe uğramakta ve bazı uçucu bileşikler oluşarak kalite kaybına neden olmaktadır (Gennari et al. 1999; Ashie et al. 1996).

Balıkların mikrobiyolojik özellikleri iç ve dış faktörlere bağlıdır. İç faktörler; su aktivitesi, pH, oksidasyon/reduksiyon potansiyeli gibi faktörlerdir. Dış faktörler; balıkların canlı iken ve işlenmesi esnasındaki çevreden olan kontaminasyon ve sıcaklıktır (Gram and Huss 1996; Ünlütürk ve Turantaş 1999; Koustsomani and Nychas 2000). Balıklarda ölüm sonrası pH'nın çok yükselmesi ve protein tabiatında olmayan azotlu bileşiklerinin yüksek düzeyde olması mikrobiyolojik bozulmalarda önemli etkenlerdendir. Ayrıca deri mukozası ve sindirim sistemindeki bakteriler ölüm sonrasında hemen gelişip çoğalarak etin lezzet, koku ve tekstüründe değişiklikler meydana getirir ve bozulmaya sebep olurlar (Gram 1992; Soyer 1999; Svetsvik et al. 2002).

Balıkta post-mortem durumda metabolik aktivite için gerekli olan ATP'nin bitmesiyle aktin ve myosin proteinleri arasında oluşan köprüler kırılmaz dolayısıyla aktomyosin oluşarak rigor mortis oluşur. Rigor mortis de balık kas elastikiyetini kaybederek sert ve katı hale geçer (ölüm katılığı). Endojen enzimler post rigor dönemde faaliyete geçerek dokuda gevşeme, balığın lezzet, renk ile tekstüründe değişiklikler ve deride

yumuşama meydana gelir. Bu gibi kalite yönünden meydana gelen değişiklikler, gıda kalitesini etkilememesine rağmen ürünlerin görüntüsünü bozarak tüketimi azalttığından arzu edilmemektedir (Soyer 1999).

Araştırmada materyal balıklarımızdan yüksek adaptasyon özelliği, hastalıklara karşı mukavemeti hızlı büyümesi gibi özellikleri ile kuzey amerika orijinli gökkuşuğu (*Oncorhynchus mykiss*) alabalıkları kayıtlara harika balık olarak geçmiştir. Dere (*Salmo trutta fario*) ve kaynak (*Salvelinus fontinalis*) alabalıkları ise üretimi henüz ülkemiz açısından yeni ve karşılaştırmalı araştırma bulguları da öncü verilerden olacaktır.

Miyofibriler proteinlerin üstün özelliklerinden ve tekstürün öneminden dolayı tez çalışmamda bu proteinlerin post-mortem sonrası değişimleri ve bu değişimlerin tekstürel özelliklerle bağlantısı belirlenmeye çalışılmıştır. Bu çalışmanın genel amacı üç ayrı alabalık türünde miyofibriler proteinlerin kütleli farklılıklarının ve türler arasındaki tekstürel farkların belirlenmesidir. Spesifik amaçlar ise; elde edilen sonuçların +4°C'de depolama süresince (0., 3., 6. ve 9. günlerde) izlenmesi, değerlendirilmesi ve karşılaştırılmasıdır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* W., 1972) Hakkında Genel Bilgi

Gökkuşığı alabalığı dünyada hem yetiştiricilik hem de sportif balıkçılık açısından en popüler soğuk su balığıdır. Kuzey Amerika orijinli olduğundan Pasifik okyanusuna dökülen ırmaklarda yaşar. Sistematikte Salmonidae familyasında yer alırlar. Alabalıklar yaygın şekilde yetiştiricilik ve doğal suların balıklandırılması için kullanılan *Salmo*, *Salvelinus* ve *Oncorhynchus* olmak üzere üç cinsin türleridir (Bruno and Poppe 1996; Stickney 2000; Aras vd. 2000; Arabacı 2007). Gökkuşığı alabalığının sistematikteki yeri;

Âlem	Animalia
Şube	Chordata
Alt şube	Vertebrata
Üst sınıf	Osteichthyes
Sınıf	Actinopterygii
Alt Sınıf	Neopterygii
Üst Takım	Ostariophysi
Takım	Salmoniformes
Aile	Salmonidae
Cins	<i>Oncorhynchus</i>
Tür	<i>Oncorhynchus mykiss</i>

Alabalıkların morfolojik olarak en belirgin özelliği sırt yüzgeci ile kuyruk yüzgeci arasında yağ yüzgecine sahip olmalarıdır. Gökkuşığı alabalığında vücut uzamış ve az basıktır. Sırt yüzgeci 10-12, anal yüzgeci ise 8-12 yumuşak ışına sahiptir. Vücut rengi dorsal kısımda metalik mavi diğer bölgelerde ise gümüşü renktedir yanal çizgi boyunca parlak ve gökkuşığı renklerinde bantlar mevcuttur. Dorsal ve kaudal yüzgeçte siyah benekler bulunmaktadır. Ayrıca yanal çizginin üzerin de siyah benekler mevcuttur (Ade 1982; Stickney 2000; Arabacı 2007).

Çözünmüş oksijence zengin, soğuk ve berrak suları seven gökkuşağı alabalığı hemen hemen dünyanın bütün bölgelerinde yetiştirilmektedir. Çevresel faktörlere karşı adaptasyon kabiliyeti yüksek ve hızlı büyüyen bir türdür. Yem değerlendirme oranının düşük oluşu, kolay döl alımı, kısa inkübasyon periyodu ve hastalıklara karşı yüksek mukavemet özelliği bu türün kültür balıkçılığında tercih edilmesinin diğer önemli sebeplerindendir (Lindhors-Emme 1990; Çelikkale 1994; Aras vd. 2000).

Gökkuşağı alabalığının Dünya’da ilk yetiştiricilik çalışmaları, Kuzey Amerika’da başlamış ve 1970’li yıllarda ise dışarıdan getirilen yumurtalarla ülkemizde üretimi başlamıştır. Gökkuşağı alabalığı 100 yılı aşkın süredir kültürü yapılan en önemli tür konumundadır. Bu nedenlerden dolayı ve ekonomik değerinin yüksek oluşu dikkate alındığında en fazla araştırma yapılan balık türlerinden birisi konumundadır.

Kültürde en fazla değerlendirilen tür olan, su ısılarına karşı çok toleranslı, hastalıklara karşı oldukça dayanıklı ve yem değerlendirme kabiliyetleri yüksek olan Gökkuşağı alabalığının (*Oncorhnicus mykiss*) değişik literatürlerde bildirilen önemli karakterleri şu şekilde özetlenebilir; Gökkuşağı Alabalığı Kuzey Amerika orijinli olup, 1890 yılında Avrupa’ya getirilmiştir. Yan çizgi üzerinde 135-150 adet pul bulunmaktadır. Ağız yapısı diğer alabalık türlerine oranla biraz daha büyüktür. Karın altı rengi gümüşiden sarıya kadar, sırt kısmı ise yeşilden kahverengiye kadar değişmektedir. Yumurtlama zamanı kasım ayı başlarından Mayıs’a kadar devam etmektedir (Sterba and Habil 1967; Okutan 1972).

Greenberg (1969)’a göre Gökkuşağı Alabalığının bütün vücudu siyah beneklerle kaplı olup yan tarafı kırmızı ve yeşil şeritlerle karakterize edilmektedir. En önemli özellik olarak ta vücudun ortasından uzanan kırmızı-mor bir renk bandının uzanmış olmasıdır. Herold (1970) Gökkuşağı Alabalığının Amerika’dan dünyanın diğer yörelerine yayıldığını, yan taraflarında vücut boyunca gümüşü bir bandın uzandığını ve sırt kısmının genellikle siyahimsi bir görünüme sahip olduğunu bildirmektedir.

Titarev and Nauch (1974)’a göre de Dünyada ve Türkiye de yaygın olarak suni üretimi yapılan Gökkuşağı Alabalığı türü hastalıklara karşı dayanıklı olduğu gibi daha az

masraflarla pazarlama ağırlığına gelmekte, her çeşit iklim şartlarında süratli büyüme göstermektedir. Genel anlamda literatürlere bakıldığında salmonid familyasına dâhil alabalıkların bazı türleri hariç yaşama ortamları ve beslenmeleri ile karakteristik davranışları benzerlik göstermektedir.

Meske (1978)'e göre, alabalıklar ısı yönünden genellikle 20°C'nin altındaki sularda yaşamaktadırlar. Dolayısıyla soğuk su balıkları grubuna dâhil edilmektedirler. Ancak, gökkuşağı alabalığı su sıcaklığına karşı oldukça toleranslı olup 26°C'ye kadar olan sularda hayatını idame ettirebilmektedir. Aras vd. (1995)'e göre alabalık türlerinin en iyi büyüme sıcaklıklarının 12-16°C olduğu bildirilmiştir. Canyurt (1977), alabalık sularında ideal pH'nın 7 ile 8 arasında değiştiğini bildirilmiştir. Genel olarak optimum oksijen miktarının 9 ppm olduğu rapor edilmiştir.



Şekil 2.1. Araştırma Materyali Gökkuşağı Alabalığından (*Oncorhynchus mykiss*) Bir Görünüm

2.2. Dere Alabalığı (*Salmo trutta fario* L., 1758) Hakkında Genel Bilgi

Dere alabalığı (*Salmo trutta fario*, Linnaeus 1758), Türkiye’de başta Karadeniz Bölgesi olmak üzere, İç Anadolu ve Doğu Anadolu’da oksijeni bol, soğuk su kaynaklarında (6-7°C) yaşayan, iç su balıkları içerisinde eti çok lezzetli olan, karnivor bir balıktır. 2500 metrenin üzerindeki soğuk su kaynaklarında bulunması mümkündür. Ekim Ocak ayları arasında, kaynaklara yakın kum zemin üzerine açtığı yuvaya yumurtalarını bırakır. Cinsi olgunluğa 3-4 yaşında ulaşan balıkların boyları 40-50 cm, ağırlıkları ise 0,5-1,0 kg arasındadır (Çelikkale, 1988). Besin materyalini genellikle böcekler, eklem bacaklılar, yumusakçalar, kurtçuklar, karasal böcekler, omurgalı ve omurgasız hayvan yumurtaları ile bitkisel materyallerden diatomlar ve alglerin oluşturduğu bildirilmiştir (Slastenenko 1956; Varley 1967; Geldiay ve Balık 1999).

Yakın bir geçmişte kültüre alınan *Salmo trutta fario*’nun taksonomideki yeri şu şekilde belirtilmiştir (Torrtone 1955).

Âlem	Animalia
Alt âlem	Metazoa
Şube	Chordata
Alt Şube	Vertebrata
Sınıf	Pisces
Alt Sınıf	Osteichthies
Takım	Teleostei
Aile	Salmonidae (Alabalıkgiller)
Cins	Salmon Linnaeus, 1758
Tür	<i>Salmo trutta</i> Linnaeus, 1766
Alt Tür	<i>Salmo trutta fario</i>

Dere alabalığı, Salmonidae familyasından olan *Salmo trutta*’nın alt türlerinden *Salmo trutta fario* (Linnaeus 1758), dere ekotipi olarak sistematikteki yerini almıştır. Tüm hayatları boyunca tatlı sularda yaşadıklarından dolayı “Hakiki Alabalık” grubuna giren dere alabalıkları, deniz ve akarsular arasında göç etmedikleri halde, bir akarsuyun

bünyesi içinde kısa mesafeli göçler yapmaktadırlar (Çelikkale 1988; Geldiay ve Balık 1996; Güner ve ark. 2002).

Salmo trutta fario 'nun kırmızı benekli oluşu alamet-i farikası olmaktadır. Anadolu sularında Aras Havzası'nda *Salmo trutta caspius*, Karadeniz'e akan sularda *Salmo trutta labrax*, Orta ve Batı Anadolu'da *Salmo trutta magrotisma*, Abant Gölü'nde ise *Salmo trutta abanticus* alt türleri bulunmaktadır (Torrtone 1955). Bunlar da her ne kadar birinci alt türde omur sayısının fazla sayıda oluşu, ikincide kırmızı beneklerin etrafında beyaz halelerin oluşu, üçüncüde postorbital beneğin belirgin olması, dördüncüde ise beneklerin büyük olması bakımından aralarında morfolojik olarak ufak tefek farklar olmaksayda bunlar çok kereler ayırıcı olmamaktadırlar. Dolayısıyla bu tür incelenirken alt türe inilmeden *Salmo trutta fario* yani, genel tür olarak mütalaa edilmesi daha doğru olmaktadır. *Salmo trutta fario* türünün kültüre alınmış olması çok yeni olduğu için; suni yetiştiricilikte fazla bilinmemektedir (Aras vd. 1997). Bu tür kaynaklarımızda çoğunlukla "Dere Alabalığı"da denilmektedir (Çelikkale 1988).

Dere alabalığının vücudu tıknaz ve torpil şeklinde olup yan taraflarından biraz basıktır. Renkleri yaşadığı ortama göre çok değişkendir. Genel renk kahverengi, yeşil veya mavi renk tonlarındaki kahverengi, fakat çok miktarda pembemsi mor ve seyrek olmayan oranda da siyaha rastlanmaktadır (Çelikkale 1988; Güner ve ark. 2002).

Dere alabalığı, Türkiye'de başta Doğu Anadolu, Karadeniz ve İç Anadolu olmak üzere pek çok su kaynağında bulunmaktadır. Tipik bir soğuk su balığı olan dere alabalığı, daha çok dağlık bölgelerde berrak olan ve çakıllı dip yapısına sahip çok sıcak olmayan yüksek oksijenli dere ve akarsularda yaşamaktadır. Fakat nehir ağzlarında bulunabildiği gibi aynı zaman da göllerde, havuzlarda ve rezervuarlarda da rastlanabilirler (Çelikkale 1988).



Şekil 2.2. Araştırma Materyali Dere Alabalığından (*Salmo trutta fario* L., 1758) Bir Görünüm

2.3. Kaynak Alabalığı (*Salvelinus fontinalis*) Hakkında Genel Bilgi

Kaynak alabalığı Kuzey Amerika kökenli tipik bir Salmonidae türü olup 1814 yılında Mitchill tarafından *Salvelinus fontinalis* ismi verilmiştir. Mitchill ve diğer araştırmacıların verdikleri farklı diğer sinonim isimler ise rağbet görmemişlerdir. Kaynak alabalığı, Amerika ve Avrupa kıtalarının tamamına ve güneyde ise Yeni Zelanda'ya kadar götürülmüştür (Froese and Pauly 1999).

Bu tür Avrupa'ya 19. yüzyılın sonlarında getirilmiş ve bugün hemen hemen her ülkede kültür stokları ve yüksek kesimlerdeki göl ve akarsularda doğal stokları mevcuttur (Çelikkale 1994). Kaynak alabalığının Kuzey Amerika'daki doğal popülasyonunun ise hem tamamen tatlı su hem de anadrom türlerininin bulunduğu belirtilmektedir (Scott and Crossman 1993; McCormic vd. 1985). Kahverengi alabalıklarla çok benzer, hatta aynı habitatlarda yaşar ve besinlerle beslenirler. Aynı habitatları paylaştıkları durumlarda orijinal doğal yayılım alanlarında bile genellikle rekabeti kahverengi

alabalıkların kaybettikleri öne sürülmesine rağmen, kültür koşullarında gökkuşağı alabalığı veya diğer Salmonidae türleri ile aynı ortamda yetiştirilmeleri durumunda oluşabilecek olan rekabetin ne olacağı kesin olarak bilinmemektedir. Kaynak alabalıkları, gökkuşağı alabalıkları ile hemen hemen aynı yaşlarda (erkekleri 2, dişileri 3 yaşında) cinsi olgunluğa ulaşırlar; fakat gökkuşağı alabalığından biraz daha erken yumurtlarlar. Dişileri 1 kg canlı ağırlığa yaklaşık 2000 yumurta verirler. Kuluçka periyodu 440 gün-derece civarında olup tercih edilen kuluçka suyu sıcaklığı ise 9-12°C'dir (Shepherd and Bromage 1988). Doğal yayılım alanlarında 90 cm boy ve 7 kg ağırlığa, Avrupa ülkelerinde ise 30-50 cm boya ve 1-3 kg ağırlığa ulaştıkları bilinmektedir. Özellikle kültür şartlarında yavaş gelişmesinin ve bu nedenle fazla tercih edilmemesinin nedenleri başta sıcaklık olmak üzere su kalitesindeki değişimlere ve yüksek su sıcaklığına karşı daha hassas olmaları ve de gökkuşağı alabalıkları kadar aktif yem almamalarıdır (Okumuş vd. 1998).

Farklı bir vücut (sırt; koyu zeytin rengi üzerinde açık renkli hareler, yanlar; daha açık renkte ve sarı-kırmızı noktalar içerir, karın; beyaz, sarı-kırmızı, kuyruk yüzgecinde birkaç enine koyu şerit vardır; göğüs, karın ve anal yüzgeçlerin ön kenarları siyah ve beyaz bantlarla çevrilmiştir; ağız çok geniş ve çeneleri diğer alabalık türlerine rağmen daha uzundur), et rengi (portakal rengi) ve lezzete sahip olduklarından alabalık ve salmon çiftliklerinde ikinci tür olarak yetiştirilmektedir (Okumuş vd. 1998).

Tablo 2.1. Kaynak Alabalığı (*Salvelinus fontinalis*) sinonimleri (Froese and Pauly 1999)

Sinonim	Araştırmacı
<i>Salmo immaculatus</i>	Linnaeus, 1758
<i>Salmo fontinalis</i>	Mitchill, 1814
<i>Baione fontinalis</i>	Mitchill, 1814
<i>Salmo canadensis</i>	Griffith & Smith, 1834
<i>Salmo hudsonicus</i>	Suckley, 1861
<i>Salvelinus timagamiensis</i>	Henn Rinkenbach, 1925



Şekil 2.3. Araştırma Materyali Kaynak Alabalığından (*Salvelinus fontinalis*) Bir Görünüm

2.4. Balıklarda Ölüm Sonrası Meydana Gelen Biyokimyasal ve Mikrobiyal Değişmeler

2.4.1. Biyokimyasal değişmeler

Balıkta ölüm sonrası (post-mortem) biyokimyasal değişmeler, canlı iken sürekli enerji kaynakları olan fakat ölüm sonrası sürekli üretimi duran ATP ve kas glikojeni tükeninceye kadar devam etmektedir. Oluşan post-mortem koşullarda balık, kas dokusundaki lipidler, proteinler ve protein olmayan azotlu bileşiklerdeki biyokimyasal değişmelerden dolayı kalite kaybına uğramaktadır (Soyer 1999).

Avlanmayı takiben balıkta ölüm sonrası değişmeler; balığın doğal ortamından alınması sonucu kan dolaşımının durmasıyla yaşamsal faaliyetlerinin sona ermesi, oluşan metabolik artıkların uzaklaştırılamaması, enerji dönüşümünün kesilmesi ve doku gelişiminin sona ermesi olaylarını kapsamaktadır. Balık avlanma sonrası

yaşamsal fonksiyonlarını yitirmesine karşın, kas dokusunda mevcut ATP ve glikojen gibi enerji kaynakları ve diğer kimyasal bileşikler ile post-mortem biyokimyasal reaksiyonlara maruz kalmaktadır. Balık kasındaki post-mortem değişimler; balığın türüne, büyüklüğüne ve ortam sıcaklığına göre hızlı veya yavaş gelişmektedir. Düşük sıcaklıklarda biyokimyasal reaksiyonların hızı yavaşlarken, yüksek sıcaklıklarda artmakta ve meydana gelen ürünler balıkta kalite kaybına ve ileri düzeyde bozulmaya neden olmaktadır (Soyer 1999).

Balık canlı iken kasta bulunan biyokimyasal değişimlerden biri enerji metabolizmasında meydana gelen değişimlerdir. Bu değişimler balığın yüzmesi sırasında kasa enerji sağlamakta, büyüme ve ölü dokuların yenilenmesi için gerekli olan maddeleri sağlamaktadır. Canlı kasta yer alan kimyasal reaksiyonları oluşturan ve kontrol eden maddeler enzimler olup, bu proses için gerekli enerji kaynağı ise kimyasal enerjiyi mekanik enerjiye dönüştüren adenosin trifosfat (ATP)'tir. Canlı dokuda ATP tüketimi ve tekrar oluşumu, kasılma ve gevşeme olayları sürekli olurken post-mortem dokuda kan dolaşımının ve oksijen kaynağının kesilmesi sonucu ATP miktarı hızlı bir şekilde azalmakta, kasılma ve gevşeme olayları da bu azalma sırasında sınırlı olarak devam etmektedir. Canlı balıkta kasın kasılması için gerekli enerji glikoliz sırasında oluşan ATP'den sağlanmaktadır (Foegeding vd. 1996).

Balıkta meydana gelen biyokimyasal değişimlerden bir diğeri lipid oksidasyonudur. Balık ve diğer su ürünleri içerdikleri lipidlerde mevcut değişik yapıda ve fazla miktardaki çoklu doymamış yağ asitleri nedeniyle oksidatif bozulmalara diğer gıdalardan daha çok maruz kalmaktadırlar. Balıktaki lipid oksidasyonu balığın yağ asitleri kompozisyonu ve doymamışlık dereceleri, fosfolipidlerin miktarı, balıktaki lipidlerin dağılımı, dokudaki aktivatörlerin ve inhibitörlerin varlığı veya yokluğu (heme pigmenti, metal iyonları, pH değeri, oksidatif enzimler, tokoferol, karotenoid gibi doğal maddeler), depolama sıcaklığı, süresi, ışık, oksijen basıncı, su aktivitesi ve paketlenme gibi faktörler tarafından etkilenmektedir (Hultin 1994).

Lipid oksidasyonunda, balıkta bulunan iki değerli metal iyonlarının (Fe^{+2} ve Cu^{+2} gibi) moleküler oksijeni aktif hale getirerek serbest radikal oluşumunda rol oynayan oksijen

türlerinin oluşumuna neden olduğu bilinmektedir. Lipid oksidasyonunda, önemli olan demirin büyük bir kısmı hemoglobin ve myoglobin gibi heme proteinlerde bulunmakta olup (Fe^{+2}), post-mortem kasta ortamda yeterince hidrojen peroksit bulunduğunda okside olmaktadır (Fe^{+3}). Bunun dışında balık kasında bulunan ferritin, transferrin ve non-heme demir gibi proteinler de bünyelerinde demir bulundurmakta ve oksidatif reaksiyonlarda etkili olmaktadır (Hultin 1994).

Post-mortem balık kasında ATP'nin kaybı, doğrudan lipid oksidasyonu ile ilişkili ortamların oluşmasına neden olmaktadır. ADP, AMP oluşumu ile ATP kaybı olmakta ve bu oluşum balığın anaerobik ortama girerek glikoliz yoluyla veya mitokondri tarafından ATP oluşumu engellendiğinden meydana gelmektedir. Bu anaerobik ortamda ksantin dehidrogenaz enzimi de proteolitik enzimlerle ksantin oksidaza indirgenerek post-mortem kasta bulunan moleküler oksijen ile oksidatif reaksiyonlara neden olmaktadır. Ortama moleküler oksijenin girişi ise, balığın kesilmesi, dilimlenmesi veya kıyım çekilmesi sırasında olmaktadır (Petrosa-Menabrito and Regenstein 1988).

Post-mortem balık kasında enerji kaynaklarının tükenmesi kas hücresinin iyon dengesinin bozulmasına neden olmaktadır. Özellikle sarkoplazmik retikulumun kalsiyumu tutma özelliğini yitirmesi ve sitoplazmada kalsiyumun birikmesi, lipazların, fosfolipazların ve proteazların aktif hale geçerek lipid oksidasyonunda etkili olmalarına neden olmaktadır. Yine lipid oksidasyonunda rol oynayan serbest yağ asitlerinin oluşması ve ksantin dehidrogenazın ksantin oksidaza dönüşmesi, kalsiyum iyonunun neden olduğu reaksiyonlardır (Khayat and Schwall 1983).

Balıkta mevcut askorbat, NADPH ve glutation gibi indirgen maddelerin konsantrasyonu post-mortem kasta azalmakta ve bu azalma lipid oksidasyonunu etkilemektedir. Balıkta lipid oksidasyonunun önlenmesi ya da geciktirilmesinde, depolama sıcaklığının düşürülmesi, oksijenin ortamdan uzaklaştırılması amacıyla doymuş buhar uygulaması veya vakum paketleme, antioksidanlarla muamele en çok başvurulan yöntemlerdir. Soyer ve Şahin (1999)'in yapmış oldukları bir çalışmada kolyozun su ve antioksidan çözeltilerle doymuş buhar uygulaması sonucu depolama

süresince lipid oksidasyonu önemli düzeyde engellenmiştir. Antioksidanlarla ve su ile doymuş buhar uygulanmış örneklerde tiyobarbiturik asit reaktif maddesi (TBARS) değerleri, peroksit değerleri (PD), serbest yağ asitleri (SYA) miktarları depolama süresine bağlı olarak artmış, fakat kontrol örnekleriyle kıyaslandığında lipid oksidasyonu önemli düzeyde geciktirilmiştir.

Balıkta meydana gelen bir diğer biyokimyasal değişim aminoasitlerin parçalanma reaksiyonlarıdır. Post-mortem balık kasında biyokimyasal reaksiyonlar otolitik ve kimyasal değişimlerle başlamaktadır. Bu reaksiyonlara, doğal olarak bulunan veya sonradan kontamine olan mikroorganizmalar da katılmaktadır. Kasındaki aminoasitlerin enzimatik dekarboksilasyonu ile aldehitler, ketonlar, sülfidler, merkaptanlar ve bir çok amin bileşikler oluşmaktadır. Balık ve balık ürünlerindeki biyojen amin formasyonu direkt olarak balıktaki serbest aminoasit içeriği ile bağlantılıdır. Bakteriyel biyojen amin dekarboksilaz ve uygun çevresel koşulların varlığında biyojen amin formasyonu bakteri gelişimine ve dekarboksilaz enzimlerin üretimine izin vermektedir. Aminoasit dekarboksilaz, bazı *Enterobacteriaceae*, *Clostridium*, *Streptococcus*, *Micrococcus* ve *Pseudomonas* türlerinde bulunur (Özoğul vd. 2004).

Balık kasında en sık bulunan aminler histamin, kadaverin ve putresindir. Histidin, lizin ve ornitin amino asitleri bakteriyel faaliyetlerle sırasıyla histamin, kadaverin ve putresine dönüşebilmektedir. Tiramin, triptamin ve β -feniletilamin gibi biyojen aminlerde yine bakteriyel dekarboksilasyon yoluyla sırasıyla tirozin, triptofan ve fenilalanin aminoasitlerinden oluşmaktadır. Arjinin aminoasidi agmatine kolayca dönüşebilmekte veya bakteriyel aktivitenin bir sonucu olarak ornitine indirgenebilmektedir. Ornitin ise dekarboksilasyon yoluyla putresine dönüşmektedir (Mater vd. 2001).

2.4.2. Mikrobiyal değişimler

Balıklar avlandıkları çevrenin mikrobiyal popülasyonuna ve mikroorganizma yüküne bağlı olarak belli düzeylerde mikroorganizma içerirler. Balığın mikroflorası; soğuk, sıcak ve tatlı suların mikroflorasına bağlı olarak değişir. Soğuk suda yaşayan balıklar,

psikrofilik, sıcak suda yaşayan balıklar daha çok mezofilik bakterileri içermektedir (Uddin vd. 2002).

Canlı balıkların mikroflorası, içinde yaşadıkları suyun mikroorganizma popülasyonu ile yakından ilişkilidir. Balıkların üzerini örten mukozal tabaka, *Acinetobacter*, *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, *Corynebacterium*, *Sarcina*, *Micrococcus*, *Serratia*, *Bacillus* ve *Vibrio* grubu bakterileri bulundurmaktadır. Tatlı su balıkları, *Streptococcus*, *Aeromonas*, *Lactobacillus*, *Brevibacterium* cinsi bakterileri içermektedir. Balığın bağırsak içeriğinde ise *Achromobacter*, *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Vibrio*, *Bacillus*, *Clostridium* ve *Escherichia* cinsi bakterileri ihtiva etmektedir (Martin 1994).

Balıkların yakalanmasında kullanılan kayıklar, motorlar, nakil sırasında kullanılan kasa, sandık, kutu, fiçılar ve diğer alet ve ekipmanlar balıkların bakteri florasını arttırmaktadır. Balıktaki mikrobiyal çoğalmanın hızı büyük oranda ortam sıcaklığına ve süreye bağlı olarak artmaktadır. Bunların yanında balığın yakalandığı andaki durumda mikrobiyal yükün artmasında önemli olmaktadır. Bakteriler önce yüzeyde gelişir, daha sonra et içerisine geçerler. Balıketi mikroorganizmaların gelişmesi için çok iyi bir ortam olduğundan, bakteriler ete girince hızlı bir şekilde çoğalmaktadırlar (Çaklı ve Kışla 2003).

Soğutma için buzun kullanımı, balıkları korumada çok önemli bir metottür. Fakat buz balıkta sadece mikrobiyal aktiviteyi yavaşlatır. Dokuların içinde salgılanan enzimler, birçok seri ve kompleks değişmelere sebep olur. Başlangıçta taze balıkta mikroflora, dokudaki düşük molekül ağırlıklı maddeleri (serbest aminoasit, laktik asit) gelişmeleri için temel enerji kaynağı olarak kullanırlar. *Pseudomonas*, *Achromobacter* grubu bakteriler, aminoasitleri kasın protein olmayan azotlu bileşiklerinde bulunan dipeptit ve tripeptitleri hızlı bir şekilde metabolize ederler. Aminoasitlerin oksidatif diaminasyonu, birinci basamakta amonyak birikimi ve uçucu yağ asitlerinin görünmesi ile olur. Proteoliz bozulmanın ilk safhalarında önemli değildir. Çünkü protein olmayan nitrojenin fazla olması proteinazi engellemektedir. Serbest

aminoasitler bittiği zaman, bozulmanın daha sonraki safhalarında proteoliz çok önemli olmaktadır (Çaklı ve Kışla 2003).

2.5. Balık Eti Kalitesi Üzerine Soğukta Muhafazanın Etkisi Hakkında Genel Bilgi

Balıkların soğuk ortamda muhafaza edilerek naklinin yapılması 1800'lü yıllardan beri, fizyolojik faydası bilindiğinden dolayı uygulanan bir yöntemdir (McCraren vd. 1978). Balığın soğukta muhafazası sonucu muhafaza süresi; balık türüne, ortam sıcaklığına, mevsime, balığın kondisyonuna, yakalanma metoduna ve ambalajın durumu gibi faktörlere bağlıdır. Soğutarak muhafaza ile su ürünlerinde bulunan enzimatik ve mikrobiyal faaliyetlerin azaltılması ve daha uzun sürelerde kalitelerinde bir bozulma meydana getirmeksizin muhafazalarını sağlamak amaçlanmaktadır (Sikorski and Kolakowska 1990; Varlık 2000; Baygar ve Varlık 2002). Soğukta muhafaza işlemi balığın tadı ve besleyicilik değerini mükemmel bir şekilde koruyan yöntemdir (Belitz vd. 2001).

Mishima ve ark. (2005) ölüm sonrası meydana gelen değişimleri geciktirmek ile balık etinin lezzet ve tekstür gibi tüketicileri için kalite değerlendirme kriterleri olan faktörleri olumlu yönde etkilediğini bildirilmişlerdir. Aynı araştırmacılar ölüm sonrası kalite değişimlerine sebep olan en önemli faktörün, muhafaza sıcaklığı olduğunu belirtmişlerdir. Muhafaza sıcaklığının, ürünün raf ömrü ve organoleptik kalitesi üzerine etkili bir faktör olduğu kabul edilmektedir (Sikorski 1989; Whittle 1996; Skjervold vd. 1999; Skjervold vd. 2001). Aynı şekilde Stien et al. (2005), Torrissen et al. (2001), Wedekind and Griese (2001), Esaiassen et al. (2004) ölüm sonrası balıkların muhafaza sıcaklığının balıkların et kalitesini üzerine etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Muhafaza sıcaklığı hijyenik ve teknik kalitenin belirlenmesinde de önemlidir. Balık etinin rigor seyri, tekstürü, rengi, mikrobiyolojik gelişimi ve su tutma kapasitesi muhafaza sıcaklığı tarafından doğrudan etkilenmektedir (Elvevoll vd. 1996; Torrissen vd. 2001; Stien vd. 2005). Sikorski et al. (1990) soğukta muhafazanın ileri aşamalarında balıkların tazelik kayıpları ile balık etlerindeki pH değerinin nötr'e doğru yaklaşmasının aynı zamana rastladığını bildirmişlerdir. Et pH değerinin yükselmesinin

endojenik ve bakteriyel enzimlerin faaliyetleri sonucu bazik-nitrojenik bileşiklerin ortaya çıkması ile izah edilmiştir.

Loungha ve Goldspink (1985), Abe ve Okuma (1991) gibi araştışıcılar balıklarda glikolitik kas enzim aktivitesinin muhafaza sıcaklığının düşmesi ile azaldığını bildirmişlerdir. Bu açıklamaya paralel olarak, düşük sıcaklıkta muhafaza edilen balık filetolarının pH düşüşünün daha yavaş olacağı sonucu ortaya çıkarılmıştır. Iwamoto ve ark. (1985) pisi balıklarında yaptıkları çalışmada 5-15°C'lik muhafaza sıcaklığı aralığının 0°C ve 20°C'lik sıcaklık değerlerine göre ATP düşüşünü ve rigor-mortis gelişimini yavaşlattığını bildirmişlerdir. Ayrıca 5°C ve 10°C'lik muhafaza sıcaklıklarının, 15°C'deki muhafaza sıcaklığına göre balıketinin tazeliğinin korunmasında daha etkiliği olduğunu açıklamışlardır.

Mochizuki ve ark. (1998) kefal balıkları için en uygun muhafaza sıcaklığının 5-10°C'lik aralık olduğunu yaptıkları araştışmalar ile ispat etmişlerdir. 0°C ila -3°C'lik sıcaklık aralığına göre bu sıcaklık aralığında, enerjiyle ilgili bileşiklerin değişimi ve rigor-mortis ilerlemesinin daha düşük hızda cereyan ettiği görülmüştür. Ayrıca 5-10°C'lik aralıkta balıklardaki tazelik kaybının daha az olduğu ifade edilmiştir (Mishima et al. 2005). Tanaka (1991) yaptığı araştırma sonucu, pisi balıklarının marketlere naklinde 0°C'lik sıcaklık değerinden ziyade 10°C'lik sıcaklık değerlerini önermiştir. Aynı araştışmacı bu balıkların ekonomik değeri yüksek balıklar olduğunu belirtmiş olup, 10°C sıcaklıkta balıkların rigor-mortis'e daha geç girdiğini ve ATP düşüşünün daha yavaş olduğunu bildirmiştir (Mishima et al. 2005).

2.6. Poliakrilamid Jel Elektrofrez (SDS-PAGE) Hakkında Genel Bilgi

Elektrofrez genel anlamda bir ayırma ve saflaştırma tekniğidir. Bu teknik yapıları birbirine çok benzeyen ve doğal olarak bir arada bulunan molekül ya da partikülleri, taşıdıkları yük ve büyüklüklerine göre birbirlerinden ayırmaya yarar.

Bu teknik, başlangıçta klinikte teşhis ve tedavinin seyrini izlemek amacıyla protein, lipoprotein, hemoglobin, immün elektrofrez ve izoenzim elektrofrezleri

yapılmaktadır. Örneğin, bir protein bozukluğunun saptanmasında, lipoprotein anomalilerinin tiplendirilmesinde veya bir hemoglobinopatinin ortaya konmasında ya da belli bir organa has izoenzim düzeylerindeki artışı saptayarak teşhisin kolaylaşmasına elektroforezin inkâr edilemeyecek yardımları söz konusudur (Yılmaz vd. 2000; Korkmaz 2007).

Araştırma çalışmalarında da elektroforez yapılan araştırmanın sonucu kanıtlarıyla birlikte ortaya koyan en iyi yöntemlerden biridir. Örneğin, bir protein veya enzim saflaştırmasının sonucunu elektroforez en iyi şekilde sergiler. Sonuçların görsel olarak değerlendirilmesi, geniş bir bakış açısı getirmesi ve yönlendirici olması nedeni ile elektroforezin önemi kendiliğinden açığa çıkmaktadır (Yılmaz vd. 2000; Korkmaz 2007).

Elektroforeze uygulanacak olan maddenin ilk önce elektrik yüklenebilir durumda olması gerekir. Bu anlamda, proteinler elektroforez için en uygun moleküllerdir. Özellikle taşıdıkları aminoasitlerden dolayı amfoterik bir yapıya sahip olmaları onları kolayca yüklenebilir duruma getirmektedir. Bir protein molekülü üzerindeki toplam yükün sıfır olduğu pH'ya "izoelektrik nokta" denir. Bu noktada proteinler elektroforez ortamında göç edemezler. Bunu önlemek için proteinleri izoelektrik noktadan uzak asit veya alkali tamponlarla (pozitif veya negatif yüklerle) yüklemek gerekir. Protein elektroforezinde izoelektrik noktadan kaçınmak için genellikle pH 8,0 ile 9,0 arasında değişen alkali tamponlar kullanılır. Böylece elektroforetik destek materyali üzerinde daha fazla absorpsiyona neden olmadan ve izoelektrik noktası düşük olan proteinleri de ayıracak şekilde yüklenme sağlanmış olur. Sonuçta alkali ortamda negatif olarak yüklenmiş olan proteinler anoda doğru göç ederler.

Bu teknikte kesintisiz göç sağlamak için tabakalar arası boşluklar uygun tampon çözeltiler ile doldurulmuştur. Numune uygulaması ise, en üstteki yoğunlaştırıcı jel üzerine uygulanır. Akım uygulamasıyla bileşenler uygun büyüklükteki porlardan geçerek; molekül büyüklüğü ve elektrik yüklerine göre ayrılmış olurlar. Bu yöntem özellikle araştırma çalışmalarında, tek tek protein fraksiyonlarının saptanmasında ve

genetik çalışmalarda kullanılır. Genel bir elektroforez uygulamasından birbirini takip eden beş ana işlem mevcuttur.

1. Numune ve destek materyallerinin hazırlanması
2. Numune uygulaması
3. Doğru akım uygulaması
4. Boyama ve şeffaflaştırma
5. Kantitasyon
 - a. Densitometrik kantitasyon
 - b. Elüsyon yöntemiyle miktar belirtimi

Elektroforez öncesi ayrıştırması yapılacak numunenin hazır duruma getirilmesi gerekir. Numunenin yeteri kadar protein içermesi maksadıyla sulandırılması veya konsantre edilmesi gerekir. Bir hemoglobin elektroforezi yapılacaksa hemolizatin önceden yapılması gerekir.

Genellikle elektroforetik destek materyalleri kullanıma hazır olarak satılmaktadır. Fakat elektroforez öncesi bu maddelere iletkenlik kazandırmak için seçilen tampon çözelti içerisinde iyice ıslatılması gerekir. Ancak, destek materyalinin gözenekleri tampon ile iyice dolduktan sonra kesintisiz iyi bir göç elde edebilir.

Numune tatbik edilirken dikkat edilmesi gereken en önemli hususlar ise:

Kullanılan tamponun cinsine göre numune uygulaması anodik, katodik veya merkezi uygulama gerektirebilir. Şayet asit bir tampon kullanılacaksa, pozitif olarak yüklenen numunenin göçü negatif kutba doğru olacağından numuneyi mümkün olduğu kadar anoda yakın tatbik etmek gerekir. Eğer alkali bir tampon kullanılacaksa aynı nedenlerden dolayı numune tatbikini bu sefer katoda yakın uygulamak gerekir.

Elektroforez işlemi sırasında devamlı olarak destek materyalinin tamponla temas halinde bulunan uçlarından merkeze doğru bir tampon hareketi vardır. Özellikle ısının yükseldiği ve buharlaşmanın arttığı durumlarda bu daha belirgin olarak ortaya çıkar. Tamponun bu hareketi ve numunenin yoğun ortamdan daha az yoğun ortama difüzyonu nedeniyle kontrolsüz olarak dağılmayı önlemek için numune uygulamaları

mümkün olduğu kadar merkeze yakın tatbik edilmelidir. Ayrıca, numune uygulamasını tatbiken hemen akım uygulamasına geçmekte zorunludur.

Bir elektroforez uygulamasında elektroforetik hareketi sağlayan asıl itici güç doğru akımdır. Bu maksatlı iki çeşit güç kaynağı kullanılır. Birisi sabit akım sağlayan güç kaynağı, diğeri sabit voltajlı güç kaynağıdır. Elektroforez sırasında özellikle yan iletken durumdaki destek materyali sonuçta ısı açığa çıkaran sabit bir dirence sahiptir. Elektroforetik göçün hızını büyük oranda voltaj farkı belirlemesine rağmen çoğunlukla yüksek potansiyel uygulamaktan kaçınılır. Elektroforez'de doğru akım uygulamasını takiben oluşan fraksiyonları görünür hale getirmek ve miktar belirlenmesi yapabilmek için mutlaka boyama işlemi uygulamak gerekir. Uygulamanın türüne, kullanılan materyale ve uygulayıcının tercihine göre değişik boya maddeleri vardır.

Boyar madde tercihi yapılırken dikkat edilmesi gereken önemli hususlar:

Boyar maddenin sadece separasyon yapılan numuneyi boyama özelliğinde olması ve destek materyali üzerine bağlanmaması gerekmektedir. Yıkama ile kolayca destek materyalinden ayrılabilmelidir. Son senelerde bilhassa protein elektroforezinde boyar madde olarak gümüş nitrat kullanılmaktadır.

Boyama işlemi takiben fondaki boya artıkları uzaklaştırıldıktan sonra poliakrilamid gibi bazı destek materyallerinin saflaştırılması işlemi gerekmektedir. Boya ve şeffaflaştırma işlemi takiben fraksiyonların miktarlarının belirlenmesi gerekir. Bunun için genellikle iki yöntem kullanılır Birincisi: Şeffaflaştırılmış boyalı fraksiyonların uygun bir densitometrede grafiklerinin çizimi, ikincisi ise: elüsyon yöntemidir. Elektroforez, kullanılan destek materyali çeşidine ve uygulanan numune tipine göre ayrı ayrı sınıflandırılmaktadır. Buna göre önemli elektroforez çeşitleri:

A. Uygulanan numune tipine göre sınıflandırma

1. Protein elektroforezi
2. Lipoprotein elektroforezi
3. Hemoglobin elektroforezi
4. İmmün elektroforezi
5. İzoelektrik fokusing elektroforezi

6. İzoenzim elektroforezi

B. Kullanılan destek materyalinin çeşidine göre sınıflandırma

1. Kâğıt elektroforezi (P.E.)
2. Agar elektroforezi (A.E.)
3. Agaroz jel elektroforezi (A.G.E.)
4. Nişasta jel elektroforezi (S.G.E.)
5. Selüloz asetat elektroforezi (C.A.E.)
6. Poliakrilamid jel elektroforezi (P.A.G.E.)

Poliakrilamid jel elektroforezi (PAGE): Poliakrilamid jel, uygun bir bağlayıcı ajan kullanılarak monomerlerin hem lineer hem de çapraz bağlanmasıyla elde edilir. Bu bağlanmadan dolayı üzerindeki serbest iyonize gruplardan tamamen arındırıldığı için elektroendosmosis sıfıra indirilmiştir. Ayrıca, jelde kullanılan monomerlerin kompozisyonu ve gözenek boyutları ihtiyaca göre değiştirilebilir. Böylece separasyonu yapılacak bileşenler sadece elektrik yüklerine göre değil aynı zamanda molekül büyüklüklerine göre de ayrılmış olur.

Elektroforezde jellerin hazırlanmasında kullanılan akrilamid monomer yapısındadır. Amonyum persülfat ve tetraetilendiamin (TEMED) serbest radikallerinin varlığında, akrilamid molekülünden başlayıp bir dizi zincir reaksiyonları ile iki fonksiyonlu bir yapı olan, metilenbisakrilamidle polimerizasyon reaksiyonu yapar. Çapraz bağlanan zincirler bir jelin oluşmasında, jeldeki por büyüklüğünü ayarlar.

2.7. Tekstür Analizi Hakkında Genel Bilgi

Kramer (1975)'e göre tekstür gıdanın kinestetik bir özelliğidir. Gönül (1986)'e göre ise tekstür bir gıda örneğinin sertlik, yumuşaklık, yapışkanlık, yağlılık, gevreklik, dağılılabirlik gibi bir çok özelliğini kapsayan bir terimdir. Tüm bu özellikler insan duyusu ile ölçülebildiği gibi objektif yöntemlerle de ölçülebilmektedir (Gönül 1986). Tekstür, besinlerin yapısal, mekanik ve yüzey özelliklerinin, görme, işitme, dokunma ve kinestetik yol ile belirlendiği bir kalite kriteridir (Szczeniak 2002).

Gıdaların tekstür ölçümlerinde kullanılan iki yaygın metot Warner-Braztler ve en çok kullanılan Tekstür Profili Analizi'dir (Culloli 1995). Tekstür profili analizinde ürüne uygulanan basınç süresince çeşitli değerler okunmaktadır. Bunlar gıdanın sertlik, yumuşaklık, yapışkanlık, gevreklik ve dağılıbilirlik gibi bir çok özelliğini kapsamaktadır. Et tekstürünün değerlendirilmesinde sertlik, çiğnenebilirlik ve elastikiyet önemli parametreler olup bunlar TPA ile elde edilir (Huidobro et al. 2005).

Tekstürün değerlendirilmesi organoleptik metotlar ile subjektif olarak belirlenebilirken aynı zamanda objektif olarak bazı gereçler ve kimyasal yöntemler ile de saptanabilir (Cardello et al. 1982; Dinçer 1992; Szczesniak 2002; Van Vliet 2002). Besinlerin, sertlik, gevreklik, yapışkanlık, elastikiyet, çiğnenebilirlik ve viskozite gibi özellikleri objektif olarak ölçülebilir (Peleg 1983; Sawyer 1971; Szczesniak 1972; Van Vliet 2002).

Tekstür duyuşal bir özellik olmasına rağmen daha spesifik olarak başta fiziksel olarak ya da objektif metotlar ile ölçülebilir. Tekstürün mekanik karakterlerinin değerlendirilmesi, hem kantitatif hem de kalitatif olarak yapılmaktadır. Bu parametreler, Szczesniak (1963) tarafından geliştirilen standart değerlendirme cetveli ile değerlendirilmektedir. Bu cetvel bazı tekstürel karakterlerin yoğunluğunun bütün aralıklarını kapsar. Skala üzerindeki her nokta bir örneği temsil eder. Örneğin besinlerin mekanik özellikleri skala üzerinde sertlik, sıklık, yumuşaklık vb. olarak değerlendirilir (Brandt vd. 1963; Kilcast 2004; Szczesniak 1963; Szczesniak 1972; Szczesniak 2002).

Besinlerde tekstürün belirlenmesi için kullanılan metotlarda başlıca aranan özellik duyarlılık ve güvenilirliktir (Kilcast 2004; Szczesniak 1972-1990). Tekstürün duyuşal analizinde dokunma duyuşu ile besinlerin, geometrik (örn; yumuşaklık ve gevreklik) ve diğer tekstürel özellikleri (örn; nem) ve ağızda kinestetik olarak mekanik özellikleri (örn; sertlik, yapışkanlık ve esneklik) değerlendirilir (Andrew 1999; Booth vd. 2003; Dinçer 1992; Foegeding vd. 2003; Kilcast 2004).

Besinlerin mekanik tekstürel özellikleri çeşitli cihazlar ve metotlar ile ölçülebilir. En yaygın olarak kullanılan metot penetrometre kullanılarak yapılan penantrasyon testidir. Çeşitli parçalayıcı aletlerle (örn; tendrometre) etlerin kesilebilirliği, sertliği, esneme yeteneği ve kopma derecesi gibi fiziksel nitelikleri saptanabilir (Cardello et al. 1982; Dinçer 1992; Szczesniak 2002; Van Vliet 2002). Bunun yanında viskozitometre, kompresimetre, parçalama cihazı (Warner-Bartzler), konsistometre ve çok amaçlı üniteler gibi cihazlar özellikle et ve et ürünlerinin tekstür ölçümünde kullanılmaktadır. Tekstürün belirlenmesinde kullanılan testlerin amacı, bu testlerde kullanılan cihazların besinlere uyguladığı kuvvete gösterilen direnci ve oluşan deformasyon oranını belirlemektir (Parrish vd. 1973; Peleg 1983; Szczesniak 1972).

2.8. Çalışmanın Gerekesi ve Amacı

Et proteinlerini, çözünürlük bakımından temel olarak üç grupta toplamak mümkündür (Damodaran and Paraf 1997; Ockerman 1983; Lawrie 1998; Gökalp vd. 2004). Bu protein grupları, farklı temel özelliklere ve et ürünlerinde farklı etkilere sahiptirler.

a. Sarkoplazmik proteinler (suda çözünebilir): İyonik şiddeti 0,1'den düşük olan tuzlu su çözeltisinde ve nötral pH'da çözünebilir proteinlerdir. 100-200 farklı proteinden oluşmaktadırlar (hemoglobin, bazı enzim ve çekirdek proteinleri vb.).

b. Miyofibriler proteinler (tuzlu suda çözünebilir): Miyofibrilleri oluşturmaktadırlar. İyonik şiddeti 0,5-0,6 arasında olan konsantre tuzlu su çözeltisinde çözünebilir proteinlerdir (aktin, miyosin, troponin, tropomiyosin vb.). Bu proteinler ekstrakte edildikten sonra bir çoğu suda çözünebilmektedir (aktin ve miyosin gibi).

c. Stroma proteinleri (bağ dokusu proteinleri): Her iki tip çözeltide de çözünmeyen veya çok az çözünebilir proteinlerdir. Normal sulu çözeltide çözünmezler. Bu proteinler lipoproteinleri ve mukoproteinleri içerirler. Bileşimleri büyük ölçüde kasın kaynağına bağlıdır. Toplam stroma proteinlerinin %40-60'ını kollogen, %10-20'sini elastin oluşturmaktadır.

Et proteinlerinin fonksiyonel özelliklerinin bilinmesi, daha ucuz et kaynağı kullanılmasını, mevcut ürünlerin geliştirilmesini, yeni ürün imalatını, alışlagelmişin dışında protein kaynağı kullanılmasını, enerji maliyetlerinin düşürülmesini ve

artıkların azaltılmasını mümkün kılabilir (Smith 1988; Sams 2001). Etlerde protein-su (proteinlerin fonksiyonel özelliklerini çok etkilemektedir), protein-protein ve protein-yağ interaksyonları et fonksiyonlarında son derece önemlidir. Protein-su interaksyonları çözünürlük, su bağlama, viskozite ve ekstrakte edilebilirlik üzerine, protein-yağ interaksyonu emülsiyon ve yağ bağlama üzerine ve protein-protein interaksyonu da jelasyon üzerine etkilidir (Sams 2001; Sikorski 2001). Et proteinlerinin önemli fonksiyonel özellikleri, su alarak şişme, çözünürlük, viskozite, su tutma, yağ bağlama, jelasyon ve emülsifikasyon özellikleridir (Smith 1988; Damodaran and Paraf 1997).

Bu fonksiyonel özelliklerin her birinin nispi önemi, üretilecek ürün çeşidine, işleme metoduna ve işleme sırasında değişik işlem safhalarına göre değişmektedir. Fonksiyonel özellikler fiziko-kimyasal özelliklerin, çevre şartları tarafından etkilenmesi sonucu oluşmaktadır. Bundan dolayı gıda sistemlerinde fonksiyonel özellikler, fiziko-kimyasal özelliklerden daha da önemlidir. Ancak, fonksiyonel özelliklerin kontrolü, fiziko-kimyasal özelliklere göre oldukça zordur (Smith 1988, Damodaran and Paraf 1997). Çevresel şartlar ve gıda proses şartları (pH, iyonik şiddet, sıcaklık, gıdanın parçalanma derecesi, su içeriği, diğer gıda bileşenleri ile olan interaksyonlar gibi) özellikle etin önemli fonksiyonel proteini olan miyosinin fonksiyonel ve moleküler özelliklerini değiştirdiği gibi, yapısını ve konformasyonunu da değiştirebilmektedir (Kinsella 1982).

Miyofibriler proteinler ile sarkoplazmik proteinler karşılaştırıldığında, miyofibriler proteinlerin su bağlama kapasitesi, çözelti viskozitesi, emülsiyon kapasitesi ve jelleşme kapasitesi sarkoplazmik proteinlere göre çok daha yüksektir (Öztan 2003). Et proteinlerinin gıda sistemi içerisindeki fonksiyonel özelliklerini tahmin etmek için, et proteinlerinin ve özellikle miyofibriler proteinlerin moleküler özelliklerini ve bu özelliklerin çevresel ve işleme şartları tarafından nasıl etkilendiğini bilmek gerekmektedir (Nakai 1983). Et proteinlerinin fonksiyonel ve fiziko-kimyasal özellikleri yanında termal özelliklerinin de bilinmesi gerekmektedir. Keza, çevre ve gıda proses şartlarının, et proteinlerinin termal özelliklerini değiştirdiği bilinmektedir. Termal özellikler, et proteinlerinin çeşitli fonksiyonel ve fiziko-kimyasal özellikleri

ile yakından ilişkili olduğu gibi, diğer kalite özellikleri ile de ilişkilidir (Zorba 1995). Özellikle son yıllarda yapılan çalışmalar, işletme şartlarında detaylı laboratuvar testlerine ihtiyaç olmadan, proteinlerin fonksiyonel özelliklerini önceden tahmin etme ve bu tahminlere bağlı olarak çeşitli özellikleri istenilen yönde değiştirme amacına yöneliktir.

Toplam kas proteinlerinin yaklaşık %50-55 kadarını myofibriller proteinler, %30-35'ini sarkoplazmik proteinler ve geri kalan kısmını da (%10-15) bağ-destek dokusu proteinleri oluşturmaktadır (Gillespie 1960). Miyofibriler proteinlerin ise, yaklaşık %43-54'ünü miyosin (izoelektrik pH 5,4), %21-22'sini aktin (izoelektrik pH 4,7), %5'ini α ve β -tropomiyosin, %2'sini troponin, %3 kadarının α ve β -aktinin ve geri kalan kısmını da diğer miyofibriler proteinler (titin %8, nebulin %3, C-protein %1,5, β -aktinin %1,1, X-protein %0,2, H-protein %0,18, desmin %0,18, M-protein %0,15, paratropomiyosin %0,15) oluşturmaktadır (Taylor and Schweigert 1989; Toldra 2003).

Balık kas proteinlerinin yaklaşık %70'ini tuzlu suda çözünebilen miyofibriler proteinler (aktin, miyosin), %30'unu ise suda çözünebilen sarkoplazmik proteinler oluşturur. Bağ doku proteinlerinin toplam protein içindeki oranı çok düşüktür. Ayrıca balık kası, bağ doku proteinlerini memeli kasından çok daha az içermektedir (Kimura vd. 1991).

Miyosin kas proteinlerinin %55-60'ını oluşturur. Balık kas dokusu, tuz ile işlendiğine memeli kas dokusuna oranla daha kararlı jel matriksi oluşturmaktadır. Miyofibriler proteinlerin bu fonksiyonel özelliği, çeşitli ürünlerin üretiminde önemlidir (Lee 1992). Miyofibriler proteinlerin denatürasyon ve/veya agregasyonu dondurularak depolanmış etlerin fonksiyonel kalite değişimlerinde önemli rol oynar (Park vd. 1988).

Balıkların diğer etler gibi protein açısından da zengin olduğu ve %18-20 oranında protein içerdiği görülmektedir. Bununla birlikte bazı tür balıkların etlerinde %18'in altında protein bulunabileceği gibi, diğer bazı balıklarda bu oran %23'ün üzerine çıkmaktadır (Göğüş ve Kolsarıcı 1992). Balık etinde bulunan temel proteinler aktin ve

miyosindir. Bu proteinler kas dokusunda birleşerek aktomiyosini oluştururlar. Bunların dışında albumin de balık etinde bulunan temel proteinler arasında yer alır (Martin 1994).

Kaslardaki suyun en çok bulunduğu kısım ince ve kalın filamentler içinde bulunan miyofibriler proteinlerdir. Etin suyunun %97'si miyofibriler protein fraksiyonları tarafından bağlanır. Bu fraksiyonların en önde gelenleri aktin ve miyosin ile daha az etkili olan tropomiyosin'dir. Minimum su bağlayan protein ise aktomiyosin olup bu olay izoelektrik noktada (pH 5,0) oluşmaktadır (Sikorski 2001; Damodaran and Paraf 1997; Taylor and Schweigert 1989; Toldra 2003; Aktaş ve Gökalp 2002).

Sürekli bir protein jel ağının oluşumu ürünlerin tekstürel ve duyuşsal özelliklerine çok büyük etki etmektedir. Miyofibriler proteinlerin jelasyonu et ürünlerinin tekstürü için çok önemlidir. Mükemmel bir jelleşme gösterip, birbirine bağlı protein çatısı oluştururlar (Sams 2001).

Viskozite, emülsiyon akışkanlığının bir ölçüsü olup, emülsiyon teknolojisi açısından, ürüne belli bir tekstür kazandırılması bakımından üzerinde önemle durulması gereken bir kalite kriteridir (Gökalp vd. 2004). Emülsiyon oluşturan madde ise tabii ki suda eriyebilir et proteinleri, özellikle tuzlu suda eriyebilen miyofibriler proteinlerdir (Gökalp 1989). Tuzlu suda eriyen ve asıl emülgatör etkiye sahip olan proteinler; aktin, miyosin ve bunların kompleksi olan aktinomyosindir (Price and Schweigert 1960; Schmidt 1987).

Emülsiyon teknolojisi açısından proteinlerin çözünürlük gruplarından en önemli grubu tuzlu suda çözünebilen miyofibriler proteinler oluşturmaktadır. Bunlar içerisinde de miyosin ve aktin en önemli rolü üstlenmişlerdir (Zorba 1995). Gökalp ve ark. (2004)'na göre, miyofibriler proteinlerden aktin ve miyosin proteinlerinin oranı arttıkça, emülsiyon kapasitesi artmaktadır. Saf proteinler üzerinde yapılan çalışmalarda en yüksek emülsiyon kapasitesinden en düşük emülsiyon kapasitesine sahip olana kadar bir sıralama yapılmış, bu sıralamaya göre aktin (tuzun yokluğunda),

miyosin, aktomyosin, sarkoplazmik protein ve 0,3 M NaCl'ün içinde aktin olarak bulunmuştur (Price and Schweigert 1960).

İskelet kası balıklarda en geniş organ sistemidir ve yenilebilir kısmı oluşturur. Satış boyutundaki alabalıklarda toplam vücut ağırlığının %34,3-48'ini iskelet kasları oluşturur (Grigorakis and Alexis 2005; Testi et al. 2006). Kas bileşeni kaliteye önemli bir şekilde etki eder. Tekstür, elastikiyet, su tutma kapasitesi ve kaliteyle ilişkili bütün özellikler kas fibrillerinin sayısı ve bütünlüğüne bağlıdır. Hücrel kası belirten fibrillerin boyutu ve sayısı et tekstürünün belirlenmesinde önemlidir (Johnston 1999).

Büyüme esnasında artan kas fibrilleri sayısı sıcaklık (Johnston et al. 1998), yüzme egzersizi (Johnston and Moon 1980; Totland et al. 1987), diyet (Kiessling et al. 1991) ve balık türü (Weatherley et al. 1979) gibi birçok faktöre bağımlı olarak değişmektedir. Fakat ticari olarak en fazla yetiştiriciliği yapılan balık türlerinde bile kas büyümesinin yapısı ve mekanizmaları hakkında çok az şey bilinmektedir. Ayrıca balık üretim döngüsünün bütün safhalarını içeren periyotta kas artışı hakkında çok az çalışma mevcuttur (Johnston 1999).

Kas fibrillerinin yapısal birimi, toplam kas proteinlerinin yaklaşık yarısının kasılmasını yöneten ve kompleks bir protein yapısına sahip olan sarkomerdir. Bu kasılma ile ilgili protein mekanizmalarının ana parçaları miyosin, aktin, tropomyosin, troponinler, miyosin hafif zincirleri ve yapısal ya da düzenleyici fonksiyonlara sahip diğer birkaç proteindir. Diğer ana kas protein parçası enerji metabolizması ve glikolizis içerisinde yer alan enzimlerin oluşturduğu sarkoplazmik proteinlerdir. Yetiştiriciliği yapılan balıkların kas proteom karakterizasyonu ve bunların vahşi balıklarla karşılaştırılması yetiştiricilik uygulamaları, büyüme oranları, çevresel değişiklikler ve diğer faktörlere göre balıklarda meydana gelen değişiklikleri anlamamıza yardımcı olmaktadır. Böylece su ürünlerinin geliştirilmesi sağlanabilir (Reddish et al. 2008). Ayrıca kas proteom bilgileri raf ömrü, doğrulama ve izlenebilirlik gibi birçok yararlı bilgi sunmaktadır (Pineiro et al. 2003; Vilhelmsson et al. 2005; Forne et al. 2010).

Kas proteomik haritaları balık türlerinin genel "parmak izini" sunmasından dolayı proteomik çalışmaların işlenmiş ürünlerde doğrulama amacıyla kullanımı gün geçtikçe artmaktadır (Martinez and Friis 2004). Alabalık daha çok tüm bir balık olarak tüketilmesinden dolayı şu anda doğrulama çalışmaları öncelikli konu değildir. Fakat fileto ve tütsü ürünleri içerisinde yer almasından dolayı ilerleyen dönemlerde bu gibi çalışmalara olan ilginin artacağı düşünülmektedir.

Balık kaslarında ölüm sonrası meydana gelen değişikliklerin belirlenmesinde kas proteinlerinin karakteristikleri önemlidir. Kas dokusunun ölüm sonrası değişimi kas yapısının düzensizliği ile sonuçlanan biyokimyasal değişikliklerle karakterize edilir. Hücre iskelet bileşenlerinin proteolizi miyoflamentlerin bozulmasına sebebiyet verir. Bu soğuk depolama esnasında balık kasında tekstürel değişiklikleri etkiler. Ölüm sonrası depolama esnasında protein değişiklikleri, depolama sıcaklığı, ölüm öncesi stres, fizyolojik durum ve tür gibi birçok faktöre bağlı olarak değişiklik gösterir (Ofstad et al. 1996).

Omurgalı canlılarda 3 kas tipi mevcuttur. Bunlar yumuşak kaslar (bağırsak, kan damarları duvarları vb.), kalp kası ve iskelet kasıdır. İskelet kasları kemiklere bağlanır ve hareketi oluşturmak için kullanılır. İskelet kası yapısal olarak tek bir doku olup oldukça özelleşmiş çok nükleoslu miyofibriller içerir (Zammit and Beauchamp 2001). Yetişkin iskelet kasının ilk fonksiyonu güç üretmektir ve bu miyofibril demetlerinin senkronize bir şekilde kasılması ile gerçekleştirilir. Miyofibriller miyosin ve aktin gibi kasılabilen proteinler içeren oldukça özelleşmiş hücrelerdir. Kasılma sarkoplazmik retikulumdan stoplazmaya kalsiyum döngüsü ile düzenlenir. Omurgalılarda ve balıklarda da her bir kas fibrili birçok miyofibrilden oluşur. Her bir miyofibrilde ise aktin ince filamentleri ve miyosin kalın filamentleri sarkomer olarak adlandırılan düz yapısal zincirler ile organize eder. Bir sinir impulsu iskelet kas fibriline ulaştığı zaman plazma membranı boyunca elektriksel potansiyelde değişikliğe sebebiyet verir. İskelet kas fibrilleri bu elektriksel sinyali hızlı bir şekilde sarkoplazmik retikulumdan kalsiyum iyonlarına salarak sitozolik kalsiyum konsantrasyonunda artışa çevirir. Ardından tekrar kalsiyum başlangıç konsantrasyonuna döner (Lieber and Trobe 2002).

Miyosin motor protein olup aktin filamentleri ile interaksiyona girer ve ATP'nin hidrolizi ile birleşir. İskelet kaslarında kasılma aktin filamentleri ile ilgili 4 protein ile düzenlenir. Bunlar tropomiyosin ve troponin C, I ve T'dir. Sitolitik kalsiyum konsantrasyonu ince filamentlerdeki bu proteinlerin pozisyonunu etkiler. Diğer bir deyişle miyosin aktin interaksiyonunu kontrol eder (Lieber and Trobe 2002).

Kasılma esnasında her bir sarkomer ince aktin filamentlerinin kalın filamentlere doğru kayması ile yaklaşık %30 oranında kısalır. Miyosin başı ile aktin arasındaki ATP bağımlı interaksyonlar ve baş kısmında meydana gelen yapısal değişiklik kayma gücü oluşturur ki bu her bir sarkomerin merkezi bölgesine doğru ince filamentleri çeker kalsiyum konsantrasyonunun yüksek olduğu ve ATP'nin kasta mevcut olduğu sürece bu döngü devam eder.

Balık iskelet kası toplam vücut kütlelerinin %50'den fazlasını ihtiva eder (Mommsen and Moon 2001). Memelilerde 2 tip iskelet kası mevcuttur tip 1 balıklardaki kırmızı kaslarla benzerdir tip 2 ise balıklardaki beyaz kaslarla benzerdir. Tip 2 tip 2a ve tip 2b olmak üzere 2 alt gruba ayrılabilir (Imai et al. 1999). Memelilerde iskelet kasları farklı fibril tiplerinin bir karışımını içerir. Fakat balıklarda fibril tipleri belirli kısımlarda yer alır. Balık miyotomunun ana parçası v şeklindeki beyaz aneorobik fibriller ve kırmızı aerobik fibrillerden oluşur (Koumans and Akster 1995). Fakat kas kasılması ile ilgili yapılar balıklarda ve diğer omurgalılarda benzerdir. Birçok balık türünde miyotomun %90'ından fazlasını beyaz kaslar oluşturur ve yüksek hızda yüzmek, avlanmak veya kaçmak gibi hızlı başlangıç isteyen olaylar için önemlidir. Beyaz kaslar enerji üretimi için anaerobik metabolik yollara bağlı hızlı fibrillerden oluşur (Johnston 1999). Kırmızı kas fibrilleri balıkların yatay çizgisi boyunca yer alır. Bunlar yavaş ve sürekli yüzme aktivitelerinden sorumludur. Kırmızı kaslar yüksek hacimde mitokondri ve bunları besleyen kan damarları içeren yavaş fibrillerden oluşur. Kırmızı kaslardaki mitokondri karbonhidrat, lipit ve bazı aminoasitler gibi yakıtları kullanabilme kabiliyetindedir (Jones and Sidell 1982; Moyes et al. 1989).

Miyofibriler proteinlerin tüm bu üstün özelliklerinden dolayı tez çalışmamda bu proteinlerin post-mortem sonrası değişimleri ve bu değişimlerin tekstürel özelliklerle

bağlantısı belirlenmeye çalışılmıştır. Bu çalışmanın genel amacı üç ayrı alabalık türünde miyofibriler proteinlerin kütleli farklılıklarının ve türler arasındaki tekstürel farklılıkların belirlenmesidir. Spesifik amaçlar ise; elde edilen sonuçların +4°C’de depolama süresince (0., 3., 6. ve 9. günlerde) izlenmesi, değerlendirilmesi ve karşılaştırılmasıdır. Bu amaçla çeşitli uygulamalar gerçekleştirilecektir. Mevcut yöntemlerle türler arasındaki miyofibriler proteinlerin kütleli farklılığının ve tekstürel farklılıkların belirlenmesi ve bunların karşılaştırılmasıdır. Bu uygulamalar; SDS-PAGE ile miyofibriler proteinlerin kütleli değişimlerinin belirlenmesi ve tekstür analiz cihazı ile tekstürel değişimlerin belirlenmesidir.



3. KAYNAK ÖZETLERİ

Miyazaki vd. (1998) Cyprinidae familyası ve Acheilognathinae, Leuciscinae, Gobioninae alt familyalarına ait 6 türün karaciğer proteinlerini SDS-PAGE yöntemiyle ayırmışlar, *Cyprinus carpio* ve *Pseudogobius esocsinus esocsinus*'un en küçük genetik farkı verdiğini belirtmişlerdir. Buna karşın, *Tribolodon hakonensis* diğer üç tür balıkla hemen hemen eşit genetik farka sahiptir.

Sakai vd. (2003) *Lefua* (Balitoridae) türü (loaches) balıklarının DNA analizleriyle intraspesifik ve filogenetik akrabalıkları 2 boyutlu elektroforez kullanılarak incelenmiştir. Protein analizleri *Lefua sp.* ve *L. echigonia* arasında ve *Lefua sp.* ve *L. nikkonis* arasındaki genetik mesafenin *L. echigonia s. Str.* ve *L. nikkonis* arasındaki mesafe kadar büyük olduğunu göstermiştir. DNA analizleri, *Lefua sp.*'nin *L. echigonia s. Str.* ile *L. nikkonis-L. costata* kompleksi'ne göre çok daha yakın ilişkide olduğunu göstermiştir.

Yılmaz vd. (2000) tarafından yapılan bir araştırmada *Capoeta trutta* ve *Capoeta capoeta umbla*'nın serum proteinleri SDS-PAGE ile analiz edilmiştir. Bu araştırmacılar *Capoeta capoeta umbla*'da 11 band ve *Capoeta trutta*'da 16 protein bandın olduğunu göstermiştir. Araştırmacılar serum protein bandlarının sayısının özellikle taksonomide önemli olduğu sonucuna varmışlardır. Benzer olarak, Miyazaki vd. (1998) Cyprinidae familyası ve Acheilognathinae, Leuciscinae, Gobioninae alt familyalarına ait 6 türün karaciğer proteinlerini SDS-PAGE yöntemiyle sepe etmişler, *Cyprinus carpio* ve *Pseudogobius esocsinus esocsinus*'un en küçük genetik farkı verdiğini belirtmişlerdir. Buna karşın, *Tribolodon hakonensis* diğer üç tür balıkla hemen hemen eşit genetik farka sahiptir.

Knuutinen ve Harjula (1998) Finlandiya'da en çok bulunan 16 tatlısu balık türlerinin sarkoplazmik proteinlerinin farklılaştığını göstermişlerdir. Araştırmacılar sarkoplazmik proteinlerin elektroforezi gibi yeni teknikler kullanılarak alt familya ve alt tür gruplandırmasındaki zıtlıklara ışık tutacağı sonucuna varmışlardır. Diğer bir

araştırmada, 14 balık türünün sarkoplazmik proteinleri poliakrilamid jel izoelektrik fokusing'le analiz edilmiştir ve genetik polimorfizm bulunmuştur (Colombo *et al.* 2000). Benzer olarak, *Betta splendens*'in 4 renkli varyetelerinin sarkoplazmik proteinleri izoelektrik fokusing'le analiz edilmiş ve 6 bandeda genetik polimorfizm bulunmuştur (Khoo *et al.* 1981). Diğer bir araştırmada, dondurma esnasında Gadoid ve Gadoid olmayan türlerin kas proteinleri SDS-PAGE ile incelenmiş ve farklı protein bantları görülmüştür (Ragnarsson *et al.* 1989). Bu tip araştırmalar Türköz vd. (2000) tarafından da yapılmıştır. Bu araştırmada, hem pişmiş hem de taze 6 balık türünün sarkoplazmik proteinlerinin SDS-PAGE ile analiz etmişler ve balık türlerinin sarkoplazmik proteinlerine göre sınıflandırılabilceğini belirtmişlerdir.

Pinerio vd. (2001) 5 farklı merlos türü (*Merluccius merluccius*, *M. australis*, *M. hubbsi*, *M. gayi* ve *M. capensis*)'nün sarkoplazmik proteinlerinin 2 farklı elektroforezle incelemiş ve bazı türlerin çok yakın akraba olduğunu bildirmişlerdir. Yılmaz vd. (2005) *Orthrias insignis euphyraticus* ve *Cyprinion macrostomus*'un sarkoplazmik proteinlerinin birbirinden oldukça farklı olduğu bildirmişlerdir. *Cyprinion macrostomus*'ta 18 protein bandı bulunurken, *Orthrias insignis euphyraticus*'un total protein sayısı 20 olarak elde etmişlerdir. Buna göre, mevcut çalışma da kullanılan *Orthrias angorae bureschi* ve *Orthrias panthera*'nın sarkoplazmik proteinleri *Orthrias insignis euphyraticus*'dan farklı olarak bulunmuştur.

Korkmaz (2007) yaptığı araştırmada, protein denatürasyonunu SDS-PAGE analizleri ile incelenmiştir. Elektroforez analizi sonucunda ise, miyofibriler proteinlerin denatürasyonunun daha depolamanın başlangıcında meydana geldiği ve depolama boyunca da proteinlerin denatürasyonunda önemli bir değişikliğin olmadığı görülmüştür.

Schiavone *et al.* (2008) çipura balık kaslarında ölüm sonrası gözlenen değişiklikleri incelediği çalışmada buzda depolama esnasında bazı spesifik kas proteinlerinin bozulduğunu rapor etmiştir.

Yapılan bir çalışmada ise yine çipura balık filetolarında yüksek basınç uygulamasının aktin ve tropomiyosin gibi sarkomerik proteinlerle karşılaştırınca demsin proteinin daha hızlı bir şekilde bozulduğu belirlenmiştir (Campus *et al.* 2010). Bu sonuç diğer çalışmalar ile benzerlik göstermiştir (Schiavone *et al.* 2008; Morzel *et al.* 2006).

Caballero *et al.* (2009) çipura balıklarında immuno histokimyasal teknikler ile soğukta depolanan filetolarda kasın yapısal değişikliklerini belirlemiştir. Daha önceki çalışmalarda uzun periyotlarda bile ince veya gerçekte bulunmayan kas proteinlerini elektrofrotik profilindeki değişiklikler gösterilmiştir (Verrez-Bagnis *et al.* 2002; Ladrat *et al.* 2003; Tejada *et al.* 2003; Suarez *et al.* 2009).

Diğer taraftan depolama esnasında balık kaslarının miyofibriler proteinleri ve sarkoplazmik proteinlerinin elektrofrotik yapısındaki değişiklikler belirlenmiştir. Örneğin Verrez-Bagnis *et al.* (2001) depolama esnasında çipura balıklarındaki sarkoplazmik proteinlerde hafif değişiklikler belirlemiştir. Auburg *et al.* (2005) kalkan balıklarında bir protein bozulma markırı belirlemiştir. Cheret *et al.* (2006) ise 2 günlük depolama sonrası çipura balıklarında 2 protein fraksiyonu bulmuştur.

4. MATERYAL ve METOT

4.1. Materyal

4.1.1. Çalışmanın yürütüldüğü yerler

Çalışmalar, Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi ve Gıda Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarında yürütülmüştür.

4.1.2. Araştırma materyallerinin temin ve muhafaza edilmesi

Çalışmada, gökkuşağı, dere ve kaynak alabalığı türleri kullanılmıştır. Balıklar Kastamonu Üniversitesi İç Su ve Deniz Balıkları Üretim, Uygulama ve Araştırma Merkezi'nden temin edilmiştir (Şekil 4.1). Balıklar buzlu suya konulup şoklanarak ölmeleri sağlanmıştır. Her bir gruptan deri ve parazitik enfeksiyonu olmayan 2'şer balık elektroforez ve tekstür analizleri için kullanılmıştır. Bütün balıkların SDS-PAGE analizleri için doku örnekleri sol dorsal taraftan tekstür analizi içinse sağ dorsal taraftan elde edilmiştir.



Şekil 4.1. Kastamonu Üniversitesi İç Su Balıkları Üretim, Uygulama ve Araştırma Merkezi'nden bir görünüm

4.1.3. Yararlanılan alet ve ekipmanlar

Balıklardan alınan örnek ağırlığı ve kimyasal ağırlıkları gibi tartımlar için 0,001 g hassasiyette dijital terazi, örnek alma işlemleri için bistüri, diseksiyon makası ve pens gibi aletler kullanılmıştır.

Laboratuarda yapılan işlemler sırasında; UV görüntüleme sistemi, elektroforez, çalkalayıcı, otoklav, -20°C, -80°C ve +4°C buzdolabı, santrifüj, mikrosantrifüj, saf su cihazı, vorteks, pH metre, su banyosu, otomatik pipetler, PCR tüpleri, cam tüpler ve değişik ebatlarda cam malzemeler (beher, erlenmayer, mezür vs.) kullanılmıştır.

4.2. Metot

Bu tez çalışmamda çeşitli uygulamalar gerçekleştirilecektir. Bu uygulamalar mevcut yöntemlerle türler arasındaki miyofibriler proteinlerin kütleli farklılığı ile tekstürel farklılıkların belirlenmesi ve karşılaştırılmasıdır. Bu uygulamalar; SDS-PAGE ile miyofibriler proteinlerin kütleli değişimlerinin belirlenmesi ve tekstür analiz cihazı ile tekstürel değişimlerin belirlenmesidir.

4.2.1. Araştırma planı

Araştırma 3 farklı tür alabalık buzlu suda şoklanarak öldürüldükten sonra laboratuvarında başları kesilip iç organları temizlenmiş $+4\pm 1^{\circ}\text{C}$ depolama sıcaklığında 4 farklı depolama süresi (0, 3, 6 ve 9 gün) esas alınarak kas örneklerinden SDS-PAGE elektroforezi ve tekstür analizleri yapılmak üzere iki tekerrürlü olarak kurulmuş ve yürütülmüştür.



Şekil 4.2. Araştırmada Kullanılan Alabalık Türlerinin Baş ve İç Organları Temizlenmiş Görüntüsü

4.2.2. Örnek parçalama tamponunun hazırlanması

48 g yüksek saflıkta üre

15,2 g yüksek saflıkta tiyoüre

25 ml dH₂O (Bu hacim aşılmamalıdır. En son pH ayarlanırken hacme ihtiyaç olacaktır.)

Yukarıdaki karışım yavaş şekilde karıştırıcıda 40°C'yi geçmeyecek şekilde ısıtarak karıştırılmıştır. Çözünme sağlandıktan sonra;

10 g Bed-resin

Bed-resin eklenerek yaklaşık 15 dk manyetik karıştırıcıda karıştırılıp filtre edilmiştir.

Filtre edildikten sonra;

1,16 g Ditiyotretol

0,6 g Trizma base (yüksek saflıkta)

3 g SDS

Eklenerek ve hacim yaklaşık olarak 70 ml'ye tamamlanmıştır. Sonra pH:7 olana kadar 12 M HCl ile pH:6,8 olana kadar ise 2 M HCl ile titre edilmiştir. pH ayarlandıktan sonra en son hacmin yaklaşık %0,004'ü kadar brom fenol mavisi (%0,5; m/V, %20'lik etanol içinde) eklenmiştir. Total hacim 100 ml'ye tamamlanarak filtre edilmiştir. Ardından 1'er ml'lik olacak şekilde tüplere bölünüp -20°C'de muhafaza edilmiştir.

4.2.2.a. Örnek parçalama tamponu ile numunelerin hazırlanması

Balıkların sol dorsal kas dokusundan bir parça bistüri yardımıyla alınmıştır. Sonra SDS-PAGE için bu örneklerin deri ve kılçıkları temizlenmiştir. Her örneklemede 20 ile 30 mg arası doku örneği cam tüpe alınmış ve 1 mg doku örneği için 30 µl örnek parçalama tamponu kullanılmıştır. Parçalama tamponu eklendikten sonra çok kısa bir vorteks yapılarak örneğin tamamının parçalama tamponuna bulandığından emin olunmuştur. 5-10 sn homojenize edildikten sonra tüp soğutmayı sağlamak için buzun içine koyulmuştur. Tekrardan kısa bir vorteks yapılmış ve sonra 2 dk 85°C'de ısıtılmıştır. Ardından hemen ısınmayı durdurmak için 5 dk buzun içinde bekletilmiştir. Sonra 4 dk 13000 rpm'de santrifüj edilerek süpernatant kısmından yaklaşık 90 µL yeni tüpe alınmıştır. Örnek parçalama tamponu ile 1:10 oranında seyreltilmiştir. Elde edilen seyreltilmiş süpernatantlar SDS-PAGE için kullanılmıştır. Örneklerin tamamının aynı jel ve değişken durumlarda analizlerinin yapılabilmesi için -80°C'de muhafazası sağlanmıştır. Kuyulara 3 µl seyreltilmiş süpernatantlardan yüklenmiştir.

4.2.3. SDS poliakrilamid jel solüsyonlarının hazırlanması

Sodyum dodesil sülfat-poliakrilamid jel elektroforezi (SDS-PAGE), vertikal slab jel elektroforez sistemi kullanılarak Laemmli (1970), O'Farrell (1975), Toldra *et al.* (1992) ile Candoğan (2000) metotlarının kısmen revizyonu ile yapılmıştır. Bu uygulama için aşağıdaki çözeltilerin hazırlanması yeterlidir.

4.2.3.a. %30'luk akrilamid solüsyonu

Çalışmada 50:1 ve 200:1 olmak üzere iki farklı %30'luk akrilamid solüsyonu kullanılmıştır. 50:1 için 7.35 g akrilamid ve 0,15 g bisakrilamid hassas terazide tartılarak bir miktar distile suda eritilmiştir. Total hacim 25 ml'ye tamamlanmış ve filtre edilmiştir. 200:1 içinse 0,075 g bisakrilamid 14,925 g akrilamid 30 ml distile suda eritilip total hacim 50 ml'ye tamamlandıktan sonra filtre edilmiştir. Bu çözeltiler +4°C'de koyu renkli şişede muhafaza edilmiştir.

SDS-Poliakrilamid jel solüsyonu için pH ve molariteleri farklı stoklama ve ayırma jel tamponları hazırlandı.

4.2.3.b. Stoklama jel tamponu (0.5 M Tris, pH 6.8)

3 g trizma base hassas terazide tartılarak yaklaşık 25 ml dH₂O'da eritilmiştir. Daha sonra pH'sı 6,8 olana kadar HCl çözeltisinden (1 M) ilave edilmiştir. Total hacim dH₂O ile 50 ml'ye tamamlanmış ve filtre edilip +4°C'de muhafaza edilmiştir.

4.2.3.c. Ayırma jel tamponu (3 M Tris, pH 8.8)

13,02 g trizma base ve 6,69 g trizma HCl hassas terazide tartılarak 40 ml dH₂O'da eritilmiştir. Daha sonra tamponun pH'sı 1M HCl çözeltisi ile 8,8'e ayarlanmıştır. Total hacim dH₂O ile 50 ml'ye tamamlanmış ve filtre edilip +4°C'de muhafaza edilmiştir. Bu tampon her seferinde kristallenmeye karşı kontrol edilip kristallenme varsa çalkalanarak çözünmesi sağlanmıştır.

4.2.4. Alt elektrot tamponu

6,05 g tris base, 5,63 g glisin ve 0,5 g SDS hassas terazide ayrı ayrı tartılmış ve ilk önce tris base ve glisin 750 ml dH₂O'da eritilmiş, sonra SDS eklenmiştir. Total hacim distile suyla 1000 ml'ye tamamlanarak +4°C'de muhafaza edilmiştir.

4.2.5. Üst elektrot tamponu

Tris base	8,48 g
Glisin	7,88 g
SDS	0,7 g
β -Merkaptoetanol	0,56 ml

Yaklaşık 500 ml distile suda ertilmiş ve suyla 700 ml'ye tamamlandıktan sonra filtre edilip +4 °C'de muhafaza edilmiştir.

4.2.6. Jelin boyanması işlemi

Bu işlem için inaktivatör çözeltisi, geliştirme ve boyama solüsyonu olmak üzere üç ayrı solüsyon hazırlanmalıdır. Boyama işlemi için önce inaktivatör çözeltisi hazırlanmıştır.

Inaktivatör çözeltisi:

10 ml glisial asetik asit

290 ml dH₂O

Karıştırılıp hazırda bekletilmiştir. İkinci olarak 2 tane geliştirme solüsyonu aşağıdaki şekilde hazırlanmıştır. Her birine;

500 ml dH₂O

2,5 ml sitrik asit (50 mM)

0,25 ml formaldehit

Eklenerek karıştırılmış ve bir kaba alınarak hazırda bekletilmiştir. Son olarak da boyama solüsyonu aşağıdaki gibi hazırlanmıştır:

283 ml dH₂O

2,32 g gümüş nitrat

21 ml amonyum hidroksit

32 ml sodyum hidroksit (180 mM)

Bu çözeltide hazırlandıktan sonra bir kabta hazırda bekletilmelidir. Ancak bu çözelti hazırlanırken manyetik karıştırıcının hızlı olduğundan, karışımdaki maddelerin sırasıyla ve amonyum hidroksit eklenirken birden eklendiğine solüsyonunda birkaç saniyeliğine kahverengi olup rengin tekrar açıldığına dikkat edilmelidir.

4.2.7. Jel fiksasyon işlemi

Jel yürütme işlemi bittikten sonra hemen fiksasyon işlemine geçilmelidir. Bunun için iki solüsyon gereklidir. Bu işlemden sonra yıkama yapılır ve boyama işlemine öyle geçilir. Bu çözeltilerin birincisi şu şekildedir:

150 ml anhidroz methenol (veya % 100 ethenol)

120 ml dH₂O

30 ml glasial asetik asit

Kimyasallarından oluşan karışım bir kaptta hazır olarak bekletilmiştir. Jel bu solüsyonda 45 dk çalkalayıcıda yavaşça çalkalanır ve jelin üstüne katlanmamış olmasına dikkat edilmelidir. İkinci karışım ise;

24 ml gluteraldehit (%50)

240 ml dH₂O

Karıştırılarak hazırlanmış ve bu solüsyonda hazırda bekletilmiştir. Bu solüsyonda jeller 45 dk süreyle bekletilerek ve çalkalamak suretiyle boyadan çıkarma işlemi gerçekleştirilmelidir. Protein bantları dışındaki jel kısımlarının daha iyi beyazlaması isteniyorsa solüsyonda bir gece tutulmalıdır.



Şekil 4.3. Araştırmada Kullanılan Çalkalayıcıdan Bir Görünüm

4.2.8. Diğer kimyasalların hazırlanışı ve özellikleri

4.2.8.a. TEMED (N,N,N₁,N₁-Tetra metiletilen diamin)

Hazır preparat olarak minimum %99'luk hazır çözeltisi bulunmaktadır. Bu çözelti koyu renkli şişede +4°C'de konsantre halde süresiz bekletilebilir.

4.2.8.b. %10'luk Amonyum persülfat

Poliakrilamid jel çözeltisine polimerizasyon için ilave edilen bir ajandır. Karışıma çok az ilave edilmesi nedeni ile 5 ml'lik veya daha az hacimde, özellikle deneyden hemen önce hazırlanmıştır. Bu çözeltinin stabil olmaması nedeniyle her deneme için yenisi hazırlanır. Çalışmada 5 g %10'luk amonyum persülfat alınarak 5 ml dH₂O'da çözmek suretiyle hazırlanmıştır.

4.2.9. SDS-Kesikli jel tampon sistemli jelin hazırlanması

Kesikli jel sistemi, proteinlerin stoklandığı ve birbirinden ayrıldığı iki farklı konsantrasyonda iki ayrı jelden oluşmaktadır. Bu jelin hazırlanması için ayırma ve stoklama solüsyonları gereklidir.

4.2.9.a. Ayırma jelin hazırlanması ve plağa dökülmesi işlemi

Bu jel hazırlanırken dikkat edilmesi gereken husus; %10'luk amonyum persülfatın çözeltiye en son katılmasıdır. Çünkü çözeltiye amonyum persülfat ilavesinden sonra polimerizasyon işlemi başlamakta ve kısa sürede gerçekleşmektedir.

Plağa ilk önce ayırma jeli dökülür. Proteinlerin birbirinden ayrılması %9'luk ayırma jelde yapılmıştır. %9'luk jel çözeltisi için;

8,28 ml gliserol

18,72 ml dH₂O

15 ml ayırma jel tamponu (pH:8,8, 3 M)

0,6 ml % 10'luk SDS

18 ml % 30'luk poliakrilamid solüsyonu (200:1)

30 dk de-gaz

480 µl % 10'lik amonyum persülfat

48 µl TEMED

Polimerizan ajan olarak % 10'luk amonyum persülfat kullanılmıştır. Amonyum persülfat en son ilave edildikten sonra çözelti hafifçe karıştırılmış ve vakit kaybetmeksizin hazırlanan ayırma çözeltisinin düzenekteki boşluğa doldurulma işlemine geçilmiştir. Ayırma jel çözeltisi köpürtülmeksizin düzenekteki işaretli yere kadar doldurulmuştur. Jelin üst yüzeyinin keskin ve düzgün bir çizgi haline gelmesini müteakiben hava ile temasını kesmek için jel yüzeyinde ince bir tabaka oluşturacak kadar dH₂O ilave edilmiştir.

4.2.9.b. Stoklama jelin hazırlanması ve plağa dökülmesi işlemi

Bu solüsyonu da hazırlarken %10'luk amonyum persülfat'ın en son ilave edilmesine dikkat edilmelidir. Proteinlerin stoklanması %4'lük stoklama jel üzerinde yapılmıştır. %4'lük stoklama jel solüsyonu hazırlamak için;

2,67 ml % 30'luk akrilamid solüsyonu (50:1)

2,8 ml stoklama jel tamponu (pH:6.8, 0.5 M)

0,8 ml 0,1 M EDTA

0,8 ml % 10 SDS

12,73 ml dH₂O

30 dk de-gaz

300 µl % 10'luk amonyum persülfat

30 µl TEMED

Jel yüzeyindeki distile su boşaltılmış ve daha sonra numune yükleme lane'larını oluşturmak için tarak cam levhalar arasına yerleştirilmiştir. Tarağın kenarından stoklama jel solüsyonu bir enjektörle yavaş yavaş plağa aktarılmıştır. Ancak jel içinde hava kabarcığı bulunmamasına dikkat edilmelidir. Bu arada tarak yerleştirildikten

sonra protein uygulanacak kanallar cam kalemle işaretlenmiştir. Stoklama jel solüsyonu polimerize olduktan sonra tarak alınmıştır.

Protein yükleme çukurları (lane) üst elektrod tamponuyla bir kaç defa yıkanarak jel artıkları temizlenmelidir. Sonra jel tanka yerleştirilip ve alt ve üst elektrod tamponu doldurulmalıdır. Bu işlemlerden sonra miyofibriler proteinlerin hazırlanmasına geçilmelidir.

4.2.10. Miyofibriler proteinlerin jele yüklenme, fiksasyon ve boyama işlemi

Denature edilen protein örneklerinden jel yükleme kuyularına 3'er μL yüklenmiştir. Yüklenen örnekler ve kuyu numaraları *Tablo 4.1*'de verilmiştir. Numuneler plaktaki yerlerine uygulandıktan sonra proteinler 200 V ve 30 A'de yürütülmüştür.

Tablo 4.1. Jele Yüklenen Örnekler ve Kuyu Numaraları

Kuyu Numarası	Yüklenen örnek
1	Markır
2	Gökkuşığı alabalığı 0. gün
3	Gökkuşığı alabalığı 3. gün
4	Gökkuşığı alabalığı 6. gün
5	Gökkuşığı alabalığı 9. gün
6	Dere alabalığı 0. gün
7	Dere alabalığı 3. gün
8	Dere alabalığı 6. gün
9	Dere alabalığı 9. gün
10	Kaynak alabalığı 0. gün
11	Kaynak alabalığı 3. gün
12	Kaynak alabalığı 6. gün
13	Kaynak alabalığı 9. gün



Şekil 4.4. Araştırmada Kullanılan Elektrofrezden Bir Görüntü

Elektrofrez de proteinleri yürütme işlemine yaklaşık 5,5 saat devam edilmiştir. Sürenin sonunda jel tanktan alınarak fiksasyon işlemine geçilmiştir. Bu arada plak üzerindeki stoklama jeli kesilerek atılmış ve fiksasyon işlemi için jel ilk önce içinde 150 ml anhidroz methenol, 120 ml dH₂O ve 30 ml glacial asetik asit olan bir kaba bırakılmıştır. Jel çalkalayıcıda 45 dk yavaşça çalkalanarak bekletilmiştir. Bu işlem yapılırken jelin katlanmamış olmasına dikkat edilmiştir. Daha sonra jel hemen yıkamadan içinde 24 ml gluteraldehit (%50) ve 240 ml dH₂O olan diğer kaba alınmış ve 45 dk hafifçe çalkalanmıştır. Mümkünse bu işlem gece boyu devam ettirilmelidir. Gece boyu devam ettirilmesi bantların daha belirgin olmasını sağlamaktadır. Ertesi gün jel dört kez yıkanmıştır. Yıkama işleminde jel içinde su bulunan temiz bir kaba

alınıp ve elle yavaşca 30 sn çalkalanmıştır. Sonra su boşaltılıp yeni su eklenerek çalkalayıcıda yavaşca 15 dk çalkalanmıştır. Bu işlem en az üç kez daha tekrarlanmalıdır.

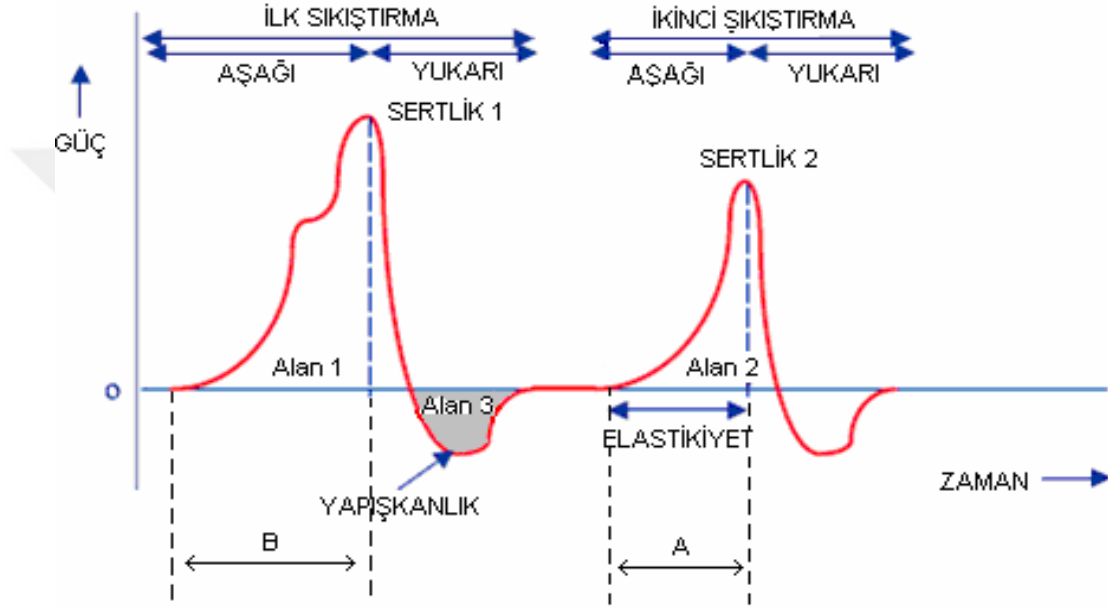
Bu işlem tamamlandıktan sonra jel nazikce boyama çözeltisine alınmış ve eşit boyama sağlamak için tepside düz şekilde katlanmamış olarak durduğundan emin olunmuştur. Jel bu solüsyonda çalkalayıcıda hafifçe çalkalanarak 6 dk bekletilmiştir. Sonra jel çok dikkatli bir şekilde su dolu başka bir kaba alınarak 30 sn kadar elle yavaşca çalkalanmış ve su boşaltılıp tekrar su eklenerek yıkama işlemi en az üç kez tekrarlanmıştır. Yıkama işleminden sonra ise jel geliştirme solüsyonu olan yeni bir kaba alınmış ve bantların ortaya çıkması beklenmiştir. Bantlar çıkınca jel ikinci geliştirme tepsisine alınarak bentların gelişmesi beklenmiştir. Bu iki tepsi metodu sarı bir arka planın ortaya çıkmasını engellemektedir. Bantlar gelişip dikkat çektiğinde ise jel hemen inaktivatör solüsyonu olan kaba alınmış ve elle 15 sn kadar hafifçe çalkalanmıştır. Sonra her seferinde 30 sn elle çalkanarak üç defa su ile yıkanmıştır. Bu işlemden sonra jelin fotoğrafı çekilmiştir.



Şekil 4.5. Araştırmada Kullanılan Görüntüleme Sisteminden Bir Görüntü

4.2.11. Tekstür analizleri

Balık örneklerinin tekstürel özellikleri Texture Analiz (TA-XTplus, Stable Micro Systems, Godalming, UK) cihazı ile yapılan gerilim gevşemesi ve doku profil analizleri yapılarak çeşitli parametreler hesaplanmak sureti ile belirlenmeye çalışılmıştır. Ölçümü yapılan doku parametreleri şu şekilde tanımlanabilir (Garcia 2002);



Şekil 4.6. Tekstür Profil Analizi Kurvesi ve Parametrelerin Hesaplanması

Sertlik (N) = Örneği sıkıştırmak için gerekli olan maksimum kuvvet,

Kohesivlik = Örneğin kopmadan önceki deformasyon değeri (A_2/A_1 , A_1 ilk sıkıştırma için gerekli olan toplam enerji A_2 ikinci sıkıştırma için gerekli olan toplam enerji) (A_2/A_1),

Yapışkanlık (N.sn) = Örnekten sıkıştırma pistonunu uzaklaştırmak için gerekli iş (Alan 3),

Elastikiyet = Örneğin üzerindeki deforme edici kuvvet kaldırıldıktan sonra deformasyondan önceki haline dönme kabiliyeti (A/B süresi),

Sakızımsılık (N) = Yarı katı özellikte bir gıda örneğinin yutmaya hazır hale gelene kadar parçalanması için gerekli kuvvet ($\text{sertlik} \times \text{kohesivlik}$),

Çiğnenebilirlik (N) = Katı özellikte bir gıda maddesinin yutmaya hazır hale gelene kadar parçalanması için gerekli olan iş ($\text{elastikiyet} \times \text{sertlik} \times \text{kohesivlik}$).



Şekil 4.7. Balık Materyallerinden Tekstür Analizi İçin Örnek Alırken Bir Görüntü



Şekil 4.8. Araştırmada Kullanılan Tekstür Analiz Cihazından Bir Görüntü

4.2.11.a. Tekstür profil testi (TPA)

Her balığın sağ dorsal tarafından 20x20 mm boyut ve 10 mm yüksekliğinde kesit alınmış ve deri altta kalacak şekilde yerleştirilerek 50 mm'lik prob kullanılarak aşağıda *Tablo 4.2*'de belirtilen şartlarda TPA analizi yürütülmüştür.

Tablo 4.2. Tekstür Analizi Şartları

TPA Analiz Şartları		Gerilim ve Gevşeme Analiz Şartları	
Ön Test Hızı	1,00 mm/sec	Hedef Mod	Sıkıştırma
Test Hızı	0,80 mm/sec	Ön Test Hızı	1,00 mm/sec
Son Test Hızı	1,00 mm/sec	Test Hızı	0,50 mm/sec
Hedef Mod	Germe	Son Test Hızı	5,00 mm/sec
Mesafe	10,000 mm	Hedef Mod	Mesafe
Sıkıştırma	50,00%	Kuvvet	100,0 g
Zaman	5,00 sec	Mesafe	2,000 mm
Tetik Tipi	Otomatik (Kuvvet)	Sıkıştırma	10,00 %
Tetikleme Kuvveti	5,0 g	Hold Time	60,00 sec
Tetik Mesafesi	2,000 mm	Tetik Tipi	Otomatik (Kuvvet)
Break Mode	Kapalı	Tetikleme Kuvveti	4,0 g
Break Sensitivity	10,0 g	Tetik Mesafesi	2,000 mm
Dara Modu	Otomatik	Break Mode	Off
Sıcaklık	40,0°C	Break Sensitivity	10,0 g
Gelişmiş Seçenekler	Açık	Break Detect	Stop
Kontrollü Fırın	Hizmet Dışı	Stop Plot At	Target Position
Sıcaklıkta Bekleme	Evet	Dara Modu	Otomatik
Sıcaklık Aralığı	±0,3°C	Sıcaklık	0,0 °C
Frame Defl. Corr.	Kapalı(XT2 uygunluğu)	Gelişmiş Seçenekler	Açık
		Max. Track. Speed	5,00 mm/sec
		Proportional Gain	100
		Integral Gain	10
		Differential Gain	10
		Kontrollü Fırın	Hizmet Dışı
		Sıcaklıkta Bekleme	Evet
		Sıcaklık Aralığı	±0,3°C
		Frame Defl. Corr.	Kapalı (XT2 Uygunluğu)

Bu işlem sonucunda elde edilen TPA grafiğinden, sertlik, elastikiyet, kohesivlik, çığnenebilirlik, sakızimsılık ve yapışkanlık değerleri hesaplanmıştır.

4.2.11.b. Balıklarda gerilim ve gevşeme testi

Her balığın sağ dorsal tarafından 20x20 mm boyut ve yaklaşık 10 mm yüksekliğinde kesit alınmıştır. Deri çıkarılmamış ve alta gelecek şekilde yerleştirilmiştir. 75 mm'lik prop kullanılarak 0,5 mm test hızı ile %10 oranında sıkıştırma uygulanarak 60 saniye bekletilmiştir. Elde edilen grafikten maksimum ve minimum kuvvetler hesaplanmıştır. Analiz yukarıda verilen *Tablo 4.2*'deki gerilim ve gevşeme analiz şartlarında yurütulmüştür.

4.2.12. İstatistiksel değerlendirme

İstatistiki analizler SPSS 17.0 paket programında ANOVA ve korelasyon yöntemleri kullanılarak yapılmıştır. ANOVA testi sonucunda önemli çıkan grup ortalamaları arasındaki farklılığı tespit etmek için Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

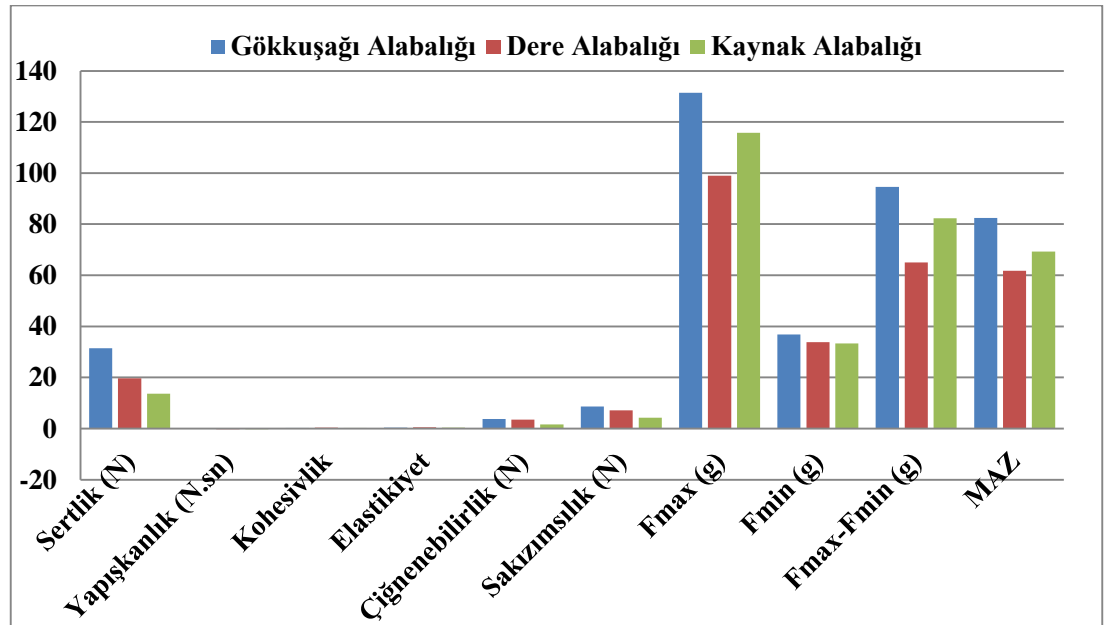
5. ARAŞTIRMA BULGULARI

Ölüm sonrası üç farklı alabalık türünde (*Oncorhynchus mykiss*, *Salmo trutta fario* ve *Salvelinus fontinalis*) sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet, çiğnenebilirlik, sakızimsılık, Fmax, Fmin ve Fmax-Fmin tekstürel değerleri ve miyosin ağır zincirleri miktarları 0., 3., 6. ve 9. günlerde belirlenmiş, türlere ve günlere göre karşılaştırılmıştır.

5.1. Ölüm Sonrası Aynı Günün Türler Arasındaki Araştırma Bulguları

5.1.1. Ölüm sonrası 0. günde türlerin tekstür analiz değerlerindeki ve miyosin ağır zincirlerindeki(MAZ) değişimin türlere göre araştırma bulguları

Ölüm sonrası 0. günde türlerin tekstür analiz değerleri ve miyosin ağır zinciri miktarları belirlenmiş ve istatistiksel olarak incelenerek Şekil 5.1 ile Tablo 5.1'de verilmiştir.



Şekil 5.1. Ölüm Sonrası 0. Günde Türlerin Tekstür Analiz Değerleri ve Miyosin Ağır Zincirleri

Tablo 5.1. Ölüm sonrası 0. günde türlerin tekstür analiz değerlerindeki ve miyosin ağır zincirlerindeki değişimin türlere göre mukayesesi

Tür	Sertlik (N)	Yapışkanlık (N.sn)	Kohesivlik	Elastikiyet	Çiğnenebilirlik (N)	Sakızımsılık (N)	Fmax (g)	Fmin (g)	Fmax-Fmin (g)	MAZ
Gökkuşacağı	31,43±0,28 ^a	-0,13±0,00 ^a	0,28±0,01 ^c	0,44±0,01 ^b	3,80±0,10 ^a	8,68±0,32 ^a	131,41±16,90 ^a	36,80±4,94 ^a	94,61±12,87 ^a	82,48±1,07 ^a
Dere	19,74±1,48 ^b	-0,22±0,01 ^c	0,36±0,00 ^a	0,49±0,02 ^a	3,53±0,38 ^a	7,16±0,59 ^b	98,95±4,78 ^b	33,89±3,57 ^a	65,05±2,60 ^b	61,80±2,27 ^c
Kaynak	13,61±0,49 ^c	-0,19±0,01 ^b	0,32±0,01 ^b	0,38±0,02 ^c	1,64±0,07 ^b	4,30±0,22 ^c	115,72±9,71 ^{ab}	33,35±2,93 ^a	82,36±6,80 ^a	69,26±3,11 ^b

$X \pm S_x = \text{Ortalama} \pm \text{Ortalamanın Standart Sapması}$, farklı harfler birbirinden farklı olan grupları göstermektedir, $p < 0,05$.

Ölüm sonrası 0. günde türlerin sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet, sakızımsılık ve MAZ bakımından birbirinden farkı önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Çiğnenebilirlik bakımındansa kaynak alabalığı diğer iki türden farklı bulunmuştur ($p < 0,05$). Fmax yönünden gökkuşacağı alabalığının diğer türlerden farkı önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Fmin bakımından üç türün arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($p > 0,05$). Fmax-Fmin değerinde sadece dere alabalığının diğer türlerden farkı önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).

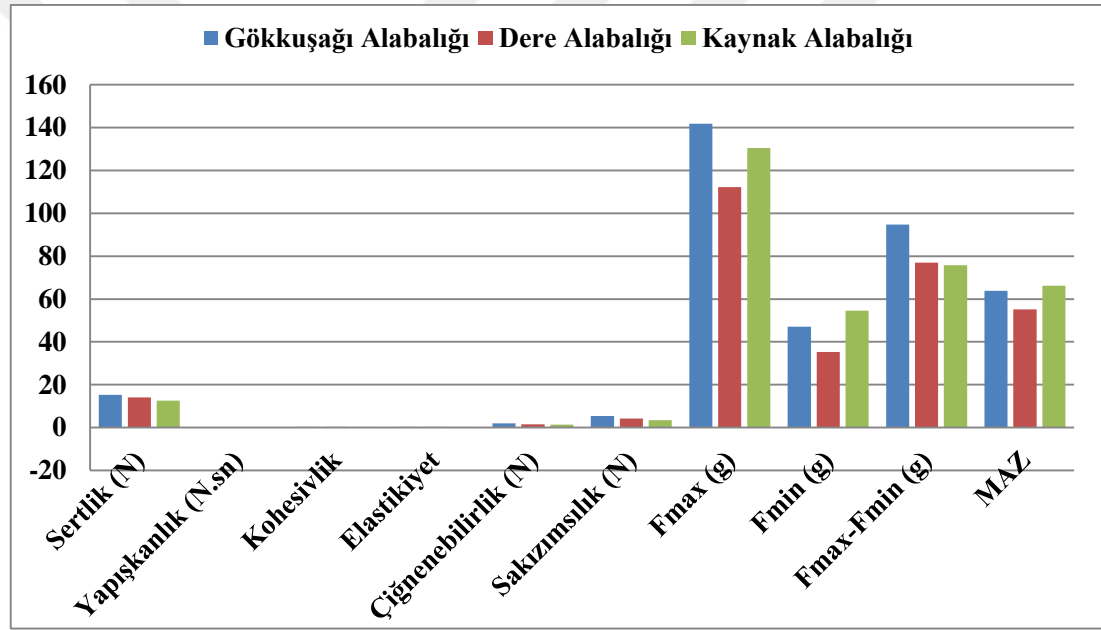
Sertlik en yüksek 31,43±0,28 N olarak gökkuşacağı alabalığında en düşükse 13,61±0,49 N olarak kaynak alabalığında belirlenmiştir. Yapışkanlık değeride en yüksek -0,13±0,00 N.sn olarak yine gökkuşacağı alabalığında en düşükse -0,22±0,01 N.sn olarak dere alabalığında tespit edilmiştir. Kohesivlik bakımından en yüksek 0,36±0,00 değeri ile dere alabalığı en düşük 0,28±0,01 ile gökkuşacağı alabalığı olmuştur. Elastikiyet değeri en yüksek 0,49±0,02 ile dere alabalığında en düşükte 0,38±0,02 ile kaynak alabalığında tespit edilmiştir. Çiğnenebilirlik yönünden en yüksek değer 3,80±0,10 N ile gökkuşacağı alabalığı en düşük 1,64±0,07 N ile kaynak alabalığı olmuştur. Sakızımsılıksa en yüksek 8,68±0,32 N ile gökkuşacağı alabalığında en düşük 4,30±0,22 N ile kaynak alabalığında görülmüştür.

Fmax bakımından en yüksek 131,41±16,90 g ile gökkuşacağı alabalığı en düşükte 98,95±4,78 g ile dere alabalığı bulunmuştur. Fmin ise en yüksek 36,80±4,94 g ile gökkuşacağı alabalığında en düşükse 33,35±2,93 g ile kaynak alabalığında bulunmuştur. Fmax-Fmin ise en yüksek gökkuşacağı alabalığında 94,61±12,87 g olarak en düşükte 65,05±2,60 g olarak dere alabalığında bulunmuştur.

Miyosin ağır zincirleri (MAZ) bakımındansa $82,48 \pm 1,07$ ile en yüksek gökkuşağı alabalığı en düşüğe $61,80 \pm 2,27$ ile dere alabalığı bulunmuştur.

5.1.2. Ölüm sonrası 3. günde türlerin tekstür analiz değerlerindeki ve miyosin ağır zincirlerindeki(MAZ) değişimin türlere göre araştırma bulguları

Ölüm sonrası 3. günde türlerin tekstür analiz değerleri ve miyosin ağır zinciri miktarları belirlenmiş ve istatistiksel olarak incelenerek Şekil 5.2 ile Tablo 5.2'de verilmiştir.



Şekil 5.2. Türlere Göre Ölüm Sonrası 3. Gündeki Tekstür Analiz Değerleri ve Miyosin Ağır Zincirlerinin Oranı

Tablo 5.2. Ölüm Sonrası 3. Gün Tekstür Analiz Değerlerindeki ve Miyosin Ağır Zincirlerindeki Değişimin Türlere Göre Mukayesesi

Tür	Sertlik (N)	Yapışkanlık (N.sn)	Kohesivlik	Elastikiyet	Çiğnenebilirlik (N)	Sakızimsuluk (N)	Fmax (g)	Fmin (g)	Fmax-Fmin (g)	MAZ
Gökkuşağı	15,29±0,75 ^a	-0,10±0,00 ^a	0,35±0,01 ^a	0,37±0,01 ^{ab}	1,97±0,11 ^a	5,38±0,24 ^a	141,81±15,18 ^a	47,07±5,18 ^b	94,74±10,14 ^a	63,89±6,85 ^a
Dere	14,03±0,81 ^b	-0,14±0,01 ^c	0,30±0,01 ^b	0,36±0,01 ^b	1,51±0,10 ^b	4,19±0,25 ^b	112,28±8,22 ^b	35,36±2,99 ^c	76,93±5,24 ^b	55,18±5,26 ^b
Kaynak	12,58±0,58 ^c	-0,13±0,01 ^b	0,28±0,02 ^c	0,37±0,01 ^a	1,30±0,10 ^c	3,49±0,19 ^c	130,40±12,32 ^a	54,56±6,28 ^a	75,84±15,71 ^b	66,21±3,46 ^a

$X \pm S_x$ = Ortalama ± Ortalamanın Standart Sapması, farklı harfler birbirinden farklı olan grupları göstermektedir, $p < 0,05$.

Ölüm sonrası 3. günde türlerin sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, çiğnenebilirlik, sakızimsılık ve Fmin bakımından birbirinden farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Elastikiyet bakımındansa kaynak alabalığı ile dere alabalığı birbirinden farklı bulunmuş($p<0,05$) gökkuşacağı iki türlede aynı bulunmuştur. Fmax ve MAZ değerinde sadece dere alabalığının diğer türlerden farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Fmax-Fmin bakımından gökkuşacağı alabalığı diğer iki türden farklı bulunmuştur ($p<0,05$).

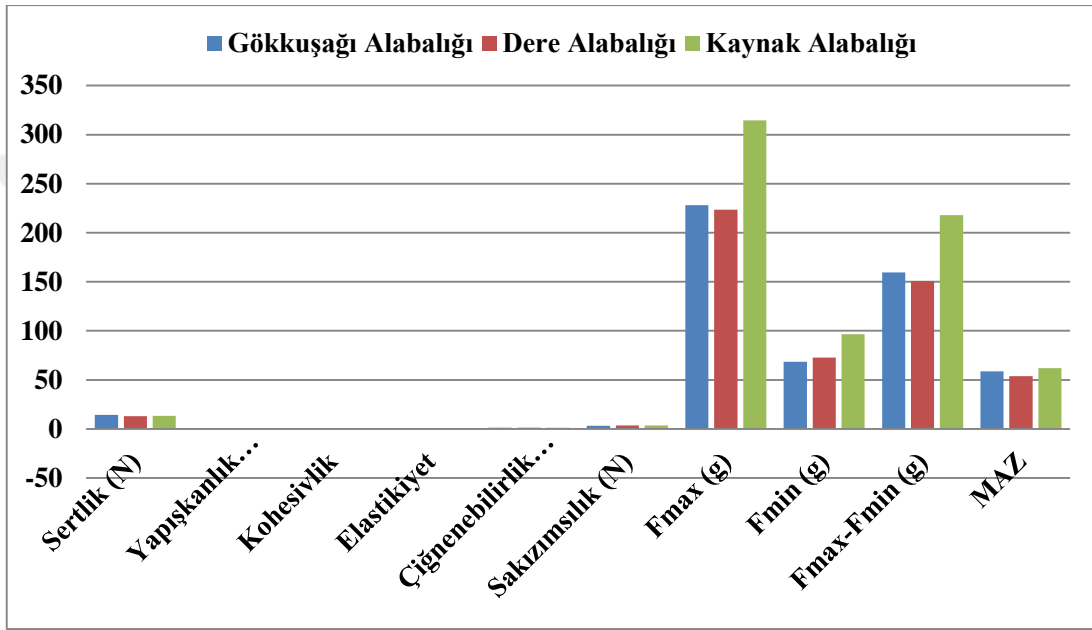
Sertlik en yüksek $15,29\pm 0,75$ N olarak gökkuşacağı alabalığında en düşükse $12,58\pm 0,58$ N olarak kaynak alabalığında belirlenmiştir. Yapışkanlık değeride en yüksek $-0,10\pm 0,00$ N.sn olarak yine gökkuşacağı alabalığında en düşükse $-0,14\pm 0,01$ N.sn olarak dere alabalığında tespit edilmiştir. Kohesivlik bakımından en yüksek $0,35\pm 0,01$ değeri ile gökkuşacağı alabalığı en düşük $0,28\pm 0,02$ ile kaynak alabalığı olmuştur. Elastikiyet değeri en yüksek $0,37\pm 0,01$ ile gökkuşacağı ve kaynak alabalığında en düşükte $0,36\pm 0,01$ ile dere alabalığında tespit edilmiştir. Çiğnenebilirlik yönünden en yüksek $1,97\pm 0,11$ N ile gökkuşacağı alabalığı en düşük $1,30\pm 0,10$ N ile kaynak alabalığı olmuştur. Sakızimsılıksa en yüksek $5,38\pm 0,24$ N ile gökkuşacağı alabalığında en düşük $3,49\pm 0,19$ N ile kaynak alabalığında görülmüştür.

Fmax bakımından en yüksek $141,81\pm 15,18$ g ile gökkuşacağı alabalığı en düşükte $112,28\pm 8,22$ g ile dere alabalığı bulunmuştur. Fmin ise en yüksek $54,56\pm 6,28$ g ile kaynak alabalığında en düşükse $35,36\pm 2,99$ g ile dere alabalığında bulunmuştur. Fmax-Fmin ise en yüksek gökkuşacağı alabalığında $94,74\pm 10,14$ g olarak en düşükte $75,84\pm 15,71$ g olarak kaynak alabalığında bulunmuştur.

Miyosin ağır zincirleri (MAZ) bakımındansa $66,21\pm 3,46$ ile en yüksek kaynak alabalığı en düşükte $55,18\pm 5,26$ ile dere alabalığı bulunmuştur.

5.1.3. Ölüm sonrası 6. günde türlerin tekstür analiz değerlerindeki ve miyosin ağır zincirlerindeki(MAZ) değişimin türlere göre araştırma bulguları

Ölüm sonrası 6. günde türlerin tekstür analiz değerleri ve miyosin ağır zinciri miktarları belirlenmiş ve istatistiksel olarak incelenerek Şekil 5.3 ile Tablo 5.3'de verilmiştir.



Şekil 5.3. Türlere Göre Ölüm Sonrası 6. Gün Tekstür Analiz Değerlerindeki ve Miyosin Ağır Zincirlerindeki Değişim

Tablo 5.3. Ölüm Sonrası 6. Gün Tekstür Analiz Değerlerindeki ve Miyosin Ağır Zincirlerindeki Değişimin Günlere Göre Mukayesesi

Tür	Sertlik (N)	Yapışkanlık (N.sn)	Kohesivlik	Elastikiyet	Çiğnenebilirlik (N)	Sakızimsılık (N)	Fmax (g)	Fmin (g)	Fmax-Fmin (g)	MAZ
Gökkuşuğu	14,36±0,50 ^a	-0,10±0,00 ^b	0,22±0,00 ^b	0,36±0,00 ^a	1,12±0,07 ^b	3,11±0,16 ^b	227,90±10,96 ^b	68,37±2,14 ^b	159,53±9,07 ^b	58,57±4,98 ^{ab}
Dere	12,83±0,68 ^b	-0,14±0,02 ^c	0,27±0,01 ^a	0,34±0,01 ^b	1,19±0,10 ^{ab}	3,49±0,23 ^a	223,39±8,77 ^b	72,63±3,36 ^b	150,75±5,77 ^b	53,76±4,57 ^b
Kaynak	13,13±0,61 ^b	-0,08±0,01 ^a	0,27±0,01 ^a	0,36±0,01 ^a	1,28±0,09 ^a	3,57±0,22 ^a	314,65±26,22 ^a	96,58±9,42 ^a	218,06±18,58 ^a	61,84±6,38 ^a

X±Sx=Ortalama±Ortalamanın Standart Sapması, farklı harfler birbirinden farklı olan grupları göstermektedir, p<0,05.

Ölüm sonrası 6. günde türlerin sadece yapışkanlık bakımından birbirinden farkı önemli bulunmuştur (p<0,05). Sertlik ve kohesivlik yönünden gökkuşuğu alabalığı diğer iki türden farklı bulunmuştur (p<0,05). Elastikiyet bakımındansa dere alabalığı diğer iki

türden farklı bulunmuştur ($p<0,05$). Çiğnenebilirlik olarakta gökkuşağı alabalığı ile kaynak alabalığı birbirinden farklı dere alabalığı ise iki türle farksız bulunmuştur ($p<0,05$). Sakızimsılık açısından gökkuşağı alabalığı diğer türlerden farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$). F_{max} , F_{min} ve $F_{max}-F_{min}$ yönündense kaynak alabalığının diğer türlerden farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$). MAZ değerinde sadece dere alabalığı ile kaynak alabalığı arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Sertlik en yüksek $14,36\pm0,50$ N olarak gökkuşağı alabalığında en düşüğe $12,83\pm0,68$ N olarak dere alabalığında belirlenmiştir. Yapışkanlık değeride en yüksek $-0,08\pm0,01$ N.sn olarak kaynak alabalığında en düşüğe $-0,14\pm0,02$ N.sn olarak dere alabalığında tespit edilmiştir. Kohesivlik bakımından en yüksek $0,27\pm0,01$ değeri ile dere ve kaynak alabalığı en düşük $0,22\pm0,00$ ile gökkuşağı alabalığı olmuştur. Elastikiyet değeri en yüksek $0,36\pm0,00$ ile gökkuşağı alabalığında en düşüğe $0,34\pm0,01$ ile dere alabalığında tespit edilmiştir. Çiğnenebilirlik yönünden en yüksek $1,28\pm0,09$ N ile kaynak alabalığı en düşük $1,12\pm0,7$ N ile gökkuşağı alabalığı olmuştur. Sakızimsılıksa en yüksek $3,57\pm0,22$ N ile kaynak alabalığında en düşük $3,11\pm0,16$ N ile gökkuşağı alabalığında görülmüştür.

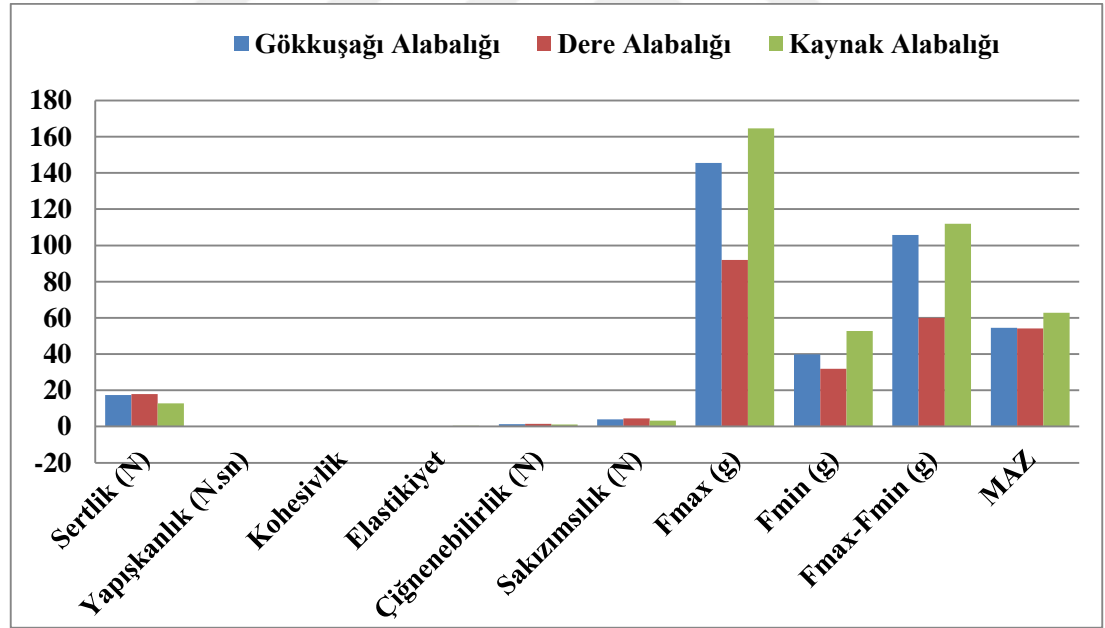
F_{max} bakımından en yüksek $314,65\pm26,22$ g ile kaynak alabalığı en düşüğe $223,39\pm8,77$ g ile dere alabalığı bulunmuştur. F_{min} ise en yüksek $96,58\pm9,42$ g ile kaynak alabalığında en düşüğe $68,37\pm2,14$ g ile gökkuşağı alabalığında bulunmuştur. $F_{max}-F_{min}$ ise en yüksek kaynak alabalığında $218,06\pm18,58$ g olarak en düşüğe $150,75\pm5,77$ g olarak dere alabalığında bulunmuştur.

Miyosin ağır zincirleri (MAZ) bakımındansa $61,84\pm6,38$ ile en yüksek kaynak alabalığı en düşüğe $53,76\pm4,57$ ile dere alabalığı bulunmuştur.

5.1.4. Ölüm sonrası 9. günde türlerin tekstür analiz değerlerindeki ve miyosin ağır zincirlerindeki(MAZ) değişimin türlere göre araştırma bulguları

Ölüm sonrası 9. günde türlerin tekstür analiz değerleri ve miyosin ağır zinciri miktarları belirlenmiş ve istatistiksel olarak incelenerek Şekil 5.4 ile Tablo 5.4'de verilmiştir.

Ölüm sonrası 9. günde türlerin yapışkanlık, elastikiyet, sakızimsılık, Fmax ve Fmin bakımından birbirinden farkı önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Sertlik, çiğnenebilirlik ve MAZ bakımındansa kaynak alabalığı diğer türlerden farklı bulunmuş ($p < 0,05$) diğer iki türde birbiriyle aynı bulunmuştur. Kohesivlik yönündense gökkuşacağı alabalığının diğer türlerden farkı önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Fmax-Fmin bakımından dere alabalığı diğer iki türden farklı bulunmuştur ($p > 0,05$).



Şekil 5.4. Türlerle Ölüm Sonrası 9. Gün Tekstür Analiz Değerlerindeki ve Miyosin Ağır Zincirlerindeki Değişim

Tablo 5.4. Ölüm Sonrası 9. Gün Tekstür Analiz Değerlerindeki ve Miyosin Ağır Zincirlerindeki Değişimin Türlere Göre Mukayesesi

Tür	Sertlik (N)	Yapışkanlık (N.sn)	Kohesivlik	Elastikiyet	Çiğnenebilirlik (N)	Sakızimsılık (N)	Fmax (g)	Fmin (g)	Fmax-Fmin (g)	MAZ
Gökkuşağı	17,44±1,05 ^a	-0,09±0,01 ^b	0,23±0,01 ^b	0,34±0,01 ^b	1,36±0,07 ^a	4,03±0,24 ^b	145,56±20,07 ^b	39,85±5,95 ^b	105,72±14,86 ^a	54,53±3,18 ^b
Dere	17,97±0,56 ^a	-0,12±0,01 ^c	0,25±0,02 ^a	0,32±0,01 ^c	1,45±0,04 ^a	4,57±0,15 ^a	91,90±9,58 ^c	31,85±3,01 ^c	60,05±6,65 ^b	54,12±2,71 ^b
Kaynak	12,78±0,65 ^b	-0,05±0,01 ^a	0,26±0,01 ^a	0,37±0,00 ^a	1,22±0,10 ^b	3,30±0,26 ^c	164,59±5,27 ^a	52,68±1,26 ^a	111,91±6,33 ^a	62,80±3,31 ^a

$X \pm S_x = \text{Ortalama} \pm \text{Ortalamanın Standart Sapması}$, farklı harfler birbirinden farklı olan grupları göstermektedir, $p < 0,05$.

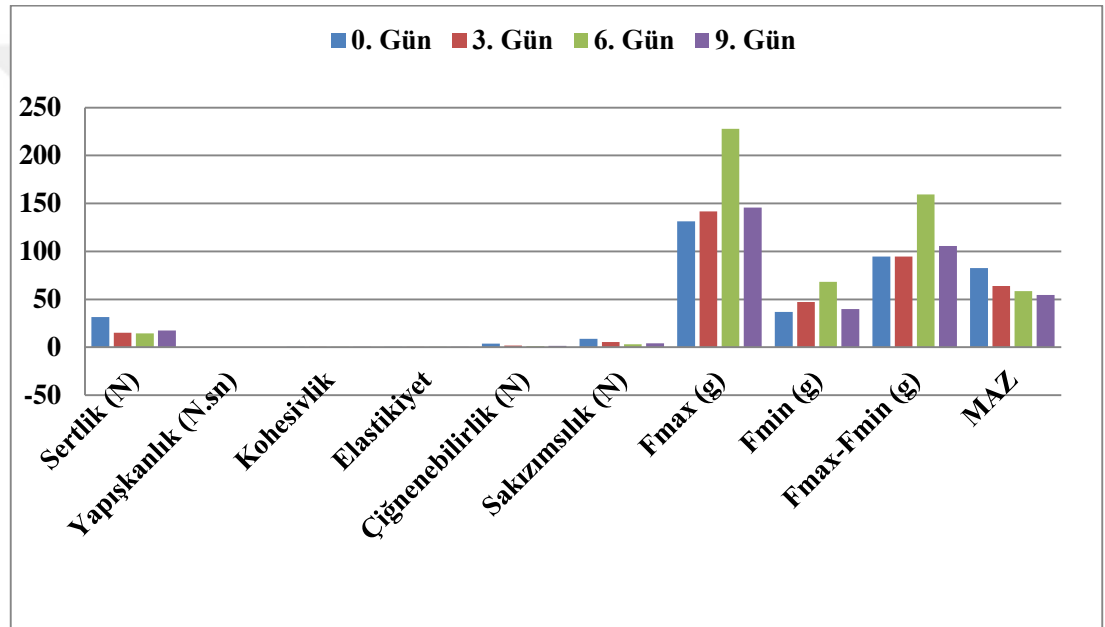
Sertlik en yüksek $17,97 \pm 0,56$ N olarak dere alabalığında en düşükse $12,78 \pm 0,65$ N olarak kaynak alabalığında belirlenmiştir. Yapışkanlık değeride en yüksek $-0,05 \pm 0,01$ N.sn olarak kaynak alabalığında en düşükse $-0,12 \pm 0,01$ N.sn olarak dere alabalığında tespit edilmiştir. Kohesivlik bakımından en yüksek $0,26 \pm 0,01$ değeri ile kaynak alabalığı en düşük $0,23 \pm 0,01$ ile gökkuşağı alabalığı olmuştur. Elastikiyet değeri en yüksek $0,37 \pm 0,00$ ile kaynak alabalığında en düşükte $0,32 \pm 0,01$ ile dere alabalığında tespit edilmiştir. Çiğnenebilirlik yönünden en yüksek $1,45 \pm 0,04$ N ile dere alabalığı en düşük $1,22 \pm 0,10$ N ile kaynak alabalığı olmuştur. Sakızimsılıksa en yüksek $4,57 \pm 0,15$ N ile dere alabalığında en düşük $3,30 \pm 0,26$ N ile kaynak alabalığında görülmüştür. Fmax bakımından en yüksek $164,59 \pm 5,27$ g ile kaynak alabalığı en düşükte $91,90 \pm 9,58$ g ile dere alabalığı bulunmuştur. Fmin ise en yüksek $52,68 \pm 1,26$ g ile kaynak alabalığında en düşükse $31,85 \pm 3,01$ g ile dere alabalığında bulunmuştur. Fmax-Fmin ise en yüksek kaynak alabalığında $111,91 \pm 6,33$ g olarak en düşükte $60,05 \pm 6,65$ g olarak dere alabalığında bulunmuştur.

Miyosin ağır zincirleri (MAZ) bakımındansa $62,80 \pm 3,31$ ile en yüksek kaynak alabalığı en düşükte $54,12 \pm 2,71$ ile dere alabalığı bulunmuştur.

5.2. Aynı Türün Ölüm Sonrası Günlere Göre Araştırma Bulguları

5.2.1. Ölüm sonrası gökkuşuğu alabalığının tekstür analiz değerlerindeki ve miyosin ağır zincirlerindeki değişimin günlere göre araştırma bulguları

Ölüm sonrası 0., 3., 6. ve 9. günlerde gökkuşuğu alabalığının tekstür analiz değerleri ve miyosin ağır zinciri miktarları belirlenmiş ve istatistiksel olarak incelenerek Şekil 5.5 ile Tablo 5.5'de verilmiştir.



Şekil 5.5. Ölüm Sonrası Günlere Göre Gökkuşuğu Alabalığının Tekstür Analiz Değerlerindeki ve Miyosin Ağır Zincirlerindeki Değişim

Tablo 5.5. Ölüm Sonrası Gökkuşuğu Alabalığının Tekstür Analiz Değerlerindeki ve Miyosin Ağır Zincirlerindeki Değişimin Günlere Göre Mukayesesi

Gün	Sertlik (N)	Yapışkanlık (N.sn)	Kohesivlik	Elastikiyet	Çiğnenbilirlik (N)	Sakızmsılık (N)	Fmax (g)	Fmin (g)	Fmax-Fmin (g)	MAZ
0	31,43±0,28 ^a	-0,13±0,00 ^c	0,28±0,01 ^b	0,44±0,01 ^a	3,80±0,10 ^a	8,68±0,32 ^a	131,41±16,90 ^b	36,80±4,94 ^c	94,61±12,87 ^b	82,48±1,07 ^a
3	15,29±0,75 ^c	-0,10±0,00 ^b	0,35±0,01 ^a	0,37±0,01 ^b	1,97±0,11 ^b	5,38±0,24 ^b	141,81±15,18 ^b	47,07±5,18 ^b	94,74±10,14 ^b	63,89±6,85 ^b
6	14,36±0,50 ^c	-0,10±0,00 ^{ab}	0,22±0,00 ^d	0,36±0,00 ^b	1,12±0,07 ^d	3,11±0,16 ^d	227,90±10,96 ^b	68,37±2,14 ^a	159,53±9,07 ^a	58,57±4,98 ^{bc}
9	17,44±1,05 ^b	-0,09±0,01 ^a	0,23±0,01 ^c	0,34±0,01 ^c	1,36±0,07 ^c	4,03±0,24 ^c	145,56±20,07 ^b	39,85±5,95 ^c	105,72±14,86 ^b	54,53±3,18 ^c

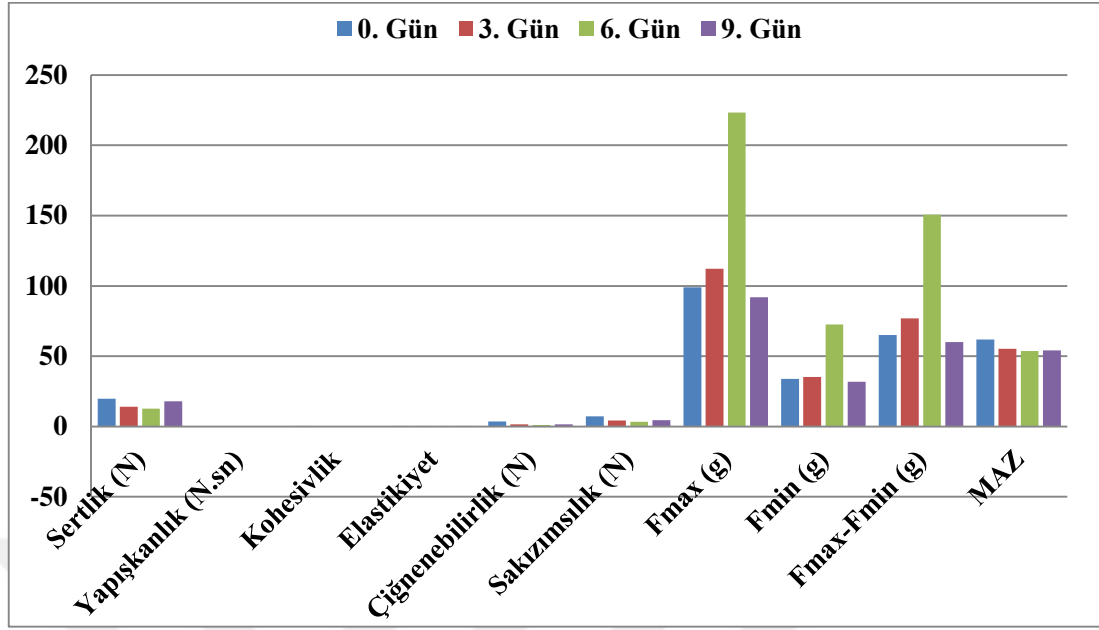
$\bar{X} \pm S_x$ = Ortalama ± Ortalamanın Standart Sapması, farklı harfler birbirinden farklı olan grupları göstermektedir, $p < 0,05$.

Gökkuşığı alabalığında ölüm sonrası günlere göre kohesivlik, çiğnenebilirlik ve sakızimsılık bakımından farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Sertlik ve elastikiyet bakımındansa 0. ve 3. günlerin kendi aralarındaki ve diğer günler arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Yapışkanlık ve MAZ yönündense 0. 3. ve 9. günlerin kendi aralarında birbirinden farkı 6. günün ise sadece 0. günle farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Fmax ve Fmax-Fmin bakımından 6. günün diğerlerinden farkı önemli bulunmuştur ($p>0,05$). Fmin yönünden 3. ve 6. günler kendi aralarında ve diğer günlerden farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Gökkuşığı alabalığında sertlik, çiğnenebilirlik ve sakızimsılık değerleri en yüksek 0. günde sırasıyla $31,43\pm0,28$ N, $3,80\pm0,10$ N ve $8,68\pm0,32$ N olarak en düşükse 6. günde sırasıyla $14,36\pm0,50$ N, $1,12\pm0,07$ N ve $3,11\pm0,16$ N olarak belirlenmiştir. Yapışkanlık değeri en yüksek $-0,09\pm0,01$ N.sn ile 9. günde en düşükse $-0,13\pm0,00$ N.sn olarak 0. günde tespit edilmiştir. Kohesivlik bakımından en yüksek $0,35\pm0,01$ değeri ile 3. günde en düşük $0,22\pm0,00$ ile 6. günde olmuştur. Elastikiyet ve MAZ değerleri sırasıyla $0,44\pm0,01$ ve $82,48\pm1,07$ olarak en yüksek 0. günlerde $0,34\pm0,01$ ve $54,53\pm3,18$ olarak en düşük 9. günlerde görülmüştür. Fmax, Fmin ve Fmax-Fmin yönünden ise en yüksek 6. günde sırasıyla $227,90\pm10,96$, $68,37\pm2,14$ ve $159,53\pm9,07$ g olarak en düşükse 0. günde sırasıyla $131,41\pm16,90$, $36,80\pm4,94$ ve $94,61\pm12,87$ g olarak ölçülmüştür.

5.2.2. Ölüm sonrası dere alabalığının tekstür analiz değerlerindeki ve miyosin ağır zincirlerindeki değişimin günlere göre araştırma bulguları

Ölüm sonrası 0., 3., 6. ve 9. günlerde dere alabalığının tekstür analiz değerleri ve miyosin ağır zinciri miktarları belirlenmiş ve istatistiksel olarak incelenerek Şekil 5.6 ile *Tablo 5.6*'de verilmiştir.



Şekil 5.6. Ölüm Sonrası Günlere Göre Dere Alabalığında Tekstür Analiz Değerlerindeki ve Miyosin Ağır Zincirlerindeki Değişim

Tablo 5.6. Ölüm Sonrası Dere Alabalığında Tekstür Analiz Değerlerindeki ve Miyosin Ağır Zincirlerindeki Değişimin Günlere Göre Mukayesesi

Gün	Sertlik (N)	Yapışkanlık (N.sn)	Kohesivlik	Elastikiyet	Çiğnenebilirlik (N)	Sakızimsılık (N)	Fmax (g)	Fmin (g)	Fmax-Fmin (g)	MAZ
0	19,74±1,48 ^a	-0,22±0,01 ^c	0,36±0,00 ^a	0,49±0,02 ^a	3,53±0,38 ^a	7,16±0,59 ^a	98,95±4,78 ^c	33,89±3,57 ^b	65,05±2,60 ^c	61,80±2,27 ^a
3	14,03±0,81 ^c	-0,14±0,01 ^b	0,30±0,01 ^b	0,36±0,01 ^b	1,51±0,10 ^b	4,19±0,25 ^b	112,28±8,22 ^b	35,36±2,99 ^b	76,93±5,24 ^b	55,18±5,26 ^b
6	12,83±0,68 ^d	-0,14±0,02 ^b	0,27±0,01 ^c	0,34±0,01 ^c	1,19±0,10 ^c	3,49±0,23 ^c	223,39±8,77 ^a	72,63±3,36 ^a	150,75±5,77 ^a	53,76±4,57 ^b
9	17,97±0,56 ^b	-0,12±0,01 ^a	0,25±0,02 ^d	0,32±0,01 ^d	1,45±0,04 ^b	4,57±0,15 ^b	91,90±9,58 ^c	31,85±3,01 ^b	60,05±6,65 ^c	54,12±2,71 ^b

$X \pm S_x$ = Ortalama \pm Ortalamanın Standart Sapması, farklı harfler birbirinden farklı olan grupları göstermektedir, $p < 0,05$.

Dere alabalığında ölüm sonrası günlere göre sertlik, kohesivlik ve elastikiyet bakımından fark önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Yapışkanlık bakımından 0. ve 9. günlerin kendi aralarındaki ve diğer günlerle arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Çiğnenebilirlik ve sakızimsılık yönündense 0. ve 6. günlerin kendi aralarında birbirinden farkı ve diğer günlerle arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Fmax ve Fmax-Fmin bakımından 3. ve 6. günler kendi aralarındaki fark ve diğer günlerden farkı önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Fmin yönünden sadece 6. günün diğer günlerden

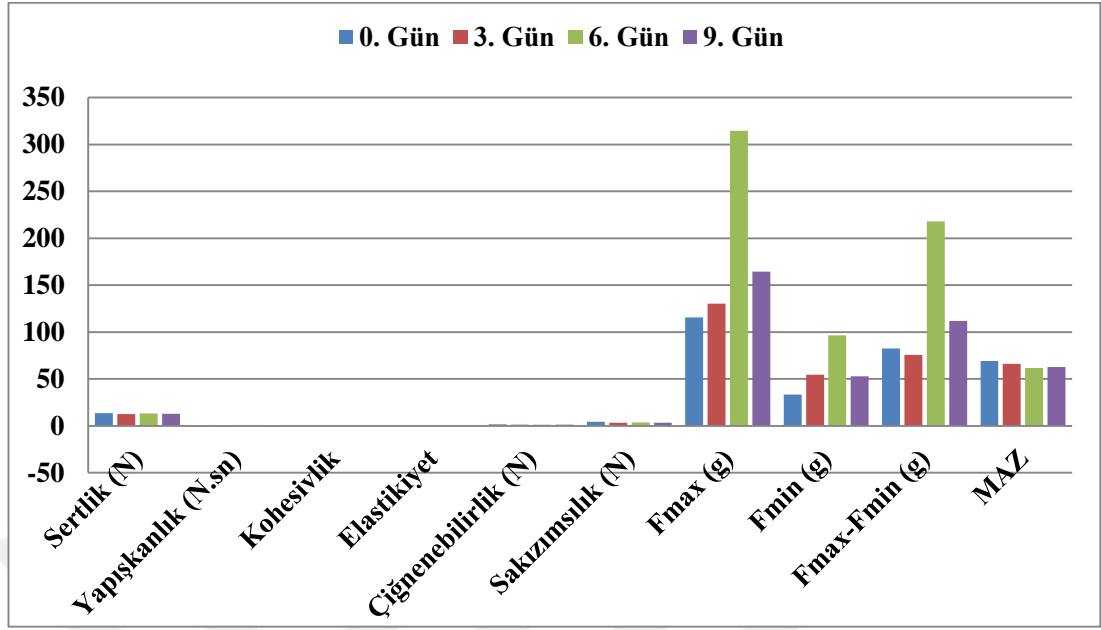
farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$). MAZ açısından ise sadece 0. günün diğer günlerden farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Dere alabalığında sertlik, çiğnenebilirlik sakızimsılık ve MAZ değerleri en yüksek 0. günde sırasıyla $19,74\pm 1,48$ N, $3,53\pm 0,38$ N, $7,16\pm 0,59$ N ve $61,80\pm 2,27$ olarak en düşükse 6. günde sırasıyla $12,83\pm 0,68$ N, $1,19\pm 0,10$ N, $3,49\pm 0,23$ N ve $53,76\pm 4,57$ olarak belirlenmiştir. Yapışkanlık değeri en yüksek $-0,12\pm 0,01$ N.sn ile 9. günde en düşükse $-0,22\pm 0,01$ N.sn olarak 0. günde tespit edilmiştir. Kohesivlik ve elastikiyet bakımından en yüksek sırasıyla $0,36\pm 0,00$ ve $0,49\pm 0,02$ olarak 0. gün sırasıyla en düşük $0,25\pm 0,02$ ve $0,32\pm 0,01$ olarak 9. gün olmuştur. Fmax, Fmin ve Fmax-Fmin yönünden ise en yüksek 6. günde sırasıyla $223,39\pm 8,77$ g, $72,63\pm 3,36$ g ve $150,75\pm 5,77$ g olarak en düşükse 9. günde sırasıyla $91,90\pm 9,58$ g, $31,85\pm 3,01$ g ve $60,05\pm 6,65$ g olarak ölçülmüştür.

5.2.3. Ölüm sonrası kaynak alabalığının tekstür analiz değerlerindeki ve miyosin ağır zincirlerindeki değişimin günlere göre araştırma bulguları

Ölüm sonrası 0., 3., 6. ve 9. günlerde kaynak alabalığının tekstür analiz değerleri ve miyosin ağır zinciri miktarları belirlenmiş ve istatistiksel olarak incelenerek Şekil 5.7 ile *Tablo 5.7*'de verilmiştir.

Kaynak alabalığında ölüm sonrası günlere göre sertlik bakımından 0. günün 3. ve 9. günden farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Yapışkanlık bakımındansa bütün günler arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Kohesivlik yönündense 0., 3. ve 9. günlerin kendi aralarında birbirinden farkı ve 6. günün 0. günle arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Elastikiyet bakımındansa 0. ve 6. günler arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Çiğnenebilirlik ve sakızimsılık bakımındansa sadece 0. günün diğerlerinden farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Fmax ve Fmax-Fmin bakımından 6. ve 9. günlerin kendi aralarındaki fark ve diğer günlerden farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Fmin bakımından 0. ve 6. günlerin kendi aralarındaki fark ve diğer günlerden farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$). MAZ açısından ise 0. günün 6. ve 9. günlerden farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$).



Şekil 5.7. Ölüm Sonrası Günlere Göre Kaynak Alabalığında Tekstür Analiz Değerlerindeki ve Miyosin Ağır Zincirlerindeki Değişim

Tablo 5.7. Ölüm Sonrası Kaynak Alabalığında Tekstür Analiz Değerlerindeki ve Miyosin Ağır Zincirlerindeki Değişimin Günlere Göre Mukayesesi

Gün	Sertlik (N)	Yapışkanlık (N.sn)	Kohesivlik	Elastikiyet	Çiğnenebilirlik (N)	Sakızimsılık (N)	Fmax (g)	Fmin (g)	Fmax-Fmin (g)	MAZ
0	13,61±0,49 ^a	-0,19±0,01 ^d	0,32±0,01 ^a	0,38±0,02 ^a	1,64±0,07 ^a	4,30±0,22 ^a	115,72±9,71 ^c	33,35±2,93 ^c	82,36±6,80 ^c	69,26±3,11 ^a
3	12,58±0,58 ^b	-0,13±0,01 ^c	0,28±0,02 ^b	0,37±0,01 ^{ab}	1,30±0,10 ^b	3,49±0,19 ^b	130,40±12,32 ^c	54,56±6,28 ^b	75,84±15,71 ^c	66,21±3,46 ^{ab}
6	13,13±0,61 ^{ab}	-0,08±0,01 ^b	0,27±0,01 ^{bc}	0,36±0,01 ^b	1,28±0,09 ^b	3,57±0,22 ^b	314,65±26,22 ^a	96,58±9,42 ^a	218,06±18,58 ^a	61,84±6,38 ^b
9	12,78±0,65 ^b	-0,05±0,01 ^a	0,26±0,01 ^c	0,37±0,00 ^{ab}	1,22±0,10 ^b	3,30±0,26 ^b	164,59±5,27 ^b	52,68±1,26 ^b	111,91±6,33 ^b	62,80±3,31 ^b

X±Sx=Ortalama±Ortalamanın Standart Sapması, farklı harfler birbirinden farklı olan grupları göstermektedir, p<0,05.

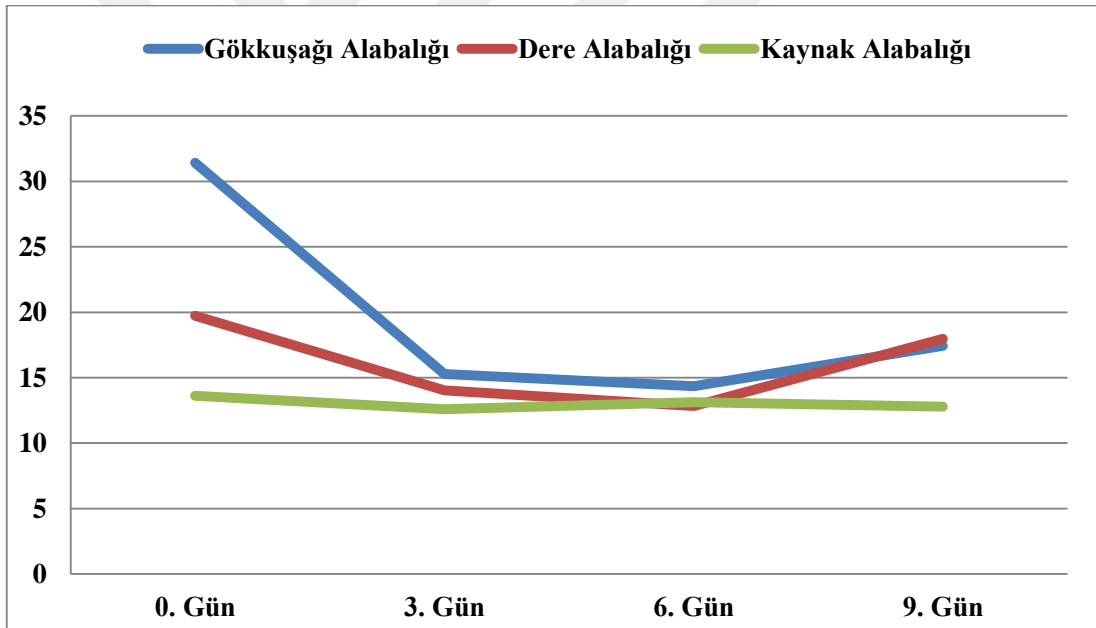
Kaynak alabalığında sertlik değeri en yüksek 0. günde 13,61±0,49 N olarak en düşükse 3. günde 12,58±0,58 N olarak belirlenmiştir. Yapışkanlık değeri en yüksek -0,05±0,01 N.sn ile 9. günde en düşükse -0,19±0,01 N.sn olarak 0. günde tespit edilmiştir. Kohesivlik, çiğnenebilirlik ve sakızimsılık bakımından en yüksek sırasıyla 0,32±0,01, 1,64±0,07 N ve 4,30±0,22 N olarak 0. gün sırasıyla en düşük 0,26±0,01, 1,22±0,01 N ve 3,30±0,26 N olarak 9. gün olmuştur. Elastikiyet ve MAZ bakımından en yüksek sırasıyla 0,38±0,02 ve 69,26±3,11 olarak 0. gün sırasıyla en düşük 0,36±0,01 ve 61,84±6,38 olarak 9. gün olmuştur. Fmax ve Fmin yönünden ise en yüksek 6. günde sırasıyla 314,65±26,22 g ve 96,58±9,42 g olarak en düşükse 0. günde sırasıyla

115,72±9,71 g ve 33,35±2,93 g olarak ölçülmüştür. Fmax-Fmin değeri en yüksek 218,06±18,58 g ile 6. günde en düşükse 75,84±15,71 g olarak 3. günde tespit edilmiştir.

5.3. Araştırma Parametrelerinin Ölüm Sonrası Günlere ve Türlere Göre Araştırma Bulguları

5.3.1. Sertliğin ölüm sonrası günlere ve türlere göre araştırma bulguları

Ölüm sonrası günlere göre türlerin sertlik değerlerinin değişimi Şekil 5.8'de verilmiştir.



Şekil 5.8. Sertliğin Günlere ve Türlere Göre Değişimi

Sertlikteki bu azalmanın miyofibriler proteinlerdeki düşüşten dolayı daha yumusak bir yapı göstermesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Ölüm sonrası 0. günde bütün türlerin sertlik değerlerinin birbirinden farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$). 0. günde sertlik en yüksek 31,43±0,28 N olarak gökkuşluğu alabalığında en düşükse 13,61±0,49 N olarak kaynak alabalığında belirlenmiştir.

Ölüm sonrası 3. günde üç türünde sertlik bakımından birbirinden farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$). 3. günde sertlik en yüksek $15,29\pm0,75$ N olarak gökkuşacağı alabalığında en düşüğe $12,58\pm0,58$ N olarak kaynak alabalığında belirlenmiştir.

Ölüm sonrası 6. günde ise sertlik yönünden gökkuşacağı alabalığı diğer iki türden farklı bulunmuştur ($p<0,05$). 6. günde sertlik en yüksek $14,36\pm0,50$ N olarak gökkuşacağı alabalığında en düşüğe $12,83\pm0,68$ N olarak dere alabalığında belirlenmiştir.

Ölüm sonrası 9. günde sertlik bakımından kaynak alabalığı diğer türlerden farkı önemli bulunmuş ($p<0,05$) diğer iki türünde birbiriyle farkı önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). 9. günde sertlik en yüksek $17,97\pm0,56$ N olarak dere alabalığında en düşüğe $12,78\pm0,65$ N olarak kaynak alabalığında belirlenmiştir.

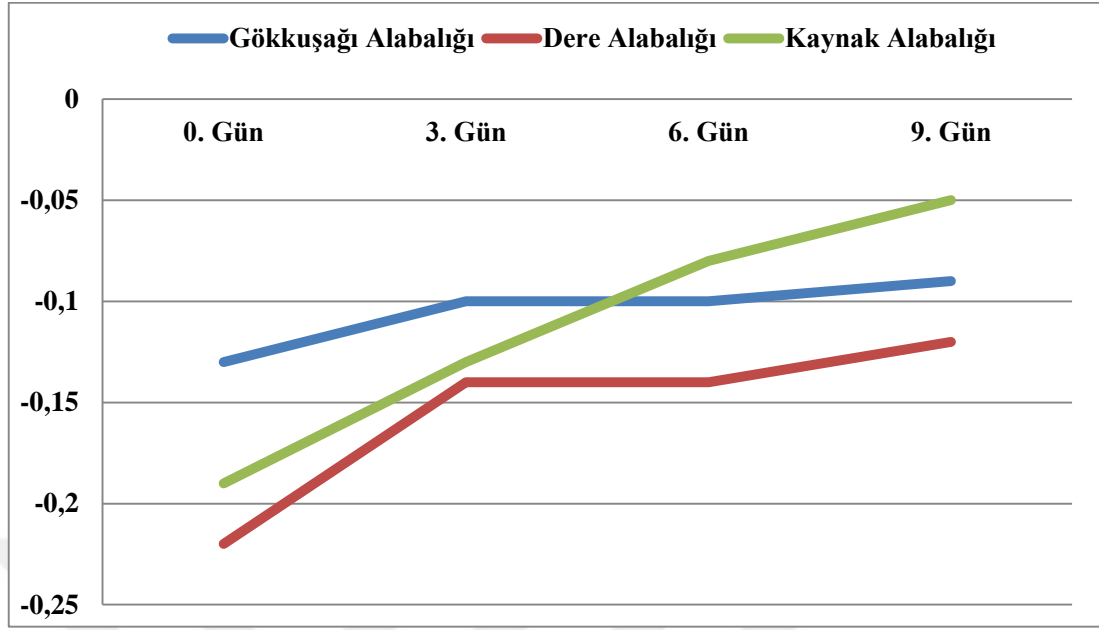
Gökkuşacağı alabalığında ölüm sonrası günlere göre sertlik bakımından 0. ve 3. günlerin kendi aralarındaki ve diğer günler arasındaki farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Gökkuşacağı alabalığında sertlik değeri en yüksek 0. günde $31,43\pm0,28$ N en düşüğe 6. günde $14,36\pm0,50$ N olarak belirlenmiştir.

Dere alabalığında ölüm sonrası bütün günlerin sertlik bakımından farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Dere alabalığında sertlik en yüksek 0. günde $19,74\pm1,48$ N olarak en düşüğe 6. günde $12,83\pm0,68$ N olarak belirlenmiştir.

Kaynak alabalığında ölüm sonrası günlere göre sertlik bakımından 0. günün 3. ve 9. günden farkı önemli ($p<0,05$) 6. günle farkı ve 3. günle 9. günün kendi aralarındaki fark önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). Kaynak alabalığında sertlik değeri en yüksek 0. günde $13,61\pm0,49$ N olarak en düşüğe 3. günde $12,58\pm0,58$ N olarak belirlenmiştir.

5.3.2. Yapışkanlığın ölüm sonrası günlere ve türlere göre araştırma bulguları

Ölüm sonrası günlere göre türlerin yapışkanlık değerlerinin değişimi Şekil 5.9'da verilmiştir.



Şekil 5.9. Yapışkanlığın Günlere ve Türlere Göre Değişimi

Ölüm sonrası 0. günde tüm türlerin yapışkanlık bakımından birbirinden farkı önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). 0. günde yapışkanlık değeri en yüksek $-0,13 \pm 0,00$ N.sn olarak gökkuşuğu alabalığında en düşüğe $-0,22 \pm 0,01$ N.sn olarak dere alabalığında tespit edilmiştir.

Ölüm sonrası 3. günde bütün türlerin yapışkanlık bakımından birbirinden farkı önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). 3. günde yapışkanlık değeri en yüksek $-0,10 \pm 0,00$ N.sn olarak gökkuşuğu alabalığında en düşüğe $-0,14 \pm 0,01$ N.sn olarak dere alabalığında tespit edilmiştir.

Ölüm sonrası 6. günde türlerin hepsinin yapışkanlık bakımından birbirinden farkı önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). 6. günde yapışkanlık değeri en yüksek $-0,08 \pm 0,01$ N.sn olarak kaynak alabalığında en düşüğe $-0,14 \pm 0,02$ N.sn olarak dere alabalığında tespit edilmiştir.

Ölüm sonrası 9. günde türlerin tamamının yapışkanlık bakımından birbirinden farkı önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). 9. günde yapışkanlık değeri en yüksek $-0,05 \pm 0,01$ N.sn olarak kaynak alabalığında en düşüğe $-0,12 \pm 0,01$ N.sn olarak dere alabalığında tespit edilmiştir.

Gökkuşağı alabalığında ölüm sonrası günlere göre yapışkanlık yönünden 0. 3. ve 9. günlerin kendi aralarında birbirinden farkı 6. günün ise sadece 0. günle farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Gökkuşağı alabalığında yapışkanlık değeri en yüksek $-0,09\pm 0,01$ N.sn ile 9. günde en düşükse $-0,13\pm 0,00$ N.sn olarak 0. günde belirlenmiştir.

Dere alabalığında ölüm sonrası günlere göre yapışkanlık bakımından 0. ve 9. günlerin kendi aralarındaki ve diğer günlerle arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Dere alabalığında yapışkanlık değeri en yüksek $-0,12\pm 0,01$ N.sn ile 9. günde en düşükse $-0,22\pm 0,01$ N.sn olarak 0. günde tespit edilmiştir.

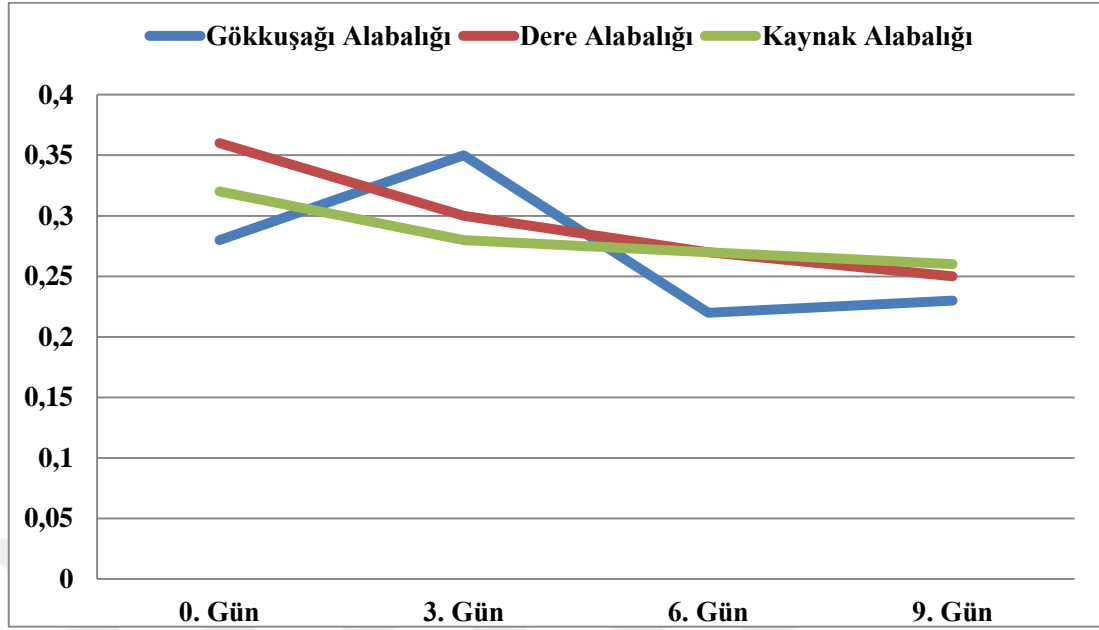
Kaynak alabalığında ölüm sonrası günlere göre yapışkanlık bakımından bütün günler arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Kaynak alabalığında yapışkanlık değeri en yüksek $-0,05\pm 0,01$ N.sn ile 9. günde en düşükse $-0,19\pm 0,01$ N.sn ile 0. günde elde edilmiştir.

5.3.3. Kohesivliğin ölüm sonrası günlere ve türlere göre araştırma bulguları

Ölüm sonrası günlere göre türlerin kohesivlik değerlerinin değişimi Şekil 5.10'da verilmiştir.

Ölüm sonrası 0. günde türlerin hepsinin kohesivlik bakımından birbirinden farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$). 0. günde kohesivlik bakımından en yüksek $0,36\pm 0,00$ ile dere alabalığı en düşük ise $0,28\pm 0,01$ ile gökkuşağı alabalığı olarak belirlenmiştir.

Ölüm sonrası 3. günde türlerin kohesivlik bakımından birbirinden farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$). 3. günde kohesivlik bakımından en yüksek $0,35\pm 0,01$ ile gökkuşağı alabalığı en düşük $0,28\pm 0,02$ ile kaynak alabalığı olmuştur.



Şekil 5.10. Kohesivliğin Günlere ve Türlerine Göre Değişimi

Ölüm sonrası 6. günde kohesivlik yönünden gökkuşığı alabalığının diğer iki türden farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$). 6. günde kohesivlik bakımından en yüksek $0,27\pm 0,01$ değeri ile dere ve kaynak alabalığı en düşük ise $0,22\pm 0,00$ ile gökkuşığı alabalığı belirlenmiştir.

Ölüm sonrası 9. günde kohesivlik yönünden gökkuşığı alabalığının diğer türlerden farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$). 9. günde kohesivlik en yüksek $0,26\pm 0,01$ değeri ile kaynak alabalığı en düşük $0,23\pm 0,01$ ile gökkuşığı alabalığı olmuştur.

Gökkuşığı alabalığında ölüm sonrası günlere göre kohesivlik farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Gökkuşığı alabalığında kohesivlik en yüksek $0,35\pm 0,01$ değeri ile 3. günde en düşük $0,22\pm 0,00$ ile 6. günde belirlenmiştir.

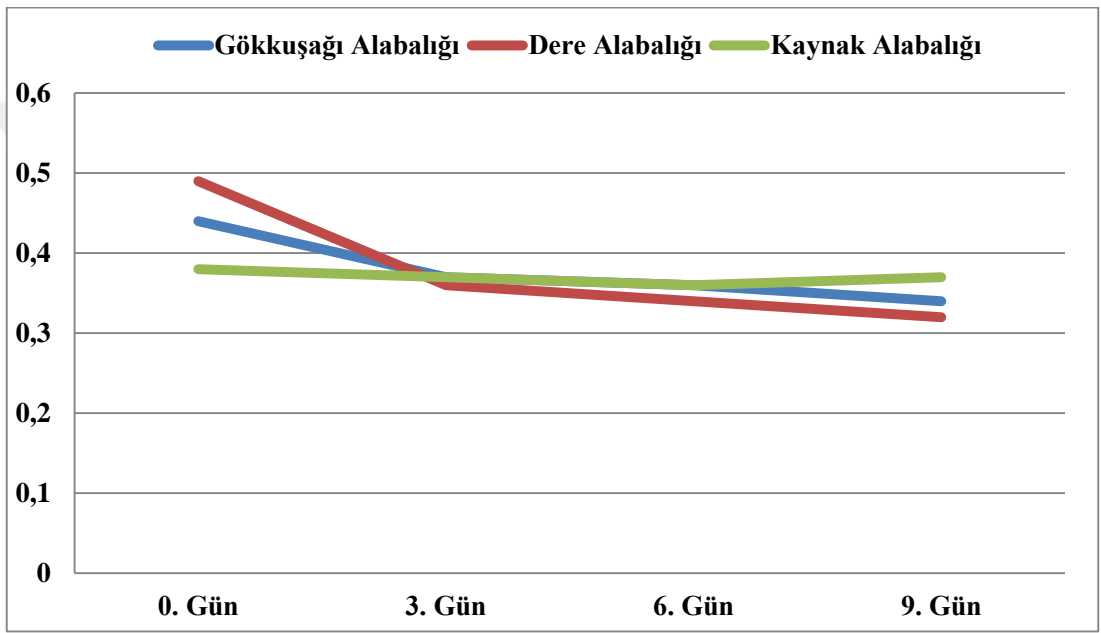
Dere alabalığında ölüm sonrası günlere göre kohesivlik bakımından fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Dere alabalığında kohesivlik en yüksek $0,36\pm 0,00$ olarak 0. günde en düşük $0,25\pm 0,02$ olarak 9. günde tespit edilmiştir.

Kaynak alabalığında ölüm sonrası günlere göre kohesivlik yönünden 0., 3. ve 9. günlerin kendi aralarında birbirinden farkı ve 6. günün 0. günle arasındaki fark önemli

bulunmuştur ($p<0,05$). Kaynak alabalığında kohesivlik en yüksek $0,32\pm0,01$ olarak 0. günde en düşük $0,26\pm0,01$ olarak 9. günde belirlenmiştir.

5.3.4. Elastikiyetin ölüm sonrası günlere ve türlere göre araştırma bulguları

Ölüm sonrası günlere göre türlerin elastikiyet değerlerinin değişimi Şekil 5.11'de verilmiştir.



Şekil 5.11. Elastikiyetin Günlere ve Türlerine Göre Değişimi

Ölüm sonrası 0. günde türlerin elastikiyet bakımından farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$). 0. günde elastikiyet değeri en yüksek $0,49\pm0,02$ ile dere alabalığında en düşüğe $0,38\pm0,02$ ile kaynak alabalığında tespit edilmiştir.

Ölüm sonrası 3. günde ise elastikiyet bakımından kaynak alabalığı ile dere alabalığının birbirinden farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$). 3. günde elastikiyet değeri en yüksek $0,37\pm0,01$ ile gökkuşığı ve kaynak alabalığında en düşüğe $0,36\pm0,01$ ile dere alabalığında tespit edilmiştir.

Ölüm sonrası 6. günde elastikiyet bakımından dere alabalığının diğer iki türden farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$). 6. günde elastikiyet değeri en yüksek $0,36\pm 0,00$ ile gökkuşacağı alabalığında en düşüğe $0,34\pm 0,01$ ile dere alabalığında tespit edilmiştir.

Ölüm sonrası 9. günde türlerin elastikiyet bakımından birbirinden farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$). 9. günde elastikiyet değeri en yüksek $0,37\pm 0,00$ ile kaynak alabalığında en düşüğe $0,32\pm 0,01$ ile dere alabalığında elde edilmiştir.

Gökkuşacağı alabalığında ölüm sonrası günlere göre elastikiyet bakımından 0. ve 3. günlerin kendi aralarındaki ve diğer günler arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Gökkuşacağı alabalığında elastikiyet değeri $0,44\pm 0,01$ olarak en yüksek 0. günde $0,34\pm 0,01$ olarakta en düşük 9. günde görülmüştür.

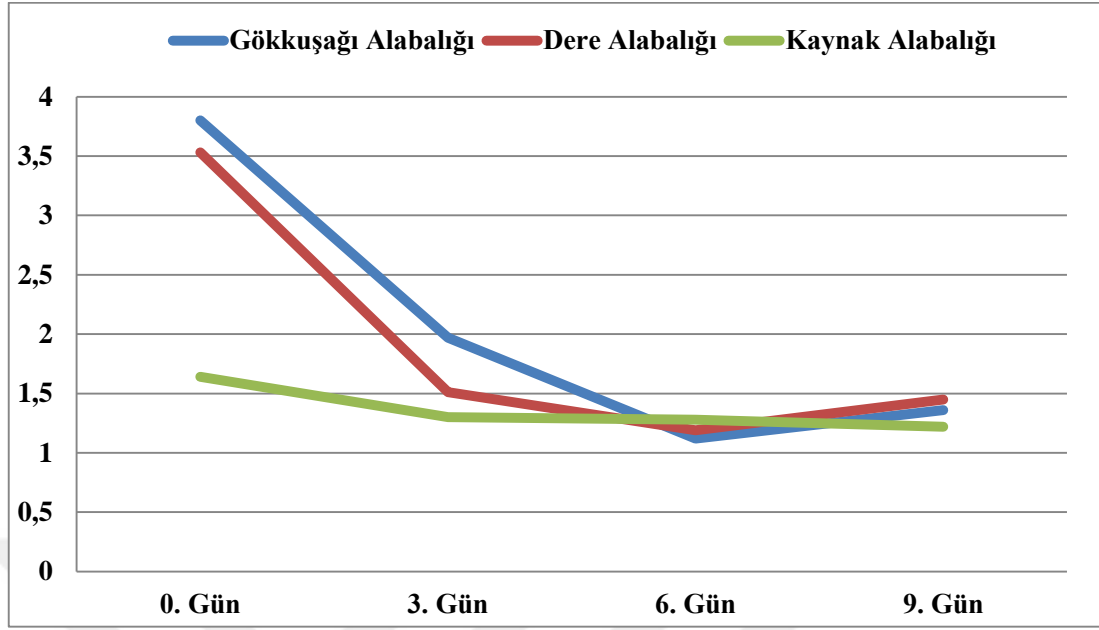
Dere alabalığında ölüm sonrası günlere göre elastikiyet bakımından fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Dere alabalığında elastikiyet en yüksek $0,49\pm 0,02$ olarak 0. günde en düşük $0,32\pm 0,01$ olarak 9. günde belirlenmiştir.

Kaynak alabalığında ölüm sonrası günlere göre elastikiyet bakımından 0. ve 6. günler arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Kaynak alabalığında elastikiyet en yüksek $0,38\pm 0,02$ olarak 0. günde en düşük $0,36\pm 0,01$ olarak 9. günde tespit edilmiştir.

5.3.5. Çiğnenebilirliğin ölüm sonrası günlere ve türlere göre araştırma bulguları

Ölüm sonrası günlere göre türlerin çiğnenebilirlik değerlerinin değişimi Şekil 5.12'de verilmiştir.

Ölüm sonrası 0. günde çiğnenebilirlik bakımından kaynak alabalığının diğer iki türden farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$). 0. günde çiğnenebilirlik yönünden en yüksek değer $3,80\pm 0,10$ N ile gökkuşacağı alabalığında en düşük $1,64\pm 0,07$ N ile kaynak alabalığında belirlenmiştir.



Şekil 5.12. Çiğnenebilirliğin Günlere ve Türlerine Göre Değişimi

Ölüm sonrası 3. günde türlerin çiğnenebilirlik bakımından birbirinden farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$). 3. günde çiğnenebilirlik yönünden en yüksek $1,97\pm 0,11$ N ile gökkuşığı alabalığı en düşük $1,30\pm 0,10$ N ile kaynak alabalığı tespit edilmiştir.

Ölüm sonrası 6. günde çiğnenebilirlik yönünden gökkuşığı alabalığı ile kaynak alabalığının birbirinden farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$). 6. günde çiğnenebilirlik yönünden en yüksek $1,28\pm 0,09$ N ile kaynak alabalığı en düşük $1,12\pm 0,7$ N ile gökkuşığı alabalığı belirlenmiştir.

Ölüm sonrası 9. günde çiğnenebilirlik bakımından kaynak alabalığının diğer türlerden farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$). 9. günde çiğnenebilirlik yönünden en yüksek $1,45\pm 0,04$ N ile dere alabalığı en düşük $1,22\pm 0,10$ N ile kaynak alabalığı olarak bulunmuştur.

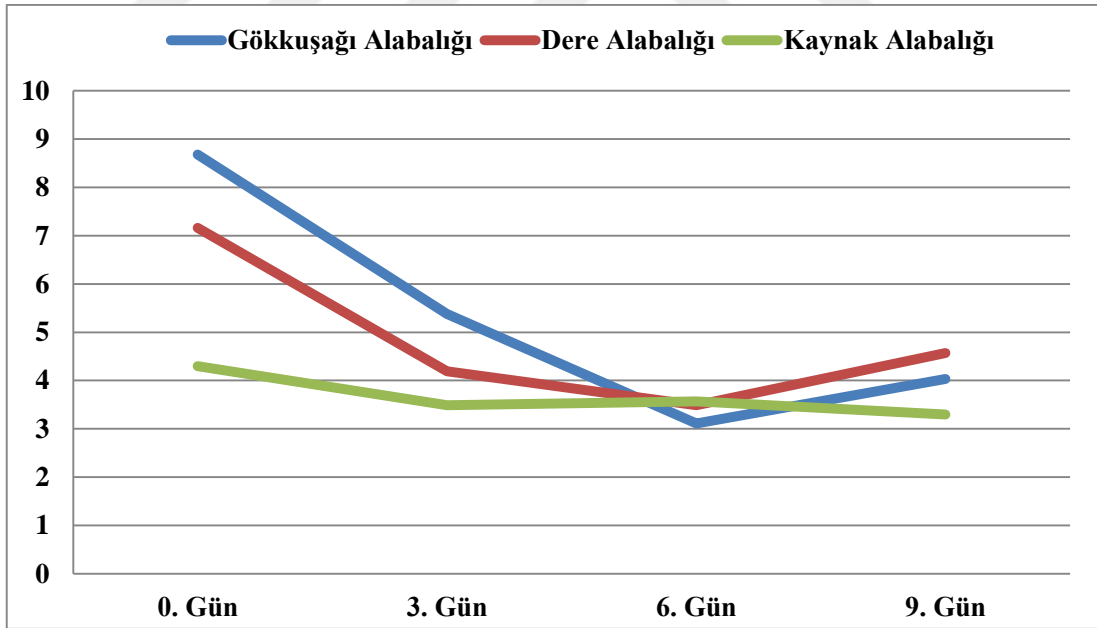
Gökkuşığı alabalığında ölüm sonrası günlere göre çiğnenebilirlik farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Gökkuşığı alabalığında çiğnenebilirlik değeri en yüksek 0. günde $3,80\pm 0,10$ N olarak en düşüğe 6. günde $1,12\pm 0,07$ N olarak belirlenmiştir.

Dere alabalığında çiğnenebilirlik yönünden 0. ve 6. günlerin kendi aralarında birbirinden farkı ve diğer günlerle arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Dere alabalığında çiğnenebilirlik değeri en yüksek 0. günde $3,53\pm 0,38$ N olarak en düşükse 6. günde $1,19\pm 0,10$ N olarak belirlenmiştir.

Kaynak alabalığında ölüm sonrası çiğnenebilirlik bakımından sadece 0. günün diğerlerinden farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Kaynak alabalığında çiğnenebilirlik bakımından en yüksek $1,64\pm 0,07$ N olarak 0. gün en düşük $1,22\pm 0,01$ N olarak 9. gün bulunmuştur.

5.3.6. Sakızimsılığın ölüm sonrası günlere ve türlere göre araştırma bulguları

Ölüm sonrası günlere göre türlerin sakızimsılık değerlerinin değişimi Şekil 5.13'de verilmiştir.



Şekil 5.13. Sakızimsılığın Günlere ve Türlerine Göre Değişimi

Ölüm sonrası 0. günde türlerin sakızimsılık bakımından birbirinden farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$). 0. günde sakızimsılık en yüksek $8,68\pm 0,32$ N ile gökkuşığı alabalığında en düşük $4,30\pm 0,22$ N ile kaynak alabalığında görülmüştür.

Ölüm sonrası 3. günde türlerin sakızimsılık bakımından birbirinden farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$). 3. günde sakızimsılık en yüksek $5,38\pm0,24$ N ile gökkuşağı alabalığında en düşük $3,49\pm0,19$ N ile kaynak alabalığında bulunmuştur.

Ölüm sonrası 6. günde sakızimsılık açısından gökkuşağı alabalığının diğer türlerden farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$). 6. günde sakızimsılık en yüksek $3,57\pm0,22$ N ile kaynak alabalığında en düşük $3,11\pm0,16$ N ile gökkuşağı alabalığında görülmüştür.

Ölüm sonrası 9. günde türlerin sakızimsılık bakımından birbirinden farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$). 9. günde sakızimsılık en yüksek $4,57\pm0,15$ N ile dere alabalığında en düşük $3,30\pm0,26$ N ile kaynak alabalığında belirlenmiştir.

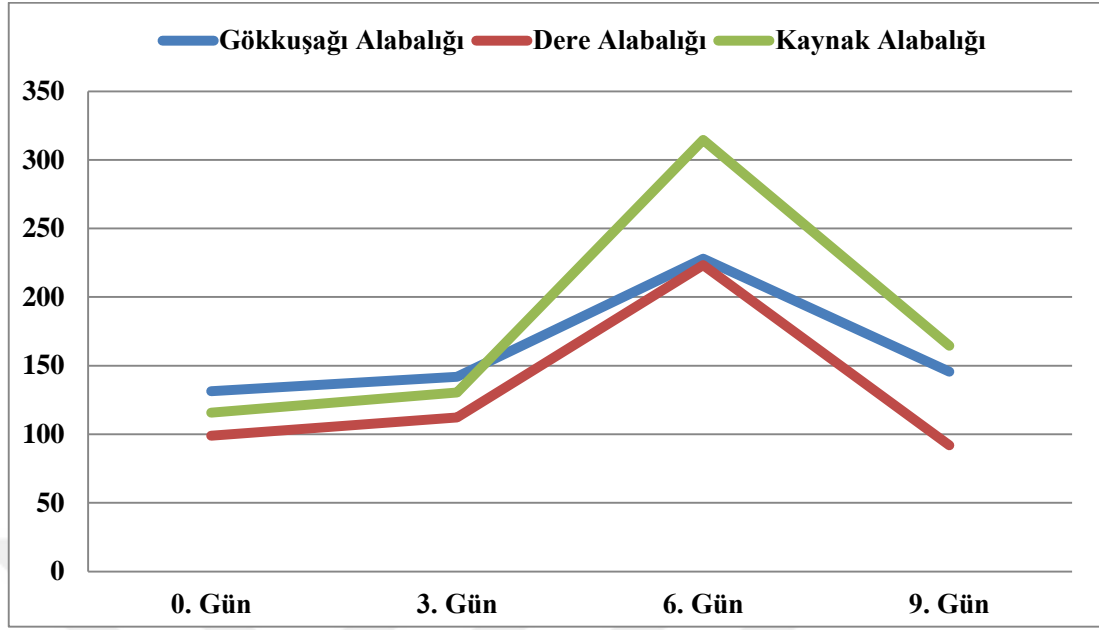
Gökkuşağı alabalığında ölüm sonrası günlere göre sakızimsılık bakımından farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Gökkuşağı alabalığında sakızimsılık değeri en yüksek 0. günde $8,68\pm0,32$ N olarak en düşüğe 6. günde $3,11\pm0,16$ N olarak belirlenmiştir.

Dere alabalığında ölüm sonrası sakızimsılık yönünden 0. ve 6. günlerin kendi aralarında birbirinden farkı ve diğer günlerle arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Dere alabalığında sakızimsılık değeri en yüksek 0. günde $7,16\pm0,59$ N olarak en düşüğe 6. günde $3,49\pm0,23$ N olarak tespit edilmiştir.

Kaynak alabalığında ölüm sonrası sakızimsılık bakımından sadece 0. günün diğer günlerden farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Kaynak alabalığında sakızimsılık en yüksek $4,30\pm0,22$ N olarak 0. günde en düşüğe $3,30\pm0,26$ N olarak 9. günde belirlenmiştir.

5.3.7. Fmax'ın ölüm sonrası günlere ve türlere göre araştırma bulguları

Ölüm sonrası günlere göre türlerin Fmax değerlerinin değişimi Şekil 5.14'de verilmiştir.



Şekil 5.14. Fmax'ın Günlere ve Türlerine Göre Değişimi

Ölüm sonrası 0. günde Fmax yönünden gökkuşığı alabalığının diğer türlerden farkı önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). 0. günde Fmax bakımından en yüksek $131,41 \pm 16,90$ g ile gökkuşığı alabalığı en düşüğe $98,95 \pm 4,78$ g ile dere alabalığı bulunmuştur.

Ölüm sonrası 3. günde Fmax değerinde sadece dere alabalığının diğer türlerden farkı önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). 3. günde Fmax en yüksek $141,81 \pm 15,18$ g ile gökkuşığı alabalığında en düşüğe $112,28 \pm 8,22$ g ile dere alabalığında bulunmuştur.

Ölüm sonrası 6. günde Fmax yönünden kaynak alabalığının diğer türlerden farkı önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). 6. günde Fmax bakımından en yüksek $314,65 \pm 26,22$ g ile kaynak alabalığı en düşüğe $223,39 \pm 8,77$ g ile dere alabalığı bulunmuştur.

Ölüm sonrası 9. günde türlerin Fmax bakımından birbirinden farkı önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). 9. günde Fmax en yüksek $164,59 \pm 5,27$ g ile kaynak alabalığında en düşüğe $91,90 \pm 9,58$ g ile dere alabalığında bulunmuştur.

Gökkuşığı alabalığında ölüm sonrası günlere göre Fmax bakımından 6. günün diğerlerinden farkı önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Gökkuşığı alabalığında Fmax en

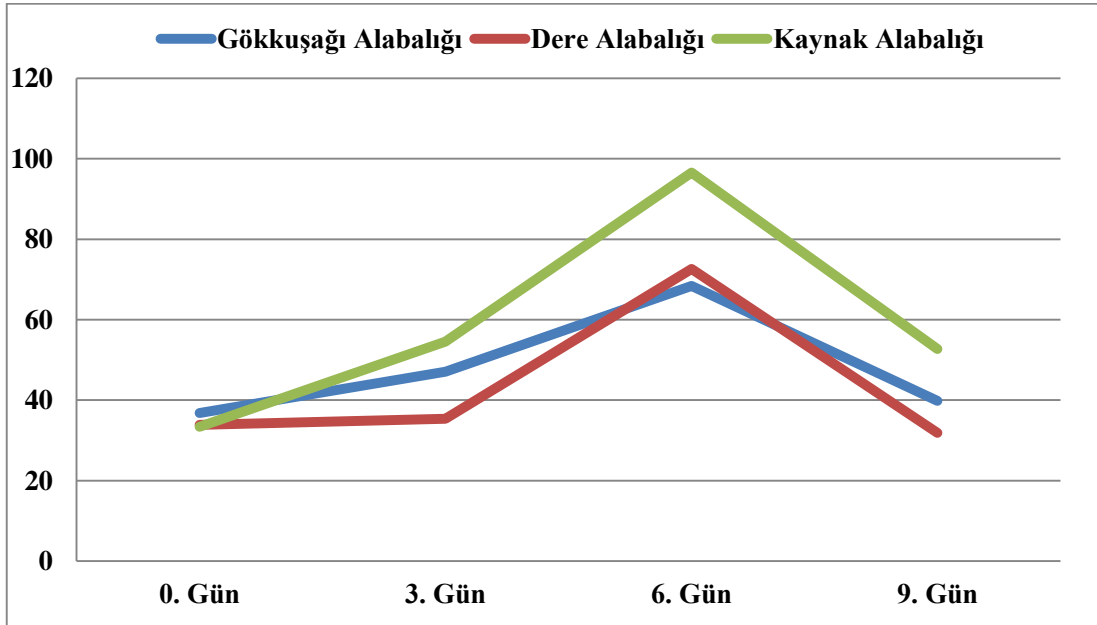
yüksek 6. günde $227,90 \pm 10,96$ g olarak en düşüğe 0. günde $131,41 \pm 16,90$ g olarak ölçülmüştür.

Dere alabalığına ölüm sonrası günlere göre F_{max} bakımından 3. ve 6. günlerin kendi aralarındaki fark ve diğer günlerden farkı önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Dere alabalığına F_{max} en yüksek 6. günde $223,39 \pm 8,77$ g olarak en düşüğe 9. günde $91,90 \pm 9,58$ g olarak ölçülmüştür.

Kaynak alabalığına ölüm sonrası günlere göre F_{max} bakımından 6. ve 9. günlerin kendi aralarındaki fark ve diğer günlerden farkı önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Kaynak alabalığına F_{max} en yüksek 6. günde $314,65 \pm 26,22$ g olarak en düşüğe 0. günde $115,72 \pm 9,71$ g olarak ölçülmüştür.

5.3.8. F_{min} 'in ölüm sonrası günlere ve türlere göre araştırma bulguları

Ölüm sonrası günlere göre türlerin F_{min} değerlerinin değişimi Şekil 5.15'de verilmiştir.



Şekil 5.15. F_{min} 'in Günlere ve Türlerine Göre Değişimi

Ölüm sonrası 0. günde Fmin bakımından üç türün arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). 0. günde Fmin en yüksek $36,80\pm 4,94$ g ile gökkuşacağı alabalığında en düşüğe $33,35\pm 2,93$ g ile kaynak alabalığında bulunmuştur.

Ölüm sonrası 3. günde türlerin Fmin bakımından birbirinden farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$). 0. günde Fmin en yüksek $54,56\pm 6,28$ g ile kaynak alabalığında en düşüğe $35,36\pm 2,99$ g ile dere alabalığında belirlenmiştir.

Ölüm sonrası 6. günde Fmin yönünden kaynak alabalığının diğer türlerden farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$). 6. günde Fmin en yüksek $96,58\pm 9,42$ g ile kaynak alabalığında en düşüğe $68,37\pm 2,14$ g ile gökkuşacağı alabalığında bulunmuştur.

Ölüm sonrası 9. günde türlerin Fmin bakımından birbirinden farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$). 9. günde Fmin en yüksek $52,68\pm 1,26$ g ile kaynak alabalığında en düşüğe $31,85\pm 3,01$ g ile dere alabalığında bulunmuştur.

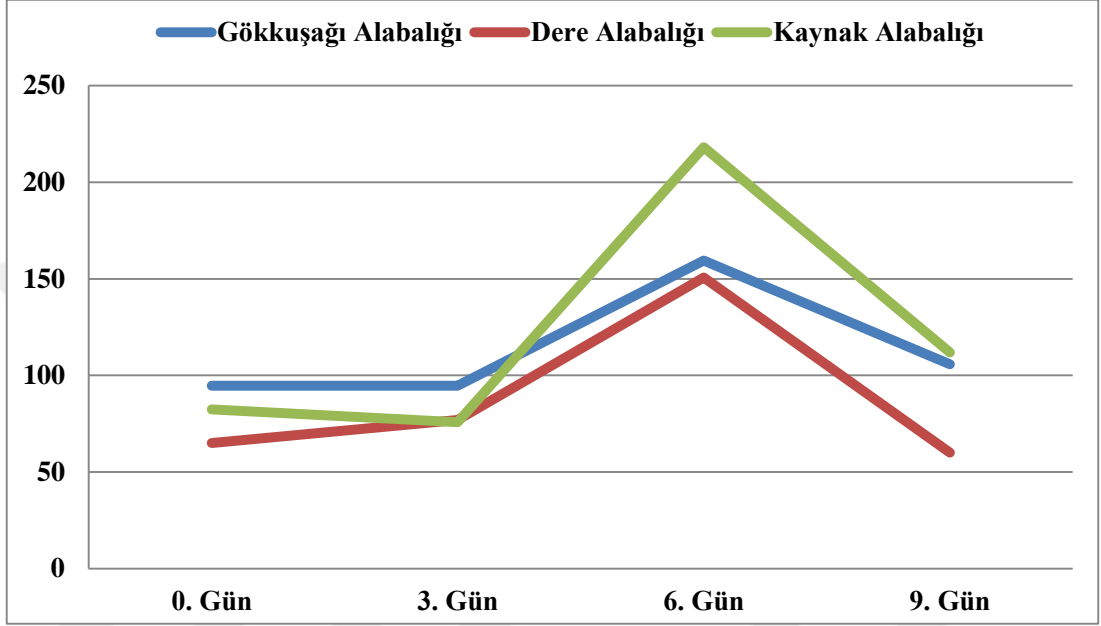
Gökkuşacağı alabalığında ölüm sonrası günlere göre Fmin yönünden 3. ve 6. günlerin kendi aralarındaki ve diğer günlerden olan farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Gökkuşacağı alabalığında Fmin en yüksek 6. günde $68,37\pm 2,14$ g olarak en düşüğe 0. günde $36,80\pm 4,94$ g olarak ölçülmüştür.

Dere alabalığında ölüm sonrası günlere göre Fmin yönünden sadece 6. günün diğer günlerden farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Dere alabalığında Fmin en yüksek 6. günde $72,63\pm 3,36$ g olarak en düşüğe 9. günde $31,85\pm 3,01$ g olarak belirlenmiştir.

Kaynak alabalığında ölüm sonrası günlere göre Fmin bakımından 0. ve 6. günlerin kendi aralarındaki fark ve diğer günlerden olan farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Kaynak alabalığında Fmin en yüksek 6. günde $96,58\pm 9,42$ g olarak en düşüğe 0. günde $33,35\pm 2,93$ g olarak tespit edilmiştir.

5.3.9. Fmax-Fmin'in ölüm sonrası günlere ve türlere göre araştırma bulguları

Ölüm sonrası günlere göre türlerin Fmax-Fmin değerlerinin değişimi Şekil 5.16'da verilmiştir.



Şekil 5.16. Fmax-Fmin'in Günlere ve Türlerine Göre Değişimi

Ölüm sonrası 0. günde Fmax-Fmin değerinde sadece dere alabalığının diğer türlerden farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$). 0. günde Fmax-Fmin en yüksek gökkuşığı alabalığında $94,61\pm 12,87$ g olarak en düşüğe $65,05\pm 2,60$ g olarak dere alabalığında bulunmuştur.

Ölüm sonrası 3. günde Fmax-Fmin bakımından gökkuşığı alabalığının diğer iki türden farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$). 3. günde Fmax-Fmin en yüksek gökkuşığı alabalığında $94,74\pm 10,14$ g olarak en düşüğe $75,84\pm 15,71$ g olarak kaynak alabalığında bulunmuştur.

Ölüm sonrası 6. günde Fmax-Fmin yönünden kaynak alabalığının diğer türlerden farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$). 6. günde Fmax-Fmin en yüksek kaynak alabalığında $218,06\pm 18,58$ g olarak en düşüğe $150,75\pm 5,77$ g olarak dere alabalığında belirlenmiştir.

Ölüm sonrası 9. günde Fmax-Fmin bakımından dere alabalığının diğer iki türden farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$). 9. günde Fmax-Fmin en yüksek kaynak alabalığında $111,91\pm6,33$ g olarak en düşüğe $60,05\pm6,65$ g olarak dere alabalığında bulunmuştur.

Gökkuşığı alabalığında ölüm sonrası Fmax-Fmin bakımından 6. günün diğer günlerden farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Gökkuşığı alabalığında Fmax-Fmin en yüksek 6. günde $159,53\pm9,07$ g olarak en düşüğe 0. günde $94,61\pm12,87$ g olarak ölçülmüştür.

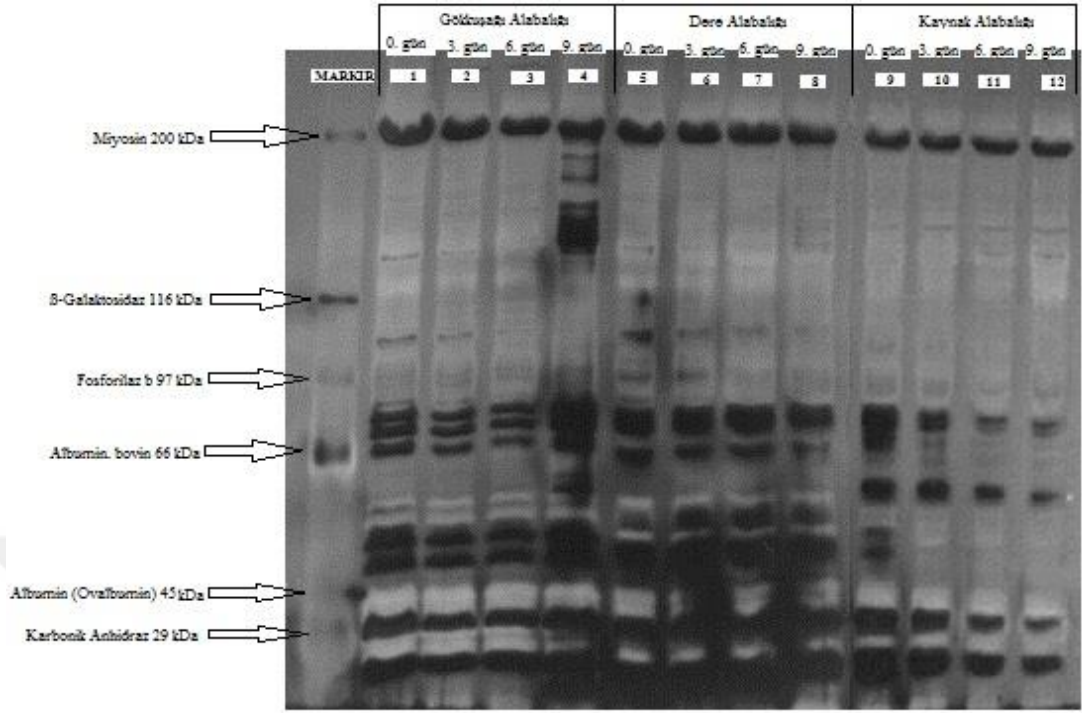
Dere alabalığında ölüm sonrası Fmax-Fmin bakımından 3. ve 6. günlerin kendi aralarındaki fark ve diğer günlerden olan farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Dere alabalığında Fmax-Fmin en yüksek 6. günde $150,75\pm5,77$ g olarak en düşüğe 9. günde $60,05\pm6,65$ g olarak bulunmuştur.

Kaynak alabalığında ölüm sonrası Fmax-Fmin bakımından 6. ve 9. günlerin kendi aralarındaki fark ve diğer günlerden olan farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Kaynak alabalığında Fmax-Fmin değeri en yüksek $218,06\pm18,58$ g ile 6. günde en düşüğe $75,84\pm15,71$ g olarak 3. günde tespit edilmiştir.

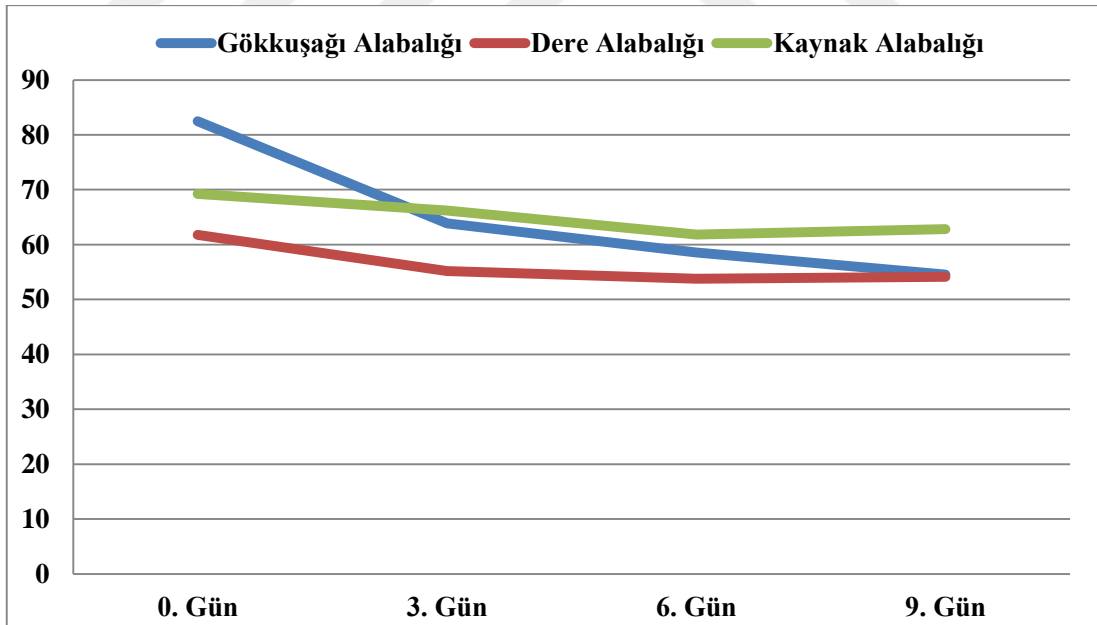
5.3.10. Miyosin ağır zincirlerinin(MAZ) ölüm sonrası günlere ve türlere göre araştırma bulguları

Ölüm sonrası günlere göre türlerin miyosin ağır zinciri (MAZ) değerlerinin hesaplandığı jelin fotoğrafı Şekil 5.17'de ve miyosin ağır zinciri (MAZ) değerlerinin değişimi Şekil 5.18'de verilmiştir.

Ölüm sonrası 0. günde türlerin MAZ bakımından birbirinden farkı önemli bulunmuştur ($p<0,05$). 0. günde miyosin ağır zincirleri (MAZ) bakımından $82,48\pm1,07$ ile en yüksek gökkuşığı alabalığı en düşüğe $61,80\pm2,27$ ile dere alabalığı bulunmuştur.



Şekil 5.17. Araştırmada Elde Edilen Jelin Görüntüsü



Şekil 5.18. Miyosin Ağır Zincirinin (MAZ) Günlere ve Türlerine Göre Değişimi

Ölüm sonrası 3. günde MAZ yönünden sadece dere alabalığının diğer türlerden farkı önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). 3. günde miyosin ağır zincirleri (MAZ) $66,21 \pm 3,46$ ile

en yüksek kaynak alabalığında en düşükte $55,18 \pm 5,26$ ile dere alabalığında bulunmuştur.

Ölüm sonrası 6. günde MAZ açısından sadece dere alabalığı ile kaynak alabalığı arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). 6. günde miyosin ağır zincirleri (MAZ) bakımından $61,84 \pm 6,38$ ile en yüksek kaynak alabalığı en düşükte $53,76 \pm 4,57$ ile dere alabalığı bulunmuştur.

Ölüm sonrası 9. günde MAZ bakımından kaynak alabalığının diğer türlerden farkı önemli bulunmuş ($p < 0,05$) diğer iki türde birbiriyle farkı önemsiz bulunmuştur ($p > 0,05$). 9. günde miyosin ağır zincirleri (MAZ) açısından $62,80 \pm 3,31$ ile en yüksek kaynak alabalığı en düşükte $54,12 \pm 2,71$ ile dere alabalığı bulunmuştur.

Gökkuşacağı alabalığında ölüm sonrası günlere göre MAZ yönünden 0. 3. ve 9. günlerin kendi aralarında birbirinden farkı 6. günün ise sadece 0. günle farkı önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Gökkuşacağı alabalığında MAZ değeri $82,48 \pm 1,07$ olarak en yüksek 0. günde $54,53 \pm 3,18$ olarak en düşük 9. günde görülmüştür.

Dere alabalığında ölüm sonrası MAZ açısından sadece 0. günün diğer günlerden farkı önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Dere alabalığında MAZ değeri en yüksek 0. günde $61,80 \pm 2,27$ olarak en düşükse 6. günde $53,76 \pm 4,57$ olarak belirlenmiştir.

Kaynak alabalığında ölüm sonrası günlere göre MAZ açısından 0. günün 6. ve 9. günlerden farkı önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Kaynak alabalığında MAZ en yüksek $69,26 \pm 3,11$ olarak 0. günde en düşük $61,84 \pm 6,38$ olarak 9. günde bulunmuştur.

6. TARTIŞMA

Günümüzde gerek avcılık ile gerek yetiştiricilik yolu hasat edilen balıklar uzun mesafelere gönderilmektedir. Balıkların uzun mesafelere transferinde kimyasal, fiziksel ve duyuşal parametreler bakımından stabil kalmaları arzu edilmesine rağmen zayıf kas yapılarından dolayı sık sık tekstürel problemlerle karşılaşmaktadır (Godiksen et al 2009).

Balık tekstürü önemli bir kalite parametresidir. Eğer bir ürün çok yumuşak veya yeterince elastikiyete sahip değilse ürünün işlenmesinde zorluklara ve tüketicinin ürünün tazeliğı hakkında şüpheye düşmesine sebebiyet verecektir. Diğer taraftan çok sert veya sakızimsı özelliğı yüksek olan ürünlerde çiğneme esnasında yüksek direnç görüleceğinden tüketici tarafından tercih edilmeyecektir (Michalczyk and Krzysztof 2009).

Taze balık filetolarının karakteristik özelliklerinden bir tanesi parmak veya test ortamında dokuya kuvvet uygulandığında tekrar orijinal pozisyonuna dönebilme kabiliyetidir. Bu özellik daha çok kasın sertliğı olarak değerlendirilir. Eğer balık dokusunda herhangi bir nedenden dolayı (bozulma, işleme v.b.) değışiklik meydana gelmiş ise dokunun sertliğı de değışecektir (Quevedo and Aguilera 2010).

Su ürünlerinin tüketilebilirliğini belirleyen parametrelerden en önemlilerinden bir tanesi taze kasın sertliğıdir (Veland and Torrissen 1999; Quevedo and Aguilera 2010; Botta 1997; Sigurgisladottir et al. 1999). Alabalık türlerinde doku sertliğı ile ilgili birçok araştırma yapılmıştır (Bjornevik et al. 2004; Cardinal et al. 2004; Casas et al. 2006; Espe et al. 2004; Farmer et al. 2000; Folkestad et al. 2008).

Tekstür analizi sonuçlarına göre ölüm sonrası gün geçtikçe sertlik, kohesivlik, elastikiyet, çiğnenebilirlik ve sakızimsılık değıerleri düşmüş; yapışkanlık, Fmax, Fmin, ve Fmax-Fmin değıerleri önce artırmış sonra düşmüştür. Balık kasının sertliğı bağı

dokusuna ve miyosin ile aktinden oluşan miyofibrillere bağlıdır. Sertlik gibi önemli tekstür analiz parametrelerinde depolama esnasında gözlenen düşüşlerin tam mekanizması bilinmemesine rağmen bazı yazarlar bu değişim sürecinde endogenik proteolitik enzimlerin kas yapısını bozmada etkili olduklarını düşünmektedirler (Andersen and Others 1995; Einen and Thomassen 1998). Benzer şekilde bu çalışmada da bazı tekstür analiz değerinin düşmesini; proteolitik enzimlerin kas yapısını değiştirerek miyoflament bozulmasına neden olmasına bağlayabiliriz (Hultmann and Rustad 2002; Jonsson et al. 2001; Kiessling et al. 2004; Roth et al. 2002). Balık kasında meydana gelen tekstürel değişiklikler, balıklara verilen diyet miktarı ve kompozisyonu, su sıcaklığı, balık kasının proximate özelliklerinden de etkilemektedir (Andersen et al. 1997; Lanari et al. 1999; Thakur et al. 2002, 2003). Fakat bu çalışmada kullanılan bütün balıklar aynı kültür ortamında ve aynı yem kullanılarak yetiştirildiklerinden bu faktörler ile ilgili açıklamalara değinilmemiştir.

SDS-PAGE sonuçlarına göre miyosin ağır zincirlerinde ölüm sonrası gün geçtikçe azalma görülmüştür ($p < 0,05$). Gökkuşacağı ve dere alabalıklarında gözlemlenen bu azalma ilk günlerde fazla iken depolamanın ilerleyen günlerinde azalmıştır. İlk günlerdeki azalmayı myofibril-myofibril bağlarının kopması, depolamanın ilerleyen günlerindeki daha yavaş olan düşüşleri ise myofibril-myocommata bağlarının kopması ile izah edilebilir (Taylor ve ark. 1995).

7. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu araştırmada ölüm sonrası üç farklı alabalık türünde (*Oncorhynchus mykiss*, *Salmo trutta fario* ve *Salvelinus fontinalis*) sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet, çiğnenebilirlik, sakızimsılık, Fmax, Fmin ve Fmax-Fmin tekstürel değerleri ile miyofibriler proteinlerden miyosinin ağır zincirlerindeki kütleli değişimler 0., 3., 6. ve 9. günlerde belirlenmiş ve karşılaştırılmıştır.

Tekstür analizi sonuçlarına göre ölüm sonrası gün geçtikçe sertlik, kohesivlik, elastikiyet, çiğnenebilirlik ve sakızimsılık değerleri düşmüştür; yapışkanlık, Fmax, Fmin, ve Fmax-Fmin değerleri önce artırmış sonra düşmüştür. Balık kasının sertliği bağ dokusuna ve miyosin ile aktinden oluşan miyofibrillere bağlıdır. Sertlik gibi önemli tekstür analiz parametrelerinde depolama esnasında gözlenen düşüşlerin tam mekanizması bilinmemesine rağmen bazı yazarlar bu değişim sürecinde endogenik proteolitik enzimlerin kas yapısını bozmada etkili olduklarını düşünmektedirler (Andersen and others 1995; Einen and Thomassen 1998). Benzer şekilde bu çalışmada da bazı tekstür analiz değerinin düşmesini; proteolitik enzimlerin kas yapısını değiştirerek miyoflament bozulmasına neden olmasına bağlayabiliriz (Hultmann and Rustad 2002; Jonsson et al. 2001; Kiessling et al. 2004; Roth et al. 2002). Balık kasında meydana gelen tekstürel değişiklikler, balıklara verilen diyet miktarı ve kompozisyonu, su sıcaklığı, balık kasının proximate özelliklerinden de etkilemektedir (Andersen et al. 1997; Lanari et al. 1999; Thakur et al. 2002, 2003). Fakat bu çalışmada kullanılan bütün balıklar aynı kültür ortamında ve aynı yem kullanılarak yetiştirildiklerinden bu faktörler ile ilgili açıklamalara değinilmemiştir.

SDS-PAGE sonuçlarına göre miyosin ağır zincirlerinde ölüm sonrası gün geçtikçe azalma görülmüştür ($p < 0,05$). Gökkuşacağı ve dere alabalıklarında gözlemlenen bu azalma ilk günlerde fazla iken depolamanın ilerleyen günlerinde azalmıştır. İlk günlerdeki azalmayı myofibril-myofibril bağlarının kopması, depolamanın ilerleyen günlerindeki daha yavaş olan düşüşleri ise myofibril-myocommata bağlarının kopması ile izah edilebilir (Taylor ve ark. 1995). Ayrıca, SDS-PAGE sonuçları ile tekstür

analizi sonuçları birbirini destekler niteliktedir. Kaynak alabalığı hem tekstürel özellikleri hem de SDS-PAGE sonuçları göz önünde bulundurulduğunda depolama sürecince diğer alabalık türlerine nazaran daha az kas dokusu değişikliğine maruz kaldığı gözlemlenmiştir. Ölüm sonrası kas dokusu proteinlerinde meydana gelen değişiklikler; tür farklılığı, depolama sıcaklığı, ölüm öncesi stres, balıkların fizyolojik durumları gibi birçok faktörden etkilenmektedir. (Suárez et al. 2010). Bu nedenle kaynak alabalığında gözlemlenen farklılığın hangi faktörlerden kaynaklandığını belirlemek için ek çalışmalara ihtiyaç vardır.

Sonuç olarak; üç farklı alabalık türünün kullanıldığı çalışmada tüm alabalık türlerinde depolama süreci boyunca hem tekstürel parametrelerde hem de miyofibriller proteinlerde bozulma meydana gelmiştir. Fakat bu bozulmanın depolama süresince en az kaynak alabalığında gerçekleştiği belirlenmiştir. Bu nedenle ülkemizde en fazla gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılıyor olmasından dolayı tekstürel özelliklerindeki bozulmanın daha az olduğu kaynak alabalığının da yetiştiriciliğine önem verilmesi ve duo-culture (ikili yetiştirme) çalışmalarında kaynak alabalığının da yer alması gerektiği kanısına varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Abe H. ve Okuma E., Rigor-mortis progress of carp acclimated to different water temperatures. *Nipp. Suis. Gakk.*, 1991, 57:2095-2100. activity changes during refrigerated storage in sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) muscle after high-pressure treatment. *European Food Research and Technology* 222, 527–535.
- Ade, R., 1982. *The Salmon Handbook*. Andre Deutsch.
- Aktas, N. ve Gökalp, H.Y. 2002. Protein-Su İnteraksiyonları. *Gıda*, 27, [5], 385-393. alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum,1792) anaçlarının yumurta verimi ve
- Andrew JR, 1999. *Food Texture: Measurement and Perception*. USA: Aspen Publisher, pp. 3-16.
- Anonim, 2004. *FAO Yearbook 2000, Fisheries Statistics*, Vol. 88/1, Rome
- Anonim. 2004. *Türkiye'ye Özgü Beslenme Rehberi*. T.C. Sağlık Bakanlığı, Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Arabacı, M., 2007. *Gökkuşluğu Alabalığı Yetiştiriciliği*. Doğu Anadolu Kalkınma Programı Tarım ve Kırsal Kalkınma Bileşeni Yayınları.
- Aras, M.S., Bircan, R. ve Aras, N.M., 1995. Genel Su Ürünleri ve Balık Üretim Esasları. Atatürk Üniv. Zir. Fak. Yayınları, No:173, Erzurum, s 348.
- Aras, M.S., Bircan, R., Aras, N.M., 1997, Genel Su Ürünleri ve Balık Üretimi Esasları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Erzurum, s.13.
- Aras, N.M., Kocaman E.M., Aras, M.S., 2000. Genel Su Ürünleri ve Kültür Balıkçılığı Temel Esasları. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Su Ürünleri Bölümü, ErzurumYayın No:216.
- Aras, S., O. Çetinkaya, M. Karataş, 1997. Present status of Anatolian trout (*Salmo trutta macrostigma*, Dum.,1858) in Türkiye, Akdeniz Balıkçılık. K., 9-11 Nisan, İzmir, 605-613 s.
- Ashie, I.N.A., Smith, J.P., and Simpson B.K., 1996, Spoilage and Shelf-Life Extension of Fresh Fish and Shellfish. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 36 (182), 87-121
- Auburg, S.P., Pineiro, C., Gallardo, J.M., Barros-Velazquez, J., 2005. Biochemical changes and quality loss during chilled storage of farmed turbot (*Psetta maxima*). *Food Chemistry* 90, 445–452.
- Barddach, E.J., Ryther, J.H. and McLarney, W.O., 1976. *Aquaculture*. John Wiley&Sons, USA.

- Baygar T. ve Varlık C., Balıklarda soğuk zincir uygulaması ve balık satış yerlerinin durumu. *Standard*, 2002, 484:48-54
- Baysal A. Beslenme. Hatipoğlu Yayınevi, Ankara, 2002.
- Belitz H.D., Grosch W. ve Schieberle P., *Lehrbuch der Lebensmittelchemie*, Springer Verlag, D-69126 Heidelberg, Deutschland, 2001.
- Bjornevik, M.; Espe, M.; Beattie, C.; Nortvedt, R.; Kiessling, A.: Temporal variation in muscle fibre area, gaping, texture, colour and collagen in triploid and diploid Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture* 84 (2004), 530-540
- Booth DA, Earl T, Mobini S, 2003. Perceptual channels for the texture of food. *Appetite*, 40: 69-76.
- Brandt MA, Skinner EZ, Coleman JA, 1963. Texture profile method. *J Food Sci*, 28: 404-409.
- Bruno, D.W. and Poppe, T.T., 1996. A colour atlas of salmonid diseases. Academic Press, London.
- Caballero, M.J., Betancor, M., Escrig, J.C., Montero, D., Espinosa de los Monteros, A., Castro, P., Ginés, R., Izquierdo, M., 2009. Post mortem changes produced in the muscle of sea bream (*Sparus aurata*) during ice storage. *Aquaculture* 291, 210–216.
- Campus, M., Addis, M.F., Cappuccinelli, R., Porcu, M.C., Pretti, L., Tedde, V., Secchi, N., Stara, G., Roggio, T., 2010. Stress relaxation behaviour and structural changes of muscle tissues from Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata* L.) following high pressure treatment. *J. Food Eng.* 96, 192–198.
- Candogan, K. 2000. Bacterial Starter Cultures, Aging and Fermentation Effects on
- Canyurt, M. A., 1977, Yavru son balığı (*Salmo salar* L.) Yetiştiriciliği ile ilgili bazı parametreler üzerine araştırmalar. Tübitak Bilim Kongresi Tebliği. Ankara.
- Cardello AV, Matas A, and Sweeney J, 1982. The standard scales of texture: Rescalling by magnitude estimation. *J Food Sci*, 47: 1738-1742.
- Chéret, R., Hernández-Andrés, A., Delbarre-Ladrat, C., 2006. Proteins and proteolytic
- Colombo M.M., Colombo F., Biondi P.A., Malandra R. and Renon P., “Substitution of fish species detected by thin-layer isoelectric focusing and a computer-assisted method for the evaluation of gels”, *Chromatogr.*, 880: 303-309 (2000).
- Culloli, J. 1995. Meat tenderness: Mechanical assessment. In A. Ouali, D. I. DeMeyer and F. J. M. Smulders (Eds.), *Expression of tissue proteinases and regulation of protein degradation as related to meat quality* (pp. 239-263). Utrecht (The Netherlands): ECCEAMST.

- Çaklı, Ş., Kışla, D., 2003. Su Ürünlerinde Mikrobiyal Kökenli Bozulmalar ve Önleme Yöntemleri. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 20 (1-2), 239-245.
- Çelikkale, M.S., 1988. İç Su Balıkları Yetistirciliği. Cilt I, K.T.Ü. Basım Evi, Trabzon, s.11-13.
- Çelikkale, M.S., 1994. İçsu Balıkları ve Yetistirciliği. Cilt I. K.T.Ü. Sürmene Deniz Bilimleri Fak., Genel Yay. No:124, Fak. Yay. No:2, K.T.Ü. Basımevi, Trabzon, s 419.
- Damodaran, S., Paraf, A. 1997. Food Proteins and Their Applications. Marcel Dekker, Inc. Newyork- Basel.681p.
- Dincer B, 1992. *Et Bilimi ve Teknolojisi*, 4. Basım, Kozan Ofset Ankara: ss. 59-87.
- Elvevoll E.O., Sorensen N.K. Osterud B. Ofstad R. ve Martinez I., Processing of marine foods. *Meat Sci.*, 1996, 43:265-267.
- Ertas, A.H., 1981. Balık mikroflorası ve kutu konserve balıklarda bozulmaya neden olan bakteriler, *Gıda Derg.*, 6(4), 7-9.
- Esaiassen M., Nisen H., Joensen S., Skjerdal T., Carlehög M., Eilertsen G., Gunderesen B. ve Elvevoll E., Effects of catching methods on quality changes during storage of cod (*Gadus morhua*). *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*. 2004, 37:643-648.
- Espe, M.; Ruohonen, K.; Bjørnevik, M.; Frøyland, L.; Nortvedt, R.; Kießling, A.: Interactions between ice storage time, collagen composition, gaping and textural properties in farmed salmon muscle harvested at different times of the year. *Aquaculture* 204 (2004), 489-504
- Foegeding EA, Brown J, Drake MA, Daubert CR, 2003. Sensory and mechanical aspects of cheese texture. *Int Dairy J*, 13: 585-591.
- Foegeding, E. A., Lanier, T. C., Hultin, H. O., 1996. Characteristics of Edible Muscle Tissues. *Food Chemistry*, (3), 879-942.
- Forne, I., Abián, J., Cerdà, J., 2010. Fish proteome analysis: model organisms and nonsequenced species. *Proteomics* 10, 858–872.
- Froese, R. ve Pauly, D., 1999. (Editors). Fishbase 99. World Wide Web Electronic Publication. [Http://www.fishbase.org](http://www.fishbase.org).
- Garcia, M.L., Dominguez, R., Galz, M.D., Casas, C. and Selgas, M.D. 2002. Utilization of cereal ve fruit fibres in low fat dry fermented sausages. *Meat Science*, 60, 227– 236.
- Geldiay, R. ve Balık, S., 1996. Türkiye Tatlı Su Balıkları. Ege Üniv. Su Ürünleri Fak. Yay. No:46, Ders Kitabı Dizini No:16, Ege Üniv. Basımevi, Bornova-İzmir, s 532.

- Geldiay, R. ve Balık, S., 1999. Türkiye Tatlı Su Balıkları, E.Ü. Su Ürünleri Fak. Yayınları, No:46, Ders Kitabı Dizisi No:16, İzmir, 519 s.
- Gennari, M., Tomaselli, S., and Catrona, V., 1999, The microflora of fresh and spoiled sordines (*sordina pilchardus*) caught in Adriatic (Mediterranean) Sea and stored in ice. Food Microbiology, 16, 15-28.
- Gillespie, E.L. 1960. The Science of Meat and Meat Products. Reinhold Publishing Corporation, N.Y.pp 436.
- Gobantes, I., Choubert, G. and Gomez, R., 1998, Quality of Pigmented (Astaxanthin and Canthaşanhin) Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Fillets Stored Under Vacuum Packaging During Chilled Storage. Journal Agriculture Food Chemistry, 46, 4358-4362.
- Godiksen, H., Morzel, M., Hyldig, G., & Jessen, F. (2009). Contribution of cathepsins B, L and D to muscle protein profiles correlated with texture in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Food Chemistry, 113(4), 889-896.
- Göğüş, A. K., Kolsarıcı, N., 1992. Su Ürünleri Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:1243, 261 s, Ankara.
- Gökalp, H.Y. 1989. Et ve Su Ürünleri İşleme Teknolojisi Ders Notu. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Gıda Bilimi ve Teknolojisi Bölümü, Erzurum.
- Gökalp, H.Y., Kaya, M. ve Zorba, Ö. 2004. Et Ürünleri İşleme Mühendisliği. Atatürk Üniversitesi Yayın No: 786. Ziraat Fakültesi Yayın No: 320. p. 564.Erzurum.
- Gönül, M. 1986. Gıda Analizleri. E.Ü. Mühendislik Fakültesi çoğaltma yayınları No:64 İzmir.
- Gram L., Dalgaard P. Fish spoilage bacteria problems and solutions. Curr. Opin. Biotech. 13, 262-266 (2002).
- Gram, L., 1992, Evaluation of the bacteriological quality of seafood. International Journal of Food Microbiology. 16, 25-39.
- Gram, L., Huss, H.H., 1996, Microbial spoilage of fish and fish products. International Journal of Food Microbiology 33.121-137.
- Greenberk, D. B. , 1969.Forellenzucht Verlagpaul Parey. Hamburg Una Berlin.
- Grigorakis, K., Alexis, M., 2005. Effects of fasting on the meat quality and fat deposition of commercial-size farmed gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) fed different dietary regimes. Aquac. Nutr. 11, 341-344.
- Güner, Y. ve Tekinay A. A., 2002. Ege bölgesi'nde bir ticari işletmedeki gökkuşuğu
- Herold, H., 1970. Knaure Tierrich in Frarben Fische Munchen/Zürich.

- Huidobro, F. R., Miguel, E., Blazquez, B. and Onega, E. 2005. A comparison between two methods (Warner-Bratzler and texture profile analysis) for testing either raw meat or cooked meat. *Meat Sci.*, 69, 527-536.
- Hultin, H. O., 1994. Oxidation of Lipids in Seafoods. In: F. Shahidi and J. R. Botta, Seafoods. Chemistry, Processing Technology and Quality. Blackie Academic, Glasgow, 49-74.
- Iwamoto M., Ioaka H., Saito M. ve Yamanaka H., Relation between rigor mortis of sea bream and storage temperatures. *Nipp. Suis. Gakk.*, 1985, 51:443-446.
- Johnston, I.A., 1999. Muscle development and growth: potential implications for flesh quality in fish. *Aquaculture* 177, 99–115.
- Johnston, I.A., Cole, N.J., Abercromby, M., Vieira, V.L.A., 1998. Embryonic temperature modulates muscle growth characteristics in larval and juvenile herring *Clupea harengus*. *J. Exp. Biol.* 201, 623–646.
- Johnston, I.A., Moon, T.W., 1980. Endurance exercise training in the fast and slow muscles of a teleost fish (*Pollachius Virens*). *J. Comp. Physiol.* 135, 147–156.
- Kaya, Y., Duyar, H.A. ve Erdem, M.E. 2004. Balık yağ asitlerinin insan sağlığı için önemi. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, Cilt 21, Sayı (3-4): 365-370, 2004.
- Khayat, A., Schwall, D., 1983. Lipid Oxidation in Seafood. *Food Technology*, July, 130-140.
- Kiessling, A.; Lindahl-Kiessling, K.; Kiessling, K-H.: Energy utilisation and metabolism in spawning migrating Early Stuart sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*): The migratory paradox. *Canadian J. Fish. Aquatic Sci.* 61(3) (2004), 452-465.
- Kiessling, A., Storebakken, T., Åsgård, T., Kiessling, K.H., 1991. Changes in the structure and function of the epaxial muscle of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in relation to ration and age: I. Growth dynamics. *Aquaculture* 93, 335–356.
- Kilcast D, 2004. *Texture in Food: Solid Foods*. USA: CRC Press, pp. 478-480.
- Kimura, I., Masaaki, S., Toyoda, K., Seki, N., Arai, K and Fujita, T. 1991. A study on the cross-I Linking reaction of myosin in kamaboko "suwari" gels. *Nip. Suis. Gak.* 57:7, 1389-1396.
- Kinsella, J.E. 1982. Protein Structure and Functional Properties. "In Food Proteins Deterioration, Mechanism and Functionality", J.P. Cherry [Ed.], ACS Symposium Series, 206, 301.
- Knuutinen J. and Harjula P., "Identification of fish by reversed-phase high performance liquid chromatography with photodiode-array detection", *J. Chromatogr.*, 705B: 11-21 (1998).

- Korkmaz, K. 2007. Selenometiyonin katkılı yem ile beslenen Gökkuşuğu Alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) buzda depolanması esnasında protein kalitesi ve lipid oksidasyonunda meydana gelen değişimler. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi. Adana.
- Koutsoumonis, K., Nychas G.J.E., 2000, Application of a systematic experimental procedure to develop a microbial model for rapid fish shelf life predictions. *International Journal of Food Microbiology*, 60, 171-181.
- Kramer, A. 1975. Food Texture: Definition, Measurement and Relation to Other Food Quality Attributes.
- Ladrat, C., Verrez-Bagnis, V., Noël, J., Fleurence, J., 2003. In vitro proteolysis of myofibrillar and sarcoplasmic proteins of white muscle of Sea Bass (*Dicentrarchus labrax* L.): effects of cathepsins B, D and L. *Food Chemistry* 81, 517–525.
- Laemmli U.K., “Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4”, *Nature*, 227: 680-685 (1970).
- Lawrie, R.A. 1998. Lawrie’s Meat Science. 6th ed. Woodhead Publishing, pp, 336.
- Lee, C.M., 1992. Factors affecting physical properties of fish protein gel, p. 43-68 In George R R Flick, JR; Roy E. Martin (Eds), *Advances in Seafood Biochemistry, Composition and Quality*, Technomic publishing Co, Lancaster, Basel.
- Lindhors-Emme, W., 1990. Forellenzucht, Verlag Paul Parey, Hamburgund Berlin, 1575.
- Loungha P.T. ve Goldspink G., Muscle protein synthesis rates during temperature acclimation in a eurythermal (*Cyprinus carpio*) and a stenothermal (*Salmo gairdneri*) species of teleost. *J. of Exp. Biol.*, 1985, 118:267-276.
- Martin, A. M. 1994. Biotechnological Applications. In *Fisheries Processing*. Chapman & Hall, 494 s, London.
- Martinez, I., Friis, T.J., 2004. Application of proteome analysis to seafood authentication. *Proteomics* 4, 347–354.
- Mater, S., Bayhan, B., Atabey, Ş., 2001. Scombroid Balık Zehirlenmesi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 18 (1-2), 293-299.
- Mc Cormick, S.D., Naiman, R.J. ve Montgomery, E.T., 1985. Physiological Smolt Characteristics of Anadromous Brook Trout (*Salvelinus fontinalis*) and Atlantic Salmon (*Salmo salar*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences.*, 42, 529-538.
- Mc Craren J.P.; History. In: Smith C. (Ed.), *Manual of fish Culture*, Section G; Fish Transportation. US Fish and Wildlife Service, Washington, DC, 1978, pp.1-6.

- Mert, İ., 1986. Su ürünleri potansiyelimiz ile stoklarımıza olumlu yönde etki yapan faktörler. Su Ürünleri Sektörünün Bugünkü Durumu ve Sorunları Sempozyumu, Yayın No:7, İzmir, s. 25-44.
- Meske, C.H., 1978, Su Ürünleri Kültüre Ders Notları.Göttingen Uni.Ziraat Fak.Hayvan Yetiştirme ve Islahı Bölümü (Basılmamış).
- Metin S., Varlık C. Taze ve soğukta depolanan gökkusağı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) fiziksel ve kimyasal parametrelerinin incelenmesi. II. Soğukta depolanan gökkusağı alabalığının fiziksel ve kimyasal parametrelerinin belirlenmesi. Gıda ve Teknoloji 1, 5-10 (1997).
- Michalczyk, M., & Surówka, K. (2009). Microstructure and instrumentally measured textural changes of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) gravads during production and storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89(11), 1942-1949.
- Mishima T., Nonaka T., Okamoto A., Tsuchimoto M., Ishiya T., Tachibana K. ve Tsuchimoto M., Influence of storage temperatures and killing procedures on postmortem changes in the muscle of horse mackerel caught near Nagasaki Prefecture, Japan. *Fisheries Sci.*, 2005, 71:187-194.
- Miyazaki, J.I., Hirabayashi, T., Hosoya, K., Iwami, T.A., 1998. Study of the systematics of cyprinid fishes by two dimensional gel electrophoresis. *Environmental Biol. Fishes.* 52: 173-179.
- Mochizuki S., Morita Y. ve Maeno K., Effect of breeding on post-mortem changes in the muscle of horse mackerel. *Nipp. Suis. Gakk.*, 1998, 64:276-279.
- Morzel, M., Chambon, C., Lefèvre, F., Paboeuf, G., Laville, E., 2006. Modifications of trout (*Oncorhynchus mykiss*) muscle proteins by preslaughter activity. *J. Agric. Food Chem.* 54, 2997–3001.
- Nakai, S.1983. Structure-Function Relationship of Food Proteins with an Emphasis on the Importance of Protein Hydrophobicity. *J. Agri. Food Chemistry.* 31, 675.
- Nickerson T.N., Sinskey A.J. *Microbiology of Foods and Food processing.* Elsevier, New York. (1972).
- O'Farrell, P.H., 1975. High resolution two-dimensional electrophoresis of biological properties and significance. *Comp Biochem physiol.*, 88M, 497-501.
- Ockerman, H.W.1983. *Chemistry of Meat Tissue.*10th. Edition. Ohio State University. pp 340.
- Ofstad, R., Egelanddal, B., Kidman, S., Myklebust, R., Olsen, R.L., Hermansson, A.M., 1996. Liquid loss as affected by post mortem ultrastructural changes in fish muscle; cod (*Gadus morhua* L.) and salmon (*Salmo salar*). *Journal of the Science of Food and Agriculture* 71, 301–312.

- Okumuş, Ş., Başçınar, N., Alkan, M.Z. ve Kurtoğlu, Ş.Z. 1998. Kaynak Alabalığının (*Salvelinus fontinalis*) Doğu Karadeniz Koşullarında Deniz Suyu ve Tatlısu Ortamlarındaki Büyüme ve Kültür Potansiyeli, Doğu Anadolu Bölgesi III. Su Ürünleri Sempozyumu, 10-12 Haziran, Akademi.net, 477-485, Erzurum.
- Okutan, C., 1972, Soğuk Su Balıkları Üretimi. Balık ve Balıkçılık Dergisi. Et ve Balık Kurumu Genel Müdürlüğü, Cilt: 20, Sayı: 2. Ankara.
- Özoğul, F., Küley, E., Özoğul, Y., 2004. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 21 (3-4), 375-381.
- Öztan, A. 2003. Et Bilimi ve Teknolojisi. TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Yayınları, Kitaplar Serisi Yayın No: 1, Ankara.
- Park, J.W., Lanier, T.C., Green, D.P., 1988. Cryoprotective Effects of sugar, Polyols, and/or Phosphates on Alaska Pollack Surimi. *J. Food. Sci.*, 53 1-3.
- Parrish FC, Olso DG, Miner BE, Young RB, Snell RL, 1973. Relationship of tenderness measurements made by the armour tenderometer to certain objective, Subjective and organoleptic properties of bovine muscle. *J Food Sci*, 38: 1214-1218.
- Peleg M, 1983. The semantics of rheology and texture. *Food Technol*, 37(11): 54-61.
- Petrosa-Menabrito, A., Regenstein, J. M., 1988. Shelf-Life Extension of Fresh Fish. *Journal of Food Quality*, (11), 117-127.
- Pinerio C., Vazquez J., Marina A.I., Barros-Velazques J., Gallardo J.M., "Characterization and partial sequencing of species-specific sarcoplasmic polypeptides from commercial hake species by mass spectrometry following twodimensional electrophoresis", *Electrophoresis*. 22(8): 1545-1552) (2001).
- Price, J.F. ve Schweigert, B.S. 1960. The science of Meat and Meat Products II. Edition S. 484-511. Michigan State Univ. and Univ. of California, Davis. Michigan.
- Quevedo, R., & Aguilera, J. M. (2010). Computer vision and stereoscopy for estimating firmness in the salmon (*Salmon salar*) fillets. *Food and Bioprocess Technology*, 3(4), 561-567.
- Ragnarsson K. and Regenstein J.M., "Changes in electrophoretic patterns of Gadoid and Non-Gadoid fish muscle during frozen storage", *J. Food Sci.*, 54(4): 819-823 (1989).
- Reddish, J.M., St-Pierre, N., Nichols, A., Green-Church, K., Wick, M., 2008. Proteomic analysis of proteins associated with body mass and length in yellow perch, *Perca flavescens*. *Proteomics* 8, 2333–2343.
- Sams, E.R. 2001. Poultry Meat Processing. CRC Press. NY. USA. pp 334.

- Sawyer FM, 1971. Interaction of sensory panel and instrumental measurement. *Food Technol*, 25: 247-248.
- Schiavone, R., Zilli, L., Storelli, C., Vilella, S., 2008. Identification by proteome analysis of muscle proteins in sea bream(*Sparus aurata*). *Eur. Food Res. Technol.* 227, 1403–1410.
- Schmidt, D.M. 1987. Functional and Biochemical Changes in Deboned Turkey Due to Frozen Storage and Lipid Oxidation. *J. Food Science.* 52, 22.
- Scott, W.B. ve Crossman, E.J., 1993. *Freshwater Fishes of Canada*. Fisheries Research Board of Canada, Ottawa, 966.
- Shepherd, J. ve Bromage N., 1988. *Intensive Fish Farming*, Fish Publishing Billing & Sons Ltd Worcester. 404p.
- Sikorski Z.E. ve Kolakowska A.A., .*Seafood: Resources, Nutritional Composition and Preservation*. Freezing of Marine Foods. Florida, 1990, pp.247.
- Sikorski Z.E., Chilling of fresh fish. In: Sikorski Z.E. (Ed.), *Seafood, Resources, Nutritional Composition and Preservation*. CRC Press, Boca Raton, FL, 1989, pp.93-111.
- Sikorski Z.E., Kolakowska A. ve Sun Pan B., Postharvest biochemical and microbial changes in *Seafood: Resources, Nutritional Composition and Preservation*, Ed by Sikorski Z.E., CRC Pres, Boca Raton FL, USA. 1990, pp 55-75
- Sikorski, Z.E. 2001. *Chemical and Functional Properties of Food Proteins*. CRC Press. p490, New York.
- Sikorski, Z.E., 1990, *Seafood; Resources, Nutritional Composition and Preservation*. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida, p.102.
- Skjervold P.O., Fjaera S.O. ve Ostby P.B., Rigor in Atlantic salmon as affected by crowding stres prior to chilling before slaughter. *Aquaculture*. 1999, 175:93-101.
- Skjervold P.O., Fjaera S.O., Ostby P.B. ve Einen O., Live-chilling and crowding stress before slaughter of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*. 2001, 192:265-280.
- Slastenenko, E., 1956. *Karadeniz Havzası Balıkları, Et Balık Kurumu Umum Müdürlüğü Yayınları, İstanbul, 711 s., Turan, D. (2003), Doktora tezinden alınmıştır.*
- Smith, D.M. 1988. *Meat Proteins: Functional Properties in Comminuted Meat Products*. *Food Technology*. 42, 4, 116-121.
Some Characteristics of Fermented Beef Sausages, (Doktora Tezi), Clemson

- Soyer, A., 1999. Balıkta Avlanma Sonrası Meydana Gelen Biyokimyasal Değişmeler. *Gıda*, 24 (1), 33-39.
- Soyer, A., Şahin, M. E., 1999. Dondurulmuş Kolyoz (*Scomber japonicus*) Balıklarındaki Lipid Oksidasyonuna Glazelemenin ve Depolama Süresinin Etkisi. *Journal of Veterinary and Animal Sciences*, (23), 575-584.
- Stammen, K., Gerdes, D. and Caporaso, F., 1990, Modified Atmosphere Packaging of Seafood. *Food Science and Nutrition*, 29 (5) 301-331.
- Sterba, G. and N.R. Habil, 1967. *Freshwater Fishes of the world*. Karl –marx.
- Stickney, R.R., 2000. *Culture of Salmonid Fishes*. Boca Ratom Ann Arhor; Boston London
- Stien L.H., Hirmas E., Bjornevik M., Karlsten O., Nortvedt R., Rora A.M.B., Sunde J. ve Kiessling A., The effects of stres and storage temperature on the colour and texture of pre-rigor filleted farmed cod (*Gladus morhua L.*), *Aquaculture Research*, 2005, 36:1197-1206
- Suárez, M. D., Martínez, T. F., Sáez, M. I., Morales, A. E., & García-Gallego, M. (2010). Effects of dietary restriction on post-mortem changes in white muscle of sea bream (*Sparus aurata*). *Aquaculture*, 307(1-2), 49-55.
- Suárez, M.D., Martínez, T.F., Sáez, M.I., Alférez, B., García-Gallego, M., in press. Changes in muscle properties during post mortem storage of farmed sea bream (*Sparus aurata*). *Journal of Food Process Engineering*. doi:10.1111/j.1745-4530.2009.00522.x.
- Sverstsvik, M., Jeksrud, W.K., and Rosnes, M.J.T., 2002, Areview of modified atmosphere packaging of fish and fishery products-significance of microbial growth, activities and safety. *International Journal of Food Science and Technology*, 37, 107-127.
- Szczesniak AS, 1963. Classification of textural characteristics. *J Food Sci*, 28: 385-389.
- Szczesniak AS, 1972. Instrumental methods of texture measurement. *Food Technol*, 23: 50-56.
- Szczesniak AS, 1990. Texture: is it an overlooked food attribute? *Food Technol*, 44 (9): 86–88.
- Szczesniak, A. S. 2002. Texture is a sensory property. *Food Quality and Preference*, 13, 215-225.
- Tanaka K., Transportation conditions and market price of spiked fish. In: Yamanaka Y.(Ed). *Rigor mortis in fish*. Kouseishakouseikaku. Tokyo. 1991, 103-106.

- Taylor, S.L. ve Schweigert, B.S.1989. Food Science and Technology. Academic Press. London, pp 457.
- Tejada, M., Huidobro, A., Fouad, G., 2003. Comparison of gilthead sea bream (*Sparus aurata*) and hake (*Merluccius merluccius*) muscle proteins during iced and frozen storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 83, 113–122.
- Testi, S., Bonaldo, A., Gatta, P.P., Badiani, A., 2006. Nutritional traits of dorsal and ventral fillets from three farmed fish species. *Food Chem.* 98, 104–111.
- Titarev, E.F. and T. Nauch, 1974 Raising Rainbow Trout to Marketable Size Within a Year. Bircan, R., 1981'den Alıntı.
- Toldra, F. 2003. Muscle Food: Water, Structure and Functionality. *Food Science Technology International.* 9 [3], 173-175.
- Torrissen O.J., Roth B. ve Slinde E.; Effect of storage and slaughter temperature on filet colour of Atlantic salmon (*Salmo salar*), *Farmed Fish Quality* (Ed. by S.C. Kestin and P.D. Warris), Fishing News Books, Cornwall, UK, 2001, pp. 411.
- Torrtonese, E., 1955. The Trouts of Asiatic Turkey Ist. Univ, Fen Fak. Hidrobiyoloji Enst., Yayınları Seri:B, 2 (1) 26.
- Totland, G.K., Kryvi, H., Jødestol, K.A., Christiansen, E.N., Tangeras, A., Slinde, E., 1987. Growth and composition of the swimming muscle of adult Atlantic salmon *Salmo salar* L. during long-term sustained swimming. *Aquaculture* 66, 299–313.
- Türköz, Y., Arslan, A., Gönülalan, Z., İleri, T., 2000. Değişik protein ekstraksiyon yöntemleri kullanarak balık türlerinin elektroforetik ayırımı, dondurarak saklama ve ısı işleminin kas proteinlerine etkisinin incelenmesi. *F.Ü. Sağlık Bil. Derg.*, 14(1): 31-38.
- Uddin, M., Ishizaki, S., Ishida, M., Tanaka, M., 2002. Assessing The End-Point Temperature of Heated Fish and Shellfish Meats. *Fisheries Science*, (68), 768-775.
University.
- Ünlütürk A. ve Turantaş F, *Gıda Mikrobiyolojisi*. Ege Üniversitesi, Mengi Tan Basımevi, 2. Baskı, Çınarlı İzmir, 1999.
- Valverde IM., Periago MJ., Santaella M., The Content and Nutritional Significance of Minerals on Fish Flesh in The presence And Absence of Bone. *Food Chemistry* 71:503-509, 2000.
- Van Vliet T, 2002. On the relation between texture perception and fundamental mechanical parameters for liquids and time dependent solids. *Food Qual Prefer*, 13: 227–236.

- Varley, M. E., 1967. British Fresh Water Fishes, Fishing News (Books) Limited, London, 147 p, Turan, D., (2003), Doktora tezinden alınmıştır.
- Varlık C., İşleme Teknolojisi Ders Notları. İstanbul Üniv. Su Ürünleri Fak. İstanbul. 2000.
- Veland, J. O., & Torrissen, O. J. (1999). The texture of Atlantic salmon (*Salmo salar*) muscle as measured instrumentally using TPA and Warner–Brazler shear test. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79(12), 1737-1746.
- Verrez-Bagnis, V., Ladrat, C., Morzel, M., Fleurence, J.N.J., 2001. Protein changes in post mortem sea bass (*Dicentrarchus labrax*) muscle monitored by one- and twodimensional gel electrophoresis. *Electrophoresis* 22, 1539–1544.
- Verrez-Bagnis, V., Ladrat, C., Noelle, J., Fleurence, J., 2002. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 82, 1256–1561.
- Vilhelmsson, O.T., Martin, S.A.M., Poli, B.M., Houlihan, D.F., 2005. Proteomics: methodology and application in fish processing. In: Hui, Y.H. (Ed.), *Food Biochemistry and Food processing*. Blackwell Publishing, Ames, Iowa, pp. 401–417.
- Weatherley, A.H., Gill, H.S., Rogers, S.C., 1979. Growth dynamics of muscle fibres, dry weight, and condition in relation to somatic growth rate in yearling rainbow trout *Salmo gairdneri*. *Can. J. Zool.* 57, 2385–2392.
- Wedekind H. ve Griese M., Quality changes in rainbow trout fillets under different storage conditions. *Farmed Fish Quality* (ed. by S.C. Kestin and P.D. Warris), Fishing News Books, Cornwall, UK. 2001, pp. 413-414.
- Whittle K.J., Factors affecting the quality of farmed salmon (*Salmo salar*). Refrigeration and Aquaculture, International Institute of Refrigeration, Commission C2, Meeting, Bordeaux, March 20-22, 1996. Paris, France. Conference Proceedings, 1996, pp.175-188.
- yavrularının büyüme özelliklerinin araştırılması. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi,19 (3-4), 359-369.
- Yılmaz, M., Türköz, Y., Erdemli, A.Ü., Kalkan, E., Çiğremiş, Y., 2000. Karakaya baraj gölü bazı balıklarının kan serum proteinlerinin elektroforetik modelleri üzerine taksonomik bir çalışma. *Vet. Bil. Derg.*, 16(1):89-92.
- Yurteri, A., 1984. Ülkemizin su ürünlerinden yararlanma durumu ve tüketim fazlası ürünlerin değerlendirilme imkanları. Su Ürünlerinin Planlı Üretimi, _slenmesi, Soguk Muhafazası ve Pazarlama Paneli, Yayın No: 6, _zmir, s. 89-108.
- Zorba, Ö. 1995. Taze ve Dondurulmuş Sığır Et Protein Fraksiyonlarının Çesitli Emülsiyon Özellikleri, Protein Çözünürlüğü ve Elektroforetik Özellikleri Üzerinde Isıl İşlem Sıcaklığı Etkisinin Araştırılması. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. Erzurum.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Sait ÇIRAK
Doğum Yeri ve Yılı : Görele 1988
Medeni Hali : Bekar
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : saitcirak@gmail.com



Eğitim Durumu

Lise : Sarıyer Hüseyin Kalkavan Lisesi 2005
Önlisans : Anadolu Üniversitesi Laborant ve Veteriner Sağlık 2011
Lisans : Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi 2009
Yüksek Lisans : Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi 2018
Eğitim ve Belgeler : Europgap Katılım ve Başarı Belgesi 2007
Flora Turizmi Eğitimi Katılım Belgesi (DPT Projesi) 2007
Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Başarı Belgesi 2009

Mesleki Deneyim

İş Yeri : Atatürk Üniversitesi Alabalık Yetiştirme ve Araştırma Merkezi
07/2008-09/2008
İş Yeri : MEFA Su Ürünleri Gıda Danışmanlık Turizm ve Sanayi Ltd.
Şti. 06/2012-06/2014
İş Yeri : Kuzeydoğu Anadolu Su Ürünleri Derneği 09/2012-11/2012
İş Yeri : YDA Tarım Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş. 02/2014-12/2015
İş Yeri : YDA Tarım Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş. 05/2017-