

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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ATATÜRK BARAJ GÖLÜ'NDE YAŞAYAN *Carasobarbus luteus* ve
Capoeta trutta' da BALIK TAZELİĞİNİN TESPİTİ**

AYŞE RESA SARAÇ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2011**

Doç. Dr. Seyit Ahmet OYMAK danışmanlığında, Ayşe Resa SARAÇ' ın hazırladığı "Atatürk Baraj Gölü'nde Yaşayan *Carasobarbus luteus* ve *Capoeta trutta*' da Balık Tazeliğinin Tespiti" konulu bu çalışma .../.../2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Biyoloji Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Seyit Ahmet OYMAK

Üye : Prof. Dr. Nihat DİLSİZ

Üye : Yrd. Doç. Dr. Abdullah OKSÜZ

Bu Tezin Biyoloji Anabilim Dalı'nda Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.

Prof. Dr. Mehmet CİCİ
Enstitü Müdürü

Bu çalışma HÜBAK Tarafından Desteklenmiştir.

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

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZ	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖNSÖZ	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
SİMGELER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
1.1 Balıklarda Tazelik Belirlemede Kullanılan Bazı Yöntemler	4
1.1.1. Fiziksel Yöntemler	4
1.1.1.1. Balık Kasında pH seviyesi	4
1.1.1.2. Tekstür Ölçümü	4
1.1.2. Mikrobiyolojik Yöntemler	5
1.1.3. Duyusal Yöntemler	5
1.1.3.1. Ölüm Sertliği (Rigor Mortis) ve Elastikiyet	5
1.1.3.2. Ağız ve Solungaçlar	5
1.1.3.3. Gözler	6
1.1.3.4. Deri, Yüzgeçler ve Pullar	6
1.1.3.5. Karın Bölgesi ve İç Organlar	6
1.1.3.6. Etin Yapısı	6
1.1.4. Kimyasal Yöntemler	6
1.1.4.1. Toplam Uçucu Bazlar	6
1.1.4.2. Trimetil Amin	7
1.1.4.3. ATP Yıkımı Sonucu Oluşan Bileşikler	7
1.2. HPLC ve Çalışma Prensibi	7
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	10
3. MATERYAL ve YÖNTEM	12
3.1. Materyal	12
3.2. Yöntem	12
3.2.1. Kimyasal Analizler	14
3.2.1.1. Nem Tayini	14
3.2.1.2. Kül Tayini	15
3.2.1.3. Ham Protein Tayini	15
3.2.1.4. ATP Yıkımı Sonucu Oluşan Ürünlerin Tayini	16
3.2.2. Duyusal Analizler	18
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	19
4.1. Kimyasal Analiz Bulguları	19
4.1.1. Protein Nem ve Kül Tayini İle İlgili Bulgular	19
4.1.2. ATP Yıkımı Sonucu Oluşan Ürünlerin Analizi İle İlgili Bulgular	20
4.2. Duyusal Analiz Bulguları	28
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	32
5.1. SONUÇLAR	32
5.2. ÖNERİLER	33
KAYNAKLAR	34
ÖZGEÇMİŞ	39

ÖZET	40
SUMMARY	42

ÖZ

Yüksek lisans tezi

ATATÜRK BARAJ GÖLÜ'NDE YAŞAYAN *Carasobarbus luteus* ve *Capoeta trutta*' da BALIK TAZELİĞİNİN TESPİTİ

Ayşe Resa SARAÇ

Harran Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Seyit Ahmet Oymak

Yıl: 2011, Sayfa: 43

Bu tezde; Atatürk Baraj Gölü'nden avlanan *Carasobarbus luteus* ve *Capoeta trutta*' da buzda depolama süresince duyuşal değişimler ve adenin tri fosfat (ATP) yıkımı sonucu oluşun ürünler incelenmiştir. ATP yıkımı sonucu oluşun ürünler HPLC cihazı ile analiz edilmiştir. Hx ve Ino miktarlarının, ATP, ADP, AMP, IMP, Hx, Ino toplamlarına oranı (% K Değeri) tazelik göstergesi olarak hesaplanmıştır. Duyusal analizler Tasmanian Food Research Unit (TFRU) duyuşal şemasına göre yapılmıştır. Duyusal analizlerde balığın görünüşü, kokusu, derisi, solungaçların durumu, gözlerin durumu gibi kriterler değerlendirilmiştir. *Carasobarbus luteus* 3. gününde orta tazelikte, 6. günde kabul edilebilir ve 9. günde ise duyuşal olarak tüketim için uygun olmayan bir özelliğe sahip olduğu tespit edilmiştir. Duyusal olarak tüketilemediği 9. günde *Carasobarbus luteus*'un K değeri %50' ye ulaşmıştır. *Capoeta trutta* 'nın 3. günde orta tazelikte 6. günde ise duyuşal olarak tüketime uygun olmadığı belirlenmiştir. Duyusal olarak tüketilemediği 6. günde *Capoeta trutta* 'nın K değeri % 68.20' ye ulaşmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: *Capoeta trutta*, *Carasobarbus luteus*, HPLC, K değeri, duyuşal analiz, buzda depolama

ABSTRACT

MSc Thesis

THE DETERINATION of FISH FRESHNESS of *Carasobarbus luteus* and *Capoeta trutta* LIVING in ATATÜRK DAM LAKE

Ayşe Resa SARAÇ

Harran University
Instute of Natural and Applied Sciences
Department of Biology

Supervisor: Associate Prof. Dr. Seyit Ahmet OYMAK

Year:2011, Page: 43

In this thesis; Adenosin tri phosphate (ATP) degradation compounds, sensory changes of *Carasobarbus luteus* and *Capoeta trutta* hunted in Atatürk Dam Lake, were analysed during the ice storage. ATP degradation compounds were analysed with high performance liquid chromatography (HPLC). Ratio of Hx and Ino to sum of ATP, ADP, AMP, IMP, Ino and Hx (K value) were calculated as an freshness index. Sensory analysis were carried out according to Tasmanian Food Research Unit (TFRU) sensory scheme. Sensory analysis were made on the basis of apperance, smell, skin, state of gill and eyes. *Carasobarbus luteus* were observed as moderately fresh on the 3rd day, on day 6 th they were acceptable but, they were unsuitable for consumption on the day 9th. The K value of *Carasobarbus luteus* reached to %50 on the 9th day, when they were not sensorily acceptable. *Capoeta trutta* was found to be moderately fresh on the third day but on the 6th day was unsuitable for consumption. The K value of *Carasobarbus luteus* reached to % 68.20 on the 6 th day, when they were not acceptable by sensory panel.

KEY WORDS: *Capoeta trutta*, *Carasobarbus luteus*, HPLC, K value, sensory analysis, ice storage

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim sırasında ve hazırlamış olduğum tezin çalışmalarını boyunca gösterdiği destek ve yardımdan dolayı çok değerli hocam Doç. Dr. Seyit Ahmet Oymak'a, bu çalışma boyunca bize her türlü imkan ve desteği veren Yrd. Doç. Dr. Abdullah Öksüz'e, Mustafa Kemal Üniversitesi Merkezi Laboratuvarının tüm çalışanlarına, Arş. Gör. Dr. Hüseyin Avni Kırmacı'ya, Arş. Gör. İsmail Koyuncu'ya, Arş. Gör. Arif Parmaksız' a beni her zaman destekleyen aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ÖNSÖZ

Balık eti güzel tadının yanısıra bol miktarda protein, su ve lipid içermektedir. Balık eti yapılan çalışmalara göre sağlıklı bir hayatın olmazsa olmazıdır. Bütün uzmanlar haftada iki gün balık yemeyi önermektedirler. Balık eti bu özelliklerinin yanı sıra çabuk bozulan gıdalar arasında yer almaktadır. Bu nedenle balıkların avlanmaları ile tüketilmeleri arasındaki süre ve saklanma koşulları önem arz etmektedir. Balıkların sağlıklı tüketim koşullarını belirlemek amacı ile bilim insanları tarafından birçok çalışma yapılmıştır ve araştırmalar devam etmektedir.

Bu çalışmada da Atatürk Baraj Gölü'nde avlanan ve bölge için büyük ekonomik öneme sahip olan *Carasabarus luteus* ve *Capoeta trutta*'nın HPLC cihazı kullanarak ATP yıkım ürünlerini analiz etmek ve böylece balıkların tazeliğini tespit etmek amaçlanmıştır.

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 1.1. Su ürünleri yetiştiriciliğinin gelişim trendi	1
Şekil 1.2. Balık kaslarında ölüm sonrası nükleotid yıkımı.....	3
Şekil 1.3. Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi Cihazı (HPLC).....	7
Şekil 1.4 Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisinin Parçaları.....	8
Şekil 3.1. Buzda depolanan <i>Capoeta trutta</i>	13
Şekil 3.2. Buzda depolanan <i>Carasobarbus luteus</i>	13
Şekil 3.3. Standartların HPLC'ye enjekte edilmesi	17
Şekil 4.1. IMP kalibrasyon eğrisi.....	20
Şekil 4.2. ATP kalibrasyon eğrisi.....	21
Şekil 4.3. ADP kalibrasyon eğrisi	21
Şekil 4.4. AMP kalibrasyon eğrisi	21
Şekil 4.5. Hx kalibrasyon eğrisi	22
Şekil 4.6. Ino kalibrasyon eğrisi	22
Şekil 4.7. Taze balıkta ATP yıkım ürünlerinin analizi	23
Şekil 4.8. Bayat balıkta ATP yıkım ürünleri.....	23
Şekil 4.9. Buzda depolama süresince <i>Carasobarbus luteus</i> 'un K değerindeki değişim	24
Şekil 4.10. Buzda depolanma süresince <i>Carasobarbus luteus</i> 'un ATP ürünlerinin yıkımı	25
Şekil 4.11. Buzda depolama süresince <i>Capoeta trutta</i> 'nın K değerindeki değişim	26
Şekil 4.12. Buzda depolanma süresince <i>Capoeta trutta</i> 'da ATP ürünlerinin yıkımı	27
Şekil 4.13. <i>Capoeta trutta</i> 'da duyuşal skor ile K değeri arasındaki ilişki	30
Şekil 4.14. <i>Carasobarbus luteus</i> duyuşal skor ile K değeri arasındaki ilişki.....	31

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 3.1. Pişirme öncesi duyusal tazelik değerlendirme formu (TFRU).....	18
Çizelge 4.1. <i>Capoetta turutta</i> ve <i>Carasobarbus luteus</i> 'un kimyasal bileşenleri.....	19
Çizelge 4.2. Buzda depolama süresince <i>Carasobarbus luteus</i> 'un K değerleri.....	24
Çizelge 4.3. Buzda depolama süresince <i>Capoeta trutta</i> 'nın K değerleri.	26
Çizelge 4.4. Buzda depolama süresince <i>Capoeta trutta</i> 'da meydana gelen duyusal değişimler.....	28
Çizelge 4.5. Buzda depolama süresince <i>Carosobarbus luteus</i> 'da duyusal değişimler.....	29

SİMGELER DİZİNİ

ADP	Adenosin di fosfat
AMP	Adenosin mono fosfat
ATP	Adenosin tri fosfat
°C	Santigrad derece
D-Riboz	Deoksi riboz
dk	Dakika
g	Gram
g/L	Gram / litre
HPLC	Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
Hx	Hipoksantin
Ino	İnosin
IMP	İnozin mono fosfat
M	Molarite
Mg	Miligram
N	Normalite
ml	Mililitre
mg	Miligram
µmol	Mikromol
TBA	Tiyobarbitürik asit
TFRU	Tasmanian Food Research Unit
TMA-N	Trimetilamin azot
TMAO	Trimetilaminoksit
µl	Mikrolitre

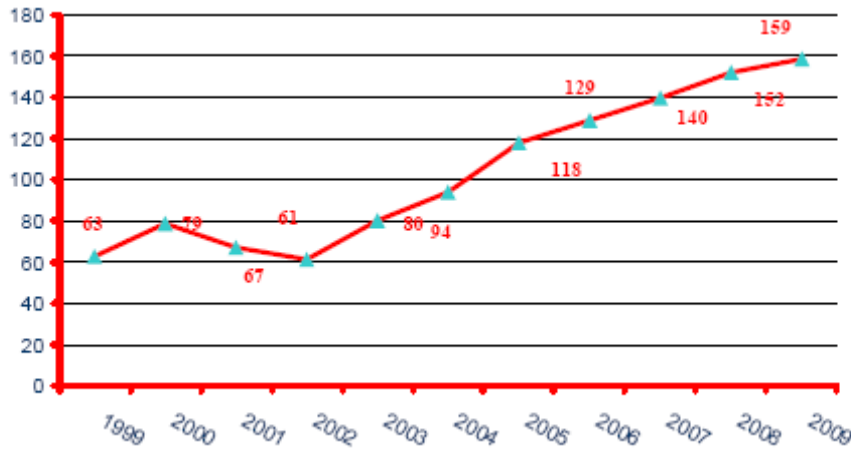
1.GİRİŞ

Su ürünleri içerdiği besin bileşenleri yönünden en değerli gıda maddeleri arasında yer almaktadır. Protein oranının yüksek olması, doğada bulunan tüm aminoasitleri bünyesinde bulundurması, yağda eriyen vitaminler yönünden zengin olması, biyolojik değeri yüksek gıda olarak su ürünlerini kıymetli kılmaktadır (Gülyavuz ve Ünlüsayın,1999).

Su ürünlerinin tüketilme oranı sürekli olarak artmaktadır. Bu artışta su ürünleri yetiştiriciliğinin katkısı azımsanamayacak kadar fazladır (Tidwell ve Allan, 2002).

Ülkemiz, dünyada su ürünleri yetiştiriciliği en hızlı büyüyen üçüncü ülke konumuna yükselmiştir. Türkiye, gerek Akdeniz ve gerekse Avrupa ülkeleri arasında önemli bir konuma sahip olmuştur.

Türkiye su ürünleri üretiminde gelişme göstermesine rağmen tüketimde aynı gelişmeyi gösterememiştir (Şekil 1.1). Türkiye'de kişi başına balık tüketimi yılda 8 kilogram iken, dünyada ortalama 16 kilogram, Avrupa Birliği ülkelerinde ise 22 kilogramdır (www.tarim.gov.tr).



Şekil 1.1. Su ürünleri yetiştiriciliğinin gelişim trendi (TÜİK ve TKB Yayını- Su Ürünleri Üretim Fiyat ve Üretim Değer İstatistikleri, 2009)

Günümüzde sağlıklı yaşam büyük önem kazanmıştır. Birçok veri dengeli beslenmenin sağlıklı uzun bir ömür geçirmek için şart olduğunu göstermektedir. Balık eti, bitkisel besinlerde bulunan selüloz ya da lif gibi zor sindirilen maddeleri, kara hayvanları etlerinde karşılaşılan kıkırdak veya sinirleri içermemesi bakımından kolay sindirilir (Gorga 1998). Balık eti bu özelliklerinden dolayı sağlıklı ve uzun bir yaşam için diğer etlere nazaran daha çok tüketilmelidir.

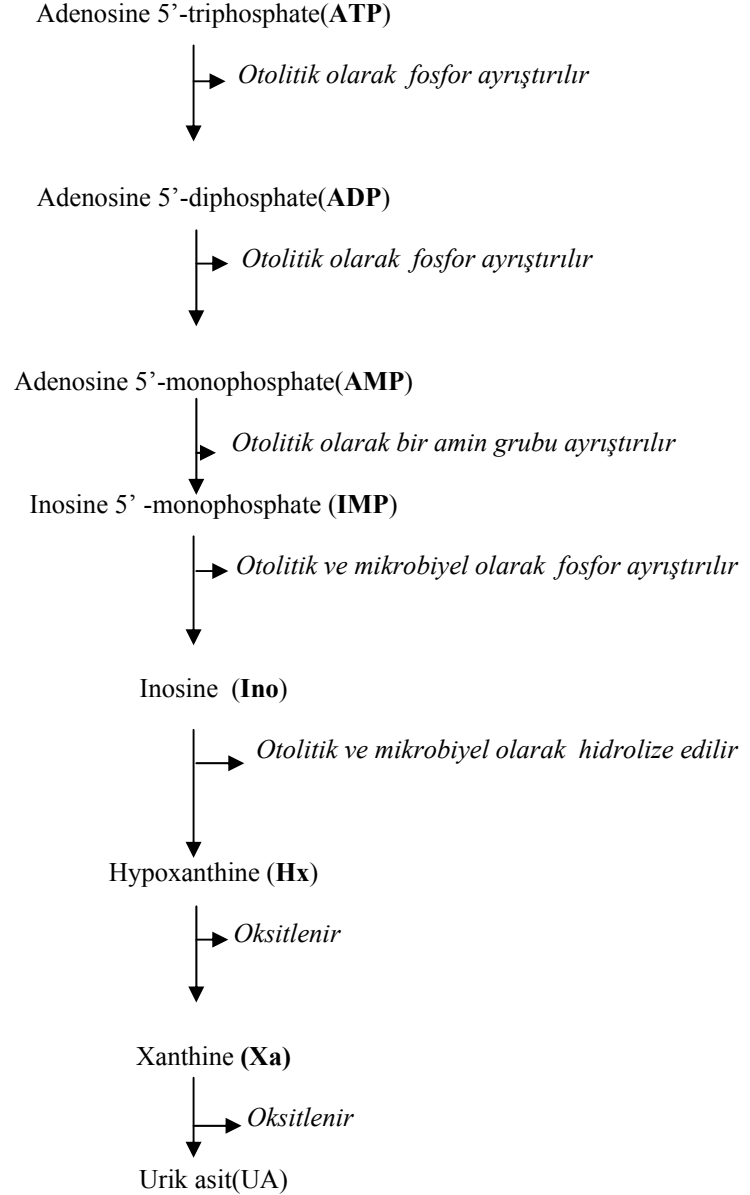
Balık ve balık ürünlerinin besleyici özelliklerinin yanı sıra çabuk bozulan gıdalar olarak da sınıflandırılırlar. pH değerinin nötre yakın olması, gıdaların bozulmasında rol oynayan mikroorganizmaları doğal flora olarak içermeleri ve bu mikroorganizmaların ölüm sonrası ete geçişinin süratli olması çabuk bozulmalarında etkilidir (Jeevanandam ve ark., 2001).

Balıktenin çabuk bozulması balığın lezzetini ve bizim sağlığımızı olumsuz yönde etkiler. Balıklardaki bozulmalar genellikle balıkların yaşadığı ortamdan getirdiği mikroorganizmalardan ya da taşıma ve depolandığı ortamdan bulaşan mikroorganizmalardan kaynaklanır. Bu yüzden tatlı su ve deniz balıklarının gemide ve karada dondurulması, depolama teknikleri, donmuş ve soğuk muhafaza depolarına yerleştirilmeleri, taşınmaları, çözümleri, perakende satış kabinlerine yerleştirilmeleri büyük önem taşımaktadır (Varlık ve ark., 1993).

Kan dolaşımının durması ile oksijenli ortamda gerçekleşen hücre metabolizması oksijensiz (anaerob) hücre metabolizmasına dönüşür (İnal, 1993). Balık ölür ölmez ilk aşamada balık etinde bulunan kreatin fosfat yıkılır ve kimyasal fosfat harcanır. Ette bir diğer enerji donatörü olan adenoizin tri fosfat (ATP) ise adenoizin di fosfat (ADP)'a yıkılır. Bu dönüşümler neticesinde enerji oluşur ki, bu enerji kontraksiyona neden olur. ATP miktarının en az düzeye indiği ve pH değerinin de minimuma düştüğü anda adale kasılması en yüksek düzeye ulaşır. Rigor mortis dediğimiz bu periyotta zamanla çevre ısı absorbe eder ve eti kasan enerji çevreye geçer. Bu durumda serbest kalan et proteinleri birbirinden ayrılır ve et yumuşar. Bu duruma post-rigor denir (Akgün ve ark., 2006).

Balıktetindeki ATP'nin ölüm sonrası yıkımında bir seri enzimatik olaylar rol oynar (Şekil.1.2). Önce ATP, adenosin-trifosfataz enzimi etkisi ile ADP'ye yıkılır. Bu yeni bileşik üzerine miyokinez enzimi etki yapar. Ve onu AMP formuna dönüştürür. AMP amino kaybederek IMP'ye dönüşür. IMP fosfataz enziminin

etkisine maruz kalır ve inosine yıkılır. Inosin ise nükleosit hidrolaz ile D-Riboz fonksiyonlarına ayrılır (Öksüz, 2001).



Şekil 1.2. Balık kaslarında ölüm sonrası nükleotid yıkımı (Botta, 1995).

Balığın sudan çıktığı andan itibaren oksijen alımı durur ve kaslı dokuda fazla bulunan ATP miktarı sıfır olur. Buna karşılık balıktine lezzetini veren IMP (Inozin mono fosfat) miktarı daha yüksek olur. IMP'nin fazla olması balığın taze oluşunun göstergesidir. IMP'nin Inozine yıkımı balıktinin lezzetini olumsuz yönde etkiler. Ortam sıcaklığının artışı ile birlikte IMP'nin yıkımı da daha hızlı gerçekleşir. Bu

yüzden buzda saklanan balık etlerinin lezzetleri oda sıcaklığında saklananlardan daha fazla olur (Fletcher ve Statham, 1988).

Balıklarda toplam kalite; avlama, depolama, işleme, dağıtım ve satış süresindeki saklama koşulları, besin değeri ve mikrobiyal bozulma etkilerinin tümünü içine alır. Balıklarda görülen kimyasal değişimler, koku, tat, strüktür ve renk gibi duyu niteliklerinin değişmesine neden olur. Etin tazeliği ve kalitesi ile ette meydana gelen kimyasal olayların seyri arasında yakın bir ilişki vardır. Bu nedenle balık etinde oluşan kimyasal maddelerin saptanması ile etin tazelik derecesini belirlemek mümkün olur (Karaçam ve ark., 1989).

Tazelik birçok yöntemle belirlenebilir. Bu çalışmada en doğru ve en güvenilir yöntem olan ATP yıkım ürünlerinin analizi yöntemiyle ve duyu değişimleri göz önüne alarak yöre halkı tarafından en çok tüketilen *Carasobarbus luteus* ve *Capoeta trutta*'nın tazeliğini belirlemek amaçlanmıştır

1.1 Balıklarda Tazelik Belirlemede Kullanılan Bazı Yöntemler

1.1.1. Fiziksel Yöntemler

1.1.1.1. Balık Kasında pH seviyesi

Balığın bozulma süreci içinde birçok değişiklikler ortaya çıkmaktadır. Post-mortem evresindeki balık kasının pH'ında meydana gelen değişim en önemli faktörlerden birisidir (Şengör ve ark., 2000). Taze balıklar için pH değeri 6-6.5 olmalıdır. Balık bayatladıkça pH değeri artmaktadır (Varlık ve ark., 1993).

1.1.1.2. Tekstür Ölçümü

Tekstür, gıdanın görünüm, dokunma duyusu (kinestetik ve ağız hissi) ve sesle algılanabilen fiziksel özelliklerinin toplamı olarak tanımlanır. Tekstürel karakterler gıdanın su ve yağ içeriği ile yakından ilişkilidir. Tekstürel karakterler genellikle mekanik, geometrik ve diğer karakterler olmak üzere üç kategoride incelenir. Mekanik karakterler, besinin şekil değişikliği (deformasyon) ile ilgili tekstürel karakterlerini ifade eder. Geometrik karakterler, dokunma veya diş, dil ve ağız

yüzeyleri ile hissedilebilen partiküllerin yapı, büyüklük, şekil ve diziliş özelliklerini kapsar. Diğer karakteristikler ise daha çok besinin yüzeysel olarak hissedilebilen kuruluk, ıslaklık ve yağlılık gibi özelliklerini içerir (Ünlüsayın ve Erdilal, 2008).

1.1.2. Mikrobiyolojik Yöntemler

Mikrobiyolojik kriter olarak toplam aerob mezofilik bakteri, toplam psikrofil bakteri, maya-küf, koliform, *Salmonella*, *Staphylococcus-Micrococcus* ve histamin oluşturan bakteri sayıları belirlenerek bulunabilir (Olgunoğlu, 2007).

1.1.3. Duyusal Yöntemler

1.1.3.1. Ölüm Sertliği (Rigor Mortis) ve Elastikiyet

Balığın vücuduna parmağımızı bastırdığımızda, balık vücudunun şekli o bölgede çukurlaşır ve parmağımızı kaldırdığımızda, balık eski şeklini alıyorsa balık tazedir. Çukurluk kaybolmuyorsa balık bayattır. Balık vücudunda bu değişimler balığın ölüm katılığı, otoliz, kokuşma devrelerinden hangisinde olduğunu anlamamıza yardımcı olur (Gülyavuz ve Altınkurt, 1991)

1.1.3.2. Ağız ve Solungaçlar

Taze balıklarda ağız zor açılıp-kapanır. Balık bayatladıkça baş bölgesinde bulunan enzim ve bakteriler balığın çene kaslarını yumuşatır ve bayat balıklarda ağzın açılıp kapanması kolaylaşır. Balıkların solungaçları tazelik konusunda iyi bir belirteçdir. Taze balıkların solungaçları pembe-kırmızı renkte, canlı ve solungaç kapağı kapalıdır. Balık bayatladıkça solungaçlar önce gri-beyaza daha sonra koyu kahverengiye dönüşür ve siyahlaşmaya başlar. Solungaç yüzeyinde sümüksü bir tabaka oluşur. Kokusu ağırlaşır. Ayrıca solungaç kapakları da açılmaya başlar (Gülyavuz ve Altınkurt, 1991).

1.1.3.3. Gözler

Taze balıkların gözleri şeffaf ve parlaktır. Balık bayatladıkça gözler donuklaşarak parlaklığını kaybeder. Çevresinde kanlanma da görülür (Akgün ve ark., 2006).

1.1.3.4. Deri, Yüzgeçler ve Pullar

Taze balığın derisi gergin ve parlak olup bozulmayla birlikte karakteristik parlak rengi solar ve sarımsı, kahverengi kirli bir renk oluşumu gözlemlenir. Balığın derisinde; özellikle solungaç ve yüzgeçlerdeki mukoz sıvı artar. Pullar taze balıktan ayrılmazken bozulmuş balıkta kolaylıkla ayrılır (Varlık ve ark., 2007).

1.1.3.5. Karın Bölgesi ve İç Organlar

Balıklarda baş ve solungaçlardan sonra en hızlı değişime uğrayan bölge karın ve iç organlardır. Enzim ve bakterinin bol olduğu bu bölge bayatlamaya paralel olarak hızla yumuşar ve daha sonra karın bölgesinde yırtılmalar ve ezilmeler görülür. Bayat balıkların iç organlarına bakıldığında parçalanmış, bağırsaklar erimiş ve koku ağırlaşmıştır (Akgün ve ark., 2006).

1.1.3.6. Etin Yapısı

Balığın tazeliği kayboldukça bağ dokuları miktarı azalır etin kemikten ayrılması kolaylaşır (Akgün ve ark.,2006).

1.1.4. Kimyasal Yöntemler

1.1.4.1. Toplam Uçucu Bazlar

Bozulma esnasında balık kasında meydana gelen kimyasal değişimlerin başında amonyak ve diğer uçucu aminli bileşikler gelmektedir. Balık dokusunda oluşan aminlerin miktarı mikroorganizma yükü ve türü ile zaman ve sıcaklığa bağlıdır. Bu nedenle balığın bozulmasıyla da yakın ilişkilidir (İnal, 1993).

1.1.4.2. Trimetil Amin

Balıklarda tazelik saptama göstergelerinden birisi de özellikle deniz balıklarında bulunan trimetilamin oksit (TMAO)'den kaynaklanan ve bakteriyel enzimlerin etkisiyle oluşan trimetilamin (TMA-N)'dir (Krzymien and Elias, 1990). TMAO balık etinin önemli bir yapı maddesidir ve osmoregülatör görevi ile deniz balıklarında protein olmayan azot fraksiyonunun temel bir unsurudur (Baskuou ve Debevere, 1997).

1.1.4.3. ATP Yıkımı Sonucu Oluşan Bileşikler

Balık öldükten hemen sonra ATP yıkımı başlar. ATP; ADP, AMP, IMP, Ino ve Hx'e yıkılır. Bu bileşikler şekil 1.3.'de verilen HPLC ile ya da hızlı kâğıt şerit yöntemiyle belirlenebilir (Hattula, 1997).

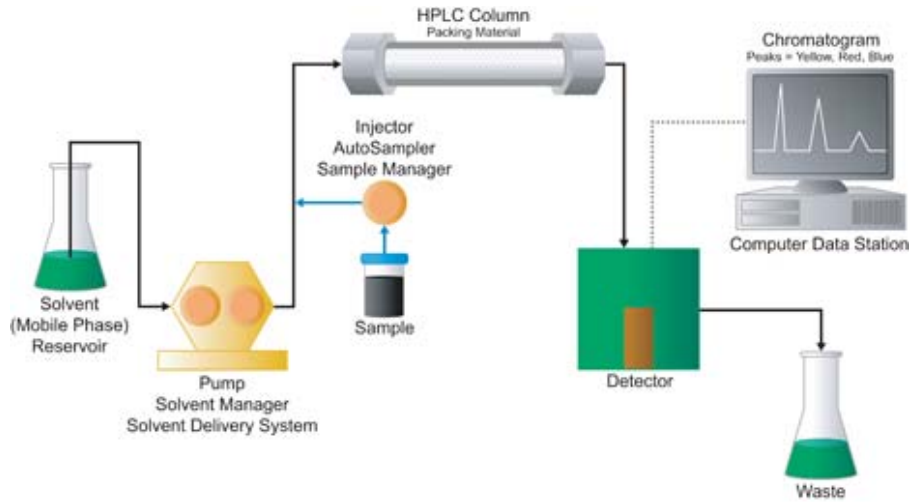


Şekil 1.3. Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC)

1.2. HPLC ve Çalışma Prensibi

Kromatografi, bir karışımdaki iki ya da daha fazla bileşenin, hareketli (taşıyıcı) bir faz yardımıyla, sabit (durgun) bir faz arasından değişik hızlarda hareket etmeleri esasına dayanır. Kromatografik yöntemlerle, kimyasal ve fiziksel özellikleri birbirine

çok yakın bileşenlerden oluşan karışımları, tümüyle, kolayca ve kısa sürede ayırmak olanaklıdır. Kromatografide durgun faz, bir katı veya katı yüzeyine kaplanmış bir sıvı fazdır. Durgun fazın üzerinden akan hareketli faz ise bir gaz veya sıvı fazdır. Hareketli fazın sıvı olduğu kromatografi türüne Sıvı Kromatografi; hareketli fazın gaz olduğu kromatografi türüne ise Gaz kromatografi denir. Gaz kromatografi, gaz, uçucu sıvı ve katı karışımlar için uygulanan bir tekniktir. Sıvı kromatografi ise özellikle ısıl kararsız ve uçucu olmayan örnekler için uygulanır. Sıvı kromatografi bir ayırma tekniğidir. Bir sıvıda çözülmüş ayrılacak bileşenler, bir kolon içerisinde bulunan genellikle katı bir destek üzerindeki sabit faz ile farklı etkileşmelere girerek, kolon içinde değişik hızlarda ilerler. Kolonu değişik zamanlarda terkederler ve böylece birbirlerinden ayrılırlar. Burada taşıyıcı faz olan sıvı, pompalarla kolona basıldığından yüksek akış hızındadır. Bu nedenle ayırma daha kısa sürede ve tam olarak gerçekleşmektedir. Ayrılan bileşik, kolon çıkışına bağlanan uygun bir dedektörle tesbit edilip miktarıyla orantılı olarak kaydedilir. Yüksek hızda gerçekleştirilen ayırmaların yapıldığı sıvı kromatografi sistemlerine, Yüksek Basınç Sıvı Kromatografi (HPLC) denir. Bir HPLC' nin esas parçaları Şekil 1.4' de basit bir şekilde gösterilmiştir.



Şekil 1.4 Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisinin Parçaları

http://www.comsol.com/stories/waters_corp_hplc_systems/full/

HPLC' de ayırmaya etki eden değişkenlerden bir tanesi mobil fazdır (Reservuar kısmı). İyi bir mobil faz; sabit fazın özelliklerini değiştirmemeli, örnekteki

bileşenlerin hepsini çözmeli, düşük viskozitede olmalı, ayrılan bileşenlerden kolayca ayrılabilmesi, kullanılan dedektöre uygun olmalı, ekonomik ve istenen saflıkta kolayca bulunabilir olmalıdır. mobil fazı kolona gönderen pompadır (Pump). Mobil faz pompalama sistemi, vuruntusuz akış oluşturmak üzere çift pistonlu bir pompa içerir. Pistonların biri emerken diğeri bastığından düzgün akış elde edilir. Pompa hareketli faz deposundan aldığı çözücüyu önce enjeksiyon (İnjector) sistemine gönderir. Örneğin rahat yüklenmesi ve hareketli faz akışının enjeksiyondan etkilenmemesi için örnek çok uçlu bir vananın içerdiği kanala verilir. Vananın pozisyonu değiştirilerek hareketli fazın kanaldan geçmesi, dolayısıyla enjeksiyon sağlanır. Çözücü enjeksiyon sisteminden geçtikten sonra, HPLC' nin ayırma birimi olan kolona gelir. HPLC kolonları paslanmaz çelik veya kartuş şeklindedir. Kolonun içerisinde dolgu malzemesi vardır ve içindeki dolgu maddesi kolona özelliğini verir. Dolgu maddesine göre ayırma gerçekleşir. Kolonda birbirinden ayrılan maddeler taşıyıcı faz ile birlikte ölçüm birimi olan dedektöre gelirler. Dedektör maddenin derişimi ile doğru orantılı bir özelliğini ölçmelidir. Bu amaçla; Absorbans Dedektörü, Floresans Dedektörü, Kırılma İndisi Dedektörü, Elektrokimyasal Dedektör ve İletkenlik Dedektörü kullanılabilir. Absorbans dedektörleri, akış hücrelerinden geçen sıvının -sabit ya da istenilen değere ayarlanabilir dalga boyundaki- ışığı absorpsiyonunu ölçerler. Floresans dedektörler, belli bir dalga boyunda ışığı absorpladıktan sonra başka bir dalga boyunda ışın yayan yani floresans özellik gösteren maddelerin yaydığı ışık şiddetini ölçerler. Kırılma indisi dedektörleri ise akış hücrelerinden geçen akımın kırılma indisini ölçerler. Absorbans dedektörü kullanılırken seçilen dalga boyunun, ışığın % 90'ının absorplandığı dalga boyu olarak tanımlanan, çözücü UV-cut off değerinden yüksek olmamasına dikkat edilmelidir. Bu durum, özellikle düşük dalga boylarında absorpsiyon yapan örnekler için önemlidir. Akış hücresine gelen madde derişimi ve/veya cinsi değiştiğinde dedektör sinyalinde değişiklik olur. Kaydedici, zamana göre dedektörden gelen sinyali kaydeder

(<http://www.waters.com/waters/nav.htm?cid=10049064&locale=en> TR).

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Özdemir ve Kabukçu tarafından 1982 yılında yapılan çalışmada, Keban Barajı'nda *Capoeta trutta*'nın boy ağırlık ilişkisi, kondisyon faktörü ve üreme periyodu araştırılmıştır.

Özdemir ve Şen tarafından 1983 yılında yapılan başka bir çalışmada Keban Baraj Gölü'ndeki *Capoeta trutta*'nın pul, otolit, ve operkulumundan karşılaştırmalı yaş tayinleri yöntemleri araştırılmıştır.

Ünlü (1991) Dicle nehriindeki *Capoeta trutta*'nın biyolojik özelliklerini ;Şevik (1993) aynı türün Fırat populasyonlarının biyolojik özelliklerini, Yapalak ve ark. (1997) ise Atatürk barajında *Capoeta trutta*'nın büyümesi ve üremesini araştırmışlardır.

Köse ve Kutlu 1996 yılında yaptıkları çalışmada hamsi, mezgit, istavrit, tirsi balıklarını 3 gün bekleterek oluşan kalite değişimlerini incelemişlerdir. Öksüz ve Garthwaite 1997 yılında yaptıkları çalışmada gökkuşuğu alabalığının kalitesi üzerine depolama sıcaklığının etkisini tat ve lezzet bakımından bir kalite kriteri olarak, K değeriyle karşılaştırarak incelemişlerdir

Şevik ve Hartavi'nin 1997 yılında yaptığı çalışmada ve aynı yıl Şevik ve Yüksel tarafından yapılan çalışmada Atatürk Baraj Gölü'nde yaşayan *Carasobarbus luteus*'la ilgili araştırmalar yapılmıştır.

Bozkurt (1998) tarafından yapılan çalışmada Atatürk Baraj Gölündeki *Aconthobrama marmid*, *Capoeta trutta* ve *Carasobarbus luteus*'un eşey dağılımı, boy ve ağırlık olarak büyüme ile büyüme oranları, kondisyon faktörü, eşeysel olgunluk yaşı, üreme periyodu ve yumurta verimi gibi biyolojik özellikleri belirlenmiştir.

Kılınç (1998) tarafından yapılan çalışmada bütün ve fileto halindeki – 40°C 'de dondurarak -18°C'de depolanan sardalya balıklarının 90 gün depolanması sonucunda meydana gelen fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal kalite değişimlerini araştırmıştır.

Simeonidou ve arkadaşları 1998 yılında yaptıkları çalışmada buzlanmanın balığın raf ömrüne etkisini araştırmışlardır.

Erdem (2000) tarafından yapılan çalışmada, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yaygın olarak avlanan hamsi ve mezgit balıklarının, avlandığı andan itibaren buz içerisinde ve oda sıcaklığında muhafaza koşullarında duyusal, mikrobiyolojik ve kimyasal kalite değişimleri tespit edilerek raf ömürlerinin belirlenmesini amaçlamıştır.

Alasalvar ve arkadaşları 2001 yılında yaptıkları çalışmada *Sparus aurata*'nın kimyasal ve duyusal analizlerini yapmışlardır. Kimyasal analiz sonuçlarını HPLC kullanarak araştırmışlardır.

Kyrana ve Louguvois 2001 yılında buzda depolanan Akdeniz levreğinin duyusal, kimyasal mikrobiyolojik değerlendirilmesini çalışmışlardır.

Erkan (2002) tarafından yapılan çalışmada soğukta depolanan balıklarda kullanılan koruyucu katkı maddelerinin raf ömrüne etkisini araştırmıştır.

Çelik ve arkadaşları 2002 yılında bir markette bulunan dondurulmuş su ürünlerinin kimyasal analizleri ve depolamaya bağlı kalite analizlerini yapmışlardır.

Pires ve Barbosa 2003 yılında dondurulmuş adi ahtapotun duyusal mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal özelliklerini araştırmışlardır.

Özeren (2004) tarafından yapılan çalışmada buzda depolanan kefallerin biyokimyasal analizi HPLC cihazı kullanılarak araştırılmıştır.

Cadun (2006) tarafından yapılan çalışmada, dondurarak depolama öncesi basıncın kalite üzerindeki etkisi ile basınç öncesi buzda depolama sürelerinin etkisini anlamak amacıyla bir araştırma yapmıştır.

İnuğur'un 2006 yılında yaptığı çalışmada ışınlatma uygulanmış çipura ve levrek balıklarının raf ömrü tespit edilmiştir.

Şenman (2007) gökkuşağı alabalığındaki biyojen aminlerin tespitini HPLC cihazı ile yapmıştır.

Üretener (2009) tarafından yapılan çalışmada farklı sıcaklık, süre, basınçlarda uygulanan yüksek hidrostatik basınç işleminin tekir ve çipura balıklarının kalitesi ve raf ömrü üzerine etkisini araştırmıştır.

Dolmacı (2009) tarafından yapılan çalışmada balıketi tazeliğinin tespiti için ksantin oksidaz enziminin polipipol-polivinilsülfonat filme immobilizasyonu ile amperometrik biyosensör hazırlamak için bir araştırma yapmıştır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM**3.1. Materyal**

Çalışmada kullanılan balıklar Atatürk Baraj Gölü'nden alınmıştır. Depolamada buz kullanılmıştır.

Kullanılan Ekipmanlar

KOLON; (LKB Chroma) ultrapac column TSKODS-150T, mikrometre 4,6*250nm

Oven CTO-20A,

HPLC; Shimadzu Prominence Degasser DGU-20a3 Shimadzu System Controller

SCL-10A VP

SANTRİFÜJ

HASSAS TERAZİ

pH METRE

ET KIYMA MAKİNESİ

KURUTMA KABI

SU BANYOSU

ANALİTİK TERAZİ

3.2. Yöntem

Çalışmada materyal olarak kullanılan *Carasobarbus luteus* ve *Copeeta trutta* örnekleri Atatürk Baraj Gölü'nde 2010 yılının ekim ayında tekmeden boşaltıldığı sırada taze olarak her tür için 5' er örnek alınıp laboratuara getirilmiştir. Bu balıklardan alınan örnekler harmanlanarak besin kompozisyonu ve K değeri için 3 er tekerrürlü analizler yapıldı ve değerler ortalama olarak verildi.

Balıklar strafor kutulara konularak üzeri buzla örtülerek 10 gün boyunca saklanmıştır (Şekil 3.1. ve Şekil 3.2.). Laboratuara getirilir getirilmez ilk duyuusal test yapılarak kimyasal analiz için numune alınmıştır. Depolama süresince belirli

periyotlarda kimyasal analiz için numuneler hazırlanmıştır. K değeri için 3 er balığın dorsal kısmından depolama boyunca yaklaşık 5 er gram örnek alınarak ekstraksiyon yapılmıştır. Ekstraksiyon ve ayırma işlemi 3.2.1.4. belirtildiği üzere yapılmıştır.



Şekil 3.1. Buzda depolanan *Capoeta trutta*



Şekil 3.2. Buzda depolanan *Carasobarbus luteus*

3.2.1. Kimyasal Analizler

3.2.1.1. Nem Tayini

Deney numunesinin kum ve etanol ile iyice karıştırılması, karışıma bir su banyosunda ön kurutma işlemi uygulanması ve numunenin daha sonra etüvde $103 \pm 2^\circ\text{C}$ 'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulması ilkesine dayanır.

Ayıraç ve çözeltiler

Kum, delik açıklığı 1.4 mm olan bir elekten geçip, delik açıklığı 250 mikron olan elekte kalan inceliktedir. Kum musluk suyu ile yıkanmıştır, seyreltik hidroklorik asit ile $d_{20} = 1.19$; 1:1 oranında sulandırılmış devamlı karıştırılarak 30 dakika kaynatılmıştır. Bu işlem, asit kaynadıktan sonra sarıya dönmeyinceye kadar bir miktar asit daha katılarak tekrarlanmıştır. Sonra kum, klorür deneyi negatif çıkıncaya kadar damıtık su ile yıkanmıştır. Kum, 150 ila 160°C 'da kurutulmuştur ve hava girmeyen kapalı şişede saklanmıştır.

Balık etlerinin Hazırlanması

Her balık türü için 5 balığın dorsal kasından alınarak kıyma makinesinden en az 2 kez geçirilerek kıyılmıştır ve karıştırılmıştır. Hava almayan, tamamen (tam) doldurulmuş kaplarda, bozulmayacak ve bileşimini değiştirmeyecek şekilde saklanmıştır.

İşlem

İçinde bir miktar kum ve cam baget bulunan kurutma kabı etüvde 30 dakika $103 \pm 2^\circ\text{C}$ 'da kurutulmuştur. Sonra desikatöre alınarak oda sıcaklığına kadar soğutulmuştur ve 0.001 g duyarlıkla tartılmıştır. Kıyma makinesinden en az iki kez geçirilerek hazırlanan balık etinden 5 g kurutma kabına konmuş üzerine yaklaşık 5 ml etanol katılmış ve cam baget yardımı ile kum ile iyice karıştırılmış kurutma kabının içerisine yayılmıştır.

Kurutma kabı içindeki balık eti ani kurumayı önlemek amacı ile tedrici olarak sıcaklığı artırılarak $60 - 80^\circ\text{C}$ 'ye ayarlanan su banyosu üzerinde ara sıra karıştırılarak etanol uçuncaya kadar ısıtılmıştır. Sonra sıcaklığı 105°C ' e ayarlanmış etüvde 4 saat

tutulmuştur. Etüvden çıkarılan kurutma kapları desikatör de soğutulmuş ve tartılmıştır. Kurutma ve tartma işlemi sabit ağırlığa gelene kadar devam edilmiştir (Varlık ve ark., 2007).

Nem oranının hesaplanması

Rutubet miktarı (R), ağırlık yüzdesi olarak aşağıdaki formülle hesap edilmiştir.

$$R (\%) = [(W_1 + W_0) - W_2] * 100 / W_0$$

W1: Dara ağırlığı

W2: Kurutma sonrası toplam ağırlık (g)

W0: Numune ağırlığı (g)

3.2.1.2. Kül Tayini

Yöntemin İlkesi

Balık etleri daha önceden kurutulmuş ve darası alınmış krozeler içerisine 5 g numune tartılmış kül fırınında 550 °C de 8 saat süre ile yakılmış ve kül gri renge ulaştığı zaman yakma işlemi tamamlanmıştır. Yakma sonrası krozeler desikatörde soğutulduktan sonra 4 hasasiyette terazide tartılmıştır. Sonuçları % de olarak ifade edilmiştir (VARLIK ve ark., 2007).

Hesaplamalar

$$K (\%) = (W_2 - W_1) * 100 / W_0$$

W1: Dara ağırlığı (g)

W2: Yakma sonrası toplam ağırlık (g)

W0: Numune ağırlığı (g)

3.2.1.3. Ham Protein Tayini

Bu yöntemde üç aşama vardır.

Digestion (Yakma): Homojenize edilmiş 2 g balık etleri tartılmıştır. Üzerine katalizör olarak 15 g K₂SO₄ (susuz) ve 0.5 g CuSO₄ H₂O konmuştur. Kaynama taşı atıldıktan sonra 25 ml derişik H₂SO₄ eklenmiştir. Isı ayarı yapılarak yakılmıştır.

Destilasyon: 40°C ye kadar soğutulan balona 50 ml destile su konmuştur. 1 ml lik bir erlen içine 50 ml % 4 lük H₃BO₃ çözeltisine 4 damla indikatör konarak

karıştırılmış ve soğumaya bırakılmıştır. Balon adaptörün ağzı sıvıya batacak şekilde yoğunlaştırıcının altına yerleştirilir.

Damıtma: Kjeldahl balonunun içindekiler yaklaşık olarak 300 ml su ile seyreltilmiştir. 15 dakika sonra 100 ml % 33 NaOH dikkatlice balona konmuştur. Karışım sıçramaya başlayıncaya veya 250 ml damıtma ürünü toplayıncaya kadar damıtma sürdürülmüştür.

Titrasyon: Erlen içindekiler N/10 HCl ile titre edilir (VARLIK ve ark., 2007).

$$\% = 0.0014 (V1 - V0) \frac{100}{m}$$

V0 = Kör deney için kullanılan 0.1 N HCl hacmi, (ml)

V1 = Deney numunesi için kullanılan 0.1 N HCl hacmi (ml)

m = Deney numunesinin ağırlığı (g)

a: Harcanan hidroklorik asit (ml)

m: Örneğin miktarı (g)

Ham protein 100 g örnekte gram olarak miktarı aşağıdaki denklemlerle hesaplanmıştır :

Ham protein = Toplam azot miktarı x 6.25

3.2.1.4. ATP Yıkımı Sonucu Oluşan Ürünlerin Tayini

Balıklarda ATP yıkımı sonucu oluşan ürünlerin analizi Ryder (1985) e göre yapılmıştır. İki balık türü için de 0. gün, 3. gün, 6. gün, 9. gün ve 10. gün olmak üzere her analiz günü için 5'er örnek alınmıştır. Yöntem esas olarak balığın dorsal kasından alınan etten 5 g lık numune 25 ml soğutulmuş 0.6 M perklorik asit ile 1 dak süre homojenize edilmiştir. Homojenat soğutmalı santrifüjde 10 dk süreyle +2°C'de ve 3000 rpm'de santrifüj edilmiştir. Tüplerden 10 ml numune alınarak beherlere aktarılarak 0.5 M KOH ile pH sı 6.6-6.8 arasında nötralize edilmiştir. Numuneler 30 dakika buzda bekletilerek beyaz tortunun tam olarak çökmesi sağlanmıştır. Nötralize edilmiş ekstrakt Whatmann filtresinden 20 ml'lik balon jojelere süzildükten sonra ultrasaf su ile 20 ml'ye tamamlanmıştır. Son olarak numuneler ependorf tüplerine alınarak analiz edinceye kadar derin dondurucuda bekletilmiştir. ATP yıkımı sonucu oluşan ürünler Shimadzu Prominence Degasser (DGU-20a3) ile

donatılmış Shimadzu Prominence Liquid Chromatografisi (LC-20AD SP model) ve SPD-M20A model dioda array dedektör ile yapılmıştır. ATP yıkımı sonucu oluşan ürünler (Li Chroma ODS C 18 kolonu 250x 4,6 mm) ile yapılmıştır. Mobil faz olarak 0.06 M K₂HPO₄ ve 0,04M KH₂PO₄ buffer kullanılmıştır. Akış hızı 1.5 ml /dak olarak ayarlanmıştır. Enjeksiyon hacmi 20 mikrolitrelik enjeksiyon loop u ile manuel enjeksiyon yöntemi ile yapılmıştır.

ATP, ADP, AMP, İMP, Hx ve ino standartları son konsantrasyonları 5mM olacak şekilde HPLC özelliğindeki ultra saf su içerisinde çözülmüştür. Stoklar çalışma sırasında buzda muhafaza edilmiştir. Bu stoklardan 0.1-0.5 mM konsantrasyonunda standartlar hazırlanmıştır

Farklı konsantrasyonlardaki bu beş standartın karışımı HPLC'ye enjekte edilerek (Şekil 3.3); her birine ait pik alanları işaretlenmiştir.



Şekil 3.3. Standartların HPLC'ye enjekte edilmesi

Doğruların eğiminden pik alanı belli olan balık numunelerindeki IMP, ATP ADP, AMP, Hx ve Ino'nun konsantrasyonları belirlenmiştir (Şekil 3.4).

ATP yıkımı sonucu oluşan ürünlerin miktarının hesaplanması ise farklı konsantrasyonlarda standartların enjekte edilmesi ile elde edilen kalibrasyon eğrisinden hesaplanmıştır. Şekil 3.5., Şekil. 3.6., Şekil 3.7., Şekil 3.8., Şekil 3.9. ve Şekil 3.10.' da kalibrasyon eğrileri verilmiştir.

K değeri, aşağıdaki formülden yararlanılarak hesaplanmıştır (Ryder, 1985).
% K değeri= (Hx + Ino)*100/(ATP+ADP+AMP+IMP+Ino+Hx)

3.2.2. Duyusal Analizler

Balıkların duysal analizlerini Harran Üniversitesi Biyoloji Bölümü öğrencilerinden 4 kişilik bir grup yapmıştır. Balıklar buz içerisinde panelistlere sunulmuştur. Balıklar koku, renk, görünüş gibi özelliklere bakılarak form hazırlanmıştır. Panelistlere bu formlar teker teker dağıtılarak birbirlerinden etkilenmeden formları doldurmaları sağlanmıştır. Duyusal analizlerde modifiye edilmiş Tasmanian Food Research Unit (TFRU) duysal değerlendirme formu kullanılmıştır (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Pişirme öncesi duysal tazelik değerlendirme formu (TFRU)

Değerlendirme puan	0	1	2	3
Genel özellikler				
Dış görünüş	Çok parlak	Parlak	Biraz donuk	Donuk
Sertlik	Sıkı	Yumuşak
Mukus	Yok	Biraz yapışkan	Yapışkan	Çok yapışkan
Gözler				
Berraklık	Şeffaf	Biraz bulanık	Bulanık
Şekil	Normal	Biraz çökmüş	Çökmüş
İris	Görünür	Biraz görünür	Görünmez
Kan	Kan yok	Biraz kanlı	Kanlı
Solungaçlar				
Renk	Karakteristik	Kırmızı	Kahverengi	Koyu kahverengi
Mukus	Yok	İnce	Orta	Aşırı
Koku	Doğal	Balık kokusu	Bayat	Çürümüş
Karın bölgesi				
Renk değişimi	Beyaz	Biraz sarı	Sarı	Aşırı sarı
Sertlik	Sert	Yumuşak	Çökmüş	Patlamış

4.ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Kimyasal Analiz Bulguları

4.1.1. Protein Nem ve Kül Tayini İle İlgili Bulgular

Buzda depolanan *Carasobarbus luteus* ve *Capoeta trutta*'da protein nem ve kül değerleri çizelge 4.1 de verilmiştir.

Çizelge 4.1. *Capoeta turutta* ve *Carasobarbus luteus* 'un kimyasal bileşenleri

Kimyasal bileşenler	<i>C. trutta</i> ± SD	<i>C. luteus</i> ± SD
Ham protein (%)	18.22 ±3.13	15.06 ± 2.67
Ham kül (%)	1.37±0.50	1.51 ± 0.83
Nem miktarı	82.46±0.3	84.20 ± 2.44

Balıklarda protein oranı % 15 ile % 24 arasında değişmektedir (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999). Bu değer balığın cinsine, yaşına, üreme ve göç mevsimine göre değişiklik gösterebilir. Örneğin levrekte protein oranı 17.73, ton balığında 23.38, som balığında 19.90'dır. *Capoeta trutta* 'daki protein oranı normal olmasına rağmen *Carasobarbus luteus* ' da bu oran az çıkmıştır(Er, 2007).

Balıklarda kül oranı balıklarda bulunan toplam inorganik madde miktarını temsil eder. Genel olarak balıklarda kül miktarı %1 civarındadır. Balık kaslarında kas içerisindeki kemiksi yapıların varlığı bu oranın yüksek çıkmasına neden olur. Göğüş ve Kolsarıcı (1992)'ya göre balıklardaki kül oranı % 0.2 ile % 2 arasında değişmektedir. Hamsi' de kül oranı 1.44, alabalıkta 1.43, levrekte 1.04'tür. *Capoeta trutta* ' da kül oranı % 1.37, *Carosobarbus luteus*'ta ise % 1.51 olarak bulunmuştur.

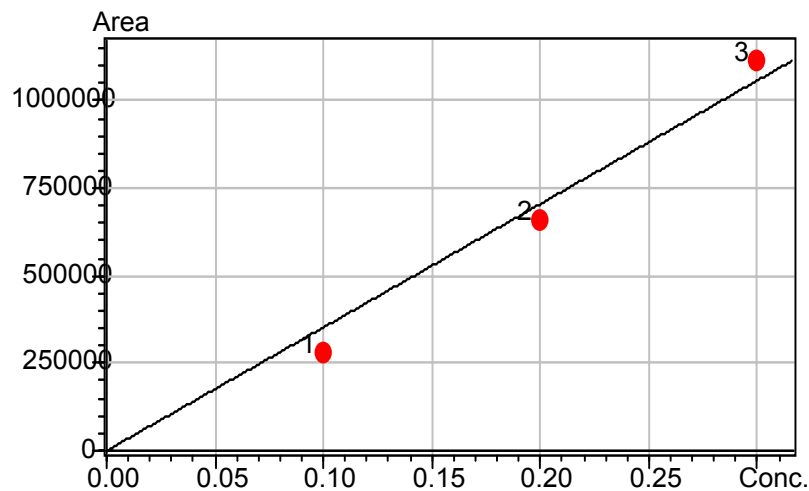
Balıklarda nem oranı genellikle %64-84 arasında değişmektedir. (Love, 1970; Tülsner, 1994; Erdem, 2006). *Capoeta trutta* 'da nem oranı % 82.46, *Carasobarbus luteus*'ta ise % 84.20 çıkmıştır. Balıklarda kimyasal bileşenler mevsimlere, balığın türüne, yaşına, cinsi olgunluğuna ve balığın alabildiği besin miktarına göre değişiklik gösterir. Genellikle balıklarda yağ ile nem arasında ters bir ilişki vardır. Örneğin Öksüz ve Özyılmaz yaptıkları çalışmada hamsilerin mevsimsel olarak yağ ve nem oranlarında zıt bir değişikliğin olduğunu ve balıklarda yağ oranı artarken buna bağlı

olarak nem oranında da bir azalma görüldüğünü bildirmişlerdir. Elde edilen veriler doğrultusunda bu iki türde de nem oranı yüksek bulunmuştur. Yağ - nem arasındaki negatif korelasyon baz alınırsa bu iki türünde yağ oranının düşük olabileceği kanısı ortaya çıkmaktadır (Öksüz ve Özyılmaz, 2010).

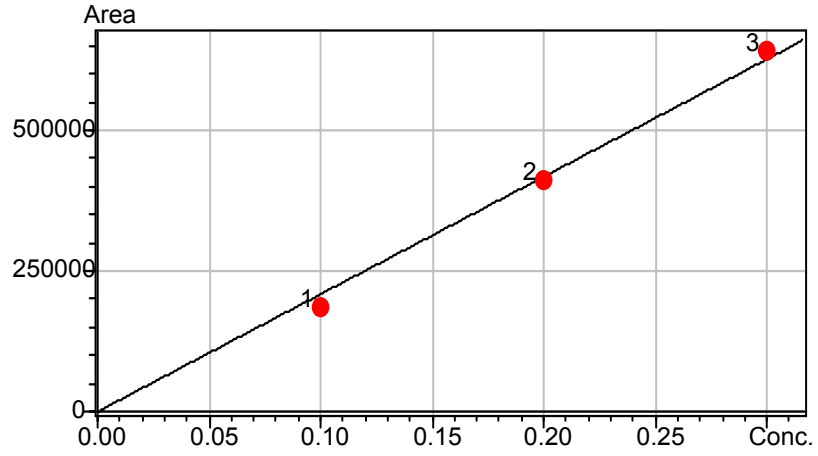
Balığın kimyasal bileşimine bağlı olarak depolama ömrü değişebilmektedir. Genellikle düşük yağ içeriğine sahip balıklar, yağlı balıklara oranla daha uzun donmuş depolama ömrüne sahiptirler (Regenstein ve ark., 1991). Kötü durumdaki yağsız balıklar soğutuldukları zaman aynı türe ait iyi durumdaki balıklardan daha hızlı bozulmaktadır. Bu durum kötü durumdaki yağsız balıkların etindeki düşük glikojen içeriğine bağlı yüksek pH' a sahip olması ile ilişkilendirilmektedir. Balığın ölümünü takiben glikojen laktik aside dönüşmekte ve konsantrasyonu etin pH' ını belirlemektedir. Düşük laktik asit, etin yüksek pH'ına neden olmaktadır. Bozulmaya yol açan bakteriler, yüksek pH'lı etlerde daha aktiftir (Şengör ve ark., 1998).

4.1.2. ATP Yıkımı Sonucu Oluşan Ürünlerin Analizi İle İlgili Bulgular

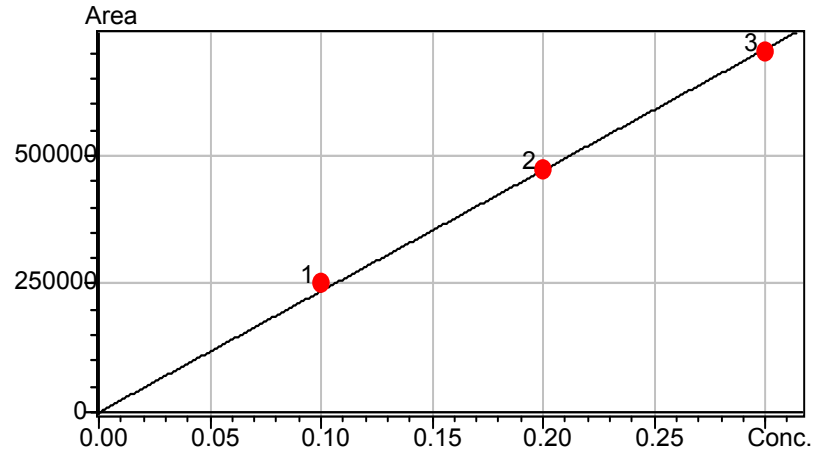
Belli aralıklarla her balık türü için 5 balığın dorsal kasından elde edilen bulgular sonucunda taze balıklarda ATP yıkım sonucu oluşan ürünlerin miktarının hesaplanması ise farklı konsantrasyonlarda standartların enjekte edilmesi ile elde edilen kalibrasyon eğrisinden hesaplanmıştır. Şekil 4.1., Şekil. 4.2., Şekil 4.3., Şekil 4.4., Şekil 4.5.ve Şekil 4.6.' da kalibrasyon eğrileri verilmiştir.



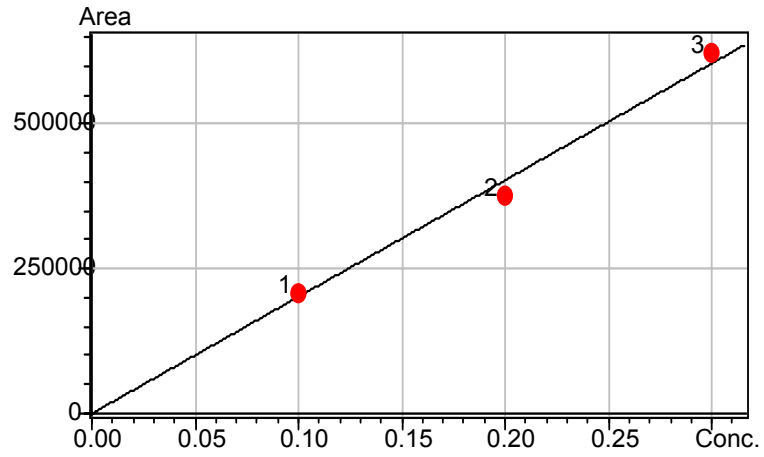
Şekil 4.1. IMP kalibrasyon eğrisi



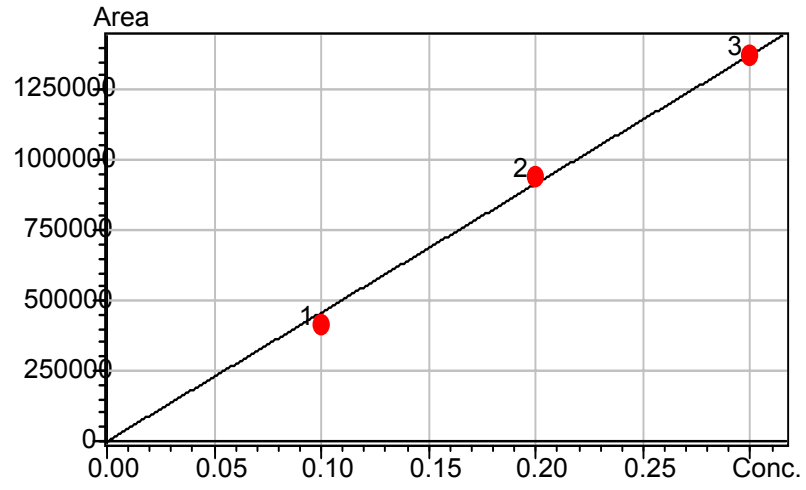
Şekil 4.2. ATP kalibrasyon eğrisi



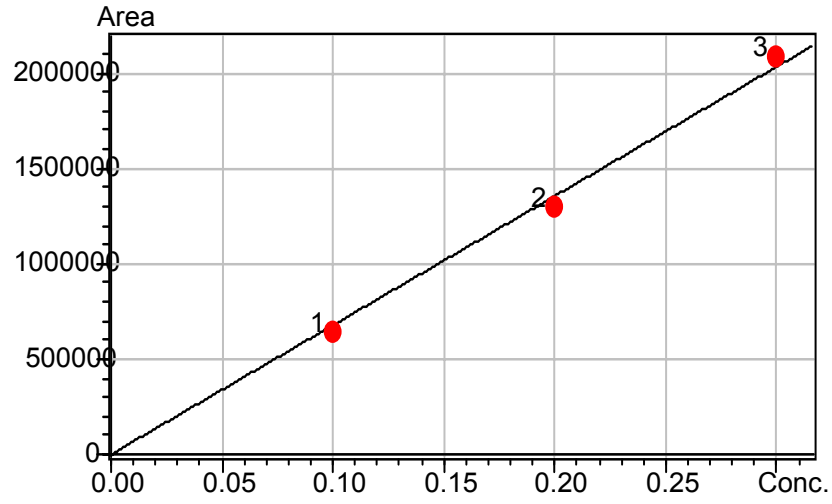
Şekil 4.3. ADP kalibrasyon eğrisi



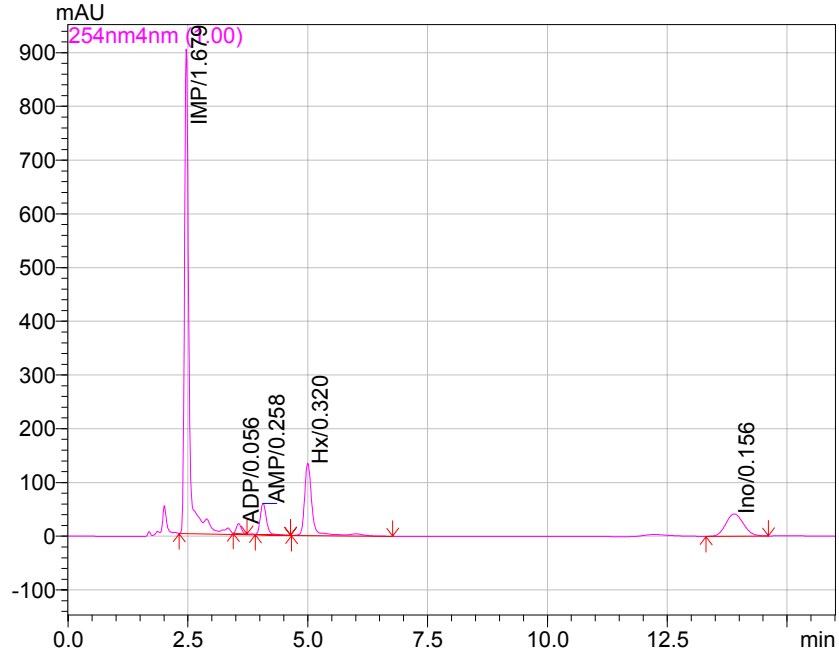
Şekil 4.4. AMP kalibrasyon eğrisi



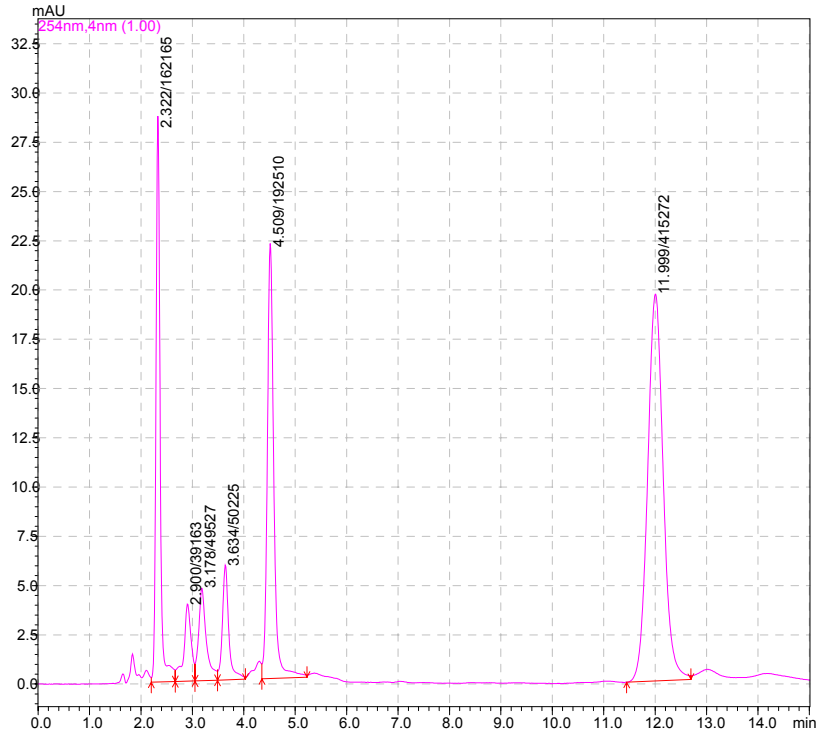
Şekil 4.5. Hx kalibrasyon eğrisi



Şekil 4.6. İno calibrasyon eğrisi



Şekil 4.7. Taze balıkta ATP yıkım ürünlerinin analizi



Şekil 4.8. Bayat balıkta ATP yıkım ürünleri

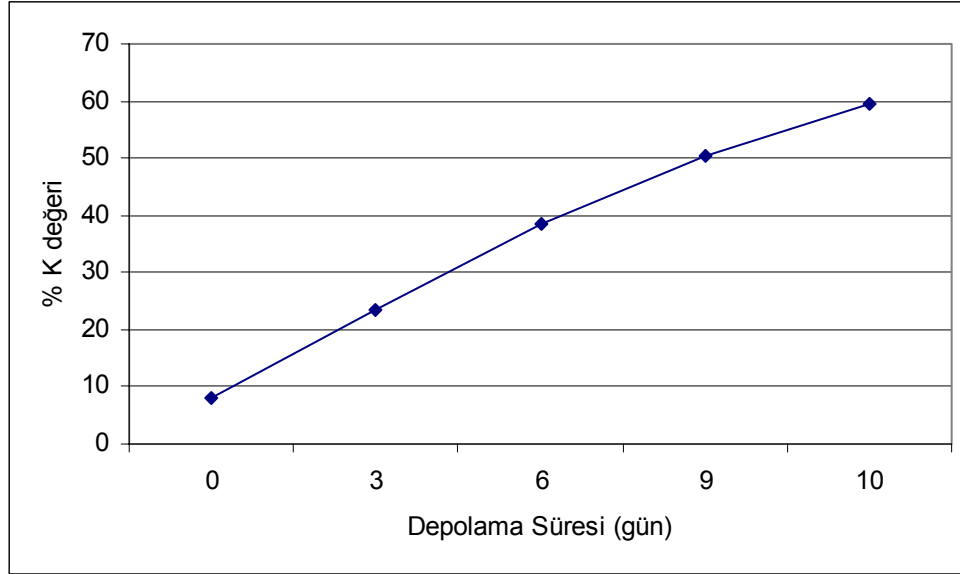
Şekil 4.7’de görüldüğü gibi taze balıkta IMP miktarı yüksektir. Inosin ve hipoksantin miktarı ise fazladır. Bayat balıkta (Şekil 4.8.) ise IMP miktarı azalmış buna karşılık inosin ve hipoksantin miktarı artmıştır.

ATP'nin parçalanma ürünlerinin toplamının inosin ve hipoxantin miktarlarının toplamına oranı olarak ifade edilen K değeri hesaplanmıştır.

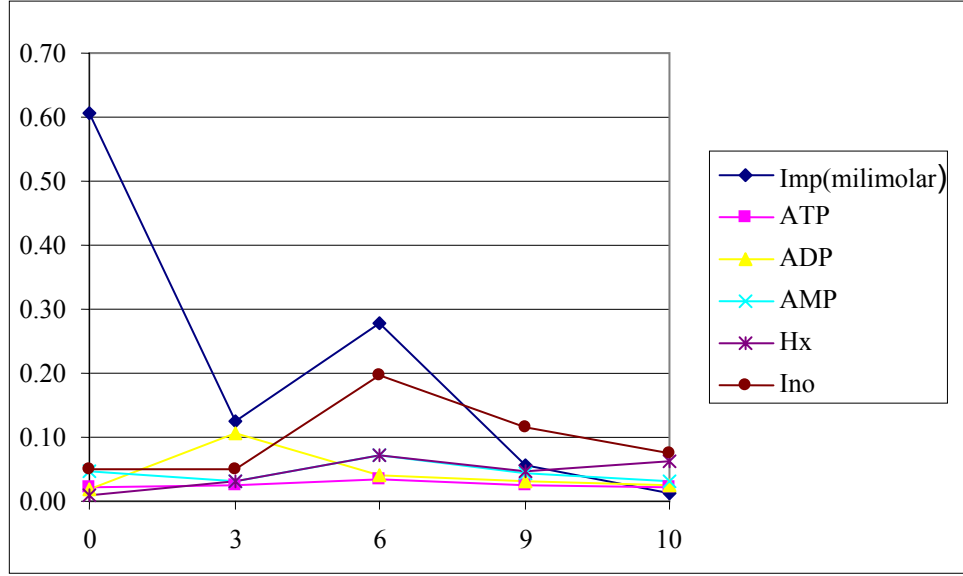
Çizelge 4.2'de *Carasobarbus luteus*'un K değerleri, şekil 4.9' de *Carasobarbus luteus*'un depolama süresince meydana gelen K değeri değişimi verilmiştir.

Çizelge 4.2. Buzda depolama süresince *Carasobarbus luteus* 'un K değerleri

Günler		Imp	ATP	ADP	AMP	Hx	Ino	K değeri
0	Ortalama	0.6066	0.0219	0.0202	0.0481	0.0092	0.0509	7.95
	± SD	0.0412	0.0241	0.0123	0.0046	0.0039	0.0010	0.61
3	Ortalama	0.1249	0.0258	0.1066	0.0312	0.0321	0.0485	23.30
	± SD	0.1219	0.0067	0.1311	0.0092	0.0091	0.0447	5.44
6	Ortalama	0.2792	0.0350	0.0402	0.0732	0.0704	0.1977	38.50
	± SD	0.0192	0.0074	0.0107	0.0047	0.0200	0.0028	1.78
9	Ortalama	0.0575	0.0246	0.0326	0.0449	0.0465	0.1142	50.24
	± SD	0.0070	0.0038	0.0035	0.0034	0.0018	0.0125	1.06
10	Ortalama	0.0132	0.0214	0.0265	0.0321	0.0636	0.0738	59.66
	± SD	0.0027	0.0031	0.0073	0.0064	0.0097	0.0143	6.01



Şekil 4.9. Buzda depolama süresince *Carasobarbus luteus* 'un K değerindeki değişim



Şekil 4.10. Buzda depolanma süresince *Carasobarbus luteus*' un ATP ürünlerinin yıkımı

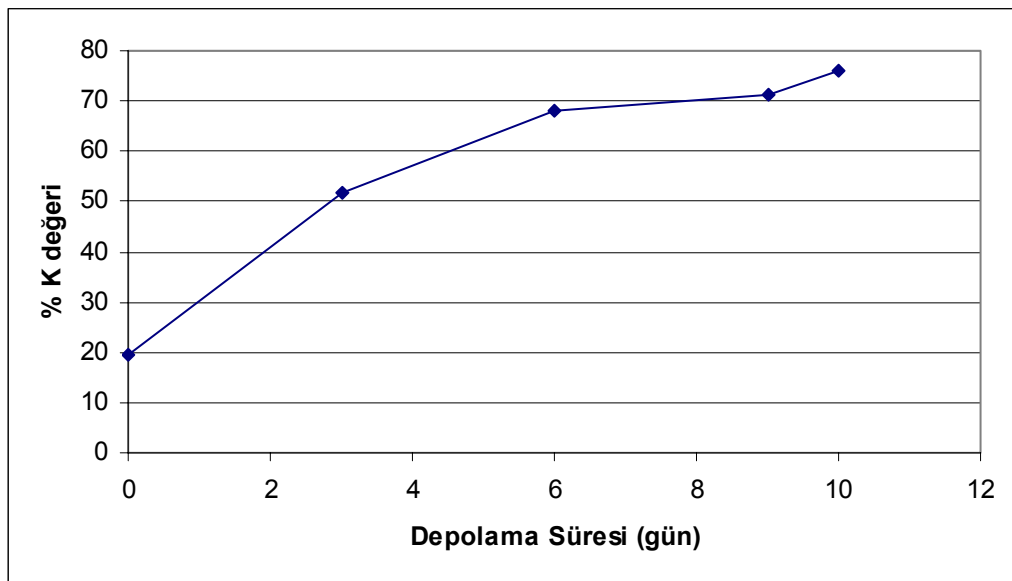
Şekil 4.10.' de görüldüğü üzere taze balıkta IMP miktarı en yüksek seviyede ve depolamaya bağlı olarak bir düşüş görülmektedir. Fakat 6. günde IMP ve inozin miktarında artma görülmüştür bu duruma numune hazırlandığı sırada örneklere karışan kemik, kan gibi etkenler neden olmuş olabilir. Balıklarda ATP'nin yıkımı ile birlikte IMP miktarında önce bir artış görülür. Bu artış buzda depolamanın ilk gününde zirveye ulaşır ve daha sonra yıkılmaya başlar. Zirveye ulaştığı zamanı yakalamak bazen güçtür ve çoğunlukla balık işleme ünitelerine ulaştığı zaman IMP yıkım aşamasındadır. IMP'nin buzda depolama esnasındaki yıkımı ortam sıcaklığına bağlı olarak yavaş gerçekleşir. Ortam sıcaklığının artması yıkımı da hızlandırır. IMP'nin özelliği balığa hoş bir tat verir ve bunun azalması ile birlikte balığın duyusal özelliğinde de kayıpların olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından belirtilmiştir. ATP'nin IMP'ye kadar yıkım aşaması çok hızlı gerçekleşir ve ATP'nin yıkımı birkaç saat içerisinde tamamlanır. Diğer ürünlerden Inosin'in balığın tat ve lezzetine herhangi bir katkısının olmadığı ancak Hx miktarındaki artışın balığa ekşimsi bir tad verdiği bildirilmiştir. *Carasobarbus luteus*' da Hipoksantin miktarı depolama boyunca tedrici olarak bir artış göstermiştir.

Carasobarbus luteus' da K değeri başlangıçta % 7.95 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.2). Bu değer balığın çok taze olduğunun göstergesidir. Japon bilim adamları çok taze olarak değerlendirilen balıklarda K değerinin %20'nin altında olduğu belirtilmiştir. Yine Öksüz ve Garthwaite (1997) alabalıklarda yapmış

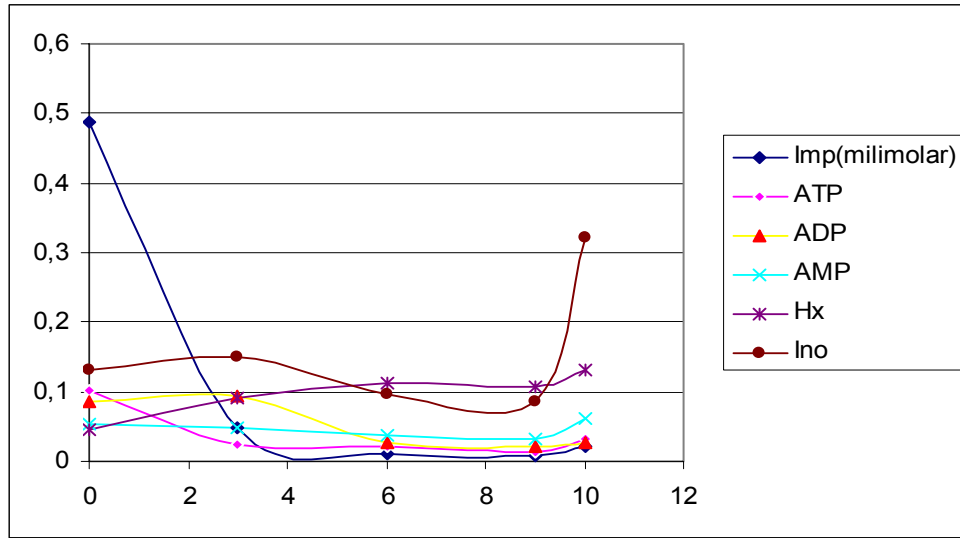
oldukları bir çalışmada çok taze olarak belirtilen balıklarda K değerini %10' un altında olduğunu belirtmişlerdir. K değeri ATP yıkımı sonucu oluşan ürünlere bağlı olarak ilk günden itibaren yükselmeye başlayarak 3. günde % 23.3, 6. günde ise % 38.5 değerine ulaşmıştır. Bu yükseliş 9. ve 10. günlerde sırasıyla %50.2 ve %59.6 değerine ulaşmıştır. Balık 3. gününde orta tazelikte, 6. günde kabul edilebilir ve 9. günde ise duyuşsal olarak tüketim için uygun olmayan bir özelliğe sahiptir. Bu nedenle *Carasobarbus luteus*'un K değeri %50' ye ulaştığı nokta balığın bayat olduğu bir noktadır. Balığın ileri seviyede bozunmuş halinde ise K değeri % 60 civarında bulunmuştur. Bu balığın duyuşsal olarak kabul edilemez sınırı %59.6 olarak tesbit edilmiştir. *Carasobarbus luteus*'un K değerinde doğrusal bir artış gözlenmiştir (Şekil 4.9).

Çizelge 4.3. Buzda depolama süresince *Capoeta trutta* 'nın K değerleri.

Günler	Imp	ATP	ADP	AMP	Hx	Ino	K değeri
0	Ortalama 0.48857	0.102632	0.08461	0.053615	0.046535	0.131814	19.45
	± SD 0.142899	0.060639	0.044208	0.046488	0.021873	0.047157	1.39
3	Ortalama 0.048924	0.02528	0.093824	0.049213	0.092068	0.149178	51.55
	± SD 0.056661	0.012657	0.088611	0.017712	0.026599	0.077097	9.67
6	Ortalama 0.010929	0.02151	0.026185	0.036922	0.111227	0.095915	68.20
	± SD 0.005188	0.004355	0.00404	0.008247	0.006324	0.057694	1.94
9	Ortalama 0.008735	0.013577	0.022765	0.032399	0.106792	0.086696	71.44
	± SD 0.003729	0.001618	0.005917	0.008083	0.029127	0.023776	0.64
10	Ortalama 0.021727	0.030808	0.027968	0.061413	0.130604	0.321063	76.09
	± SD 0.002696	0.005892	0.019214	0.004538	0.010843	0.024054	1.75



Şekil 4.11. Buzda depolama süresince *Capoeta trutta* 'nın K değerindeki değişimi



Şekil 4.12. Buzda depolanma süresince *Capoeta trutta*'nin ATP ürünlerinin yıkımı

Capoeta trutta 'da çizelge 4.3.' te görüldüğü gibi K değeri başlangıçta % 19,45'tir. 3.gün K değeri % 51.55'e; 6. gün %68.20'ye; 9.gün % 71.44'e; 10.gün % 76.09'a yükselmiştir. Şekil 4.11' de K değerinin 10. güne kadar arttığı gözlenmektedir. Şekil 4.12'de IMP miktarının azaldığı buna karşılık Ino ve Hx miktarının arttığı gözlenmektedir bu durum K değerinin artmasına neden olmaktadır. *Capoeta trutta* 'da ilk günkü K değeri yüksek çıkmıştır. Bunun nedeni avlandığı anda ekstraksiyonun yapılamaması, laboratuara getirildiği anda IMP değerinin düşük çıkmasıdır. Özeren 2004 yılında yaptığı çalışmada *Mugil auratus*'un 17 günlük buzda depolanması sonucu K değerini %78 bulmuştur. Watanabe ve arkadaşları (1986) K değerinin tazeliğe ilişkisini şöyle açıklamıştır: K değeri % 10' dan küçükse balık çok taze, %40' tan küçükse taze, % 40' tan fazla ise taze değildir. Lakshmanam ve Gopakumar (1999) yaptıkları çalışmada çeşitli balıklardaki son günkü K değerlerini bulmuşlardır. Bu çalışmaya göre *Pampus argenteus*'da 15 gün sonunda K değeri % 61, *Lisa carsula*'da 8 günün sonunda K değeri % 50, *Etroplus suratensis*'de 13 gün sonundaki K değeri %50, *Rastraliger kanagurta*'da 10 günün sonunda K değeri % 45 çıkmıştır. Alasalvar ve arkadaşları (2001) *Sparus aurata* 'nın 17 gün sonunda K değerinin %39'a yükseldiğini bulmuştur. *Capoeta trutta* 3. günde orta tazeliğe 6. günde ise duyusal olarak tüketime uygun değildir. Bu nedenle *Capoeta trutta* 'nın K değerinin % 68.20 ulaşması balığın bayat olduğunu göstermektedir.

4.2 Duyusal Analiz Bulguları

Buzda depolanan *Carasobarbus luteus* ve *Capoeta trutta*'da duyusal analizler 0, 3, 6, 9, 10. günde yapılmıştır. Balıklar dış görünüş, koku, renk bakımından değerlendirilmiştir. Buzda depolama süresince meydana gelen değişimler çizelge 4.4 ve çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Buzda depolama sırasında *Capoeta trutta*'da meydana gelen duyusal değişimler

Günler	0	3	6	9	10
Dış görünüş	0	1	2	3	3
Sertlik	0	0	1	1	1
Mukus	0	0	2	2	2
Toplam	0	1	5	6	6
Gözler					
Berraklık	0	0	2	2	2
Şekil	0	0	1	2	2
İris	0	0	2	2	2
Kan	0	0	1	2	2
Toplam	0	0	6	8	8
Solungaçlar					
Renk	0	1	3	3	3
Mukus	0	1	3	3	3
Koku	0	1	3	3	3
Toplam	0	3	9	9	9
Karın bölgesi					
Renk değişimi	0	1	2	3	3
Sertlik	0	0	2	2	2
Form	0	0	1	2	2
Koku	0	1	3	3	3
Toplam	0	2	8	10	10
Genel Toplam	0	6	27	33	33

Balıklar dış görünüş bakımından giderek artan bir bozulma göstermiştir. *Capoeta trutta*'da 1. günden 10. güne kadar artan bir bozulma gözlenmiştir. Yeni avlanmış taze *Capoeta trutta* dış görünüşü deri parlak, doku parmakla bastırıldığı zaman esnek ve deri yüzeyindeki mukus az ve şeffaf olarak belirlenmiştir. Balık 6.günden sonra parlaklığını ve sertliğini kaybetmiştir, yapışkan bir hal almıştır.

Capoeta trutta taze iken gözler şeffaf, iris görünür halde ve kanlanma gözlenmemiştir. *Capoeta trutta* bu özelliğini 6. günden sonra kaybetmiştir. 9. ve 10. gün gözler çökmüş , iris görünmez hale gelmiş ve gözlerde kanlanma olmuştur.

Capoeta trutta solungaçlar mukus ve koku bulunmaz. *Capoeta trutta* ' da 6. günden sonra solungaçlar koku yaymaya ve yapışkan bir hal almaya başlamıştır.

Balık taze iken karın serttir. Enzimlerin en çok bulunduğu yer iç organlardır. Bu nedenle otoliz olayı önce iç organlarda başlar ve hızla devam eder. Otoliz olayı sonuna doğru yaklaşıldığı zaman iç organlar tamamen yumuşamış olur. Bu nedenle karnı yumuşak ve patlak olan balıkların tazeliği kaybolmuş denilebilir. *Capoeta trutta* ' da 6. günden itibaren karın yumuşamıştır.

Çizelge 4.5.Buzda depolama sırasında *Carasobarbus luteus* 'da duyuşal değişimler

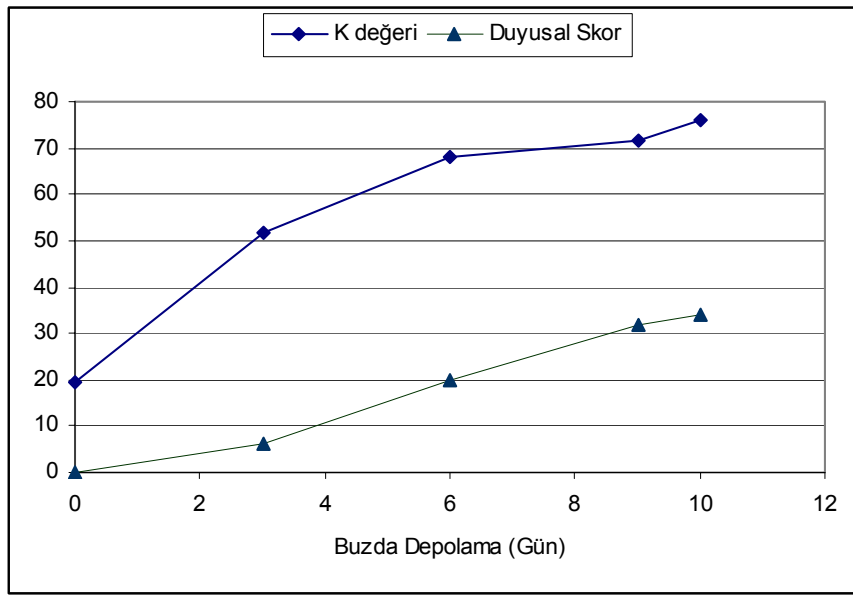
Günler	0	3	6	9	10
Dış görünüş	0	1	2	3	3
Sertlik	0	0	1	1	1
Mukus	0	0	1	3	3
Toplam	0	1	4	7	7
Gözler					
Berraklık	0	0	1	2	2
Şekil	0	0	1	2	2
İris	0	0	1	2	2
Kan	0	0	1	2	2
Toplam	0	0	4	8	8
Solungaçlar					
Renk	0	1	2	3	3
Mukus	0	1	2	3	3
Koku	0	1	2	3	3
Toplam	0	3	6	9	9
Karın bölgesi					
Renk değişimi	0	0	1	2	2
Sertlik	0	1	2	3	3
Form	0	0	1	2	2
Koku	0	1	2	3	3
Toplam	0	2	6	10	10
Genel Toplam	0	6	20	32	34

Carasobarbus luteus taze olarak laboratuara getirildiğinde derisi parlak, sert ve çok az bir akışkan sıvı (mukus) bulunduğu gözlenmiştir. 9.gün bu özelliklerin tamamını kaybetmiştir. Derisi donuklaşmış, sertliğini kaybetmiştir.

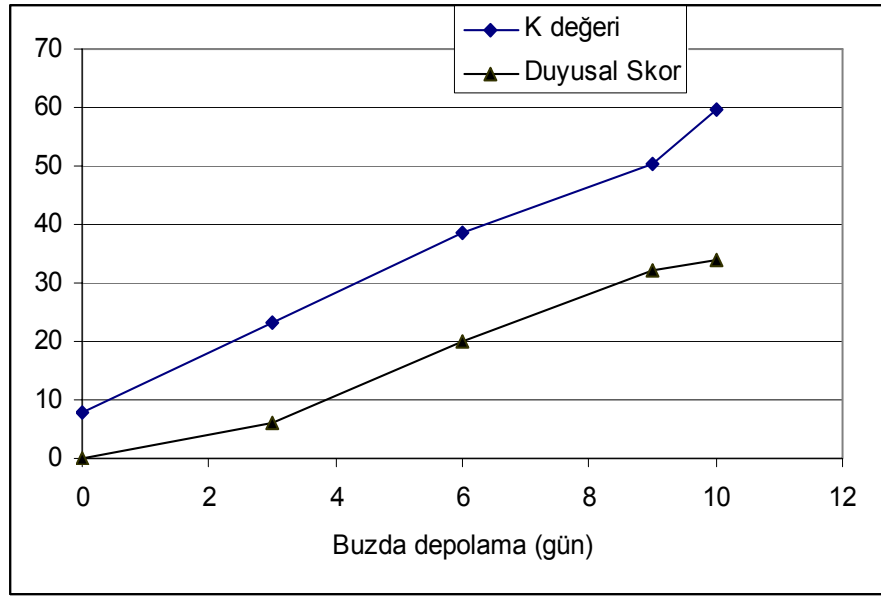
Taze *Carasobarbus luteus* 'un gözleri parlak ve şeffaftır. *Carasobarbus luteus* tazeliğini kaybettiğçe gözdeki parlaklık ve şeffaflık sönmüştür. Göz giderek donuklaşmış ve çökmüştür. Solungaçlar ise *Carasobarbus luteus* taze iken kokmaz ve mukus bulunmaz ama tazeliğini kaybettiğçe kokmaya ve mukus artmaya başlar.

Carasobarbus luteus karın serttir. Fakat en hızlı bozulma iç organlarda gerçekleştiğinden otoliz olayının sonuna yaklaşıldığında karın tamamen sertliğini kaybeder. Bu nedenle karnı yumusak ve patlak olan balıkların tazeliği kaybolmuş denilebilir. *Carasobarbus luteus*' un 3. gün yumuşak olan karnı 6. gün daha da yumuşamıştır.

Duyusal değişimler raftan balık alırken göze hitap etmesi gerektiğinden önemlidir. Fakat balığın tazeliğini kaybetmesi açısından kesin sonuç vermez, mutlaka kimyasal analizlerden desteklenmesi gerekir.



Şekil 4.13. *Capoeta trutta*'da duyusal skor ile K değeri arasındaki ilişki



Şekil 4.14. *Carasobarbus luteus*'da duyusal skor ile K değeri arasındaki ilişki

Kimyasal analizler ancak duyusal analizler ile desteklenip bir standart oluşturulduktan sonra bir anlam kazanır, aksi takdirde tek başına bir kimyasal analiz tazeliği tespit etmek için yetersiz kalabilir. Şekil 4.14 ve şekil 4.15' de görüldüğü gibi K değeri ile duyusal değişim arasında bir ilişki vardır.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Tazelik balık ve deniz ürünleri ile ilgili en önemli kalite kriteridir. Balıkta tazelik TVBN veya TMA gibi CQ analitik araçları, rutin olarak kullanılabilir ama bunlar bozulma sürecinin bir orta ya da geç evresi için uygundur. Ancak, ATP yıkım ürünlerinin analizi balık ölür ölmez oluşan ilk biyokimyasal süreçtir. Başka bir deyişle, K değeri erken aşamada tazelik belirleyicisidir (Sasaki, 2007).

Başlangıçta Imp miktarının fazla olması balığın tazeliğinin bir göstergesidir. Bu durumda ino ve Hx seviyesi çok azdır. Depolama süresi boyunca yıkım devam eder İMP miktarında azalma görülürken Ino ve Hx miktarında artış gözlenir. Ortamdaki yüksek miktardaki Ino ve Hx balığın bayat olduğunun göstergesidir. Buna bağlı olarak balığın tat ve kokusunda değişme gözlenir(Göğüş ve Kolsarıcı, 1992).

Ölüm sonrası balık kasında meydana gelen değişimler her balık türü için aynı değildir. Genellikle ATP'den AMP yoluyla IMP oluşumu daha çabuk olurken, inosinden hipoksantin oluşumu daha yavaş olmaktadır. Bu şekilde farklı parçalanma miktarları belirlenerek verilen sürede balığın tazelik derecesi belirlenebilmektedir. Bu amaçla ATP'nin parçalanma ürünlerinin toplamının inosin ve hipoxantin miktarlarının toplamına oranı olarak ifade edilen K değeri balıkta tazeliğin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

5.1. SONUÇLAR

Carasobarbus luteus ' ta K değeri başlangıçta % 7.95 olmasına rağmen İlk günden itibaren yükselmeye başlayarak 3. günde % 23.3, 6. günde ise %38.5 değerine ulaşmıştır. Bu yükseliş 9. ve 10. günlerde sırasıyla %50.2 ve %59.6 değerine ulaşmıştır. Bu tür balığın duyusal olarak kabul edilemez sınırı %59.6 olarak tesbit edilmiştir. *Carasobarbus luteus* 'ta K değerindeki doğrusal bir artış gözlenmiştir. K değerinin yükselmesinin nedeni Hx ve ino miktarının artması IMP miktarının azalmasından dolayı olmuştur.

Capoeta trutta 'da K değeri başlangıçta 19.45'tir. 3.gün K değeri 51.55'e; 6.gün 68.20'ye ; 9.gün 71.44'e; 10.gün 76.09'a yükselmiştir. Özeren, 2004 yılında yaptığı çalışmada *Mugil auratus*'un 17 günlük buzda depolanması sonucu K değerini %78 bulmuştur (Özeren, 2004).

Yaptığımız çalışmada *Carasobarbus luteus*' un tazeliği 9 gün, *Capoeta trutta*'nın tazeliği ise 6 gün olarak tespit edilmiştir. Atatürk Baraj Gölü'nde en çok tüketilen *Carasobarbus luteus* ve *Capoeta trutta*'nın raf ömrü belirlenmiştir.

K değerinin yükselmesinin nedeni Hx ve ino miktarının artması IMP miktarının azalmasından dolayı olmuştur. Bu verilerde duyuşal değerleri doğrulamaktadır. Diğer bir deyişle IMP miktarındaki azalış duyuşal değerlendirmelerdeki olumsuz artışa paralellik göstermektedir.

TFRU duyuşal skoruna göre taze balığın alacağı her bir özellik 0-1 arasında değişir. Balık bayatladıkça bu değerler 2-3 arasında değişir. Balığın dış özelliklerine verilen bu skorların hepsi toplanarak bir değer elde edilir ve duyuşal olarak reddedilen toplam değer o balık türü için kabul edilebilirlik sınırı olur. Duyuşal değerler kimyasal değerler ile desteklenir. Kimyasal değerler balık türüne göre değişiklik gösterir. Eğer bir kimyasal değişim ilk defa bir balık türünde uygulanıyorsa diğer kimyasal analiz yöntemleri ile de desteklenip duyuşal olarak çok taze, taze, kabul edilebilir ve kabul edilemez gibi kriterlerle desteklenmelidir.

5.2. ÖNERİLER

Bu çalışmada K değerinin de bu tür balık için objektif bir tazelik kriteri olabileceği görülmüştür. Ancak bu balığın kesin bir raf ömrünü belirleyebilmek ve K değerinin kabul edilebilirlik sınırını tayin edebilmek için daha kapsamlı bir araştırmaya ihtiyaç vardır. K değeri ile birlikte hem tatlı su balıkları hem de deniz balıkları için kullanılan toplam uçucu baz (TVB-N) tayininin yapılması ve bu konuda daha deneyimli duyuşal panelistlerin katılımının sağlanması daha gerçekçi bir yaklaşım olacaktır. Ayrıca balıkların bayatlamasında iç organlarının çıkartılıp çıkartılmaması bozulma hızında etkin bir rol oynamaktadır. Bir de tazeliğin kaybı depolamanın son dönemlerine doğru hızlı bir şekilde artabileceğinden numune alımının daha sık aralıklarla yapılması daha uygun olacaktır. İç organları

çıkartılmayan balıklar daha hızlı bir bozunma gösterirler. Bu nedenle iç organları ayıklanan ve ayıklanmayan balıkların da bir karşılaştırılmasının yapılması gerekir.

Sonuç olarak depolama çalışmasında her iki tür için de K değeri ile birlikte TVB-N gibi tazelik kriterlerinin birlikte yapılması balığın avlandıktan hemen sonraki depolama şartları ve avlama yönteminin bilinmesi ve duyuşal analizlerde bu konuda daha deneyimli panelistlerin kullanılması yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR

- AKGÜN, H., OYMAK, S., ARTAR, E., 2006. Duyu Organları İle Su Ürünleri Etlerinin Tazeliğinin Tespit Yöntemleri. Türkiye 9. Gıda kongresi, 24-26 Mayıs, 145-148, Bolu.
- ALASALVAR, C., TAYLOR, K.D.A., ÖKSÜZ, A., GARTHWAITE, ALEXIS, M.N, and GRIGORAKIS, K., 2001. Freshness Assesment of Cultured Sea Bream (*sparus aurata*) by Chemical, Physical, and Sensory Methods. Food chemistry. 72 (2001) 33-40.
- BOSKOU, G., and DEBEVERE, J., 1997. Reduction of Trimethyleamine Oxide by *Shewanella spp.* Under Modified Atmospheres in vitro. Food Microbiol., 14, 543-553.
- BOTTA, J., 1995. Sensory Evaluation: Freshness Quality Grading in J.R. Botta Evaluation of Seafood Freshness Quality (pp. 65-97) . Newyork: VCH Publishers.
- BOZKURT, R., 1998. Atatürk Baraj Gölü'ndeki *Aconthbrama marmid*, *Capoeta trutta* ve *carasobarbus luteus*'un Biyolojik Özellikleri Üzerinde Araştırmalar, Doktora Tezi, Şanlıurfa.
- CADUN, A., 2006. Farklı Balık Türlerinin Kalitesi Üzerine Dondurma Öncesi Yüksek Basınç Uygulamasının Etkisi, Ege üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü doktora Tezi, İzmir.
- ÇELİK, U., ÇAKLI, Ş., ve TAŞKAYA, L., 2002. Bir Süpermarkette Tüketime Sunulan Dondurulmuş Su Ürünlerinin Biyokimyasal Kompozisyonu , fiziksel ve kimyasal kalite kontrolü E.U. journal of fisheries & Aquatic Sciences . Cilt/ Volume 19 Sayı/ Issue (1-2): 85-96.
- DOLMACI, N., 2009. Balıketi Tazeliğinin Tespiti İçin Ksantin Oksidaz Enziminin Polipirol – Polivinilsülfonat Filme İmmobilizasyonu ile Amperometrik biyosenör hazırlanması, gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- ER, ARIKAN, G., 2007. Sazan Balıklarından (*Cyprinus carpio*) Elde Edil Proteinlerin İzolasyon Yöntemlerinin Karşılaştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilimdalı Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- ERKAN, N., 2002. Soğukta Depolanan Bazı Balık Türlerinde Kullanılan Koruyucu Katkı Maddelerinin Raf Ömrüne Etkisi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, İstanbul.
- ERDEM, M., 2000. Hamsi ve Mezgit Balıklarının Buz ile Muamele Edilip Buzdolabında Saklanması Kalite Üzerine Etkisi Açısından Geleneksel Yöntemle Karşılaştırılması, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.
- ERDEM, M.,E., KALAYCI, F., SAMSUN, N., 2006. Sinop Kıyılarında Avlanan Pasifik Kefali (*Mugil so-iuy*, Basilevsky, 1855) Filetolarında Besin İçeriklerinin Dağılımı. E. Ü. SU Ürünleri dergisi (E.U. Journal of fisheries & Aquatic Sciences, 23, Ek/Suppl. (1/3) 421-424.

- FLETCHER, G. C, and STATHAM , J.O., 1988. Shelf Life of Sterile Yellow-Eyed Mullet (*Aldrichetta forsteri*) at 4C. J. of Food Sci. 53, 4, 1030-1035
- GORGA, C., 1998. Quality assurance of seafood. An avi Book Published by Van Nostrand Reinhold New York.
- GÖĞÜŞ, A.K., KOLSARICI, N., 1992. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, no: 1243, Ders Kitabı: 358, 261s., Ankara.
- GÜLYAVUZ, H., ALTINKURT, K., 1991. Besin İşleme Teknolojisi Milli Eğitim Basımevi 320 s., İstanbul.
- GÜLYAVUZ, H., ÜNLÜSAYIN, M., 1999. Su Ürünler İşleme Teknolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Ders Kitabı, ISBN:975-96897-0-7, Isparta.
- GRİKORAKIS, K., TAYLOR, K.D.A., ALEXİS, M.N., 2003. Seasonal Patterns of Spoilage of Ice Stored Cultured Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*) Food Chemistry 81, 263-268.
- HATTULA, T., 1997. Adenosin Triphosphate Breakdown Products Asa freshnessindicator of Some Fish Species and Fish Products. Tecnicall Research Centre of Finland, VTT Publication 297.48 p. +app. 31p. Espoo.
- HUSS , H., 1988. Fresh Fish Quality and Quality Changes. FAO Fisheries Series NO.29. Food and Agriculture Organsation of the United Nations, Danish International Development Agency. Rome.
- İNAL, T., 1993. Besin Hijyeni Hayvansal Gıdaların Sağlık Kontrolü. İkinci baskı, Final Ofset A.Ş., 783s, İstanbul.
- İNÜĞÜR, M., 2006. İyonize R adyasyon Uygulamasının Taze Balıkların Kalitesi ve Dayanım Süresi Üzerine etkisi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- JEEVANANDAM, K., KAKATKAR, A., DOKE, S.N., BONGIRWAR, V., VENUGOPAL, V., 2001. Influence of Salting and Gamma Irradation on the shelflife Extension of Threadfin Bream in Ice. Food Research International 34 739-746.
- KARAÇAM, H., DÜZGÜNEŞ, E. ve ÖZER, N.P, 1989. Trabzon Piyasasında Satılan Mezgit (*Gadus pautassau*) Balıklarının Mikrobiyolojik Kaliteleri Üzerine Bir Araştırma, Et ve Balık Kurumu Dergisi , 8, 58, 15-22.
- KILINÇ, B., 1998. Dondurarak Depolanmış Sardalya Balıklarında (*Sardina pilchardus*, W. 1972) Fiziksel, Kimyasal, Mikrobiyolojik ve Duyusal Değişimler. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- KÖSE, S., KUTLU, S., 1996. Trabzon ve Yöresinde Yaygın Olarak Avlanan Bazı Balık Türlerinin Buzdolabı Koşullarında Depolanması Sonucu Meydan Gelen Kimyasal, ve Duyusal Değişimler Üzerine Bir Araştırma. Doğu Anadolu Bölgesi 3. Su ürünleri Sempozyumu, 383s.
- KRZYMEN, L., ELIAS, 1990. Feasibility Study on the Determination of Fish Freshness by Trimethylamine Head Space Analysis. J. Food. Sci., 55, 1228-1231.
- KYRIANA, V., and LOUGOUVIS, V., 2001. Sensory, Chemical and Microbiological Assesment of Farm-Raised European Sea Bass

- (*Dicentrarchus labrax*) Stored in Melting ice. International Journal of Food Science and Technology. Volume. 37. pp. 319-328.
- LAKSHAMANAM, P.T., GOPAKUMAR, K., 1999. K value, an Index for Estimating Fish Freshness and Quality. Current Science, Vol:76 No:3.
- LEE, J.V., GIBSON, D.M., and SHEWAN, J.M., 1977. A Numerical Taxonomic Study of Some Pseudomonas Like Marine Bacteria. J. Gen. Microbiol. 98, 439-451.
- LOVE, R.M., 1970. The Chemical Biology of Fishes, Academic Pres, London and Newyork. Vol., 1. 242-243
- MEHMETOĞLU, İ, 2002. Klinik Biyokimya Laboratuarı El Kitabı, İnci Ofset, Konya.
- OLGUNOĞLU, İ., A., 2007. Marine Edilmiş Hamside *Engrailus engrasicolus*, L., 1758.) Duyusal, Kimyasal, Mikrobiyolojik Değişimler.Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- ÖKSÜZ, A., and GARTHWAITE, T., 1997. The Effect of Storage Temperature on K Value in *Rainbow trout*. 4. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu 17-19 Eylül. Eğirdir-Isparta.
- ÖKSÜZ, A., 2001. Buzda Depolama Esnasında Atlantik Uskumrularındaki Tazelik değişimi. XI. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Hatay.
- ÖKSÜZ, A., ÖZYILMAZ, A., 2010. Changes in Fatty Asid Composition of Blacksea Anchovy (*Engraulis encrasicolus* L, 1758) During Catching season. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 10: 381-385.
- ÖZDEMİR, N., KABUKÇU, 1982. Keban Barajı'ndaki *Capoeta trutta*' nın Boy Ağırlık İlişkisi, Kondisyon Faktörü ve Üreme Peryodu Üzerine Araştırmalar. Fırat Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi, Cilt: 7 No:12, Elazığ.
- ÖZDEMİR, N., ŞEN, D., 1983. Keban Barajı'ndaki *Capoeta trutta*' nın Pul, Otolit ve Operculumundan Karşılaştırılmalı Yaş Tayinleri Çalışmaları. Et ve Balık Endüstrisi Dergisi; Cilt:6, Sayı:35, Elazığ
- ÖZEREN, A., 2004. Buzda Depolanan Kefallerin Biyokimyasal, Duyusal ve Mikrobiyolojik Değişimlerinin incelenmesi, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Hatay.
- PIRES, P., BARBOSA, A., 2003. Sensory, microbiological, Phisical and Nutritional Properties of Iced Whole Comon Octopus (*Octopus vulgaris*) Lebensm.Wiss.u.- Technol. Volume: 37. Page :105-114.
- REGENSTEIN, J.M., 1990. Shelf-life Extension of Fresh Fish- a Rewiev part 2.- Preservation of Fish. J. Food Quality, 13, 129-146.
- RYDER, J., M., 1985. Determination of Adenosin Triphosphate and its Breakdown Products in Fish Muscle by High Performance Liquid Chromotography. Journal of Agricultured and Food Chemistry , 33, 678-680.
- SASAKI, K., MOTOYAMA, M., MİTSUMOTO M., 2007. Changes in The Amounts of Water-Soluble Umami-Related Substancesin in Porcine Longissimus And Biceps Femoris Muscles During Moist Heat Cooking, Meat Science 77(2), 167-172
- SIMEONIDOU, S., GOVARİS, A., VARELTZİS, K., 1998. Quality assessment of Seven Mediterranean Fish Species During Storage on Ice. Food Research International, Vol:30, No:7, pp: 479-484

- ŞENMAN, H., 2007.GÖKKUŞAĞI Alabalıklarında Biyojen Aminlerin HPLC ile Saptanması. Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- ŞENGÖR, G.F., ÇELİK, U., AKKUŞ, S., 1998. Buzdolabı Kosullarında Depolanan Istavrit Balığı (*Trachurus trachurus*, L.1758)'nın Tazeliginin ve Kimyasal Bilesiminin Belirlenmesi. Turk J. Vet. Anim. Sci 24 (2000) 187-193, TÜBİTAK.
- ŞEVİK, R., 1993. Atatürk Barajı ile Suriye Arasındaki Fırat Sularında Yaşayan *chondostroma regium* ile *Capoeta trutta* türlerinin biyoekojileri ve et verimi üzerine araştırmalar. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi. Ankara.
- ŞEVİK, R., HARTAVİ, M., 1997. Atatürk Baraj Gölü'nde Yaşayan *Carasobarbus luteus* üzerine araştırmalar-1. 9. Uluslar Arası Su Sempozyumu, 17- 19 Eylül, Eğirdir- Isparta.
- ŞEVİK, R., YÜKSEL, M., 1997. Atatürk Baraj Gölü'nde Yaşayan *Carasobarbus luteus* üzerine araştırmalar-2. 9. Uluslar Arası Su Sempozyumu, 17- 19 Eylül, Eğirdir- Isparta.
- TIDWELL, J.H., and ALLAN, G.L., 2002. Fish as Food: Aquaculture's Contribution 33: 44-48.
- TÜİK ve TKB Yayını- Su Ürünleri Üretim Fiyat Ve Üretim Değer İstatistikleri, 2009
- TULSNER, M., 1994. Fischverarbeitung Band: 1, Rohstoffergenschaften Von Fische 23, 55-56.
- ÜNLÜ, E., 1991. Dicle Nehri'nde yaşayan *Capoeta trutta*'nın Biyolojik Özellikleri Üzerine Araştırmalar. Doğa- Tr. J. of Zoology 15:131-139.
- ÜNLÜSAYIN, M., ERDİLAL R., (2008). E- Journal of New World Scienses Academy (NWSA).
- ÜRETENER, G., 2009. Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Balık Kalitesi Ve Raf Ömrü Üzerine Etkisi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama Ve İşleme Anabilim Dalı İşleme Teknolojisi Programı, Yüksek Lisans Tezi.
- VARLIK, C., UĞUR, M., GÖKOĞLU, N., ve GÜN, H., 1993. Su Ürünleri Kalite ve Kontrol İlke ve Yöntemleri. Yayın no:17, İstanbul.
- VARLIK, C., ÖZDEN, Ö., ERKAN, N., UÇOK, D., 2007. Su Ürünlerinde Temel Kalite Kontrol. İstanbul Üniversitesi Yayını no:4662, Fakülte Yayını no:8, ISBN 975-404-771-5.
- WATANABE, E., HİDEAKİ, E., NOBUO, T., TETSUHITO, H., KENZO, T., 1986. Determination of Fish Freshness With Multi Electrode Enzyme Sensor System. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries 52(3), 489-495.
- YAPALAK, S., SOLAK, K., OYMAK, S.A., 1997. Atatürk Baraj Gölü'nde yaşayan *Capoeta trutta*'nın Üreme Biyolojisi. 9. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Eğirdir- Isparta
- ZHAO, C., PANY, M., TANG, Z., ZHAO G., and WANG, L., 2002. Assay of fish freshness using Trimethylamine Vapor Probe Based on a Sensitive Membrane on Piezoelectric Quartz Crystal. Sensors and Actuators B: Chem., 81, 2-3, 218-222.
- www.waters.com/waters/nav.htm?cid=10049064&locale=en_TR
- www.tarim.gov.tr

www.comsol.com/stories/waters_corp_hplc_systems/full/

ÖZGEÇMİŞ

1985 yılında Şanlıurfa'da doğdu. İlk orta ve lise eğitimini Şanlıurfa'da tamamladı. 2004 yılında başladığı Harran Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü'nü 2008 yılında bitirdi. Aynı yıl Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı'nda yüksek lisansa başladı.

ÖZET

Bu çalışmada *Capoeta trutta* ve *Carasobarbus luteus*'un buzda depolama boyunca tazeliğinin kaç gün sürdüğünü öğrenmek amaçlanmıştır.

Çalışmada materyal olarak kullanılan *Carasobarbus luteus* ve *Capoeta trutta* örnekleri Atatürk Baraj Gölü'nden tekneden boşaltıldığı sırada taze olarak alınıp laboratuara getirilmiştir.

Balıklar strafor kutulara konulup üzeri buzla örtülerek 10 gün boyunca saklanmıştır. Laboratuara getirilir getirilmez ilk duyuşal test yapılarak kimyasal analiz için numune alınmıştır. Depolama süresince balığın avlandığı gün, 3. gün, 6. gün, 9. gün, 10. gün kimyasal analiz için numuneler hazırlanmıştır. *Capoeta trutta* ve *Capoeta trutta* kimyasal bileşimini öğrenmek amacıyla protein, nem ve kül tayini yapılmıştır.

Balık öldükten sonra ATP, adenosin-trifosfataz enzimi etkisi ile ADP'ye yıkılır. Bu yeni bileşik üzerine miyokinez enzimi etki yapar. Ve onu AMP formuna dönüştürür. AMP amino kaybederek IMP'ye dönüşür. IMP fosfataz enziminin etkisine maruz kalır ve inosine yıkılır. Inosin ise nükleasit hidrolaz ile D-Riboz fonksiyonlarına ayrılır. Başlangıçta Imp miktarının fazla olması balığın tazeliğinin bir göstergesidir. Bu durumda ino ve Hx seviyesi çok azdır. Depolama süresi boyunca yıkım devam eder İMP miktarında azalma görülürken Ino ve Hx miktarında artış gözlenir. Ino ve Hx miktarındaki artış balığın bozulduğunu gösterir. Artan Hx balığa ekşimsi bir tat verir.

ATP yıkım ürünlerinin analizi HPLC cihazı ile yapılmıştır. ATP yıkımı sonucu oluşan, ADP, AMP, IMP, ino, Hx miktarlarının hesaplanması farklı konsantrasyonlarda standartların enjekte edilmesi ile elde edilen kalibrasyon eğrisinden hesaplanmıştır. Balıklarda tazelik göstergesi olan K değeri ATP'nin parçalanma ürünlerinin toplamının inosin ve hipoxantin miktarlarının toplamına oranı ile hesaplanmıştır.

Balıkların duysal analizlerini Harran Üniversitesi Biyoloji Bölümü öğrencilerinden 4 kişilik bir grup yapmıştır. Balıklar buz içerisinde panelistlere sunulmuştur. Balıklar koku renk görünüş gibi özelliklere bakılarak TFRU formuna göre analiz edilmiştir.

Duysal analiz sonucunda *Capoeta trutta*'nın duysal olarak tüketilemediği 6. günde K değeri % 68.20' ye ulaşmıştır. *Carasobarbus luteus*'un duysal olarak tüketilemediği 9. günde K değeri %50' ye ulaşmıştır.

SUMMARY

The aim of this study is to determine changes in ATP breakdown compounds *Capoeta trutta* and *Carasobarbus luteus* during the ice storage.

Capoeta trutta ve *Carasobarbus luteus* samples were caught in Ataturk Dam Lake and transferred to the laboratory in ice immediately.

The fish were placed seperately into polystyrene boxes and stored in the fridge for 10 days. Once they have brought to the lab, samples have been taken for chemical analyze and for sensory analysisi. In the course of storage period, samples have been prepared for chemicalv and sensory analysis on day zero, 3, 6 and day 10. In order to find proximate composition, protein, moisture and ash contents of *Capoeta trutta* ve *Carasobarbus luteus* were determined.

After death of fish, ATP has been brokendown to ADP by effect of adenosine-three phosphatase enzyme. Myokinase enzyme acts upon this new composite, and transform it to AMP form. AMP transforms to IMP by losing amino. IMP subjected to effect of phosphatase enzyme and degraded to inosine. And inosine fall apart of D-Ribose functions by hydrolase. Amount of IMP being much at the beginning is an indicator of fish freshness. In this state, Ino and Hx level is very low. During store, catabolism maintains, while observing decrease in amount of IMP, Ino and Hx amount increase was noted. Increase in amount of Ino and Hx showed destroying of fish. Rising in Hx level generally gives sour taste to fish.

The analysis of ATP breakdown compounds were done with HPLC. As a result of the destruction of ATP, ADP, AMP, IMP, ino, Hx which is the amount to be injected with different concentrations of standards was calculated from the calibration curve. The Fish freshness indicator K value which is the sum of the rate of ATP destruction products were calculated by the total amount of Ino and hypoxantin.

Taste panallists were consists of 4 people from Harran Univesity. Fishes have been submitted to sensory analysis when they were in raw state. The fish were

graded according to TFRU form. The fish were evaluated on the basis of their smell (flavor), color and appearance.

As a result of sensory analysis, it was observed that the K value of *Capoeta trutta* has reached to 68.20% on 6th day of storage and that of *Carasobarbus luteus* also has reached to 50% on 9th day of storage. At this stage fish were unacceptable by sensory panel.