

152 694

T.C.  
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
SU ÜRÜNLERİ AVLAMA VE İŞLEME TEKNOLOJİSİ  
ANABİLİM DALI

BUZDA DEPOLANAN KEFALLERİN (*Mugil auratus*, Risso, 1810)  
BİYOKİMYASAL, DUYUSAL VE MİKROBİYOLOJİK DEĞİŞİMLERİNİN  
İNCELENMESİ

AKİF ÖZEREN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

152 694

HATAY

TEMMUZ - 2004

Mustafa Kemal Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne,

Yrd. Doç. Dr. Abdullah ÖKSÜZ danışmanlığında, Arş. Gör. Akif ÖZEREN tarafından hazırlanan bu çalışma 15 / 07 / 2004 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalında yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Yrd. Doç. Dr. Abdullah ÖKSÜZ

İmza

Üye : Prof. Dr. Abdurrahman POLAT

İmza

Üye : Yrd. Doç. Dr. Gülsün EVRENDİLEK

İmza

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

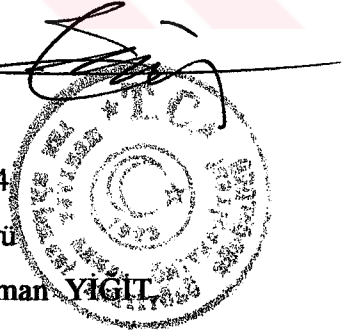
Kod No:

İmza

15 / 07 / 2004

Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Abdurrahman YIGİT



Bu çalışma M.K.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonunca desteklenmiştir.

Proje No: 03 M 1301

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 |
|--|-------|
| ÖZET.....  | I     |
| ABSTRACT.....  | II    |
| ÖNSÖZ.....   | III   |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....  | IV    |
| ÇİZELGELER DİZİNİ.....   | V     |
| ŞEKİLLER DİZİNİ.....   | VI    |
| 1. GİRİŞ.....  | 1     |
| 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....  | 4     |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM.....   | 9     |
| 3.1. Materyal ve Ekipmanlar.....   | 9     |
| 3.2. Yöntem.....   | 9     |
| 3.2.1. Kimyasal Analizler.....   | 10    |
| 3.2.1.1. pH Tayini.....  | 10    |
| 3.2.1.2. Nem Tayini.....   | 10    |
| 3.2.1.3. Kül Tayini.....   | 11    |
| 3.2.1.4. Ham Yağ Tayini.....   | 12    |
| 3.2.1.5. Ham Protein Tayini.....   | 12    |
| 3.2.1.6. ATP Yıkımı Sonucu Oluşan Ürünlerin Tayini.....                          | 13    |
| 3.2.1.6.1. ATP Yıkımı Sonucu Oluşan Ürünlerin Miktarının Hesaplanması.....       | 14    |
| 3.2.2. Duyusal Analizler.....  | 15    |
| 3.2.3. Mikrobiyolojik Analizler.....   | 18    |
| 3.2.3.1. Toplam Psikrofilik Bakteri Sayımı.....                                  | 18    |
| 3.2.3.2. Toplam Maya ve Küf Sayımı.....  | 18    |
| 3.2.3.3. Toplam Koliform Bakteri Sayımı.....                                     | 19    |
| 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....  | 20    |
| 4.1. Kefal Balığında Kimyasal Analiz Bulguları ve Tartışma.....                  | 20    |
| 4.2. Kefallerin Buzda Depolama Boyunca pH Analiz Bulguları ve Tartışma.....      | 21    |
| 4.3. ATP Yıkımı Sonucu Oluşan Ürünlerin Analiz Bulguları ve Tartışma.....        | 22    |
| 4.4. Buzda Depolanan Kefallerin Duyusal Analiz Bulguları ve Tartışma.....        | 24    |
| 4.5. Buzda Depolanan Kefallerin Mikrobiyolojik Analiz Bulguları ve Tartışma..... | 38    |

|  |    |
|--|----|
| 5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....  | 40 |
| KAYNAKLAR.....   | 41 |
| ÖZGEÇMİŞ.....  | 44 |
| Ek-1. Buzda depolama boyunca % K, IMP,ATP, ADP, AMP, Hx, Ino değerleri.....                | 45 |
| Ek-2. Buzda depolanan kefal balıklarında kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal değişimler... | 46 |



## ÖZET

**BUZDA DEPOLANAN KEFALLERİN (*Mugil auratus*, Risso, 1810) BİYOKİMYASAL, DUYUSAL VE MİKROBİYOLOJİK DEĞİŞİMLERİNİN İNCELENMESİ**

İskenderun Körfezi'nden avlanan kefal balıklarında buzda depolama süresince duyusal, mikrobiyolojik değişimler ve Adenosin tri fosfat (ATP) yıkımı sonucu oluşan ürünler incelenmiştir. ATP yıkımı sonucu oluşan ürünler Dioda Array Dedektörü (DAD) ve oto enjeksiyonu olan Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC) cihazı ile analiz edilmiştir. Hx ve Ino miktarlarının, ATP, ADP, AMP, IMP, Hx ve Ino toplamına oranları (% K değeri) tazelik göstergesi olarak hesaplanmıştır.

Duyusal analizler Tasmanian Food Research Unit (TFRU) duyusal şemasına göre yapılmıştır. Duyusal analizlerde balığın görünüşü, kokusu, derisi, solungaçların durumu, gözlerin durumu ve pişirilmiş ürünlerde tat, lezzet ve koku gibi kriterler değerlendirilmiştir.

Mikrobiyolojik analiz olarak toplam koliform, toplam maya-küf ve toplam psikrofilik bakteri sayımları yapılmıştır. Buzda depolamanın başlangıcında kefal balıklarında mikrobiyal yük fazla bulunmuş ve toplam sayıda depolamanın süresince önce azalma görülüp, depolamanın son günlerine doğru hızlı bir artış gerçekleşmiştir.

Tazeliğin azalmasıyla, K değerinde ve duyusal değerlerde de doğrusal bir artış bulunmuş buna rağmen mikroorganizma sayısında ancak depolamanın sonuna doğru hızlı bir artış gerçekleşmiştir. Kefaller 15. günde duyusal değer çiğ balıkta 1.72, pişirilmiş ürünlerde 6.5 puana, mikrobiyolojik sayımda  $3.49 \log_{10}$  kob/g ve K değerinde %72 olduğu zaman kabul edilebilirlik sınırına ulaşmıştır. Kefal balıkları 17. günde panelistler tarafından reddedilmiştir. Bu esnada kefal balıklarında K değeri %78'e, duyusal değer 2.5, pişirilmiş ürünlerde 4.33 ve mikrobiyolojik sayımda  $4.25 \log_{10}$  kob/g değerine ulaşmıştır. Balıkların bayatlaması duyusal değerdeki, mikrobiyal sayımdaki ve K değerindeki artışı beraberinde getirmiştir.

2004, 46 sayfa.

**Anahtar Kelimeler:** Kefal, buzda muhafaza, duyusal analiz, mikrobiyolojik analiz, K değeri, biyokimyasal değişim.

**ABSTRACT****DETERMINATION OF BIOCHEMICAL, SENSORY AND MICROBIOLOGICAL CHANGES IN ICE STORED GREY MULLET (*Mugil auratus*, Risso, 1810)**

Adenosine Tri Phosphate (ATP) breakdown compounds, microbiological and sensory changes of grey mullet were investigated during the ice storage. ATP breakdown compounds were analysed with High Performance Liquid Chromatography (HPLC) coupled with and dioda array detector (DAD) and auto injection system. Ratio of Hx and Ino to sum of ATP, ADP, AMP, IMP, Ino and Hx (K value) were calculated as an objektif freshness indeks. K value increased with loss of freshness.

Sensory analysis were carried out according to Tasmanian Food Research Unit (TFRU) sensory scheme. Sensory analysis were made on the basis of apperance, smell, skill, gill colour, shape of eyes for raw fish and flavour, taste and odours analysis were for cooked fish.

Total coliform, total yeast and mould, total psychrophilic bacteria count were carried out for each sampling point. Microbial load increased rapidly at the end of storage.

Sensory analysis showed that the fish were accaptable until day 15<sup>th</sup> with a K value 72 % but, it was rejected at day 17<sup>th</sup>. Sensory accaptance of grey mullet was 15 days in ice when, microbiological count 3.49 log<sub>10</sub> cfu/g, sensory score raw fish 1.72 and cooked fish 6.5. The fish were no more accaptable on day 17<sup>th</sup> with sensory score 2.5, K value 78% , cooked fish 4.33 and microbiological count 4.25 log<sub>10</sub> cfu/g by panel. K value showed a good relation with sensory score in terms of freshness. K value increased linearly with loss of freshness. Increase in K value accompanied with loss of freshness, increase in sensory score and increase in microbiological count which are inversly related to freshness.

2004, Pages 46.

**Key words:** Grey mullet, ice storage, sensory analysis, microbiological analysis, K value, biochemical changes.

## ÖNSÖZ

Yeni avlanmış bir balık yumuşak tekstürü, hoş a giden tat ve kokusu ve yüksek besin değ erinden dolayı tercih edilen bir gıdadır. Balık eti fazla miktarda su, protein ve lipid iç ermektedir. Balık etinin yapısı itibariyle balıklardaki bozulmalar diğ er kara hayvanlarınkine göre daha hızlı gerç ekleş ir. Balıklardaki mikrobiyal bozulmalar, genellikle balığın yaşad ığı ortamdan getirdiğ i yada taşı ma ve depolandığı ortamdan bulaş an mikroorganizmalardan kaynaklanır. Ayrıca balıklarda beslenmenin yoğun olduğu dönemlerde balık etindeki bozulmalar daha da hızlı ş ekillenir. Balığın sindirim sisteminde, gıdayı sindirmek için salgılanan enzimler ö lüm sonrası da faaliyetlerini devam ettirerek mide ve barsak duvarlarını sindirirler ve karın bölgesinde yırtılmalara neden olurlar. Balıklarda hem bakteriyel hem de biyokimyasal bozulmaların hızı buzda depolama ile yavaş latılabilir. Bu ç alışmada birçok ÷ lkede sevilerek tüketilen Kefal' in buzda raf ö mrü ve bu süre iç erisindeki duyusal, biyokimyasal ve mikrobiyal değ iş imleri incelenmiştir.

Araştırma konumun seç iminde, ç alışmanın baş tan sona tüm aş amasında yardımcı olan danışmanım Yrd. Doç. Dr. Abdullah Ö KSÜ Z'e (M.K.Ü. Su Ü rünleri İş leme Bölümü), analizlerimde ve sonuçların değ erlendirilmesinde yardımlarını ve bilgilerini esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Gülsün AKDEMİR EVRENDİLEK'e (M.K.Ü. Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliđ i Bölümü), ç alışmamın her anında yanımda olan Su Ü rünleri Yüksek Mühendisi Levent YILMAZ'a (M.K.Ü. Su Ü rünleri Avlama ve İş leme Teknolojisi Anabilim Dalı İş leme Bölümü), analizlerim esnasında özverili ç alışmasıyla Ş uğ le DOĞ ANAY'a (M.K.Ü. Su Ü rünleri Fakültesi) ve tez dönemim boyunca desteklerini esirgemeyen aileme, araştırmalarım da analizlerin yapılmasında büyük katkısı olan Mustafa Kemal Üniversitesi Merkez Laboratuvarı ç alışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

**SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ****Simgeler**

|           |           |
|-----------|-----------|
| gr        | gram      |
| M         | molarite  |
| N         | normalite |
| $\mu$ mol | mikromol  |
| ml        | mililitre |

**Kısaltmalar**

|       |                                     |
|-------|-------------------------------------|
| ATP   | Adenozin tri fosfat                 |
| ADP   | Adenozin di fosfat                  |
| AMP   | Adenozin mono fosfat                |
| IMP   | İnozin mono fosfat                  |
| Ino   | İnosin                              |
| Hx    | Hipoksantin                         |
| TBA   | Tiyobarbitirik asit                 |
| TFRU  | Tasmanian Food Research Unit        |
| TMA   | Tri metil amin                      |
| TVB-N | Toplam Uçucu Bazik Azot             |
| HPLC  | Yüksek Basınçlı Sıvı Kromatografisi |



**ÇİZELGELER DİZİNİ**

|  | <b>Sayfa</b> |
|--|--------------|
| Çizelge 3.1. Pişirme Öncesi Duyusal Tazelik Değerlendirme Formu (TFRU)...                        | 16           |
| Çizelge 3.2. Pişirme Sonrası Duyusal Tazelik Değerlendirme Formu (TFRU)...                       | 17           |
| Çizelge 4.1. Kefal balığının kimyasal bileşenleri.....   | 20           |
| Çizelge 4.2. Buzda Depolanan Kefallerde Pişirme Öncesi Meydana Gelen<br>Duyusal Değişimler.....  | 36           |
| Çizelge 4.3. Buzda Depolanan Kefallerde Pişirme Sonrası Meydana Gelen<br>Duyusal Değişimler..... | 37           |



## ŞEKİLLER DİZİNİ

|             | Sayfa  |
|-------------|--|
| Şekil 1.1.  | Ölüm sonrası balık etinde nükleotid yıkımı..... 2                                  |
| Şekil 3.1.  | Kefallerin strafor kutu içerisinde buzlanarak muhafazası..... 10                   |
| Şekil 3.2.  | Nükleotid ürünleri için standart kalibrasyon eğrisi..... 14                        |
| Şekil 3.3.  | McConkey Agarda üreyen koliform grubu bakteri kolonileri..... 19                   |
| Şekil 4.1.  | Buzda depolanan kefal balıklarında pH değişimi..... 21                             |
| Şekil 4.2.  | Buzda depolama esnasında kefal balıklarında ATP ürünlerinin yıkımı..... 22         |
| Şekil 4.3.  | Kefal balıklarında buzda depolama süresince % K değerinin değişimi 23              |
| Şekil 4.4.  | Buzda depolanan kefal balıklarında pişirme öncesi dış görünüş..... 25              |
| Şekil 4.5.  | Buzda depolanan kefal balıklarında pişirme öncesi deride görüntü..... 25           |
| Şekil 4.6.  | Buzda depolanan kefal balıklarında pişirme öncesi deride mukus..... 26             |
| Şekil 4.7.  | Buzda depolanan kefal balıklarında pişirme öncesi sertlik..... 26                  |
| Şekil 4.8.  | Buzda depolanan kefal balıklarında pişirme öncesi gözlerdeki berraklık..... 27     |
| Şekil 4.9.  | Buzda depolanan kefal balıklarında pişirme öncesi gözlerin şekli..... 27           |
| Şekil 4.10. | Buzda depolanan kefal balıklarında pişirme öncesi göz irisi..... 28                |
| Şekil 4.11. | Buzda depolanan kefal balıklarında pişirme öncesi gözlerde kanlanma..... 28        |
| Şekil 4.12. | Buzda depolanan kefal balıklarında pişirme öncesi solungaç rengi..... 29           |
| Şekil 4.13. | Buzda depolanan kefal balıklarında pişirme öncesi solungaçta mukus..... 29         |
| Şekil 4.14. | Buzda depolanan kefal balıklarında pişirme öncesi solungaçta koku..... 30          |
| Şekil 4.15. | Buzda depolanan kefal balıklarında pişirme öncesi karın bölgesinde renk..... 30    |
| Şekil 4.16. | Buzda depolanan kefal balıklarında pişirme öncesi karın bölgesinde sertlik..... 31 |
| Şekil 4.17. | Buzda depolanan kefal balıklarında pişirme öncesi anal açıklığın formu..... 31     |
| Şekil 4.18. | Buzda depolanan kefal balıklarında pişirme öncesi anal açıklığın kokusu..... 32    |
| Şekil 4.19. | Buzda depolanan kefal balıklarında pişirme sonrası lezzet..... 32                  |
| Şekil 4.20. | Buzda depolanan kefal balıklarında pişirme sonrası yapı..... 33                    |
| Şekil 4.21. | Buzda depolanan kefal balıklarında pişirme sonrası koku..... 33                    |

|             |   |    |
|-------------|---|----|
| Şekil 4.22. | Buzda depolanan kefal balıklarında pişirme öncesi duyusal analiz ortalaması.....  | 34 |
| Şekil 4.23. | Buzda depolanan kefal balıklarında pişirme sonrası duyusal analiz ortalaması..... | 34 |
| Şekil 4.24. | Buzda depolanan kefal balıklarında toplam koliform sayımı.....                    | 38 |
| Şekil 4.25. | Buzda depolanan kefal balıklarında toplam maya-küf sayımı.....                    | 39 |
| Şekil 4.26. | Buzda depolanan kefal balıklarında toplam psikrofilik bakteri sayımı..            | 39 |



## 1. GİRİŞ

Beslenmemize önemli katkı sağlayan besinlerin başında su ürünleri gelmektedir. Dünya nüfusundaki artış göz önüne alındığında sınırlı besin kaynaklarının daha kontrollü ve bilinçli kullanılması büyük önem taşımaktadır (KESKİN, 1975). Günümüzde yalnızca açlığın giderilmesi aracılığı ile değil, aynı zamanda vücuda alınan besinlerin sahip oldukları içerikler ve sağladığı yararlar incelenen konuların başında gelmektedir (İKİZ ve ark., 1994).

Beslenme uzmanları sağlıklı ve dengeli diyet programları hazırlayabilmek için besinlerin kimyasal kompozisyonlarını göz önünde bulundurmaktadır. Tüketiciler ise; besinlerin yalnızca tatlarının iyi olmasıyla değil; aynı zamanda besin değerinin yüksek olmasıyla da ilgilenmektedirler (MURRAY ve BURT, 1977).

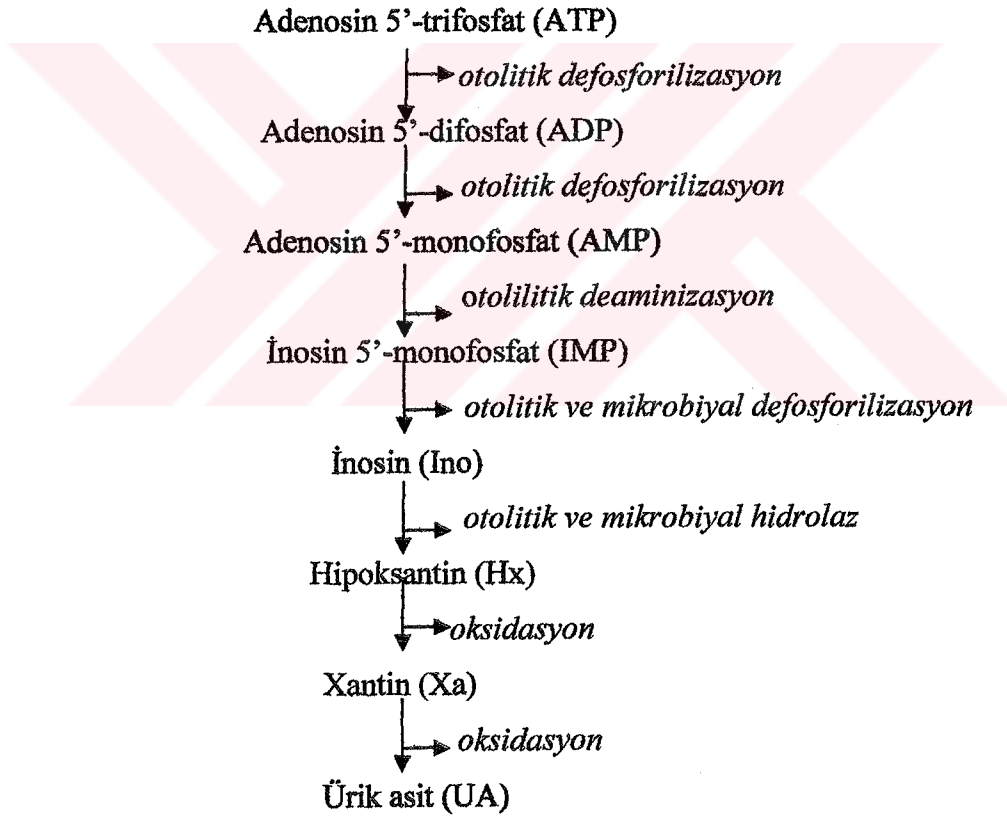
Balık yağları çoklu doymamış yağ asitlerinin en iyi doğal kaynağıdır. Bu nedenle beslenmede gittikçe artan bir öneme sahiptir. Balık tüketiminin beslenme açısından önemi daha çok omega -3 (n-3) yağ asidi içeriği ile ilgilidir. Bu nedenle balıkların yağ içeriği ve yağ asitleri kompozisyonu önemlidir. Balıklar yağsız(<% 2), az yağlı (%2-4), orta yağlı (%4-8) ve yağlı (>%8) balıklar olmak üzere 4 kategoriye ayrılırlar. Yağ içeriği ve yağ asitleri kompozisyonu balık türünden türüne değiştiği gibi aynı tür içerisindeki balıklar arasında bile değişebilir (SIGURGISLADOTTIR ve PALMADÖTTİR, 1993). Balık yağları % 20 oranında doymuş yağ asitlerini % 80 oranında doymamış yağ asitlerini içerir (KIETZMANN ve ark., 1969).

İnsan gıdası olarak kullanılan tatlı su ve deniz balıklarının gemide ve karada dondurulması , depolama teknikleri, donmuş ve soğuk muhafaza depolarına yerleştirilmeleri, taşınmaları, çözülmeleri, perakende satış kabinlerine yerleştirilmeleri, müşterilerin satın almış oldukları balıklarda aradıkları kriterler ve buradaki satış şartlarıyla ilgili olarak yapılması gereken işlemlerin önemi daha da büyüktür (VARLIK ve ark., 1993).

Balık eti enzimlerinin aktiviteleri, ölümü müteakip bir süre daha devam eder. Ancak enzimatik aktivitenin seyri, ölüm sonrası ters bir yön izler. Örneğin, canlı balıklarda tüm dokular oksijene gereksinim gösterir. Ölmüş bir balıkta ise tüm kimyasal olaylar anaerobik koşullarda meydana gelir. Balık ölümlerinde ilk aşamada balık etinde bulunan kreatin fosfat yıkılır ve bu kimyasal bileşik harcanır (İNAL, 1993). Ette diğer bir enerji denatörü olan ATP ise ADP'ye yıkılır ve önemli miktarda enerji oluşur ki bu

enerji kas dokunun kasılmasına neden olur (HUSS, 1988). ATP miktarının en az düzeye indiği ve pH değerinin minimuma düştüğü anda adele kasılması en yüksek düzeye ulaşır. Rigor-mortis denilen bu periyotta zamanla çevre, ısı absorbe eder ve eti kasan enerji çevreye geçer. Bu durumda serbest kalan et proteinleri birbirlerinden ayrılır ve et yumuşar. Bu periyoda ise rigor-mortis sonrası (post-rigor) dönem denmektedir (GRIGORAKIS ve ark., 2003).

Balık etlerindeki ATP'nin ölüm sonrası yıkımında bir seri enzimatik olaylar rol oynar. Önce ATP, Adenosin-Trifosfaz enzimi etkisi ile ADP yıkılır. Bu yeni bileşik üzerine miyokinez enzimi etki yapar ve onu AMP formuna dönüştürür. AMP dezaminasyonla diğer bir deyimle bir amino kaybederek IMP dönüşür. IMP fosfataz enziminin etkisine maruz kalır ve inosine yıkılır. İnosin ise nükleosit hidrolaz ile Hx ve D-Riboz fraksiyonlarına ayrılır. ATP yıkımı Şekil 1.1'de gösterilmiştir.



Şekil 1.1. Ölüm sonrası balık etinde nükleotid yıkımı (BOTTA, 1995).

Adenin nükleotidleri süratle IMP deamine olurken, depolama esnasında IMP da Inosin ve sonra Hx'e indirgenir. IMP'den farklı olarak Hx otolitik değişmelerin bir sonucu olarak artar (BOTTA, 1995). Genellikle hiç Hx olmaması yada çok az bulunması durumunda balığın taze olduğu söylenebilir.

Balığın sudan çıktığı andan itibaren oksijen alımı durur ve kaslı dokuda fazla miktarda bulunan ATP süratle azalır. Bu bileşikten meydana gelen enerji ısı şeklinde çevreye dağıldıkça parçalanma sürer ve sonunda ATP miktarı sıfır olur. Buna karşılık ATP'nin yıkımı sonucu oluşan ürün IMP miktarı yükselmeye başlar ve rigor-mortis döneminin pik noktasında en yüksek miktara ulaşır. ATP'nin IMP haline yıkımındaki hız, IMP kompleksinin Ino ile Hx'e parçalanmasına göre daha süratlidir. Özellikle balığın muhafaza edildiği depolarda ısının yüksek olması halinde bu parçalanma daha hızlanır (GÜLYAVUZ ve ALTINKURT, 1991). IMP'nin parçalanması balık etinin lezzetine olumsuz etki yapar. Zira balık etine lezzetini veren bileşik IMP'dir ve bunun miktarı ne kadar çok olursa lezzet de o kadar fazla olur. Bununla birlikte IMP miktarının yüksek olması balığın taze oluşunun bir göstergesidir. Bu nedenle buzda muhafaza edilen balıkların etleri, oda sıcaklığında muhafaza edilenlerin etlerinden daha lezzetli olur (FLETCHER ve STATHAM, 1988).

Balık etinin yapısı itibariyle balıklardaki bozulmalar diğer kara hayvanlarınkine göre daha hızlı gerçekleşir. Balıklardaki mikrobiyal bozulmalar, genellikle balığın yaşadığı ortamdan getirdiği yada taşıma ve depolandığı ortamdan bulaşan mikroorganizmalardan kaynaklanır. Ayrıca balıklarda beslenmenin dorukta olduğu dönemlerde balık etindeki bozulmalar daha da hızlı şekillenir. Balığın sindirim sisteminde, gıdayı sindirmek için salgılanan enzimler ölüm sonrası da faaliyetlerini devam ettirerek mide ve barsak duvarlarını sindirirler ve karın bölgesinde yırtılmalara neden olurlar. Balıklarda hem bakteriyel hem de biyokimyasal bozulmaların hızı buzda depolama ile yavaşlatılabilir (ÖKSÜZ, 2001). Bu çalışmada birçok ülkede sevilerek tüketilen Kefal'in buzda raf ömrü ve bu süre içerisindeki duyuşal, biyokimyasal ve mikrobiyal değişimleri incelenmiştir.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Avcılık veya hasat sonrası su ürünlerinin raf ömrünü belirlemek amacıyla, gerek işlenmiş gerekse işlenmemiş ürünler üzerine pek çok araştırmalar yapılmıştır.

KÖSE ve ark. (1996), Trabzon ve yöresinde yaygın olarak avlanan hamsi, istavrit, mezgıt ve tirsi balıklarının buzdolabı koşullarında üç gün süreyle bekletilmesi sonucu meydana gelebilecek kalite değişimlerini araştırmışlardır. Bu amaçla  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ ' de depolanan balıklardan her gün alınan örneklerde pH, Tiyobarbütirik asit (TBA). Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) ve histamin analizlerini yapmışlardır. Alınan sonuçları duyuşal parametrelerle karşılaştırmalı olarak değerlendirmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlarla, buzdolabı koşullarında bekletilen balık örneklerinin ilk tazeliğine bağılı olarak değışen kalitelerde olabileceğini söylemişlerdir.

ÖKSÜZ ve GARTHWAITE (1997), Gökkuşuğı Alabalığı'nın kalitesi üzerine depolama sıcaklığının etkisini tat ve lezzet bakımından bir kalite kriteri olarak, K değıeriyle birlikte karşılaştırmalı olarak incelemişlerdir. Alabalıkları üç farklı sıcaklık ortamında ( $0^{\circ}\text{C}$ ,  $10^{\circ}\text{C}$  ve  $20^{\circ}\text{C}$ ) sırasıyla 9, 5 ve 2 gün süreyle depolamışlar, K değıerini depolama süresince HPLC' de RPC 18 kullanarak analiz etmişlerdir. Gökkuşuğı Alabalığı'nın normal depolama sırasındaki sıcaklıkları, soğuk şartlar altındaki depolama ile karşılaştırdıklarında ATP'nin, Hx'e indirgenmesi durumunun çok hızlı gerçekleştiğini görmüşlerdir. Duyusal yöntem ile K değıeri arasında iyi bir korelasyonun bulunduğunu ve  $20^{\circ}\text{C}$  de depolanan balıkların duyuşal sonuçlar bakımından taze olmadığını saptamışlar, bu sıcaklıkta otolitik değıişimlerin ve K değıerinin en üst düzeyde olduğunu tespit etmişlerdir.

SIMEONIDOU ve ark. (1998), Akdeniz de 7 balık türünde buzlama boyunca kalite değıişimini çalışmışlardır. Burada çalışılan kupes (*Boops boops*), kolyoz (*Scomber japonicus*), istavrit (*Trachurus trachurus*), uskumru (*Scomber scomberus*), berlam (*Merluccius merluccius*), sardalya (*Sardina mediterraneus*) ve barbunya (*Mullus barbatus*)'yı buzda bir hafta depolayarak kalite değıişimlerini tayin etmişlerdir. Balıklar buzda bütün olarak depolanmıştır. Tüm balık türlerinde balık test sonuçları buzda depolamanın sonunda duyuşal değıerler otuz beşin altında bulunmuştur. TBA sayısı ve formaldehit içeriğı tüm balık türlerinde buzda depolamanın sonlarına doğıru önemli ölçüde artarken, pH önemli ölçüde değıişmemiştir. Duyusal analizler barbunya, sardalya ve kupesin değıerlendirilmesinde EC çiğ balığı sınıflandırma cetveli kullanımının, kupes

ve berlam için pişmiş balık etini değerlendirme duyuşal formu kullanımının daha uygun olduğunu görmüşlerdir. Berlam için revaçta olan EC tazelik testi formundan daha tanımlayıcı duyuşal formlara ihtiyaç duyulabileceğini söylemişlerdir.

ÖZOĞUL ve ark., (2000), buzda depolanan Atlantik ringalarının modifiye atmosfer ve vakum paketlemeyle kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal değerlendirilmesi üzerine çalışmışlardır. 22 °C'de depolanan (2 gün buzda saklanmış) ringaların duyuşal ve mikrobiyal değişimleri, modifiye atmosfer ve vakum paketlemenin K değeri üzerine etkileri araştırılmıştır. Her ne kadar kimyasal ve mikrobiyolojik analizler işaret etse de CO<sub>2</sub> ve vakum paketleme ile ringaların raf ömrü uzatılmış, buzda depolama ile karşılaştırılmış, duyuşal analiz sadece VP (8 gün) ve MAP (10 gün) ile raf ömrünün uzadığını göstermiştir. Aerobik koşullarda saklanan balığın %60 CO<sub>2</sub>'le muamele gösterdiği hem de azalan K değerine benzer bulduklarını ileri sürmüşlerdir. Bu çalışma buzda ve MAP depolama durumları arasında önemli fark (P<0.05) göstermiştir. CO<sub>2</sub> ilavesiyle örneklerin vakum ve aerobik muhafazasıyla benzer olarak Hx oluşumunda azalma gözlenmiştir.

KYRANA ve LOUGUVOIS (2001), çiftlikte üretilen ve yonga buzda depolanan Avrupa deniz levreğinin (*Dicentrarchus labrax*) duyuşal, kimyasal ve mikrobiyolojik değerlendirmesini çalışmışlardır. Üretilen Avrupa deniz levreği hasat zamanında 22 günlük bir zaman periyodu içerisinde yonga buzda depolanmış ve rutin olarak duyuşal, kimyasal ve mikrobiyolojik analizleri yapılmıştır. Pişmiş etin duyuşal değerlendirilmesi kullanılarak araştırılan iç organlarından temizlenmiş balığın depolama ömrü 19 gün bulunmuştur. Kimyasal testin içinde sadece *k<sub>1</sub> değeri* erken depolama değişimini izlemede kullanışlı bir kriter olmuştur. TMA, TVB-N ve pH pratik olarak balığın tüketilebilir depolama ömrünün ilk yarısı boyunca değişim göstermemiştir. Serbest yağ asidi içeriğindeki değişimler ve TBA seviyesi kabul edilebilir kaybın veya depolama ömrünün tayininde kullanılamamıştır. Bakteri meydana getiren sülfid, genel sülfid üreticisi olan *Shewanella putrefaciens*'in bu denemede deniz levreğinin metabolizmasında önemli bir yıkıcı olmayan toplam aerobik floranın çok küçük bir oranını teşkil etmiştir.

ÇELİK ve ark., (2002), bir süper markette tüketime sunulan dondurulmuş su ürünlerinde (balık filetoları, pane ürünler, kabuklu ve yumuşakça grupları) kimyasal kompozisyon analizleri (ham protein, ham yağ, nem, kütl) ve depolamaya bağlı fiziksel



ve kimyasal kalite kontrol analizleri (pH değeri, toplam uçucu bazik azot (TVB-N; mg 100-1g), trimetilamin-azot (TMAN; mg 100-1g), serbest formaldehit (FA) (ex)/(mg kg-1) serbest ve bağlı formaldehit (FA) (dest)(mg kg-1) analizlerini yapmışlardır. Araştırma sonucunda elde edilen bulgularla ürünlerin kimyasal kompozisyonları belirlenerek genel olarak dondurarak depolanmış ve tüketime sunulmuş su ürünlerinin az yağlı ve yüksek proteinli türler olduğunu tespit etmişlerdir. Farklı raf ömürlerine sahip dondurularak-depolanmış su ürünlerinin depolamaya bağlı yapılan fiziksel ve kimyasal kalite kontrol analiz sonuçlarına göre (pH değeri, TVB-N (mg 100-1g), TMA-N (mg 100-1 g), TBA (mg malonaldehit kg-1, FA (ex) ve (dest) (mg kg-1) ), süper market koşullarında satışa sunulması tüketilmesinde bir sakınca olmadığını tespit etmişlerdir.

PAPADOPOULOS ve ark., (2003), buzda depolanan kültür levreği (*Dicentrarchus labrax*)'nin sindirim sisteminin mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşal özelliklerine etkisi üzerine çalışmışlardır. *Pseudomonas* ve  $H_2S$  üreten bakterilerle (*Shewanella putrefaciens* artışı) iç organları çıkartılmış ve iç organlarıyla birlikte bütün haldeki levreğin her ikisi için buda 16 gün depolama periyodu sonundaki baskın bakteriye bakmışlardır. *Brochothrix thermosphacta* ve Enterobakteriyle hem iç organlı hem de iç organları çıkartılmış levreklerin bozulma sonrası mikroflorasını bulmak istemişler fakat onların sayıları,  $H_2S$  üreten bakteriden ve *Pseudomonas*'dan daima daha düşük bulmuşlardır. İç organlı ve iç organsız balıklar için mezofilik bakteri sayısı sırasıyla 9 ve 15. günlerden sonra  $7 \log_{10}$  kob  $g^{-1}$  seviyesini aşmıştır. Kimyasal bozulma indeksinden TMA değeri iç organsız levrekte çok yavaş artmış halbuki iç organlı levrekler için yüksek değerlere, sırasıyla 16. günde 0.73 ve 4.39 mg N/100g $^{-1}$  gibi maksimum bir değere ulaştığı bulunmuştur. TVB-N değeri bütün iç organsız levrekte depolama boyunca (16 gün) 27.7 mg N/100g $^{-1}$  değerine ulaştığı için önemli bir artış göstermemiştir. Halbuki iç organlı balıklar için 369 mg N/100g $^{-1}$  bulunmuştur. TBA değeri iç organsız levrek örneklerinde 16 günlük depolama boyunca düşük kalmış, oysa iç organlı balıklar için değişkenlik göstermiştir. Kullanılan kimyasal indekslerden hiçbiri iç organlı ve iç organsız levreklerin buzdaki tazeliğinin ilk ortalama değerlerini göstermede faydalı olamamıştır. Duyusal değerlendirmede kullanılan EC tazelik skalasında iç organsız levrekler için 5. güne kadar E derece, sonraki 2 gün için A derece ve takip eden 4 gün için B derece, ardından bulunan levrekte C derecesi verilmiştir

(uygunsuz). İç organlı levrekte 3. güne kadar E derece, 4-7. günler arası için A derece ve 8-10. günlerdeki depolama için bir B derece, 11. günün sonunda o da uygunsuz bir dereceye ulaşmıştır. Depolama boyunca iç organlı ve iç organsız levreklerin pişirme sonrası koku, tat ve lezzet için kabul edilebilir değerlerinin azaldığı görülmüştür. Bu çalışmanın sonunda, baştan sona kadar kabul edilebilir duyuşal ve mikrobiyolojik data değerleri tespit edildikten sonra buzda depolanan bütün iç organsız ve iç organlı levreklerin raf ömrü sırasıyla 13 ve 15 gün olduğunu göstermiştir.

PIRES ve BARBOSA (2003), dondurulmuş adi ahtapotun (*Octopus vulgaris*) duyuşal, mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal özelliklerini araştırmışlardır. Bu çalışmanın amacı deniz ürünü olarak ahtapot hakkında genel veriler toplamak ve normal olarak diğer türler için düşünülen kalite değerlendirilmesi konusunda metodların doğruluğunu aydınlatmaktır. Duyusal, mikrobiyolojik ve fiziksel analizler çiğ ahtapotun buzda depolanması süresince kalitesindeki değişimi saptamak için kullanılmıştır. Tüketilebilir kısımların kimyasal analizleri ayrıca yapılmıştır. Mürekkep balığı için kullanılan EC sınıflandırma cetvelinin bir uyarlaması olan ve son yıllarda yaygınlaşan QIM (Quality Index Methods) tablosu duyuşal analiz için kullanılmıştır. Ahtapotun raf ömrü QIM'e göre birçok türden daha kısa olacak biçimde 8 gün olarak tahmin edilmiştir. Mikrobiyolojik sonuçlar ahtapotun mikrobiyal sayım bilgisiyle besinsel olarak daha iyi anlaşılabilceğini gösterdi, fakat ahtapotun yüzeyinde meydana gelen enzimatik yıkılım balıklardakinden daha düşüktür. Bakteri ortaya çıkaran hidrojen sülfid toplam aerobik floranın önemli miktarını tayin etmiştir. Fiziksel analizin RT-tazelik ölçümü özelliğı gösterdiği, bu ölçülerin ahtapota uygulanabilirliğini ve sonuçların kalite tamamlayıcı bilgi olarak kullanılabilirliğini göstermiştir.

CHYTIRI ve ark., (2004), buzdaki bütün ve fileto halindeki kültür gökkuşaağı alabalığındaki mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşal değişimlerin belirlenmesi üzerine çalışmışlardır. Buzda depolanan tatlı su kültüründeki gökkuşaağı alabalığı (*Onchorynchus mykiss*)'nin filetolarında mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşal özelliklerine etkisini incelemişlerdir. Pseudomonas, H<sub>2</sub>S üreten bakteriler (*Shewanella putrefaciens* artışı) ve *Brochothrix thermosphacta* da düşük sayıdaki Enterobakteri süresinde baskın bakteriyi belirlemeye, hem de 18 gün boyunca periyodik olarak buzda depolanan alabalık filetolarında ve iç organları çıkartılmış bütün haldeki balıklarda bozulmanın mikroflorasını bulmaya çalışmışlardır. Bütün haldeki alabalıkta bakteri

sayısını, alabalık fileto örneklerinden daima daha düşük bulmuşlardır. Bütün haldeki balık ve filetolar için mezofilik bakteri sayısı buzda depolama boyunca 10. gün ve sonrasında 18. güne kadar her ikisinde de  $7 \log_{10}$  kob/cm<sup>2</sup>'yi aşmıştır. Bozulmanın kimyasal belirleyicilerinden trimetilamin (TMA) değeri bütün haldeki alabalıkta çok yavaş artmış, fakat yüksek seviyedeki fileto örnekleri için 18 günde her biri için sırasıyla 4.29 ve 6.39 mg N/100 g gibi en yüksek değerlerine ulaştığını bulmuşlardır. TVB-N değeri bütün haldeki alabalıkta 18 günlük depolama boyunca önemli bir artış göstermediği için 20.16 mg N/100 g değerine ulaşmıştır. Halbuki balık filetoları için 26.06 mg N/100g gibi farklı bir değer kaydetmişlerdir. Bütün haldeki alabalıkta TBA değeri çok az artmış, halbuki fileto örnekleri için yüksek değerlere ulaştığı, 18 gün sonunda sırasıyla maksimum 16.21 ve 19.41 mg N/100 g değerlerine ulaştığını bulmuşlardır. Kullanılan kimyasal parametrelerden hiçbiri buzlanan tatlı su alabalık filetoları ve bütün haldeki balık için ilk tazeliğin ortalamasını gözlemlemede faydalı olamamıştır. Duyusal değerlendirmede kullanılan EC tazelik skalası bütün haldeki alabalıklar için 6. güne kadar E derecesi, sonraki 3 gün için A ve ilerleyen 6 gün için B derecesi, ardından C gibi derecede bulunan alabalıklar uygunsuzluk vermişlerdir. Depolama süresince pişmiş bütün haldeki alabalık ve filetolarının da koku, tat ve lezzet için kabul edilebilir değeri azalmıştır. Bu çalışmanın sonunda buzda depolanan iç organları çıkartılmış bütün haldeki alabalık ve filetoları için raf ömrü duyusal ve mikrobiyolojik verilerle belirlenerek sırasıyla 15-16 ve 10-12 gün gösterdiğini söylemişlerdir.

KILINÇ ve ÇAKLI (2004), donmuş sardalya (*Sardina pilcardus*) filetolarının marinyasyon esnasında erimesiyle kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal değişimlerini çalışmışlardır. Dondurulmuş sardalye (*Sardina pilcardus*) filetoları marinyasyonda kullanılmıştır. Marinyasyon yöntemi için fiçılara %14'lük sodyum klorid ve %7'lik asetik asit yapılmıştır. Balıklar (1.5:1) oranında eritilmiştir. Marinyasyonda, duyusal lezzet analizini belirlemek için marinyasyon puanının sonuna kadar sıcaklık 4° C'nin dışına çekilmiştir. Sardalye filetolarının marinyasyonun tamamlanabilmesi için 22 gün 4° C'de bırakılmıştır. İstatistiksel analize göre fiçıda depolamanın başlangıç ve sonu arasında yapılan kimyasal analiz sonuçları arasında önemli bir farklılık yoktur ( $P>0.05$ ). Sardalye filetoları için fiçıların içine koymakla toplam canlı sayısı, laktik asit bakteri sayısı, psikrofilik bakteri sayısı, maya ve küf sayısı azaltılmıştır.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal ve Ekipmanlar

Deneyde kullanılan balık materyali İskenderun Körfezinden elde edilmiştir. Depolamada kullanılan buz Mustafa Kemal Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Avlama ve İşleme Teknolojisi laboratuvarında bulunan yonga buz üreten makineden elde edilmiştir.

Kullanılan ekipmanlar;

Kolon : Hichrom serial no. H50 DS-12318. C18 RP 250 mm x 4,6 mm, 5 mikron.

HPLC : 1090 Liquid Chromatograph DAD Dedector ve Autosampler

Etüv : FN – 500 Nüve

Kül Fırını : MF 120 Nüve

Santrifüj : NF 800 Nüve

Hassas Terazı : Scaltex SPB 421 (mg Hassasiyette)

pH metre : Orion Model 420

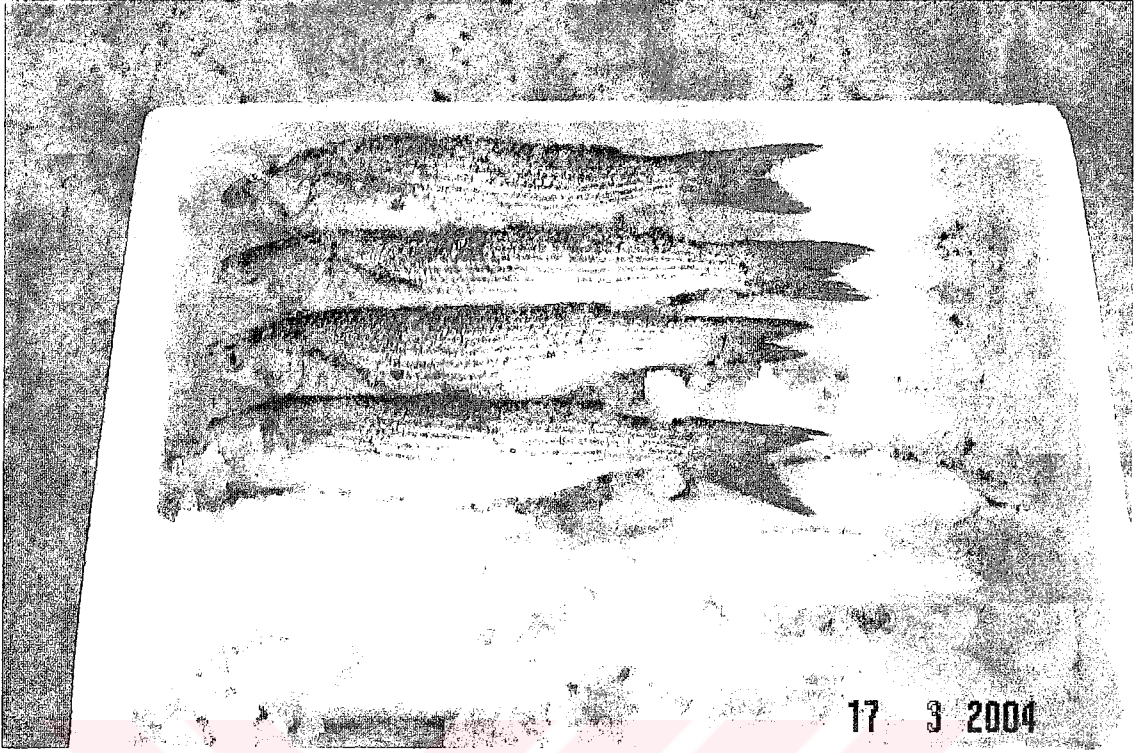
Yakma Ünitesi : Gerhardt Kjeldatherm

Distilasyon Ünitesi : Gerhardt Vapodest

#### 3.2. Yöntem

İskenderun Körfezinden avlanan altınbaş kefal balıkları balık halinden satın alınmıştır. Balıklar buz içerisinde M.K.Ü. Su ürünleri Fakültesi İşleme Laboratuvarına taşındıktan sonra hemen ilk duyuşal test yapılarak, mikrobiyolojik analiz ve kimyasal analizler için numune alınmıştır.

Şekil 3.1’de görüldüğü gibi balıklar strafor kutulara yerleştirilerek 1:2 buz-balık oranında üzeri buzla örtülerek 17 gün boyunca saklanmıştır. Depolama süresince belirli periyotlarda kimyasal, mikrobiyal ve duyuşal analizler yapılmıştır.



Şekil 3.1. Kefallerin strafor kutu içerisinde buzlanarak muhafazası.

### 3.2.1. Kimyasal Analizler

#### 3.2.1.1. pH Tayini

Balığın dorsal kısmından 1 gr et örneği alınıp üzerine 10 ml saf su eklenerek homojenizatörde iyice homojenize edildikten sonra Orion 420A model pH metre ile pH değerleri ölçülmüştür.

#### 3.2.1.2. Nem Tayini

Balık eti küçük parçalara ayrılarak nem içeriği, etüvde kurutma yöntemine ISOR 1442 (COMMISSION OF EUROPEAN COMMUNITIES ECC, 1979) göre belirlenmiştir.

Cam petri kutuları içerisine 10 gr yıkanmış ve kurutulmuş deniz kumu ve baget konularak dara alınmıştır. Darası alınan petrilere yaklaşık 5 gr balık eti iyice homojen hale getirilmiş numune tartılarak üzerine 5 ml etanol ilave edildikten sonra kum ile

beraber iyice karıştırılmıştır. Örnekler 80°C’de su banyosunda 30 dakika süreyle ön kurutmaya bırakılmıştır. Daha sonra örnekler 105°C’ye ayarlı etüvde, sabit ağırlığa gelinceye kadar 24 saat kurutulmuştur ve bu süre sonunda örnekler etüvden alınarak desikatörde oda sıcaklığına getirildikten sonra 0.01 mg hassasiyetli terazide tartılmıştır. Örneklerdeki nem miktarı aşağıdaki hesaplama yöntemiyle (3.1.) % olarak belirlenmiştir.

$$\% \text{ Nem Miktarı} = \frac{A - B}{W} \times 100 \quad (3.1.)$$

A : İlk ağırlık (gr)

B : Son ağırlık (gr)

W: Alınan örnek miktarı (gr)

### 3.2.1.3. Ham Kül Tayini

Homojen hale getirilmiş 1gr’ lık örnekler daha önceden kurutulup soğutulmuş ve darası alınmış porselen krozelere konarak tartılmıştır. Yakma fırınında 550 °C’de 24 saat süreyle açık griden beyaza kadar giden renk elde edilinceye kadar yakılmıştır. Kül fırınından alınan örnekler desikatöre yerleştirilmiş ve oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra 0.01 mg duyarlı terazide tartılarak aşağıdaki hesaplama yöntemiyle (3.2.) % ham kül miktarı belirlenmiştir (GÖĞÜŞ ve KOLSARICI, 1992 ).

$$\% \text{ Ham Kül} = \frac{(A + B) - A}{W (gr)} \times 100 \quad (3.2.)$$

A : Dara (gr)

B : Kül (gr)

W : Örnek miktarı (gr)

### 3.2.1.4. Ham Yağ Tayini

Yağ analizi Modified Bligh and Dyer (HANSON ve OLLEY, 1963) metoduyla yapılmıştır. Balığın dorsal bölgesinden 10 gr. numune tartılarak 200 ml'lik erlene alınmıştır. Üzerine 8 ml saf su ilave edildikten sonra 20 ml kloroform ve 40 ml metanol eklenerek 1 dakika homojenize edilmiştir. Homojen haldeki numuneye 20 ml daha kloroform ilave edilerek 30 sn. homojenize edilmiştir. Bunun sonrasında 20 ml saf su eklenerek 30 sn süreyle tekrar homojenize edildikten sonra 20 dakika ve 2000 rpm'de santrifüj edilmiştir. Üstteki metanol ve su tabakası ortamdaki uzaklaştırılıp altta kalan kloroform tabakadan 10 ml alınarak darası alınmış petrilere konulmuştur. Fazla kloroform su banyosunda buharlaştırıldıktan sonra numuneler 105°C'de 30 dakika etüvde kurutulmuştur. Desikatöre alınıp soğutulan numunelerin son tartımı alındıktan sonra % yağ oranı aşağıdaki formülle (3.3.) hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Ham Yağ} = \frac{(B - A) \times 4}{W \text{ (gr)}} \times 100 \quad (3.3.)$$

A : Dara (gr)

B: Son Tartım (gr)

W: Örnek Ağırlığı (gr)

### 3.2.1.5. Ham Protein Tayini

Ham protein Kjeldahl yöntemi ile tayin edilmiştir (A.O.A.C., Official Methods of Analysis 955.04, 1990). Dorsal bölgeden alınan et numuneleri küçük parçacıklar haline getirilerek bu homojen örneklerden yaklaşık 1 gr tartılarak Kjeldahl tüplerine aktarılmış, daha sonra bu örnekler üzerine 2 adet katalizör Kjeldahl tableti (Delta Kimya San.) eklenmiştir. Üzerine 20 ml konsantre sülfürik asit (%98'lik H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) ilave edilerek tüpler Kjeldahl yakma ünitesine yerleştirilmiştir. Yakma ünitesinde sıcaklık tedrici

olarak 420°C ye kadar yeşilimsi bir renk oluncaya kadar artırılarak kaynatılmıştır. Daha sonra örnek tüpler oda ısısına kadar soğutularak üzerine 75 ml distile su ilave edilmiştir. Tüpler daha sonra Kjeldahl destilasyon ünitesine yerleştirilerek üzerine otomatik olarak 50 ml %40'lık NaOH eklenmiştir. Reaksiyonun gerçekleşmesi için 5 sn beklendikten sonra tüpler 300 sn. süreyle distilasyona tabi tutulmuştur. Tüpteki amonyak ürünleri buhar yardımıyla titrasyon kabı içerisinde indikatör içeren (metil kırmızısı ve bromkresol yeşili) 25 ml borik asit içerisinde tutulmuştur. Distilasyon tamamlandıktan sonra distilat, normalitesi 0.1 olan HCl ile renk dönüşümü gri olana kadar titre edilmiştir. Bu deneyde ayrıca numune içermeyen kör deneme de yapılarak hesaplamaya dahil edilmiştir. Toplam nitrojen içeriği aşağıdaki formül (3.4.) yardımıyla belirlenmiştir:

$$\% N = \frac{14.01 \times (A-B) \times N}{W} \quad (3.4.)$$

A = Titre edilen asit miktarı (ml)

B = Kör deneme için kullanılan asit miktarı (ml)

N = Asitin molaritesi

W = Numune ağırlığı (gr)

Protein faktörü hayvansal ürünlerde 6.25 tir. % N miktarı 6.25 ile çarpılmış ve ham protein oranı belirlenmiştir (3.5.).

$$\% \text{ Ham Protein} = \% N \times 6,25 \quad (3.5.)$$

### 3.2.1.6. ATP Yıkımı Sonucu Oluşan Ürünlerin Tayini

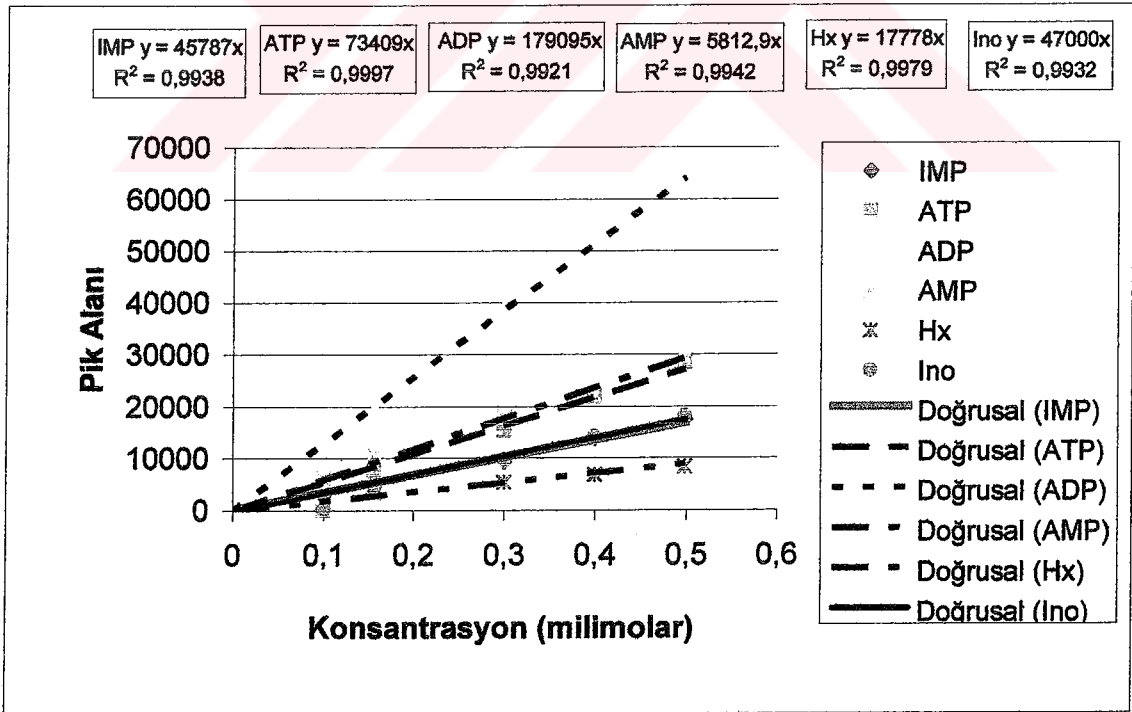
Balıklarda post-mortem ATP'nin yıkımı sonucu oluşan ürünlerin analizi (RYDER, 1985)'e göre HPLC ile yapılmıştır. Bu analiz için balığın dorsal kısmındaki kaslardan 5 g numune, 50 ml'lik santrifüj tüpüne konulmuştur. Numune üzerine 25 ml soğutulmuş perklorik asit (0,6 M) ilave edilerek homojenize edilmiştir. Numuneler soğutmalı santrifüjde 10 dakika süreyle 2°C' de ve 3000 rpm' de santrifüj edilmiştir.



Tüplerden 10 ml alınarak beherlere aktarılmış, pH 0,1 ve 1 M'lık KOH ile 6.7 – 6.9 aralığına ayarlanmıştır. Numuneler 30 dakika buzda bekletip, sıvı kısmı Whatmann No:1 filtresi ile 20 ml' lik balon jöjelere süzöldükten sonra saf su ile 20 ml' ye tamamlanmıştır. Numuneler daha sonra eppendof tüplerine alınarak analiz edilinceye kadar derin dondurucuda muhafaza edilmiştir.

### 3.2.1.6.1. ATP Yıkımı Sonucu Oluşan Ürünlerin Miktarının Hesaplanması

ATP, ADP, AMP, IMP, Hx ve Ino standartları son konsantrasyonları 5 mM olacak şekilde HPLC özelliğindeki ultra saf su içerisinde çözülmüştür. Stoklar çalışma esnasında buzda muhafaza edilmiştir. Bu stoklardan 0.1-0.5 mM konsantrasyonunda standartlar hazırlanmıştır. Farklı konsantrasyonlardaki bu beş standardın karışımı HPLC'ye enjekte edilerek koordinat sisteminde her bir maddeye ait konsantrasyonların pik alanları işaretlenerek, çözeltilerin her birine ait doğrusal kalibrasyon eğrileri excel programında çizilmiştir.



Şekil 3.2. Nükleotid ürünleri için standart kalibrasyon eğrisi.

Doğruların eğiminden pik alanı belli olan balık numunelerindeki IMP, ATP, ADP, AMP, Hx, ve Ino'in konsantrasyonları hesaplanmıştır. Şekil 3.2. kalibrasyon eğrisini göstermektedir.

Balıklarda tazelik derecesi (K) değeri ile ifade edilir ve K değeri ATP'nin yıkımından meydana gelen Ino ve Hx'in tüm yıkım ürünlerine oranının yüzde olarak ifadesidir (GÖĞÜŞ ve KOLSARICI, 1992).

$$\% K = \frac{\text{Ino} + \text{Hx}}{\text{ATP} + \text{ADP} + \text{AMP} + \text{IMP} + \text{Ino} + \text{Hx}} \times 100 \quad (3.6.)$$

### 3.2.2. Duyusal Analizler

Ürünün duyusal değerlendirilmesinde Mustafa Kemal Üniversitesi öğretim üyeleri ve yüksek lisans öğrencilerinden oluşan, daha önce bu tür çalışmalara katılmış olan tecrübeli 6 panelist görev almıştır. Panelistler farklı masalara birbirinden etkilenmeyecek şekilde oturmuşlardır. Balıklar buz içerisinde panelistlere sunulmuştur. Panelistler ürünü pişirme öncesi ve pişirme sonrası ( iç organları çıkartılarak mikrodalga fırında 850 W. 3 dakika süreyle pişirilmiş) olmak üzere görüntü, koku, renk ve genel beğeni bakımından değerlendirerek, değerlendirme sonuçlarını ellerinde bulunan formlara yazmışlardır. Duyusal analizlerde modifiye edilmiş Tasmanian Food Research Unit (TFRU) duyusal değerlendirme formu kullanılmıştır (Çizelge 3.1. ve Çizelge 3.2).

Çizelge 3.1. Pişirme Öncesi Duyusal Tazelik Değerlendirme Formu (TFRU)

| Değerlendirme/ Puan         | 0             | 1                           | 2                 | 3               |
|-----------------------------|---------------|-----------------------------|-------------------|-----------------|
| <b><u>Genel</u></b>         |               |                             |                   |                 |
| Dış Görünüş                 | Çok parlak    | Parlak                      | Biraz donuk       | Donuk           |
| Deri                        | Sıkı          | Yumuşak                     | -----             | -----           |
| Mukus                       | Yok           | Biraz yapışkan              | Yapışkan          | Çok yapışkan    |
| Sertlik                     | Pre-rigor     | Rigor                       | Post-rigor        | -----           |
| <b><u>Gözler</u></b>        |               |                             |                   |                 |
| Berraklık                   | Şeffaf        | Biraz bulanık               | Bulanık           | -----           |
| Şekil                       | Normal        | Biraz çökmüş                | Çökmüş            | -----           |
| İris                        | Görünür       | Biraz Görünüyor             | Görünmüyor        | -----           |
| Kan                         | Kan yok       | Biraz kanlı                 | Kanlı             | Çok kanlı       |
| <b><u>Solungaçlar</u></b>   |               |                             |                   |                 |
| Renk                        | Karakteristik | Kırmızı                     | Kahverengi        | Koyu kahverengi |
| Mukus                       | Yok           | İnce                        | Orta              | Aşırı           |
| Koku                        | Doğal         | Balık kokusu                | Bayat             | Çürümüş         |
| <b><u>Karın Bölgesi</u></b> |               |                             |                   |                 |
| Renk Değişimi               | Beyaz         | Biraz Sarı                  | Sarı              | Aşırı Sarı      |
| Sertlik                     | Sert          | Yumuşak                     | Çökmüş            | Patlamış        |
| <b><u>Anal Bölge</u></b>    |               |                             |                   |                 |
| Form                        | Normal        | Biraz açılmış ve Koyulaşmış | Çok fazla açılmış | -----           |
| Koku                        | Taze          | Doğal                       | Balığmsı          | Çürümüş         |

Çizelge 3.2. Pişirme Sonrası Duyusal Tazelik Değerlendirme Formu (TFRU)

| <u>Puan</u> | <u>Koku</u>   | <u>Lezzet</u>   | <u>Yapı</u>   |
|-------------|---|---|---|
| 10          | Başlangıçta güzel nişasta kokusu  | Sulu, metalik / Nişastamsı. Başlangıçta tatsız fakat et tadıyla hafif hoşluk kazandırılmış. | Kuru / Kolaylıkla çiğnenebilen / Lifli                    |
| 9           | Kabuklu / Deniz Yosunu / Kaynamış et  | Tatlı / özlü / Kaymak / yeşil bitki / karakteristik   | Kuru / Kolaylıkla çiğnenebilen / Lifli / Dolgun           |
| 8           | Kaynamış süt / Kaynamış patates kokusu  | Tadı hoş ve karakteristik fakat yoğunluğu azalmış.  | Kuru / Az dolgun / Lifli / yapışkanmsı                    |
| 7           | Talaş kokusu / Kaynamış patates   | Doğal   | Hafif kuru / Az dolgun / yapışkanmsı / Lifli              |
| 6           | Teksif edilmiş süt veya karamel gibi  | Tatsız  | Hafif kuru / Az dolgun / yapışkanmsı / Lifli              |
| 5           | Testideki süt kokusu / Kaynamış patates / Kaynamış çamaşır kokusu                       | Hafif ekşilik / Az miktarda lezzetli  | Az dolgun / Hafif lifli                                   |
| 4           | Laktik Asit / Ekşi süt / Ahır kokusu  | Tatsız / Hafif acılık / kokusuz   | Başlangıçtaki sıklığını depolama ile kaybederek yumuşamış |
| 3           | Düşük yağ asidi vb. / Asetik Asit / Bütirik Asit / çürümüş ot kokusu / Kaynamış çamaşır | Çok kötü / Lastik tadı / Hafif sülfid tadı / Bozulmuş                                       | Başlangıçtaki sıklığını depolama ile kaybederek yumuşamış |

### 3.2.3. Mikrobiyolojik Analizler

Balıkların mikrobiyolojik analizleri için Toplam psikrofilik bakteri sayımı (PCA Agar), Toplam koliform sayımı (McConkey Agar) ve Toplam maya – küf sayımı (PDA Agar) yapılmış, sonuçlar  $\log_{10}$  kob/g olarak verilmiştir.

#### 3.2.3.1. Toplam Psikrofilik Bakteri Sayımı

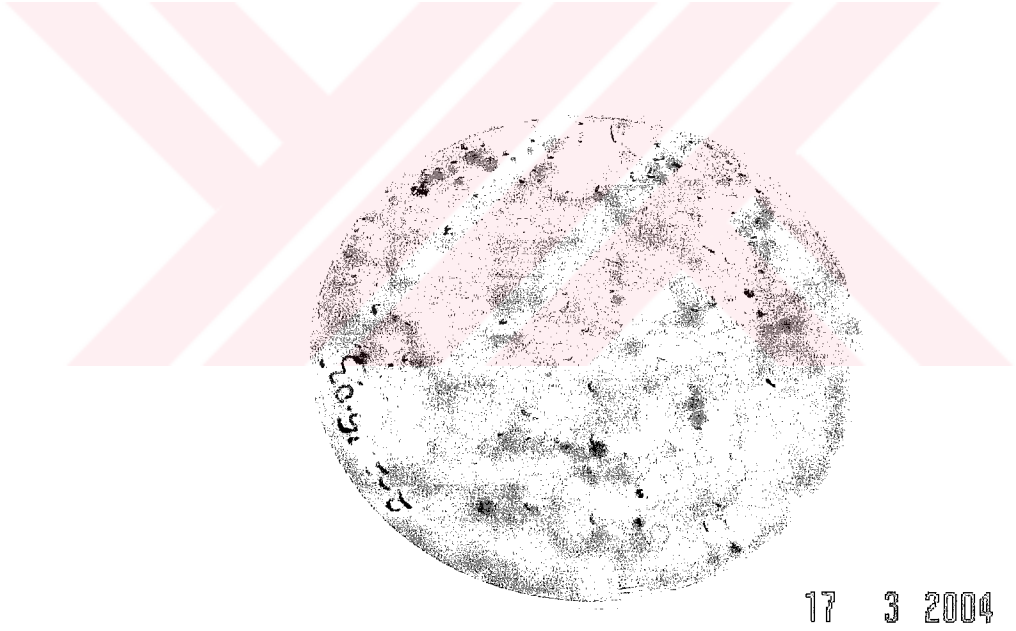
Buzda depolanan kefal balıklarından steril olarak kılçıksız ve derisiz 10 gr et örneği steril stomaker torbalarına alınarak üzerine %0.1'lik peptonlu sudan 90 ml eklenip stomaker ile 90 sn homojenize edilmiştir. Elde edilen süspansiyondan örnek alınarak elde edilen örnekler %0.1'lik peptonlu su ile seyreltilmiştir. Yapılan seyreltmeler sonucunda uygun olan dilüsyonlardan 100  $\mu$ l (0.1 ml) alınarak daha önceden hazırlanmış olan Plate Count Agar'a (PCA) ekim yapılmıştır. Ekim yapılan petri kutuları 10°C' de 48 saat süre ile inkübasyona bırakılmış ve oluşan koloniler sayılıp sonuçlar  $\log_{10}$  kob/g olarak verilmiştir.

#### 3.2.3.2. Toplam Maya ve Küf Sayımı

Buzda depolanan kefal balıklarından steril olarak kılçıksız ve derisiz 10 gr et örneği steril stomaker torbalarına alınarak üzerine %0.1'lik peptonlu sudan 90 ml eklenip stomaker ile 90 sn homojenize edilmiştir. Elde edilen süspansiyondan örnek alınarak elde edilen örnekler %0.1'lik peptonlu su ile seyreltilmiştir. Yapılan seyreltmeler sonucunda uygun olan dilüsyonlardan 100  $\mu$ l (0.1 ml) alınarak daha önceden hazırlanmış ve %10 tartarik asit ile asitlendirilmiş Potato Dextrose Agar' a (PDA) ekim yapılmıştır. Ekim yapılan petri kutuları 22°C' de 48 saat süre ile inkübasyona bırakılmış ve oluşan koloniler sayılıp sonuçlar  $\log_{10}$  kob/g olarak verilmiştir.

### 3.2.3.3. Toplam Koliform Bakteri Sayımı

Buzda depolanan kefal balıklarından steril olarak kılçıksız ve derisiz 10 gr et örneği steril stomaker torbalarına alınarak üzerine %0.1'lik peptonlu sudan 90 ml eklenip stomaker ile 90 sn homojenize edilmiştir. Elde edilen süspansiyondan örnek alınarak elde edilen örnekler %0.1'lik peptonlu su ile seyreltilmiştir. Yapılan seyreltmeler sonucunda uygun olan dilüsyonlardan 100 µl (0.1 ml) alınarak daha önceden hazırlanmış McConkey Agar'a ekim yapılmıştır. Ekim yapılan petri kutuları 37°C' de 48 saat süre ile inkübasyona bırakılmış ve oluşan koloniler sayılıp sonuçlar log<sub>10</sub> kob/g olarak verilmiştir.



Şekil 3.3. McConkey Agarda üreyen koliform grubu bakteri kolonileri.

#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Çalışma esnasında elde edilen pH, duyu analizi, mikrobiyolojik analizler (Toplam koliform, toplam maya-küf ve toplam psikrofilik bakteri sayımı) ve K değeri verilerini değerlendirmede istatistik programı olarak MİNİTAB 13.1 versiyon programı kullanılmıştır. Sonuçlar hem tek yönlü ANOVA kullanılarak  $\alpha : 0.05$  aralığında analiz edilmiş hem de günler arası farklılığı belirlemek için Tukey's çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır.

##### 4.1. Kefal Balığında Kimyasal Analiz Bulguları ve Tartışma

Araştırmada buzda depolanan kefallerin kimyasal bileşenleri olarak analiz edilen ham protein, ham yağ, ham kül değerleri ve nem miktarı çizelge 4.1' de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Kefal balığının kimyasal bileşenleri

| Kimyasal Bileşenler | Ortalama | SD   |
|---------------------|----------|------|
| Ham Protein (%)     | 19.66    | 0.62 |
| Ham Kül (%)         | 1.25     | 0.0  |
| Ham Yağ (%)         | 2.22     | 0.05 |
| Nem Miktarı (%)     | 76.68    | 0.1  |

Balık etinde protein oranı %15-24 arasında değişmektedir (GÜLYAVUZ ve ÜNLÜSAYIN, 1999). Bu değer balığın cinsine, yaşına, cinsiyetine, beslenme ortamına, üreme ve göç mevsimine göre değişiklikler gösterebilir. Beyaz etli balıklarda, kırmızı etli balıklara oranla protein miktarı düşük olmasına rağmen, beyaz etli bir balık olan kefalın protein oranı % 19.66 düzeyinde tespit edilmiştir.

Balıklarda ham kül oranı %0.2-2 arasında değişmektedir (GÖĞÜŞ ve KOLSARICI, 1992). Yapılan bu çalışmada kefal balığında ham kül değeri %1.25 olarak bulunmuştur.

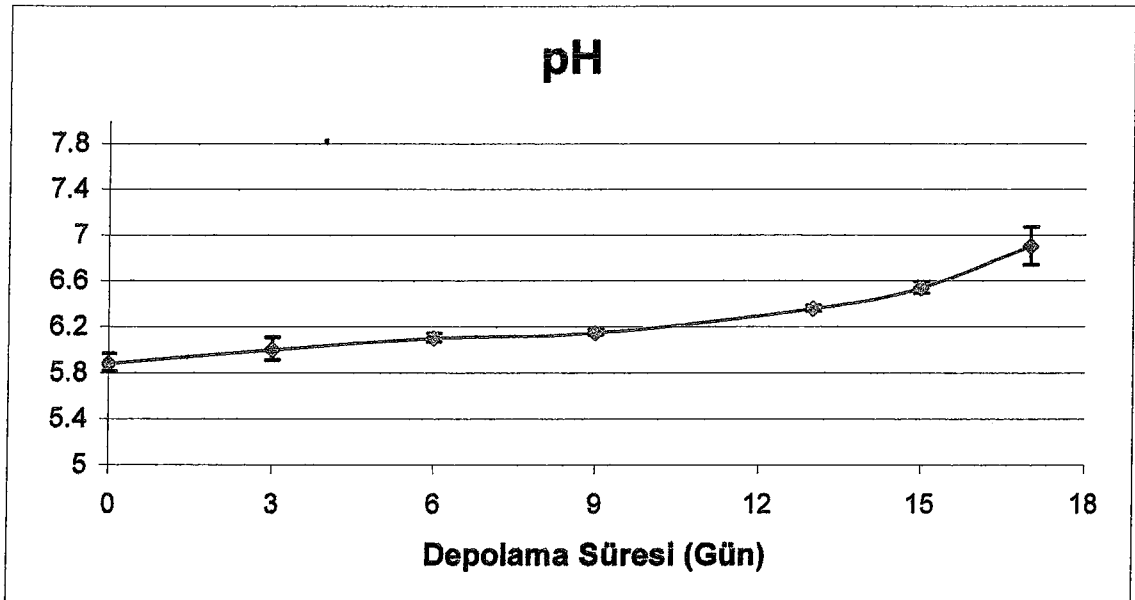
Balıklardaki yağ oranı balığın türüne, cinsiyetine yaşına, beslenme durumuna ve yaşadığı ortama bağlı olarak değişir. Balıklar yağsız (<% 2), az yağlı (%2-4), orta yağlı (%4-8) ve yağlı (>%8) balıklar olmak üzere 4 kategoriye ayrılırlar. Beyaz etli

balıklardan olan kalkan, mezgit, kefal ve dil balığı az yağlı balıklardandır (GÜLYAVUZ ve ÜNLÜSAYIN, 1999). Yapılan bu çalışmada kefal balığının yağ oranı % 2.22 olarak bulunmuştur.

Su ürünleri etlerinde nem oranı türlere, cinsiyete ve yaşlara göre çok büyük farklılıklar gösterir. Genelde balık etinde su miktarı %60-80 arasında değişmektedir (WHEATON ve LAWSON, 1985). Su ürünlerinde su oranı yağ oranı ile ters orantılıdır. Yağ oranı arttıkça su oranı azalır. Bu nedenle yağ oranı düşük olan kefal, mezgit, dil balığı gibi beyaz etli balıklarda, nem oranı yüksektir (GÜLYAVUZ ve ÜNLÜSAYIN, 1999). Araştırmamızda, kefal balığının nem oranı %76.68 olarak tespit edilmiştir.

#### 4.2. Kefallerin Buzda Depolama Boyunca pH Analiz Bulguları ve Tartışma

Depolama periyodu boyunca pH değerlerinde yavaş bir artış gözlenmiştir (Şekil 4.1.) pH değeri depolamanın ilk gününde 5.89 olarak ölçülmüştür. Depolamanın son gününde bu değer 6.91'e ulaşmıştır. Altı ile 9. günler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark gözlenmemiştir ( $P>0.05$ ). Sonuç olarak kefallerde pH değerinin depolama boyunca sürekli artışı ortamda amonyak ve benzeri bileşiklerin birikiminin göstergesidir.



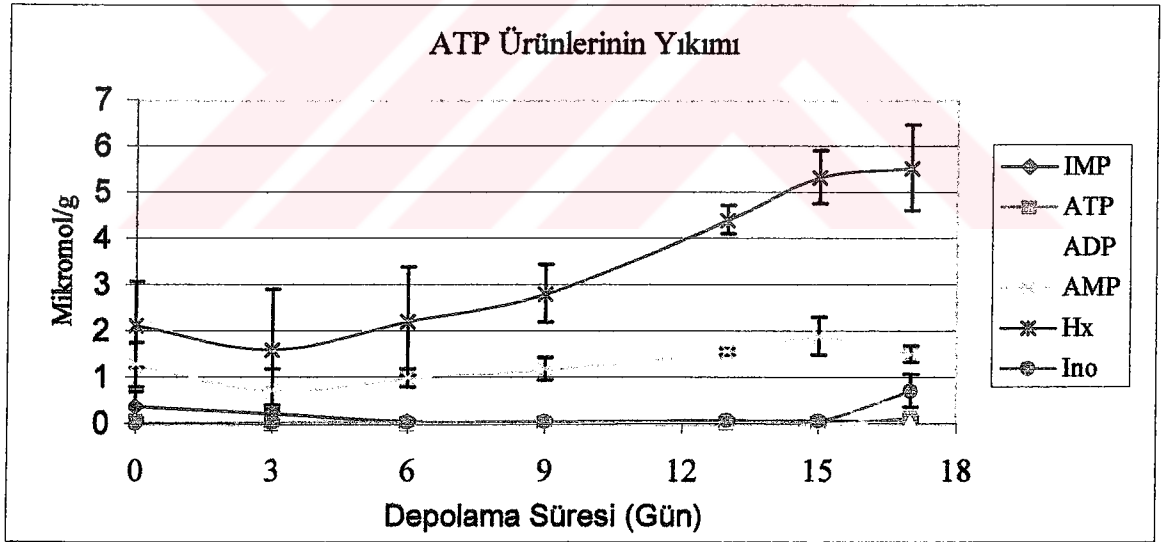
Şekil 4.1. Buzda depolanan kefal balıklarında pH değişimi.



### 4.3. ATP Yıkımı Sonucu Oluşan Ürünlerin Analiz Bulguları ve Tartışma

Buz içerisinde 17 gün süreyle depolanan kefal balıklarındaki ATP'nin yıkımı sonucu oluşan ürünlerden IMP, ATP, ADP, AMP, Hx ve Ino miktarları Şekil 4.2'te verilmiştir. ATP miktarındaki azalma sonucu kas dokudaki membran sistemi ile ilişkili hücre bütünlüğü bozulmaktadır (STANLEY, 1991, HULTIN, 1995, FOEGEDING ve ark., 1996). Canlı balıkta ATP'nin varlığındaki aktinmiosin köprülerinin oluşmasıyla kasılma ve ortamdaki ATP'nin miyosine bağlanarak aktin filamentinin ayrılması ile de gevşeme meydana gelmektedir. Bu mekanizma, ortamdaki kalsiyum iyonu konsantrasyonu ile troponin ve tropomiyosin tarafından kontrol altında tutulmaktadır.

Post-mortem kasta ATP miktarındaki azalmaya bağlı olarak oluşan aktinmiosin köprülerinin çözülmesi zorlaşmakta ve ölüm sertliği (rigor motris) olarak adlandırılan sertleşme meydana gelmektedir (STRYER, 1995, FEOGEDING ve ark., 1996).

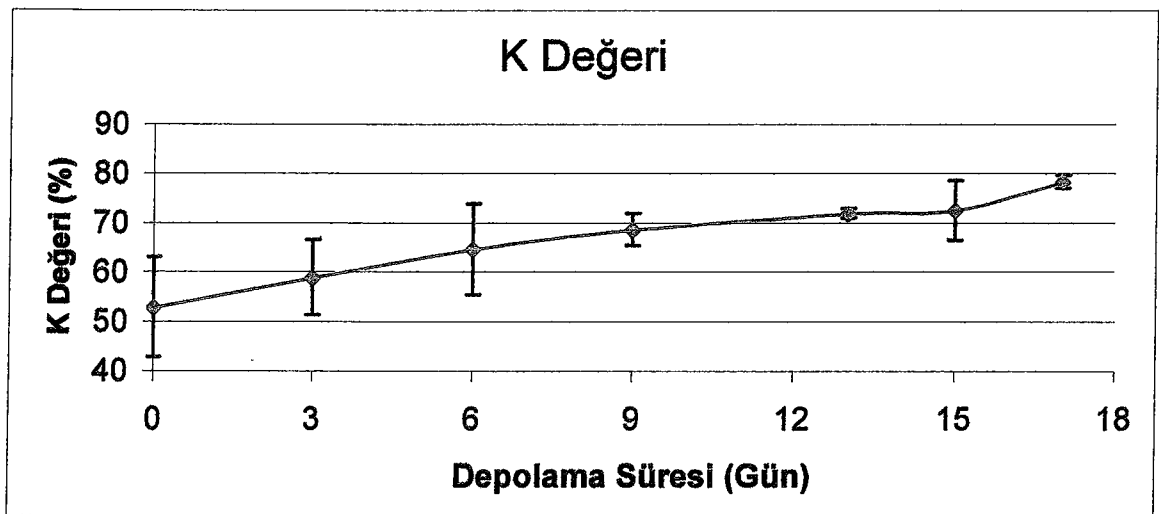


Şekil 4.2. Buzda depolama esnasında kefal balıklarında ATP ürünlerinin yıkımı.

Post-mortem kas dokuda ATP kaybının diğer bir önemli sonucu da ATP'nin sırasıyla ADP, AMP, inosin mono fosfat (IMP), inosin (Ino) ve hipoksantine (Hx) dönüşmesidir. ATP'nin ölüm sonrası IMP'ye kadar olan yıkım safhası çok çabuk gerçekleşir ve normal olarak ATP, ADP ve AMP'nin miktarı  $1 \mu\text{mol/g}$ 'dan daha azdır. ATP'nin yıkımı sonucu IMP miktarında artış görülür, ancak bu artış ATP'nin yıkımının

tamamlanmasıyla sona erer ve buzda IMP tedrici olarak Ino ve Hx'e yıkılır (ÖKSÜZ, 2001). Kas dokuda anaerobik şartlar oluşarak mitokondri tarafından ATP'nin yeniden oluşumu engellendiğinden veya glikoliz yoluyla glikojen rezerveri tükenip, pH düştüğünde bu reaksiyonlar meydana gelmekte ve oluşan bu bileşikler balıkta tat ve koku oluşumundan sorumlu olmaktadır (HULTIN, 1992). IMP miktarı başlangıçta 0,39  $\mu\text{mol/g}$  olarak bulunmuştur. IMP miktarındaki bu azlığın sebebi balık laboratuara ulaştığı zaman ATP'nin yıkımının tamamlandığı ve bunu müteakiben IMP'nin de yıkıma başlamış olmasındandır. Nükleotid metabolizmasındaki değişim balığın duyu kalitesine doğrudan tesir ettiği bildirilmiştir. Özellikle IMP'nin glutamik asitle birlikte belirgin bir tat zenginleştirici olduğu, buna rağmen tüketilebilirlik sınırına ulaşmış buzda depolanmış balıklarda Hx'nin ekşimsi bir tat verdiği bildirilmiştir (LINDSAY 1994). Buzda depolanan kefal balıklarında depolamanın ilk gününde Ino 0.03  $\mu\text{mol/g}$  ve Hx 2.14  $\mu\text{mol/g}$  bulunmuşken, depolamanın son gününde Ino 0.72  $\mu\text{mol/g}$  ve Hx 5.53  $\mu\text{mol/g}$  bulunmuştur (Şekil 4.2.).

Başlangıçta pik seviyede olan IMP değeri balığın tazeliğinin göstergesidir. Bu durumda ortamda Ino ve Hx miktarı çok azdır. Fakat depolama süresi boyunca yıkım devam eder ve IMP miktarında azalma görülürken ortamdaki Ino ve Hx miktarında artış gözlenir. Ortamdaki yüksek miktardaki Ino ve Hx değeri balığın bayat olduğunun bir göstergesidir. Buna bağlı olarak balığın tat ve kokusunda da değişim görülmektedir (GÖĞÜŞ ve KOLSARICI, 1992).

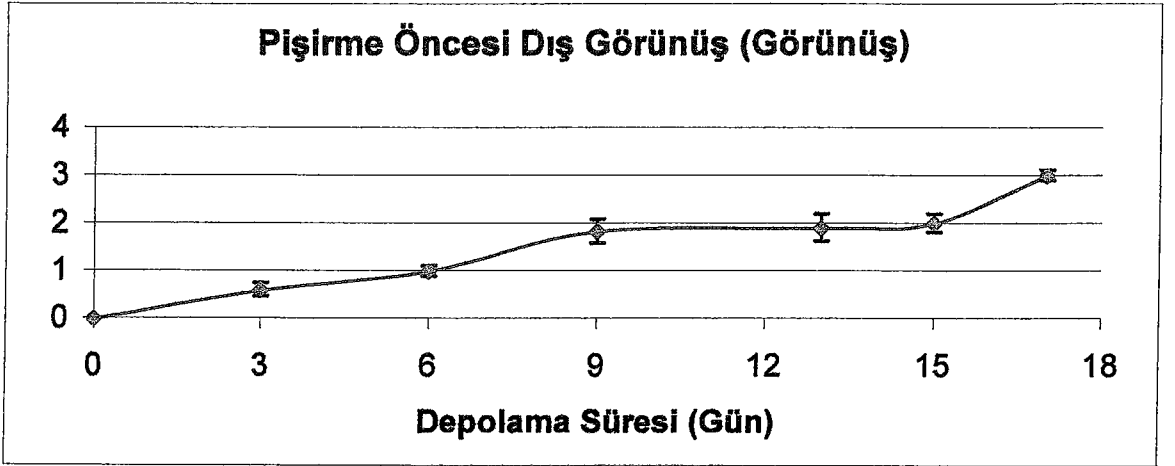


Şekil 4.3. Kefal balıklarında buzda depolama süresince % K değerinin değişimi.

Post-mortem balık kasında oluşan bu bileşiklerin miktarları 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 ürünlerinin miktarları belirlenerek verilen bir sürede balığın tazelik durumu belirlenebilmektedir. Bu amaçla ATP'nin parçalanma ürünlerinin toplamının inosin ve hipoksantin miktarlarının toplamına oranı olarak ifade edilen K değeri, balıkta tazeliğin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (PEDROSA-MENABRITO ve REGENSTEIN, 1988, 1990, FOEGEDING ve ark., 1996). Şekil 4.3'te görüldüğü gibi kefal balıklarında K değerinin buzda depolama boyunca tedrici olarak arttığını göstermektedir. Depolamanın başlangıcında K değeri %52.95 oranında belirlenmiştir. Aslında diğer balıklarla kıyaslandığında bu değer yüksektir. Bu değer yüksek olmasının sebebi balığın avlandıktan hemen sonra ekstraksiyonun yapılamaması ve balık laboratuara ulaştığında IMP miktarının çok düşük bulunmasıdır. K değerinde 0 ile 13. günler arasında artış düzenli giderken 13 ile 15. günler arasında bu yavaş bir artış gözlenmiştir. Bu değişim istatistiksel olarak da önemli bulunmamıştır ( $P>0.05$ ). Depolamanın son gününde kefal balığında K değeri %78.38 olarak belirlenmiştir. K değerindeki artış türden türe değişmektedir. Buzda depolanan çipuralarda (ALASALVAR ve ark., 2001). K değerini ancak 17. günde %39 seviyesinde tespit etmişlerdir. Bununla birlikte başlangıçtaki IMP miktarı ise yaklaşık 9 mikromol/g tespit etmişlerdir. Bu nedenle balıkların K değerine bakılarak tazelik değerlendirilmesi yapılırken, mutlaka her bir tür için ayrı standart oluşturulmalı ve elde edilen veriye göre değerlendirme yapılmalıdır.

#### **4.4. Buzda Depolanan Kefallerin Duyusal Analiz Bulguları ve Tartışma**

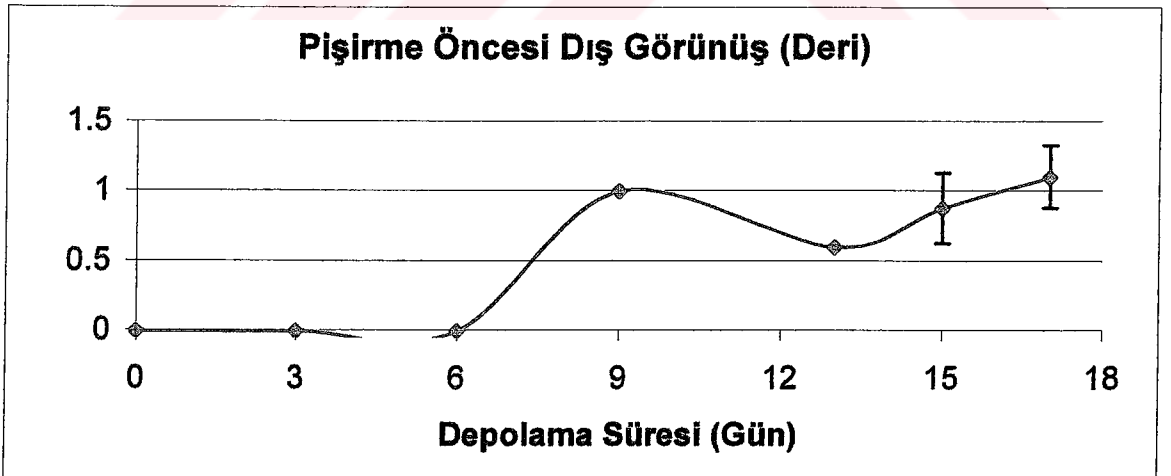
Buzda depolanan kefallerin duyusal analizleri 0., 3., 6., 9., 13., 15. ve 17. günde yapılmıştır. Balıklar panelistler tarafından dış görünüş, koku, renk, genel durum ve lezzet bakımından Tasmanian Food Research Unit (TFRU) duyusal analiz cetveli kullanılarak üçlü hedonik skalada değerlendirilmiştir.



\* Değerler Çok İyi (0) ile Çok kötü (3) arasında değişmektedir.

Şekil 4.4. Buzda depolanan kefal balıklarında piştirme öncesi dış görünüş.

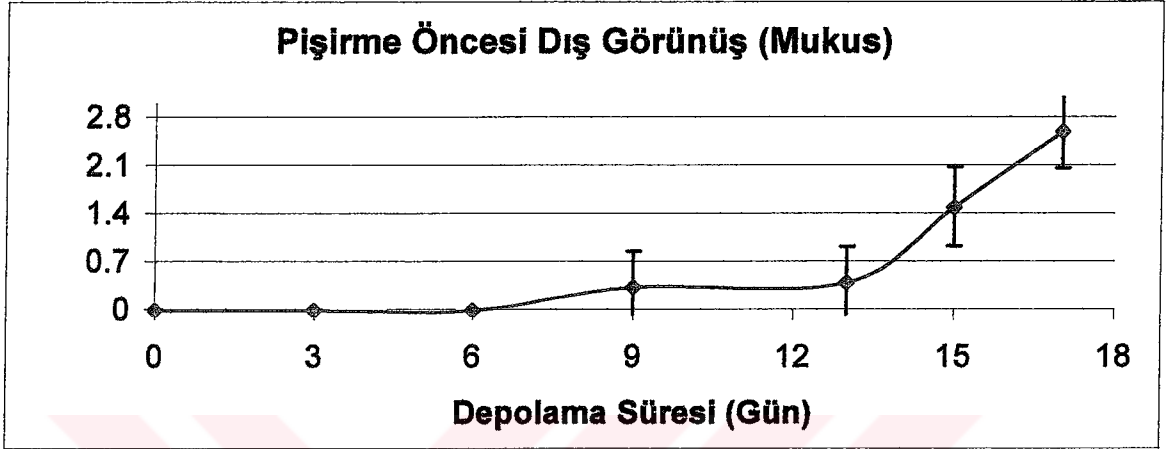
Balıklar dış görünüş bakımından panelistler tarafından yapılan değerlendirmede ilk günden itibaren 13. güne kadar artan bir bozulma göstermişlerdir (Şekil 4.4.). Fakat bu bozulma da 0 ile 3. günler arasındaki değişim istatistiksel olarak önemlidir ( $P < 0.05$ ). On üçüncü gün ile on beşinci gün arasında bir değişim olmamıştır. On beşinci günden sonra depolamanın son gününe kadar bozulma devam etmiştir. Bu değişimde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P < 0.05$ ).



\* Değerler Çok İyi (0) ile Çok kötü (3) arasında değişmektedir.

Şekil 4.5. Buzda depolanan kefal balıklarında piştirme öncesi deride görünüş.

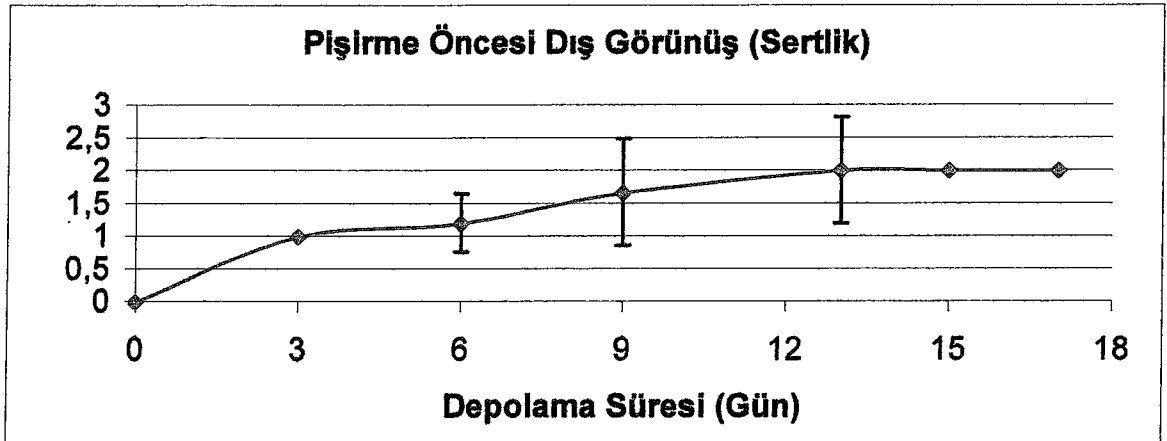
Deri ilk günden itibaren altıncı güne kadar çok iyi bir görüntü vermiştir (Şekil 4.5.). Altıncı gün ile dokuzuncu gün arasında istatistiksel olarak önemli sayılan bir farklılık göstermiştir ( $P<0.05$ ). 13-15. günler arasındaki balıkların derisinde istatistiksel olarak önemli bir değişim görülmemiştir ( $P>0.05$ ). 17. günde ise deri istatistiksel olarak önemli sayılabilecek derecede elastikiyetini kaybetmiştir ( $P<0.05$ ).



\* Değerler Çok İyi (0) ile Çok kötü (3) arasında değişmektedir.

Şekil 4.6. Buzda depolanan kefal balıklarında pişirme öncesi deride mukus.

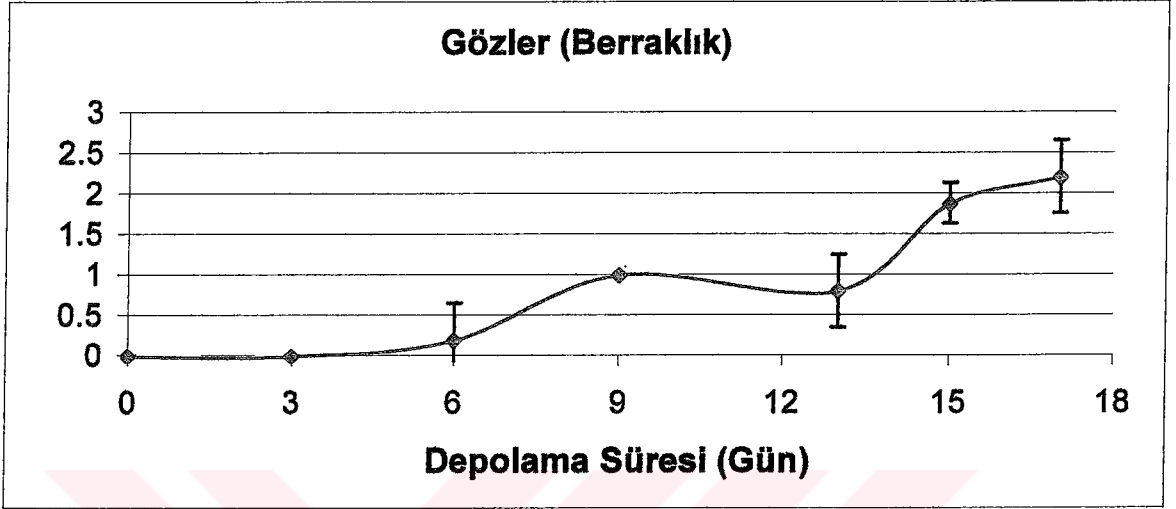
Depolamanın başlangıcında balık yüzeyinde mukus bariz bir şekilde fark edilmiştir (Şekil 4.6.). Altıncı güne kadar bu durum devam etmiş, dokuzuncu günden itibaren ise depolama boyunca mukus kaybolmuştur. Bunun nedeni ise eriyen buzun balığın depolandığı süre içerisinde balık yüzeyindeki mukusu yıkaması ve buna bağlı olarak mukusun zamanla kaybolmasıdır. Depolamanın 13-15. günler ve 15-17. günler arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ).



\* Değerler Çok İyi (0) ile Çok kötü (3) arasında değişmektedir.

Şekil 4.7. Buzda depolanan kefal balıklarında pişirme öncesi sertlik.

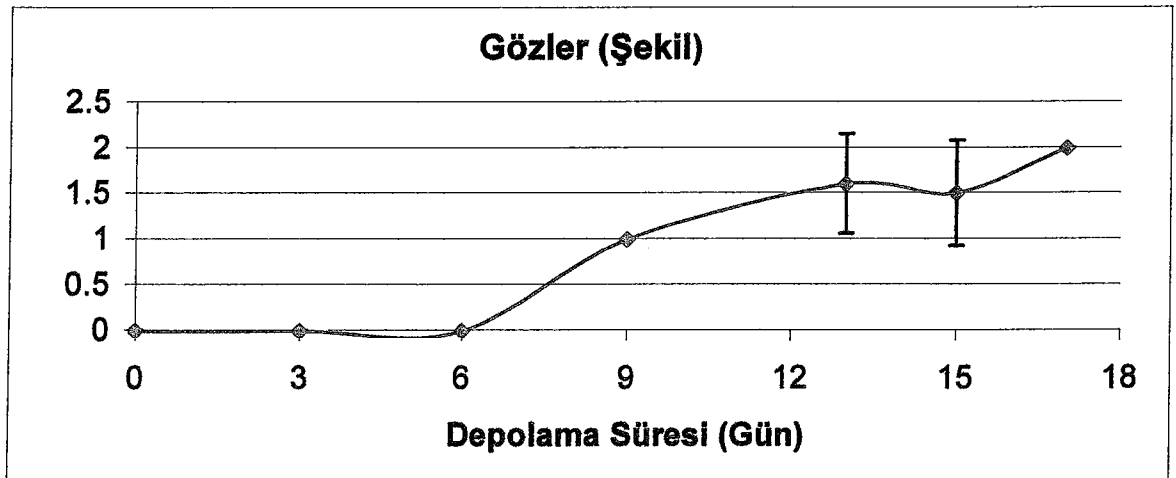
Birçok deniz balığında olduğu gibi buzda muhafaza edilen kefallerin derisindeki sertlik depolamanın başlangıcından itibaren giderek artan bir yumuşama eğilimi göstermiştir (Şekil 4.7.). Bu değişimde 0-3. günler ve 9-13. günler arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0.05$ ).



\* Değerler Çok İyi (0) ile Çok kötü (3) arasında değişmektedir.

Şekil 4.8. Buzda depolanan kefal balıklarında pişirme öncesi gözlerdeki berraklık.

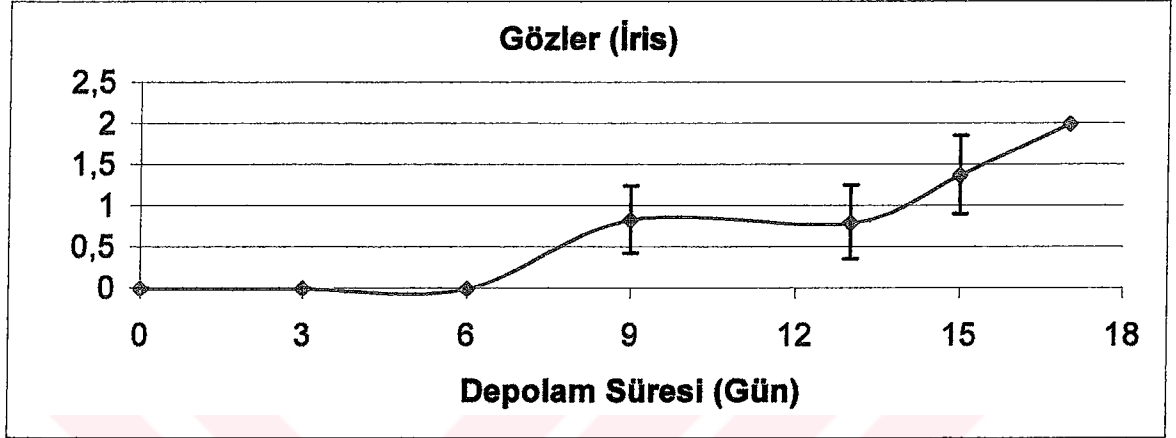
Balığın gözünde depolamaya bağlı olarak gözün berraklığında bir azalma görülmüş (Şekil 4.8.) ve bu değişime 9. günden itibaren daha da belirginleşmiş ve istatistiksel olarak önemli bir farklılaşma görülmüştür ( $P<0.05$ ). Depolamanın 17. gününden itibaren göz mat bir görünüm almıştır.



\* Değerler Çok İyi (0) ile Çok kötü (3) arasında değişmektedir.

Şekil 4.9. Buzda depolanan kefal balıklarında pişirme öncesi gözlerin şekli.

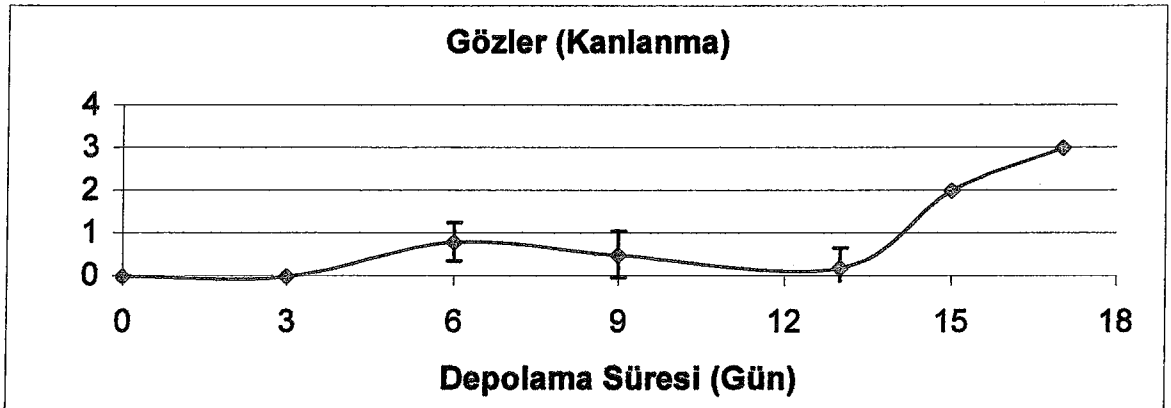
Şekil 4.9.'da görüldüğü gibi depolamanın başlangıcında göz normal durumdayken altıncı günden itibaren 15. güne kadar istatistiksel olarak önemli bir değişim gözlenmiştir ( $P<0.05$ ). On beşinci günden sonra ise gözdeki çökme giderek artmaya devam etmiştir. 15-17. günler arasındaki değişim ise istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ).



\* Değerler Çok İyi (0) ile Çok kötü (3) arasında değişmektedir.

Şekil 4.10. Buzda depolanan kefal balıklarında pişirme öncesi göz irisi.

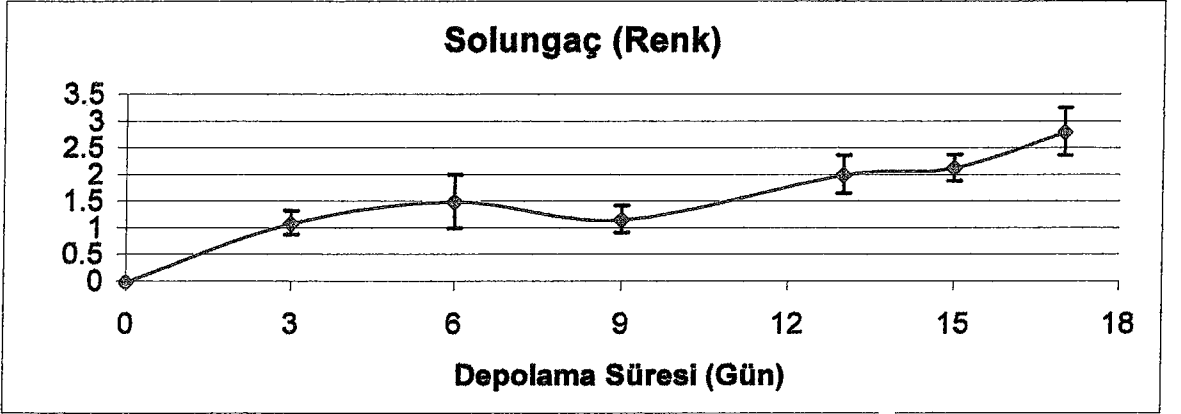
Buzda depolanan balıkların göz irisinde başlangıçta berrak ve net bir görüntü gözlenirken, altıncı günden itibaren bulanıklık oluşmaya başlamıştır (Şekil 4.10.). 6-9. günler arasındaki değişim istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0.05$ ). İlerleyen günlerde göz irisindeki bulanıklık artarak devam etmiştir. Göz irisinin 9,13 ve 15. günlerdeki durumu 17. gün ile istatistiksel olarak önemli bir farklılık göstermiştir ( $P<0.05$ ).



\* Değerler Çok İyi (0) ile Çok kötü (3) arasında değişmektedir.

Şekil 4.11. Buzda depolanan kefal balıklarında pişirme öncesi gözlerde kanlanma.

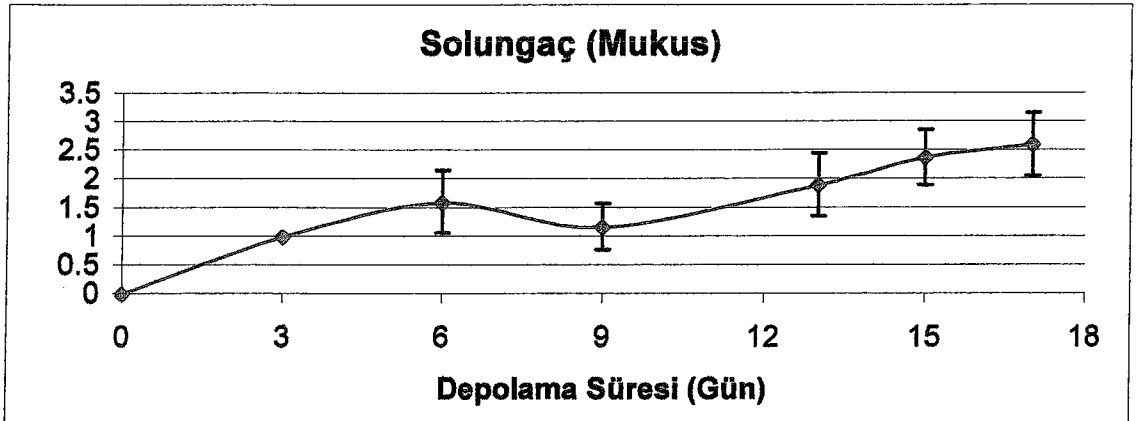
Balık gözünde depolamaya bağlı olarak 0-3. günler arasında bir kanlanma görülmemiştir (Şekil 4.11.). Altıncı günden itibaren göz irisi çevresinde hafif kanlanma görülmeye başlamıştır. 3-6. günler arasındaki gözde rastlanan bu değişim istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0.05$ ). 13. günden sonra 15 ve 17. günlerde kanlanma artmıştır. 13-15 ve 15-17. günler arasındaki fark ise istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0.05$ ).



\* Değerler Çok İyi (0) ile Çok kötü (3) arasında değişmektedir.

Şekil 4.12. Buzda depolanan kefal balıklarında pişirme öncesi solungaç rengi.

Pazarda tüketicinin balık alırken dikkat ettiği hususların başında solungaç rengi ve göz durumu gelir. Grafiklerden anlaşılacağı üzere solungaç renginde 3. günde bir değişim görülmüştür (Şekil 4.12.). Bu durum altıncı güne kadar devam etmiştir. 0-3. günler arasındaki değişim istatistiksel olarak önemli ( $P<0.05$ ), 3-6. günler arasındaki değişim ise önemsizdir ( $P>0.05$ ). Depolamanın ilk günlerinde açık pembe renkte olan solungaçlar depolama sonunda koyu kırmızı rengine dönüşmüştür. Özellikle 15-17. günler arasındaki değişim istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0.05$ ).

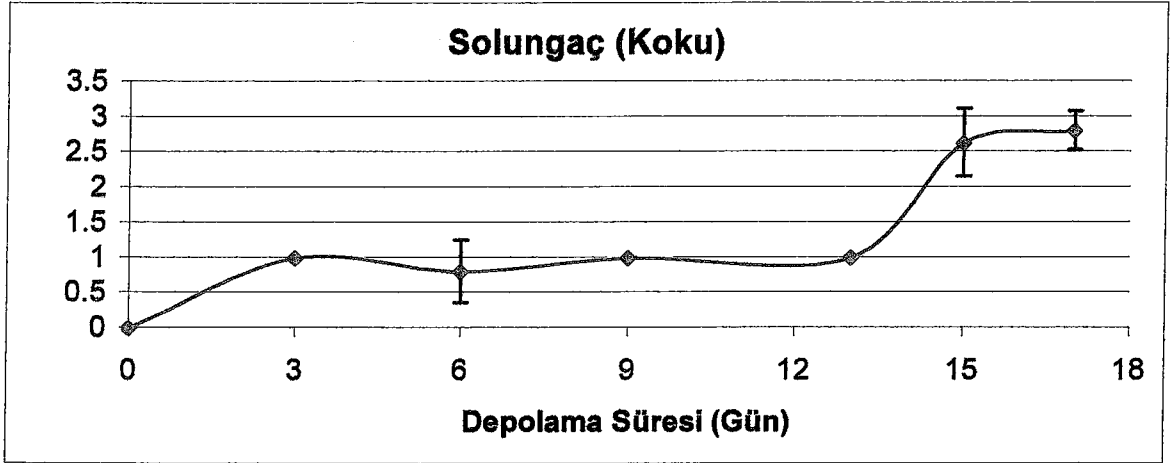


\* Değerler Çok İyi (0) ile Çok kötü (3) arasında değişmektedir.

Şekil 4.13. Buzda depolanan kefal balıklarında pişirme öncesi solungaçta mukus.



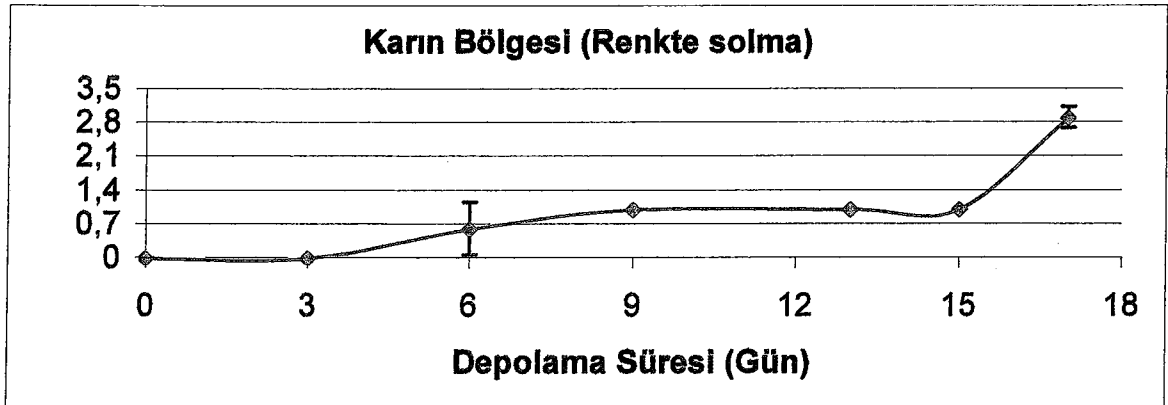
Başlangıçta gözlenen mukus ilerleyen günlerde kaybolmuştur (Şekil 4.13). Bunu etkileyen faktörlerden biri de yine derideki mukus gibi balıkların buzlanması ile solungaçların sürekli yıkanmasıdır. 0-3. günler arasındaki değişim istatistiksel olarak önemli ( $P<0.05$ ), 3-6 ve 9. günler arasındaki değişim ise önemsizdir ( $P>0.05$ ).



\* Değerler Çok İyi (0) ile Çok kötü (3) arasında değişmektedir.

Şekil 4.14. Buzda depolanan kefal balıklarında pişirme öncesi solungaçta koku.

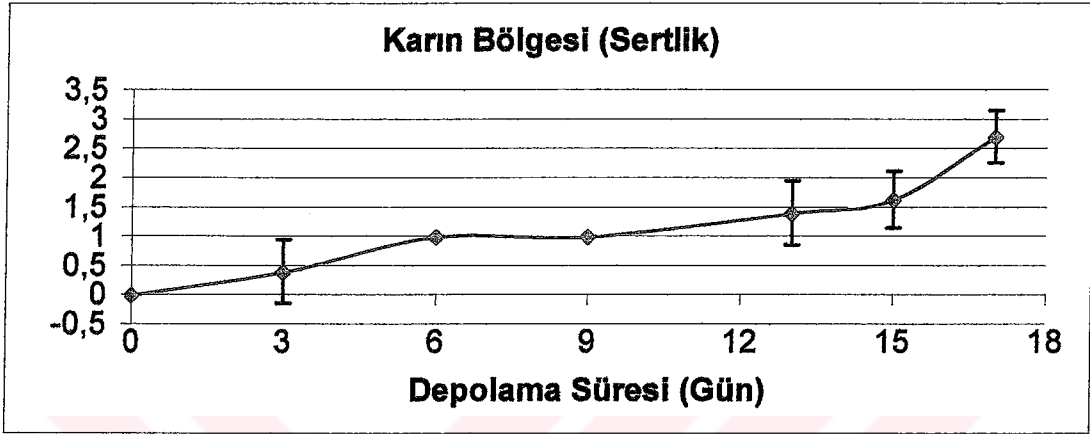
Tüketici kriterlerinden biri olan solungaçtaki koku muhafazanın başlangıcında hoş olmasına rağmen ilerleyen günlerde bu hoşluğunu kaybetmeye başlamıştır (Şekil 4.14.). 0-3. günler arasındaki değişim istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0.05$ ). Özellikle 13. günden sonra kötü koku net bir şekilde fark edilebilir bir düzeye ulaşmıştır. Diğer günler ile 15 ve 17. günler arasındaki fark istatistiksel olarak önem arz etmektedir ( $P<0.05$ ).



\* Değerler Çok İyi (0) ile Çok kötü (3) arasında değişmektedir.

Şekil 4.15. Buzda depolanan kefal balıklarında pişirme öncesi karın bölgesinde renk.

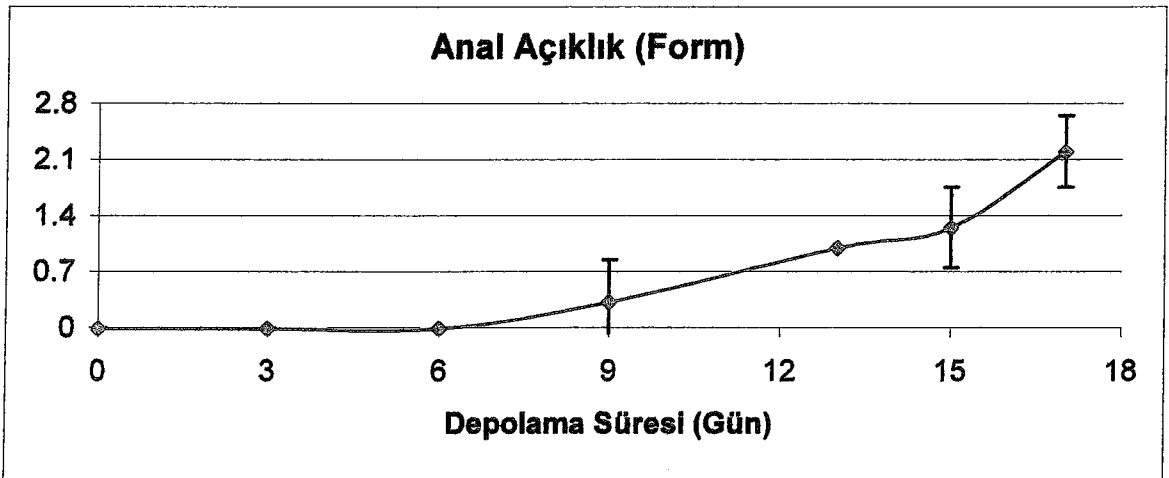
Karın bölgesi depolama başlangıcında beyaz renkteyken ilerleyen günlerde sarı bir renk almaya başlamıştır (Şekil 4.15.). 3. günden itibaren 9. güne kadar renkteki değişim artmıştır. 3-6. günler arasında istatistiksel olarak farklılık önemli görülmüştür ( $P<0.05$ ). 15. günden sonra ise 17. güne kadar renkteki değişim hızla artmış, diğer günler ile 17. gün arasındaki değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ).



\* Değerler Çok İyi (0) ile Çok kötü (3) arasında değişmektedir.

Şekil 4.16. Buzda depolanan kefal balıklarında pişirme öncesi karın bölgesinde sertlik.

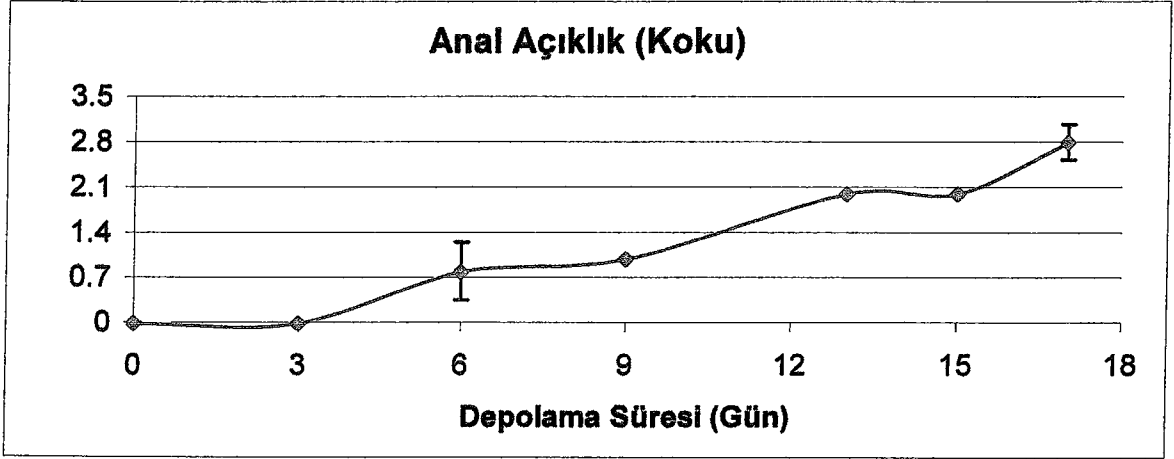
Depolana balıklardaki iç organların enzim ve mikroorganizma faaliyetleri devam ettiği için karın bölgesinde sürekli bir yumuşama gözlenmiştir (Şekil 4.16.). Bu durum depolamanın sonunda iç organların dağılması ve karın zarının parçalanması şeklinde devam etmiştir. Yalnız 6-9. günler arasında bir değişim görülmemiş, bu durumda istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $P>0.05$ ).



\* Değerler Çok İyi (0) ile Çok kötü (3) arasında değişmektedir.

Şekil 4.17. Buzda depolanan kefal balıklarında pişirme öncesi anal açıklığının formu.

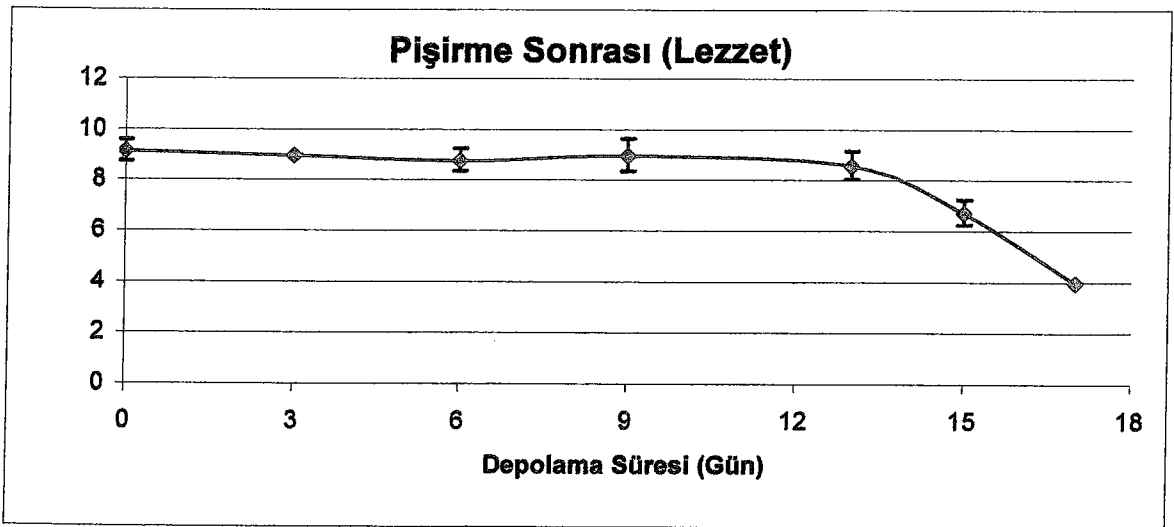
Depolamanın 0, 3 ve 6. günlerinde anal açıklık formunda bir değişim gözlenmemiştir (Şekil 4.17.). Ancak 9. günden itibaren anal açıklığın genişlediği görülmüştür. 9-13. günler arasındaki değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ).



\* Değerler Çok İyi (0) ile Çok kötü (3) arasında değişmektedir.

Şekil 4.18. Buzda depolanan kefal balıklarında pişirme öncesi anal açıklığın kokusu.

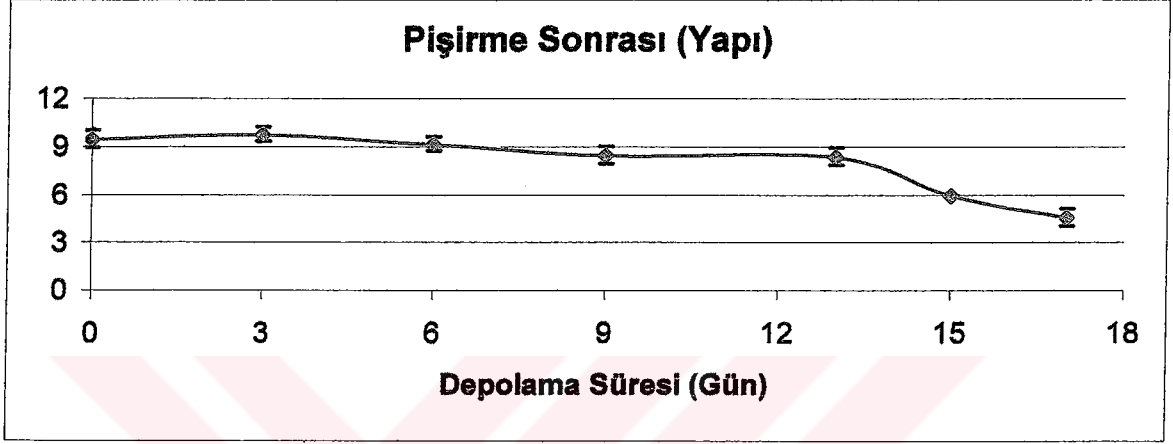
Balığın anal bölgesinde 0 ve 3. günlerde koku normalken, 6. günden sonra giderek artan oranda bozulma başlamıştır (Şekil 4.18.). 3-6. günler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0.05$ ), fakat 13-15. günler arasındaki değişim istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ( $P>0.05$ ).



\* Değerler Çok İyi (10) ile Çok kötü (4) arasında değişmektedir.

Şekil 4.19. Buzda depolanan kefal balıklarında pişirme sonrası lezzet.

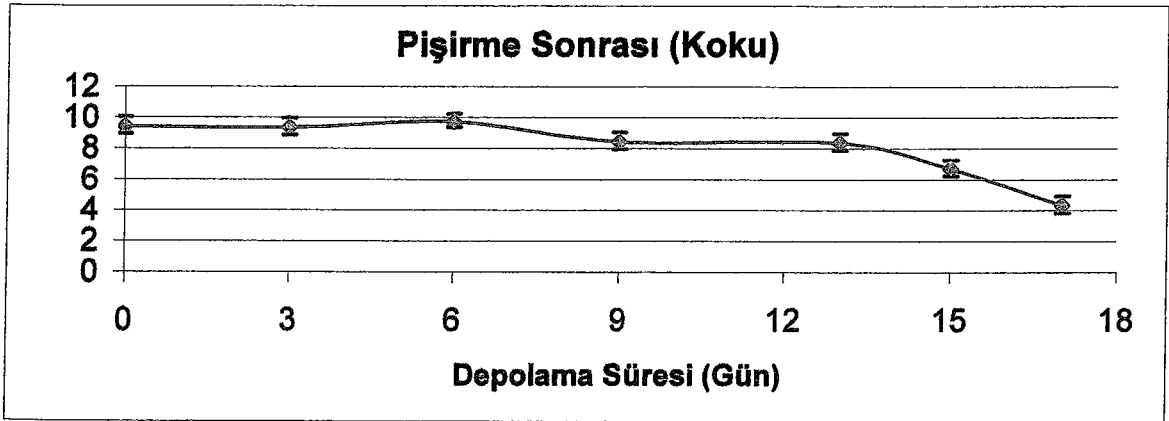
Balığın lezzetinde 0 ile 13.günler arasında önemli bir değişim gözlenmemiştir (Şekil 4.19.). 13. güne kadar olan değişim istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ( $P>0.05$ ). Fakat 13. gün ile 15. gün arasında balığın lezzetinde muazzam bir bozulma meydana gelmeye başlamış, bu değişim istatistiksel olarak da önemli görülmüştür ( $P<0.05$ ). Yine 15. gün ile 17. gün arasındaki değişim de istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0.05$ ).



\* Değerler Çok İyi (10) ile Çok kötü (4) arasında değişmektedir.

Şekil 4.20. Buzda depolanan kefal balıklarında pişirme sonrası yapı.

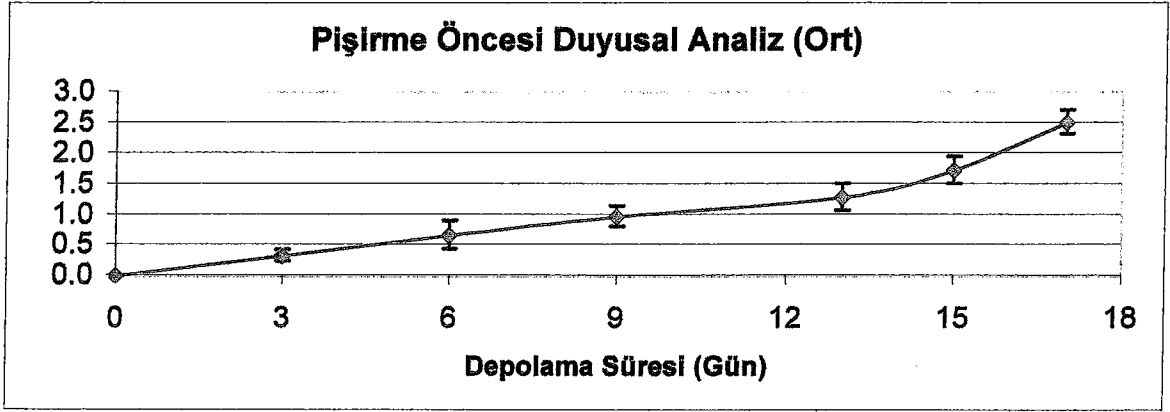
Balıklar yapı itibariyle lezzetindeki değişime paralellik göstermiştir (Şekil 4.20.). Yani 13. güne kadar kısmen bozulmalar başlamış. Fakat 15 ve 17. günler arasında balık eti yapı itibariyle tamamen kendini bırakmıştır. 6 ile 9. günler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Ayrıca 15. ve 17. günler arasındaki değişimler de istatistiksel olarak önem taşımaktadır ( $P<0.05$ ).



\* Değerler Çok İyi (10) ile Çok kötü (4) arasında değişmektedir.

Şekil 4.21. Buzda depolanan kefal balıklarında pişirme sonrası koku

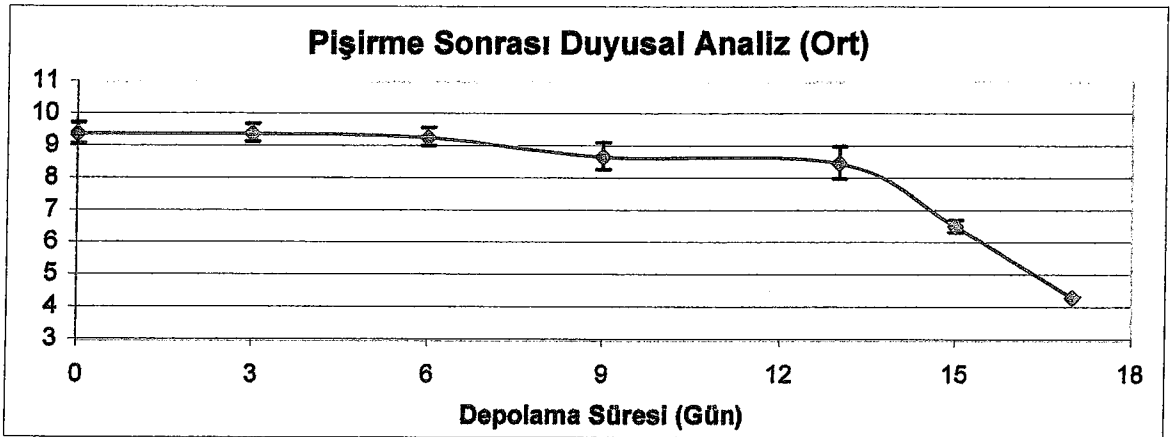
Mikrodalga fırında pişirilen balıklardaki koku, pişirme sonrası balık etinde gözlenen lezzet ve yapı ile benzerlik göstermiştir (Şekil 4.21.). 13. güne kadar kokuda hafif bozulma görülmüş, bozulma 15. ve özellikle 17. günde doruk noktaya ulaşmıştır. 15 ve 17. günler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0.05$ ).



\* Değerler Çok İyi (0) ile Çok kötü (3) arasında değişmektedir.

Şekil 4.22. Buzda depolanan kefal balıklarında pişirme öncesi duyu analiz ortalaması

Buzda muhafaza edilen kefal balıkları depolamanın 0, 3, 6, 9, 13, 15 ve 17. günlerinde buz içerisinde panelistlere sunulmuş ve dış görünüş olarak duyu analiz yapılmıştır (Şekil 4.22.). Panelistlerin her biri birbirlerinden bağımsız olarak ve etkilenmeden TFRU duyu analiz formunu doldurmuşlardır. Genel görüntü itibarıyla kefal balığındaki bozulma 13. günden sonra hızlı bir seyir izleyerek 17. günde tamamen tüketilemez duruma gelmiştir.



\* Değerler Çok İyi (10) ile Çok kötü (4) arasında değişmektedir.

Şekil 4.23. Buzda depolanan kefal balıklarında pişirme sonrası duyu analiz ortalaması.

Buzda raf ömrü tespit edilmeye çalışılan kefal balıkları depolamanın 0, 3, 6, 9, 13, 15 ve 17. günlerinde porselen tabaklar içerisinde 850 W ve 3 dakika süreyle mikrodalga fırında pişirilerek panelistlere sunulmuştur (Şekil 4.23.). Panelistler pişmiş kefal balıklarında birbirlerinden bağımsız ve etkilenmeyecek şekilde lezzet, yapı ve koku duyuşal analizlerini yapmışlar, sonuçları ise TFRU pişirme sonrası duyuşal analiz formuna işlemişlerdir. Depolama sonrası bu sonuçlar istatistik programıyla değerlendirilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde pişirme öncesi duyuşal analizde olduğu gibi pişirme sonrasında da bozulmanın 13. günden sonra 15. ve özellikle 17. günde doruk noktasına ulaştığı görülmüştür.



Çizelge 4.2. Buzda Depolanan Kefallerde Pişirme Öncesi Meydana Gelen Duyusal Değişimler.

|               | Depolama Süresi (Gün) |              |              |                 |                             |                             |                   |
|---------------|-----------------------|--------------|--------------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------|
|               | 0                     | 3            | 6            | 9               | 13                          | 15                          | 17                |
| Dış Görünüş   | Çok parlak            | Parlak       | Parlak       | Biraz donuk     | Biraz donuk                 | Biraz donuk                 | Donuk             |
| Deri          | Sıki                  | Sıki         | Sıki         | Yumuşak         | Yumuşak                     | Yumuşak                     | Yumuşak           |
| Mukus         | Yok                   | Yok          | Yok          | Yok             | Yok                         | Yapışkan                    | Çok yapışkan      |
| Sertlik       | Pre-rigor             | Rigor        | Rigor        | Post-rigor      | Post-rigor                  | Post-rigor                  | Post-rigor        |
| Gözler        |                       |              |              |                 |                             |                             |                   |
| Berraklık     | Şeffaf                | Şeffaf       | Şeffaf       | Biraz bulanık   | Biraz bulanık               | Bulanık                     | Bulanık           |
| Şekil         | Normal                | Normal       | Normal       | Biraz çökmüş    | Çökmüş                      | Çökmüş                      | Çökmüş            |
| İris          | Görünür               | Görünür      | Görünür      | Biraz Görünüyor | Biraz Görünüyor             | Biraz Görünüyor             | Görünmüyor        |
| Kan           | Kan yok               | Kan yok      | Biraz kanlı  | Biraz kanlı     | Kan yok                     | Kanlı                       | Çok kanlı         |
| Solungaçlar   |                       |              |              |                 |                             |                             |                   |
| Renk          | Karakteristik         | Kırmızı      | Kahverengi   | Kırmızı         | Kahverengi                  | Kahverengi                  | Koyu kahverengi   |
| Mukus         | Yok                   | İnce         | Orta         | İnce            | Orta                        | Orta                        | Aşırı             |
| Koku          | Doğal                 | Balık kokusu | Balık kokusu | Balık kokusu    | Balık kokusu                | Çürümüş                     | Çürümüş           |
| Karın Bölgesi |                       |              |              |                 |                             |                             |                   |
| Renk Değişimi | Beyaz                 | Beyaz        | Biraz Sarı   | Biraz Sarı      | Biraz Sarı                  | Biraz Sarı                  | Aşırı Sarı        |
| Sertlik       | Sert                  | Sert         | Yumuşak      | Yumuşak         | Yumuşak                     | Çökmüş                      | Patlamış          |
| Anal Bölge    |                       |              |              |                 |                             |                             |                   |
| Form          | Normal                | Normal       | Normal       | Normal          | Biraz açılmış ve Koyulaşmış | Biraz açılmış ve Koyulaşmış | Çok fazla açılmış |
| Koku          | Taze                  | Taze         | Doğal        | Doğal           | Balığmsı                    | Balığmsı                    | Çürümüş           |

Çizelge 4.3. Buzda Depolanan Kefallerde Pişirme Somrası Meydana Gelen Duyusal Değişimler.

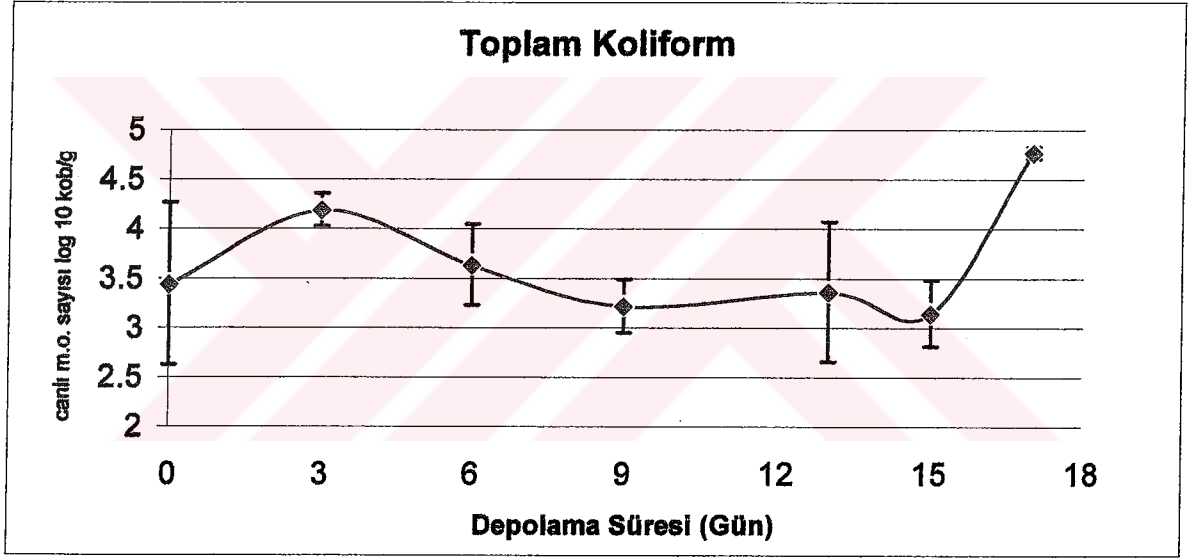
|               |   | Depolama Süresi (Gün)                               |   |   |   |   |   |    |
|---------------|---|---|---|---|---|---|---|----|
|               |   | 0   | 3   | 6   | 9   | 13  | 15  | 17 |
| <b>Koku</b>   | Başlangıçta güzel nişasta kokusu                    | Kabuklu / Deniz Yosunu / Kaynamış et                | Başlangıçta güzel nişasta kokusu                    | Kabuklu / Deniz Yosunu / Kaynamış et                | Kaynamış süt / Kaynamış patates kokusu              | Talaş kokusu / Kaynamış patates           | Laktik Asit / Ekşi süt / Ahırdaki pislik kokusu |    |
| <b>Lezzet</b> | Tatlı / özlü / Kaymak / yeşil bitki / karakteristik | Tatlı / özlü / Kaymak / yeşil bitki / karakteristik | Tatlı / özlü / Kaymak / yeşil bitki / karakteristik | Tatlı / özlü / Kaymak / yeşil bitki / karakteristik | Tatlı / özlü / Kaymak / yeşil bitki / karakteristik | Doğal                                     | Tatsız / Hafif acılık / kokusuz                 |    |
| <b>Yapı</b>   | Kuru / Kolaylıkla çıgnenebilen / Lifli              | Kuru / Kolaylıkla çıgnenebilen / Lifli              | Kuru / Kolaylıkla çıgnenebilen / Lifli              | Kuru / Kolaylıkla çıgnenebilen / Lifli / Dolgun     | Kuru / Az dolgun / Lifli / Tahta gibi               | Hafif kuru / Az dolgun / Tahtamsı / Lifli | Az dolgun / Hafif lifli                         |    |



#### 4.5. Buzda Depolanan Kefallerin Mikrobiyolojik Analiz Bulguları ve Tartışma

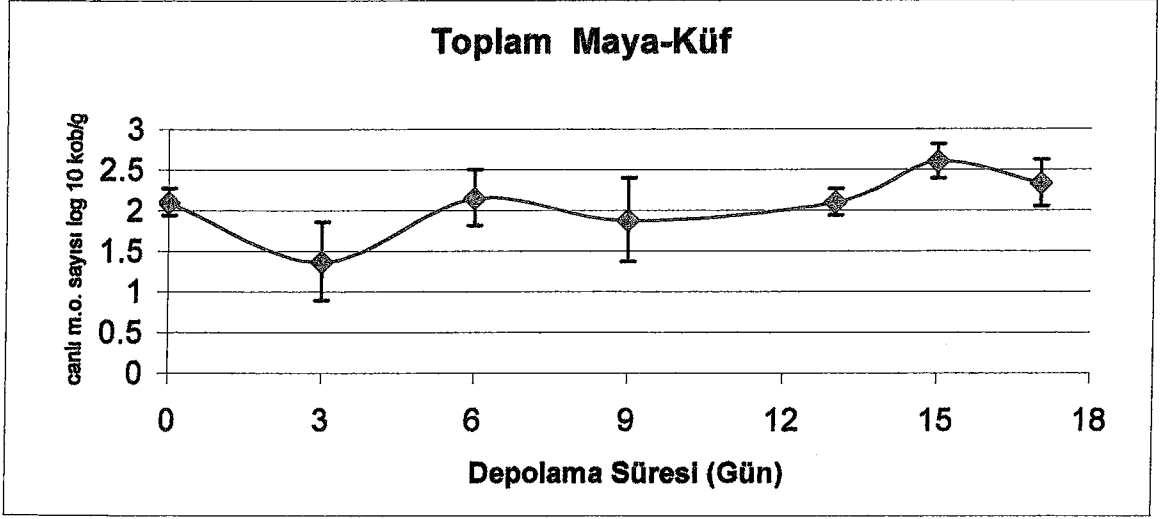
Araştırmada İskenderun körfezinden avlanan kefal balıklarının buzda depolama süresince (17 gün) toplam psikrofilik bakteri, toplam maya – küf ve toplam koliform yüklerine bakılmıştır.

Balıklardaki koliform sayısı Şekil 4.24.'de görüldüğü gibi 3. güne kadar artış göstermiş, 3. günden sonra ise 9. güne kadar sürekli bir azalma gözlenmiştir. Bu azalma istatistiksel olarak önemli değildir ( $P>0.05$ ). 15. günde ise 3.14  $\log_{10}$  kob/g sayılan toplam koliform sayısı 17. günde 4.77  $\log_{10}$  kob/g olarak en yüksek değere ulaşmıştır. Bu artış istatistiksel olarak da önemlidir ( $P<0.05$ ).



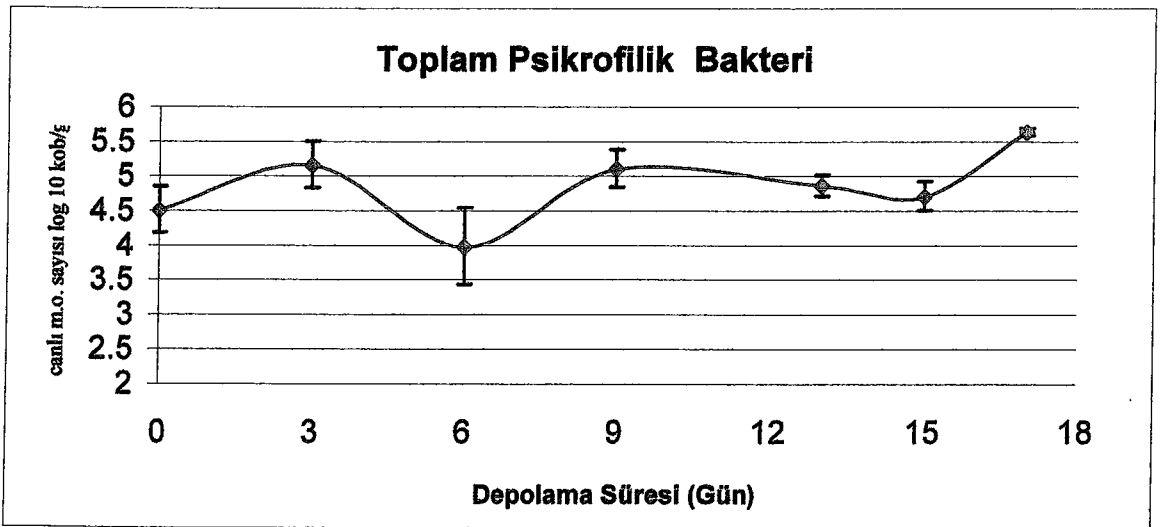
Şekil 4.24. Buzda depolanan kefal balıklarında toplam koliform sayımı.

Buzda depolanan kefallerde yapılan toplam maya ve küf sayımı 6. güne kadar değişiklik gösterse de (Şekil 4.25.) bu değişim istatistiksel olarak önemli değildir ( $P>0.05$ ). 6. ve 9. günler arasındaki değişim sayısal olarak fazla olmasa da bu değişim istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0.05$ ).



Şekil 4.25. Buzda depolanan kefal balıklarında toplam maya-küf sayımı.

Şekil 4.26.'da görüldüğü gibi kefallerin buzda depolanması süresince toplam psikrofilik bakteri miktarı ilk günde 4.51 log<sub>10</sub> kob/g sayılırken 3. günde bu değer 5.07 log<sub>10</sub> kob/g 'e ulaşmıştır. Bu fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0.05). 6. günden itibaren 3.98 log<sub>10</sub> kob/g sayılarak önemli bir düşüş gözlenmiştir. Toplam psikrofilik bakteri sayısı dokuzuncu günden itibaren 15. güne kadar azalmaya devam etmiş, 15. günden sonra istatistiksel olarak önemli olan bir artış görülmüştür (P<0.05). 17. günde toplam psikrofilik bakteri sayısı maksimuma ulaşmıştır.



Şekil 4.26. Buzda depolanan kefal balıklarında toplam psikrofilik bakteri sayımı.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmada kefal balıklarının raf ömrünün buzda depolama ile 15 gün kadar olduğu saptanmıştır. Yapılan duyusal analizlerde kefal balıklarının tüketilebilirliğinin buzda depolamanın 13. gününden sonra hızla azaldığı görülmüştür. Yapılan mikrobiyolojik analizlerde ise; İskenderun Körfezi'nden avlanan kefal balıklarının yüksek miktarda mikrobiyal yük taşıdıkları ve buzda depolama süresince günlük olarak değiştirilen buzla balıktaki mikrobiyal yükün ciddi oranda azaldığı fakat depolamanın son birkaç gününde balığın bayatlaması nedeniyle yeniden arttığı saptanmıştır. Depolamanın ilk ve son günündeki mikrobiyolojik sayımlar sırasıyla; toplam psikrofilik bakteri için 4.52–5.64 log<sub>10</sub> kob/g, toplam maya-küf için 2.11–2.34 log<sub>10</sub> kob/g ve toplam koliform için 3.45–4.77 log<sub>10</sub> kob/g bulunmuştur.

Kefallerde ATP yıkımı sonucu oluşan ürünler arasında IMP miktarı depolamaya bağlı olarak azalırken, Hx ve Ino miktarında artış olmuştur. Hesaplanan K değeri ise depolama süresine bağlı olarak artış göstermiş ve duyusal analiz ile pozitif, balığın tazeliğinin azalması ile negatif bir korelasyon bulunmuştur. K değeri depolamanın ilk gününde %52.95, depolamanın son gününde ise %78.38 bulunmuştur. K değerinin kefallerin tazelik derecesinin objektif olarak belirlenmesinde kullanılabileceği; yapılan çiğ ve pişirme sonrası duyusal analizlerle ve mikrobiyolojik analizlerle de desteklenerek ortaya çıkmıştır. Ancak araştırmada kullanılan balıkların avlanma sonrası depolama şartlarının ve süresinin tam olarak bilinmemesi balık avlandıktan hemen sonraki K değerinin hesaplanamamasına neden olmuştur.

İleriki çalışmalarda kefal balıklarının avlandıktan hemen sonraki ATP yıkımı sonucu oluşan ürünlerin bulunması ve böylece başlangıçtaki K değerinin hesaplanması yapılabilir. Ayrıca bir deniz balığı olan kefal balığının mikrobiyolojik, çiğ ve pişirme sonrası duyusal analiz değişimleri saptanarak desteklenen K değerinin; yine bir tazelik kriteri olan ve deniz balıklarında yaygın olarak kullanılan TMA miktarının da belirlenmesi ve desteklenmesi gerekmektedir. Ancak K değeri veya TMA değeri diğer kimyasal, duyusal ve mikrobiyolojik kriterlerle desteklendikten sonra çok taze, taze ve bayat gibi bir tazelik sınıflandırması yapılabilir.

## KAYNAKLAR

- ALASALVAR, C., TAYLOR, K.D.A., ÖKSÜZ, A., GARTHWAITE, T., ALEXIS, M.N., and GRIGORAKIS, K., 2001. Freshness assessment of cultured sea bream (*Sparus aurata*) by chemical, physical and sensory methods. **Food Chemistry**. 72 (2001) 33-40.
- A.O.A.C., 1990. **Official methods of analysis of Association of Analytical Chemist**. (15th Ed.). Washington DC: AOAC.
- BOTTA, J.R., 1995. **Evaluation of Seafood Freshness Quality**. 1<sup>st</sup> ed. UCH Publishers Inc. Cambridge, pp 9-24.
- CHYTIRI, S., CHOULIRA, I., SAVVAIDIS, I.N., and KONTOMINAS, M.G., 2004. Microbiological, chemical and sensory assessment of iced whole and filleted aquacultured rainbow trout. **Food Microbiology**. Volume 21, Issue 2, April 2004, Pages 157-165.
- COMMISSION OF EUROPEAN COMMUNITIES, 1979. **European Community Environmental Legislation Council Directive 79/869/EEC**, vol. 7. Water. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg,
- ÇELİK, U., ÇAKLI, Ş., ve TAŞKAYA, L., 2002. Bir Süper markette 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.
- FLETCHER, G.C., and STATHAM, J.O., 1988. Shelf-Life of Sterile Yellow-Eyed Mullet (*Aldrichetta forsteri*) at 4°C. **J. Of Food Sci**. 53,4,1030-1035.
- FOEGEDING, E.A., LANIER, T.C., and HULTIN, H.O., 1996. Characteristics of Edible Muscle Tissues. In: **Food Chemistry**; FENNEMA, O.R. (Ed.); Marcel Dekker, Inc. 3rd ed., New York, pp. 879-942.
- GÖĞÜŞ, A.K. ve KOLSARICI, N., 1992. **Su Ürünleri Teknolojisi**. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları :1243, Ders Kitabı, 358 s, Ankara.
- GRIGORAKIS, K., TAYLOR, K. D. A., and ALEXIS, M. N., 2003. Seasonal Patterns of Spoilage of Ice-Stored Cultured Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*). **Food Chemistry** 81, 263-268.
- GÜLYAVUZ, H., ve ÜNLÜSAYIN, M.,1999. **Su Ürünleri İşleme Teknolojisi**. Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi. Isparta.
- ve ALTINKURT, K., 1991. **Besin İşleme Teknolojisi**. Milli Eğitim Basımevi, 320s, İstanbul.
- HANSON, S. W. F., and OLLEY, J., 1963. Application of the Bligh and Dyer method of lipid extraction to tissue homogenates. **Biochem. J**. 89:101.
- HULTIN, H. O., 1992. Biochemical Deterioration of Fish Muscle. In: **Quality Assurance in the Fish Industry**; HUSS, H.H. (Ed.); Elsevier Science Publishers B.V., New York, pp. 125-138.
- , 1995. **Role of Membranes in Fish Quality**. In: **Fish Quality-Role of Biological Membranes**; JENSEN, F. (Ed.); Nordic Council of Ministers, Copenhagen, pp 13-15.

- HUSS, H., 1988. Fresh Fish Quality and Quality Changes. **FAO Fisheries Series**. No.29. Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Danish International Development Agency. Rome. 1988.
- İKİZ, R., GÜLYAVUZ, H., ve KÜÇÜK, F., 1994. Dumanlanmış Yılan Balıkları (s L. 1758) Etlerinin Kimyasal Yapısı Üzerine Bir Araştırma. **XII. Biyoloji Kongresi**, Edirne.
- İNAL, T. 1993. **Besin Hijyeni Hayvansal Gıdaların Sağlık Kontrolü**, İkinci Baskı, İstanbul, 1993.
- KESKİN, H. 1975. **Gıda Kimyası**. İst. Üni. Yay. Sayı: 1980. Kimya Fak. No. 21, İstanbul 1046 s., 1975.
- KIETZMANN, U., PRIEBE, K., RAKOU, D., and REICHSTEIN, K., 1969. **Seefisch als Lebensmittel**. Paul Parey Verlag Hamburg-Berlin. S. 63-79, 99-100.
- KILINÇ, B., ve ÇAKLI, Ş., 2004. Chemical, microbiological and sensory changes in thawed frozen filets of sardine (*Sardina pilchardus*) during marination. **Food Chemistry**.
- KÖSE, S., AY, S., ve KUTLU, S., 1996. Trabzon ve yöresinde yaygın olarak avlanan bazı balık türlerinin buzdolabı koşullarında depolama sonucu meydana gelen kimyasal ve duyuşal değişimler üzerine bir araştırma. **Doęu Anadolu Bölgesi III. Su Ürünleri Sempozyumu**. 383 s. 1996.
- KYRANA, V.R., and LOUGOVOIS, V.P., 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.
- LINDSAY, R.C., 1994. **Flavour in Fish, In: Seafood's Chemistry, processing Technology and Quality**. Eds: F.Shahidi and R. Botta) 1<sup>st</sup> edition., Blackie Academic and Professional, Glasgow, 75-84.
- MURRAY, J., and BURT, J.R., 1977. **The Composition of Fish**. Torry Advisory Note. 1977; 38:9-14.
- ÖKSÜZ, A., 2001. Buzda Depolama Esnasında Atlantik Uskumrularındaki Tazelik Değişimi. **XI. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu**, Hatay.
- and GARTHWAITE, T., 1997. The Effect of Storage Temperature on K Value in Rainbow Trout. **IX. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu** 17-19 Eylül. Eğirdir-Isparta.
- ÖZOĞUL, F., TAYLOR, K.D.A., QUANTICK, P., and ÖZOĞUL, Y., 2000. Chemical, microbiological and sensory evaluation of Atlantic herring (*Clupea harengus*) stored in ice. Modified atmosphere and vacuum pack. **Food Chemistry**. 71 (2000) 267-273.
- PAPADOPOULOS, V., CHOULIARA, I., BADEKA, A., SAVVAIDIS, I.N., and KONTOMINAS, M.G., 2003. Effect of gutting on microbiological, chemical and sensory properties of aquacultured sea bass (, chemical and sensory properties of aquacultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) stored in ice. **Food Microbiology**. Volume 20, Issue 4, August 2003, Pages 411-420.
- PEDROSA-MENABRITO, A., and REGENSTEIN, J.M., 1988. Shelf-life EXTension of Fresh Fish- A Review. Part I-Spoilage of Fish. **J. Food Quality**, 11, 117-127.
- and REGENSTEIN, J.M., 1990. Shelf-life EXTension of Fresh Fish- A Review. Part II- Preservation of Fish. **J. Food Quality**, 13, 129-146.

- PIRES, P. V., and BARBOSA, A., 2003. Sensory, Mikrobiological, Physical and Nutritional Properties of Iced Whole Comon Octopus (*Octopus vulgaris*). **Lebensm.- Wiss. u. – Technol.** Volume. 37. Page. 105-114.
- RYDER, J.M., 1985. Determination of adenosine triphosphate and its breakdown products in fish muscle by high-performance liquid chromatography. **Journal of Agricultured and Food Chemistry**, 33, 678-680.
- SIGURGISLADOTTIR, S., and PALMADOTTIR, H., 1993. Fatty Acid Composition of Thirty-Five Icelandic Fish Species. **J.A.O.C.S.** Vol. 70 No. 11: 1081-1087.
- SIMEONIDOU, S., GOVARIS, A., and VARELTZIS, K., 1998. Quality Asssesment of Seven Mediterranean Fish Species During Storage on Ice. **Food Research International**, Vol. 30, No.7, pp: 479-484.
- STANLEY, D.W., 1991. Biological Membrane Deterioration and Associated Quality Loss in Food Tissues. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 30 (5), 487-553.
- STRYER, L., 1995. **Biochemistry**. W.H. Freeman and Company, 4th ed. New York, p. 1064.
- VARLIK, C., UĞUR, M., GÖKOĞLU, N., ve GÜN, H., 1993. **Su Ürünleri Kalite Kontrol İlke ve Yöntemleri**, Yayın No: 17, İstanbul, 1993.
- WHEATON, F.W., and LAWSON, T.B., 1985. **Processing Aquatic Food Products**, Chapter 3, Peoperties of Aquatic Materials, page 21-59.

## ÖZGEÇMİŞ

1979 yılında Ankara'da doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimimi Ankara'da tamamladım. 1997 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'ni kazandım. 2001 yılında bu bölümden birincilikle mezun oldum. Aynı yıl Mustafa Kemal Üniversitesi Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı İşleme Bölümü'nde yüksek lisans eğitimine başladım. 2002 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'nde açılan Araştırma Görevliliği Sınavını kazandım. Halen bu fakültede Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktayım.



Ek-1. Buzda depolama boyunca % K, IMP,ATP, ADP, AMP, Hx, Ino değerleri

| Günler  | IMP    | ATP    | ADP    | AMP    | Hx     | Ino    | K %     |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| 0. Gün  | 0,3068 | 0,1018 | 0,0767 | 1,7379 | 2,1597 | 0,0363 | 49,6925 |
|         | 0,2521 | 0,0450 | 0,0648 | 1,5137 | 2,2645 | 0,0251 | 54,9712 |
|         | 0,2183 | 0,1660 | 0,0563 | 1,7208 | 3,3991 | 0,0199 | 61,2674 |
|         | 0,1936 | 0,0281 | 0,0903 | 0,9878 | 2,6100 | 0,0169 | 66,8991 |
|         | 0,3712 | 0,0399 | 0,0190 | 0,5258 | 0,6163 | 0,0388 | 40,6648 |
|         | 0,9932 | 0,0347 | 0,0724 | 1,1456 | 1,7655 | 0,0136 | 44,2007 |
| Ort     | 0,3892 | 0,0693 | 0,0632 | 1,2719 | 2,1358 | 0,0251 | 52,9493 |
| S.D.    | 0,3027 | 0,0543 | 0,0245 | 0,4755 | 0,9256 | 0,0104 | 10,0591 |
| 3. Gün  | 0,4496 | 0,0372 | 0,0962 | 1,0552 | 3,7952 | 0,1016 | 70,4028 |
|         | 0,3200 | 0,0233 | 0,0712 | 0,7261 | 1,6385 | 0,0276 | 62,0647 |
|         | 0,3171 | 0,0231 | 0,0705 | 0,7196 | 1,8219 | 0,0273 | 62,0647 |
|         | 0,2343 | 0,0266 | 0,0491 | 1,3661 | 1,5823 | 0,0278 | 48,6828 |
|         | 0,0251 | 0,0024 | 0,0051 | 0,1393 | 0,2148 | 0,0099 | 56,6562 |
|         | 0,0530 | 0,0061 | 0,0086 | 0,2924 | 0,4043 | 0,0147 | 53,7808 |
| Ort     | 0,2332 | 0,0198 | 0,0501 | 0,7165 | 1,6062 | 0,0348 | 58,9420 |
| S.D.    | 0,1656 | 0,0131 | 0,0387 | 0,4582 | 1,2864 | 0,0336 | 7,5890  |
| 6. Gün  | 0,0637 | 0,0164 | 0,0318 | 0,8822 | 2,1075 | 0,0657 | 68,6138 |
|         | 0,0786 | 0,0263 | 0,0495 | 1,3144 | 4,1874 | 0,0754 | 74,3739 |
|         | 0,0934 | 0,0190 | 0,0368 | 0,9479 | 2,9957 | 0,0580 | 73,5696 |
|         | 0,0577 | 0,0169 | 0,0310 | 0,7526 | 1,4507 | 0,0480 | 63,5894 |
|         | 0,0682 | 0,0240 | 0,0325 | 0,9102 | 1,2716 | 0,0578 | 58,2294 |
|         | 0,0725 | 0,0166 | 0,0378 | 1,1131 | 1,2798 | 0,0537 | 51,8144 |
| Ort     | 0,0723 | 0,0199 | 0,0366 | 0,9667 | 2,2154 | 0,0598 | 64,6984 |
| S.D.    | 0,0126 | 0,0042 | 0,0089 | 0,1982 | 1,1713 | 0,0096 | 9,2386  |
| 9. Gün  | 0,0406 | 0,0300 | 0,0334 | 0,7286 | 1,9256 | 0,0495 | 70,3466 |
|         | 0,0624 | 0,0268 | 0,0477 | 1,2556 | 3,8752 | 0,0876 | 73,9982 |
|         | 0,0470 | 0,0270 | 0,0510 | 1,4306 | 2,9401 | 0,0773 | 65,9843 |
|         | 0,0641 | 0,0230 | 0,0423 | 1,1152 | 2,7650 | 0,0695 | 69,4884 |
|         | 0,0563 | 0,0259 | 0,0447 | 1,2362 | 2,7599 | 0,0540 | 67,3687 |
|         | 0,0467 | 0,0239 | 0,0424 | 1,3257 | 2,6278 | 0,0569 | 65,1082 |
| Ort     | 0,0528 | 0,0261 | 0,0436 | 1,1820 | 2,8156 | 0,0658 | 68,7157 |
| S.D.    | 0,0095 | 0,0025 | 0,0080 | 0,2453 | 0,6279 | 0,0149 | 3,2696  |
| 13. Gün | 0,0680 | 0,0358 | 0,0581 | 1,4420 | 4,0117 | 0,0858 | 71,8680 |
|         | 0,1037 | 0,0416 | 0,0714 | 1,6117 | 4,9303 | 0,0952 | 73,3227 |
|         | 0,0930 | 0,0403 | 0,0709 | 1,5920 | 4,2868 | 0,0970 | 70,9356 |
|         | 0,0881 | 0,0412 | 0,0698 | 1,5066 | 4,4615 | 0,0904 | 72,7420 |
|         | 0,0819 | 0,0422 | 0,0793 | 1,5890 | 4,2936 | 0,1008 | 71,0280 |
|         | 0,0841 | 0,0405 | 0,0765 | 1,5730 | 4,4552 | 0,1171 | 72,0481 |
| Ort     | 0,0865 | 0,0402 | 0,0710 | 1,5524 | 4,4065 | 0,0977 | 71,9904 |
| S.D.    | 0,0119 | 0,0023 | 0,0073 | 0,0650 | 0,3042 | 0,0108 | 0,9377  |
| 15. Gün | 0,1071 | 0,0684 | 0,0145 | 1,5347 | 5,6538 | 0,0786 | 76,8722 |
|         | 0,0786 | 0,0306 | 0,0362 | 1,4742 | 5,9449 | 0,0628 | 78,7648 |
|         | 0,0772 | 0,0176 | 0,0352 | 1,8373 | 5,4029 | 0,0717 | 73,5636 |
|         | 0,0841 | 0,0217 | 0,0357 | 1,8179 | 5,5433 | 0,1008 | 74,2308 |
|         | 0,0751 | 0,0245 | 0,0339 | 2,1019 | 5,1649 | 0,0802 | 70,1159 |
|         | 0,0770 | 0,0245 | 0,0375 | 2,5738 | 4,2818 | 0,0789 | 61,6484 |
| Ort     | 0,0832 | 0,0312 | 0,0322 | 1,8900 | 5,3319 | 0,0788 | 72,5326 |
| S.D.    | 0,0121 | 0,0187 | 0,0087 | 0,4049 | 0,5761 | 0,0126 | 6,0979  |
| 17. Gün | 0,0432 | 0,1305 | 0,0355 | 1,3454 | 4,3874 | 1,4078 | 78,8485 |
|         | 0,0439 | 0,1382 | 0,0325 | 1,3226 | 5,1894 | 0,6760 | 79,2337 |
|         | 0,0335 | 0,1026 | 0,0264 | 1,4260 | 4,6598 | 0,3956 | 76,0917 |
|         | 0,0421 | 0,1370 | 0,0480 | 1,5983 | 5,9429 | 0,6788 | 78,3849 |
|         | 0,0585 | 0,1411 | 0,0351 | 1,5456 | 6,5615 | 0,5075 | 79,8818 |
|         | 0,0428 | 0,1557 | 0,0380 | 1,7817 | 6,4540 | 0,6402 | 77,8519 |
| Ort     | 0,0440 | 0,1342 | 0,0359 | 1,5033 | 5,5325 | 0,7173 | 78,3821 |
| S.D.    | 0,0081 | 0,0176 | 0,0071 | 0,1743 | 0,9238 | 0,3560 | 1,3205  |



Ek-2. Buzda depolanan kefal balıklarında kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal değişimler

| GÜNLER                                 | 0.Gün                    | 3.Gün                    | 6.Gün                     | 9.Gün                     | 13.Gün                    | 15.Gün                    | 17.Gün                   |
|--|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| <b>Kimyasal Analizler</b>              |                          |                          |                           |                           |                           |                           |                          |
| K değeri (Ort.±S.D.)                   | 52,95±10,06 <sup>a</sup> | 58,94±7,59 <sup>ac</sup> | 64,70±9,24 <sup>bcd</sup> | 68,72±3,27 <sup>bde</sup> | 71,99±0,94 <sup>bde</sup> | 72,53±6,10 <sup>bde</sup> | 78,38±1,32 <sup>bc</sup> |
| pH Analizi (Ort.±S.D.)                 | 5,89±0,07 <sup>a</sup>   | 6,01±0,09 <sup>ac</sup>  | 6,11±0,03 <sup>ad</sup>   | 6,15±0,02 <sup>bcd</sup>  | 6,36±0,02 <sup>b</sup>    | 6,54±0,05 <sup>bc</sup>   | 6,91±0,16 <sup>bef</sup> |
| <b>Mikrobiyolojik Analizler</b>        |                          |                          |                           |                           |                           |                           |                          |
| Toplam Bakteri (Ort.±S.D.)             | 4,51±0,33 <sup>a</sup>   | 5,17±0,33 <sup>b</sup>   | 3,98±0,55 <sup>cb</sup>   | 5,10±0,27 <sup>bd</sup>   | 4,86±0,15 <sup>abd</sup>  | 4,71±0,21 <sup>abd</sup>  | 5,64±0,05 <sup>bde</sup> |
| Toplam Maya- Küf (Ort.±S.D.)           | 2,11±0,17 <sup>a</sup>   | 1,38±0,48 <sup>a</sup>   | 2,16±0,34 <sup>a</sup>    | 1,89±0,51 <sup>b</sup>    | 2,11±0,16 <sup>ad</sup>   | 2,61±0,21 <sup>ad</sup>   | 2,34±0,29 <sup>bcd</sup> |
| Toplam Koliiform (Ort.±S.D.)           | 3,44±0,82 <sup>a</sup>   | 4,19±0,16 <sup>ad</sup>  | 3,64±0,40 <sup>a</sup>    | 3,22±0,26 <sup>ac</sup>   | 3,36±0,70 <sup>a</sup>    | 3,14±0,33 <sup>ac</sup>   | 4,77±0,06 <sup>bd</sup>  |
| <b>Pişirme Öncesi Duyuşsal Analiz</b>  |                          |                          |                           |                           |                           |                           |                          |
| Dış Görünüş (Ort.±S.D.)                | 0,00±0,00 <sup>a</sup>   | 0,60±0,54 <sup>b</sup>   | 1,00±0,00 <sup>b</sup>    | 1,83±0,40 <sup>bc</sup>   | 2,00±0,00 <sup>bc</sup>   | 2,00±0,00 <sup>bc</sup>   | 3,00±0,00 <sup>bcd</sup> |
| Deri (Ort.±S.D.)                       | 0,00±0,00 <sup>a</sup>   | 0,00±0,00 <sup>a</sup>   | 0,00±0,00 <sup>a</sup>    | 1,00±0,00 <sup>b</sup>    | 0,60±0,54 <sup>b</sup>    | 0,87±0,25 <sup>bd</sup>   | 1,10±0,22 <sup>bcd</sup> |
| Deri Mukus (Ort.±S.D.)                 | 0,00±0,00 <sup>a</sup>   | 0,00±0,00 <sup>a</sup>   | 0,00±0,00 <sup>a</sup>    | 0,33±0,51 <sup>a</sup>    | 0,40±0,54 <sup>a</sup>    | 1,50±0,57 <sup>b</sup>    | 2,60±0,54 <sup>bc</sup>  |
| Deri Sertlik (Ort.±S.D.)               | 0,00±0,00 <sup>a</sup>   | 1,00±0,00 <sup>b</sup>   | 1,20±0,44 <sup>b</sup>    | 1,66±0,81 <sup>b</sup>    | 2,00±0,00 <sup>bcd</sup>  | 2,00±0,00 <sup>bc</sup>   | 2,00±0,00 <sup>bcd</sup> |
| Göz Berraklığı (Ort.±S.D.)             | 0,00±0,00 <sup>a</sup>   | 0,00±0,00 <sup>a</sup>   | 0,20±0,44 <sup>a</sup>    | 1,00±0,00 <sup>b</sup>    | 0,80±0,44 <sup>b</sup>    | 1,87±0,25 <sup>bcd</sup>  | 2,20±0,44 <sup>bcd</sup> |
| Gözün Şekli (Ort.±S.D.)                | 0,00±0,00 <sup>a</sup>   | 0,00±0,00 <sup>a</sup>   | 0,20±0,44 <sup>a</sup>    | 1,00±0,00 <sup>b</sup>    | 1,60±0,54 <sup>b</sup>    | 1,50±0,57 <sup>b</sup>    | 2,00±0,00 <sup>bc</sup>  |
| Göz İrisi (Ort.±S.D.)                  | 0,00±0,00 <sup>a</sup>   | 0,00±0,00 <sup>a</sup>   | 0,00±0,00 <sup>a</sup>    | 0,83±0,40 <sup>b</sup>    | 0,80±0,44 <sup>b</sup>    | 1,37±0,47 <sup>b</sup>    | 2,00±0,00 <sup>bcd</sup> |
| Gözde Kanlanma (Ort.±S.D.)             | 0,00±0,00 <sup>a</sup>   | 0,00±0,00 <sup>a</sup>   | 0,80±0,44 <sup>bc</sup>   | 0,50±0,54 <sup>ac</sup>   | 0,20±0,44 <sup>ac</sup>   | 2,00±0,00 <sup>bd</sup>   | 3,00±0,00 <sup>bde</sup> |
| Solungaç Rengi (Ort.±S.D.)             | 0,00±0,00 <sup>a</sup>   | 1,10±0,22 <sup>b</sup>   | 1,50±0,50 <sup>b</sup>    | 1,16±0,25 <sup>b</sup>    | 2,00±0,35 <sup>bce</sup>  | 2,12±0,25 <sup>bce</sup>  | 2,80±0,44 <sup>bcd</sup> |
| Solungaç Mukus (Ort.±S.D.)             | 0,00±0,00 <sup>a</sup>   | 1,00±0,00 <sup>b</sup>   | 1,60±0,54 <sup>b</sup>    | 1,16±0,40 <sup>b</sup>    | 1,90±0,54 <sup>bc</sup>   | 2,37±0,47 <sup>bce</sup>  | 2,60±0,54 <sup>bde</sup> |
| Solungaç Koku (Ort.±S.D.)              | 0,00±0,00 <sup>a</sup>   | 1,00±0,00 <sup>b</sup>   | 0,80±0,44 <sup>b</sup>    | 1,00±0,00 <sup>b</sup>    | 1,00±0,00 <sup>b</sup>    | 2,62±0,47 <sup>bcd</sup>  | 2,80±0,27 <sup>bcd</sup> |
| Karın Bölgesi Renk (Ort.±S.D.)         | 0,00±0,00 <sup>a</sup>   | 0,00±0,00 <sup>a</sup>   | 0,60±0,54 <sup>b</sup>    | 1,00±0,00 <sup>b</sup>    | 1,00±0,00 <sup>b</sup>    | 1,00±0,00 <sup>b</sup>    | 2,90±0,22 <sup>bcd</sup> |
| Karın Bölgesinin Sertliği (Ort.±S.D.)  | 0,00±0,00 <sup>a</sup>   | 0,40±0,54 <sup>ac</sup>  | 1,00±0,00 <sup>bc</sup>   | 1,00±0,00 <sup>bc</sup>   | 1,40±0,54 <sup>b</sup>    | 1,62±0,47 <sup>b</sup>    | 2,70±0,44 <sup>bde</sup> |
| Anal Açıklığın Formu (Ort.±S.D.)       | 0,00±0,00 <sup>a</sup>   | 0,00±0,00 <sup>a</sup>   | 0,00±0,00 <sup>a</sup>    | 0,33±0,51 <sup>a</sup>    | 1,00±0,00 <sup>b</sup>    | 1,25±0,50 <sup>b</sup>    | 2,20±0,44 <sup>bcd</sup> |
| Anal Açıklığın Kokusu (Ort.±S.D.)      | 0,00±0,00 <sup>a</sup>   | 0,00±0,00 <sup>a</sup>   | 0,80±0,44 <sup>b</sup>    | 1,00±0,00 <sup>b</sup>    | 2,00±0,00 <sup>bcd</sup>  | 2,00±0,00 <sup>bcd</sup>  | 2,80±0,27 <sup>bcd</sup> |
| <b>Pişirme Sonrası Duyuşsal Analiz</b> |                          |                          |                           |                           |                           |                           |                          |
| Lezzet (Ort.±S.D.)                     | 9,16±0,40 <sup>a</sup>   | 9,00±0,00 <sup>a</sup>   | 8,80±0,44 <sup>a</sup>    | 9,00±0,63 <sup>a</sup>    | 8,60±0,54 <sup>a</sup>    | 6,75±0,50 <sup>b</sup>    | 4,00±0,00 <sup>bc</sup>  |
| Yapı (Ort.±S.D.)                       | 9,50±0,54 <sup>a</sup>   | 9,80±0,44 <sup>a</sup>   | 9,20±0,44 <sup>ac</sup>   | 8,50±0,54 <sup>bc</sup>   | 8,40±0,54 <sup>bc</sup>   | 6,00±0,00 <sup>bcd</sup>  | 4,60±0,54 <sup>bde</sup> |
| Koku (Ort.±S.D.)                       | 9,50±0,54 <sup>a</sup>   | 9,40±0,54 <sup>ac</sup>  | 9,80±0,44 <sup>a</sup>    | 8,66±0,51 <sup>ad</sup>   | 8,40±0,54 <sup>bcd</sup>  | 6,75±0,50 <sup>bde</sup>  | 4,40±0,54 <sup>bde</sup> |

\* Aynı satır içinde farklı üstsel harfleri taşıyan değerler arasında t1 fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.