İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YÜKSEK HİDROSTATİK BASINÇ UYGULAMASININ BALIK KALİTESİ VE RAF ÖMRÜ ÜZERİNE ETKİSİ

Su Ürünleri Mühendisi Gonca ÜRETENER
Su Ürünleri Avlama ve İşleme Anabilim Dalı
İşleme Teknolojisi Programı

Danışman
Doç.Dr. Nuray ERKAN ÖZDEN

Haziran, 2009

İSTANBUL

Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin 1392 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

Yüksek lisans öğrenimim sırasında ve hazırlamış olduğum tezin çalışmaları boyunca gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı çok değerli hocam Doç.Dr.Nuray ERKAN ÖZDEN'e, İşleme Teknolojisi Anabilimdalı araştırma görevlilerine en içten dileklerimle teşekkür ederim.

Bu çalışma boyunca bize en büyük desteği veren Doç.Dr.Hami ALPAS'a, beni her zaman destekleyen aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Haziran, 2009 **Gonca ÜRETENER**

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ ..... **İ**
İÇİNDEKİLER ..... **İİ**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **Vİ**
TABLO LİSTESİ ..... **Vİİİ**
SEMBOL LİSTESİ ..... **X**
ÖZET ..... **Xİ**
SUMMARY ..... **Xİİ**
1. GİRİŞ **1**
2. GENEL KISIMLAR **3**
2.1. YÜKSEK HİDROSTATİK BASINÇ (YHB) UYGULAMASININ TARİHİ GELİŞİMİ **3**
2.2. YÜKSEK HİDROSTATİK BASINÇ UYGULAMASININ PRENSİBİ **4**
2.3. YÜKSEK HİDROSTATİK BASINÇ SİSTEMİ **5**
2.3.1. Basıncın Uygulandığı Yüksek Basınç Kabı **5**
2.3.2. Yüksek Basınç Üretim Mekanizması **5**
2.3.3. Sıcaklık Kontrol Mekanizması **5**
2.3.4. Materyal Yerleştirme Sistemi **6**
2.4. YHB UYGULAMALARININ AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI **6**
2.5. GIDALARDA YÜKSEK HİDROSTATİK BASINÇ ETKİ MEKANİZMASI **8**
2.5.1. Mikrobiyolojik Kalite Üzerine Etkileri **8**
2.5.2. Enzimler Üzerine Etkileri **10**
2.5.3. Proteinler Üzerindeki Etkileri **10**
2.5.4. Lipid Oksidasyonu Üzerindeki Etkileri **11**
2.5.5. Tat, Doku ve Renk Üzerine Etkileri **12**
2.6. SU ÜRÜNLERİNDE KAİTE VE KALİTE DEĞİŞİMLERİ **13**

2.6.1. Duyusal Kalite Değişimleri..... 14
2.6.2. Fiziksel Kalite Değişimleri.....15
2.6.3. Kimyasal Kalite Değişimleri.....15
2.6.4. Mikrobiyolojik Kalite Değişimleri.....17
2.7. SU ÜRÜNLERİNDE KALİTENİN KORUNMASI VE YHB UYGULAMALARI.....18
3. MALZEME VE YÖNTEM 21
3.1. MALZEME.....21
3.2. YÖNTEM.....24
3.2.1. Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulaması.....24
3.2.2. Analizler.....27
3.2.2.1. Besin Değeri Analizleri……27
3.2.2.2. Duyusal Analiz……...27
3.2.2.3. Renk Analizi……....27
3.2.2.4. pH Ölçümü……..28
3.2.2.5. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N).…….....28
3.2.2.6. Trimetilamin Azot (TMA-N).…….....28
3.2.2.7. Tiyobarbitürik Asit Tayini (TBA).……...29
3.2.2.8. Mikrobiyolojik Analiz.……...29
3.2.2.9. İstatistiki Analiz.…….....30
4. BULGULAR ……31
4.1. BESİN DEĞERİ ANALİZ BULGULARI.....31
4.2. TEKİR İÇİN UYGUN YHB KOMBİNASYONLARININ BELİRLENMESİ……...31
4.2.1. Fiziksel Analiz Bulgulari.....31
4.2.1.1. Renk Analiz Bulguları……...31
4.2.2. Kimyasal Analiz Bulguları.....35
4.2.2.1. Trimetilamin Azot Bulguları…….....35
4.2.2.2 Tiyobarbitürik Asit Bulguları……...35
4.3. ÇİPURA İÇİN UYGUN YHB KOMBİNASYONLARININ BELİRLENMESİ.....37
4.3.1. Fiziksel Analiz Bulgulari.....37
4.3.1.1. Renk Analiz Bulguları…….....37

4.3.2. Kimyasal Analiz Bulguları.....39
4.3.2.1. Trimetilamin Azot Bulguları.....39
4.3.2.2 Tiyobarbitürik Asit Bulguları.....40
4.4. YHB UYGULANMIŞ TEKİRİN SOĞUKTA MUHAFAZASI.....41
4.4.1. Duyusal Analiz Bulguları.....41
4.4.2. Fiziksel Analiz Bulguları.....44
4.4.2.1. Renk Analiz Bulguları.....44
4.4.3. Kimyasal Analiz Bulguları.....49
4.4.3.1. pH Analiz Bulguları.....49
4.4.3.2 Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Bulguları.....50
4.4.3.3. Trimetilamin Azot (TMA-N) Aulguları.....51
4.4.3.4 Tiyobarbitürik Asit (TBA) Bulguları.....52
4.4.4. Mikrobiyolojik Analiz Bulguları.....53
4.4.4.1. Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Bulguları.....53
4.4.4.2. Toplam Psikrofilik Aerobik Bakteri Bulguları.....54
4.5. YHB UYGULANMIŞ ÇİPURANIN SOĞUKTA MUHAFAZASI.....55
4.5.1. Duyusal Analiz Bulguları.....55
4.5.2. Fiziksel Analiz Bulguları.....56
4.5.2.1. Renk Analiz Bulguları.....56
4.5.3. Kimyasal Analiz Bulguları.....62
4.5.3.1. pH Analiz Bulguları.....62
4.5.3.2 Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Bulguları.....62
4.5.3.3. Trimetilamin Azot (TMA-N) Bulguları.....63
4.5.3.4 Tiyobarbitürik Asit (TBA) Bulguları.....64
4.5.4. Mikrobiyolojik Analiz Bulguları.....65
4.5.4.1. Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Bulguları.....65
4.5.4.2. Toplam Psikrofilik Aerobik Bakteri Bulguları.....66
5. TARTIŞMA VE SONUÇ 68
5.1. BESİN KOMPOZİSYONU.....68
5.2. UYGUN YHB KOMBİNASYONLARININ BELİRLENMESİ.....68
5.3. YHB UYGULAMASININ SOĞUKTA MUHAFAZAYA ETKİSİ.....72
5.3.1. Duyusal Analizler.....72
5.3.2. Fiziksel Analizler.....74

5.3.3. Kimyasal Analizler.....74
5.3.4. Mikrobiyolojik Analizler.....78
5.4. SONUÇ.....82
6. KAYNAKLAR 83
ÖZGEÇMİŞ 97

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3.1 : Tekir 21
Şekil 3.2 : Çipura 22
Şekil 3.3 : Her iki balık için ayrı ayrı uygulanan çalışmanın akış şeması 23
Şekil 3.4 : Yüksek Hidrostatik Basınç Makinasının Resmi..... 24
Şekil 3.5 : Yüksek Hidrostatik Basınç Makinasının Şeması (1)..... 25
Şekil 3.6 : Yüksek Hidrostatik Basınç Makinasının Şeması (2)..... 25
Şekil 3.8 : Yüksek Hidrostatik Basınç Makinasının Şeması (3)..... 26
Şekil 3.7 : Yüksek Hidrostatik Basınç Makinasının Şeması (4)..... 26
Şekil 4.1 : YHB uygulanmış ve uygulanmamış tekirdeki renk analiz (L*) bulguları……..32
Şekil 4.2 : YHB uygulanmış ve uygulanmamış tekirdeki renk analiz (a*) bulguları….....33
Şekil 4.3 : YHB uygulanmış ve uygulanmamış tekirdeki renk analiz (b*) bulguları….....33
Şekil 4.4 : YHB uygulanmış ve uygulanmamış tekirdeki renk analiz (ΔE) bulguları…….33
Şekil 4.5 : YHB uygulanmış ve uygulanmamış tekirdeki TMA-N bulguları..... 35
Şekil 4.6 : YHB uygulanmış ve uygulanmamış tekirdeki TBA bulguları..... 36
Şekil 4.7 : YHB uygulanmış ve uygulanmamış çipuradaki renk analiz (L*) bulguları…….37
Şekil 4.8 : YHB uygulanmış ve uygulanmamış çipuradaki renk analiz (a*) bulguları…….38
Şekil 4.9 : YHB uygulanmış ve uygulanmamış çipuradaki renk analiz (b*) bulguları…….38
Şekil 4.10 : YHB uygulanmış ve uygulanmamış çipuradaki renk analiz (ΔE) bulguları.....38
Şekil 4.11 : YHB uygulanmış ve uygulanmamış çipuradaki TMA-N bulguları 40
Şekil 4.12 : YHB uygulanmış ve uygulanmamış çipuradaki TBA bulguları 41
Şekil 4.13 : Soğukta (4ºC) depolama sırasında tekirin duyusal parametrelerinde (genel görünüş) meydana gelen değişimler…….....42
Şekil 4.14 : Soğukta (4ºC) depolama sırasında tekirin duyusal parametrelerinde **(**koku) meydana gelen değişimler 43
Şekil 4.15 : Soğukta (4ºC) depolama sırasında tekirin renk değerlerinde (L*) meydana gelen değişimler..... 44
Şekil 4.16 : Soğukta (4ºC) depolama sırasında tekirin renk değerlerinde (a*) meydana gelen değişimler..... 45
Şekil 4.17 : Soğukta (4ºC) depolama sırasında tekirin renk değerlerinde (b*) meydana gelen değişimler..... 46
Şekil 4.18 : Soğukta (4ºC) depolama sırasında tekirin renk değerlerinde (ΔE) meydana gelen değişimler..... 47
Şekil 4.19 : Depolamanın 11. günü kontrol grubu tekir örnekleri..... 48

Şekil 4.20 : Depolamanın 11. günü 3ºC/ 5dk/ 220MPa basınç uygulanmış tekir Örnekleri.…….….48
Şekil 4.21 : Depolamanın 11. günü 25ºC/ 5dk/ 220MPa basınç uygulanmış tekir örnekleri…...…….48
Şekil 4.22 : Soğukta (4ºC) depolama sırasında tekirin pH değerinde meydana gelen değişimler..... 49
Şekil 4.23 : Soğukta (4ºC) depolama sırasında tekirin TVB-N değerinde meydana gelen değişimler 50
Şekil 4.24 : Soğukta (4ºC) depolama sırasında tekirin TMA-N değerinde meydana gelen değişimler 51
Şekil 4.25 : Soğukta (4ºC) depolama sırasında tekirin TBA değerinde meydana gelen değişimler 52
Şekil 4.26 : Soğukta (4ºC) depolama sırasında tekirin toplam aerobik mezofilik bakteri değerinde meydana gelen değişimler……....53
Şekil 4.27 : Soğukta (4ºC) depolama sırasında tekirin toplam psikrofilik aerobik bakteri değerinde meydana gelen değişimler..... 54
Şekil 4.28 : Soğukta (4ºC) depolama sırasında çipuranın duyusal parametrelerinde (genel görünüş) meydana gelen değişimler..... 55
Şekil 4.29 : Soğukta (4ºC) depolama sırasında çipuranın duyusal parametrelerinde (koku) meydana gelen değişimler 56
Şekil 4.30 : Soğukta (4ºC) depolama sırasında çipuranın renk değerlerinde (L*) meydana gelen değişimler……..57
Şekil 4.31 : Soğukta (4ºC) depolama sırasında çipuranın renk değerlerinde (a*) meydana gelen değişimler..... 58
Şekil 4.32 : Soğukta (4ºC) depolama sırasında çipuranın renk değerlerinde (b*) meydana gelen değişimler..... 59
Şekil 4.33 : Soğukta (4ºC) depolama sırasında çipuranın renk değerlerinde (ΔE) meydana gelen değişimler..... 60
Şekil 4.34 : Depolamanın 19. günü kontrol grubu çipura örnekleri 61
Şekil 4.35 : Depolamanın 19. günü 3ºC/ 5dk/ 250MPa basınç uygulanmış çipura örnekleri..... 61
Şekil 4.36 : Depolamanın 19. günü 15ºC/ 5dk/ 250MPa basınç uygulanmış çipura örnekleri..... 61
Şekil 4.37 : Soğukta (4ºC) depolama sırasında çipuranın pH değerinde meydana gelen değişimler 62
Şekil 4.38 : Soğukta (4ºC) depolama sırasında çipuranın TVB-N değerinde meydana gelen değişimler..... 63
Şekil 4.39 : Soğukta (4ºC) depolama sırasında çipuranın TMA-N değerinde meydana gelen değişimler..... 64
Şekil 4.40 : Soğukta (4ºC) depolama sırasında çipuranın TBA değerinde meydana gelen değişimler…….. 65
Şekil 4.41 : Soğukta (4ºC) depolama sırasında çipura toplam mezofilik aerobik bakteri değerinde meydana gelen değişimler..... 66
Şekil 4.42 : Soğukta (4ºC) depolama sırasında çipuranın toplam psikrofilik aerobik bakteri değerinde meydana gelen değişimler..... 67

TABLO LİSTESİ

Tablo 3.1 : Duyusal değerlendirmede kullanılan tablo **27**
Tablo 4.1 : Tekir ve çipuranın besin kompozisyonu **31**
Tablo 4.2 : YHB uygulanmış ve uygulanmamış tekirdeki renk analiz bulguları **34**
Tablo 4.3 : YHB uygulanmış ve uygulanmamış tekirdeki Trimetil Amin Azot (TMA-N) değerleri……**35**
Tablo 4.4 : YHB uygulanmış ve uygulanmamış tekirdeki Tiyobarbitürik asit (TBA) bulguları……..**36**
Tablo 4.5 : YHB uygulanmış ve uygulanmamış çipuradaki renk analiz bulguları **39**
Tablo 4.6 : YHB uygulanmış ve uygulanmamış çipuradaki Trimetil Amin Azot (TMA-N) değerleri……**40**
Tablo 4.7 : YHB uygulanmış ve uygulanmamış çipuradaki Tiyobarbitürik asit (TBA) bulguları……**41**
Tablo 4.8 : Soğukta (4ºC) depolama sırasında tekirin duyusal parametrelerinde (genel görünüş) meydana gelen değişimler..... **42**
Tablo 4.9 : Soğukta (4ºC) depolama sırasında tekirin duyusal parametrelerinde (koku) meydana gelen değişimler **43**
Tablo 4.10 : Soğukta (4ºC) depolama sırasında tekirin renk değerlerinde (L*) meydana gelen değişimler..... **44**
Tablo 4.11 : Soğukta (4ºC) depolama sırasında tekirin renk değerlerinde (a*) meydana gelen değişimler..... **45**
Tablo 4.12 : Soğukta (4ºC) depolama sırasında tekirin renk değerlerinde (b*) meydana gelen değişimler..... **46**
Tablo 4.13 : Soğukta (4ºC) depolama sırasında tekirin renk değerlerinde (ΔE) meydana gelen değişimler..... **47**
Tablo 4.14 : Soğukta (4ºC) depolama sırasında tekirin pH değerinde meydana gelen değişimler……**49**
Tablo 4.15 : Soğukta (4ºC) depolama sırasında tekirin TVB-N değerinde meydana gelen değişimler **50**
Tablo 4.16 : Soğukta (4ºC) depolama sırasında tekirin TMA-N değerinde meydana gelen değişimler..... **51**
Tablo 4.17 : Soğukta (4ºC) depolama sırasında tekirin TBA değerinde meydana gelen değişimler **52**
Tablo 4.18 : Soğukta (4ºC) depolama sırasında tekirin toplam aerobik mezofilik bakteri değerinde meydana gelen değişimler……**53**
Tablo 4.19 : Soğukta (4ºC) depolama sırasında tekirin toplam psikrofilik aerobik bakteri değerinde meydana gelen değişimler **54**
Tablo 4.20 : Soğukta (4ºC) depolama sırasında çipuranın duyusal parametrelerinde (genel görünüş) meydana gelen değişimler **55**
Tablo 4.21 : Soğukta (4ºC) depolama sırasında çipuranın duyusal parametrelerinde (koku) meydana gelen değişimler **56**

Tablo 4.22 : Soğukta (4ºC) depolama sırasında çipuranın renk değerlerinde (L*) meydana gelen değişimler..... **57**
Tablo 4.23 : Soğukta (4ºC) depolama sırasında çipuranın renk değerlerinde (a*) meydana gelen değişimler…….**58**
Tablo 4.24 : Soğukta (4ºC) depolama sırasında çipuranın renk değerlerinde (b*) meydana gelen değişimler..... **59**
Tablo 4.25 : Soğukta (4ºC) depolama sırasında çipuranın renk değerlerinde (ΔE) meydana gelen değişimler..... **60**
Tablo 4.26 : Soğukta (4ºC) depolama sırasında çipuranın pH değerinde meydana gelen değişimler **62**
Tablo 4.27 : Soğukta (4ºC) depolama sırasında çipuranın TVB-N değerinde meydana gelen değişimler..... **63**
Tablo 4.28 : Soğukta (4ºC) depolama sırasında çipuranın TMA-N değerinde meydana gelen değişimler..... **64**
Tablo 4.29 : Soğukta (4ºC) depolama sırasında çipuranın TBA değerinde meydana gelen değişimler..... **65**
Tablo 4.30 : Soğukta (4ºC) depolama sırasında çipuranın toplam mezofilik aerobik bakteri değerinde meydana gelen değişimler..... **66**
Tablo 4.31 : Soğukta (4ºC) depolama sırasında çipuranın toplam psikrofilik aerobik bakteri değerinde meydana gelen değişimler..... **67**

SEMBOL LİSTESİ

∆E	: toplam renk farkı
µL	: mikrolitre
a *	: kırmızı-yeşil
b *	: sarı-mavi
BHT	: Butylated hydroxytoluene
dk	: dakika
g/L	: gr / litre
Kob	: koloni oluşturan birim
L*	: parlaklık
Log	: logaritma
MDA	: malondialdehit
mL	: mililitre
MPa	: megapaskal
ºC	: santigrad derece
p<	: istatistik değer (önemli)
p>	: istatistik değer (önemsiz)
PS	: Peroksit sayısı
TBA	: tiyobarbitürik asit
TEP	:1,1,3,3-tetraethoxy-propane
TCA	: Triklorasetikasit
TMA-N	: trimetilamin azot
TMAO	: trimetilaminoksit
TVB-N	: toplam uçucu bazik azot
YHB	: yüksek hidrostatik basınç

ÖZET

YÜKSEK HİDROSTATİK BASINÇ UYGULAMASININ BALIK KALİTESİ VE RAF ÖMRÜ ÜZERİNE ETKİSİ

Bu çalışmanın amacı farklı sıcaklık/ sure/ basınçlarda uygulanan yüksek hidrostatik basınç işleminin tekir ve çipura balıklarının kalitesi ve raf ömrü üzerine etkisinin belirlenmesidir.

Bu amaçla, temizlenmiş, ayıklanmış fileto edilmiş tekir ve çipura örnekleri 3, 7, 15 ve 15°C sıcaklık, 5 ile 10 dakika zaman ve 220, 250 ve 330 MPa basınç kombinasyonlarında YHB işlemine tabi tutulmuştur. Renk, Trimetilamin azot (TMA-N) ve Tiyobarbitürik asit sayısı (TBA) analizleri ile işlemlerin örneklerdeki kalite parametrelerine etkisi incelenmiştir. Bu parametrelerin sonuçları baz alındığında tekir için 3ºC/5dk/330MPa - 25ºC/5dk/220MPa kombinasyonlarının; çipura için 3ºC/5dk/250MPa - 15ºC/5dk/250MPa kombinasyonlarının en iyi YHB şartları olarak belirlenmiştir.

En iyi YHB şartlarında YHB işlemi uygulanmış tekir ve çipura balıklarında buzdolabında (+ 4 ºC) depolanması süresince duyusal, fiziksel (renk), kimyasal (pH, TVB-N, TMA-N, TBA) ve mikrobiyolojik kalite parametreleri araştırılmıştır. Duyusal ve mikrobiyolojik analiz bulgularına göre Kontrol grubu tekir örneklerinin 10 tüketilebilir kaliteyi koruduğu 3ºC/5dk/330MPa YHB işlemi gören tekir örneklerinin 17 gün ve 25ºC/5dk/220MPa'de YHB işlemi gören tekir örneklerinin 15 gün raf ömrüne sahip olduğu tespit edilmiştir.

YHB uygulanmış kontrol grubu çipura örneklerinin raf ömrü 10 gün olarak belirlenirken, 3ºC/5dk/250MPa YHB uygulanmış örneklerin 16 gün, 15ºC/5dk/250MPa YHB uygulanmış örneklerin raf ömrü 13 gün olarak belirlenmiştir.

Elde edilen bulgular ışığında taze balık için, hasat sonrası YHB teknolojisinin - çalışılan kombinasyonlarda -, deniz ürünlerinin korunmasında gıda endüstrisinde hali hazırda kullanılan diğer muhafaza teknolojilerine alternatif olarak sunulabileceği görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yüksek hidrostatik basınç, balık, kalite, dayanım ömrü, tekir, çipura

SUMMARY

THE EFFECT OF HIGH HYDROSTATIC PRESSURE ON QUALITY AND SHELF LIFE OF FISH

The effect of different temperature/time/pressure high hydrostatic pressure treatment (HHP) on quality and shelf life of red mullet and sea bream were studied.

Red mullet and gilt-head sea bream were cleaned, washed and filleted. HPP treatment was performed at 3, 7, 15 and 15 ° C, 5 to 10 minutes and 220, 250 and 330 MPa. The effect of the process on the quality of the sample was examined by color, Trimethylamine nitrogen (TMA-N) and Thiobarbituric acid number (TBA) analysis. Based on the results of the parameter, the best combinations of HPP treatments were determined as 3ºC/5dk/220MPa - 25ºC/5dk/330MPa for red mullet, 3ºC/5dk/250MPa - 15ºC/5dk/250MP for gilt-head bream 3ºC/5dk/250MPa - 15ºC/5dk/250MPa.

Sensory, physical (colour), chemical (pH, TVB-N, TMA-N, TBA) and microbiological quality parameter were determined during the refrigeration in best processing condition HHP treatment red mullet and sea bream.

Result of this study indicates that shelf life of control and HHP treatment (3ºC/5dk/330MPa and 25ºC/5dk/220MPa) red mullet stored in refrigerator as determined by overall acceptability sensory scores and microbiological data is 10,17 and 15 days, respectively.

The results obtained from this study showed that the shelf life of untreated and HP treated stored in refrigerator, as determined by overall acceptability of sensory and microbiological data, is 10 days for untreated sea bream and 16 days for treated sea bream at 3ºC/5dk/250MPa and 13 days for treated sea bream at 15ºC/5dk/250MPa treated sea bream.

These findings in the light of fresh fish, harvest later stage of HPP technology-are working in combination, marine products to protect the food industry is already used in other conservation technologies as alternative may be offered can be seen.

Key Words: High hydrostatic pressure, the fish, the quality, shelf- life, red mullet, gilt-head sea bream

1. GİRİŞ

Yüksek protein içeriği, esansiyel amino asitleri, doymamış yağ asitlerini içermesi ve zengin vitamin, mineral içeriği ile su ürünleri sağlıklı ve dengeli beslenmede dikkat çeken bir gıda grubunu oluşturmaktadır (Varlık ve diğ. 2004).

Su ürünleri insan sağlığı açısından büyük önem taşımakla beraber çok sınırlı raf ömrüne sahip, kimyasal ve mikrobiyolojik bozulmanın hızlı seyrettiği hassas gıda maddelerindendir (Ludorff ve Meyer, 1973; Gram ve Huss, 2000). Su ürünlerinin daha uzun süre muhafaza edilebilmesi için tuzlama, kurutma, dumanlama, marinasyon gibi teknikler geliştirilmiş, sterilizasyon gibi yüksek sıcaklık uygulamalarından faydalanılmıştır. Ancak bu işleme ve muhafaza tekniklerinin hepsi de taze ürünün karakteristik özelliklerini kaybetmesine neden olmaktadır. Taze tüketimi tercih eden tüketiciye sağlıklı ve daha uzun dayanım ömrüne sahip ürün sunabilmek için sıklıkla tercih edilen yol soğukta buz içinde muhafazadır. Bu şekilde muhafaza edilen balık ve balık ürünlerinin dayanım ömrü türe, muhafaza sıcaklığına bağlı olarak değişmekle birlikte oldukça kısadır (Tülsner, 1994; Erkan, 2003a). Son yıllarda taze tüketilen balık ve balık ürünlerinin dayanım ömrünü uzatmak için farklı ambalajlama tekniklerinden, doğal ve sentetik gıda katkı maddelerinden faydalanılmaktadır. Bu konuda her geçen gün yeni teknolojiler geliştirilmektedir (Metin ve diğ. 2001; Erkan, 2003b; Erkan ve diğ. 2006a).

Yüksek hidrostatik basınç (YHB) uygulamaları gıdaların besin değerini, rengini ve tadını değiştirmeden, düşük sıcaklıklarda ve oda sıcaklığında enzimleri ve mikroorganizmaları inaktive edebilme gibi avantajlarından dolayı yüksek kaliteli gıda üretimi için uygun bir teknolojisi olarak karşımıza çıkmaktadır (Mañas ve Pagán, 2005). Yüksek hidrostatik basınç uygulaması hiçbir şekilde yüksek sıcaklıkta ısıl işlem uygulanmaksızın gıdanın taze özelliklerini kaybetmeden, mikrobiyolojik açıdan güvenli olduğu kadar, dayanıklı ve yüksek kaliteli ürünler sunmaktadır (Hendrickx ve diğ. 1998; Trujillo ve diğ. 2002; Bull ve diğ. 2004).

Yüksek hidrostatik basınç uygulanmış pek çok gıda ürünü Japonya başta olmak üzere tüm dünyada talep görmektedir. Su ürünlerine bu teknolojinin uygulanması da oldukça yenidir. Çeşitli su ürünlerinde farklı süre, sıcaklık ve basınçta bu teknolojinin denenmesine yönelik çalışmalar bulunmakla birlikte (Hurtado ve diğ. 2001a; He ve diğ. 2002), son birkaç yıl içinde diğer muhafaza yöntemleriyle kombineli olarak yüksek hidrostatik basınç uygulamasının etkilerini inceleyen literatür bildirimleri de mevcuttur (Cruz-Romero ve diğ. 2008a).

YHB ısıl işlem olmaksızın, istenmeyen değişimlerin olmadığı, minumum kalite kaybının ve uzun dayanım ömrünün su ürünlerinin muhafazasında sağlanması bakımından yeni bir teknoloji olarak oldukça umut vericidir. Su ürünlerine YHB uygulaması ile duyusal kalite özelliklerinde değişim olmaksızın mikroorganizma ve parazitlerin inaktive edilmesi mümkündür, ancak balık kasında meydana gelen kalite değişimleri ve oksidatif stabilite konusunda sınırlı bilgi bulunmaktadır (Cheftel ve Culioli, 1997).

Bu çalışmada dünya literatürlerinde yüksek hidrostatik basınç teknolojisinin su ürünlerinden, özellikle taze balıklara uygulanması konusundaki literatürlerin azlığı, ülkemizde ise taze balığa YHB uygulanması konusunda hiç çalışma yapılmamış olması göz önüne alınarak farklı yapıdaki balıklar için en uygun yüksek hidrostatik basınç şartlarının belirlenmesi ve bu uygulamanın soğukta depolanan (4ºC) taze balığın raf ömrüne etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

2. GENEL KISIMLAR

Günümüzde tüketici gıda sektöründen güvenli, daha uzun süre dayanabilen, yüksek besleyicilik değerine sahip gıdalar talep etmektedir. Daha uzun dayanım ömrüne sahip güvenli gıda üretimi için genellikle yapılan, gıdada mikrobiyolojik aktivitenin durdurulması ve kimyasal olayların kontrol altına alınmasıdır. Bütün bunlar yapılırken besleyicilik değerinde de en az kayıp sağlandığında tüketici beklentisi karşılanmaktadır. Tarihsel gelişim içinde gıdaları fermente etme (salamura, turşu, tuzlama), konserve ve güneş altında kurutma, mayalama gibi tekniklerle güvenli ve dayanım ömrü uzun gıdalar elde edilmiştir (Arıcı, 2006). Endüstride görülen gelişmeler bu uygulamaların daha uygun şekilde gerçekleşmesini sağlamakla yetinmemiş, pastörizasyon, dondurma, ışınlama, modifiye ve kontrollü atmosfer gibi teknikleri gıda endüstrisinin hizmetine sunmuştur (Gould, 2000). Gıdaların muhafazası konusundaki gelişmelerden biri de 20. yüzyılın son çeyreğinde yoğun bir şekilde araştırılmaya başlanan yüksek hidrostatik basınç ile gıda muhafazası olmuştur (Minerich ve Labuza, 2003; Trujillo ve diğ. 2002).

2.1. YÜKSEK HİDROSTATİK BASINÇ (YHB) UYGULAMASININ TARİHİ GELİŞİMİ

Yüksek hidrostatik basınç uygulamalarında tarihsel gelişimi incelendiğinde bilim adamları 19. yüzyılda yüksek basıncın, modern fizik ve kimyaya dayalı temellerini oluşturmuşlar ve yüksek basınçlı ortamlarda yaşayan canlılar üzerinde çalışmaya başlamışlardır. Yüksek hidrostatik basıncın bakterileri öldürdüğüne dair ilk rapor 1895 yılında açıklanmış olmasına rağmen, gıda endüstrisinde yüksek hidrostatik basınç ile mikrobiyal inaktivasyonu açıklayan önemli çalışma 1899'da yayınlanan bir makaledir. 1918 yılında yüksek hidrostatik basıncın mikrobiyal gelişmeyi inhibe ettiğini ve hücrelerin ölümüne sebep olduğu açıklanmıştır. 1974'de basınç ve yükseltilmiş sıcaklıkların bir gıda muhafaza metodu olarak kullanımının mümkün olabileceği tebliğ edilmiştir. Ancak 1985'e kadar basınç uygulamalarının potansiyel mikrobiyolojik

etkileri gıda endüstrisinin dikkatini fazla çekmemiş, bunda uygun ekipmanların bulunamaması da işlemin uygulamalarını geciktirmiştir. 1990'lı yıllarda, yüksek basınç ile işlem görmüş çeşitli ticari gıda ürünleri (reçel, marmelat, meyve suyu, meyveli yoğurt, dilimlenmiş et ürünleri, pirinç ve su ürünleri) Japon gıda pazarında ortaya çıkmıştır (Trujillo ve diğ. 2002). YHB uygulamaları ile ilgili ilk çalışmalar, ürün kalitesinde en az değişiklik ile raf ömrünün uzatılması üzerineyken, daha sonraki çalışmalarda basınçla desteklenen dondurma, çözündürme işlemi gibi işleme tekniklerini geliştirmede de kullanım alanı bulmuştur. Yüksek hidrostatik basınç gıda endüstrisi yanında, eczacılık ve endüstriyel biyoteknolojide de büyük ilgi görmektedir (Bauer ve Knorr, 2005).

2.2. YÜKSEK HİDROSTATİK BASINÇ UYGULAMASININ PRENSİBİ

Yüksek basıncın mekanizması fiziksel olarak Le Chatelier prensibi ile açıklanabilir. Kuvvetten kaçış olarak bilinen yasaya göre, dengede olan bir fiziksel sisteme dışarıdan bir etki yapıldığında, sistem bu etkiyi en aza indirecek şekilde kendini değişikliğe uğratır. Basınç, gıda maddesinin her noktasında eşit olduğu için, ısıl işlemde olduğu gibi madde ekseni boyunca sıcaklık değişiminden kaynaklanan farklılıklar görülmez. Basınç artarsa hacim azalır ve yoğunluk artar, dolayısıyla denge mol sayısı az olan tarafa kayar ve sistemin kimyasal dengesi değişir. Yüksek basınç prosesleri 100 – 1000 MPa (megapaskal) arası izostatik basınç uygulamasını içerir (Trujillo ve diğ. 2002; Hugas ve diğ. 2002; Chéret ve diğ. 2005a). Basınç uygulaması sırasında kullanılacak işlem sıcaklığı 0°C'nin altından başlayıp, 100°C'nin üstüne kadar çıkabilir. Basınç tankları; uygulanan basınçlara emniyetli bir biçimde karşı koyabilecek şekilde tasarlanmıştır. Ticari olarak çalkalayıcı pompalarla sağlanan basınç uygulama süresi milisaniyeden başlayıp, 1200 saniyenin üzerindeki sürelere kadar değişir. Yüksek hidrostatik basınç boyut, şekil ve gıda kompozisyonundan bağımsız olarak, bir gıda kitlesinin her yerine daima aynı şiddette etkili olur. Dolayısıyla, gıdanın paket boyutu, şekli ve kompozisyonu işlem tayininde birer faktör değildir (Arıcı, 2006).

2.3. YÜKSEK HİDROSTATİK BASINÇ SİSTEMİ

Endüstriyel yüksek hidrostatik basınç sistemleri; basıncın uygulandığı yüksek basınç kabı, yüksek basınç üretim mekanizması, sıcaklık kontrol mekanizması, materyal yerleştirme sistemi olmak üzere 4 ana bölümden oluşmaktadır (Şanal ve Çalımlı, 2000).

2.3.1. Basıncın Uygulandığı Yüksek Basınç Kabı

Yüksek basınç kabı yüksek gerilime dayanıklı paslanmaz çelikten, silindir şeklinde yapılmıştır. Basınç kabının duvar kalınlığı çalışılan yüksek basınca ve çalışma kapasitesine göre değişir. Sistemin özelliklerine göre farklı ‘kapak’ tasarımları kullanılır, gıda endüstrisindeki uygulamalar için hızlı açılıp kapanabilen kapaklar tercih edilir. Yüksek basınç uygulamalarının ekonomik değerlendirilmesinde yüksek basınç kabının tasarımı çok önemlidir (Gökmen ve Acar, 1995; Şanal ve Çalımlı, 2000; İbanoğlu, 2002).

2.3.2. Yüksek Basınç Üretim Mekanizması

Uygulama sırasında madde basınç ileten bir ortamda olmalıdır (İbanoğlu, 2002). Basınç iletici ortam olarak çoğunlukla su kullanılır. Su, işlem sırasında kaymayı sağlamak ve korozyonu önlemek amacıyla az miktarda yağ içerir. Bu nedenle YHB terimi yerine yüksek sıvı basınç tanımı sıcaklıkla kullanılmaktadır. Basınç ileten ortam olarak su kullanılmasının nedenleri; yüksek basınçlarda dahi hacim azalmasının ihmal edilebilir olması, gıdalar için saf, güvenilir ve ucuz olmasıdır. Sistem içindeki havanın tümünün boşaltılması ardından yüksek basınç doğrudan, dolaylı veya ortamın ısıtılması yöntemlerinden biriyle sağlanır. Materyalin ön işlemleri, yükleme – boşaltma, sistemi açma – kapama, istenen basıncı sağlama, sıkıştırma, geri sıkıştırma sürelerinin toplamı, işlem süresini oluşturur (Gökmen ve Acar, 1995; Alpas ve Bozoğlu, 2000; Hugas ve diğ. 2002; İbanoğlu, 2002; Şanal ve Çalımlı, 2000).

2.3.3. Sıcaklık Kontrol Mekanizması

Yüksek basınç uygulamalarında basınç ve sıcaklık kontrol edilmelidir. Paskal prensibine göre; herhangi bir noktada uygulanan basınç tüm noktalara aynı anda ve kayıpsız olarak etki etmektedir. Bundan dolayı, basınç bölmesinin herhangi bir noktasında ölçülen basınç sistem basıncını gösterir. Sıcaklık da hassas olarak kontrol edilebilmektedir (Gökmen ve Acar, 1995; İbanoğlu, 2002; Tülek ve Filizay, 2006).

2.3.4. Materyal Yerleştirme Sistemi

Basınç bölmesine yerleştirilen ürüne temas edecek her şey temiz olmalı, sistemin tüm bölmeleri yerinde temizlenebilir ve sterilize edilebilir olmalıdır. Paketlendikten sonra yüksek basınç uygulanacak gıdaların basınç bölmesi ve basınç iletici akışkan ile teması söz konusu değildir (Gökmen ve Acar, 1995). Ambalaj materyali yapılan sıkıştırmayı kaldıracak kadar esnek olmalı, koruyucu bariyer özellikleri, sıcaklığa dayanıklılığı ve gerginliği yüksek basınç uygulaması ile değişmemelidir (İbanoğlu, 2002). Gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılan çok katlı plastik lamine folyo ambalaj malzemeleri yüksek basınç sistemlerinde kullanılabilir. Bu kombinasyonların esnekliği, mekanik özellikleri ve termal özellikleri basınç etkisiyle bozulmamaktadır. Basınç bölmesinin hacminden efektif şekilde yararlanmak için paketin şekli basınç bölmesinin şekline uygun olmalıdır. Bundan dolayı daha çok silindirik paketler tercih edilmektedir (Gökmen ve Acar, 1995).

2.4. YHB UYGULAMALARININ AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI

Günümüzde gıdaların mikrobiyal açıdan stabil hale getirilmesinde yaygın olarak kullanılan ısıl işlemler mikroorganizmaları inaktivite edebilmektedir. Ancak kullanılan yüksek sıcaklık uygulamaları protein, vitamin denatürasyonuna ve duyusal özelliklerde istenmeyen değişimlere yol açar (Park ve diğ. 2002). Basınç, gıda maddesinin her noktasında eşit olduğu için, ısıl işlemde olduğu gibi madde ekseni boyunca sıcaklık değişiminden kaynaklanan farklılıklar görülmez. Yüksek hidrostatik basınç oda sıcaklıklarında uygulandığı için, ürünün duyusal özelliklerinde değişimlere yol açmadan, vitamin kaybı olmadan enzim ve mikroorganizma inaktivasyonu sağlar (Brul ve diğ. 2000; Trujillo ve diğ. 2002; Hugas ve diğ. 2002; Moerman, 2005), raf ömrünü arttırır (Trujillo ve diğ. 2002).

Yüksek basınç gıdanın yapısı ve ürün tekstüründe değişimlere yol açabilir (Moerman, 2005), bazı gıda bileşenlerinin fonksiyonel özelliklerini değiştirebilme potansiyeline sahiptir. Bundan dolayı, yeni ürün geliştirme veya mevcut olanların iyileştirilmesine olanak verir (Hugas ve diğ. 2002, Linton ve diğ. 2004).

Yüksek basınç proteinlerde sadece sekonder ve tersiyer bağlara etki eder, zayıf hidrojen bağları ve hidrofobik bağlar geri dönüşümsüz olarak bozulabilir ancak kovelent bağları etkilemez. Böylece gıdanın pek çok önemli kalite öğesi korunur (Hugas ve diğ. 2002; Trjujillo ve diğ. 2002; Moerman, 2005).

Vitamin, aminoasit, basit şekerler ve tat bileşenleri gibi küçük moleküller yüksek basınçtan etkilenmez (Trujillo ve diğ. 2002).

Yüksek basınç ile protein, nişasta, nükleik asit gibi kovalent olmayan bağlar içeren bileşiklerin yapısında denatürasyon, koagülasyon veya jelatinizasyon gibi değişimler olur (Şanal ve Çalımlı, 2000). Yüksek basınç sonucu oluşan nişasta jelatinizasyonu, protein yapının açılması; nişasta ve proteinin besin değeri ve sindirilebilirliğini arttırır (Chapleau ve diğ. 2000; İbanoğlu, 2002; İbanoğlu ve İbanoğlu, 2003).

Yüksek basınç işlemi oda sıcaklıklarında yürütüldüğü için istenen basınca çıktıktan sonra harcanan enerji miktarı azdır (Şanal ve Çalımlı, 2000; İbanoğlu, 2002).

YHB uygulama sürecinde, gıda hacminde oluşan değişimler kararsızlığa yol açmakta, iyonik ayrışmalar nedeniyle pH düşmekte diğer taraftan sıcaklık artmaktadır. Uygulama sırasında kısmi bir yoğunluk artışı olmaktadır.

Ayrıca YHB uygulaması ile işlenmiş gıdaların pazarlama ve maliyet sorunlarının yanı sıra sistemin temizlik ve bakımı ile ilgili sorunlarının da bulunduğu ifade edilmektedir (Şanal ve Çalımlı, 2000).

Yüksek basınç sistemlerinin gıda endüstrisinde ticari kullanımında yatırım maliyeti ekonomik açıdan önemlidir. Bu sistemlerin yatırım maliyeti yüksek gibi görünsede son yıllarda maliyetler oldukça düşmüştür. Ancak çok yüksek basınç ve sıcaklık uygulamaları sonucu oluşacak deformasyonlar sistem ömrünü kısaltmaktadır. Metal yorgunluğuna bağlı olarak dayanıklılık süresinin azalması bu metodun ticari kullanımını kısıtlamaktadır. Proses maliyeti, optimum koşulların (basınç, süre, sıcaklık) belirlenmesi ile düşürülebilir.Yüksek basınç sistemlerinin yüksek kapasite ile kullanılması durumunda

karlılığı yüksektir (Gökmen ve Acar, 1995; Alpas ve Bozoğlu, 2000; İbanoğlu, 2002; Tülek ve Filizay, 2006).

2.5. GIDALARDA YÜKSEK HİDROSTATİK BASINÇ ETKİ MEKANİZMASI

2.5.1. Mikrobiyolojik Kalite Üzerine Etkileri

Gıdalarda bulunan mikroorganizmalar üzerine YHB uygulamalarının etkisinde önemli faktörler: mikroorganizma tipi, kültür hazırlama, mikroorganizmanın büyüme evresi, mikroorganizmanın yaşı ve çoğalma şartları, gıdanın bileşimi ve pH, su aktivitesi (aw), sıcaklık, basınç şiddeti, kompresyon ve dekompresyon hızları, uygulama basıncına ulaşmak için gerekli süre, basınç uygulama süresi ve redoks potansiyelidir (Dederer, 2006; Arıcı, 2006). Genel olarak, basıncın mikroorganizmalarda zarar verdiği ilk bölge hücre zarıdır. Basıncın sebep olduğu hücre zarındaki görev bozuklukları muhtemelen membran proteinlerinin denatürasyonuna bağlı olarak, amino asit alımının inhibisyonuna neden olurlar. Basınç uygulamasından sonra mikroorganizmaların hücre içi elemanlarının kayba uğradığı çalışmalarda belirtilmektedir. Hücrelerden bu bileşenlerin sızmaları, hücre zarındaki hasara işaret eder ve hücrelerden artan kayıp oranı yükseldikçe ölümün ve hasarın derecesi de o nispette artar (Russell, 2002).

300-600 MPa basınç pek çok bakterinin inhibe olması için yeterli olmaktadır. Psikrotrofik karakterli bakteriler mezofil karakterli bakterilere göre yüksek basınca daha duyarlıdır (Yuste ve diğ. 1998). Yüksek hidrostatik basıncın mikroorganizmalar üzerine etkileri incelenirken bakteriyel endosporların basınca en dayanıklı olduğu bilinen hayat formları oldukları kesin olarak tespit edilmiştir. Isıya en dayanıklı patojen ve aynı zamanda insanlar için en tehlikeli olanlardan *Clostridium botulinum* A, B, E ve F tipleri ve bu bakterinin sporları yüksek hidrostatik basınç uygulanan mikroorganizmalar arasında basınca en dayanıklı ve tehlikeli organizmalar listesinin en başında yer almaktadır. Sporların inaktivasyonu için, yüksek hidrostatik basıncın iki-aşamalı uygulaması konusunda öneriler bulunmaktadır. İlk uygulama sporları çimlendirir veya aktive eder ve daha yüksek bir basınçta ikinci bir uygulama çimlenmiş sporları ve vejetatif hücreleri inaktive eder (Murchie ve diğ.2005; Dederer, 2006). Su ürünlerinde önemli olan patojenlerden *Vibrio* türleri YHB işlemine hassastırlar. Oda socaklığında 3 dk 260 MPa basın uygulanmasında istiridyelerde *Vibrio vulnificus* önemli derecede

azaltıldığı, benzer şekilde oda sıcaklığında 90 sn 360 MPa'da *Vibrio parahaemolyticus* türününde önemli ölçüde inhibe edildiği bildirilmektedir (Murchie ve diğ.2005).

Mayalar gıdaları bozan önemli bir mikroorganizma grubudur, fakat hiç biri önemli bir gıda patojeni değildir. Toksijenik küf gelişmesi gıda güvenliği açısından önemlidir. Isıya dirençli küfler için değişik uygulama sıcaklıklarıyla (10-70°C) kombine olarak kullanılan 300 ile 800 MPa arasındaki yüksek hidrostatik basınç uygulamalarına tepkileri incelendiğinde tüm vejetatif formların 25°C/300 MPa'lık bir uygulama ile birkaç dakika içinde inaktive olduğu askosporların inaktivasyonu için daha yüksek basınçlar gerektiği belirtilmiştir. *E. coli* O157 türü 300-600 MPa basınca dirençli olarak gösterilmektedir (Murchie ve diğ. 2005).

Virüsler organizmalar içine yüksek hidrostatik basınca en dayanıklı birimi oluşturmaktadır. Hepatit A, HIV, Rotavirüs, Poliovirüs'ün yüksek hidrostatik basınçla inaktivasyonu üzerine çalışmalar vardır. Bunların bazılarında olumlu sonuçlar alınırken bazılarında önemli bir etkinin olmadığı tespit edilmiştir (Murchie ve diğ. 2005).

Yüksek basınç uygulamasının parazitler üzerine etkisini inceleyen bilgiler oldukça azdır. *Trichinella spiralis*'in 200 MPa'da 10 dakikalık bir uygulamayla öldürüldüğü tespit edilmiştir (Ohshima ve diğ. 1993, Yuste ve diğ. 2001).

Önemli bir gıda zehirlenme grubunu oluşturan algal toksinlere (PSP, DSP, NSP, ASP ve ciguatera) karşı yüksek hidrostaik basıncın etkili olduğuna dair henüz bir veri bulunamamıştır (Murchie ve diğ. 2005).

YHB uygulaması deniz ürünlerinin güvenliğini artırmasına ek olarak, deniz ürünlerinin raf ömrünü artırmada da önemli bir potansiyele sahiptir (Hurtado ve diğ. 2000; López-Caballero ve diğ. 2000a). Balık ve kabuklu deniz ürünleri genellikle, basınca oldukça hassas gram negatif bakteriler tarafından bozulmaktadır (Gram ve Huss, 2000). Dolayısıyla YHB, bu tür ürünlere oldukça değerli bir işleme teknolojisi sunmaktadır. YHB uygulanmış deniz ürünleri, gram negatif bakterilerin YHB'a yüksek duyarlılığından dolayı gram pozitif bakterileri, özellikle de laktik asit bakterilerini yüksek oranlarda içermektedir (Upmann ve diğ. 2000; Linton ve diğ. 2003; Paarup ve

diğ. 2002). Laktik asit bakterileri YHB ile yok edilemese de, deniz ürünlerindeki sayıları azaltılabilir (Hurtado ve diğ. 2001a), ve büyümeleri geciktirilebilir (López-Caballero ve diğ. 2000b; Paarup ve diğ. 2002).

2.5.2. Enzimler Üzerine Etkileri

YHB uygulaması gıdalarda mikroorganizmaları inaktive, enzimleri de denatüre ederek gıdaların daha uzun dayanım ömrüne sahip olmasını sağlar (Zorba ve Kurt, 2005). YHB doğrudan enzim veya substratın yapısında meydana getirdiği değişiklikler ile enzimatik reaksiyonları etkileyebilir. Enzimin etkinliğinin devamlılığında veya inhibisyonunda uygulanan basınç, zaman ve ısı gibi koşullar yanında enzimin tipide etkilidir. Ayrıca gıdanın pH'sı enzimatik aktiviteyi direk etkileyen bir faktördür. Amino peptidazların inaktivasyonu için 500 MPa, karboksi peptidazların inaktivasyonu için 400 MPa basınç uygulaması yeterli olduğu bildirilmektedir (Hernández-Andrés ve diğ. 2005).

Deniz ürünlerinin bozulmasında endojenik enzimler aktif rol oynamaktadır, dolayısıyla bu enzimlerin YHB ile inaktivasyonu deniz ürünlerinin bozulmasını geciktirmekte ve raf ömrünü uzatabilmektedir. Ancak YHB, diğer enzimlerin etkilerini artırarak 200 ve 500 MPa basınçları arasında işlemeyi takiben karideslerde *Penaeus japonicus* ve *Nephrops norvegicus* baş kararması gibi gıdalarda zararlı değişimlere öncülük etmektedir (López-Caballero ve diğ. 2000a; Linton ve diğ. 2003). Zahra (2004) yağ oksidasyonunda etkin rol oynayan lipoksijenaz enziminin 800 MPa kadar direnç gösterebildiğini belirtmiştir. Lakshmanan ve diğ. (2005a) YHB uygulanmış soğuk dumanlanmış salmonlarda bazı proteolitik enzimlerin aktivitesinin yavaşladığını bildirmektedir.

2.5.3. Proteinler Üzerindeki Etkileri

Proteinler hayvansal kaynaklı gıdaların en önemli bileşenlerinden olup, etin kalitesi üzerinde oldukça önemli bir yere sahiptirler. Dolayısıyla proteinlerin yapısında meydana gelebilecek değişimler et ve et ürünlerinin kalitesini de etkileyebilmektedir. Proteinler yapılarında kovalent bağlar, disülfit bağları, hidrojen bağları ve diğer interaksiyonları içerirler. Bu bağların birçoğunun kırılması sonucu proteinler modifiye olmakta ve özelliklerinde önemli değişimler meydana gelmektedir (Chèret ve diğ. 2006). Yüksek hidrostatik basınç uygulaması kovalent bağları kıramamasına rağmen,

hidrojen bağları ve diğer interaksiyonları etkileyebilmektedir. Genel olarak, kuaternar yapı daha çok hidrofobik interaksiyonlara sahip olması nedeniyle yüksek hidrostatik basınç uygulamasına karşı daha hassastır. Oligomerik proteinler düşük basınç uygulamalarında (<150–200 MPa) dissosiye olabilmektedirler (Cheftel ve Culioli, 1997; Chéret ve diğ. 2005b). 400-800 MPa'da proteinlerin tersinir açılımları da gözlenebilmektedir. Proteinlerin sekonder yapıları üzerindeki değişimler ise ancak çok yüksek basınçlarda, heliksel yapının oluşumunu sağlayan hidrojen bağlarının kırılması sonucu ortaya çıkmaktadır. Sekonder yapıdaki bu değişim genellikle geri dönüşümsüzdür. Etin en önemli proteinlerinden olan myofibriller proteinler üzerinde yapılan çalışmalarda, YHB işleminin myofibriller proteinlerin çözünürlüğünü artırdığı ve yapısal değişimlere yol açtığı belirlenmiştir (Zorba ve Kurt, 2005; Yuste ve diğ. 2001). Hsu ve Ko (2001) tarafından tilapya kaslarından ekstrakte edilen myosin filamentlerinin 0°C'de 500 atm'lık basınçtan sonra açıldığı ve hacminin azaldığı, 1000 atm'den 1500 atm'a kadar olan uygulamada ise, myosinlerin agregasyona uğradığı ve çözünmez yapı oluşturduğu belirlenmiştir. Kamiyama ve diğ. (2001) tarafından tavuk kasına 200 MPa'dan 600 MPa'ya kadar uygulanan basıncın myosinin degredasyonuna yol açtığını bildirilmektedir.

2.5.4. Lipid Oksidasyonu Üzerindeki Etkileri

Et ve et ürünlerinde muhafaza süresini sınırlayan en önemli faktörlerden biri yağlarda meydana gelen oksidasyondur. Deniz ürünleri çok doymamış yağ asitlerince zengin gıdalar olduğu için lipid oksidasyonu kalite ve dayanım ömründe önemli yer tutar. YHB uygulamasının deniz ürünlerinde lipit oksidasyonu üzerine etkisi konusunda çok az bilgi bulunmaktadır. Su ürünlerinde koyu renkli kaslar açık renkli kaslara göre daha fazla miktarda doymamış lipidlere sahip olduğundan ve yüksek miktarda demir ve hem proteinleri gibi prooksidanlara da sahip olduğundan daha kolay okside olur (Hultin, 1994). Su ürünleri, özellikle balıklar avlandıktan hemen sonraki süreçte ve depolama sırasında oksidatif değişikliklerden doğrudan veya dolaylı olarak etkilenir. Bu güne dek yapılan çalışmalar yüksek basınca maruz kalan balıklarda hem peroksit değerinde hem de tiyobarbitürik asit değerlerinde artış bildirmişlerdir. Bu durumun nedeni, belirli metal iyonları ya da hem proteinlerinin lipid oksidasyonunda artışa sebep olması. YHB uygulaması, indirgenmiş durumda olan myoglobin ve oksimiyoglobinin ferrik forma dönüşmesine neden olmaktadır. Böylece demirin etkisiyle yağ oksidasyonu

katalizlenmektedir. Et ürünleri, hem kompleksinde ve diğer bileşenlerin yapısında olmak üzere önemli oranda demir içermektedirler. Dolayısıyla bu bileşenlerde bulunan demir serbest demir formuna geçerek, prooksidan YHB uygulamasının lipit oksidasyonuna yol açmasının nedeninin metmyoglobinin katalitik etkisinden, yani basınç etkisiyle serbest kalan demir iyonunun etkisiyle olmadığını, membranın zarar görmesiyle ilişkili olduğunu bildiren çalışmalarda mevcuttur (Orlien ve diğ. 2000; Yağız ve diğ. 2007).

2.5.5. Tat, Doku ve Renk Üzerine Etkileri

YHB teknolojisinin uygulanabilirliği sadece hedef mikrofloraya değil, aynı zamanda ürünün işlenmeye uygunluğuna da bağlıdır. Her ne kadar YHB gıdaların tadında önemli bir değişime sebep olmasa da, deniz ürünlerinde YHB uygulamasını takiben başka değişimler meydana gelebilmekte ve bunlar ürünün algılanan kalitesinde olumsuz etkiler yaratabilmektedir. Çift kabuklularda YHB uygulamasını takiben kalite değişimlerinin incelendiği birkaç çalışma bulunmakla birlikte, diğer deniz ürünlerinde YHB uygulamasını takiben hem yapısal hem de görsel değişimlere ait çalışmalar bulunmaktadır. Deniz ürünlerinde YHB ile oluşan değişimler, ısıl işlemle oluşanlara göre farklılık göstermekte ve uygulanan basınca ve deniz ürünü çeşidine yüksek oranda bağlılık göstermektedir (Angsupanich ve Ledward, 1998).

Pek çok YHB uygulanmış deniz ürününün dokusunun işlem görmemiş kontrol grubuna kıyasla daha sert yapı ya da daha yüksek yırtılma dayanımına sahip olduğu, ancak lüfer ve sazanda dokunun oldukça yumuşak olduğu bildirilmiştir (Ashie ve diğ. 1997). Yapılan çalışmalar, YHB ile oluşan yapısal değişimlerin ürünün tüketici kabulünde olumsuz etkisi bulunup bulunmadığına dair veri içermemektedir. Deniz ürünlerinde YHB uygulamasını takiben oluşan sertleşmenin, diğer kaslı gıdalara kıyasla balık ve kabuklu deniz ürünlerinde post-mortem yumuşamanın daha hızlı meydana gelmesi açısından olumsuz olarak nitelendirilmediği öngörülmektedir (Ashie ve diğ. 1996). Yağız ve diğ. (2007) 150 MPa basıncın tekstürde bir değişim göstermediğini ancak 450 ve 600 MPa basınç uygulamasının balıketinin tekstür değerinde önemli değişim meydana getirdiğini belirtmişlerdir. Cheftel ve Culioli (1997), balık ve tavuktaki myosinin basıncın etkisiyle denatüre olduğunu ve bunun sonucu olarak jel benzeri tekstür oluştuğunu belirtmektedir. Lakshmanan ve diğ. (2005b) tarafından soğuk

dumanlanmış salmonlarda artan basınç uygulamasıyla birlikte proteinlerdeki çift bağlara zarar vermesinden kaynaklanan protein denatürasyonu sonucu dokudaki sertliğin arttığı bildirilmiştir.

Kasın renk ve görüntüsü, pek çok balık ve et ürünlerinin değerinin belirlenmesinde ve tüketici tarafından kabulünde direkt etkiye sahiptir. Et ürünlerinde ete rengini veren pigment, protein yapısındaki myoglobindir. Myoglobin ise protein yapısında olan globin ve demir atomu (Fe^{2+}) taşıyan hem molekülü olmak üzere iki kısımdan oluşmuştur. Kesimden hemen sonra etin rengi koyu kırmızı iken atmosferik basınçta oksijenin etkisiyle kısa bir sürede myoglobin oksimyoglobine dönüşmekte ve et parlak kırmızı bir renk almaktadır. Taze ette renk, myoglobin, oksimyoglobin miktarına bağlı olarak değişmekte, oksidasyonun ilerlemesi ile metmyoglobin miktarı artmaktadır. YHB kasta bulunan hem grubu proteinleri denatüre ettiğinden dolayı renk üzerinde direkt etkisi bulunmaktadır. Bu proteinlerin denatürasyonu, bu oranları öncelikle okside metmyoglobin formuna, daha sonra da geri dönüşümsüz olarak denatüre formlara kaydırarak kas renginde belirgin değişikliklere sebep olur (Yağız ve diğ. 2007). Orlien ve diğ. (2000) YHB uygulamasının lipit oksidasyonuna yol açmasının nedeninin metmyoglobinin katalitik etkisinden, yani basınç etkisiyle serbest kalan demir iyonunun etkisiyle olmadığını, hücre membranının zarar görmesiyle ilişkili olduğunu bildirmişlerdir. Morina ve uskumru kasları, YHB uygulamasını takiben YHB uygulanmayan örneklere kıyasla daha opak hale gelmekte ve hafif ısıl işlem görmüş görüntüsü vermektedir, ancak bu durum tüketici beklentisini değiştirecek yönde değildir (Ohshima ve diğ. 1993; Murchie ve diğ. 2005; Chèret ve diğ. 2005b).

2.6. SU ÜRÜNLERİNDE KALİTE VE KALİTE DEĞİŞİMLERİ

Balık ve balık ürünlerinin kalitesinin belirlenmesi için balığın tazeliği temel ve önemli bir kriteridir (Rodríguez-Jérez ve diğ. 2004). Aquatik gıda ürünleri ölüm sonrası biyokimyasal ve mikrobiyal yıkım ile kalitesini kaybeder (Ólafsdóttir ve diğ. 1997). Post mortem süreçte balıkta meydana gelen karakteristik değişimler balığın duyusal özelliklerine, kimyasal kompozisyonuna, balık türüne, depolama şekline bağlı olarak değişiklik gösterebilir (Huss, 1988; Tülsner, 1994). Balık avlandıktan sonra kalite

kaybının azaltılması ve geciktirilmesi için buz içinde buzdolabı sıcaklığında saklanmalı ve buz içinde transferi yapılmalıdır (Rodríguez ve diğ. 2005).

İçerdikleri yüksek orandaki doymamış yağ asitleri ve uygun protein içeriğiyle değerli bir gıda maddesi olan su ürünleri fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik bozulma etkenlerinden kolaylıkla etkilenen hassas gıda grubunu oluşturur. Su ürünlerinin oldukça kısa dayanım ömrüne sahip olmasında; yüksek su aktivitesine (a_w) ve nötr/nötre yakın pH' a sahip olması ve istenmeyen tat ve kokudan sorumlu olan otolitik enzimleri içermesi önemli bir etkendir (Tülsner, 1994). Ürünün istenilen özelliklerini kaybederek kalite kaybına uğraması ve tüketilmeyecek hale gelmesi bozulma olarak ifade edilir (Varlık ve diğ. 2007). Balık ve balık ürünlerinin dayanımını hammaddenin başlangıç kalitesi ve depolama sıcaklığı önemli düzeyde etkiler. Bozulmanın hızını etkileyen faktörlerin başında sıcaklık gelir, bunun yanında avlanma tekniğine, kültür şartlarına, gonad ve kaslarda meydana gelen mevsime bağlı biyokimyasal değişimlere ve türün özelliğine göre bozulma hızı değişim gösterir (Aksnes ve Brekken, 1988; Haaland ve diğ. 1990; Shahidi, 1994).

Su ürünlerinin kalitesini etkileyen bozulmanın temel nedeni enzimatik ve mikrobiyal faaliyetlerdir (Tülsner, 1994). Su ürünlerinde kalite kaybı ölüm sonrası protein ve lipid yapıda meydana gelen biyokimyasal değişikliklerle oluşmaktadır. Lipit yapıda oluşan değişimler özellikle yağlı balıklarda önemli kalite kayıplarına neden olur. Su ürünlerinde kalite değişimleri, duyusal, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik kalite değişimleri olarak sınıflandırılır (Varlık ve diğ. 1993).

2.6.1. Duyusal Kalite Değişimleri

Otolitik ve mikrobiyal bozulmayla paralel olarak meydana gelen görünüş, renk, tekstür, koku ve tatta oluşan değişimler duyusal değişimlerdir (Varlık ve diğ. 2007). Su ürünlerinde ölüm sonrası oluşan değişimleri belirlemede duyusal tazelik değerlendirmesi, belli kalite dereceleri baz alınarak koku, görünüş, tat ve dokunma duyularının kullanımıyla tespit edilir. Su ürünlerinin taze iken onlara has renk, doku, koku ve lezzet gibi duyusal özelliklerinde ölüm sonrası meydana gelen bu değişimler tazelik kaybının göstergesidir. Renkte meydana gelen değişikliklerin temel nedeni enzimatik ve enzimatik olmayan oksidasyonlardır. Su ürünlerinde bu değişim kendini

rengini kaybetme ve opaklaşma şeklinde gösterir. Duyusal bozulma dokuda; yumuşama, kokuda; su ürünlerinin kendisine has deniz kokusunun azalması ve lezzette tipik tadın kaybolmasıyla olur (Sikorski ve diğ. 1990). Tat ve dokudaki değişimler, avlanmadan sonraki depolamanın farklı zamanlarında ve tür farklılığına göre değişiklik gösterir (Sikorski ve Pan, 1994). Doku, koku ve tattaki değişimlerin temel nedeni protein ve lipit yapıdaki yıkımlanmadır (Tülsner, 1994).

Duyusal analiz sonuçları su ürünlerinin tazeliğinin ve kalitesinin belirlenmesinde kimyasal ve fiziksel analiz metotlarının yanı sıra insan duyularının hepsinin kullanıldığı en önemli kalite kriterlerinden biridir (Botta, 1994). Duyusal analizler özel ışıklandırma sistemine sahip odalarında deneyimli ve birbirinden etkilenmeyen panelistlerce yapılmalıdır (Varlık ve diğ. 1993).

2.6.2. Fiziksel Kalite Değişimleri

Avdan hemen sonra yoğun istiflemeden dolayı ezilme, rüzgâr ve güneşe bağlı olarak meydana gelen yüzey kuruması su ürünlerinde duyusal olarak ta tespit edilen fiziksel kalite kayıplarının başında gelir. Bu fiziksel değişimler kimyasal ve mikrobiyolojik bozulmanın tetikleyicisi olabilir. Fiziksel kayıplar ilerlemiş duyusal kalite değişimleri olarak ta karşımıza çıkar (Erkan, 2003a).

2.6.3. Kimyasal Kalite Değişimleri

Su ürünlerinde ölümden hemen sonra meydana gelen kimyasal değişim rigor mortisten sonra enzimatik faaliyetler sonucu oluşan otolizdir. Otolizde etkin rol oynayan enzimler arasında proteolitik karakterli tripsin ve amilaz sayılabilir. Otoliz ve onu izleyen süreçte balıklarda ve diğer su ürünlerinde öncelikle kendi vücut enzimlerine bağlı reaksiyonlardan ve mikroorganizmaların metabolik aktivitelerinden, oksidasyon gibi kimyasal reaksiyonlardan kaynaklanan değişimler gözlenir, bu değişimler sırasında meydana gelen kimyasal maddelerin izlenmesiyle su ürünlerinin kalitesi konusunda karar verilir. Soğutulmuş su ürünlerinin kalitesini genellikle istenmeyen biyokimyasal ve kimyasal reaksiyonlardaki artış ve mikroorganizmaların bozulma faaliyetleri etkilemektedir. Su ürünlerinin kimyasal kompozisyonu ve mikrobiyal florası yaşadıkları bölgeye, türe ve mevsimlere göre değişiklik gösterir (Sikorski ve Pan, 1994). Su ürünlerinin kimyasal kalitesini belirlemede izlenen kimyasal komponentlerin başında

Trimetilaminoksit (TMAO) gelir. Deniz balıklarında yüksek oranda bulunan osmoregülasyondan sorumlu protein olmayan azotlu bir bileşik olan TMAO, miktar olarak türe, bölgeye ve yılın mevsimlerine göre değişiklik gösterir (Bonnel, 1994). Kokusuz bir bileşik olan TMAO, ölüm sonrası bakterilerin ve enzimlerin yardımıyla Trimetilamine (TMA) indirgenir (Gökoğlu, 2002). TMA, duyusal olarak hissedilen hoş olmayan balıksı kokudan sorumlu uçucu bir bileşiktir. Bunun yanı sıra TMA, tek başına balık kokusundan sorumlu olmayıp, ancak su ürünlerinin dokusundaki yağlarla reaksiyona girdiği zaman bozulmuş balıksı kokudan sorumlu hale gelir (Serdaroğlu ve Deniz, 2001). Taze su ürünlerinde çok az miktarda bulunan TMA, bozulmaya paralel olarak artış gösterir (Bonnel, 1994). Trimetilamin, balıklarda bakteri yüküyle ve hoş olmayan bir kokuyla paralel bir artış gösterir. Trimetilamin oksitin indirgenmesiyle TMA ve bu maddenin dekompozisyonu ile dimetilamin, monometilamin ve en son formaldehit oluşur (Sikorski ve diğ. 1990).

Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) TMA gibi su ürünlerinin kalite değerlendirmesinde önemli yeri olan başka bir kalite parametresidir. TVB-N analizi, TMA ile birlikte su ürünlerinin bozulmasında en çok kullanılan kimyasal bozulma indikatörlerindendir. Ölüm sonrası bakteriler, TMAO miktarını azaltıp TMA-N miktarını arttırırlar. Bu durum, TVB-N olarak bilinen dimetilamin ve monometilamin gibi amonyak ve diğer azotlu bileşiklerin artışına sebep olur (Dhaouadi ve diğ. 2007). Amonyak doku enzimleri ile birlikte bakteriler tarafından üretilir. Su ürünlerinde TVB-N ve amonyaktaki önemli miktardaki artış bakteriyel bozulma ile birlikte meydana gelir.

pH da kimyasal değişimleri izlemede kullanılan bir parametredir. Ölümden hemen sonra rigor mortisle düşen pH değeri otoliz ve bakteriyel faaliyetlerle ortamın artan alkali seviyesine bağlı olarak yükselmeye başlar. Balıklarda ölüm sonrası pH değerinde meydana gelen değişimleri kaslardaki glikojen seviyesi ve av şekli gibi faktörler etkiler. Depolama çalışmalarında pH mutlaka diğer kalite parametreleriyle birlikte değerlendirilmelidir (Tzikas ve diğ. 2007)

Su ürünlerinde diğer bir kimyasal bozulma ise acımsı ekşimiş tadın gelişmesine neden olan yağ bileşiklerinin oksidasyonu sonucu oluşmaktadır. Bunun nedeni su ürünlerinin yüksek miktarda doymamış yağ asitlerini bünyesinde içermesidir. Bu da su ürünlerini

oksidatif reaksiyonlara ve acılaşmaya daha müsait yapmaktadır. Oksidatif süreç, otooksidasyon, oksijen ve doymamış yağları içeren bir reaksiyondur. Bu reaksiyonun ilk ürünü olan hidroperoksitler, tatsız olup dokuda kahverengi ve sarı bir renk oluşumuna sebep olurlar. Hidroperoksitlerin bozulması ile de aldehit ve ketonlar oluşur. Bu bileşikler kokuşmuş ve acı tattan sorumludur (Huss, 1994). Çoklu doymamış yağ asitlerinin oksidasyonu sırasında oluşan hidroperoksitlerin parçalanmasıyla malonaldehitler meydana gelerek, sıcaklığın etkisiyle serbest kalmaktadır. Yağ oksidasyonu sonucu oluşan malonaldehitlerin belirlenmesinde tiyobarbitürik asit değeri (TBA) kullanılmaktadır. Bundan başka serbest yağ asitleri indeksi (FFA), peroksit sayısı (PS) gibi analizlerle balık yağında meydana gelen değişimler ve kalite konusunda fikir sahibi olunabilir (Özden ve Gökoğlu, 1997).

2.6.4. Mikrobiyolojik Kalite Değişimleri

Su ürünleri diğer protein içerikli gıdalara göre daha hassastırlar, tat, doku, koku ve renginde meydana gelen değişimler tazelik veya bozulmuşluk seviyesi hakkında bilgi verir. Bu değişimler temelde mikrobiyal aktiviteyle ilişkilidir. Su ürünlerinin mikro florası sucul ortam ile ilişkilidir, suyun besin içeriği, su sıcaklığı, suyun bakteri yükü, tuzluluk, av metodu ve soğutma şartları da mikro florayı etkiler. Su ürünlerinin büyük çoğunluğunun mikro florası soğukta muhafazada inhibe olmayan sıcakkanlı memelilerin normal mikroflorası ile aynıdır. Sağlıklı bir balıkta et sterildir, mikroorganizmalar deri, solungaç ve mide bağırsak sisteminde mevcuttur (Gram ve Huss, 1996). Su ürünleri kendi bakteriyel floralarının yanı sıra avdan sonra, işlenme esnasında hızlı bir şekilde kontamine olmaktadır. Soğukta muhafaza edilen balık ve balık ürünlerindeki baskın bakteri grubu mezofilik ve psikrofilik karakterli *Pseudomonas* spp., *Shewanella putrefaciens*, *Moraxella*/*Acinetobacter* ve *Aeromonas*'tır (Gram ve diğ. 1987; Ashie ve diğ. 1996; Feldhusen, 2000). Bu predominant bakterilerin artmasıyla bozulma gerçekleşir (Varlık ve diğ. 1993). Mikrobiyal bozulma gıdanın, orijinal tat, koku ve görüntüsünü kaybetmesiyle kendini gösterir (Yıldırım, 2004).

2.7. SU ÜRÜNLERİNDE KALİTENİN KORUNMASI VE YHB UYGULAMALARI

Su ürünleri genel olarak beslenme fizyolojisi açısından çok değerli kolay bozulabilen sınırlı raf ömrüne sahip gıda maddeleridir. Enzim ve mikrobiyal aktiviteyi sınırlayan bir muhafaza yöntemiyle korunmadığı takdirde su ürünleri çok kısa sürede bozulur. Kısa süreli raf ömrüne sahip olma önemli ekonomik kayıpları beraberinde getirmektedir. Eksik ve yetersiz gıda güvenliği ile kontamine olmuş su ürünlerindeki enfeksiyon ve entoksikasyon etkenleri de tüketici sağlığını tehdit eden bir başka faktördür.

Enzimatik ve bakteriyel bozulmanın geciktirilmesi için soğukta muhafaza, dondurarak muhafaza, değişik ambalajlama teknikleri (vakum ambalaj, sarma ambalaj, modifiye atmosferle paketleme) (Smith ve diğ. 1980; Randell ve diğ. 1997; Giménez ve diğ. 2002; Masyinom ve diğ. 2002; Erkan ve diğ. 2000; Özoğul ve diğ. 2004a; Erkan ve diğ. 2006a), kimyasal koruyucularla (Sodyum laktat, propil gallat, laktik asit, potasyum sorbat, kalsiyum laktat, sodyum sitrat, sodyum asetat) (Erkan ve diğ. 2001; Erkan, 2003a; Erkan ve Mol, 2004) muamele edilerek veya gamma radyasyon uygulaması yapılarak (Chouliara ve diğ. 2004; Chouliara ve diğ. 2005, Özden ve diğ. 2007) su ürünlerinin raf ömürleri uzatılabilmekte ve kaliteleri artırılabilmektedir.

Tüm gıda sanayinde ve su ürünlerinde dayanım ve kalitenin artırılmasında ayrıca gıda güvenliğinin sağlanması için yeni yöntemler geliştirilmektedir. Bazen geliştirilen yeni teknikler eskiden beri kullanılan diğer muhafaza teknikleri ile birlikte kullanılmaktadır. Tüm bu işlemler yapılırken elde edilecek pozitif sonuç kadar yapılan işin maliyeti ve uygulanan işlemlerin doğala en yakın olması tercihi artırmaktadır. Su ürünlerinde yüksek hidrostatik basınç uygulamaları 2000 li yılların başına rastlamaktadır. Angsupanich ve Ledward (1998) morina balığında YHB uygulamasını ilk deneyenlerdendir. Bu çalışmada 400 ve 800 MPa 20 dak YHB uygulamasının balıklarda pH değerinin düştüğü, TBA değerinin yükseldiği tespit edilmiştir. Taze Atlantik salmonunun raf ömründe YHB uygulamasının etkisi Amanatidou ve diğ. (2000) tarafından araştırılmıştır. YHB (5ºC/ 10 dk/ 150 MPa) uygulamasının mikrobiyal yüke ve renge en etkili grup olduğu belirlenmiştir. Hurtado ve diğ. (2001a) ahtapot kollarında mikrobiyal aktiviteye 7°C ve 40°C'de 200- 300- 400 MPa da 15 dakika YHB işleminin etkisini incelenmişler, ahtopot kollarının soğukta depolanması sırasında kimyasal parametreler üzerine bu işlemin

olumlu sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir. Chevalier ve diğ. (2001) tarafından kalkan kasında düşük sıcaklıkta YHB uygulamasının renk ve yağ oksidasyon parametrelerine olumlu sonuçlar verdiğini bildirilmiştir. He ve diğ. (2002) tarafından istiridyelerin kabuklarının çıkarılmasında YHB uygulamasının olumlu sonuçlar verdiği belirtilmiştir. Hurtado ve diğ. (2001b) tarafından ahtopot kaslarındaki otolitik enzimlerin özellikleri üzerine 7 ve 40 °C'de 400 MPa da yüksek basıncın etkisi çalışılmıştır. YHB uygulamasının otolitik enzim aktivitesini düşürdüğü gözlenmiştir. Paarup ve diğ. (2002) tarafından vakum paketlenmiş yüksek basınç uygulanmış (150, 200, 300, 400 MPa) 4°C'de depolanan kalamarda duyusal, kimyasal ve bakteriyolojik değişimler incelenmiş kalamarın dayanım süresine ve kalitesine olumlu sonuçlar getirdiği belirtilmiştir. Linton ve diğ. (2003) karides, midye, istiridye ve tarakların mikrobiyolojik kalitesinde YHB uygulamasının (20°C/ 2dk/ 300-400-500-600 MPa) etkisini incelemişler mikrobiyal yükün düşürülmesinde etkili olduğunu belirlemişlerdir. Zahra (2004) tarafından 20°C'de 15 ve 30 dk 150-220 MPa'da. YHB işleminin ton balığındaki proteaz aktivitesi, histamin oluşumu, renk ve tekstür üzerine etkisi incelenmiş, ton balığının raf ömrünün arttırılmasında YHB'nin etkili olduğu bildirilmiştir. Lakshmanan ve diğ. (2005a) tarafından buzdolabında depolanan soğuk dumanlanmış salmonda protein ve proteolitik enzimlerine YHB işleminin (300 MPa) etkisi incelenmiştir. Bu çalışmada proteolitik aktiviteyi yüksek basınç işleminin etkilemediği belirtilmiştir. Lakshmanan ve diğ. (2005b) tarafından vakum paketlenmiş soğukta depolanan soğuk dumanlanmış salmon kalitesi üzerine yüksek basınç işleminin (20, 25, 30 °C'de 10, 20, 30 dk, 100, 200, 300 MPa'da) etkisi incelenmiş ve renk değişiminde olumlu sonuçlar tespit edilmiştir. Chéret ve diğ. (2005a) tarafından levrek filetolarının tekstürüne 10 °C'de 5 dk, 100, 200, 300, 400 ve 500 MPa'da YHB uygulamasının etkisi araştırılmıştır. Hernández-Andrés ve diğ. (2005) tarafından kalamarda proteaz aktivitesinde yüksek basınç işleminin (7 ºC'de 20 dk, 300 MPa'da) etkisi incelenmiştir. Sequeira-Munoz ve diğ. (2006) tarafından düşük sıcaklıkta yüksek basınç uygulamasının (4°C'de 15–20 dk, 100-140-180-200 MPa'da) sazan filetolarında fizikokimyasal değişimlere etkisi incelendiğinde lipit fraksiyonlarında olumlu sonuçlar alınmıştır. Renk ve tadın etkilenmediği gözlenmiştir. Gomez-Estace ve diğ. (2007) YHB işleminin (20°C de 15 dk, 200, 300 400 MPa'da) soğuk dumanlanmış balığın kalitesi ve korunumu üzerine etkisini incelemiş renk ve mikrobiyal yük üzerine olumlu sonuçlar bildirmişlerdir.

Çalışmamızda farklı iki yapıdaki balığa 3,7,15 ve 25 °C sıcaklık, 5 ve 10 dk zaman 220, 250 ve 330 MPa basınç kombinasyonlarında YHB işlemi uygulanarak renk, TMA-N ve TBA gibi kalite parametreleri baz alınarak en iyi YHB kombinasyonun belirlenmesi ve belirlenen kombinasyonda buzdolabı sıcaklığında depolama sırasında meydana gelen kalite değişimlerinin incelenmesi amaçlanmaktadır.

3. MALZEME ve YÖNTEM

3.1. MALZEME

Bu çalışmada iki farklı yapıda balık kullanılmıştır. Bunun için yağlı balık olarak bilinen tekir, orta yağlı ve daha açık renk kas etine sahip balık olarak çipura tercih edilmiştir. Tekir *Mullidae* familyasına ait denizel ortamda dipte yaşayan bir balıktır. Kırmızımsı pembe et rengine sahiptir. Çalışmamızda kullanılan tekirlerin ortalama ağırlığı 43,12 ± 9,94 g, boyu 13,09 ± 1,18 cm'dir (Şekil 3.1). Çipura ise *Sparidae* familyasına ait pelajik, parlak metalik gri rengin hakim olduğu bir balıktır. Çalışmamızda 290 g ± 2,1 ağırlığında, 30,2 ± 1,5 cm boyunda çipura kullanılmıştır (Şekil 3.2). Çipura doğal ortamdan yakalandığı gibi ülkemizde geniş ölçüde kültürü yapılmaktadır. Çalışmamızda kültür çipurası kullanılmıştır.

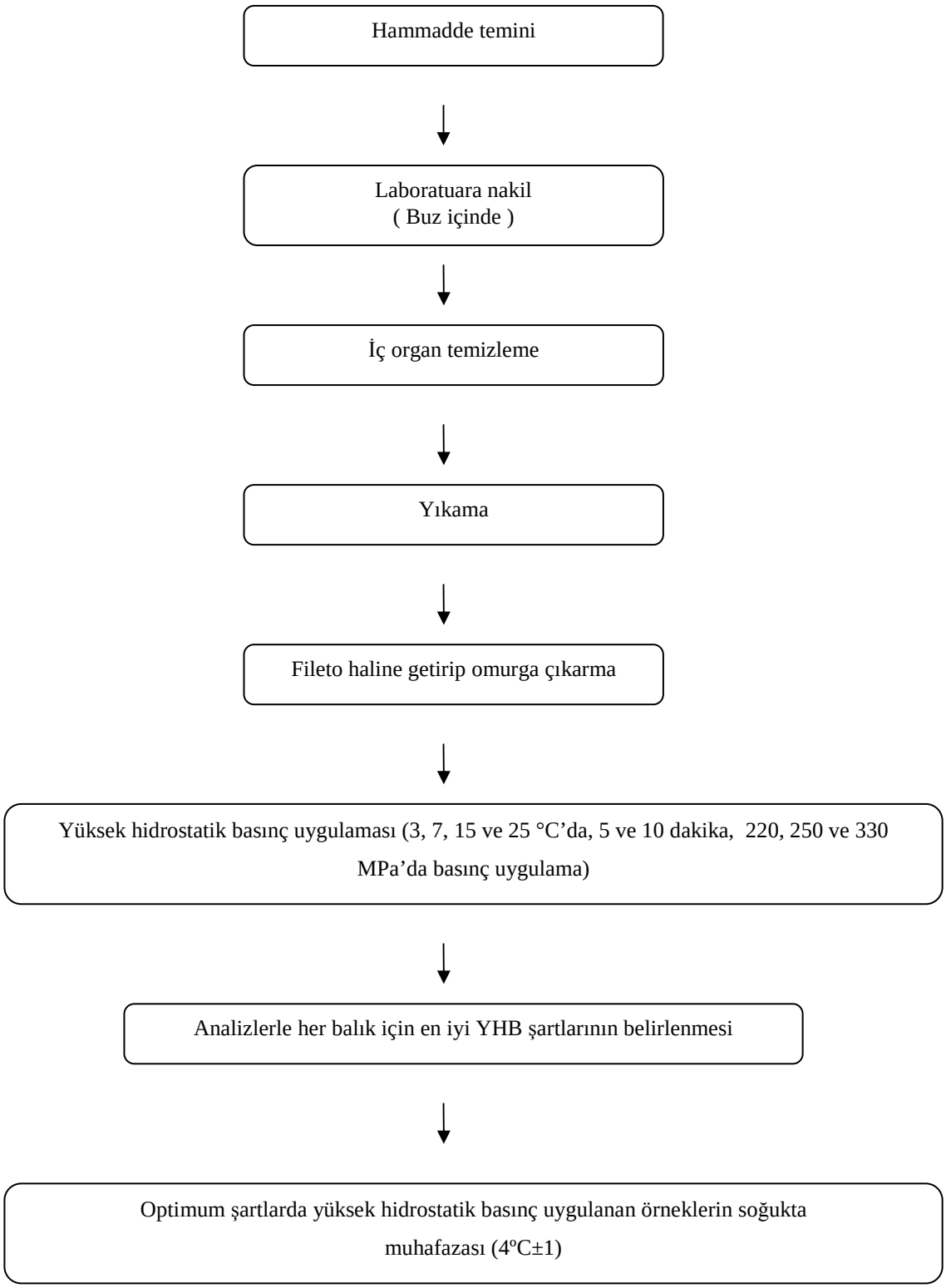


Şekil 3.1: Tekir (*Mullus surmutelus* Linnaeus, 1758)



Şekil 3.2: Çipura (***Sparus Aurata*** **Linnaeus, 1758)**

Balık örnekleri Ankara Büyükşehir Belediyesi Balık Pazarından sabahın erken saatlerinde temin edilmiştir, balıklar strafor kutular içerisinde buzlu olarak soğuk zincir şartlarına uygun olarak Ortadoğu Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği laboratuvarına getirilmiştir. Balıklar, ayıklanıp temiz içme suyuyla yıkandıktan sonra suları süzdürülmüş ve porsiyonlar halinde streç filmle sarılarak, Yüksek Hidrostatik Basınç cihazının haznesine yerleştirilmiştir. 3, 7, 15 ve 25 °C'da 5 ve 10 dakika süre 220, 250 ve 330 MPa'da kombinasyonlar uygulanmış ve bu örneklerde en iyi YHB şartlarını belirleyebilmek için renk, Trimetilamin azot (TMA-N) ve Tiyobarbitürik asit sayısı (TBA) analizleri yapılmıştır (Şekil 3.3). Bu analizler İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, İşleme Teknolojisi Laboratuarlarında gerçekleştirilmiştir. Bu analiz sonuçlarına göre optimum YHB şartlarında işlenen örnekler 4ºC±1'de soğuk depoda buzdolabı poşetleri içerisinde tüketilemez kaliteye gelene dek depolanmıştır. Her iki balıkta da YHB uygulaması işlem görmemiş kontrol grubu ile karşılaştırılmıştır. Depolama sırasında duyusal, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik değişimler analizlerle izlenmiştir. Tekir gün aşırı, çipura üç günde bir analiz edilmiştir. Çalışmanın en iyi kombinasyonu belirleme kısmı iki tekrarlı ve üç paralelli, depolama aşaması üç paralelli olarak yürütülmüştür.



Şekil 3.3: Her iki balık için ayrı ayrı uygulanan çalışmanın akış şeması

3.2.YÖNTEM

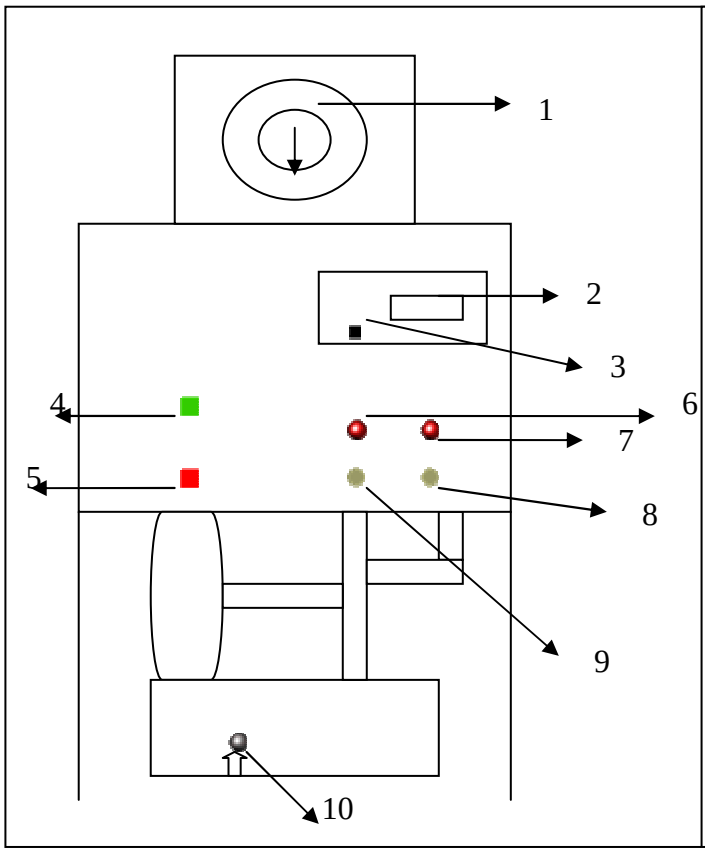
3.2.1. Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulaması

YHP işlemi, laboratuar ölçeğinde tasarlanan ve inşa edilen ünitede gerçekleştirilmiştir. Makinanın kapasitesi 30 cm^3, maksimum çıkabildiği basınç 500 MPa'dır. Basınç iletme ortamı olarak motor yağı kullanılmıştır. Donanım, silindirik olarak dizayn edilmiştir, kapalı uçlarda tutmayı sağlayacak biçimde iki ucu kapalı bir basınç hücresini ve ısı kontrol cihazını içermektedir. Basınç teknesi, sıcak galvanizli karbon çeliğinden yapılmıştır ve piston Orta Doğu Teknik Üniversitesi Elektrik ve Elektronik Bölümünde (Ankara, Türkiye) gerekli boyutlarda işlenerek krom kaplanarak sertleştirilmiş ve ayna perdahı ile cilalanmıştır (çelik-tipi ısı ile işlenmiş özel K) (Şekil 3.4, 3.5, 3.6, 3.6, 3.7). Sıvı, basınç verilmeden önce, hücreyi çevreleyen bir elektrikli ısıtma sistemi ile gerekli sıcaklığa kadar ısıtılmıştır. İstenilen basınca erişmek ve ayrışmayı sağlamak için gerekli zaman sistem için yaklaşık 5-10 sn'dir.

Numuneler, numunelerle basınç ileten sıvı arasında doğrudan teması önlemek için esnek plastik filmle kaplanmıştır.



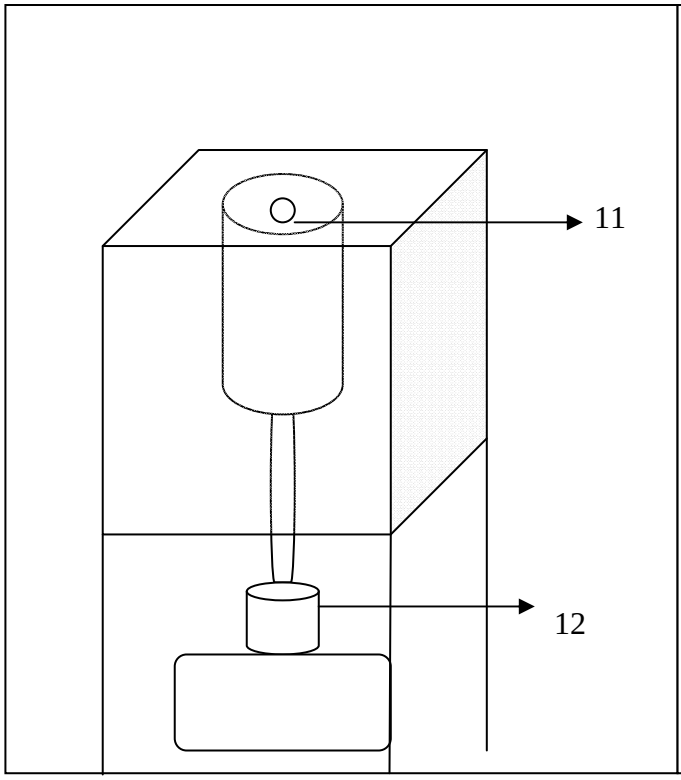
Şekil 3.4: Yüksek Hidrostatik Basınç Makinasının Resmi



BASINÇ AYARLAMA CİHAZI

1. Basınç dereceleri
2. Cihazın sıcaklık derecesi
3. Cihazın sıcaklık derecesini ayarlar
4. Açma düğmesi
5. Kapama düğmesi
6. Basınç derecesini arttırma tuşu
7. Basınç haznesindeki pistonu indiren tuş
8. Basınç haznesindeki pistonu indiren tuşu durduran tuş
9. Basınç derecesini arttıran tuşu durduran tuş
10. Basınç derecesini indiren vida

Şekil 3.5: Yüksek Hidrostatik Basınç Makinasının Şeması (1)

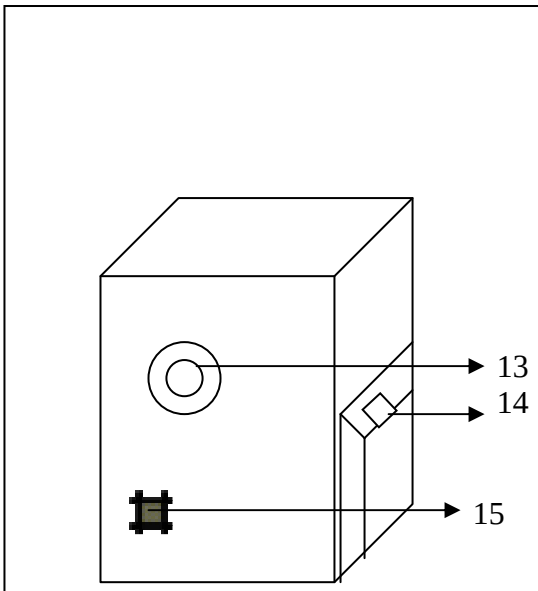


BASINÇ UYGULAMA HAZNESİ

11. Basınçlanacak olan ürünün konulduğu hazne

12. Basınçla yükselen ve alçalan piston

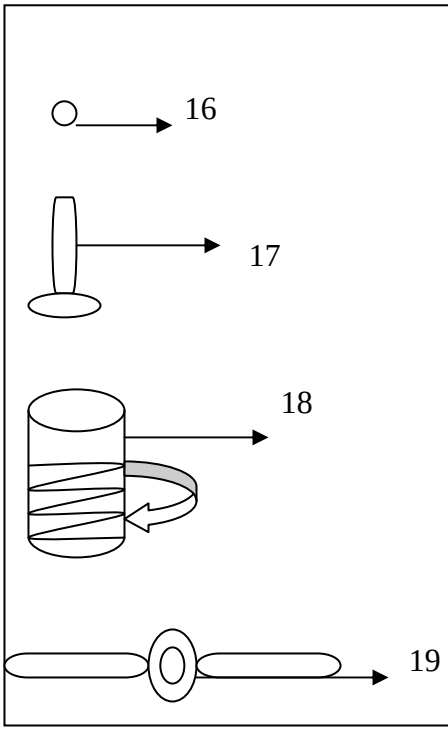
Şekil 3.6: Yüksek Hidrostatik Basınç Makinasının Şeması (2)



BASINÇ CİHAZINI SOĞUTAN EKSTRA SOĞUTUCU ÜNİTE

13. Soğutucuda, soğutma derecelerinin ayarlandığı kısım
14. Soğutucunun su dolu haznesi
15. Açma – Kapama tuşu

Şekil 3.7: Yüksek Hidrostatik Basınç Makinasının Şeması (3)



BASINÇ CİHAZI YARDIMCI EKİPMANLARI

16. Conta
17. Basınç haznesine conta ile birlikte takıla aparat
18. Conta ile birlikte takılan aparatın üstüne sabitlemek için takılan donanım
19. Conta ile birlikte takılan aparatın üstüne sabitlemek için takılan donanım sıkıştırmak için kullanılan kol

Şekil 3.8: Yüksek Hidrostatik Basınç Makinasının Şeması (4)

3.2.2.Analizler

3.2.2.1. Besin Değeri Analizleri

Analizler için balık eti homojenizatörde (Retsch, GM 200, Germany) parçalanarak analizlere hazır hale getirilmiştir. Ham Protein analizi AOAC, 955.04 (1998a), yağ analizi AOAC, 948.15 (1998b), nem analizi Mattissek ve diğ. (1992), kül analizi AOAC, 938.08 (1998c)'e göre yapılmıştır.

3.2.2.2. Duyusal Analiz

Duyusal değerlendirmede Huss (1988)'in geliştirdiği skala kullanılmıştır. Bu skalaya göre örneklerin genel görünüşü ve kokusunda meydana gelen değişimler panelistlerce 10 puan üzerinden değerlendirilmiştir. Burada "4 puanın altı" tüketilmezlik olarak değerlendirilmiştir. Duyusal değerlendirmede kullanılan form örneği Tablo 3.1'de verilmiştir. Değerlendirmede su ürünlerinin kalite kontrolü konusunda deneyimi olan 3 panelist görev almıştır.

Tablo 3.1: Duyusal değerlendirmede kullanılan skala

Tarih	**Panelistin Adı:**		
Skor	**Kalite Değerlendirmesi**	**Genel görünüş için verilen puan**	**Koku için verilen puan**
10-9	Çok iyi kalite		
8,9-8	Iyi kalite		
7,9-6	Orta kalite		
5,9-4	Tüketilebilir		
3,9-0	Tüketilemez		

3.2.2.3. Renk Analizi

Her grup örnekte et üzerinden 3 noktadan renk ölçümü yapılmıştır. Hunter Lab sisteminde L^* parlaklığı (0'dan 100'e kadar derecelendirme siyahtan beyaza renk dağılımını); a^* pozitif değerdeyken kırmızı negatif değerde yeşili ve b^* pozitif değerde sarıyı negatif değerdeyken mavi renk aralığını ifade etmektedir. ΔE (renk farkı)= $(\Delta L^2+\Delta a^2+\Delta b^2)$'nin karekökünün alınması ile hesaplanır (Gerdes ve Santos Valdez, 1991).

3.2.2.4. pH Ölçümü

pH ölçümü Hanna pH 211 Microprocessor pH meter (HANNA Instruments, Michigan, USA) kullanılarak Vyncke (1981) metoduna göre gerçekleştirilmiştir. Ölçüm işlemi sırasında her gruptan homojenize edilmiş 5'er gram örnek tartılıp, 1:10 (w/v) oranında sulandırıldıktan sonra probun çözeltilerin içine daldırılması suretiyle 3 paralelli olarak oda sıcaklığında ölçüm yapılır.

3.2.2.5. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N)

Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) analizi Antonacopoulos ve Vyncke (1989) yöntemine göre yapılmıştır. Bu yönteme göre; homojenizatörde parçalanmış 10 g balık eti, 90 mL % 6.5 lik perklorik asit solüsyonuyla karıştırılır. Karışım ekstrakte edilmesi amacıyla 1-2 dakika kadar ultra torax ile karıştırılır. Filtre edilerek 250 mL'lik erlen mayerlere aktarılır. Elde edilen destilatdan 50 mL Kjeldahl tüpüne aktarılır. Üzerine 150 mL destile su ve 10 mL %20 lik Sodyum Hidroksit, bir kaç damla köpük önleyici ve cam boncuk eklenir. Destilasyon köprüsünün çıkışına koyulacak 250 mL lik erlenmayere 5 mL %3 lik Borik asit ve bir kaç damla taşiro indikatörü eklenir (Gerekli olması durumunda bir miktar destile su eklenebilir). 50 mL destilat köprü çıkışında birikene kadar destilasyon işlemi gerçekleştirilir. Biriken destilat 0.01 N HCl ile titre edilerek aşağıdaki formüle göre hesap yapılarak sonuç mg/100g olarak bulunmaktadır. Destilasyon işlemi için Velp Scientifica **(**Model UDK 140, Milan, İtalya) cihazı kullanılmıştır.

TVB-N (mg/100g)= (örnek için harcanan HCl- köre harcanan HCl) x 0,14 x 2 x 100 / örnek ağırlığı

3.2.2.6. Trimetilamin Azot (TMA-N)

Trimetilamin azot (TMA-N) analizi AOAC (1998d)' e göre yapılmıştır. Homojenize edilmiş örnek % 7.5' luk Triklorasetikasit (TCA) ile Ultra-Thorax' ta (IKA T 25 Basic, Staufen, Almanya) çekilerek, kaba filtre kağıdından filtre edildikten sonra süzüntü ve standartlardan 4 ml reaktif tüplerine alınır. Bu tüplerin üzerine yöntemde belirtilen miktarda KOH, formaldehit ve toluol ilave edilerek çalkalandıktan sonra üst faz alınarak üzerine % 0,02'lik pikrik asit ilavesiyle spektrofotometrede 410 nm dalga boyunda köre karşı okunur. Bu aşamada aynı işlem 0,0025- 0,01 mg/mL TMA içeren seri standartlara da uygulanır. Standart olarak trimethylammoniumchlorid (Merck, 8.211/8.0005)

kullanılır. Spektrofotometre olarak UV/VIS double beam spectrophotometer T80 Series (PG Instruments Ltd., Wibtoft. Leics. İngiltere) kullanılmıştır.

TMA değeri (mg/100 g balık eti): Standart eğriden okunan TMA değeri x dilüsyon faktörü/ örnek ağırlığı

3.2.2.7. Tiyobarbitürik Asit Sayısı Tayini (TBA)

TBA analizi Erkan ve Özden (2008)'e göre yapılmıştır. Daha önceden homojenize edilmiş balıketi örneği 10 g (0,01 g hassasiyetindeki terazi ile) tartılarak üzerine, etanolde 1 g/L olacak şekilde hazırlanan BHT (Butylated hydroxytoluene) çözeltisinden 500 µL ve 90 mL % 5 lik TCA ilave edildikten sonra Ultra Turrax ile orta devirde parçalanır. Elde edilen karışım kaba filtre kağıdından süzüldükten sonra eldeki destilattan 5 ml alınarak 20 ml'lik tüpe aktarılır ve üzerine TBA reaktifi (thiobarbituric acid (Fluka, 88481) eklenerek ağzı sıkıca kapatılır. Reaksiyonun oluşması için tüpler 40 dakika 70-80 ºC'de suda tutulur. Kör ve standartlarada aynı işlem uygulanır. 0,002 - 0,014 µg/mL MDA içeren standartlar 1,1,3,3-tetraethoxy-propane (TEP)'dan (malondialdehyde-(dimethyl acetal), Merck, 8.20756.0250) hazırlanır. Tüpler iyice soğuduktan sonra 532 nm de spektrofotometrede okuması yapılır.

Spektrofotometrede okunan örnek sonuçları standartların regresyon eğrisi denklemi üzerinden hesaplanarak aşağıdaki formülde yerine konur.

TBA değeri (mg MDA/kg balıketi): Standart eğriden okunan MDA değeri x dilüsyon faktörü/ örnek ağırlığı

3.2.2.8. Mikrobiyolojik Analiz

Depolama süresi boyunca bakılan toplam mezofilik aerobik bakteri ve psikrotrofik bakteri yükü için örnek (10 g) steril alüminyum folyo üzerinde tartıldıktan sonra steril bir şekilde stomacher poşetlerine (Seward Medical, İngiltere) alınmıştır. Daha sonra bu poşetlere 90 mL lik steril peptonlu su (Merck, Kat No: 107214) ilave edilerek stomacherde (Stomacher, IU Instrumnet, İspanya) homojenize edilmiş ve analize hazır hale getirilmiştir. Bundan sonra 9 mL peptonlu su bulunan tüplerden seri dilüsyonlar hazırlanmış ve ekimler yapılmıştır. Sonuçlar log kob/g olarak değerlendirilmiştir (Baumgart, 1986).

Toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı için yayma plak yöntemi kullanılarak Plate Count Agar (PCA, Himedia, Kat No: FL031) besiyeri üzerine 0,1 mL ekim yapılarak 37ºC'de 24-48 saat inkübasyon yapılmıştır. Toplam psikrofilik aerobik bakteri sayımında da Plate Count Agar (PCA, Himedia, Kat No: FL031) besiyeri üzerine 0,1 mL ekim yapılarak 7ºC'de 10 gün inkübasyon yapılmıştır (Baumgart, 1986).

3.2.2.9. İstatistiki Analiz

İstatistiksel analizler, Sümbüloğlu ve Sümbüloğlu (2002) referans alınarak Excel 2003 programı kullanılarak yapılmıştır. Sonuçlar, paralellerin ortalaması alınarak ± standart sapma (SD) olarak verilmiştir. Çoklu karşılaştırmalar için parametrik varsayımların gerçekleştiği verilerde tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Bu test ile fark bulunan gruplarda, farklılığın nereden kaynaklandığını bulmak için Tukey testi kullanılmıştır. Gruplar arası ve depolamaya bağlı parametrelerde değerlendirmeler ve parametreler arası ilişki $P<0,05$ olması anlamlı kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

YHB uygulamasının balık kalitesi ve raf ömrü üzerine etkisinin incelendiği bu çalışmada önce balıklar ayrı ayrı 3, 7, 15 ve 25 ºC'de 5 ve 10 dakika süreyle 220, 250, 330 MPa'da YHB uygulamasına tabi tutulmuş ve bu balıklar için minumum kalite kaybının olduğu optimum YHB şartları belirlenmiştir. Kontrole yakın YHB uygulanmış balıklarında soğukta (4 ±1ºC) depolama sırasında meydana gelen duyusal, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik değişimler izlenmiş bu örneklerde YHB uygulamasının kaliteye ve raf ömrüne etkisi incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda elde edilmiş olan tüm bulgular başlıklar altında sunulmuştur.

4.1. BESİN DEĞERİ ANALİZ BULGULARI

Besin değeri analiz bulgularına göre tekir balığının yağ, protein, nem ve kül değerleri sırasıyla %12,44±0,32, %16,00±0,27, %.68,90±0,50 ve %1,86±0,05 olarak bulunmuştur. Çipurada ise bu değerler sırasıyla %5,84±0,31, %18,43±0,22, %73,90±0,17 ve %1,63±0,11 olarak tespit edilmiştir (Tablo 4.1).

Tablo 4.1: Tekir ve çipuranın besin kompozisyonu

Besin Kompozisyonu (%)	Tekir	Çipura
Yağ	%12,44±0,32	%5,84±0,31
Protein	%16,00±0,27	%18,43±0,22
Nem	%.68,90±0,50	%73,90±0,17
Kül	%1,86±0,05	%1,63±0,11

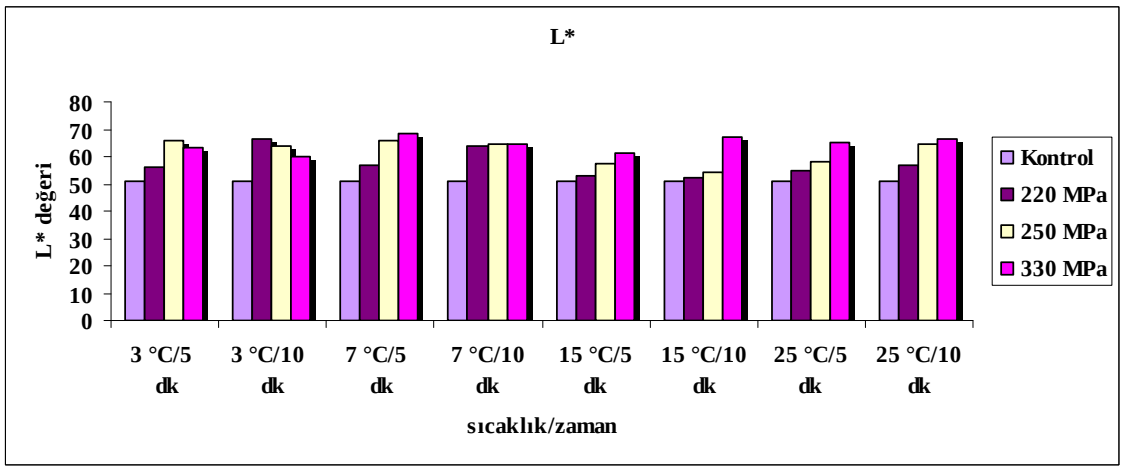
4.2. TEKİR İÇİN UYGUN YHB KOMBİNASYONLARININ BELİRLENMESİ

4.2.1. Fiziksel Analiz Bulguları

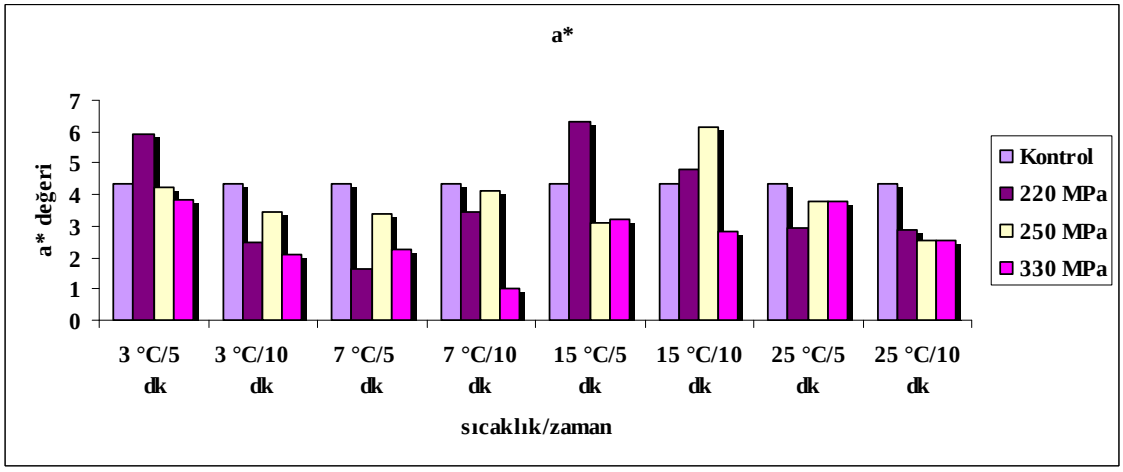
4.2.1.1. Renk Analiz Bulguları

YHB uygulanmamış tekir örneklerinin L* değeri 50,87±2,67, a* değeri 4,36±1,44 ve b* değeri 10,34±1,17 olarak ölçülmüştür. Kontrol grubu örnekler arasındaki renk farkını ifade eden ΔE değeri de 3,07±1.10 olarak bulunmuştur. YHB uygulanmış örneklerde L*

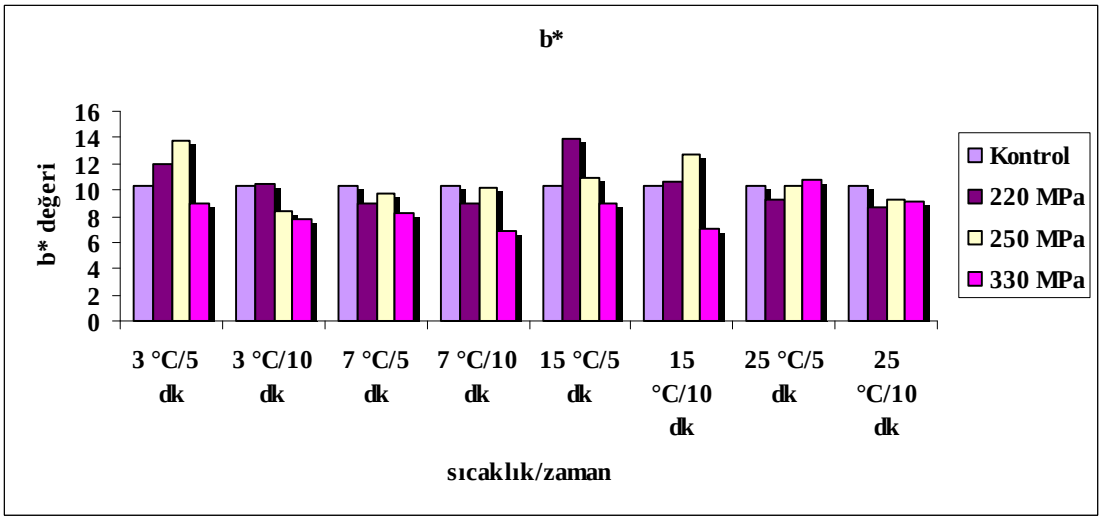
değeri 3ºC/5dk/220-250-330 MPa, 7ºC/5dk/220 MPa ve 25ºC/5dk/220 MPa işlem uygulanmış örnekler hariç diğer gruplarda önemli düzeyde değişim ($p<0.05$) bulunmuştur (Şekil 4.1). YHB uygulanmış örneklerin a* değeri kontrol grubuna göre önemli bir değişiklik ($p>0,05$) göstermemekle beraber kontrol örneklerine en yakın a* değeri 3ºC/5 dk/ 250 MPa basınç uygulanmış tekir örneklerinde ölçülmüştür (Şekil 4.2). b* değeri, uygulanan basınç işlemine göre grupların çoğunda önemli ($p<0.05$) değişim göstermekle birlikte 25ºC/5dk/220-250-330 MPa ve 25ºC/10dk/250-330 MPa basınç uygulanan gruplarda b* değerindeki değişim kontrol grubuna göre önemsiz ($p>0,05$) bulunmuştur (Şekil 4.3). ΔE değerindeki değişim de YHB uygulanmış gruplardan 15ºC/10dk/220MPa ve 25ºC/5dk/220MPa işlem uygulanan gruplarda istatistiki olarak önemsiz ($p>0,05$) bulunmuştur (Tablo 4.2 ve Şekil 4.4). Farklı sıcaklık/ süre ve basınç kombinasyonlarının uygulandığı tekir örneklerinin renk bulguları Tablo 4.2' de verilmiştir.



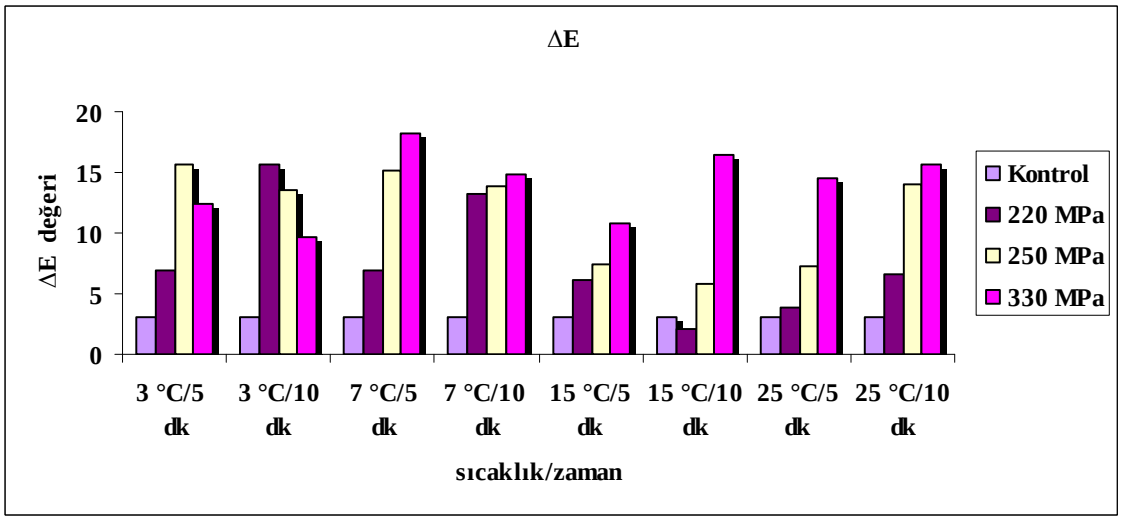
Şekil 4.1: YHB uygulanmış ve uygulanmamış tekirdeki renk analiz (L*) bulguları



Şekil 4.2: YHB uygulanmış ve uygulanmamış tekirdeki renk analiz (a*) bulguları



Şekil 4.3: YHB uygulanmış ve uygulanmamış tekirdeki renk analiz (b*) bulguları



Şekil 4.4: YHB uygulanmış ve uygulanmamış tekirdeki renk analiz (ΔE) bulguları

Tablo 4.2: YHB uygulanmış ve uygulanmamış tekirdeki renk analiz bulguları

(Büyük harfler her kolondaki gruplar arası farkı, küçük harfler her satırdaki gruplar arası farkı ifade etmektedir.)

Sıcaklık/ Zaman		3 °C/ 5 dk	3 °C/ 10 dk	7 °C/ 5 dk	7 °C/ 10 dk	15 °C/ 5 dk	15 °C/ 10 dk	25 °C/ 5 dk	25 °C/ 10 dk
L*	**Kontrol**	50,87^{Aa} ±2,67	50,87^{Aa} ±2,67	50,87^{Aa} ±2,67	50,87^{Aa} ±2,67	50,87^{Aa} ±2,67	50,87 ^{Aa} ±2,67	50,87^{Aa} ±2,67	50,87 ^{Aa} ±2,67
	220 MPa	56,11^{Aa} ±1,04	66,20^{Bb} ±2,57	56,93 ^{Aa} ±2,58	63,74^{Bc} ±0,97	52,89 ^{Ba} ±3,54	52,34 ^{Ba} ±0,59	55,04^{Ba} ±1,81	56,87 ^{Ba} ±4,18
	250 MPa	65,71 ^{Ba} ±3,30	63,9 ^{Ca} ±43,22	65,80 ^{Ba} ±2,64	64,50 ^{Ca} ±1,39	57,63 ^{Cb} ±2,86	54,44 ^{Cb} ±1,74	57,89 ^{Bb} ±2,18	64,63 ^{Ca} ±1,64
	330 MPa	63,41^{Ba} ±1,10	59,70^{Da} ±2,65	68,64^{Cb} ±1,52	64,53^{Ca} ±1,39	61,34^{Da} ±2,22	66,90 ^{Da} ±2,32	65,19 ^{Ca} ±4,91	66,27 ^{Da} ±2,29
a*	**Kontrol**	4,36 ^{Aa} ±1,44	4,36 ^{Aa} ±1,44	4,36 ^{Aa} ±1,44	4,36 ^{Aa} ±1,44	4,36 ^{Aa} ±1,44	4,36 ^{Aa} ±1,44	4,36 ^{Aa} ±1,44	4,36 ^{Aa} ±1,44
	220 MPa	5,92 ^{Aa} ±1,74	2,46 ^{Bb} ±0,27	1,66 ^{Bc} ±0,90	3,47 ^{Ad} ±0,79	6,33 ^{Ba} ±1,48	4,80 ^{Aa} ±0,45	2,91 ^{Bb} ±0,26	2,89 ^{Bb} ±0,82
	250 MPa	4,24 ^{Aa} ±1,78	3,45 ^{Aa} ±1,26	3,38 ^{Aa} ±1,51	4,10 ^{Aa} ±0,20	3,10 Ca ±0,30	6,17 ^{Bb} ±2,39	3,76 ^{Aa} ±0,94	2,55 ^{Bc} ±0,14
	330 MPa	3,83 ^{Aa} ±1,17	2,09 ^{Ba} ±1,54	2,28 ^{Ca} ±0,12	1,02 ^{Bb} ±0,44	3,21 ^{Ca} ±0,57	2,84 ^{Ca} ±0,89	3,80 ^{Aa} ±0,85	2,56 ^{Ba} ±0,13
b*	**Kontrol**	10,34 ^{Aa} ±1,17	10,34 ^{Aa} ±1,17	10,34 ^{Aa} ±1,17	10,34 ^{Aa} ±1,17	10,34 ^{Aa} ±1,17	10,34 ^{Aa} ±1,17	10,34 ^{Aa} ±1,17	10,34 ^{Aa} ±1,17
	220 MPa	12,03 ^{Ba} ±2,00	10,41^{Ab} ±0,40	8,90 ^{Bb} ±1,32	9,00 ^{Bb} ±1,19	13,89 ^{Aa} ±1,03	10,66 ^{Ab} ±0,74	9,21 ^{Bb} ±0,39	8,66 ^{Bb} ±1,15
	250 MPa	13,79 ^{Ca} ±0,51	8,38 ^{Bb} ±1,31	9,66 ^{Cb} ±1,08	10,16 ^{Ac} ±1,04	10,93 ^{Ac} ±2,12	12,65 ^{Ba} ±3,29	10,26 ^{Ac} ±0,86	9,26 ^{Cb} ±0,65
	330 MPa	8,99 ^{Da} ±1,84	7,73 ^{Ca} ±2,16	8,19 ^{Ba} ±0,54	6,94 ^{Cb} ±2,92	8,95 ^{Ba} ±0,38	7,09 ^{Ca} ±0,75	10,72 ^{Ac} ±0,86	9,11 ^{Ca} ±1,25
ΔE	**Kontrol**	3,07 ^{Aa} ±1,10	3,07 ^{Aa} ±1,10	3,07 ^{Aa} ±1,10	3,07 ^{Aa} ±1,10	3,07 ^{Aa} ±1,10	3,07 ^{Aa} ±1,10	3,07 ^{Aa} ±1,10	3,07 ^{Aa} ±1,10
	220 MPa	6,94 ^{Ba} ±1,15	15,61 ^{Bb} ±1,10	6,94 ^{Ba} ±2,82	13,19 ^{Bc} ±1,10	6,08 ^{Ba} ±1,10	2,07 ^{Ad} ±0,33	3,91 ^{Ae} ±1,10	6,58 ^{Ba} ±4,26
	250 MPa	15,61 ^{Ca} ±3,01	13,50 ^{Ca} ±1,10	15,22 ^{Ca} ±2,76	13,84 ^{Ba} ±1,10	7,36 ^{Bb} ±2,93	5,84 ^{Bc} ±1,10	7,31 ^{Bb} ±1,10	14,08 ^{Ca} ±1,60
	330 MPa	12,45 ^{Da} ±1,86	9,74 ^{Db} ±1,10	18,17 ^{Dc} ±1,50	14,86 ^{Bd} ±1,10	10,78 ^{Ca} ±1,10	16,44 ^{Ce} ±1,10	14,57 ^{Cd} ±1,10	15,72 ^{Ce} ±2,31

4.2.2. Kimyasal Analiz Bulguları

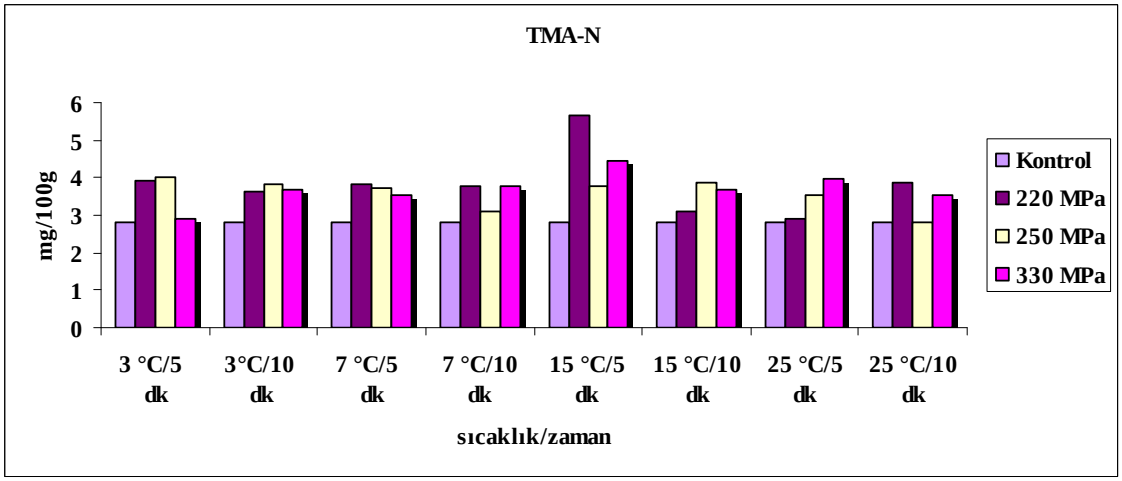
4.2.2.1. Trimetilamin azot bulguları

Kontrol grubu tekir örneklerinin TMA-N değeri 2,81 ±0,19 mg/100 gr olarak bulunmuştur. YHB uygulanmış tekir örneklerinde TMA-N değerindeki değişim kontrol grubuna göre 3ºC/5dk/330MPa, 25ºC/5dk/220MPa, 25ºC/10dk/250MPa, 7ºC/10dk /250MPa ve 15ºC/10dk/220MPa basınç uygulanan örnekler dışında önemli ($p<0,05$) bulunmuştur (Tablo 4.3, Şekil 4.5).

Tablo 4.3: YHB uygulanmış ve uygulanmamış tekirdeki Trimetil Amin Azot (TMA-N) değerleri

(Büyük harfler her kolondaki gruplar arası farkı, küçük harfler her satırdaki gruplar arası farkı ifade etmektedir.)

Sıcaklık/ Zaman		3 °C/ 5 dk	3 °C/ 10 dk	7 °C/ 5 dk	7 °C/ 10 dk	15 °C/ 5 dk	15 °C/ 10 dk	25 °C/ 5 dk	25°C/ 10 dk
TMA-N (mg/100g)	Kontrol	2,81 ^{Aa} ±0,19	2,81 ^{Aa} ±0,19	2,81 ^{Aa} ±0,19	2,81 ^{Aa} ±0,19	2,81 ^{Aa} ±0,19	2,81 ^{Aa} ±0,19	2,81 ^{Aa} ±0,19	2,81 ^{Aa} ±0,19
	220 MPa	3,92 ^{Ba} ±0,08	3,64 ^{Ba} ±0,15	3,84 ^{Ba} ±0,08	3,76 ^{Ba} ±0,04	5,66 ^{Bb} ±0,23	3,11 ^{Ac} ±0,21	2,92 ^{Ad} ±0,13	3,88 ^{Ba} ±0,23
	250 MPa	4,00 ^{Ba} ±0,07	3,80 ^{Ca} ±0,06	3,73 ^{Bb} ±0,04	3,09 ^{Ac} ±0,07	3,76 ^{Cb} ±0,24	3,85 ^{Ba} ±0,27	3,55 ^{Bb} ±0,14	2,83 ^{Ad} ±0,07
	330 MPa	2,91 ^{Aa} ±0,06	3,66 ^{Bb} ±0,06	3,51 ^{Bb} ±0,05	3,79 ^{Bb} ±0,16	4,45 ^{Dc} ±0,05	3,70 ^{Bb} ±0,09	3,97 ^{Cd} ±0,10	3,55 ^{Cb} ±0,10



Şekil 4.5: YHB uygulanmış ve uygulanmamış tekirdeki TMA-N bulguları

4.2.2.2. Tiyobarbitürik asit bulguları

Kontrol grubu örneklerde ölçülen TBA değeri 1,53 ±0,04 mgMDA/kg dir. Kontrol grubuna göre kıyaslandığında, 25ºC/5-10dk/220MPa, 25ºC/10dk/250-330MPa YHB

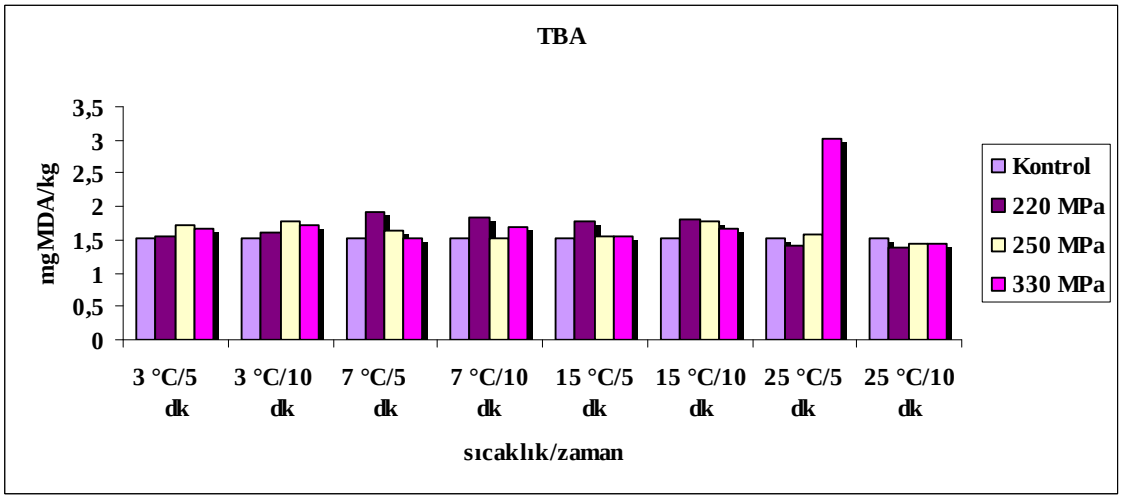
uygulanmış örneklerin TBA değerinde önemli ($p<0,05$) bir düşüş tespit edilmiştir. Ayrıca 3-7-15ºC/5dak/330MPa, 3ºC/5dk/220MPa, 3ºC/10dk/220MPa, 3ºC/5dk /250MPa, 7ºC/10dk/250MPa, 15ºC/5dk/250MPa ve 25ºC/5dk/250MPa uygulanan örneklerin TBA değeri ile kontrol grubu örneklerin TBA değeri arasında istatistiki bir fark bulunmamıştır (Tablo 4.4, Şekil 4.6).

Renk, TMA-N ve TBA analiz sonuçları toplu olarak değerlendirildiğinde (kontrol örneğinin değerlerine yakın veya daha düşük L*, a*, b*, TMA-N ve TBA değerleri baz alınarak) tekir için 3ºC/5dk/330 MPa ve 25ºC/5dk/220MPa YHB uygulamasının en iyi kombinasyonlar olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.4: YHB uygulanmış ve uygulanmamış tekirdeki Tiyobarbitürik asit (TBA) bulguları

(Büyük harfler her kolondaki gruplar arası farkı, küçük harfler her satırdaki gruplar arası farkı ifade etmektedir.)

Sıcaklık/ Zaman		3 °C/ 5 dk	3 °C/ 10 dk	7 °C/ 5 dk	7 °C/ 10 dk	15 °C/ 5dk	15 °C/ 10 dk	25 °C/ 5 dk	25 °C/ 10 dk
TBA (mg MDA/kg)	Kontrol	$1,53^{Aa}$ ±0,04	$1,53^{Aa}$ ±0,04	$1,53^{Aa}$ ±0,04	$1,53^{Aa}$ ±0,04	$1,53^{Aa}$ ±0,04	$1,53^{Aa}$ ±0,04	$1,53^{Aa}$ ±0,04	$1,53^{Aa}$ ±0,04
	220 MPa	$1,54^{Aa}$ ±0,02	$1,61^{Aa}$ ±0,03	$1,93^{Bb}$ ±0,13	$1,83^{Bc}$ ±0,05	$1,78^{Bc}$ ±0,06	$1,82^{Bc}$ ±0,10	$1,42^{Ba}$ ±0,07	$1,38^{Bd}$ ±0,05
	250 MPa	$1,71^{Ba}$ ±0,01	$1,78^{Ba}$ ±0,03	$1,64^{Ab}$ ±0,06	$1,53^{Ab}$ ±0,03	$1,55^{Ab}$ ±0,03	$1,79^{Ca}$ ±0,05	$1,58^{Ab}$ ±0,05	$1,43^{Cc}$ ±0,05
	330 MPa	$1,66^{Aa}$ ±0,05	$1,73^{Bb}$ ±0,07	$1,53^{Ac}$ ±0,09	$1,68^{Aa}$ ±0,06	$1,55^{Ac}$ ±0,06	$1,66^{Aa}$ ±0,09	$3,01^{Cd}$ ±0,09	$1,45^{Ce}$ ±0,04



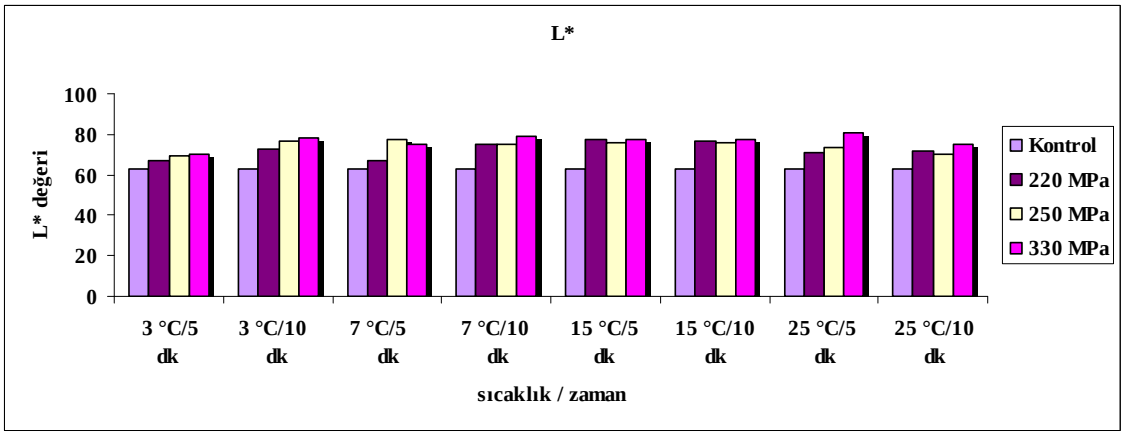
Şekil 4.6: YHB uygulanmış ve uygulanmamış tekirdeki TBA bulguları

4.3. ÇİPURA İÇİN UYGUN YHB KOMBİNASYONLARININ BELİRLENMESİ

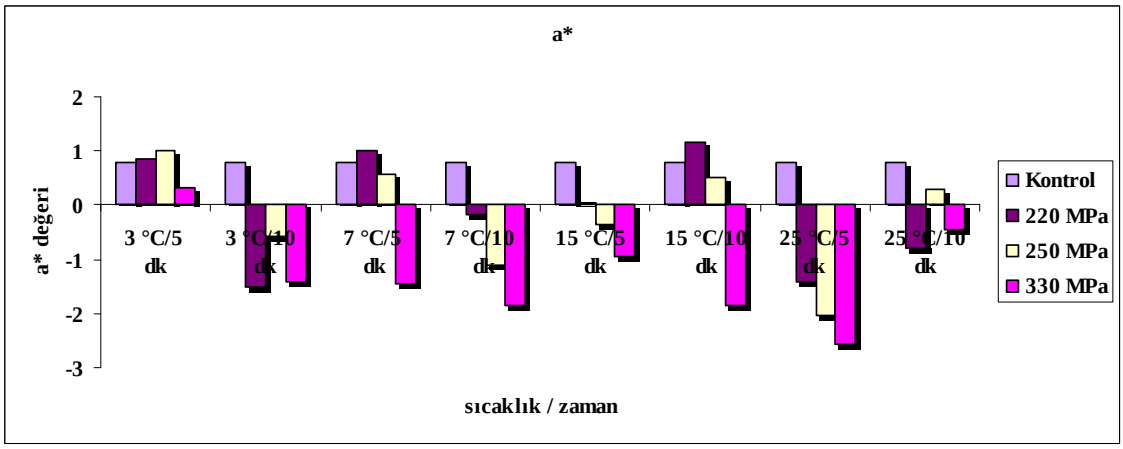
4.3.1. Fiziksel Analiz Bulguları

4.3.1.1. Renk Analiz Bulguları

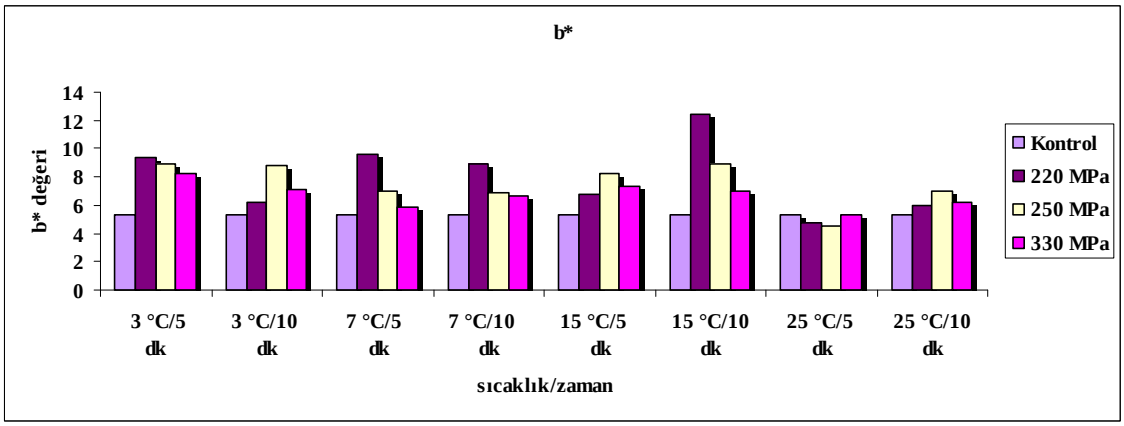
Farklı sıcaklık/süre/basınç kombinasyonlarında YHB uygulanmış çipura örneklerinin renk bulguları Tablo 4.5' de verilmiştir. L* değeri 62,69 ±5,33, a* değeri 0,80±2,02 ve b* değeri 5,27±0,92 olarak ölçülmüştür. Kontrol grubu örnekler arasındaki renk farkını ifade eden ΔE değeri de 4,65±2,22 olarak bulunmuştur. YHB uygulanmış örneklerde L* değeri genellikle tüm sabit sıcaklık ve sürede basınca bağlı olarak artış göstermiştir. Tüm basınçlı örneklerde L* değerindeki değişim kontrole göre önemli ($p<0.05$) bulunmuştur (Şekil 4.7). 3ºC/5dk./220 MPa basınç uygulanmış çipura grubu dışındaki tüm gruplarda örneklerin a* değeri kontrol grubuna göre önemli değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir(Şekil 4.8). b* değeri uygulanan basınç işlemine göre grupların çoğunda önemli değişim göstermekle birlikte 25ºC/5dk/330 MPa basınç uygulanan gruplarda b* değerindeki değişim kontrol grubuna göre önemsiz ($p>0,05$) bulunmuştur (Şekil 4.9). ΔE değerindeki değişim de YHB uygulanmış gruplardan 3ºC/5dk/220MPa ve 7ºC/5dak/220MPa işlem uygulanan gruplarda kontroldan sonra en düşük ΔE değeri bulunmuştur (Şekil 4.10).



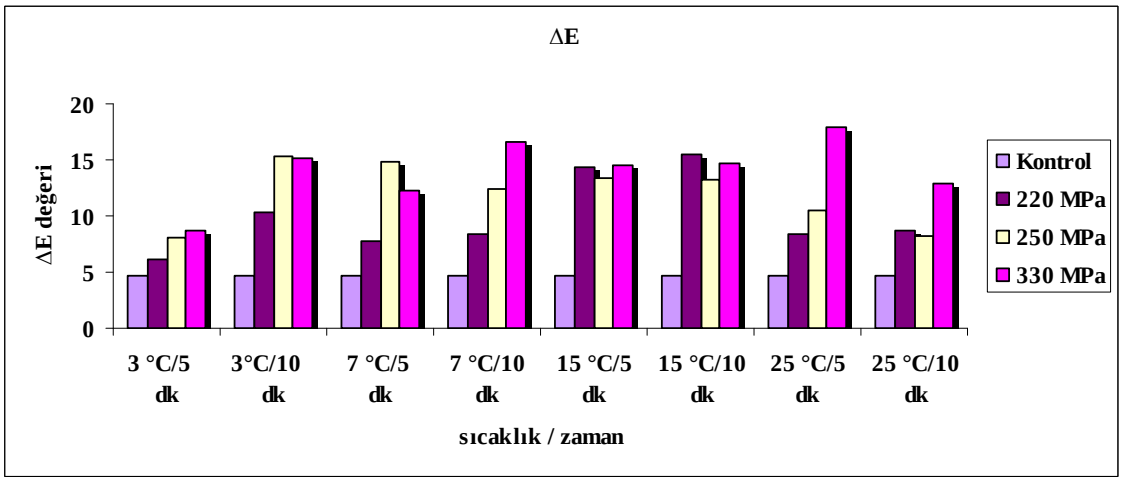
Şekil 4.7: YHB uygulanmış ve uygulanmamış çipuradaki renk analiz (L*) bulguları



Şekil 4.8: YHB uygulanmış ve uygulanmamış çipuradaki renk analiz (a*) bulguları



Şekil 4.9: YHB uygulanmış ve uygulanmamış çipuradaki renk analiz (b*) bulguları



Şekil 4.10: YHB uygulanmış ve uygulanmamış çipuradaki renk analiz (ΔE) bulguları

Tablo 4.5: YHB uygulanmış ve uygulanmamış çipuradaki renk analiz bulguları

(Büyük harfler her kolondaki gruplar arası farkı, küçük harfler her satırdaki gruplar arası farkı ifade etmektedir.)

Sıcaklık/ Zaman		3 °C/5 dk	3°C/10 dk	7 °C/5 dk	7°C/10 dk	15°C/5 Dk	15°C/10 dk	25°C/5 dk	25°C/10 Dk
L*	**Kontrol**	62,69^{Aa} ±5,33	62,69^{Aa} ±5,33	62,69^{Aa} ±5,33	62,69^{Aa} ±5,33	62,69^{Aa} ±5,33	62,69 ^{Aa} ±5,33	62,69^{Aa} ±5,33	62,69 ^{Aa} ±5,33
	220 MPa	66,84^{Ba} ±1,95	72,87^{Bb} ±3,93	66,83^{Ba} ±5,32	75,23^{Bc} ±2,45	77,03^{Bc} ±1,68	76,49 ^{Bc} ±1,65	70,79^{Ba} ±3,46	71,45 ^{Bb} ±2,82
	250 MPa	69,55^{Ca} ±2,83	76,68^{Cb} ±5,24	77,48^{Cb} ±2,92	74,95^{Bc} ±0,93	75,64^{Bc} ±2,45	75,43 ^{Bc} ±1,85	72,99^{Cd} ±2,33	70,56 ^{Ba} ±2,43
	330 MPa	70,46^{Ca} ±3,93	77,83^{Cb} ±2,90	74,93^{Dc} ±2,09	79,13^{Cd} ±2,04	77,16^{Bb} ±3,01	77,27 ^{Bb} ±2,10	80,43^{Dd} ±1,64	74,90 ^{Cc} ±4,27
a*	**Kontrol**	0,80 ^{Aa} ±2,02	0,80 ^{Aa} ±2,02	0,80 ^{Aa} ±2,02	0,80 ^{Aa} ±2,02	0,80 ^{Aa} ±2,02	0,80 ^{Aa} ±2,02	0,80 ^{Aa} ±2,02	0,80 ^{Aa} ±2,02
	220 MPa	0,86 ^{Aa} ±0,66	-1,51 ^{Bb} ±0,38	1,01 ^{Bc} ±1,28	-0,17 ^{Bd} ±0,94	0,03 ^{Be} ±0,29	1,17 ^{Bf} ±0,56	-1,43 ^{Bg} ±0,43	-0,78 ^{Bğ} ±0,45
	250 MPa	1,02 ^{Ca} ±0,94	-0,58 ^{Cb} ±1,85	0,56 ^{Cc} ±1,13	-1,10 ^{Cd} ±0,61	-0,37 ^{Ce} ±0,55	0,50 ^{Cc} ±1,20	-2,04 ^{Cf} ±0,33	0,29 ^{Ce} ±1,02
	330 MPa	0,33 ^{Ba} ±1,35	-1,41 ^{Bb} ±0,37	-1,46 ^{Db} ±0,83	-1,86 ^{Cc} ±0,37	-0,94 ^{Cd} ±0,57	-1,86 ^{Dc} ±0,72	-2,58 ^{Ce} ±0,76	-0,46^{Df} ±2,43
b*	**Kontrol**	5,27 ^{Aa} ±0,92	5,27 ^{Aa} ±0,92	5,27 ^{Aa} ±0,92	5,27 ^{Aa} ±0,92	5,27 ^{Aa} ±0,92	5,27 ^{Aa} ±0,92	5,27 ^{Aa} ±0,92	5,27 ^{Aa} ±0,92
	220 MPa	9,41 ^{Ba} ±1,35	6,26 ^{Bb} ±1,96	9,62 ^{Ba} ±1,36	8,94 ^{Bc} ±0,89	6,73 ^{Bb} ±1,32	12,43 ^{Bd} ±1,25	4,76 ^{Be} ±1,83	6,01 ^{Bb} ±1,54
	250 MPa	8,91 ^{Ca} ±1,33	8,81 ^{Ca} ±4,12	7,05 ^{Cb} ±1,24	6,85 ^{Cb} ±2,30	8,23 ^{Ca} ±3,45	8,90 ^{Ca} ±1,91	4,49 ^{Bc} ±0,92	7,02 ^{Cb} ±1,34
	330 MPa	8,28 ^{Ca} ±1,84	7,08 ^{Db} ±0,85	5,84 ^{Ac} ±1,81	6,65 ^{Cd} ±1,66	7,33 ^{Db} ±1,22	7,02 ^{Db} ±1,27	5,34 ^{Ac} ±2,40	6,16 ^{Bd} ±2,69
ΔE	**Kontrol**	4,65 ^{Aa} ±2,22	4,65 ^{Aa} ±2,22	4,65 ^{Aa} ±2,22	4,65 ^{Aa} ±2,22	4,65 ^{Aa} ±2,22	4,65 ^{Aa} ±2,22	4,65 ^{Aa} ±2,22	4,65 ^{Aa} ±2,22
	220 MPa	6,12 ^{Ba} ±1,81	10,40^{Bb} ±3,92	7,72 ^{Bc} ±1,83	8,37 ^{Bd} ±1,97	14,28^{Be} ±1,77	15,55 ^{Bf} ±1,79	8,34 ^{Bd} ±3,21	8,78 ^{Bd} ±2,94
	250 MPa	8,09 ^{Ca} ±1,87	15,31^{Cb} ±3,68	14,79^{Cb} ±3,08	12,41^{Cc} ±1,17	13,40^{Cd} ±3,18	13,24 ^{Cd} ±2,26	10,45^{Ce} ±2,22	8,19 ^{Ba} ±1,92
	330 MPa	8,73 ^{Ca} ±2,93	15,20^{Cb} ±2,93	12,33^{Dd} ±2,03	16,55^{Dc} ±2,30	14,56^{Bb} ±3,05	14,73 ^{Db} ±2,11	17,91^{De} ±1,74	12,92 ^{Cd} ±2,55

4.3.2. Kimyasal Analiz Bulguları

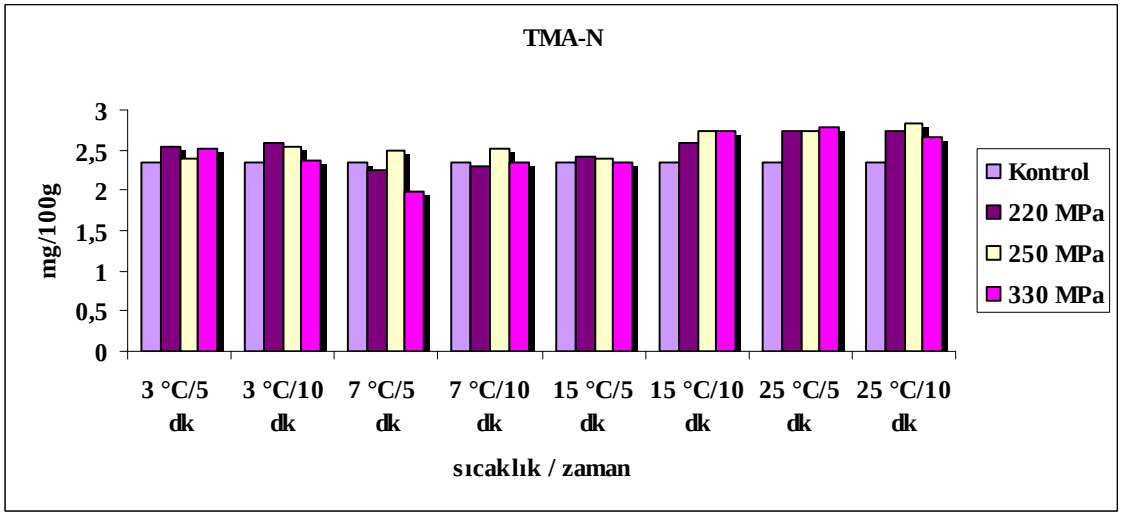
4.3.2.1. Trimetilamin azot (TMA-N) bulguları

Kontrol grubu örneklerde TMA-N değeri 2,35±0,02 mg/100g olarak bulunmuştur. 15 ve 25ºC'lerde 10 ve 5dk uygulanan basıncın çipura örneklerinin TMA-N değerinde basınca bağlı artış tespit edilmiştir. TMA-N değerindeki değişim kontrol grubuna göre 3-7-15ºC/5dk/250MPa ve 7ºC/10dk/330MPa, 15ºC/5dk/330MPa şartlarında basınç uygulanan örneklerde kontrol grubuna göre önemsiz ($p>0,05$) bulunmuştur (Tablo 4.6, Şekil 4.11).

Tablo 4.6: YHB uygulanmış ve uygulanmamış çipuradaki Trimetil Amin Azot (TMA-N) değerleri

(Büyük harfler her kolondaki gruplar arası farkı, küçük harfler her satırdaki gruplar arası farkı ifade etmektedir.

Sıcaklık/ Zaman		3 °C/ 5 dk	3 °C/ 10 dk	7 °C/ 5 dk	7 °C/ 10 dk	15 °C/ 5 dk	15 °C/ 10 dk	25 °C/ 5 dk	25 °C/ 10 dk
TMA-N (mg/100g)	Kontrol	$2,35^{Aa}$ ±0,02	$2,35^{Aa}$ ±0,02	$2,35^{Aa}$ ±0,02	$2,35^{Aa}$ ±0,02	$2,35^{Aa}$ ±0,02	$2,35^{Aa}$ ±0,02	$2,35^{Aa}$ ±0,02	$2,35^{Aa}$ ±0,02
	220 MPa	$2,55^{Ba}$ ±0,04	$2,60^{Ba}$ ±0,11	$2,26^{Ab}$ ±0,14	$2,31^{Ab}$ ±0,34	$2,41^{Ab}$ ±0,16	$2,58^{Ba}$ ±0,07	$2,73^{Bc}$ ±0,09	$2,74^{Bc}$ ±0,11
	250 MPa	$2,39^{Aa}$ ±0,08	$2,54^{Ba}$ ±0,15	$2,48^{Aa}$ ±0,14	$2,52^{Ba}$ ±0,08	$2,39^{Aa}$ ±0,03	$2,73^{Cb}$ ±0,22	$2,73^{Bb}$ ±0,09	$2,83^{Cb}$ ±0,05
	330 MPa	$2,52^{Ba}$ ±0,11	$2,36^{Aa}$ ±0,08	$1,98^{Bb}$ ±0,08	$2,35^{Aa}$ ±0,06	$2,34^{Aa}$ ±0,08	$2,73^{Cc}$ ±0,22	$2,79^{Cc}$ ±0,06	$2,67^{Da}$ ±0,14



Şekil 4.11: YHB uygulanmış ve uygulanmamış çipuradaki TMA-N bulguları

4.3.2.2. Tiyobarbitürik asit bulguları

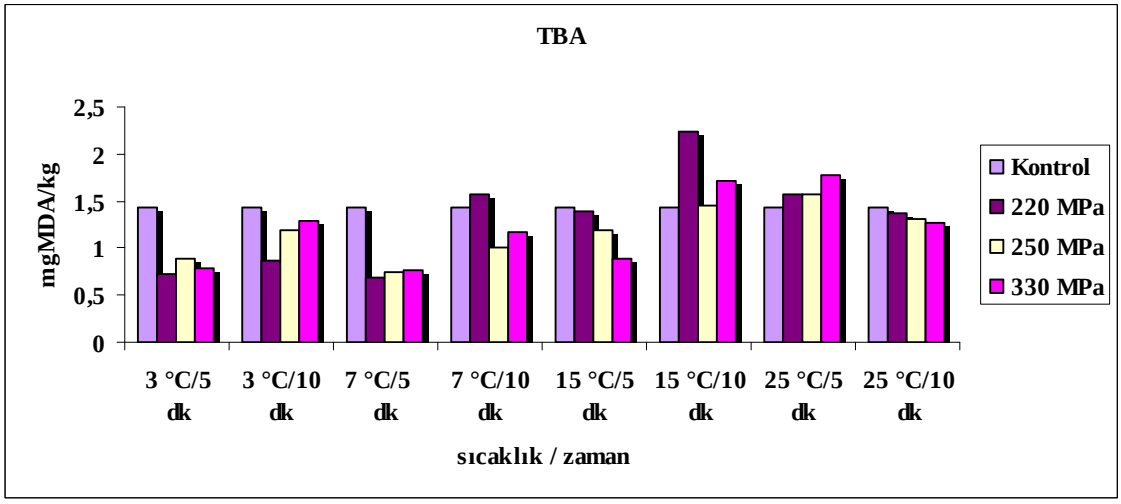
Kontrol grubu çipura örneklerinde ölçülen TBA değeri 1,53 ±0,04 mgMDA/kg dir. Kontrol grubuna göre kıyaslandığında, 3 ve 7ºC'lerde uygulanan basıncın TBA değerinde önemli derecede düşüşe neden olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde 15ºC/5dk/250 ve 330MPa basınç uygulamlarında da aynı etki gözlenmiştir (Tablo 4.7, Şekil 4.12).

Renk, TMA-N ve TBA analiz sonuçları toplu olarak değerlendirildiğinde 3ºC/5dk/250 MPa ve 15ºC/5dk/250MPa YHB uygulamasının çipura için en ideal şartlar olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.7: YHB uygulanmış ve uygulanmamış çipuradaki Tiyobarbitürik asit (TBA) bulguları

(Büyük harfler her kolondaki gruplar arası farkı, küçük harfler her satırdaki gruplar arası farkı ifade etmektedir.)

Sıcaklık/ Zaman		3 °C/ 5 dk	3 °C/ 10 dk	7 °C/ 5 dk	7°C/ 10 dk	15°C/ 5 dk	15 °C/ 10 dk	25°C/ 5 dk	25°C/ 10 dk
TBA (mg MDA/kg)	Kontrol	$1,44^{Aa}$ ±0,06	$1,44^{Aa}$ ±0,06	$1,44^{Aa}$ ±0,06	$1,44^{Aa}$ ±0,06	$1,44^{Aa}$ ±0,06	$1,44^{Aa}$ ±0,06	$1,44^{Aa}$ ±0,06	$1,44^{Aa}$ ±0,06
	220 MPa	$0,72^{Ba}$ ± 0,03	$0,87^{Bb}$ ± 0,03	$0,69^{Ba}$ ± 0,09	$1,58^{Bc}$ ± 0,06	$1,39^{Ac}$ ± 0,31	$2,23^{Bd}$ ± 0,1	$1,58^{Bc}$ ± 0,05	$1,38^{Ac}$ ± 0,07
	250 MPa	$0,88^{Ca}$ ± 0,02	$1,19^{Ab}$ ± 0,18	$0,74^{Ca}$ ± 0,08	$1,01^{Cb}$ ± 0,13	$1,18^{Bb}$ ± 0,05	$1,45^{Ac}$ ± 0,10	$1,58^{Bc}$ ± 0,13	$1,31^{Ac}$ ±0,13
	330 MPa	$0,78^{Da}$ ± 0,06	$1,29^{Ab}$ ± 0,10	$0,77^{Da}$ ± 0,03	$1,17^{Dc}$ ± 0,14	$0,88^{Ca}$ ± 0,33	$1,72^{Cd}$ ± 0,20	$1,77^{Cd}$ ± 0,24	$1,27^{Bb}$ ± 0,15



Şekil 4.12: YHB uygulanmış ve uygulanmamış çipuradaki TBA bulguları

4.4. YHB UYGULANMIŞ TEKİRİN SOĞUKTA MUHAFAZASI

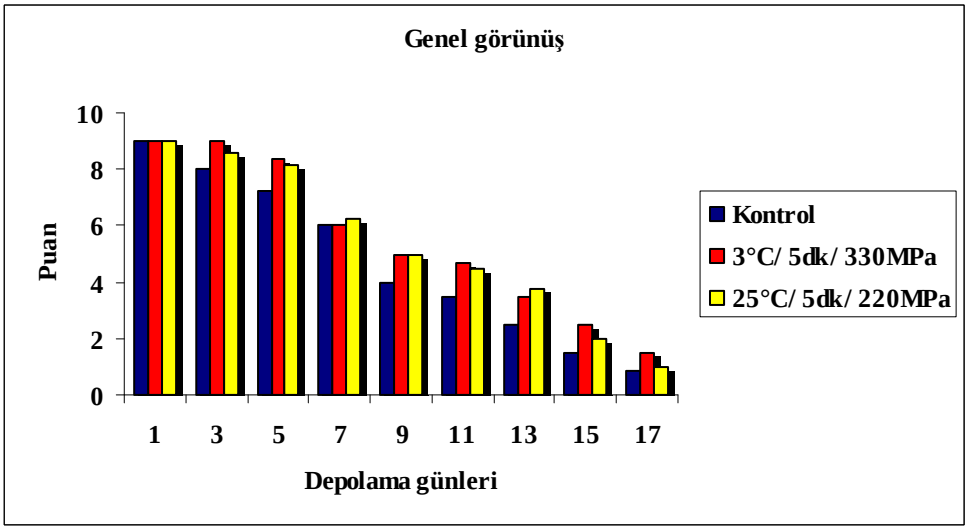
4.4.1. Duyusal Analiz Bulguları

Genel görünüş ve koku parametresine göre depolama başlangıcında örneklerin çok iyi kalitede oldukları görülmektedir. Soğukta depolama boyunca bu değerlerde kontrol ve YHB uygulanmış (3ºC/5dk/330MPa ve 25ºC/5dk/220MPa**)** tekir örneklerinin duyusal değerlerinde önemli ($p<0,05$) bir düşüş tespit edilmiştir (Tablo 4.8 ve 4.9).

Tablo 4.8: Soğukta (4ºC) depolama sırasında tekirin duyusal parametrelerinde (genel görünüş) meydana gelen değişimler

(Büyük harfler her kolondaki gruplar arası farkı, küçük harfler her satırdaki gruplar arası farkı ifade etmektedir.)

Depolama günleri	1	3	5	7	9	11	13	15	17
Kontrol	9,00 ^{Aa} ±0,00	8,00 ^{Ab} ±0,00	7,20 ^{Ac} ±0,14	6,00 ^{Ac} ±1,41	4,00 ^{Ad} ±0,00	3,50 ^{Ad} ±0,71	2,50 ^{Ae} ±0,71	1,50 ^{Ae} ±0,71	0,85 ^{Af} ±0,21
3ºC 5dk 330MPa	9,00 ^{Aa} ±0,00	9,00 ^{Aa} ±0,00	8,35 ^{Bb} ±0,49	6,00 ^{Ac} ±0,00	5,00 ^{Bd} ±0,71	4,70 ^{Ae} ±0,99	3,50 ^{Af} ±0,71	2,50 ^{Ag} ±0,71	1,50 ^{Ag} ±0,71
25 ºC 5dk 220MPa	9,00 ^{Aa} ±0,00	8,55 ^{Ab} ±0,07	8,15 ^{Bb} ±0,49	6,25 ^{Ac} ±1,06	5,00 ^{Bd} ±0,71	4,50 ^{Bd} ±0,00	3,75 ^{Ae} ±1,06	2,00 ^{Af} ±0,00	1,00 ^{Af} ±0,00



Şekil 4.13: Soğukta (4ºC) depolama sırasında tekirin duyusal parametrelerinde (genel görünüş) meydana gelen değişimler

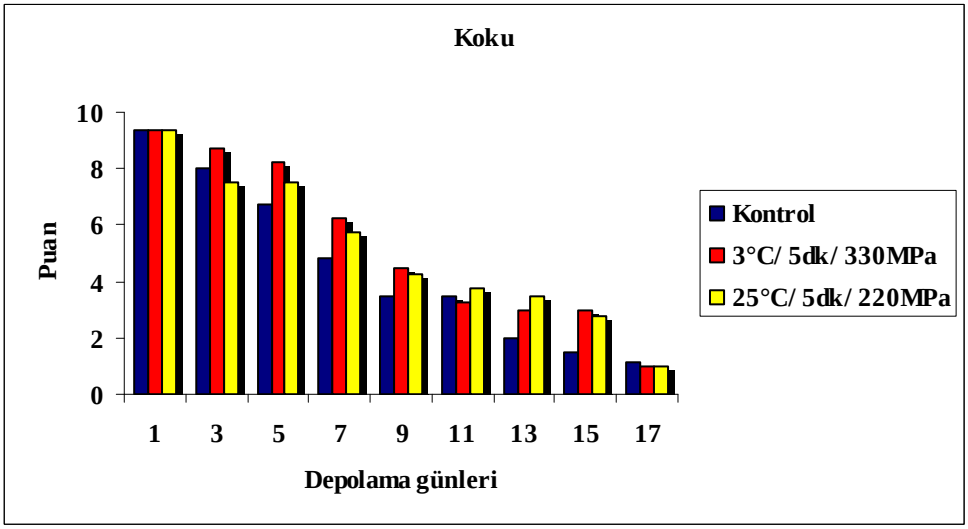
Genel görünüş parametresinin değerlendirilmesine göre kontrol grubu örnekler depolamanın 11. günü, YHB uygulanmış tekir örnekleri ise depolamanın 13. günü tüketilemez olarak değerlendirilmiştir (Tablo 4.8, Şekil 4.13).

Koku parametresinin sonuçları göre ise kontrol grubu örneklerin depolamanın 9. günü, YHB uygulanmış örneklerin ise 11. gün bozulmuş kaliteye eriştikleri görülmüştür (Tablo 4.9, Şekil 4.14).

Tablo 4.9: Soğukta (4 ºC) depolama sırasında tekirin duyusal parametrelerinde (koku) meydana gelen değişimler

(Büyük harfler her kolondaki gruplar arası farkı, küçük harfler her satırdaki gruplar arası farkı ifade etmektedir.)

Depolama günleri	1	3	5	7	9	11	13	15	17
Kontrol	9,35 ^{Aa} ±0,21	8,00 ^{Ab} ±0,00	6,75 ^{Ac} ±1,06	4,85 ^{Ad} ±0,21	3,50 ^{Ae} ±2,12	3,50 ^{Ae} ±0,71	2,00 ^{Af} ±0,00	1,50 ^{Af} ±0,71	1,10 ^{Af} ±0,00
3ºC 5dk 330MPa	9,35 ^{Aa} ±0,21	8,75 ^{Ab} ±0,35	8,25 ^{Bb} ±0,35	6,25 ^{Bc} ±1,77	4,50 ^{Ad} ±0,71	3,25 ^{Ae} ±0,35	3,00 ^{Ae} ±0,00	3,00 ^{Be} ±0,71	1,00 ^{Af} ±0,00
25 ºC 5dk 220MPa	9,35 ^{Aa} ±0,21	7,50 ^{Ab} ±0,71	7,50 ^{Ab} ±0,71	5,75 ^{Bc} ±0,35	4,25 ^{Ad} ±1,06	3,75 ^{Ae} ±0,35	3,50 ^{Ae} ±0,71	2,75 ^{Bf} ±0,35	1,00 ^{Af} ±0,00



Şekil 4.14: Soğukta (4ºC) depolama sırasında tekirin duyusal parametrelerinde (koku) meydana gelen değişimler

Her iki parametrede de YHB uygulanmış örnekler arasında önemli bir fark ($p>0.05$) tespit edilmemiştir.

Bu iki duyusal parametre birlikte değerlendirildiğinde YHB uygulanmayan tekirin yaklaşık 10 gün, YHB uygulanmış tekirlerin ise yaklaşık 12 gün tüketilebilir kaliteyi koruduğu görülmektedir.

4.4.2. Fiziksel Analiz Bulguları

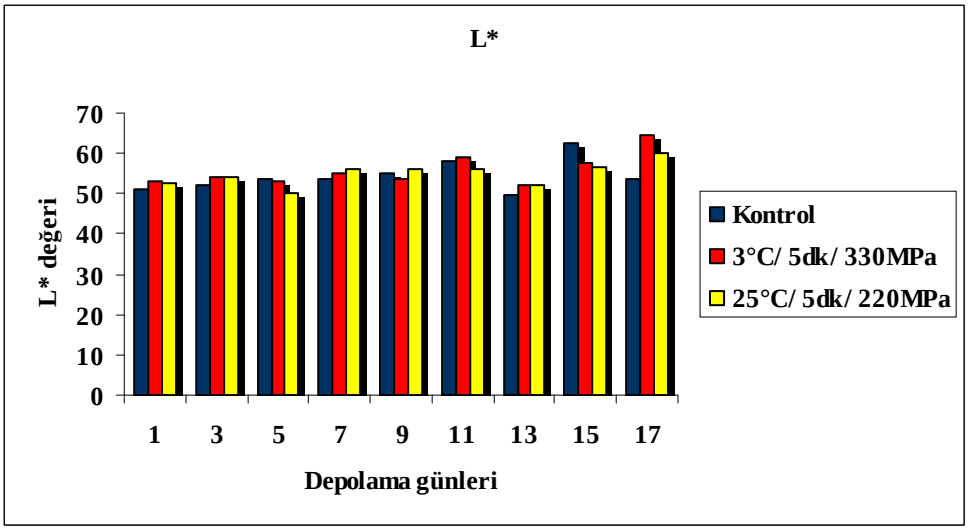
4.4.2.1. Renk Analiz Bulguları

Depolama başlangıcında kontrol grubunda 50,9±1,5, 3ºC/5dk/330MPa işlem uygulanmış örneklerde 53,1±0,7 ve 25 ºC/5dk/220MPa işlem uygulanmış örneklerde 52,6±0,3 L* değeri ölçülmüştür. Depolama boyunca tüm gruplarda L* değerinin önemli düzeyde ($p<0,05$) arttığı görülmüş, depolama sonunda kontrol ve YHB uygulanmış örneklerde sırasıyla 53,6±1,0, 64,4±0,7 ve 59,9±0,5 olarak L* değeri tespit edilmiştir. Depolama sonunda YHB uygulanmış örneklerdeki L* değeri kontrol grubuna göre ($p<0,05$) yüksek bulunmuştur (Tablo 4.10, Şekil 4.15).

Tablo 4.10: Soğukta (4ºC) depolama sırasında tekirin renk değerlerinde (L*) meydana gelen değişimler

(Büyük harfler her kolondaki gruplar arası farkı, küçük harfler her satırdaki gruplar arası farkı ifade etmektedir.

Depolama günleri		1	3	5	7	9	11	13	15	17
L*	Kontrol	$50,9^{Aa}$ ±1,5	$51,9^{Aa}$ ±1,5	$53,7^{Aa}$ ±2,2	$53,6^{Aa}$ ±1,8	$55,2^{Ab}$ ±1,7	$57,9^{Ac}$ ±1,7	$49,7^{Aa}$ ±1,1	$62,5^{Ad}$ ±1,7	$53,6^{Aa}$ ±1,0
	3ºC 5dk 330MPa	$53,1^{Aa}$ ±0,7	$54,2^{Aa}$ ±0,9	$53,2^{Aa}$ ±1,6	$55,3^{Ab}$ ±0,8	$53,4^{Aa}$ ±2,0	$59,3^{Ac}$ ±1,3	$52,0^{Ba}$ ±0,3	$57,7^{Bd}$ ±1,3	$64,4^{Be}$ ±0,7
	25 ºC 5dk 220MPa	$52,6^{Aa}$ ±0,3	$53,9^{Aa}$ ±0,1	$50,3^{Aa}$ ±0,5	$55,9^{Ab}$ ±1,5	$56,3^{Ac}$ ±1,5	$55,9^{Ab}$ ±0,9	$52,1^{Ba}$ ±0,6	$56,6^{Bd}$ ±1,5	$59,9^{Ce}$ ±0,5



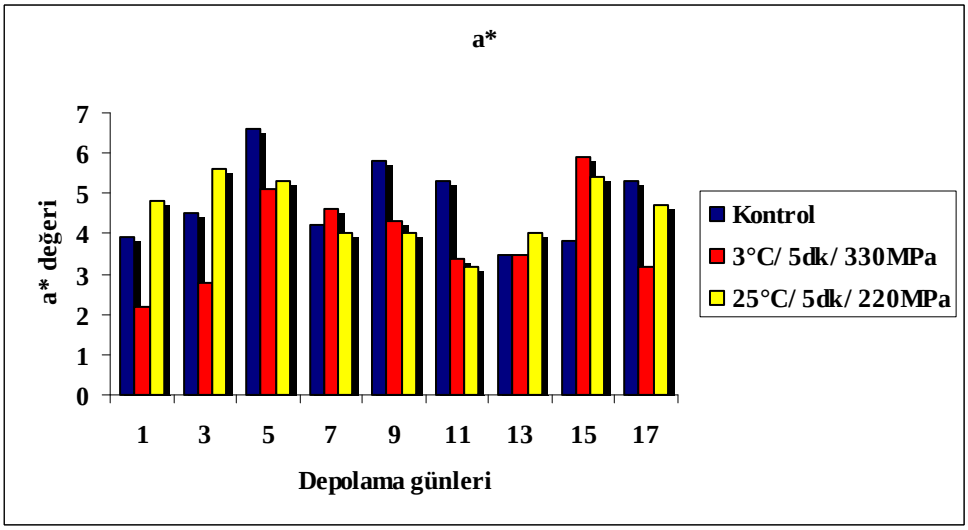
Şekil 4.15: Soğukta (4ºC) depolama sırasında tekirin renk değerlerinde (L*) meydana gelen değişimler

Depolama başlangıcında kontrol ve basınçlı örneklerde sırasıyla 3,9±0,5, 2,2±0,1 ve 4,8±0,5 olan a* değerleri tespit edilirken genel olarak depolama boyunca bu değerlerde artış görülmüş depolama sonunda kontrol grubunda 5,3±0,9, basınçlı örneklerde de 3,2±0,7 ve 4,7±0,5 a* değeri ölçülmüştür (Tablo 4.11, Şekil 4.16).

Tablo 4.11: Soğukta (4ºC) depolama sırasında tekirin renk değerlerinde (a*) meydana gelen değişimler

(Büyük harfler her kolondaki gruplar arası farkı, küçük harfler her satırdaki gruplar arası farkı ifade etmektedir.)

Depolama günleri		1	3	5	7	9	11	13	15	17
a*	Kontrol	3,9 ^{Aa} ±0,5	4,5 ^{Ab} ±0,8	6,6 ^{Ac} ±0,7	4,2 ^{Ab} ±1,4	5,8 ^{Ad} ±1,2	5,3 ^{Ad} ±0,9	3,5 ^{Aa} ±0,5	3,8 ^{Aa} ±1,5	5,3 ^{Ad} ±0,9
	3ºC 5dk 330MPa	2,2 ^{Ba} ±0,1	2,8 ^{Ba} ±0,1	5,1 ^{Bb} ±0,5	4,6 ^{Ac} ±1,0	4,3 ^{Bc} ±1,0	3,4 ^{Bd} ±0,4	3,5 ^{Ad} ±0,1	5,9 ^{Bb} ±1,4	3,2 ^{Bd} ±0,7
	25 ºC 5dk 220MPa	4,8 ^{Ca} ±0,5	5,6 ^{Ab} ±0,2	5,3 ^{Bb} ±0,6	4,0 ^{Aa} ±0,8	4,0 ^{Ba} ±0,5	3,2 ^{Bc} ±0,3	4,0 ^{Aa} ±0,3	5,4 ^{Bb} ±0,9	4,7 ^{Ca} ±0,5



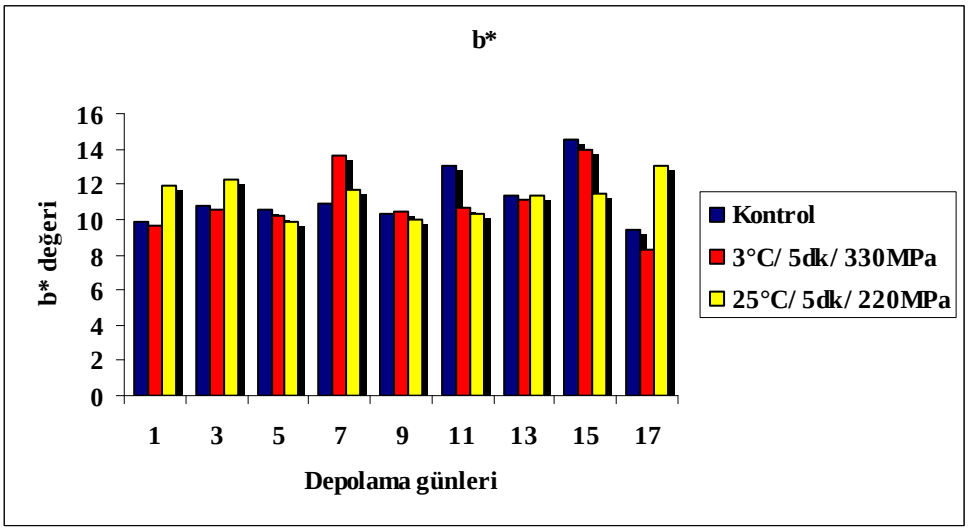
Şekil 4.16: Soğukta (4ºC) depolama sırasında tekirin renk değerlerinde (a*) meydana gelen değişimler

Tüm grup tekir örneklerinin b* değerininde depolama boyunca benzer bir artış gösterdiği görülmüş depolamanın sonunda kontrol grubu için 9,4±1,3 b*değeri ölçülürken, basınç uygulanmış örneklerde 8,3±0,9 ve 13,0±0,4 b* değeri ölçülmüştür (Tablo 4.12, Şekil 4.17).

Tablo 4.12: Soğukta (4ºC) depolama sırasında tekirin renk değerlerinde (b*) meydana gelen değişimler

(Büyük harfler her kolondaki gruplar arası farkı, küçük harfler her satırdaki gruplar arası farkı ifade etmektedir.)

Depolama günleri		1	3	5	7	9	11	13	15	17
b*	Kontrol	9,9 ^{Aa} ±1,0	10,8 ^{Aa} ±1,2	10,6 ^{Aa} ±0,9	10,9 ^{Aa} ±1,5	10,3 ^{Aa} ±1,3	13,0 ^{Ab} ±1,5	11,4 ^{Ac} ±0,9	14,5 ^{Ad} ±1,3	9,4 ^{Aa} ±1,3
	3ºC 5dk 330MPa	9,6 ^{Aa} ±1,1	10,6 ^{Aa} ±1,2	10,2 ^{Aa} ±0,6	13,6 ^{Bb} ±0,9	10,4 ^{Aa} ±1,1	10,7 ^{Ba} ±1,4	11,1 ^{Ac} ±0,7	14,0 ^{Ab} ±1,3	8,3 ^{Ad} ±0,9
	25 ºC 5dk 220MPa	11,9 ^{Ba} ±1,2	12,2 ^{Ba} ±0,9	9,84 ^{Ab} ±1,1	11,7 ^{Aa} ±1,2	10,0 ^{Aa} ±1,3	10,3 ^{Ba} ±0,5	11,3 ^{Aa} ±0,9	11,5 ^{Ba} ±1,1	13,0 ^{Bc} ±0,4



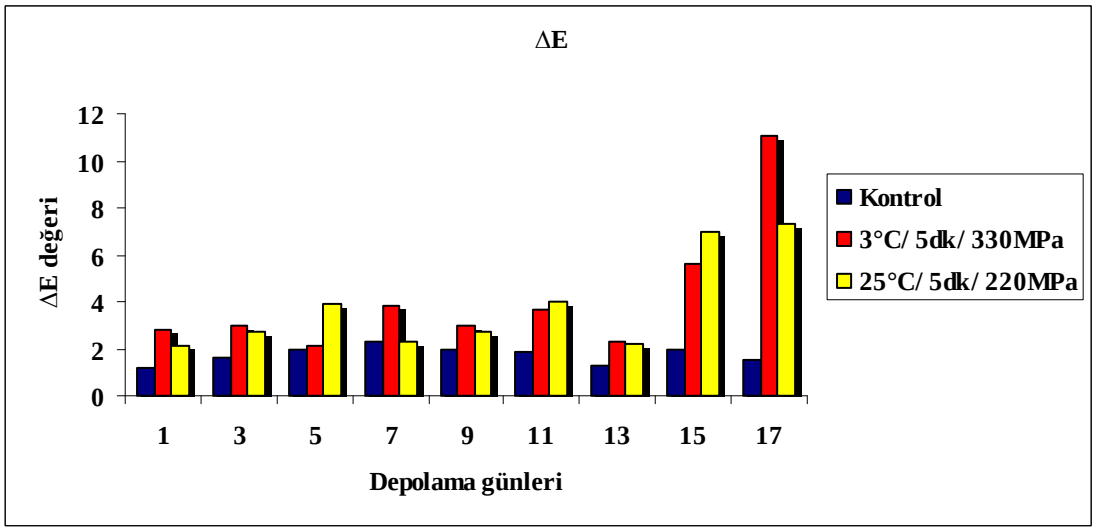
Şekil 4.17: Soğukta (4ºC) depolama sırasında tekirin renk değerlerinde (b*) meydana gelen değişimler

L*, a* ve b* değerindeki değişimlere paralel olarak kontrol ve basınç uygulanmış tekir örneklerinin ΔE değeri depolama boyunca artış göstermiştir (Tablo 4.13, Şekil 4.18).

Tablo 4.13: Soğukta (4ºC) depolama sırasında tekirin renk değerlerinde (ΔE) meydana gelen değişimler

(Büyük harfler her kolondaki gruplar arası farkı, küçük harfler her satırdaki gruplar arası farkı ifade etmektedir.)

Depolama günleri		1	3	5	7	9	11	13	15	17
ΔE	**Kontrol**	$1,2^{Aa}$ ±0,9	$1,6^{Aa}$ ±0,6	$2,0^{Ab}$ ±0,5	$2,3^{Ab}$ ±0,5	$2,0^{Ab}$ ±0,5	$1,9^{Aa}$ ±0,6	$1,3^{Aa}$ ±0,2	$2,0^{Ab}$ ±0,7	$1,5^{Aa}$ ±0,5
	3ºC 5dk 330MPa	$2,8^{Ba}$ ±1,2	$3,0^{Ba}$ ±0,8	$2,1^{Aa}$ ±0,5	$3,8^{Bb}$ ±0,7	$3,0^{Ba}$ ±0,8	$3,7^{Bb}$ ±0,5	$2,3^{Ba}$ ±0,4	$5,6^{Bc}$ ±0,7	$11,1^{Bd}$ ±0,6
	25 ºC 5dk 220MPa	$2,1^{Ba}$ ±0,3	$2,7^{Ba}$ ±0,6	$3,9^{Bb}$ ±0,4	$2,3^{Aa}$ ±0,6	$2,7^{Aa}$ ±0,6	4,0 ±0,7	$2,2^{Ba}$ ±0,5	$7,0^{Cc}$ ±0,8	$7,3^{Cc}$ ±0,6

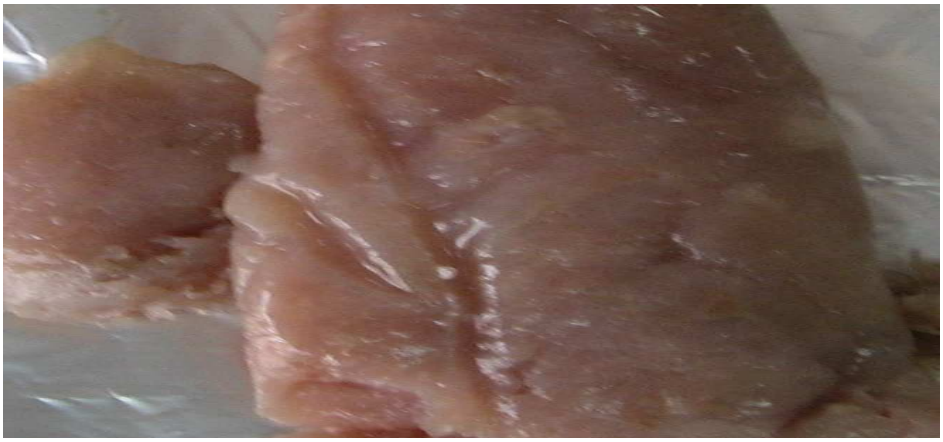


Şekil 4.18: Soğukta (4ºC) depolama sırasında tekirin renk değerlerinde (ΔE) meydana gelen değişimler

Çalışmamızda kullanılan tekir örneklerinin L*, a* ve b* değerlerindeki değişimleri görsel olarakta görebilmek için örneklerde depolama günleri süresince fotoğraf çekimi yapılmıştır. Şekil 4.19, Şekil 4.20 ve Şekil 4.21'de kontrol ve YHB'li tekir örneklerinin depolamanın 11. gününde çekilmiş fotoğrafları bulunmaktadır. Bu fotoğraflar incelendiğinde YHB'li örneklerin kontrol grubundan oldukça farklı olduğu ve duyusal değerleri desteklediği görülmektedir.



Şekil 4.19: Depolamanın 11. günü kontrol grubu tekir örnekleri



Şekil 4.20: Depolamanın 11. günü 3ºC/ 5dk/ 220MPa basınç uygulanmış tekir örnekleri



Şekil 4.21: Depolamanın 11. günü 25ºC/ 5dk/ 220MPa basınç uygulanmış tekir örnekleri

4.4.3. Kimyasal Analiz Bulguları

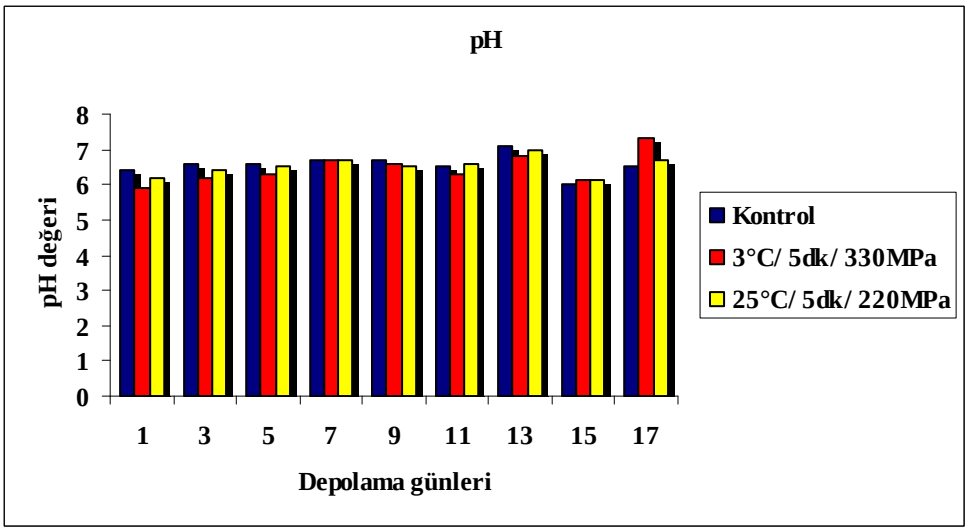
4.4.3.1. pH Analiz Bulguları

Kontrol grubunda depolama başlangıcında 6,4±0,1 olarak ölçülen pH değeri depolamanın 13. günü 7,1±0,1 olarak ölçülmüştür ($p<0,05$). Basınç uygulanan tekir örneklerinde de pH değeri depolama boyunca artış göstermiş 3ºC/5dk/330 MPa basınç uygulanan örneklerde depolamanın 17. günü 7,3±0,3 ve 25ºC/5dk/220 MPa basınç uygulanan örneklerde de depolamanın 13. günü 7.0±0,3 pH değeri ölçülmüştür ($p<0,05$) (Tablo 4.14, Şekil 4.22).

Tablo 4.14: Soğukta (4ºC) depolama sırasında tekirin pH değerinde meydana gelen değişimler

(Büyük harfler her kolondaki gruplar arası farkı, küçük harfler her satırdaki gruplar arası farkı ifade etmektedir.

Depolama günleri		1	3	5	7	9	11	13	15	17
pH	Kontrol	$6,4^{Aa}$ ±0,1	$6,6^{Aa}$ ±0,1	$6,6^{Aa}$ ±0,0	$6,7^{Aa}$ ±0,1	$6,7^{Aa}$ ±0,1	$6,5^{Aa}$ ±0,1	$7,1^{Ab}$ ±0,1	$6,0^{Aa}$ ±0,1	$6,5^{Aa}$ ±0,2
	3ºC 5dk 330MPa	$5,9^{Ba}$ ±0,0	$6,2^{Ba}$ ±0,0	$6,3^{Ba}$ ±0,0	$6,7^{Ab}$ ±0,0	$6,6^{Ab}$ ±0,1	$6,3^{Aa}$ ±0,0	$6,8^{Ab}$ ±0,0	$6,1^{Aa}$ ±0,3	$7,3^{Bc}$ ±0,3
	25 ºC 5dk 220MPa	$6,2^{Aa}$ ±0,3	$6,4^{Aa}$ ±0,1	$6,5^{Aa}$ ±0,0	$6,7^{Aa}$ ±0,0	$6,5^{Aa}$ ±0,0	$6,6^{Aa}$ ±0,0	$7,0^{Ab}$ ±0,3	$6,1^{Aa}$ ±0,0	$6,7^{Aa}$ ±0,1



Şekil 4.22: Soğukta (4ºC) depolama sırasında tekirin pH değerinde meydana gelen değişimler

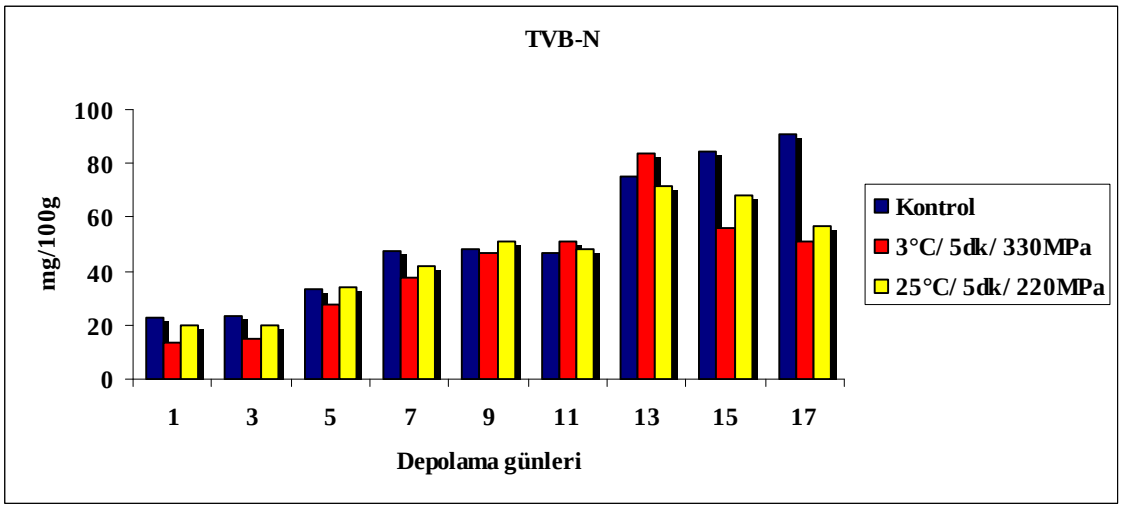
4.4.3.2. Toplam Uçucu Bazik Azotu (TVB-N) Bulguları

TVB-N değeri depolama başlangıcında kontrol ve basınç uygulanmış tekir örneklerinde sırasıyla 22,8±0,3, 13,8±0,2 ve 19,9±0,3 mg/100g olarak bulunmuştur. Bu değer depolama boyunca artış göstermiş depolama boyunca basınçlı örneklerdeki TVB-N artışı kontrol grubuna göre genelde daha düşük ($p<0,05$) seyretmiştir (Tablo 4.15, Şekil 4.23). Depolamanın 5. gününde kontrol ve 25ºC/5dk/220MPa basınç uygulaması yapılan tekir örneklerinde 33,3±0,6 ve 34,3±0,4 mg/100g TVB-N değeri ile tüketilebilir limit değeri aşılmıştır. Daha düşük sıcaklıkta basınç uygulanan (3ºC/5dk/330MPa) örneklerde ise depolamanın 7. günü tüketilebilirlik sınırı 37,7 ±0,3 mg/100g TVB-N değeri ile aşılmıştır.

Tablo 4.15: Soğukta (4ºC) depolama sırasında tekirin TVB-N değerinde meydana gelen değişimler

(Büyük harfler her kolondaki gruplar arası farkı, küçük harfler her satırdaki gruplar arası farkı ifade etmektedir.)

	Depolama günleri	1	3	5	7	9	11	13	15	17
TVB-N (mg/100)	Kontrol	22,8 ^{Aa} ±0,3	23,7 ^{Aa} ±0,4	33,3 ^{Ab} ±0,6	47,3 ^{Ac} ±0,7	48,5 ^{Ac} ±0,3	46,7 ^{Ac} ±0,1	75,2 ^{Ad} ±0,0	84,4 ^{Ae} ±0,6	91,1 ^{Af} ±0,3
	3ºC 5dk 330MPa	13,8 ^{Ba} ±0,2	14,9 ^{Ba} ±0,2	27,6 ^{Bb} ±0,8	37,7 ^{Bc} ±0,3	46,9 ^{Bd} ±0,5	51,3 ^{Be} ±0,8	83,8 ^{Bf} ±0,3	56,3 ^{Bg} ±0,1	51,2 ^{Be} ±0,8
	25 ºC 5dk 220MPa	19,9 ^{Ca} ±0,3	20,2 ^{Ca} ±0,1	34,3 ^{Ab} ±0,4	41,9 ^{Cc} ±0,7	51,3 ^{Ad} ±0,8	48,2 ^{Cc} ±0,1	71,3 ^{Ce} ±0,4	67,9 ^{Cf} ±0,6	56,8 ^{Cd} ±0,8



Şekil 4.23: Soğukta (4ºC) depolama sırasında tekirin TVB-N değerinde meydana gelen değişimler

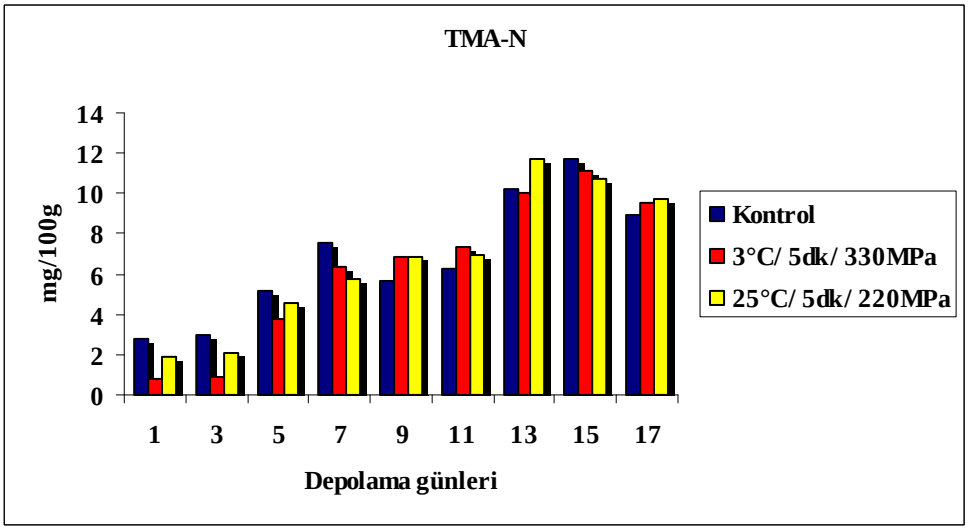
4.4.3.3. Trimetil Amin Azot (TMA-N) Bulguları

Depolamanın başlangıcında kontrol grubu tekir örneklerinde 2,8 mg/100g TMA değeri ölçülürken basınç uygulanmış örneklerde önemli düzeyde düşük TMA-N değeri ölçülmüştür. TMA-N değeri tüm gruplarda depolama süresince artış göstermiş ve TVB-N değerine benzer şeklide kontrol ve 25ºC/5dk/220MPa basınç uygulaması yapılan örneklerde depolamanın 13. günü 10,2 ve 11,7 mg/100g TMA-N değeri bulunmuştur. Basınç uygulanan diğer grupta ise 11,1 mg/100g TMA-N değeri depolamanın 15. günü tespit edilmiştir (Tablo 4.16, Şekil 4.24).

Tablo 4.16: Soğukta (4ºC) depolama sırasında tekirin TMA-N değerinde meydana gelen değişimler

(Büyük harfler her kolondaki gruplar arası farkı, küçük harfler her satırdaki gruplar arası farkı ifade etmektedir.

	Depolama günleri	1	3	5	7	9	11	13	15	17
TMA-N (mg/100g)	Kontrol	$2,8^{Aa}$ ±0,0	$3,0^{Aa}$ ±0,0	$5,2^{Ab}$ ±0,0	$7,5^{Ac}$ ±0,1	$5,7^{Ab}$ ±0,0	$6,3^{Ad}$ ±0,0	$10,2^{Ae}$ ±0,0	$11,7^{Af}$ ±0,0	$8,9^{Ag}$ ±0,1
	3ºC 5dk 330MPa	$0,8^{Ba}$ ±0,2	$0,9^{Ba}$ ±0,0	$3,8^{Bb}$ ±0,0	$6,4^{Bc}$ ±0,0	$6,9^{Bc}$ ±0,0	$7,3^{Bd}$ ±0,0	$10,0^{Ae}$ ±0,0	$11,1^{Af}$ ±0,1	$9,5^{Bg}$ ±0,0
	25 ºC 5dk 220MPa	$1,9^{Ca}$ ±0,9	$2,1^{Ca}$ ±0,0	$4,6^{Cb}$ ±0,0	$5,8^{Cc}$ ±0,0	$6,9^{Bd}$ ±0,1	$7,0^{Bd}$ ±0,0	$11,7^{Ce}$ ±0,0	$10,7^{Bf}$ ±0,1	$9,7^{Bg}$ ±0,1



Şekil 4.24: Soğukta (4ºC) depolama sırasında tekirin TMA-N değerinde meydana gelen değişimler

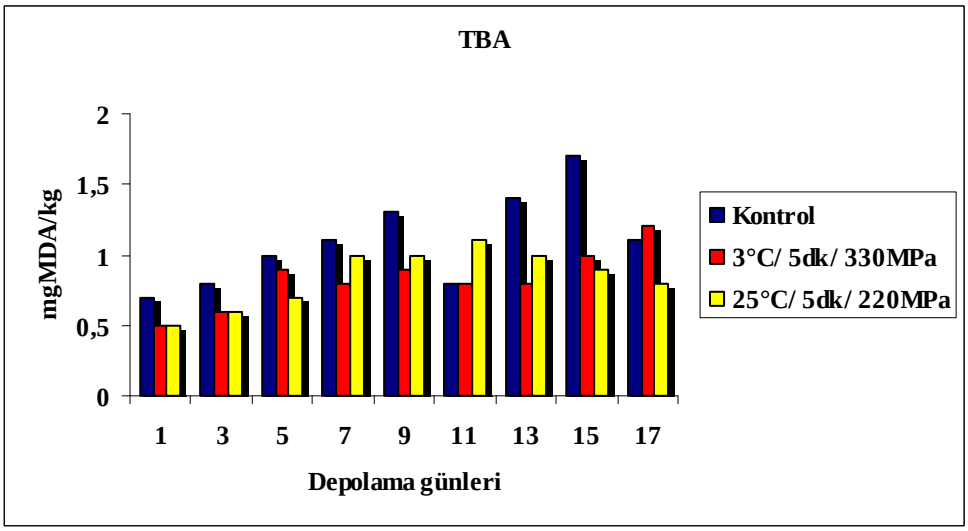
4.4.3.4. Tiyobarbitürik asit (TBA) Bulguları

Soğukta depolama sürecinin başında kontrol grubunda 0,7±0,0 mg MDA/kg basınçlı uygulanmış tekir örneklerinde ise 0,5 mg MDA/kg TBA değeri ölçülmüştür. Bu değerler depolama süresince artış göstermiş duyusal olarak kontrol grubu örneklerin tüketilebilir kalitenin sınırında bulunduğu depolamanın 9. günü örneklerde sırasıyla 1,3±0,0 mg MDA/kg, 0,9±0,0 mg MDA/kg ve 1,0±0,0 mg MDA/kg TBA değeri tespit edilmiştir. Kontrol grubu örneklerin TBA değeri YHB uygulanmış örneklere göre yüksek ($p<0,05$) bulunmuştur (Tablo 4.17, Şekil 4.25).

Tablo 4.17: Soğukta (4ºC) depolama sırasında tekirin TBA değerinde meydana gelen değişimler

(Büyük harfler her kolondaki gruplar arası farkı, küçük harfler her satırdaki gruplar arası farkı ifade etmektedir.)

	Depolama günleri	1	3	5	7	9	11	13	15	17
TBA (mg MDA/kg)	Kontrol	0,7 ^{Aa} ±0,0	0,8 ^{Ab} ±0,0	1,0 ^{Ac} ±0,0	1,1 ^{Ad} ±0,0	1,3 ^{Ae} ±0,0	0,8 ^{Ab} ±0,0	1,4 ^{Af} ±0,0	1,7 ^{Ag} ±0,1	1,1 ^{Ad} ±0,0
	3ºC 5dk 330MPa	0,5 ^{Ba} ±0,0	0,6 ^{Bb} ±0,0	0,9 ^{Bc} ±0,0	0,8 ^{Bd} ±0,0	0,9 ^{Bc} ±0,0	0,8 ^{Ad} ±0,0	0,8 ^{Bd} ±0,0	1,0 ^{Be} ±0,0	1,2 ^{Bf} ±0,0
	25 ºC 5dk 220MPa	0,5 ^{Ba} ±0,0	0,6 ^{Ba} ±0,0	0,7 ^{Cb} ±0,0	1,0 ^{Ac} ±0,0	1,0 ^{Cc} ±0,0	1,1 ^{Bd} ± 0,0	1,0 ^{Cc} ±0,0	0,9 ^{Be} ±0,0	0,8 ^{Cf} ±0,1



Şekil 4.25: Soğukta (4ºC) depolama sırasında tekirin TBA değerinde meydana gelen değişimler

4.4.4. Mikrobiyolojik Analiz Bulguları

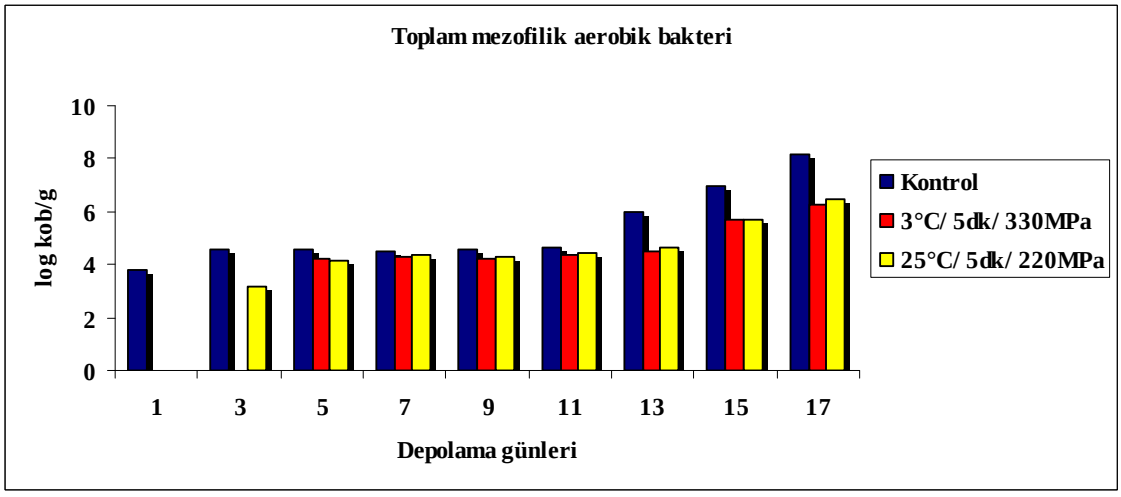
4.4.4.1.Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Bulguları

YHB uygulanmış ve uygulanmamış tekir örneklerinde mezofilik aerobik bakteri değeri depolama boyunca artış göstermiştir. Depolamanın 13. gününde kontrol grubunda 5,97±0,02 log kob/g bakteri yükü tespit edilirken YHB'li örneklerde aynı gün 4,52±0,03 ve 4,63 ±0,04 log kob/g mezofilik aerobik bakteri değeri tespit edilmiştir ($p<0,05$) (Tablo 4.18, Şekil 4.26).

Tablo 4.18: Soğukta (4ºC) depolama sırasında tekirin toplam aerobik mezofilik bakteri değerinde meydana gelen değişimler

(Büyük harfler her kolondaki gruplar arası farkı, küçük harfler her satırdaki gruplar arası farkı ifade etmektedir.

Depolama günleri		1	3	5	7	9	11	13	15	17
Mezofilik aerobik bakteri yükü log kob/g	Kontrol	3,77^{Aa} ±0,11	4,55^{Ab} ±0,03	4,55^{Ab} ±0,07	4,51^{Ab} ±0,04	4,57^{Ab} ±0,04	4,62^{Ab} ±0,19	5,97^{Ac} ±0,02	6,97^{Ad} ±0,07	8,16^{Ae} ±0,06
	3ºC 5dk 330MPa	<3^{Ba} ±0,00	<3^{Ba} ±0,00	4,26^{Ab} ±0,21	4,33^{Ab} ±0,10	4,24^{Ab} ±0,08	4,35^{Ab} ±0,07	4,52^{Bb} ±0,03	5,69^{Bc} ±0,00	6,25^{Bd} ±0,07
	25 ºC 5dk 220MPa	<3^{Ba} ±0,00	3,15^{Cb} ±0,21	4,17^{Ac} ±0,02	4,39^{Ac} ±0,13	4,33^{Ac} ±0,10	4,44^{Ac} ±0,06	4,63^{Bc} ±0,04	5,70^{Bd} ±0,07	6,47^{Be} ±0,00



Şekil 4.26: Soğukta (4ºC) depolama sırasında tekirin toplam aerobik mezofilik bakteri değerinde meydana gelen değişimler

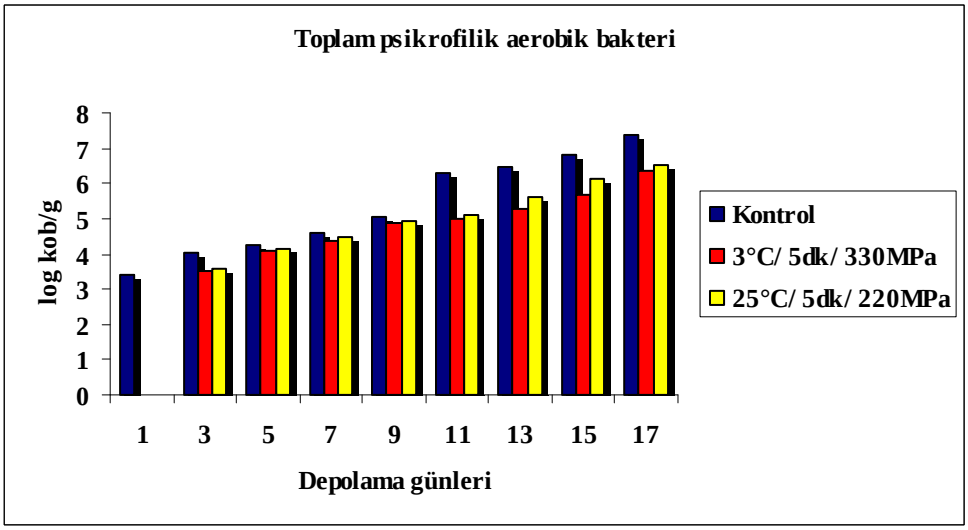
4.4.4.2. Toplam Psikrofilik Aerobik Bakteri Bulguları

Depolama başlangıcında tüm gruplarda çok düşük değerlerde tespit edilen psikrofilik aerobik bakteri yükü depolamanın 11. gününde kontrol grubunda 6,29±0,08 log kob/g olarak bulunmuştur. YHB'li örneklerde aynı gün 5,02±0,03 ve 5,11 ±0,04 log kob/g mezofilik aerobik bakteri değeri tespit edilmiştir. Bu gündeki değerler istatistiki olarak değerlendirildiğinde YHB'li örnekler arasında fark bulunmazken, kontrol grubuna göre bu değerler önemli derecede düşük bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 4.19, Şekil 4.27). Bu durum YHB işleminin mikrobiyal aktiviteyi yavaşlattığını göstermektedir.

Tablo 4.19: Soğukta (4ºC) depolama sırasında tekirin toplam psikrofilik aerobik bakteri değerinde meydana gelen değişimler

(Büyük harfler her kolondaki gruplar arası farkı, küçük harfler her satırdaki gruplar arası farkı ifade

Depolama günleri		1	3	5	7	9	11	13	15	17
Toplam psikrofilik aerobik bakteri yükü log kob/g	Kontrol	3,39 ^{Aa} ±0,12	4,04 ^{Ab} ±0,05	4,24 ^{Ab} ±0,08	4,57 ^{Ab} ±0,12	5,07 ^{Ac} ±0,01	6,29 ^{Ad} ±0,08	6,47 ^{Ad} ±0,18	6,80 ^{Ad} ±0,15	7,35 ^{Ae} ±0,07
	3ºC 5dk 330MPa	<3 ^{Ba} ±0,00	3,50 ^{Ab} ±0,71	4,09 ^{Ac} ±0,13	4,35 ^{Ac} ±0,07	4,89 ^{Bc} ±0,01	5,02 ^{Bd} ±0,03	5,30 ^{Bd} ±0,14	5,70 ^{Bd} ±0,14	6,35 ^{Be} ±0,07
	25 ºC 5dk 220MPa	<3 ^{Ba} ±0,00	3,55 ^{Ab} ±0,49	4,17 ^{Ac} ±0,02	4,47 ^{Ac} ±0,10	4,96 ^{Bc} ±0,01	5,11 ^{Bd} ±0,04	5,60 ^{Bd} ±0,00	6,10 ^{Ae} ±0,14	6,55 ^{Be} ±0,21



Şekil 4.27: Soğukta (4ºC) depolama sırasında tekirin toplam psikrofilik aerobik bakteri değerinde meydana gelen değişimler

4.5. YHB UYGULANMIŞ ÇİPURANIN SOĞUKTA MUHAFAZASI

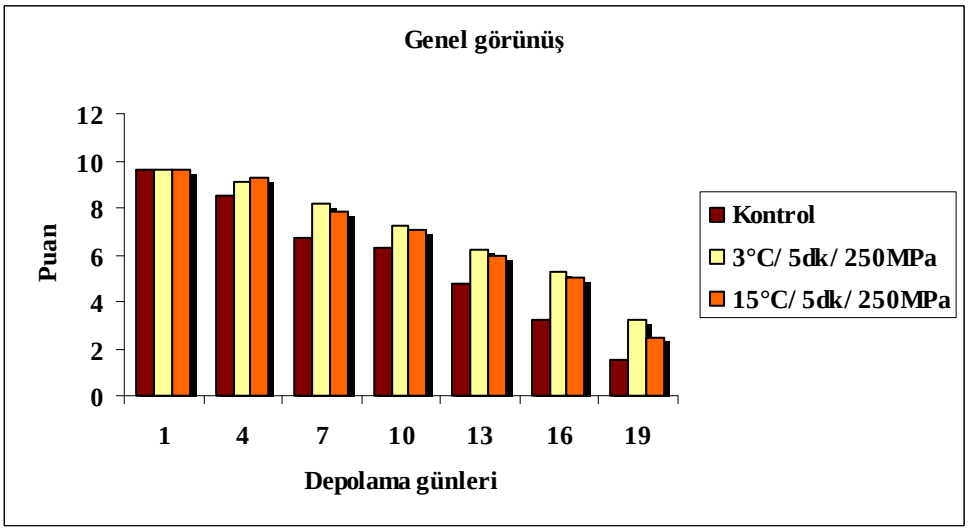
4.5.1. Duyusal Analiz Bulguları

Genel görünüş ve koku parametresindeki değişimler incelendiğinde kontrol grubu çipuraların depolamanın 16. günü, YHB uygulanmış çipuraların ise depolamanın 19. günü tüketilemez kaliteye ulaştığı tespit edilmiştir (Tablo 4.20-4.21, Şekil 4.28-4.29).

Tablo 4.20: Soğukta (4ºC) depolama sırasında çipuranın duyusal parametrelerinde (genel görünüş) meydana gelen değişimler

(Büyük harfler her kolondaki gruplar arası farkı, küçük harfler her satırdaki gruplar arası farkı ifade etmektedir.)

Depolama günleri	1	4	7	10	13	16	19
Kontrol	9,65 ^{Aa} ±0,21	8,50 ^{Aa} ±0,71	6,75 ^{Ab} ±0,35	6,28 ^{Ab} ±0,39	4,75 ^{Ac} ±0,35	3,25 ^{Ad} ±0,35	1,50 ^{Ae} ±0,71
3ºC 5dk 250MPa	9,65 ^{Aa} ±0,21	9,10 ^{Aa} ±0,14	8,15 ^{Bb} ±0,21	7,25 ^{Ac} ±0,35	6,20 ^{Bd} ±0,28	5,30 ^{Bd} ±0,42	3,25 ^{Be} ±0,35
15ºC 5dk 250MPa	9,65 ^{Aa} ±0,21	9,30 ^{Aa} ±0,42	7,80 ^{Ab} ±0,42	7,10 ^{Ab} ±0,14	6,00 ^{Bc} ±0,28	5,05 ^{Bd} ±0,07	2,50 ^{Ce} ±0,71

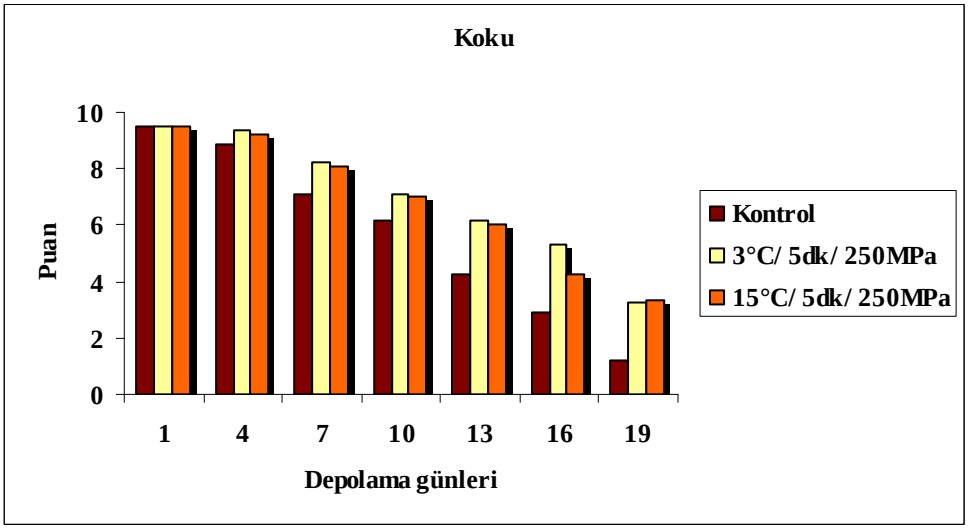


Şekil 4.28: Soğukta (4ºC) depolama sırasında çipuranın duyusal parametrelerinde (genel görünüş) meydana gelen değişimler

Tablo 4.21: Soğukta (4ºC) depolama sırasında çipuranın duyusal parametrelerinde (koku) meydana gelen değişimler

(Büyük harfler her kolondaki gruplar arası farkı, küçük harfler her satırdaki gruplar arası farkı ifade etmektedir.)

Depolama günleri	1	4	7	10	13	16	19
Kontrol	9,5 ^{Aa} ±0,1	8,9 ^{Aa} ±0,1	7,1 ^{Ab} ±0,1	6,2 ^{Ac} ±0,2	4,25 ^{Ad} ±0,25	2,9 ^{Ae} ±0,1	1,2 ^{Af} ±0,2
3ºC 5dk 250MPa	9,5 ^{Aa} ±0,1	9,35 ^{Aa} ±0,35	8,2 ^{Bb} ±0,2	7,1 ^{Bc} ±0,1	6,15 ^{Bd} ±0,15	5,3 ^{Be} ±0,3	3,25 ^{Bf} ±0,25
15ºC 5dk 250MPa	9,5 ^{Aa} ±0,1	9,25 ^{Aa} ±0,25	8,1 ^{Bb} ±0,1	7,05 ^{Bc} ±0,15	6 ^{Bd} ±0,2	4,25 ^{Be} ±0,25	3,3 ^{Bf} ±0,2



Şekil 4.29: Soğukta (4ºC) depolama sırasında çipuranın duyusal parametrelerinde (koku) meydana gelen değişimler

4.5.2. Fiziksel Analiz Bulguları

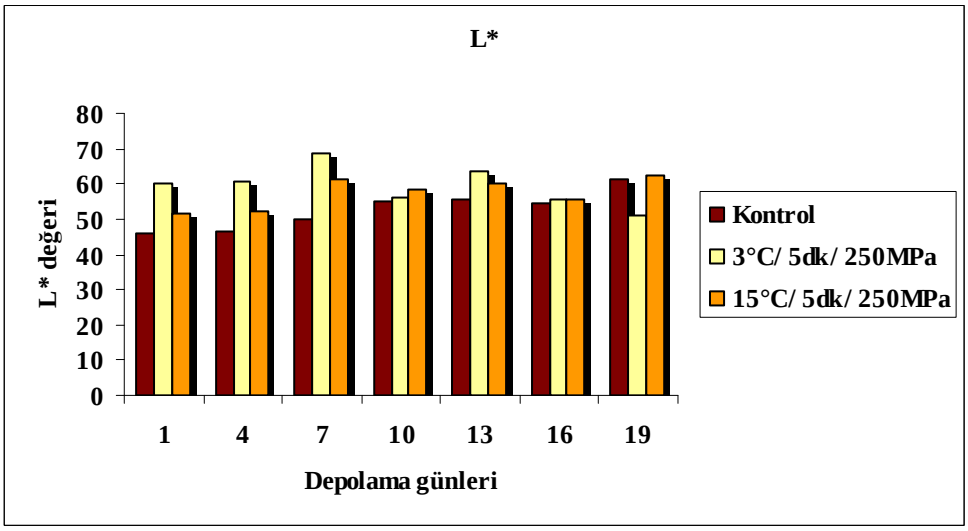
4.5.2.1. Renk Analiz Bulguları

Depolama başlangıcında kontrol grubunda 45,8 ±0,4 YHB işlemi uygulanmış örneklerde 59,9±0,3 ve 51,8±0,5 L* değeri ölçülmüştür ($p<0,05$). Bu değer tüketilebilir kalitenin korunduğu depolamanın 13. gününe dek yükseliş göstermiş daha sonra düşmüştür. Depolamanın 19. günü tüm gruplarda sırasıyla L* değeri 61,5±0,7, 51,3±0,8 ve 62,4 ±0,9 olarak ölçülmüştür (Tablo 4.22, Şekil 4.30).

Tablo 4.22: Soğukta (4ºC) depolama sırasında çipuranın renk değerlerinde (L*) meydana gelen değişimler

(Büyük harfler her kolondaki gruplar arası farkı, küçük harfler her satırdaki gruplar arası farkı ifade etmektedir.)

Depolama günleri		1	4	7	10	13	16	19
L*	Kontrol	45,8 ^{Aa} ±0,4	46,6 ^{Aa} ±0,5	49,9 ^{Aa} ±0,6	55,3 ^{Ab} ±1,0	55,4 ^{Ab} ±0,7	54,2 ^{Ab} ±0,8	61,5 ^{Ac} ±0,7
	3ºC 5dk 250MPa	59,9 ^{Ba} ±0,3	60,9 ^{Ba} ±0,4	68,6 ^{Bb} ±1,1	56,0 ^{Ac} ±1,0	63,4 ^{Bd} ±0,6	55,7 ^{Ac} ±0,4	51,3 ^{Be} ±0,8
	15ºC 5dk 250MPa	51,8 ^{Ca} ±0,5	52,0 ^{Ca} ±0,7	61,2 ^{Cb} ±0,8	58,3 ^{Bc} ±0,9	60,3 ^{Cb} ±0,7	55,6 ^{Ad} ±0,9	62,4 ^{Ab} ±0,9



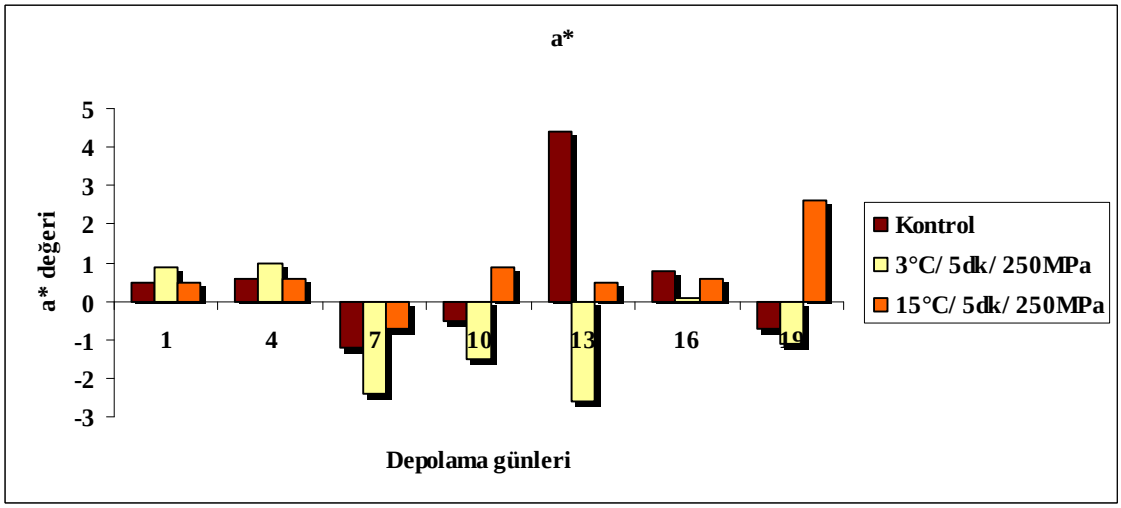
Şekil 4.30: Soğukta (4ºC) depolama sırasında çipuranın renk değerlerinde (L*) meydana gelen değişimler

Depolama başlangıcında kontrol ve basınçlı örneklerde sırasıyla 0,5±0,5, 0,9±0,3 ve 0,5±0,2 a* değerleri tespit edilirken, depolama sonunda kontrol grubunda -0,7±0,4, basınçlı örneklerde de -1,1±0,5 ve 2,6±0,4 a* değeri ölçülmüştür (Tablo 4.23, Şekil 4.31).

Tablo 4.23: Soğukta (4ºC) depolama sırasında çipuranın renk değerlerinde (a*) meydana gelen değişimler

(Büyük harfler her kolondaki gruplar arası farkı, küçük harfler her satırdaki gruplar arası farkı ifade etmektedir.

Depolama günleri		1	4	7	10	13	16	19
a*	Kontrol	0,5 ^{Aa} ±0,5	0,6 ^{Aa} ±0,8	-1,2 ^{Ab} ±0,7	-0,5 ^{Ac} ±0,5	4,4 ^{Ad} ±0,5	0,8 ^{Ae} ±0,2	-0,7 ^{Ac} ±0,4
	3ºC 5dk 250MPa	0,9 ^{Ba} ±0,3	1,0 ^{Aa} ±0,4	-2,4 ^{Bb} ±0,6	-1,5 ^{Bc} ±0,3	-2,6 ^{Bb} ±0,2	0,1 ^{Ad} ±0,7	-1,1 ^{Ac} ±0,5
	15ºC 5dk 250MPa	0,5 ^{Aa} ±0,2	0,6 ^{Aa} ±0,2	-0,7 ^{Ab} ±0,0	0,9 ^{Cc} ±0,3	0,5 ^{Ca} ±0,8	0,6 ^{Aa} ±0,8	2,6 ^{Bd} ±0,4



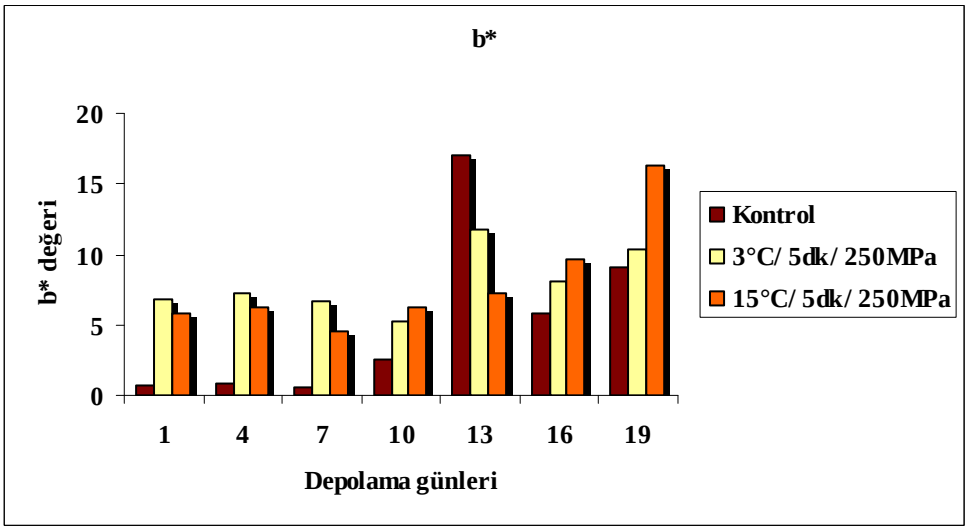
Şekil 4.31: Soğukta (4ºC) depolama sırasında çipuranın renk değerlerinde (a*) meydana gelen değişimler

Çipura örneklerinin b* değerinde depolama boyunca bir artış gözlenmiş depolamanın sonunda kontrol grubu için 9,1±0,6 b*değeri ölçülürken, basınç uygulanmış örneklerde 10,4±0,4 ve 16,3±0,3 b* değeri ölçülmüştür (Tablo 4.24, Şekil 4.32).

Tablo 4.24: Soğukta (4ºC) depolama sırasında çipuranın renk değerlerinde (b*) meydana gelen değişimler

(Büyük harfler her kolondaki gruplar arası farkı, küçük harfler her satırdaki gruplar arası farkı ifade etmektedir.)

Depolama günleri		1	4	7	10	13	16	19
b*	Kontrol	0,7 ^{Aa} ±0,1	0,8 ^{Aa} ±0,1	0,6 ^{Aa} ±1,5	2,5 ^{Ab} ±0,4	17,0 ^{Ac} ±0,8	5,8 ^{Ad} ±0,9	9,1 ^{Ae} ±0,6
	3ºC 5dk 250MPa	6,8 ^{Aa} ±0,4	7,3 ^{Ba} ±0,5	6,6 ^{Ba} ±0,7	5,2 ^{Bb} ±0,9	11,8 ^{Bc} ±0,5	8,1 ^{Bd} ±0,4	10,4 ^{Bc} ±0,4
	15ºC 5dk 250MPa	5,8 ^{Ba} ±0,3	6,2 ^{Ca} ±0,2	4,48 ^{Cb} ±0,5	6,3 ^{Ca} ±0,8	7,2 ^{Cc} ±0,5	9,6 ^{Cd} ±0,4	16,3 ^{Ce} ±0,3



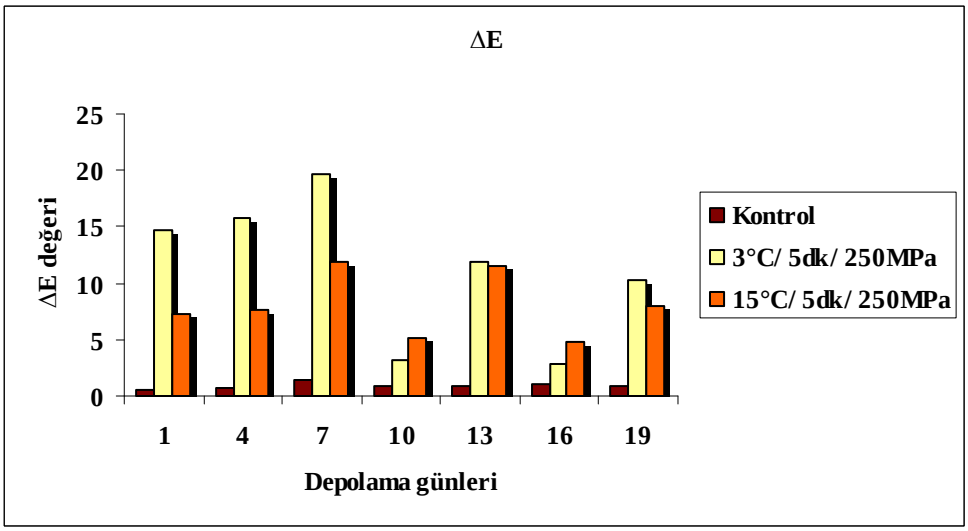
Şekil 4.32: Soğukta (4ºC) depolama sırasında çipuranın renk değerlerinde (b*) meydana gelen değişimler

L*, a* ve b* değerindeki değişimlere paralel olarak kontrol ve basınç uygulanmış çipura örneklerinin ΔE değeri depolama boyunca artış göstermiştir (Tablo 4.25, Şekil 4.33).

Tablo 4.25: Soğukta (4ºC) depolama sırasında çipuranın renk değerlerinde (ΔE) meydana gelen değişimler

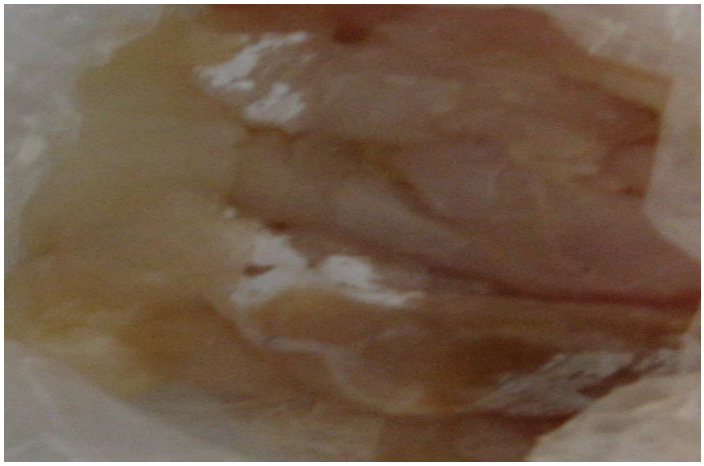
(Büyük harfler her kolondaki gruplar arası farkı, küçük harfler her satırdaki gruplar arası farkı ifade etmektedir.)

Depolama günleri		1	4	7	10	13	16	19
ΔE	Kontrol	0,6 ^{Aa} ±0,5	0,7 ^{Aa} ±0,3	1,4 ^{Ab} ±0,4	0,9 ^{Ac} ±0,3	0,9 ^{Ac} ±0,3	1,0 ^{Ad} ±0,2	0,8 ^{Ac} ±0,1
	3ºC 5dk 250MPa	14,7 ^{Ba} ±0,3	15,8 ^{Ba} ±0,5	19,7 ^{Bb} ±1,2	3,2 ^{Bc} ±0,5	11,8 ^{Bd} ±0,8	2,9 ^{Be} ±0,4	10,3 ^{Bd} ±0,7
	15ºC 5dk 250MPa	7,3 ^{Ca} ±0,8	7,7 ^{Ca} ±0,6	11,9 ^{Cb} ±0,8	5,2 ^{Cc} ±0,5	11,6 ^{Bb} ±0,6	4,7 ^{Cc} ±1,0	8,0 ^{Ca} ±0,1

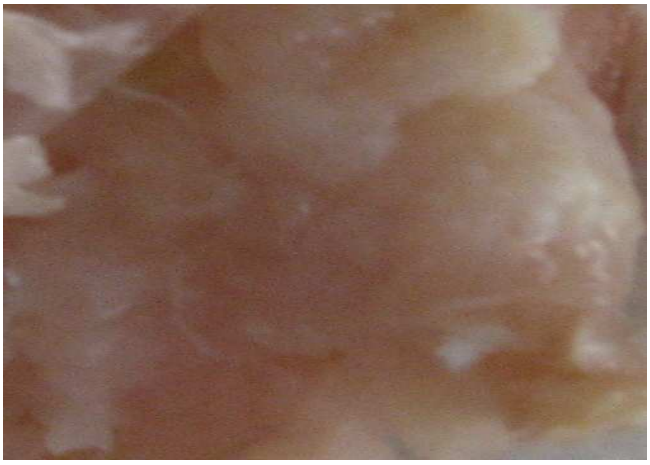


Şekil 4.33: Soğukta (4ºC) depolama sırasında çipuranın renk değerlerinde (ΔE) meydana gelen değişimler

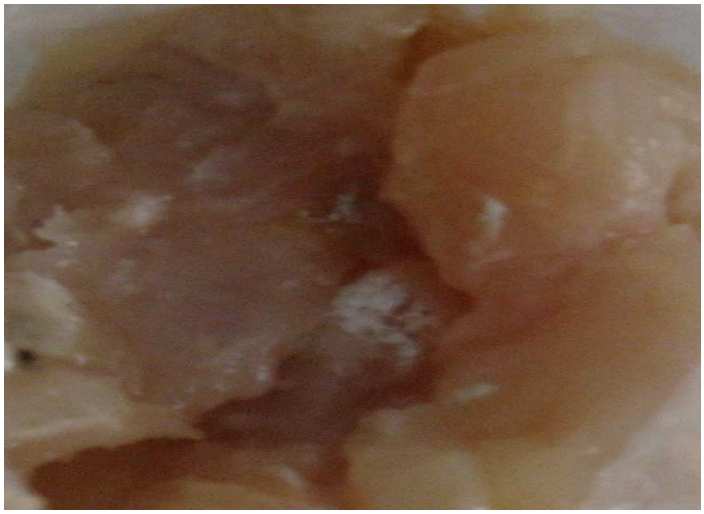
Kontrol ve YHB uygulanmış çipura örneklerindeki L*, a* ve b* değerlerideki değişimler görsel olarak Şekil 4.34, Şekil 4.35 ve Şekil 4.36' da gözlenmektedir. YHB işleminin balıketinin görünüşüne etkisi ve gruplar arası fark görülmektedir. YHB uygulanmış gruplarda daha açık renk gözlenmektedir.



Şekil 4.34: Depolamanın 19. günü kontrol grubu çipura örnekleri



Şekil 4.35: Depolamanın 19. günü 3ºC/ 5dk/ 250MPa basınç uygulanmış çipura örnekleri



Şekil 4.36: Depolamanın 19. günü 15ºC/ 5dk/ 250MPa basınç uygulanmış çipura örnekleri

4.5.3. Kimyasal Analiz Bulguları

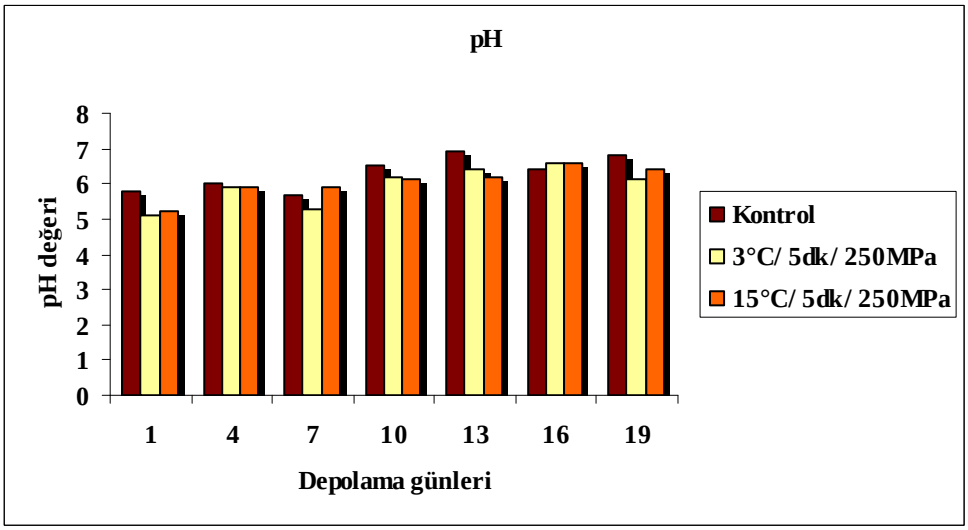
4.5.3.1. pH Analiz Bulguları

Depolama başlangıcında kontrol grubunda 5,8±0,2 YHB'li örneklerde 5,1±0,1 ve 5,2±0,0 olan pH değerleri tespit edilmiştir. Depolama boyunca pH değeri tüm gruplarda artış göstermiş depolamanın 13. günü örneklerde sırasıyla 6,9±0,3, 6,4±0,0 ve 6,2±0,1 pH değeri ölçülmüştür (Tablo 4.26, Şekil 4.37).

Tablo 4.26: Soğukta (4ºC) depolama sırasında çipuranın pH değerinde meydana gelen değişimler

(Büyük harfler her kolondaki gruplar arası farkı, küçük harfler her satırdaki gruplar arası farkı ifade etmektedir.)

Depolama günleri		1	4	7	10	13	16	19
pH	Kontrol	5,8 ^{Aa} ±0,2	6,0 ^{Aa} ±0,1	5,7 ^{Aa} ±0,1	6,5 ^{Ab} ±0,1	6,9 ^{Ab} ±0,3	6,4 ^{Ab} ±0,1	6,8 ^{Ab} ±0,1
	3ºC 5dk 250MPa	5,1 ^{Aa} ±0,1	5,9 ^{Aa} ±0,0	5,3 ^{Ba} ±0,0	6,2 ^{Bb} ±0,1	6,4 ^{Bb} ±0,0	6,6 ^{Ab} ±0,4	6,1 ^{Bb} ±0,2
	15ºC 5dk 250MPa	5,2 ^{Aa} ±0,0	5,9 ^{Aa} ±0,1	5,9 ^{Aa} ±0,0	6,1 ^{Bb} ±0,1	6,2 ^{Bb} ±0,1	6,6 ^{Ac} ±0,3	6,4 ^{Cb} ±0,3



Şekil 4.37: Soğukta (4ºC) depolama sırasında çipuranın pH değerinde meydana gelen değişimler

4.5.3.2. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Bulguları

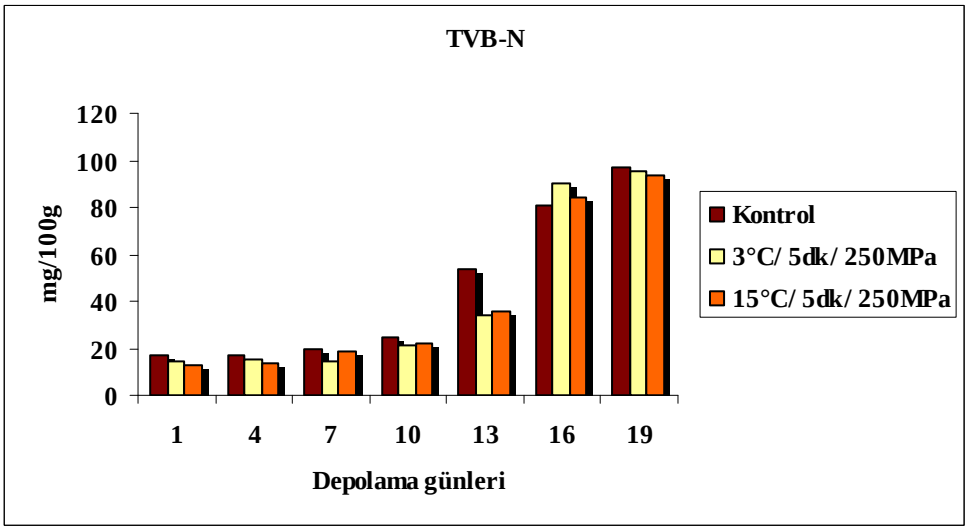
Depolama başlangıcında kontrol ve YHB'li çipura örneklerinde sırasıyla 16,9±0,0 mg/100g, 14,8±0,5 mg/100g ve 12,7±0,3 mg/100g TVB-N değeri belirlenmiştir. Bu

değerler arasındaki fark önemli ($p<0,05$) bulunmuştur. Bu değerler depolama boyunca artış göstermiş depolamanın 10. gününde kontrol grubunda 25,0±0,5 mg/100g TVB-N değeriyle tüketilebilir limit aşılmıştır (Tablo 4.27, Şekil 4.38). Aynı gün YHB'li örneklerde 21,3±0,8 mg/100g ve 22,4±0,2 mg/100g TVB-N değeri ölçülmüştür ($p<0,05$).

Tablo 4.27: Soğukta (4ºC) depolama sırasında çipuranın TVB-N değerinde meydana gelen değişimler

(Büyük harfler her kolondaki gruplar arası farkı, küçük harfler her satırdaki gruplar arası farkı ifade etmektedir.)

	Depolama günleri	1	4	7	10	13	16	19
TVB-N (mg/100g)	Kontrol	16,9 ^{Aa} ±0,0	17,0 ^{Aa} ±0,1	19,7 ^{Ab} ±0,0	25,0 ^{Ac} ±0,5	53,3 ^{Ad} ±0,8	81,0 ^{Ae} ±1,1	97,2 ^{Af} ±0,5
	3ºC 5dk 250MPa	14,8 ^{Ba} ±0,5	15,2 ^{Ba} ±0,7	14,6 ^{Ba} ±0,5	21,3 ^{Bb} ±0,8	34,0 ^{Bc} ±0,0	90,4 ^{Bd} ±0,2	95,3 ^{Be} ±0,5
	15ºC 5dk 250MPa	12,7 ^{Ca} ±0,3	13,6 ^{Ba} ±0,8	18,6 ^{Cb} ±0,3	22,4 ^{Cc} ±0,2	35,4 ^{Bd} ±0,5	84,2 ^{Ce} ±0,8	94,0 ^{Bf} ±1,0



Şekil 4.38: Soğukta (4ºC) depolama sırasında çipuranın TVB-N değerinde meydana gelen değişimler

4.5.3.3. Trimetil Amin Azot (TMA-N) Bulguları

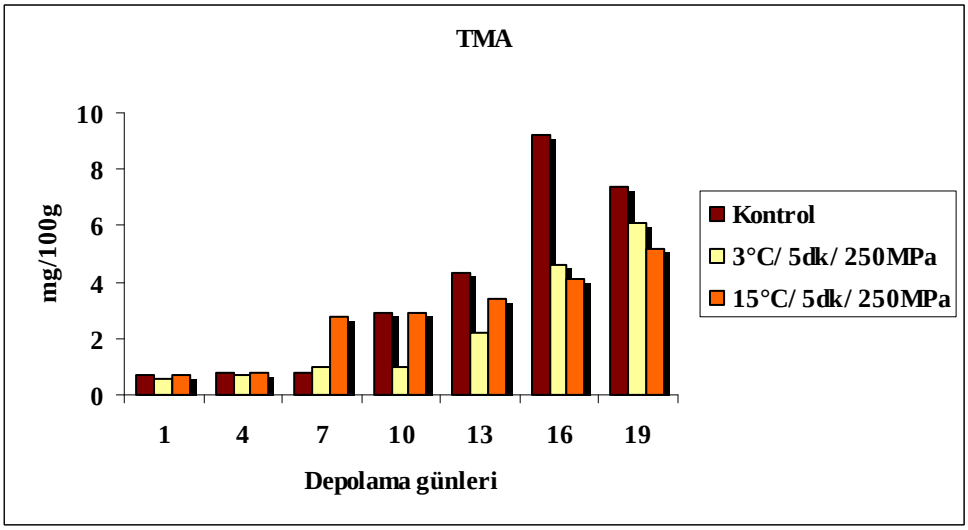
Depolamanın başlangıcında çipura örneklerinde sırasıyla TMA-N değeri 0,7±0,1 mg/100g, 0,6±0,0 mg/100g ve 0,7±0,0 mg/100g olarak ölçülmüştür. Bu değer 16 günlük depolama sonunda kontrol ve YHB'li gruplarda 9,2±0,1 mg/100g, 4,6±0,0 mg/100g ve

4,1±0,0 mg/100g olarak tespit edilmiştir (Tablo 4.28, Şekil 4.39). Bu değerler istatistiki olarak değerlendirildiğinde YHB'li örneklerin TMA-N değeri kontrol grubuna göre düşük bulunmuştur ($p<0,05$).

Tablo 4.28: Soğukta (4ºC) depolama sırasında çipuranın TMA-N değerinde meydana gelen değişimler

(Büyük harfler her kolondaki gruplar arası farkı, küçük harfler her satırdaki gruplar arası farkı ifade etmektedir.)

	Depolama günleri	1	4	7	10	13	16	19
TMA-N (mg/100g)	Kontrol	0,7 ^{Aa} ±0,1	0,8 ^{Aa} ±0,0	0,8 ^{Aa} ±0,0	2,9 ^{Ab} ±0,1	4,3 ^{Ac} ±0,0	9,2 ^{Ad} ±0,1	7,4 ^{Ae} ±0,1
	3ºC 5dk 250MPa	0,6 ^{Aa} ±0,0	0,7 ^{Ba} ±0,2	1,0 ^{Bb} ±0,0	1,0 ^{Bb} ±0,0	2,2 ^{Bc} ±0,0	4,6 ^{Bd} ±0,0	6,1 ^{Be} ±0,0
	15ºC 5dk 250MPa	0,7 ^{Aa} ±0,0	0,8 ^{Ab} ±0,0	2,8 ^{Cc} ±0,0	2,9 ^{Ac} ±0,0	3,4 ^{Cd} ±0,0	4,1 ^{Ce} ±0,0	5,2 ^{Cf} ±0,0



Şekil 4.39: Soğukta (4ºC) depolama sırasında çipuranın TMA-N değerinde meydana gelen değişimler

4.5.3.4. Tiyobarbitürik asit (TBA) Bulguları

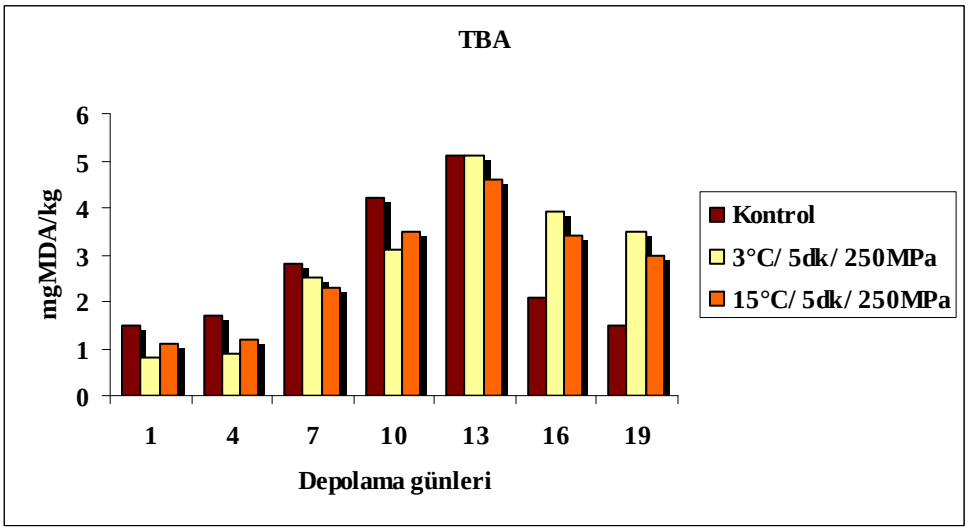
Kontrol ve YHB uygulanmış çipura örneklerinde depolama başlangıcında 1,5±0,0 mg MDA/kg, 0,8±0,1 mg MDA/kg, 1,1±0,1 mg MDA/kg TBA değerleri ölçülmüştür. TBA değeri depolamanın 13. gününe kadar tüm gruplarda yükseliş göstermiş daha sonra düşmüştür. Depolamanın 13. gününde kontrol grubunda 5,1±0,1 mg MDA/kg TBA

değeri tespit edilirken, YHB uygulanmış örneklerde 5,1±0,2 ve 4,6±0,1 mg MDA/kg TBA değeri ölçülmüştür (Tablo 4.29, Şekil 4.40).

Tablo 4.29: Soğukta (4ºC) depolama sırasında çipuranın TBA değerinde meydana gelen değişimler

(Büyük harfler her kolondaki gruplar arası farkı, küçük harfler her satırdaki gruplar arası farkı ifade etmektedir.)

Depolama günleri		1	4	7	10	13	16	19
TBA (mg MDA/kg meat)	Kontrol	1,5 ^{Aa} ±0,0	1,7 ^{Aa} ±0,0	2,8 ^{Ab} ±0,0	4,2 ^{Ac} ±0,0	5,1 ^{Ad} ±0,1	2,1 ^{Ab} ±0,1	1,5 ^{Aa} ±0,2
	3ºC 5dk 250MPa	0,8 ^{Ba} ±0,1	0,9 ^{Ba} ±0,0	2,5 ^{Bb} ±0,1	3,1 ^{Bc} ±0,0	5,1 ^{Ad} ±0,2	3,9 ^{Bc} ±0,2	3,5 ^{Bc} ±0,3
	15ºC 5dk 250MPa	1,1 ^{Ca} ±0,1	1,2 ^{Ca} ±0,0	2,3 ^{Cb} ±0,0	3,5 ^{Cc} ±0,1	4,6 ^{Bd} ±0,1	3,4 ^{Bc} ±0,1	3,0 ^{Bc} ±0,1



Şekil 4.40: Soğukta (4ºC) depolama sırasında çipuranın TBA değerinde meydana gelen değişimler

4.5.4. Mikrobiyolojik Analiz Bulguları

4.5.4.1.Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Bulguları

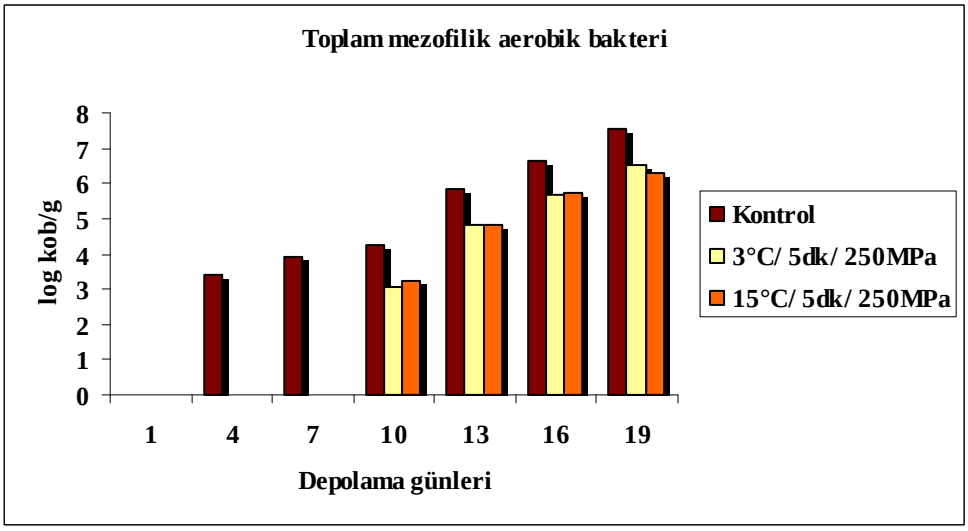
Mezofilik aerobik bakteri değeri depolama sürecine bağlı olarak tüm çipura örneklerinde yükseliş göstermiş depolamanın 13. günü kontrol grubu örneklerde 5.84±0,07 log kob/g bakteri yükü tespit edilmiştir. YHB uygulanmış örneklerde ise tüm depolama boyunca daha düşük ($p<0,05$) bakteri yükü tespit edilirken depolamanın 16.

günü sırasıyla 5,65±0,05 ve 5,73 ±0,04 log kob/g mezofilik aerobik bakteri yükü belirlenmiştir (Tablo 4.30, Şekil 4.41).

Tablo 4.30: Soğukta (4ºC) depolama sırasında çipuranın toplam mezofilik aerobik bakteri değerinde meydana gelen değişimler

(Büyük harfler her kolondaki gruplar arası farkı, küçük harfler her satırdaki gruplar arası farkı ifade etmektedir.)

Depolama günleri		1	4	7	10	13	16	19
Toplam mezofilik aerobik bakteri yükü (log kob/g)	Kontrol	<3 ^{Aa} ±0,00	3,39 ^{Ab} ±0,09	3,89 ^{Ab} ±0,12	4,24 ^{Ac} ±0,06	5,84 ^{Ad} ±0,07	6,65 ^{Ae} ±0,05	7,54 ^{Af} ±0,06
	3ºC 5dk 250MPa	<3 ^{Aa} ±0,00	<3 ^{Ba} ±0,00	<3 ^{Ba} ±0,00	3,09 ^{Bb} ±0,09	4,84 ^{Bc} ±0,06	5,65 ^{Bd} ±0,05	6,54 ^{Be} ±0,06
	15ºC 5dk 250MPa	<3 ^{Aa} ±0,00	<3 ^{Ba} ±0,00	<3 ^{Ba} ±0,00	3,24 ^{Bb} ±0,24	4,84 ^{Bc} ±0,06	5,73 ^{Bd} ±0,04	6,3 ^{Be} ±0,0



Şekil 4.41: Soğukta (4ºC) depolama sırasında çipura toplam mezofilik aerobik bakteri değerinde meydana gelen değişimler

4.5.4.2. Toplam Psikrofilik Aerobik Bakteri Bulguları

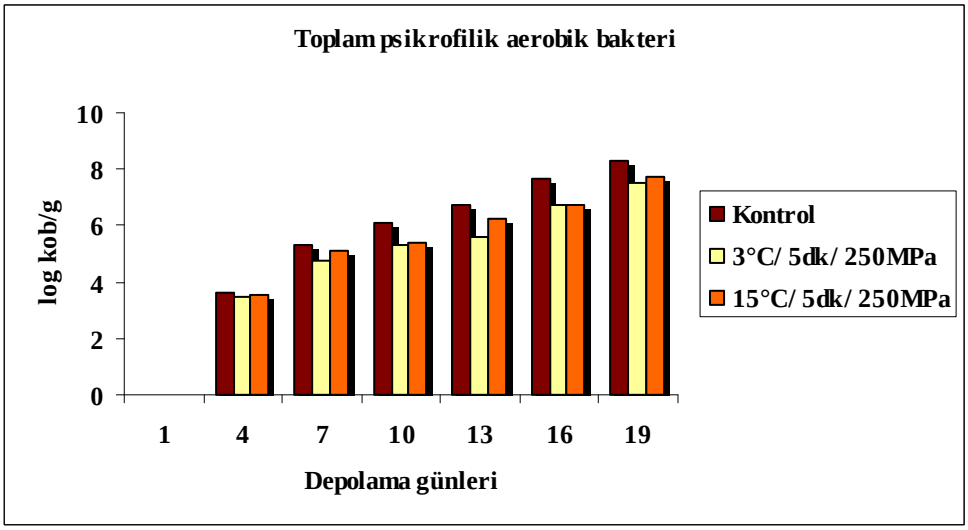
Mezofilik aerobik bakteri değerine benzer olarak depolama başlangıcında çok düşük olan psikrofilik aerobik bakteri değeri tüm gruplarda depolama boyunca artış göstermiştir. Depolamanın 10. gününde kontrol grubunda 6,09±0,09 log kob/g, depolamanın 13. gününde YHB uygulanmış örneklerde 5,59±0,59 ve 6,21 ±0,03 log kob/g psikrofilik aerobik bakteri yükü tespit edilmiştir. Depolama boyunca meydana

gelen artış tüm gruplarda önemli bulunurken kontrol grubu örneklerin psikrofilik bakteri yükü YHB'li örneklerde daha düşük ($p<0,05$) bulunmuştur (Tablo 4.31, Şekil 4.42).

Tablo 4.31: Soğukta (4ºC) depolama sırasında çipuranın toplam psikrofilik aerobik bakteri değerinde meydana gelen değişimler

(Büyük harfler her kolondaki gruplar arası farkı, küçük harfler her satırdaki gruplar arası farkı ifade etmektedir.)

Depolama günleri		1	4	7	10	13	16	19
Toplam psikrofilik aerobik bakteri yükü (log kob/g)	Kontrol	<3 ^{Aa} ±0,00	3,6 ^{Ab} ±0,3	5,35 ^{Ac} ±0,04	6,09 ^{Ad} ±0,09	6,74 ^{Ad} ±0,04	7,65 ^{Ae} ±0,05	8,29 ^{Af} ±0,19
	3ºC 5dk 250MPa	<3 ^{Aa} ±0,00	3,45 ^{Ab} ±0,25	4,74 ^{Bc} ±0,04	5,35 ^{Bd} ±0,05	5,59 ^{Bd} ±0,59	6,74 ^{Be} ±0,04	7,54 ^{Bf} ±0,06
	15ºC 5dk 250MPa	<3 ^{Aa} ±0,00	3,55 ^{Ab} ±0,15	5,09 ^{Ac} ±0,09	5,38 ^{Bd} ±0,03	6,21 ^{Ae} ±0,03	6,72 ^{Be} ±0,02	7,72 ^{Bf} ±0,06



Şekil 4.42: Soğukta (4ºC) depolama sırasında çipuranın toplam psikrofilik aerobik bakteri değerinde meydana gelen değişimler

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

5.1. BESİN KOMPOZİSYONU

Balıkların yenilebilir dokusundaki lipit miktarı % 0.5 ile %20 arasında değişir ve içerdiği yağ oranına göre yağlı balık ve yağsız balık olarak sınıflandırılır. İçerdiği yağ oranı % 2 den az olanlar yağsız balık, % 2-4 yağ içeren düşük yağlı balık, % 4-8 olanlar orta yağlı balık ve % 8-20 ve daha fazla yağ içerenler yağlı balık olarak tanımlanır (Ackman, 1994). Petrakis ve Stergiou (1995)'e göre < %3 yağa sahip balık yağsız, %3-8 orta yağlı ve %8'den fazla yağ içeren balık yağlı olarak sınıflandırılır. Besin kompozisyonu analizlerine göre tekir % 68,90 nem, %1,86 kül, %16,00 protein ve %12,44 yağ içeriği ile yağlı balık, çipura ise %73,90 nem, %1,63 kül, %18,43 protein ve %5,84 yağ içeriği ile orta yağlı balık sınıfına girmektedir. Avlandığı bölge, beslenme şekli, fizyolojik şartlar gibi faktörler besin kompozisyonu büyük ölçüde etkilemekle birlikte istavrit, sardalya, hamsi, palamut, tekir, barbun balıkları yağlı balık olarak değerlendirilmektedir (Ackman, 1994; Tzikas ve diğ. 2007). Erkan ve Özden (2007) çipura için %63,52 nem, %1,35 kül, %19,81 protein ve %15,11 yağ içeriği bildirmişlerdir. Bizim çalışmamız sonuçlarına benzer şekilde Huidobro ve diğ. (2001a) ise İspanya sularında yetiştirilen çipura için % 71,83 nem, % 1,27 kül, % 22,31 protein ve % 5,28 yağ içeriği tespit etmişlerdir. Alasalvar ve diğ. (2001) çipura için %74,74 nem, %1,53 kül, %18,80 protein ve %6,53 yağ içeriği bildirmişlerdir. Kültürü yapılan balıkların besin kompozisyonu balığın beslenme şekline ve yem kompozisyonuna bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Erkan ve Özden, 2007)

5.2. UYGUN YHB KOMBİNASYONLARININ BELİRLENMESİ

Uygulanan sıcaklık/süre/basınç YHB uygulamasındaki önemli parametrelerdir. Bir gıda için en ideal YHB şartlarını belirlemek için o gıdaya özgü tipik kalite parametreleri baz alınmaktadır. Gıdanın rengi, tekstürü, mikroorganizma yükü ve lipid oksidasyon derecesini gösteren bir parametre bunlardan biri olabilmektedir. Bu parametrelerden bir

veya bir kaçı seçilerek değerlendirme yapılabilmektedir (Amanatidou ve diğ. 2000; Chevalier ve diğ. 2001).

Bu çalışmada her iki balıkta da en ideal YHB uygulamasını belirlemek için fiziksel parametrelerden renk ölçüm değerleri, kimyasal parametrelerden TMA-N ve oksidasyon göstergesi olan TBA değeri baz alınmıştır. Kontrole en yakın renk değerleri ve kontrole yakaın veya daha düşük TMA-N ve TBA değerleri dikkate alınarak en uygun YHB kombinasyonları belirlenmiştir.

Renk değerleri incelendiğinde YHB uygulanmış tekir örneklerinden 3ºC/5dk/220-250-330MPa, 7ºC/5dk/220MPa ve 25ºC/5dk/220MPa kombinasyonlarda basınç uygulanan örneklerin L*değeri kontrolden farklı bulunmamıştır. a*değeri ise YHB'li tekir örneklerinde kontrol grubuna göre değişim göstermezken, 3-15ºC/10dk/220MPa, 7-25ºC/10dk/250MPa, 15-25ºC/5dk/250MPa ve 25ºC/5-10dk/330MPa basınç uygulanan tekir örneklerinin b* değeri kontrolden farksız bulunmuştur. ΔE değeribakımından tekir balığında kontrole en yakın basınç uygulanmış gruplar 15ºC/10dk/220MPa ile 25ºC/5dk/220MPa uygulanan örneklerdir. Çipura için farklı sıcaklık-süre-basınç kombinasyonlarında uygulanan her sıcaklıkta artan basınç ve süreye bağlı olarak kontrol grubuna göre L*değerinin artış, a* değerinin düşüş gösterdiği tespit edilmiştir. YHB uygulanmış çipuralarda ise b* değeri uygulanan tüm sıcaklıklarda basınç ve sürede kontrol grubuna göre yüksek değerler göstermiştir. Su ürünlerinin genel görünüşü ve rengi tüketicinin kalite algısı ve tüketicinin satın alma kararı bakımından baskın bir faktördür. Deniz ürünleriyle ilgili çalışmalarda mezgit, morina, uskumru, salmon, kalkan balıkları ve istiridye için YHB uygulaması yapıldıktan sonra L* değerinde artış, a*değerinde düşüş, b* değerinde artış tespit edildiği bildirilmiştir (Matser ve diğ. 2000; Angsupanich ve Ledward, 1998; Ohshima ve diğ. 1993; Amanatidou ve diğ. 2000; Ashie ve diğ. 1997; Chevalier ve diğ. 2001; Cruz-Romero ve diğ. 2007).

Cruz-Romero ve diğ. (2004) istiridyenin fiziksel ve kimyasal özelliklerine YHB işleminin (20ºC/10dk/100-300-500-800MPa) etkisini inceledikleri çalışmada 100 MPa basıncın L*,a* ve b* değerine etki etmediğini, ancak 300 MPa'dan sonra artan basınçla birlikte kontrol grubu örneklere kıyasla L* ve b* değerinin arttığını, a* değerinin düştüğünü, ΔE değerinin de arttığını tespit etmişlerdir. Domuz eti kıymasında 400 MPa

basıncın ete rengini veren myoglobin üzerinde geri dönüşümsüz denatürasyona neden olduğu bildirilmiştir. Vakum ambalajlama yapılan sığır kıymasına 10°C'de 10 dakika YHB uygulamış ve L* renk değerlerinin 200-300 MPa aralığında önemli bir şekilde arttığını, rengin pembeye dönüştüğü tespit edilmiştir. 400-500 MPa aralığında a* değerlerinin düştüğü ve rengin gri-kahve rengine dönüştüğü belirlenmiştir. 300 MPa üzerindeki uygulamalarda, deniz ürünlerine çok hafif pişirildiklerinde elde edilene benzer bir opaklık görülmektedir (Hoover ve diğ. 1989).

Su ürünleri önemli miktarda protein olmayan azotlu madde içermektedirler. Protein olmayan azotlu maddeler, tat, koku ve bozulmadan sorumludurlar. Trimetilamin oksit kokusuz olup, deniz balıklarında osmoregülasyondan sorumludur ve balıkta bozulmadan sorumlu bakterilerin faaliyetleri sonucunda TMA'e indirgenir. Deniz balıklarında tazelik testi için en çok kullanılan kalite indekslerinden biri TMA-N analizidir (Sikorski ve diğ. 1990). TMA-N oluşumu düşük sıcaklıklarda yavaş, yüksek sıcaklıklarda hızlı yükseliş göstermekle birlikte, balığın yapısına, mikrobiyal yüküne bağlı olarakta değişim gösterir (Ludorff ve Meyer, 1973)

TMA-N değerinin tekir balığına uygulanan farklı YHB kombinasyonlarından etkilendiği, farklı sıcaklık-süre ve basınca bağlı olarak farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Çipurada da benzer durum vardır, 3°C'de 10 dakika 330 MPa basınç, 7 °C'de 10 dakika 330 MPa basınç kombinasyonlarının TMA-N değerine etki etmediği gözlenmiştir. Çalışmamız sonuçlarını karşılaştırabilecek farklı sıcaklık-süre-basınç kombinasyonlarının denendiği ve TMA-N değerinin baz alındığı bir çalışma bulunamamıştır. Bu konuda daha fazla bilimsel çalışmaya ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

Su ürünlerinde yağ oksidasyonu büyük problemdir, özellikle hem proteinlerinin YHB ile denatürasyonu sonucu su ürünlerindeki başlangıç ve ilerlemiş oksidasyon sürecinde değişik komponentlerin ortaya çıkmasına neden olur. YHB işleminin yağ oksidasyonuna etkisi konusunda spesifik bilgi çok azdır. Koyu renkli kaslarda açık renkli kaslara göre yüksek oranda doymamış yapıdaki yağlar daha fazla miktarda bulunduğu gibi, bu kaslarda aynı zamanda yüksek oranda prooksidan olarak hem proteini ve demir de bulunmaktadır (Hultin, 1992). Koyu renkli kaslardaki yağlar yağ

oksidasyonuna oldukça hassastır, çok doymamış yapıdaki yağların yüksek konsantrasyonda bulunduğu balıklarda oksidatif değişimlerin YHB işlemi ile indüklenebilir olması çok önemlidir. Bu işlem sırasında meydana gelecek oksidatif kalite değişimleri balık ürünlerinin kalitesini direkt etkiler. YHB uygulamasının yağ oksidasyonuna etkisi basınç seviyesine, işlem süresine, balık türüne ve balık kas tipine göre değişiklik gösterebilmektedir (Ramirez-Suarez ve Morrissey, 2006; Dederer, 2006).

Çalışmamızda tekir balığına uygulanan YHB kombinasyonlarının TBA değerine etkisi incelendiğinde genellikle farklı sıcaklık, süre ve basıncın TBA değerini değiştirdiği görülmekle birlikte, 7°C'de 5-10 dk 250 MPa basınç, 15°C'de 5 dk 250-330 MPa, 3°C'de 5-10 dk 220MPa ve 25°C'de 5 dk 250MPa basınç kombinasyonunun tekirde TBA değerini etkilemediği tespit edilmiştir. Çipurada ise düşük sıcaklık ve sürede uygulanan basınca bağlı olarak TBA değerinin düştüğü gözlenmiştir, uygulanan sıcaklık-süre ve basınç arttıkça TBA değerinde yükseliş gözlenmiştir.

Orlien ve diğ. (2000) 600 ve 700 MPa'ın üründe çok az bir oksidasyona neden olduğunu bununla birlikte, 500 MPa'nın ve altındaki basınç uygulamalarının ransiditeye neden olmadığını ve 500 MPa'nın bu anlamda kritik bir değer olduğunu ifade etmişlerdir. Chevalier ve diğ. (2001) kalkan filetolarına 4°C'de 15-30 dk 100, 140, 180 ve 200 MPa basınç uygulamışlardır. Lipid oksidasyonunun basınç seviyesi ve süresinden etkilendiğini, 140 MPa ve altı basınçlarda 15 ve 30 dk boyunca kalkan balığının işlenmesinin lipid oksidasyonuna çok az etki ettiği özellikle de oksidasyonun 180 MPa'dan itibaren arttığını bildirmişlerdir.

Çalışmamızda renk, TMA-N ve TBA değerleri birlikte değerlendirildiğinde tekir için 3ºC/5dk/330 MPa ve 25ºC/5dk/220 MPa, çipura için ise 3ºC/5dk/250 MPa ve 15ºC/5dk/250 MPa kombinasyonlarının en iyi YHB şartları olduğuna karar verilmiştir. Bu kombinasyonlarda YHB uygulanmış balıkta yüksek kalitenin korunduğu tespit edilmiştir.

Amanatidou ve diğ. (2000) taze Atlantik salmonu için renk analizini baz alarak 5ºC/10-30-60dk/100-150-200 MPa'da YHB uygulaması yapmışlar ve renk değerleri üzerine

5ºC/10dk/150 MPa basınç uygulamasının en iyi sonucu verdiğini bildirmişlerdir. Chevalier ve diğ. (2001) kalkan balığı için 4ºC/15-30dk/100-140-180-200 MPa basınç uygulamalarını denemişler ve renk parametreleri (L*, a*, b*) ve lipid oksidasyon ürünlerinden TBA ve FFA değerlerini optimum şartları bulmak için değerlendirmişler, sonuç olarak 180 MPa uygulamasının özellikle yağ oksidasyonunda olumlu sonuçlar verdiği için tavsiye etmişlerdir. Soğuk dumanlanmış lambuka (uskumru balığı cinsi) da optimum YHB şartlarını belirlemek için 20ºC/15dk/200-300-400 MPa'larda basınçlama işlemi yapılmış, renk, tekstür ve TBA analiz sonuçları değerlendirilerek 300 MPa basınç uygulamasının bu parametreler üzerine en iyi sonucu verdiği bildirilmiştir (Gómez-Estaca ve diğ. 2007).

5.3. YHB UYGULAMASININ SOĞUKTA MUHAFAZAYA ETKİSİ

5.3.1. Duyusal Analizler

Her iki balık türü için optimum YHB şartları belirlendikten sonra bu şartlarda basınçlanan örnekler 4ºC'de soğuk depoda muhafaza edilmiş ve depolama boyunca meydana gelen kalite değişimleri ve YHB işleminin raf ömrüne etkisi incelenmiştir. Tekirin duyusal analiz sonuçları değerlendirildiğinde kontrol grubu örneklerin raf ömrünün 10 gün 3ºC/5dk/330 MPa ve 25ºC/5dk/220 MPa kombinasyonlarda basınç uygulanmış tekirlerin ise 12 gün olarak bulunmuştur. Özyurt ve diğ. (2009) barbun balığının 8 gün, tekirin 11 gün buzda depolama sırasında tüketilebilir özelliklerini koruduğunu bildirmişlerdir. Jhaveri ve diğ. (1982) buzda depolanan Atlantik uskumrusu için 9 gün, Ryder ve diğ. (1984) buzda depolanan istavrit için 7 gün raf ömrü bildirmişlerdir. Losada ve diğ. (2005); Rodríguez ve diğ. (2005); Simeonidou_ve diğ. (1998) buzda depolanan istavritlerin 5- 6.günden sonra kalitelerinin düştüğünü ve 8. gün tüketilemez kalitede olduklarını bildirmektedirler. Duyusal analiz sonuçlarına göre istavrit için 10, ve derin su istavriti için 7 gün dayanım ömrü tespit etmişlerdir (Tzikas ve diğ. 2007). Bir başka çalışmada yağlı balık olarak bilinen ve buzda depolanan sardalya (Nunes ve diğ. 1992) ve hamsi (Pons-Sánchez-Cascado ve diğ. 2006) için raf ömrü 5 gün olarak belirlenmiştir. Scott ve diğ. (1992) buzda depolanan tekir gibi dip balığı olan bir türün 8 gün tüketilebilir özelliklerini koruduğunu bildirmektedir. Özoğul ve diğ. (2008) buzdolabında muhafaza edilen lahoz için duyusal analiz sonuçlarına göre 4 gün dayanım ömrü belirlemişlerdir. Özoğul ve diğ. (2004a), buzdolabı koşullarında

muhafaza edilen sardalya için dayanım ömrünü 3 gün olarak bildirmektedir. Atmosferik havayla paketlenen istavrit için raf ömrü 8 (Stamatis ve Arkoudelos, 2007) ve 10 gün (Erkan ve diğ. 2007) olarak bildirilmektedir. Reza ve ark. (2009) yağlı balıkların duyusal olarak depolamanın 7. gününden itibaren bozulduğunu bildirmektedir.

Duyusal analiz sonuçlarına göre kontrol grubu çipuraların depolamanın 16.günü tüketilemez kalitede olduğu, 3ºC/5dk/250 MPa ve 15ºC/5dk/250 MPa basınç uygulanmış örneklerin ise depolamanın 19. günü bozulduğu tespit edilmiştir. Tüketilebilir raf ömrü kontrol grubu çipura örnekleri için 13 gün, YHB uygulanmış örnekler için 16 gün olarak bulunmuştur.

Streç film ve alüminyum folyoya sarılarak buzdolabında muhafaza edilen çipuralar ve levrekler için raf ömrü 8 gün olarak bildirilmiştir (Özoğul ve diğ. 2007; Özoğul ve diğ. 2004b). Duyusal analiz değerlendirmelerine göre buz içerisinde depolanan *Sparidae* türleri için Taliadourou ve diğ. (2003); Paleologos ve diğ. (2004) 8-9 gün, Poli ve diğ. (2001); Çaklı ve diğ. (2008) 10 gün, Papadopoulos ve diğ. (2003); Erkan ve diğ., (2006b); Erkan ve Özden (2006) 11 gün, Çaklı ve diğ. (2006a); Erkan (2007) 12 gün, Tejada ve Huidobro (2002) 13 gün, Kyrana ve diğ. (1997); Grigorakis ve diğ. (2003); Çaklı ve diğ. (2006b); Kılınç ve diğ. (2007) 13-15 gün raf ömrü tespit etmişlerdir.

Balıkların dayanım ömrünü yağ ve nem içeriği gibi kimyasal kompozisyonu, depolama sıcaklığı, başlangıç mikrobiyal yükü, ambalaj şekli ve işleme tekniği gibi bir çok faktör etkiler (Erkan ve diğ. 2007). Yapmış olduğumuz bu çalışmada oldukça yeni bir muhafaza tekniği olan YHB uygulamasının her iki balıkta da raf ömrüne etkili olduğu görülmektedir. Zahra (2004) YHB uygulanmış soğukta muhafaza edilmiş ton balığının depolamanın 18. günü bozulduğunu ve kontrol grubuna göre YHB uygulamasının raf ömrünü 9 gün uzattığını bildirmiştir. Benzer şekilde Gómez-Estaca ve diğ. (2007) YHB uygulamasının dumanlanmış balığın duyusal değerlendirmelerinde daha iyi sonuç verdiğini belirtmişlerdir.

5.3.2. Fiziksel Analizler

Depolama süresince kontrol grubu tekir ve çipura örneklerinde renk değerlerinin dalgalanmalar gösterdiği tespit edilmiştir. Çaklı ve diğ. (2006c) buzda depolanan çipuraların L*, a* ve b* değerlerinde depolama süresince artış olduğunu bildirmektedir.YHB uygulanmış örneklerde de kontrol grubuna benzer şekilde renk parametreleri her iki balıkta da depolama süresince artış göstermiştir. Zahra (2004) bizim çalışmamıza benzer şekilde basınçlanmış ve soğukta muhafaza edilen ton balığı etinde renk parametrelerinin depolamaya bağlı olarak yükseliş gösterdiğini bildirmektedir. Ramirez-Suarez ve Morrissey (2006) da YHB işlemi uygulanmış ve soğukta depolanan ton balığı et rengi parametrelerinin depolamaya bağlı olarak artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Cruz-Romero ve diğ. (2008b) 20ºC/5 dak./260-400-600 MPa basınç uygulanan ve buzda depolanan istiridyelerde depolama süresince kontrol ve basınçlı örneklerde L* ve b* değerinin artış, a* değerinin düşüş, bunlara bağlı olarak ΔE değerinin de artış gösterdiğini ve uygulanan basınç miktarındaki artışa paralel olarak bu değerlerdeki değişimlerinde arttığını tespit etmişlerdir. Hurtado ve diğ. (2000**)** 7ºC/5 dak./200MPa basınçlanmış ve 2-3 ºC'de depolanmış mezgit örneklerinde depolama süresince renk parametrelerinin sabit kaldığını bildirmektedirler. Amanatidou ve diğ.(2000); López-Caballero ve diğ. (2005) soğukta muhafaza sırasında basınçlanmış balık ürünlerinde renk değerlerinin çok önemli değişiklik göstermediğini belirtmişlerdir.

Balıkların renk parametrelerindeki farklılıkların nedeni kas etinin rengine, myoglabin içeriğine, oksidasyon düzeyine göre değişebilmesidir.

5.3.3. Kimyasal Analizler

Taze balıkta pH değeri 6,0-6,5'dir. pH değerinin balıktan balığa değişebileceği belirtilmekle birlikte pH bozulmuşluk değeri 6,8-7,0 olarak bildirilmektedir (Ludorff ve Meyer, 1973). Çalışmamızda kontrol ve YHB uygulanmış tekir ve çipura örneklerinde depolama sırasında pH değerinin artış gösterdiği bu sınır değerlere tekir ve çipura kontrol grubu örneklerin depolamanın 13. gününde ulaştığı görülmüştür. YHB uygulanmış örneklerde bozulmuşluk pH değerine kontrol grubuna göre daha geç ulaşılmıştır. Çalışmamızda YHB işleminin pH üzerine hafif bir arttırıcı etkisi olduğu görülmektedir. Benzer şekilde Ramirez-Suarez ve Morrissey (2006) YHB işlemi uygulanmış ve soğukta depolanan ton balığı etinde kontrol grubuna göre daha yavaş

artış gösteren pH değerleri bildirmişlerdir. pH değerindeki bu yavaş seyrin nedenin protein denatürasyonu olduğu kanısına varılmaktadır (Cheah ve Ledward, 1996). Simeonidou ve diğ. (1998) istavrit, sardalya, uskumru balıklarında soğuk depolama sırasında pH değerinin benzer şekilde artış gösterdiğini ifade etmişlerdir.

Cruz-Romero ve diğ. (2008b) 20ºC/5 dak./260-400-600 MPa basınç uygulanan istiridyelerde 2ºC'de buzda depolama sırasında basınçlı örneklerde kontrol grubuna göre pH değerleri yüksek bulunduğunu bildirmişlerdir. Benzer bulgular 20ºC/3 dak./260MPa ve 20ºC/5 dak./ 400MPa basınç uygulanmış 0ºC'de depolanmış istiridyeler içinde bildirilmiştir (Cruz-Romero ve diğ. 2008a). YHB uygulamalarında artan basınç miktarı ile birlikte pH değerininde artış gösterdiği Cruz-Romero ve diğ. (2004) tarafından bildirilmiştir.

Su ürünlerinde TVB-N değeri bozulmanın belirtisi olup en çok kullanılan kimyasal analiz metotlarından birisidir. TVB-N değerindeki artış mikrobiyal aktivite sonucu enzimatik bozulmanın bir nedenidir. Su ürünlerinde TVB-N miktarı depolama boyunca bir artış göstermektedir. Su ürünlerinde TVB-N değeri, bozulmanın tespitinde ve insan tüketimine uygunluğun belirlenmesinde iyi bir indikatördür (Ludorf ve Meyer, 1973). Huss (1988)'e göre 30-35 mg/100g TVB-N içeriğine sahip balık tüketilebilir olarak değerlendirilmiştir. El Marrakchi ve diğ. (1990) ise özellikle yağlı balıklar için TVB-N tüketilebilir sınır değerini 25-30 mg/100g TVB-N olarak bildirmektedir.

Çalışmamızda tekir balığında hem kontrol hemde YHB uygulanmış örneklerde TVB-N değeri depolama boyunca düzgün bir yükseliş göstermiştir. Kontrol ve 25ºC/5dk/220 MPa basınç uygulanmış örnekte depolamanın 5. günü 3ºC/5dk/330 MPa basınç uygulanmış örnekte depolamanın 7. günü TVB-N 30 mg/100g olarak kabul edilen tüketilebilir limiti aşılmıştır.

Civera ve diğ. (1995) buzdolabında depolanan *Sparidae* türlerinde TVB-N değerinin yavaş ve düzenli artış gösterdiğini bildirmiştir. European Union (1995) *Sparidae* türleri için TVB-N limit değerini 25 mg/100g olarak bildirmektedir.

YHB uygulanmış ve uygulanmamış çipura balıklarının soğukta depolanması sırasında kontrol grubu örneklerde TVB-N limit değerinin depolamanın 10. günü aşıldığı tespit edilmiştir. YHB'li örneklerde ise bu değer depolamanın 13. günü aşılmıştır.

Sparidae familyasına ait bir tür olan *Diplodus puntazzo* buzdolabında on günlük depolama sonunda TVB-N değeri 26.15 mg/100 olarak belirlenmiştir (Çaklı ve diğ. 2008). Grigorakis ve diğ. (2003) tarafından buzda depolanan çipuralar için başlangıç TVB-N değeri 15.2 mg/100g olarak bildirilirken 15 günlük depolama sonunda bu değer 25.2 mg/100g olarak bildirilmiştir. Buzda depolanan çipuralarda depolama başlangıcında 13.79 mg/100g (Çaklı ve diğ. 2006c) ve 18.40 mg/100g (Kılınç ve diğ. 2007). TVB-N değeri ölçülürken buzda 14 ve 15 günlük depolama sonunda bu değerler 49.66 mg/100g ve 28.96 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Ayıklanmamış çipuraların TVB-N değerinin buzda 12 günlük depolama sonunda 15.6 mg/100g'dan 33.63 mg/100g yükseldiği tespit edilmiştir (Çaklı ve diğ. 2006a). Taliadourou ve diğ. (2003) levreklerde depolama boyunca TVB-N değerinin yavaş artış gösterdiğini depolamanın 9. gününde 26.88 mg/100g TVB-N değeri bildirmişlerdir. Kyrana and Lougovois (2002) depolamanın başlangıcında levreklerde TVB-N değerini 17.2 mg/100g olarak bulurken bu değer levrekler tüketilemez kalitede iken 30 mg/100g'ın üzerinde bulunmuştur. Yaprak buzda 13 günlük depolama sonunda levreklerde ölçülen TVB-N değeri 57.63 mg/100g olarak bildirilmektedir (Çaklı ve diğ. 2006b).

Basınç uygulanmış (20ºC/3dk/260MPa ve 20ºC/5dk/400MPa) ve basınç uygulanmamış 0ºC'de depolanmış istiridyelerde depolamanın 28.günü kontrol grubu örneklerde TVB-N değeri limitinin aşıldığı aynı gün YHB uygulaması yapılmış örneklerde ise TVB-N değerinin limitin altında kaldığı bildirilmiştir (Cruz-Romero ve diğ. 2008a).

Huss (1988)'e göre <1mg/100g -5mg/100g TMA-N içeriğine sahip balık çok iyi kalite, 5-10 mg/100g iyi kalite, 10-15 mg/100g tüketilebilir kalite ve >15mg/100g tüketilemez kalite olarak sınıflandırılmıştır. El Marrakchi ve diğ. (1990) ise özellikle yağlı balıklar için TMA-N tüketilebilir sınırını 5-10 mg/100g TMA-N olarak bildirmektedir.

Depolama boyunca her iki balıkta da tüm gruplarda TMA-N değeri yükseliş göstermiştir. Kontrol ve 25ºC/5dk/220 MPa basınç uygulanmış tekir örneklerinde 10 mg/100g değeri depolamanın 13. günü aşılırken, 3ºC/5dk/330 MPa basınç uygulanmış tekirlerde 15. gün aşılmıştır. Çipura kültür balığı olduğu için ve tekir kadar bünyesinde yüksek TMAO içermediği için TMA oluşumu depolama boyunca daha yavaş artış göstermiş ve depolama boyunca verilen limitler tüm gruplarda aşılmamıştır. Çipura örneklerinde TMA-N en yüksek değeri depolamanın 16. günü, YHB uygulanmış çipura örneklerde ise depolamanın 19. günü ölçülmüştür.

Buz içerisinde depolanan *Sparidae* türleri için başlangıç TMA-N değeri 0.45 mg/100g (Çaklı ve diğ. 2008), 0.44 mg/100g (Çaklı ve diğ. 2006b), 1.05 mg/100g (Çaklı ve diğ., 2006c), 0.87 mg/100g (Çaklı ve diğ. 2006a) olarak bildirilmiştir. Kyrana ve diğ. 1997; Tejada ve Huidobro 2002; Erkan ve diğ. (2006b) soğukta depolama koşullarında çipurada depolama sonunda 1-2 mg/100g TMA-N değeri bildirmişlerdir. Bu sonuçlara benzer verileri *Sparidae* türleri için Huidobro *ve* diğ. (2001b); Kyrana ve Lougovois (2002); Erkan ve diğ. (2006b)' de bildirmişlerdir**.**
Bizim çalışmamıza benzer şekilde Çalkı ve diğ. 2006a ve 2006c 14 günlük buzda depolama sonunda çipura balığında, 7.73 mg/100g ve 8.97 mg/100g TMA-N degeri bildirmişlerdir.

Yağ oksidasyonunda oluşan ikincil oksidasyon ürünlerinin izlenmesi için TBA sayısı testi kullanılmaktadır. TBA sayısı temel olarak malondialhehiti (MDA) ve pek çok ikincil ürünü tespit etmektedir. Bu metot, duyusal analizlere kıyasla deniz ürünlerindeki ransidite gelişiminin tespitinde oldukça güvenilir sonuçlar göstermektedir ve duyusal analiz sonuçlarıyla da ekseriye uyumludur (Özden ve Gökoğlu, 1997).

Soğukta muhafaza süresince her iki balık türünde de TBA değeri tüm gruplarda başlangıç değerine göre önemli bir artış göstermiştir, YHB'li gruplarda TBA değeri kontrol gruplarına göre daha düşük düzeyde seyir göstermiştir. Amanatidou ve diğ. (2000) 200 MPa kadar basınç uygulamasının TBA değerine etki etmediğini ancak 5ºC'de depolanan basınçlı örneklerin TBA değerinin önemli düzeyde arttığını bildirmektedir. Angsupanich ve Ledward (1998), 200-400-600-800 MPa da 20 dak. basınçlanmış morina kaslarında depolama başlangıcında TBA değerlerinin kontrol

örneklerine kıyasla artan basınca paralel artış gösterdiğini, 400 MPa ve üzerindeki basınçlı örneklerin 7 gün muhafaza sonunda daha yüksek TBA değerleri verdiğini belirtmiştir. Ramirez-Suarez ve Morrissey (2006) YHB işlemi uygulanmış ve soğukta depolanan ton balığı etinde kontrol grubuna göre daha yavaş artış gösteren TBA değerleri bildirmişlerdir.

YHB uygulanmasının (34ºC/15dk/150-600 arası MPa) açık ve koyu renk kaslı balıklarda lipit oksidasyonuna etkisinin incelendiği çalışmada, koyu renkli kaslara sahip balıkta lipid oksidasyonunun 300 MPa'ın üzerindeki uygulamalarda basınç arttıkça arttığı bildirilmektedir (Yağız ve diğ. 2007). Aynı balığın buzdolabı koşullarında 6 gün saklanması süresince lipid oksidasyonu iki yüksek basınç değerinde (450 ve 600 MPa) daha da artış gösterdiği tespit edilmiştir. Açık renk kaslı balıkta ise en yüksek lipid oksidasyonu 300 MPa'da işlem görmüş balıkta gözlenmiştir. YHB uygulanmış (20ºC/5dk/260-400-600 MPa) 2ºC'de buzda depolanan istiridyelerde depolama boyunca basınçlı örneklerde kontrol grubuna göre TBA değerlerinin daha yüksek olduğu Cruz-Romero ve diğ. (2008b) tarafından bildirilmiştir. Benzer şekilde basınç uygulanmış (20ºC/3dk/260MPa ve 20ºC/5dk/ 400MPa) ve basınç uygulanmamış 0ºC'de depolanmış istiridyelerde depolama başlangıcında basınçlı örneklerde kontrol örneklerine göre daha yüksek TBA değeri bulunduğu ve 28.günlük depolama boyunca tüm örneklerde TBA değerinin artış gösterdiği bildirilmiştir (Cruz-Romero ve diğ. 2008a**).**

5.3.4. Mikrobiyolojik Analizler

YHP işlemi uygulanmış ve uygulanmamış örneklerin başlangıç mezofilik aerobik bakteri yükü oldukça düşük bulunmuştur. Özyurt ve diğ. (2009) soğukta muhafaza edilen tekir ve barbun için, Tejada ve Huidobro, (2002); Lougovois ve diğ. (2003) buzda depolanan çipura için, Masniyom ve diğ. (2002); Taliadourou ve diğ. (2003); Paleologos ve diğ. (2004) buzda depolanan levrek için 3 log kob/g, Grigorakis ve diğ. (2003) çipura için <1 log kob/ g toplam mezofilik aerobik bakteri yükü bildirmişlerdir.

Taze balık için verilen toplam mezofilik aerobik bakteri tüketilebilirlik limit değeri 6 log kob/g olarak bildirilmektedir (ICMSF, 1986). Ashie ve diğ. (1996) soğukta muhafaza edilen taze balıkların kalitesinin belirlenmesinde psikrofilik bakteri yükünün tespitinin önemli olduğunu vurgulamıştır. Mol ve diğ. (2007) tarafından soğukta

depolanmış balıklarda psikrofilik aerobik bakteri sınır değeri 6 log kob/g olarak önerilmektedir.

Çalışmamızda kontrol grubu tekir örneklerinin mezofilik aerobik bakteri sınır değeri depolamanın 15. günü aşılırken 3ºC/5dk/330MPa, 25ºC/5dk/220MPa işlem görmüş tekir örneklerinde bu değer depolamanın 17. günü aşılmıştır. Benzer durum çipura balıklarında görülmüştür. Kontrol grubu çipuralarda mezofilik aerobik bakteri sınır değeri depolamanın 16. günü YHB uygulanmış çipura örneklerinde ise 19. günü aşılmıştır.

Psikrofilik aerobik bakteri değerleri incelendiğinde kontrol grubu tekir örneklerinde depolamanın 11. günü sınır değerin aşıldığı görülmektedir. Düşük sıcaklıkta YHB uygulaması (3ºC/5dk/250MPa) yapılan tekir örneklerinde ise bu psikrofilik bakteri sınır değeri depolamanın 17. gününde aşılmıştır. Daha yüksek sıcaklıkta uygulanan YHB işlemine (25ºC/5dk/220MPa) tabi tutulan tekirlerde de durum kontrol grubuna göre olumlu sonuç vermektedir, bu grupta sınır değere depolaman 15. günü ulaşıldığı görülmüştür. Benzer durum çipura örneklerinin depolanmasında görülmektedir, kontrol grubu çipuralarda psikrofilik bakteri limit değerine depolamanın 10. günü ulaşılırken, 15ºC/5dk/250MPa YHB uygulanmış çipuralarda 13. gün ulaşılmıştır. 3ºC/5dk/250MPa işlem uygulanan çipura örneklerinde ise psikrofilik bakteri limit değerine depolamanın16. günü geçilmiştir bu durum uygulanan YHB işleminin soğuk depolama sırasında bakteri yüküne ve raf ömrüne olumlu etki ettiğini ortaya koymaktadır.

Deniz ürünlerinden levrek, istiridye, ahtapot, ton balığı ve alabalıkta YHB uygulaması ile mikrobiyal yükün inaktivasyonu ve mikrobiyal yükün azaltılması konusunda literatür bilgileri mevcuttur (Cheret ve diğ. 2005b; He ve diğ. 2002; Hurtado ve diğ. 2001a; Ramirez-Suarez ve Morrissey, 2006; Yağız ve diğ. 2007). Çeşitli yazarların YHB ile mikroorganizmaların inaktivasyonu konusunda fikirleri bulunmaktadır. YHB ile anahtar protein ve enzimlerin denatürasyonu ve inaktivasyonu, hücre membranının hasar görmesi, hücre içi bileşenlerin serbest kalması ile mikrooranizma hücrelerinin inaktive olabileceğine ait görüşler mevcuttur (Carlez ve diğ. 1995; Smelt, 1998).

YHB uygulamasından sonra istiridyelerde total mikroflorada düşüş olduğu pek çok çalışmada bildirilmiştir (He ve diğ. 2002, Linton ve diğ. 2003; Lopez–Caballero ve diğ. 2000a; Cruz-Romero ve diğ. 2008c). Linton ve diğ. (2003) 300–600 MPa basınç uygulanmış istiridye etlerinde 2ºC'de 28 günlük depolama sonunda toplam bakteri yükünün 5 log kob/g'ın altında kaldığını belirtmişlerdir. Yüksek basıncın (450 ve 600 MPa) işleminin aerobik bakteri yükünü alabalıkta 4 ila 6 log kadar azalttığı ve 34ºC/450 ve 600 MPa'da 15 dakika boyunca basınç işlenmeni takiben 6 günlük depolama esnasında herhangi bir mikrobiyal gelişim gözlenmediği Yağız ve diğ. (2007) tarafından tespit edilmiştir.

Linton ve diğ. (2003) YHB işlemi uygulandıktan sonra su ürünlerinde psikrotrofik bakterilerin önemli derecede azaldığını ve depolama sırasında YHB işlemi uygulanmamış örneklere göre daha düşük seviyede kaldığını bildirmişlerdir.

20ºC/5dk/ 400-600 MPa basınç uygulamasının buzda 14 gün depolanan istiridyelerin bakteri yükünde 20ºC/5dk/260 MPa basınç uygulamasına göre daha etkili olduğu bildirilmiştir (Cruz-Romero ve diğ. 2008b**)**. Soğukta 0ºC'de depolanan YHB uygulanmamış istiridyelerde toplam aerobik bakteri değerinin depolamanın 21. günü, 20ºC/5dk/400 MPa basınç uygulanan örneklerde ise 28. günü aşıldığı bildirilmektedir **(**Cruz-Romero ve diğ. 2008a).

Ramirez-Suarez ve Morrissey (2006) ton balığına YHB uygulaması (10ºC/2-4-6 dak./275-310 MPa) yaparak soğukta 4ºC'de depolamış ve 22 günlük depolama sonunda kontrol grubuna göre limitlere ulaşmayan mezofilik ve psikrofilik aerobik bakteri yükü tespit etmişlerdir.

Bu çalışmalarda mezofilik bakteri sayılarının çalışmamızdan daha uzun sürede limit değerlere ulaşmasının nedeni, incelenen materyalin farklılığından, depolama sıcaklığının daha düşük olmasından ve farklı basınçlarda işlem gördüğünden kaynaklanmaktadır.

Ayrıca kontrol grubu örnekler için benzer verileri çipura için (Grigorakis ve diğ. 2003; Lougovois ve diğ. 2003; Özoğul ve diğ 2007), levrek için (Taliadourou ve diğ. 2003;

Paleologos ve diğ. 2004) ve tekir için (Özyurt ve diğ. 2009) bildirmektedirler. Gerek akuakültür gerekse deniz balıklarının etinin mikrobiyal kalitesi av alanına ve öldürme koşullarındaki hijyen durumu ile ilişkilidir. Balık ayıklanırken solungaç ve bağırsaklarda bulunan bakterilerle yenilebilir kaslar kontamine olabilir (Krizek ve diğ. 2004). Rehbein ve diğ. (1994) balıkta toplam bakteri yükü 7 log kob/g'ın üzerine çıktığında duyusal olarak tüketilebilir görünsede balığın kesinlikle tüketilmemesi gerektiğini bildirmektedir.

5.4. SONUÇ

Bu çalışmada uygulanan YHB kombinasyonlarının taze balıklardaki kalite parametrelerinden renk, TBA ve TMA üzerine etkisi olduğu ve balık türüne göre değişikler gösterdiği, bu konuda daha detaylı çalışmalar yapılması gerekliliği ortaya konmuştur.

Kalitenin korunması bakımından tekir için 3ºC/5dk/220MPa - 25ºC/5dk/330MPa çipura için 3ºC/5dk/250MPa - 15ºC/5dk/250MPa kombinasyonlarının uygun YHB şartları olduğu tespit edilmiştir.

YHB uygulanmış balıkların soğukta depolanması sırasında dayanım ömrünün olumlu etkilendiği görülmüştür. Soğukta buzdolabı koşullarında muhafaza edilen tekirlerin duyusal ve mikrobiyolojik parametrelere göre 10 gün tüketilebilir kaliteyi koruduğu gözlenmiştir. YHB uygulamasının raf ömrünü arttırdığı bu çalışmada tespit edilmiştir. 3ºC/5dk/330MPa YHB işlemi görmüş tekir örneklerinin 17 gün, 25ºC/5dk/250MPa YHB işlemi görmüş tekir örneklerinin 15 gün raf ömrüne sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bu çalışmada YHB uygulanmamış kontrol grubu çipuralar buzdolabında 10 gün raf ömrüne sahip olduğu bulunurken 3ºC/5dk/250MPa YHB işlemi uygulanmış çipura örneklerinin kontrolden 6 gün daha fazla dayanım ömrüne sahip olduğu bulunmuştur. 15ºC/5dk/250MPa YHB uygulanan çipuralar içinde 13 gün raf ömrü tespit edilmiştir.

Bu sonuçlar su ürünleride yapılacak olan bu konudaki çalışmalara, iyi bir kaynak oluşturabilecektir.

KAYNAKLAR

ACKMAN, R.G., 1994, Seafood lipids. Edt. Shahidi, F. and Botta, J.R. in *Seafoods: Chemistry, Processing, Technology and Quality*. p:34-45. Blackie Academic and Professionel, 0 751402184.

AKSNES, A., and BREKKEN, B., 1988, Tissue degradation, amino acid liberation and bacterial decomposition of bulk stored capelin, *Journal of Science Food Agric*, 45, 53-60.

ALASALVAR, C., TAYLOR, K. D., 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(1), 33–40.

ALPAS, H. ve BOZOĞLU, F., 2000, Yüksek Hidrostatik Basınç (YHB) Değişken Parametrelerinin *Listeria innocua* Hücrelerinin D ve Z Değerleri Üzerine Etkisi, *Gıda*, 25 (3) , 213-216.

AMANATIDOU, A., SCHULTER, O., LEMKAU, K., GORRIS, L.G.M., SMID, E.J., KONORR, D., 2000, Effect of combined application of high pressure treatment and modified atmospheres on the shelf life of fresh Atlantic salmon, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 1,87-98.

ANGSUPANICH, K. and LEDWARD, D.A., 1998, High pressure treatment effects on cod (*Gadus morhua*) muscle, *Food Chemistry*, 63(1), 39-50.

ANTONACOPOULOS, N. and VYNCKE, W., 1989, Determination of volatile basic nitrogen in fish, *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung*,189, 309–316.

AOAC 1998a. Official Method 955.04, Nitrogen (Total) in Seafood. Fish and Other Marine Products, James M. Hungerford, Chapter Editor. Hungerford, J.M. in *Official Methods of Analysis of AOAC International*, Editor. Cunniff, P. AOAC International: Gaithersburg, Maryland, Chapter 35, p.6.

AOAC 1998b. Official Method 948.15 Fat (crude) in Seafood. Acid Hydrolysis Method, Fish and Other Marine Products, In: Hungerford JM, Chapter Edıtor. in *Official Methods of Analysis of AOAC International*; Cunniff, P. AOAC International: Gaithersburg, Maryland, Chapter 35; 6.

AOAC 1998c. Official Method 938.08, Ash of Seafood. Fish and Other Marine Products, Hungerford, J.M. Chapter Editor. in *Official Methods of Analysis of AOAC International*, Cunniff, P. Eds.; AOAC International: Gaithersburg, Maryland, Chapter 35, p.6.

AOAC 1998d. AOAC Official Method 971.14, Trimethylamine Nitrogen in Seafood Colorimetric Method. In: Hungerford JM Chapter Editor. *Fish and Other Marine Products.* In: Cunniff, P. Eds. Official Methods of Analysis of AOAC International, Chapter 35, p 7

ARICI, M., 2006, Gıda Muhafazasında Yüksek Hidrostatik Basıncın Mikroorganizmalar Üzerine Etkisi, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3(1), 41-49.

ASHIE, I. N. A., SMITH, J. P. and SIMPSON, B. K., 1996, Spoilage and shelf-life extension of fresh fish and shellfish, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 36, 87−121.

ASHIE, I. N. A., SIMPSON, B. K. and RAMASWAMY, H. S., 1997, Changes in texture and microstructure of pressure-treated fish muscle tissue during chilled storage, *Journal of Muscle Foods*, 8, 13– 32.

BAUER, B.A. ve KNORR, D., 2005, The impact of pressure, temperature and treatment time on starches: pressure-induced starch gelatinisation as pressure time temperature indicator for high hydrostatic pressure processing, *Journal of Food Engineering*, 68, 329–334.

BAUMGART, J., 1986, Lebensmittel tierischer Herkunft, Feinkosterzeugnisse, gefrorene, tiefgefrorene und getrocknete lebensmittel, Fertiggerichte, hitzekonservierte Lebensmittel, Speiseeis, Zucker, Kakao, Zuckerwaren, Rohmassen. *Mikrobiologische Untersuchung von Lebensmitteln.* Edt: Baumgart, J. und unter Firnhaber, J. Gottfried Spicher. p. 207, Behr's Verlag ISBN: 3-922528-91-0 Hamburg.

BONNEL, A. D., 1994, *Quality Assurance in Seafood Processing: A Practical Guide*, Chapman & Hall, UK, New York, 0-442-00879-1

BOTTA, J. R., 1994, *Freshness quality of seafoods: a review: Seafoods: Chemistry Processing Tecnology and Quality*, UK, Chapmann & Hall, 0 7514 0218 4.

BRUL, S., ROMMENS, A.J.M. and VERRIPS., 2000, Mechanistic Studies on The Inactivation of *Saccharomyces cerevisiae* by High-Pressure, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 1, 99-108.

CARLEZ, A., VECIANANOGUES, T., and CHEFTEL, J. C., 1995, Changes in color and myoglobin of minced beef meat due to high-pressure processing, *Food Science and Technology-Lebensmittel-Wissenschaft and Technologie*, 28(5), 528–538.

CHAPLEAU, N., JUNG, S. ve DE LAMBALLERIE-ANTON, M., 2000, High Pressure Effects on Myofibrillar Proteıns, *High Pressure Research*, 19, 61 -68,

CHEAH, P. B., and LEDWARD, D. A., 1996, High pressure effects on lipid oxidation in minced pork, *Meat Science*, 43(2), 123−134.

CHEFTEL, C.J. and CULIOLI, J., 1997, Effects of High Pressure on Meat : A Review, *Meat Science*, 46 (3), 21 l-236.

CHÉRET, R., CHAPLEU, N., DELBARRE-LADRAT, C., VERREZ-BAGNIS, V., DE LAMBALLERIE, M., 2005a, Effects of high pressure on texture and microstructure of sea bass (*Dicentarrachus labrax*) fillets, *Journal of Food Science*, 70(8), E477-E483.

CHÉRET, R., DELBARRE-LADRAT, C., DE LAMBALLERIE-ANTON, M., VERREZ-BAGNIS, V., LAMBALLERİA, M., 2005b, High-Pressure Effects on the Proteolytic Enzymes of Sea Bass (*Dicentrarchus labrax* L.) Fillets, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 3969-3973.

CHÉRET, R., HERNÁNDEZ-ANDRÉS, A., DELBARRE-LADRAT, C., LAMBALLERIA, M., VERREZ-BAGNIS, V. 2006. Proteins and proteolytic activity changes during refrigerated storage in sea bass (*Dicentarrachus labrax*) muscle after high-pressure treatment. *European Food Research and Technology*, 222:527-535.

CHEVALIER, D., LE BAIL, A., GHOUL, M., 2001, Effects of High Pressure Treatment (100-200 MPa) at Low Temperature on Turbot (*Scophthalmus maximus)* Muscle, *Food Research International*, 34, 425-429.

CHOULIARA, I., SAVVAIDIS, IN., PANAGIOTAKIS, N., KONTAMINAS, M.G., 2004, Preservation of salted, vacuum-packaged, refrigerated sea bream (*Sparus aurata*) fillets by irradiation: microbiological, chemical and sensory attributes, *Food Microbıology* 21 (3), 351-359.

CHOULIARA, I, SAVVAIDIS, LN., RIGANAKOS, K., KONTAMINAS, M.G., 2005, Shelf-life extension of vacuum-packaged sea bream (*Sparus aurata*) fillets by combined gamma-irradiation and refrigeration: microbiological, chemical and sensory changes, *Journal of the Scıence of Food and Agriculture* 85 (5), 779-784

CIVERA, T., TURI, R.S., PARISI, E., and FAZIO, G., 1995, Further investigations on total volatile basic nitrogen and trimethylamine in some Mediterranean teleosteans during cold storage, *Sciences des Aliments*, 15, 179–186.

CRUZ-ROMERO, M., SMIDDY, M., HILL, C., KERR, J.P., KELLY, A.L., 2004, Effects of high pressure treatment on physicochemical characteristics of fresh oysters (*Crassostrea gigas*), *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 5, 161–169

CRUZ-ROMERO, M., KELLY, A.L., KERR, J.P., 2007, Effects of high-pressure and heat treatments on physical and biochemical characteristics of oysters (*Crassostrea gigas*), *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 8, 30–38.

CRUZ-ROMERO, M., KELLY, A.L. and KERRY, J.P., 2008a, Influence of packaging strategy on microbiological and biochemical changes in high-pressure-treated oysters (*Crassostrea gigas*), *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88, 2713–2723.

CRUZ-ROMERO, M., KERR, J.P., KELLY, A.L., 2008b, Changes in the microbiological and physicochemical quality of high-pressure-treated oysters (*Crassostrea gigas*) during chilled storage, *Food Control*, 19, 1139–1147.

CRUZ-ROMERO, M., KELLY, A.L., KERRY, J.P., 2008c, Effects of high-pressure treatment on the microflora of oysters (*Crassostrea gigas*) during chilled storage, *Innovative Food Science and Emerging Technologies,* 9, 441–447.

ÇAKLI, Ş., KILINÇ, B., CADUN, A., DİNÇER, T., TOLASA, Ş., 2006a, Effect of ungutting on microbiological, chemical and sensory properties of aquacultured sea bream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*) stored in ice, *European Food Research and Technology*, 222, 719–726.

ÇAKLI, Ş., KILINÇ, B., DİNÇER, T., TOLASA, Ş., 2006b, Effects of using slurry ice during transportation on the microbiological, chemical, and sensory assessments of aquacultured sea bass (*Dicentrarchus Labrax*) stored at 4°C. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 46, 453–458.

ÇAKLI, Ş., KILINÇ, B., CADUN, A., DİNÇER, T., TOLASA, Ş., 2006c, Effects of gutting and ungutting on microbiological, chemical, and sensory properties of aquacultured eea bream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*) Stored in ice, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 46, 519–527.

ÇAKLI, Ş., KILINÇ, B., DİNÇER, T., TOLASA, Ş., 2008, Shelf life of new culture specie (*Diplodus puntazzo*) in refrigerator, *Journal of Muscle Foods*, 19, 315–332.

DEDERER, I., 2006, aktuelles aus der internationalen Fleiscjforschung. Hochdruckbehandlung: Einflüsse auf Inaktivierung der Mikroorganismen, Fettoxidation und Gelbildung, *Fleischwirtschaft*, 3, 140-142.

DHAOUADI, A., MONSER, L., SADOK, S., ADHOUM, N., 2007, Validation of a Flow-Injection-Gas Diffusion Method for Total Volatile Basic Nitrogen Determination in Seafood Products, *Food Chemistry*, 103, 1049-1053.

EL MARRAKCHI, A.E., BENNOUR, M., BOUCHRITI, N., HAMAMA, A. & TAGAFATIT, H., 1990, Sensory, chemical and microbiological assessments of Moroccan sardines (*Sardina pilchardus*) stored in ice, *Journal of Food Protection*, 53, 600–605.

ERKAN, N., 2003a, Verderb von Fisch und Fischwaren- chemische und mikrobiologische Veränderungen und Gefahren, *Rundschau für Fleischhygiene und Lebensmittelüberwachung*, 55(11), 254-258.

ERKAN, N., 2003b, Tauchen von Fischfilets (*Scomber colias* und *Mugil cephalus*) in Natriumlactat und Propylgallat: Einfluss auf die Haltbarkeit und Qualität, *Archiv für Lebensmittelhygiene*, 54(3), 60-64.

ERKAN, N., 2007, Freshness and quality of aquacultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and sea bream (*Sparus aurata*) stored in ice, *Archiv für Lebensmittelhygiene*, 58(3), 98-106.

ERKAN, N., METİN, S., VARLIK, C., BAYGAR, T., ÖZDEN, Ö., GÜN, H., KALAFATOĞLU, H., 2000, The effect of modified atmosphere packaging (MAP) on

the shelf-life of marinated and breaded rainbow trout, *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 24(6), 585-591.

ERKAN, N., METİN, S., VARLIK, C., ÖZDEN, Ö., 2001, Der Einfluss von Kaliumsorbat auf die Qualität von Mittelmeermakrelen-Filets, *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*, 97(11), 427-431.

ERKAN, N. and MOL, S., 2004, The effect of calcium lactat treatment on the shelf life and quality of chub mackerel (*Scomber japonicus*), *Archiv für Lebensmittelhygiene*, 55(4), 81-84.

ERKAN, N. and ÖZDEN, Ö., 2006, Effect of gutting on quality and shelf – life of aquacultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) stored in ice, International Journal of Food Properties, 9(2), 331-345.

ERKAN, N. and ÖZDEN, Ö., 2007, Proximate composition and mineral contents in aqua cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*), sea bream (*Sparus aurata*) analyzed by ICP-MS, *Food Chemistry*, 102, 721–725.

ERKAN, N. and ÖZDEN, Ö., 2008, Quality assessment of whole and gutted sardine (*Sardine pilchardus*) stored in ice, *International Journal of Food Science and Technology*, 43(9), 1549-1559.

ERKAN, N., ÖZDEN, Ö., İNUĞUR, M., 2007, The effects of modified atmosphere and vacuum packaging on quality of chub mackerel, *International Journal of Food Science and Technology*, 42(11), 1297-1304.

ERKAN, N., ÖZDEN, Ö., ÜÇOK ALAKAVUK, D., YILDIRIM, Ş. Y., İNUĞUR, M., 2006a, Spoilage and shelf life of sardines (*Sardina pilchardus*) packed in modified atmosphere, *European Food Research and Technology*, 222(5-6), 667-673.

ERKAN, N., ÜÇOK ALAKAVUK, D., TOSUN, Y.Ş, ÖZDEN, Ö., 2006b, Wirkung des Ausnehmens auf Qualität und Haltbarkeits von Doraden. Fleischwirtschaft, 86(6), 105-110.

EUROPEAN UNION. 1995. Commission Decision 95/149/EC, March 8, 1995.

FELDHUSEN, F., 2000, Review: The role of seafood in bacterial foodborne diseases, *Microbes and Infection*, 2 (13), 1651−1660.

GERDES, D.L. & SANTOS VALDEZ, C., 1991, Modified atmosphere packaging of commercial Pacific red snapper (*Sebastes entomelas, Sebastes flavidus* or *Sebastes godei*), *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 24, 256-258.

GIMÉNEZ, B., RONCALÉS, P., BELTRÁN, J.A., 2002, Modified atmosphere packaging of filleted rainbow trout, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82, 1154-1159.

GÓMEZ-ESTACE, J., GÓMEZ- GUİLLÉN, P., MONTERO, P., 2007, High pressure effects on the quality and preservation of cold-smoked dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) fillets, *Food Chemistry*, 102, 1250–1259.

GOULD, G.W., 2000, Part I Principles and Application of Food Preservation Techniques. Chapter 2. Strategics Food Preservation p.19-36. Editor. Lund, B.M., Baird-Parker, T.C., Gould, G.W. In.*The Microbiological Safety and Quality of Food*, Volume 1. Springer, ISBN: 0834213230, 9780834213234.

GÖKMEN, V. ve ACAR, J., 1995, Yüksek basınç teknolojisinin gıda endüstrisinde uygulamaları, *Gıda*, 20(3):167-172.

GÖKOĞLU, N., 2002, *Su Ürünleri İşleme Teknolojisi*, Su Vakfı Yayınları, İstanbul, ISBN: 975-9703-48-3.

GRAM, L. ve HUSS, H. H., 1996, Microbiological spoilage of fish and fish products, *International Journal of Food Microbiology, 33*(1), 121–137.

GRAM, L. and HUSS, HH., 2000, Part II. Microbiological ecology of different types of food. Chapter 21. Fresh and Processed Fish and Shellfish. P.472-497. Editor. Lund, B.M., Baird-Parker, T.C., Gould, G.W. In. *The Microbiological Safety and Quality of Food*, Volume 1. Springer, ISBN: 0834213230, 9780834213234.

GRAM, L., TROLLE, G., and HUSS, H. H., 1987, Detection of specific spoilage bacteria from fish stored at low (0 °C) and high (20 °C) temperatures, *International Journal of Food Microbiology*, 4, 65−72.

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(2), 263–268.

HAALAND, H., ARNESEN, E., NJAA, L. R., 1990, Amino acid composition of whole mackerel (*Scomber scombrus*) stored an aerobically at 20 ºC and at 2 ºC, *International Journal of Food Science and Technology*, 25, 82-87.

HE, H., ADAMS, R.M., FRAKAS, D.F., MORRISSEY, M.T., 2002, Use of high presure processing for oyster shucking and shelf life extension, *Journal of Food Science*, 67(2), 640-645.

HENDRİCKX M, LUDİKHUYZE L, VAN DEN BROECK I, WEEMAES C., 1998. Effects of High Pressure on Enzymes Related to Food Quality. *Trends in Food Science and Technology*, 9, 197- 203.

HERNÁNDEZ-ANDRÉS, A., GÓMEZ-GUILLÉN, C., MONTERO, P., PÉREZ-MATEOS, M., 2005, Partial Characterization of Protease Activity in Squid (*Todaropsis eblanae*) Mantle: Modification by High-pressure Treatment, *Journal of Food Science*, 70(4), C239-C245.

HOOVER, D. G., METRICK, C., PAPINEAU, A. M., FARKAS, D. F., and KNORR, D., 1989, Biological effects of high hydrostatic pressure on food microorganisms, *Food Technology,* 43, 99– 107.

HSU, K. C., ve KO, W. C., 2001, Effect of hydrostatic pressure on aggregation and viscoelastic properties of tilapia (*Orechromis niloticus*) myosin, *Journal of Food Science,* 66(8), 1158–1162.

HUGAS, M., GARRİGA, M. and MONFORT, J. M., 2002, New Mild Technologies in Meat Processing: High Pressure as a Model Technology, *Meat Science,* 62 (3), 359-371.

HUIDOBRO, A., PASTOR, A., LÓPEZ-CABALLERO, M. E., and TEJADA, M., 2001a, Washing effect on the quality index method (QIM) developed for raw gilthead sea bream (*Sparus aurata*), *European Food Research and Technology,* 212, 408–412.

HUIDOBRO, A., MENDES, R. and NUNES, M.L., 2001b, Slaughtering of gilthead sea bream (*Sparus aurata*) in liquid ice: Influence of fish quality, *European Food Research and Technology,* 213, 267–272.

HULTIN, H. O., 1992, Lipid oxidation in fish muscle. Edt. Flick, G. J. and. Martin R. E. In. Advances in seafood biochemistry: Composition and quality: Papers from the American Chemical Society Annual Meeting, New Orleans, Louisiana (p. 99–122). Lancaster Pa: Technomic.

HULTIN, H.D., 1994, *Chemistry, Processing Technology and Technology.* , Blackie Academic and Professional. p.49-74.

HURTADO, J.L., MONTERO, P., BORDERIAS, J., 2000, Extension of shelf life of chilled hake (*Merluccius capensis*) by high pressure, *Food Science and Technology International*, 6 (3), 243-249.

HURTADO, J.L., MONTERO, P., BORDERIAS, J., 2001a, Chilled storage of pressurized octopus (*Octopus vulgaris*) muscle, *Journal of Food Science*, 66(3), 400-406.

HURTADO, J.L., MONTERO, P., BORDERIAS, J., SOLAS, M.T., 2001b, High-pressure/temperature treatment effect on the characteristics of octopus (Octopus vulgaris) arm muscle, *European Food Research and Technology*, 213 (1), 22–29

HUSS, H.H., 1988, Fresh fish quality and quality changes, FAO Fisheries Series, No. 29. Rome: FAO

HUSS, H. H., 1994, Assurance of Seafood Quality, *FAO Fisheries Technical Paper,* 334, 46-47.

ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods), 1998, Microorganisms in foods (vol. 6). Microbial ecology of food commodities. 3 Fish and fish products. London: Blackie Academic & Professional.

İBANOĞLU, E., 2002, Gıdalarda yüksek hidrostatik basınç uygulaması, *Gıda*, 27(6), 505-510.

İBANOĞLU, E. ve İBANOĞLU, Ş., 2003, Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Mısır Nişastasının Jelatinizasyonu Üzerine Etkileri, *Gıda*, 28 (3), 273-276.

JHAVERI, S.N., LEU, S.S. and CONSTANTINIDES, S.M., 1982, Atlantic mackerel (Scomber scombrus, L.): shelf life in ice, *Journal of Food Sci*ence, 47, 1808–1810.

KAMIYAMA, K., IKEUCHI, Y., SUZUKI, A., KIM, K., HAYASHI, T., ITO, T., 2001, An Immunological Assessment of Myosin Degradation in Pressurized Chicken Muscle, *Journal of Food Science*, 66(8), 1126-1139.

KŘÍŽEK, M., VACHÁ, F., VORLOVÁ, L., LUKÁŠOVÁ, J., CUPÁKOVÁ, S., 2004, Biogenic amines in vacuum-packed and non-vacuum packed flesh of carp (*Cyprinus carpio*) stored at different temperatures, *Food Chemistry*, 88, 185–191.

KILINÇ, B., ÇAKLI, Ş., CADUN, A., DİNÇER, T., TOLASA, Ş. 2007. Comparison of effects of slurry ice and flake ice pretreatments on the quality of aquacultured sea bream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*) stored at 4 ºC. *Food Chemistry*, 104, 1611–1617.

KYRANA, V.R. and LOUGOVOIS, V.P., 2002, Sensory, chemical, microbiological assessment of farm-raised European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) stored in melting ice, *International Journal of Food Science and Technology, 37*, 319–328.

KYRANA, V.R., LOUGOVOIS, V.P. and VALSAMIS, D.S., 1997, Assessment of shelf-life of maricultured gilthead sea bream (*Sparus aurata*) stored in ice, *International Journal of Food Science and Technology*, 32, 339–347.

LAKSHMANAN, R., PATTERSON, M. F., and PIGGOTT, J. R., 2005a, Effects of high-pressure processing on proteolytic enzymes and proteins in cold-smoked salmon during refrigerated storage, *Food Chemistry*, 90(4), 541–548.

LAKSHMANAN, R., MISKIN, D., and PIGGOTT, J. R., 2005b, Quality of vacuum packed coldsmoked salmon during refrigerated storage as affected by high-pressure processing, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(4), 655–661.

LINTON, M., CLEMENTS, J., PATTERSON, M.F., 2003, Changes in the microbiological quality of shellfish, brought about by treatment with high hydrosttic pressure, *International Journal of Food Science and Technology*, 38, 713-727.

LINTON, M., MC CLEMENTS, J. M. J. and PATTERSON, M. F., 2004, Changes in the Microbiological Quality of Vacuum-Packaged, Minced Chicken Treated With High Hydrostatic Pressure, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, (5), 151-159.

LÓPEZ-CABALLERO, M. E., GÓMEZ-GUİLLÉN, M. C., PÉREZ-MATEOS, M., and MONTERO, P., 2005, A functional chitosan-enriched fish sousages induced by high pressure, *Journal of Food Science*, 70(3), M166–M171.

LÓPEZ-CABALLERO, M. E., PÉREZ-MATEOS, M., BONDERÍAS, A. J., and MONTERO, P., 2000a, Extension of shelf life of prawns (*Penaeus japonicus*) by vacuum packaging and high-pressure treatment, *Journal of Food Protection*, 63, 1381–1388.

LÓPEZ-CABALLERO, M. E., PÉREZ-MATEOS, M., MONTERO, P., and BONDERÍAS, A. J., 2000b, Oyster preservation by high-pressure treatment, *Journal of Food Protection*, 63, 196– 201.

LOSADA, V., PİÑEIRO, C., BARROS-VELÁZQUEZ, J., & AUBOURG, S. P., 2005, Inhibition of chemical changes related to freshness loss during storage of horse mackerel (*Trachurus trachurus*) in slurry ice, *Food Chemistry, 93*, 619–625.

LOUGOVOİS, V.P., KYRANAS, E.R., KYRANA, V.R. 2003. Comparison of selected methods of assessing freshness quality and remaining storage life of iced gilthead sea bream (Sparus aurata). *Food Research International*, 36, 551–560

LUDORFF, W. and MEYER, V., 1973, *Fische und Fischerzeugnisse*, Paul Parey Verlag, Hamburg. Berlin.

MAÑAS, P. ve PAGÁN, R., 2005, A review: Microbial inactivation by new technologies of food preservation, *Journal of Applied Microbiology*, 98, 1387−1399.

MASYINOM, P., BENJAKUL, S., VISESSANGUAN, W., 2002, Shelf- life extension of refrigerated sea bass slices under modified atmosphere packaging, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82, 873-880.

MATSER, A. M., STEGEMAN, D., KALS, J., & BARTELS, P. V., 2000, Effects of high pressure on colour and texture of fish, *High Pressure Research*, 19(1-6), 499–505.

MATTISSEK, R., SCHNEPEL, M.F., STEINER, G., 1992, Lebensmittelanalytik, Grundzüge. Methoden. Anwendungen. p.440, Zweite, korrigierte Auflage. Springer Berlin Heidelberg New York, ISBN: 3-540-54684-7.

METİN, S., ERKAN, N., VARLIK, C., ARAN, N., 2001, Extension of shelf-life of chub mackerel (*Scomber japonicus* Houttuyn 1780) treated with lactic acid, *European Food Research and Technology*, 213(3), 174-177.

MINERICH, P.L. and LABUZA, T.P., 2003, Development of a pressure indicator for high hydrostatic pressure processing of foods, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 4, 235–243.

MOERMAN, F., 2005, High Hydrostatic Pressure Inactivation of Vegetative Microorganisms, Aerobic and Anaerobic Spores in Pork Marengo, a Low Asidic Particulate Food Product, *Meat Science*, 69, 225-232.

MOL, S., ERKAN, N. ÜÇOK, D., TOSUN, Ş.Y., 2007, Effect of Psychrophilic Bacteria to Estimate Fish Quality, *Journal of Muscle Foods,* 18, 120–128

MURCHIE, L.W., CRUZ-ROMERO, M., KERRY, J.P., LINTON, M., PATTERSON, M.F., SMIDDY, M., KELLY, A.L., 2005, High pressure processing of shellfish: A review of microbiological and other quality aspects, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 6, 257 – 270.

NUNES, M.L., BATISTA, I. and MORĂO DE CAMPOS, R., 1992, Physical, chemical and sensory analysis of Sardine (*Sardine pilchardus*) stored in ice, *Journal of Science of Food and Agriculture,* 59, 37–43.

OHSHIMA, T., USHIO, H. and KOIZUMI, C., 1993, High pressure processing of fish and fish products, *Trends in Food Science and Technology,* 4, 370–375.

ÓLAFSDÓTTIR, G., MARTINSDÓTTIR, E., OEHLENSCHLÄGER, J., DALGAARD, P., JENSEN, B., UNDELAND, I., MACKIE, I.M., HENEHAN, G., NIELSEN, J., NILSEN, H., 1997, Methods to evaluate fish freshness in research and industry, *Trends in Food Science and Technology, 8*, 258–265.

ORLIEN, V., HANSEN, E., SKIBSTEN, L. H., 2000, Lipid Oksidation in High-pressure Processed Chicken Breast Muscle During Chill Storage: Critical Working Pressure in Relation to Oxidation Mechanism, *European Food Research and Technology*, 211, 99-104.

ÖZDEN, Ö., GÖKOĞLU, N., 1997, Sardalya Balığının (*Sardina pilchardus* (Wal., 1792) Soğukta Depolanması Sırasında Yağında Oluşan Değişimlerin İncelenmesi, *Gıda,* 22, 309–313.

ÖZDEN, Ö., İNUĞUR, M., ERKAN, N., 2007, Effect of different dose gamma radiation and refrigeration on the chemical and sensory properties and microbiological status of aqua cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*), *Radiation Physics and Chemistry,* 76(7), 1169-1178 **.**

ÖZOGUL, F., GÖKBULUT, C., ÖZYURT, G., ÖZOGUL, Y., DURAL, M., 2004, Quality assessment of gutted wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*) stored in ice, cling film and aluminium foil, *European Food Research and Technology*, 220, 292–298.

ÖZOĞUL, F., KULEY, E., ÖZOĞUL, Y., 2007, Sensory, chemical and microbiological quality parameters in sea bream (*Sparus aurata*) stored in ice or wrapped in cling film or in aluminium foil at 2 ± 1 ºC, *International Journal of Food Science and Technology*, 42, 903-909.

ÖZOĞUL, F., ÖZOĞUL, Y., KULEY, E., 2008, Nucleotide degradation and biogenic amine formation of wild white grouper (*Epinephelus aeneus*) stored in ice and at chill temperature (4 ºC), *Food Chemistry,* 108, 933–941.

ÖZOĞUL, F., POLAT, A., ÖZOĞUL, Y., 2004a, The effect of modified atmosphere packing and vacuum packaging on chemical, sensory and microbiological changes of sardines (*Sardine pilchardus*), *Food Chemistry*, 85, 49-57.

ÖZYURT, G., KULEY, E., ÖZKÜTÜK, S., ÖZOĞUL, F., 2009, Sensory, microbiological and chemical assessment of the freshness of red mullet (*Mullus barbatus*) and goldband goatfish (*Upeneus moluccensis*) during storage in ice, *Food Chemistry*,114, 505–510.

PAARUP, T., SANCHEZ, J.A., PELAEZ, C., MORAL, A., 2002, Sensory, chemical and bacteriological changes in vacuum packed pressurised squid mantle (*Todaropsis eblanae*) stored at 4°C, *International Journal of Food Microbiology*, 74, 1-12.

PALEOLOGOS, E.K., SAVVAIDIS, I.N., KONTOMINAS, M.G., 2004, Biogenic amines formation and its relation to microbiological and sensory attributes in ice-stored whole, gutted and filleted Mediterranean sea bass (*Dicentrarchus labrax*), *Food Microbiology*, 21, 549–557.

PAPADOPOULOS, V., CHOULIARA, I., BADEKA, A., SAVVAIDIS, I.N., KONTOMINAS, M.G., 2003, Effect of gutting on microbiological, chemical, and sensory properties of aquacultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) stored in ice, *Food Microbiology*, 20, 411–420.

PARK, S-J., LEE, J. I. ve PARK, J., 2002, Effects of a Combined Process of High Pressure Carbon Dioxide and High Hydrostatic Pressure on The Quality of Carrot Juice, *Journal of Food Science*, 67 (5), 1827-1833.

PETRAKIS, G., and STERGIOU, K. I., 1995, Weight–length relationships for 33 species in Greek waters. Fisheries Research, 21(3–4), 465–469.

POLI, M.B., PARISI, G., ZAMBACAVALLO, G., MECATTI, M., LUPI, P., GUALTIERI, M., FRANCI, O., 2001, Quality outline of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) reared in Italy: shelf life, edible yield, nutritional and dietetic traits, *Aquaculture*, 202, 303–313.

PONS-SÁNCHEZ-CASCADO, S., VECIANA-NOGUÉS, M.T., BOVER-CID, S., MARINÉ-FONT, A., VIDAL-CAROU, M.C., 2006, Use of volatile and non-volatile amines to evaluate the freshness of anchovies stored in ice, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86, 699–705.

RAMIREZ-SUAREZ, J. C., and MORRISSEY, M. T., 2006, Effect of high pressure processing (HPP) on shelf life of albacore tuna (*Thunnus alalunga*) minced muscle, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 7(1-2), 19–27.

RANDELL, K., HATTULA, T., AHVENAINEN, R., 1997, Effect of packaging method on the quality of rainbow trout and baltic herring fillets, *Lebensmittel Wissenschaft und Technology*, 36, 56-61.

REHBEIN, H., MARTINSDOTTIR, E., BLOMSTERBERG, F., VALDIMARSSON, G. & OEHLENSCHLÄGER, J., 1994, Shelf life of ice-stored redfish, *Sebastes marinus und Sebastes mentella*, *International Journal of Food Science and Technolo*gy, 29, 303–313.

REZA, Md.S., BAPARY, M.A.J., AHASAN, C.T., ISLAM, Md.N., KAMAL, Md., 2009. Shelf life of several marine fish species of Bangladesh during ice storage. *International Journal of Food Science and Technology*, doi: 10.11111j. 1365-2621. 2007. 01613*

RODRÍGUEZ, Ó., LOSADA, V., AUBOURG, S. P., and BARROS-VELÁZQUEZ, J., 2004, Enhanced self-life of chilled European hake (*Merluccius merluccius*) stored in slurry ice as determined by sensory analysis and assessment of microbiological activity, *Food Research International, 37*, 749–757.

RODRÍGUEZ, Ó., LOSADA, V., AUBOURG, S. P. and BARROS-VELÁZQUEZ, J., 2005, Sensory, microbial and chemical effects of a slurry ice system on horse mackerel (*Trachurus trachurus*), *Journal of the Science of Food and Agriculture, 85*, 235–242.

RUSSELL, N.J., 2002, Bacterial membranes: the effects of chill storage and food processing: An overview, *International Journal of Food Microbiology*, 79, 27–34.

RYDER, J.M., BUISSON, D.H., SCOTT, D.N. & FLETCHER, G.C., 1984, Storage of New Zealand jack mackerel (*Trachurus novaezelandiae*) in ice: chemical, microbiological and sensory assessment, *Journal of Food Science*, 49, 1453–1456.

SCOTT, D.N., FLETCHER, G.C., CHARLES, J.C. and WONG, R.J., 1992, Spoilage changes in the deep water fish, smooth Oreo dory during storage in ice, *International Journal of Food Science and Technology*, 27, 577–587.

SEQUERIA-MUNOZ, A., CHEVALIER, D., LEBABILE, A., RAMASWAMY, S.H., SIMPSON, B.K., 2006, Physicochemical changes induced in carp (*Cyprinus carpio*) fillets by high pressure processing at low temperature, *Innovative Food Science and Emerging Technologies,* 7 (2006), 13–18.

SERDAROĞLU, M., DENİZ, E. E., 2001, Balıklarda ve Bazı Su Ürünlerinde Trimetilamin (TMA) ve Dimetilamin (DMA) Oluşumunu Etkileyen Koşullar, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 18 (3-4), 575-581.

SHAHIDI, F., 1994, *Seafood processing by-products: Seafoods: Chemistry Processing Tecnology and Quality,* Chapmann & Hall, UK, 0 7514 0218 4.

SIKORSKI, Z. E., KOLAKOWSKA, A., BURT, J. R., 1990, *Postharvest biochemical and microbial changes: Seafood: Resources nutritional composition and preservation,* CRC Pres, Boca Raton, Florida, 55-75.

SIKORSKI, Z. E., and PAN, B. S., 1994, *Preservation of seafood quality: Seafoods: Chemistry Processing Tecnology and Quality,* Chapmann & Hall, UK, 0 7514 0218 4.

SIMEONIDOU, S., GOVARIS, A. and VARELTZIS, K., 1998, Quality assessment of seven Mediterranean fish species during storage on ice, *Food Research International*, 30, 479–484.

SMELT, J. P. P. M., 1998, Recent advances in the microbiology of high pressure processing, *Trends in Food Science and Technology*, 9(4), 152–158.

SMITH, J.G.M., HARDY R.S., Mc DONALD, I., TEMOLETON, J., 1980, The storage of herring (*Cuplea harengus*) in ice, refrigerated sea water and at ambient temperature, Chemical and sensory assessment. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 31, 375-385.

STAMATIS, N. and ARKOUDELOS, J., 2007, Quality assessment of Scomber colias japonicus under modified atmosphere and vacuum packaging, *Food Control*, 18, 292-300.

SÜMBÜLOĞLU, K., SÜMBÜLOĞLU, V., 2002, *Biyoistatistik*, Hatipoğlu Basım ve Yayım San. Tic. Ltd. Sti., Ankara, 975-7527-12-2.

ŞANAL I.S., ÇAMLI, A., 2000, Yüksek hidrostatik basınç teknolojisi ve gıda endüstrisinde uygulamaları, *Gıda*, 25(3), 193-201.

TALIADOUROU, D., PAPADOPOULOS, V., DOMVRIDOU, E., IOANNIS, N., KONTOMINAS, M.G., 2003, Microbiological, chemical and sensory changes of whole and filleted Mediterranean aquacultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) stored in ice, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83, 1373–1379.

TEJADA, M. and HUIDOBRO, A., 2002, Quality of farmed gilthead sea bream (*Sparus aurata*) during ice storage related to the slaughter method and gutting, *European Food Research and Technology*, 215, 1–7.

TRUJILLO, A.J., CAPELLAS, M., SALDO, J., GERVILLA, R. AND GUAMIS, B., 2002, Applications of high-hydrostatic pressure on milk and dairy products: a review, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 3, 295–307.

TÜLEK, Y., FİLİZAY, G., 2006, Gıda Endüstrisinde Kullanılan Yüksek Hidrostatik Basınç Sistemleri, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, *Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12(2), 225-231.

TÜLSNER, M., 1994, Fischverarbeitung. Bd.1 – Rohstoffeigenschaften von Fisch und Grundlagen der Verarbeitungsprozesse, Hamburg Behr's Verlag, 3-86022-196-5.

TZIKAS, Z., AMVROSIADIS, I., SOULTOS, N., GEORGAKIS, S., 2007, Seasonal variation in the chemical composition and microbiological condition of Mediterranean horse mackerel (*Trachurus mediterraneus*) muscle from the North Aegean Sea (Greece), *Food Control*, 18, 251-257.

UPMANN, M., PAULSEN, P., JAMES, S., and SMULDERS, F. J. M., 2000, The microbiology of refrigerated meat, *Fleischwirtschaft International*, 3,38– 45.

VARLIK, C., ERKAN, N. and BAYGAR, T., 2004, Su Ürünleri Besin Bileşimi. Edt. Varlık, C. *Su Ürünleri İşleme Teknolojisi*, Istanbul Üniversitesi, Yayın no, 4465. ISBN: 975-404-715-4

VARLIK, C., ÖZDEN, Ö., ERKAN, N., ÜÇOK ALAKAVUK,D., 2007, *Su Ürünlerinde Temel Kalite Kontrol*, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, ISBN: 975-404-771-5.

VARLIK, C.,UĞUR, M., GÖKOĞLU, N., GÜN, H., 1993, Su Ürünlerinde Kalite Kontrol İlke ve Yöntemleri, *Gıda Teknolojisi Derneği*, No: 17, 4-5.

VYNCKE, W. 1981. In: Proceedings of the 12th Western European Fish Technologists' Association (WEFTA) Meeting, Copenhagen, Denmark.

YAĞIZ, Y., KRISTINSSON, H. G., BALABAN, M. O., and MARSHALL, M. R., 2007, Effect of high pressure treatment on the quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and mahi mahi (*Coryphaena hippurus*), *Journal of Food Science*, 72(9), C509–C515.

YILDIRIM, Ş. Y., 2004, *İstanbul'da sabit pazar koşullarında satışa sunulan su ürünlerinin kalite düzeylerinin belirlenmesi*, Yüksek Lisans, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

YUSTE, J., CAPELLAS, M., PLA, R., FUNG, D. Y. C., MOR-MUR, M., 2001, High Pressure Processing for Food Safety and Preservation: A Review. *Journol of Raprol Methods and Automation in Microbiology*, 9, 1-10

YUSTE, J., MOR-MUR, M., CAPELLAS, M., GUNMIS, B., PLA, R., 1998, Microbiological quality of mechanically recoverd poultry meat treated with high hydrostatic pressure and nisin. *Food Microbiology*, 15, 407-417

ZAHRA, Z., 2004, High pressure processing of fresh tuna fısh and its effects on shelf lıfe. A thesis submitted to the Faculty of Graduate Studies and Research in partial. Fulfillment of the degree of Master of Science.

ZORBA, Ö., KURT, Ş., 2005, Yüksek Basınç Uygulamalarının Et ve Et Ürünleri Kalitesi Üzerine Etkisi, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16 (1), 71-76.

ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında Lefkoşa/KIBRIS'da doğdum. 1999 yılında Ankara Çankaya lisesini bitirdim. 2000 yılında Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesine girdim ve 2005 yılında iyi derece ile mezun oldum. 2005 yılında İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Avlama ve İşleme Anabilim Dalı'nda yüksek lisansa başladım. Yabancı dilim İngilizcedir.