

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GAMA IŞINLAMAMANIN KARİDES
(*Parapenaeus longirostris*) VE
MİDYELERİN (*Mytilus galloprovincialis*)
RAF ÖMRÜ VE KALİTELERİ ÜZERİNE
ETKİLERİ

Aslı HACIOĞLU
Doktora Tezi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman:
Prof. Dr. Mehmet DEMİRCİ
Tekirdağ-2010

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

GAMA IŞINLAMANIN KARİDES (*Parapenaeus longirostris*) VE MİDYELERİN
(*Mytilus galloprovincialis*) RAF ÖMRÜ VE KALİTELERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Aslı HACIOĞLU

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN:

Prof. Dr. Mehmet DEMİRCİ

TEKİRDAĞ-2010

Her hakkı saklıdır

Prof. Dr. Mehmet DEMİRCİ danışmanlığında, Aslı HACIOĞLU tarafından hazırlanan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Juri Başkanı : Prof. Dr. Mehmet DEMİRCİ

İmza :

Üye :Prof. Dr. Özer ERGÜN

İmza :

Üye : Yrd. Doç. Dr. Eser Kemal GÜRCAN

İmza :

Üye : Doç. Dr. Ömer ÖKSÜZ

İmza :

Üye : Yrd. Doç. Dr. Tuncay GÜMÜŞ

İmza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun 19.01.2010 tarih ve 03/02 sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Adnan ORAK
Enstitü Müdürü V

Doktora Tezi

GAMA IŞINLAMANNIN KARİDES (*Parapenaeus longirostris*) VE MİDYELERİN (*Mytilus galloprovincialis*) RAF ÖMRÜ VE KALİTELERİ ÜZERİNE ETKİLERİ
Aslı HACIOĞLU

Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : **Prof. Dr. Mehmet DEMİRCİ**

ÖZET

Bu çalışma, farklı dozlarda gamma ışınlama (0, 1, 3 ve 5 kGy) uygulanan taze karides ve midye etlerinin buzdolabı (+4 °C) ve derin dondurucu (-18 °C) koşullarında depolanmasının raf ömürlerine etkisini araştırmak amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada karides ve midye örneklerinde meydana gelen mikrobiyolojik (toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı, toplam koliform bakteri sayısı, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* ve *Vibrio parahaemolyticus*) ve fizikokimyasal (pH, toplam uçucu bazik azot, tiyobarbitürik asit, trimetilamin, renk) değişimler incelenmiştir. Her iki depolama sıcaklığında da toplam uçucu bazik azot ve trimetilamin değerlerinin ışınlanmış karides ve midye örneklerinde ışınlanmamışlara göre önemli düzeyde daha düşük olduğu ve ışınlama dozu arttıkça toplam uçucu bazik azot ve trimetilamin değerlerindeki düşüş oranının arttığı belirlenmiştir (P<0,05). Işınlanmış karides ve midyelerde tiyobarbitürik asit değerleri her iki depolama sıcaklığında da ışınlanmamışlara göre önemli düzeyde daha yüksek olmuştur (P<0,05). Karides ve midyelerde pH değerleri ışınlama dozu ve depolama sıcaklığından önemli düzeyde etkilenmiştir (P<0,05). Her iki depolama sıcaklığında da mikroorganizma sayılarının ışınlanmamış karides ve midye örneklerinde ışınlanmışlara göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir (P<0,05). Sonuç olarak yüksek dozda ışınlamanın (5 kGy) yağ oksidasyonuna neden olabileceği, bununla beraber protein oksidasyonunu ve mikroorganizma gelişimini durdurabileceği görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Karides, midye, ışınlama, buzdolabı, dondurucu, raf ömrü

2010, 115 sayfa

EFFECTS OF GAMMA IRRADIATION ON QUALITY AND SHELF LIFE OF SHRIMP (*Parapenaeus longirostris*) AND MUSSEL (*Mytilus galloprovincialis*)

By Aslı HACIOĞLU

pHd. Thesis

Namık Kemal University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering
Supervisor : **Prof. Dr. Mehmet DEMİRCİ**

ABSTRACT

In the present study the combined effect of gamma irradiation (1, 3 and 5 kGy) on shelf life extension of fresh shrimp and mussel meat stored under refrigeration (+4 °C) and frozen (-18 °C) was investigated. The study was based on microbiological (total aerobic mesophilic bacteria, total bacterial count, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, *Vibrio parahaemolyticus*) and physicochemical (pH, total volatile base nitrogen, thiobarbituric acid, trimethylamine, color) changes occurring in shrimp and mussel samples. Total volatile base nitrogen values and trimethylamine values for irradiated shrimp and mussel samples were significantly lower than non-irradiated samples in both storage temperature, and the rate of decrease was more pronounced in samples irradiated at higher dose ($P<0.05$). Thiobarbituric acid values for irradiated shrimp and mussel samples were significantly higher than non-irradiated samples in both storage temperature ($P<0.05$). pH values of shrimp and mussel samples were affected significantly by both irradiating dose and storage temperature ($P<0.05$). Microbial counts for non-irradiated shrimp and mussel samples were higher than respective irradiated in both storage temperature ($P<0.05$). The results revealed that irradiation at high dose (5 kGy) might lipid oxidation, though the growth of microorganisms and protein oxidation was inhibited.

Key words : Shrimp, mussel, irradiation, refrigeration, frozen, shelf life

2010, 115 pages

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
Özet	I
Abstract	II
İçindekiler Dizini	III
Çizelge Listesi	V
Şekil Listesi	VII
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR BİLGİSİ	7
2.1. Raf Ömrü Çalışmaları	7
2.2. Mikrobiyolojik Kalite ile İlgili Çalışmalar	8
2.3. Kimyasal Kalite ile İlgili Çalışmalar	10
2.4. Fiziksel Kalite ile İlgili Çalışmalar	16
2.5. Işınlama ile İlgili Genel Çalışmalar	19
2.6. Yasal Bildirimler	26
3. MATERYAL ve YÖNTEM	30
3.1. MATERYAL	
3.1.1. Mikrobiyolojik Analizlerde Kullanılan Çözeltiler ve Kimyasal Maddeler	30
3.1.2. Mikrobiyolojik Analizlerde Kullanılan Besiyerleri	30
3.2. YÖNTEM	30
3.2.1. Örneklerin Işınlanması	30
3.2.2. Besin Değerleri Analizi	31
3.2.2.1. Ham Protein Analizi	31
3.2.2.2. Lipit Analizi	31
3.2.2.3. Kurumadde Analizi	31
3.2.2.4. Ham Kül Analizi	32
3.2.4. Kimyasal Analizler	32
3.2.4.1. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Tayini	32
3.2.4.2. Tiyobarbitürik Asit (TBA) Sayısı Tayini	33
3.2.4.3. Trimetilamin Tayini	33
3.2.4.6. pH Ölçümü	34

3.2.4.7.	Renk Değerinin Ölçülmesi	34
3.2.5.	Mikrobiyolojik Analizler	34
3.2.5.1.	Örneklerin Analizlere Hazırlanması	34
3.2.5.1.	Toplam Aerob Mezofillik Bakterileri (TAMB) Sayımı	35
3.2.5.2.	Toplam Koliform Bakterileri (TKB) Sayımı	35
3.2.5.3.	E. coli Sayımı	35
3.2.5.4.	Salmonella Aranması	35
3.2.5.5.	Staphylococcus aureus Bakteri Aranması	36
3.2.5.6.	Vibrio parahaemolyticus Aranması	36
3.2.6.	İstatistiksel Analizler	36
4.	ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA	37
4.1.	İşinlamadan Önce Karides Örneklerinin Ortalama Bileşimi	37
4.1.1.	İşinlamadan sonra $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ' de depolanan karides örneklerine ait analiz sonuçları	37
4.1.1.1.	İşinlamadan sonra $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ' de depolanan karides örneklerine kimyasal özelliklere ait sonuçlar	37
4.1.1.2.	İşinlamadan sonra $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ' de depolanan karides örneklerinde mikrobiyolojik analizlere ait sonuçlar	45
4.1.1.3.	İşinlamadan sonra $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ' de depolanan karides örneklerinde renk değişimlerine ait sonuçlar	52
4.1.2.	İşinlamadan sonra $-18 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan karides örneklerine ait analiz sonuçları	55
4.1.2.1.	İşinlamadan sonra $-18 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan karides örneklerinde kimyasal özelliklere ait sonuçlar	55
4.1.2.2.	İşinlamadan sonra $-18 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan karides örneklerinde mikrobiyolojik özelliklere ait sonuçlar	61
4.1.2.3.	İşinlamadan sonra $-18 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ' de depolanan karides örneklerinde renk değişimlerine ait sonuçlar	66
4.2.	İşinlamadan Önce Midye Örneklerinin Ortalama Bileşimi	69
4.2.1.	İşinlamadan sonra $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ' de depolanan midye örneklerine ait analiz sonuçları	69
4.2.1.1.	İşinlamadan sonra $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ' de depolanan midye örneklerine kimyasal	69

özelliklere ait sonuçlar	
4.2.1.2. Işınlamadan sonra $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ' de depolanan ışınlanmış midye örneklerinde mikrobiyolojik analizlere ait sonuçlar	76
4.2.2. Işınlamadan sonra $-18 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ' de depolanan ışınlanmış midye örneklerine ait analiz sonuçları	80
4.2.2.1. Işınlamadan sonra $-18 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ' de depolanan farklı dozlarda ışınlanmış midye örneklerine kimyasal özelliklere ait sonuçlar	80
4.2.2.2. Işınlamadan sonra $-18 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ' de depolanan ışınlanmış midye örneklerinde mikrobiyolojik analizlere ait sonuçlar	86
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	91
6. KAYNAKLAR	93
ÖZGEÇMİŞ	114
TEŞEKKÜR	115

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa No
Çizelge 2.1. Gıda Işınlatma Yönetmeliğine Göre İzin Verilen Işınlatma Dozları	28
Çizelge 4.1. Farklı dozlarda ışınlatmadan sonra buzdolabında depolanmış karides örneklerinde kimyasal analizlere ilişkin sonuçları	38
Çizelge 4.2. Farklı dozlarda ışınlatmadan sonra buzdolabında depolanmış karides örneklerinde bakteri sayısındaki değişim (log10 kob/g)	46
Çizelge 4.3. Farklı dozlarda ışınlatmadan sonra buzdolabında depolanmış karides örneklerinde renk değişimi analizlerine ilişkin sonuçlar	52
Çizelge 4.4. Farklı dozlarda ışınlatmadan sonra dondurucuda depolanan karides örneklerinin depolama süresince kimyasal özelliklerindeki değişim	56
Çizelge 4.5. Farklı dozlarda ışınlatmadan sonra dondurucuda depolanmış karides örneklerinde mikrobiyolojik analizlere ilişkin sonuçlar (log10 kob/g)	63
Çizelge 4.6. Farklı dozlarda ışınlatmadan sonra dondurucuda depolanmış ışınlanmış karides örneklerinde renk değişimi analizlerine ilişkin sonuçlar	67
Çizelge 4.7. Farklı dozlarda ışınlatmadan sonra buzdolabında depolanmış midye örneklerinde kimyasal analizlere ilişkin sonuçları	70
Çizelge 4.8. Farklı dozlarda ışınlatmadan sonra buzdolabında depolanmış midye örneklerinde bakteri sayısındaki değişim (log10 kob/g)	76
Çizelge 4.9. Farklı dozlarda ışınlatmadan sonra dondurucuda depolanmış ışınlanmış midye örneklerinde kimyasal sonuçları	81
Çizelge 4.10. Farklı dozlarda ışınlatmadan sonra dondurucuda depolanmış midye örneklerinde mikrobiyolojik sonuçları (log10 kob/g)	87

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No	
Şekil 4.1.	Farklı dozlarda ışınlama ile $+4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 3 gün süreyle depolanan karides örneklerinde pH değişimleri	38
Şekil 4.2.	Farklı dozlarda ışınlama ile $+4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 3 gün süreyle depolanan karides örneklerinde TVB-N (mg/100 g) değişimleri	40
Şekil 4.3.	Farklı dozlarda ışınlama ile $+4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 3 gün süreyle depolanan karides örneklerinde TBA (mg/kg) değişimleri	42
Şekil 4.4.	Farklı dozlarda ışınlama ile $+4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 3 gün süreyle depolanan karides örneklerinde TMA-N (mg/kg) değişimleri	43
Şekil 4.5.	Farklı dozlarda ışınlama ile $+4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 3 gün süreyle depolanan karides örneklerinde TAMB (\log_{10} kob/g) değişimleri	46
Şekil 4.6.	Farklı dozlarda ışınlama ile $+4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 3 gün süreyle depolanan karides örneklerinde TKB (\log_{10} kob/g) değişimleri	48
Şekil 4.7.	Farklı dozlarda ışınlama ile $+4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ' de 3 gün süreyle depolanan karides örneklerinde <i>E. coli</i> (\log_{10} kob/g) değişimleri	50
Şekil 4.8.	Farklı dozlarda ışınlama ile $+4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ' de 3 gün süreyle depolanan karides örneklerinde <i>S.aureus</i> (\log_{10} kob/g) değişimleri	51
Şekil 4.9.	Farklı dozlarda ışınlama ile $+4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 3 gün süreyle depolanan karides örneklerinde renk (<i>L</i>) değişimleri	53
Şekil 4.10.	Farklı dozlarda ışınlama ile $+4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 3 gün süreyle depolanan karides örneklerinde renk (<i>a</i>) değişimleri	53
Şekil 4.11.	Farklı dozlarda ışınlama ile $+4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 3 gün süreyle depolanan karides örneklerinde renk (<i>b</i>) değişimleri	54
Şekil 4.12.	Farklı dozlarda ışınlama ile -18°C 'de 90 gün süreyle depolanan karides örneklerinde pH değişimleri	55
Şekil 4.13.	Farklı dozlarda ışınlama ile -18°C 'de 90 gün süreyle depolanan karides örneklerinde TVB-N (mg/100 g) değişimleri	57
Şekil 4.14.	Farklı dozlarda ışınlama ile $-18 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 90 gün süreyle depolanan karides örneklerinde TBA (mg/kg) değişimleri	58
Şekil 4.15.	Farklı dozlarda ışınlama ile $-18 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 90 gün süreyle depolanan karides örneklerinde TMA-N (mg/kg) değişimleri	60

Şekil 4.16.	Farklı dozlarda ışınlama ile $-18 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 90 gün süreyle depolanan karides örneklerinde TAMB (\log_{10} kob/g) değişimleri	61
Şekil 4.17.	Farklı dozlarda ışınlama ile $-18 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 90 gün süreyle depolanan karides örneklerinde TKB (\log_{10} kob/g) değişimleri	64
Şekil 4.18.	Farklı dozlarda ışınlama ile $-18 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 90 gün süreyle depolanan karides örneklerinde <i>E. coli</i> (\log_{10} kob/g) değişimleri	65
Şekil 4.19.	Farklı dozlarda ışınlama ile $-18 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 90 gün süreyle depolanan karides örneklerinde <i>S.aureus</i> (\log_{10} kob/g) değişimleri	65
Şekil 4.20.	Farklı dozlarda ışınlama ile $-18 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 90 gün süreyle depolanan karides örneklerinde renk (<i>L</i>) değişimleri	66
Şekil 4.21.	Farklı dozlarda ışınlama ile $-18 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 90 gün süreyle depolanan karides örneklerinde renk (<i>a</i>) değişimleri	68
Şekil 4.22.	Farklı dozlarda ışınlama ile -18°C 'de 90 gün süreyle depolanan karides örneklerinde renk (<i>b</i>) değişimleri	68
Şekil 4.23.	Farklı dozlarda ışınlama ile $+4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 3 gün süreyle depolanan karides örneklerinde pH değişimleri	71
Şekil 4.24.	Farklı dozlarda ışınlama ile $+4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 3 gün süreyle depolanan midye örneklerinde TVB-N (mg/100 g) değişimleri	72
Şekil 4.25.	Farklı dozlarda ışınlama ile $+4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 3 gün süreyle depolanan midye örneklerinde TBA (mg/kg) değişimleri	74
Şekil 4.26.	Farklı dozlarda ışınlama ile $+4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 3 gün süreyle depolanan midye örneklerinde TMA-N (mg/kg)değişimleri	75
Şekil 4.27.	Farklı dozlarda ışınlama ile $+4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 3 gün süreyle depolanan midye örneklerinde TAMB (\log_{10} kob/g) değişimleri	77
Şekil 4.28.	Farklı dozlarda ışınlama ile $+4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 3 gün süreyle depolanan midye örneklerinde TKB (\log_{10} kob/g) değişimleri	78
Şekil 4.29.	Farklı dozlarda ışınlama ile $+4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 3 gün süreyle depolanan midye örneklerinde <i>E. coli</i> (\log_{10} kob/g) değişimleri	79
Şekil 4.30.	Farklı dozlarda ışınlama ile $+4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 3 gün süreyle depolanan midye örneklerinde <i>S. aureus</i> (\log_{10} kob/g) değişimleri	80
Şekil 4.31.	Farklı dozlarda ışınlama ile -18°C 'de 90 gün süreyle depolanan midye	

örneklerinde pH değişimleri	82
Şekil 4.32. Farklı dozlarda ışınlama ile -18 °C'de 90 gün süreyle depolanan midye örneklerinde TVB-N (mg/100 g) değişimleri	83
Şekil 4.33. Farklı dozlarda ışınlama ile -18 °C'de 90 gün süreyle depolanan midye örneklerinde TBA (mg/kg) değişimleri	84
Şekil 4.34. Farklı dozlarda ışınlama ile -18 °C'de 90 gün süreyle depolanan midye örneklerinde TMA-N (mg/kg) değişimleri	85
Şekil 4.35. Farklı dozlarda ışınlama ile -18 °C'de 90 gün süreyle depolanan midye örneklerinde TAMB (log ₁₀ kob/g) değişimleri	86
Şekil 4.36. Farklı dozlarda ışınlama ile -18 °C'de 90 gün süreyle depolanan midye örneklerinde TKB (log ₁₀ kob/g) değişimleri	88
Şekil 4.37. Farklı dozlarda ışınlama ile -18 °C'de 90 gün süreyle depolanan midye örneklerinde <i>E. coli</i> (log ₁₀ kob/g) değişimleri	89
Şekil 4.38. Farklı dozlarda ışınlama ile -18 °C'de 90 gün süreyle depolanan midye örneklerinde <i>S.aureus</i> (log ₁₀ kob/g) değişimleri	90

1. GİRİŞ

Denizlerimiz ve iç sularımız, soğuk ve sıcak su balığı çeşitlerinin avlanması ve yetiştirilmesi için uygun ekolojik özelliklere sahip olması ve taşıdığı çok çeşitli balık türleri bakımından zengin kaynaklardır. Denizlerimizde balıklara ek olarak, kabuklu yumuşakçalar ve diğer türler de avlanmaktadır (Çelikkale ve ark. 1999, Anonim 2003).

Balık ve su ürünleri beslenmemiz açısından önemli bir protein kaynağıdır. Sağlıklı beslenmemizde önemli bir rol oynar. Besin bileşimi olarak yağ oranı oldukça düşük olup, içerdiği esansiyel amino asitler bakımından ise oldukça zengindir. Yapılan denemeler protein dışında balık ve su ürünlerinde önemli miktarda vitamin ve mineral madde bulunduğunu ve bu ürünlerin beslenme değerinin yüksek olduğunu göstermiştir (Gorga ve Ronsivalli 1988). Su ürünleri, kardiovasküler hastalıklar gibi birçok hastalığın riskini azaltan veya önleyen omega-3 yağ asitlerini ve diğer uzun zincirli doymamış yağ asitlerini içerir (Nettleton 2000). Bu nedenle, su ürünlerini yeterli miktarda tüketmek gerekir. Ama yetersiz işleme ve kullanım teknikleri sebebiyle Türkiye’de su ürünleri etkin miktarda tüketilmemektedir. TÜİK 2007 yılı verilerine göre, ülkemizde su ürünlerinin %80’inden fazlası insan gıdası olarak tüketilmektedir. Bu tüketimin %75’i taze, %4’ü dondurulduktan sonra ve %2’si de işlenmiş olarak tüketilmektedir. Geriye kalan kısmı (%19) ise balık unu ve yağı ile diğer amaçlar için kullanılmaktadır.

Balıklar haricindeki su ürünleri kabuklu ve yumuşakçalar olarak iki grup altında toplanır. Karides, istakoz ve yengeç kabuklu (*Crustaseae*) sınıfında, istiridye, midye, mürekkep balığı ve tarak yumuşakça (*Molluscae*) içinde yer alır (Hobbs ve Hodgkiss 1982).

Karidesler tür olarak ülkemiz sularında oldukça geniş bir dağılıma sahip olup özellikle avlandığı yerler Marmara, Ege ve Akdeniz’dir (Çelikkale ve ark. 1999, Anonim 2003). Karides pek çok dünya ülkesi için ekonomik değeri yüksek ve tüketici talebi oldukça fazla olan bir gıdadır. Karideslerin ülkemiz denizlerinde 7 türü bulunmaktadır. Bunlardan en ekonomik olanları *Parapeneus japonicus*, *Parapeneus semisulcatus* ve *Parapeneus longilostris*’dir (Kumlu ve ark. 1999). Dünyada avcılık yoluyla elde edilen karides üretiminin 1999 yılında 4.096.120 ton, 2002 yılında ise 4.271.812 ton olduğu bildirilmektedir (FAO

1999). Türkiye’de ise 1999 yılında 890 ton olan karides üretimi 2002 yılında 4000 tona yükselmiştir (DİE 2002).

Ülkemizde ekonomik açıdan büyük bir öneme sahip olan karides eti, besin kalitesi yüksek, proteince zengin değerli bir gıda maddesidir. Ancak bütün su ürünlerinde olduğu gibi etlerinde bağ dokunun az ve zayıf olması nedeniyle kolay sindirilebilir, bunun için de kolay bozulabilir bir gıda maddesidir (Varlık ve ark. 2000). Muhafaza süresine ve muhafaza sıcaklığına bağlı olarak karides etinde, diğer su ürünlerinde olduğu gibi duyuusal, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik değişimler meydana gelir (Varlık ve ark. 2000, Hayes 1992).

Çiğ ve işlenmiş midyeler oldukça besleyici ve diyetetik ürünlerdir. Bunlar iyi kalitede ve pahalı olmayan protein (kuru madde de %60 protein) içerirler (Choo ve Ng 1990). Midyeler düşük oranda yağ ve kolesterol ve kardiovasküler hastalıkların riskini önemli ölçüde azaltan çoklu doymamış yağ asitlerini yüksek oranda (toplam yağ asitleri içerisinde %42-45 oranında) içerirler (Orban ve ark. 2002, Kromhout ve ark. 1985). Ayrıca yağda ve suda çözünebilir vitaminleri (A, B1, niacin, B2, C, D, E) ve iz elementleri (Fe, Ca) de yüksek miktarda içerirler (Cheong ve Lee 1984).

Türkiye’deki yıllık midye üretimi 27.800 tondur (Anonim 2004). Midyeler genel olarak ihraç edilir veya Türkiye’deki restoranlarda kızartılmış olarak tüketilmektedir. Az bir kısmı ise konserve olarak işlenir veya dondurulmuş olarak muhafaza edilmektedir (Gökoğlu ve ark. 2000, Gökoğlu 2002).

Su ürünleri taze tüketilemediği durumlarda tam veya yarı işlenerek raf ömrü uzatılabilen ürünlerdir. Bu sayede belirli dönemlerde avlanan su ürünlerinin daha az buldukları dönemlerde de insan tüketimine sunulmaları sağlanır. Su ürünleri muhafazası kendi arasında alt bölümlere ayrılan altı grupta değerlendirilebilir. Bunlar kurutma, tuzlama, dumanlama, soğutma ve dondurma, ısı işleme uygulama ve ısı işlemsiz uygulamalardır (Ovayolu 1997).

Su ürünlerinin dondurulmuş olarak muhafaza edilmelerinin sebebi, raf ömrünü uzatmak ve bozulmaya sebep olan mikrobiyal ve enzimatik aktiviteyi sınırlamaktır (Ünlütürk 1998). Dondurulmuş karides rekabete dayalı fiyatı ve uzun raf ömrü sebebiyle talebi artan yüksek

ticari değere sahip bir üründür. Karidesin raf ömrünü, tüketim ve kullanım sırasındaki kalitesini depolama sıcaklığı ve depolama sırasındaki sıcaklık değişimleri belirler (Shamshad ve ark. 1990).

Dondurulmuş karidesin depolanması sırasında meydana gelen en önemli değişiklikler, renk kararması (Chandrasekaran 1994, Ghosh ve Nerkar 1991), yağ oksidasyonu (Bottino ve ark. 1979, Reddy ve ark. 1981, Riaz ve Qadri 1990), proteinlerin denatürasyonu (Bhobe ve Pai 1986), buzun kristelizasyonu ve süblimleşmesi (Londahl 1997). Bunlar kötü koku, kokuşma, dehidratasyon, ağırlık kaybı, sululuk kaybı, tekstürel değişiklikler (Bhobe ve Pai 1986, Gates ve ark. 1985, Londahl 1997, Watabe ve Hashimoto 1987, Yamagata ve Low 1995), uçucu bazik azotta artış (Riaz ve Qadri 1990, Yamagata ve Low 1995) ve su tutma kapasitesinde azalmayla birlikte mikrobiyal bozulma ve otolize sebep olabilmektedir (Bhobe ve Pai 1986).

Deniz ürünleri, mikrobiyal aktivite, endonjen enzim aktivitesi, enzimatik olmayan lipid oksidasyonu ve renkte kararma gibi faktörlerin etkisiyle depolama ve işleme sırasında bozulmaktadır (Hsieh 1989, Harris 1994). Bunlarda ürünün kalitesinde, renk, koku ve lezzetinde kayıplara ve raf ömründe azalmaya sebep olmaktadır (Botsoglou 2003).

Su ürünlerinin mikrobiyolojik olarak bozulması, çeşitli yollardan bulaşan mikroorganizmaların aktivitesi sonucudur. Bozulmaya neden olan mikroorganizmaların ana kaynağı sudur. Ürün canlıyken, dış yüzeyi ve bağırsaklarındaki bakteriler, canlılığının normal savunmasıyla steril kalan ette etkili olamazlar. Ancak ölümden sonra ete geçerek bozulmayı başlatırlar. Yeni yakalanmış karideslerin bakteriyel florası balıklar ile benzerlik göstermekle beraber esas grupları, *Micrococcus*, *Coryneform*, *Moraxella*, *Acinetobacter* ve *Pseudomonas* bakterileri oluşturur (Varlık ve ark. 2000). Su ürünleri *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Shigella* ve *Vibrio* gibi patojenik mikroorganizmalara karşı oldukça savunmasızdır (Marcotte 2004).

İlk olarak 1935'te Boury tarafından önerilen toplam uçucu bazik azotun (TVB-N) belirlenmesi, günümüzde balığın bozulma derecesini tahmin etmede en yaygın kullanılan analizlerden biridir. TVB-N'in kalite belirlemedeki etkinliği sağlık uzmanlarını tamamen tatmin etmemesine rağmen, birçok araştırmacı tarafından güvenli bir analiz olarak kabul edilmektedir (Malle ve Poumeyrol 1989).

Balıktaki yağlar, işleme ve depolama sırasında lipolitik ve lipoksidatif enzimlerle ve havayla temas sonucu parçalanarak, oksidatif ürünler oluşturup ileri düzeyde acı (ransit) tat oluşumuna yol açan oksidasyonla acılaşabilir. Oksidasyon sonucu ilk olarak yağ asitleri ve peroksitler oluşur. Bunların bileşimleri kokusuz ve tatsız olup, balıkta organoleptik görünüş olarak hiçbir bozulmanın olmadığı zamanda ortaya çıkabilmektedir. Daha sonra peroksitlerde oksitlenerek aldehit ve ketonlara katılırlar. Böylece balıkta hoş gitmeyen bir koku ve acılaşma meydana gelir. Yağın oksitlenmesinin ilk safhasında peroksit değerinin tespiti balığın başlangıçtaki kalitesi hakkında fikir verirken ikinci aşamada Tiyobarbitürik Asit (TBA) değerinin ölçümü balık etindeki acılaşma hakkında bilgi verir (Soyer 1999).

Hem su ürünlerinde mikrobiyal bozulmanın hem de su ürünleriyle insanlara geçen hastalıkların önlenmesinde, genel olarak gıdalarda mikroorganizmaların kontrol altına alınmasında geçerli olan yöntemler kullanılmaktadır (Banwart 1981, Frazier ve Westhoff 1988).

- 1) Kontaminasyonun önlenmesi: Mikrobiyal kontaminasyonun önlenmesi sanitasyon uygulamaları ile gerçekleştirilir (Hobbs ve Roberts 1987).
- 2) Mikroorganizmaların uzaklaştırılmaları: Gıdalardaki mikrobiyal yükün azaltılmasında kullanılan diğer bir yöntem mikroorganizmaların uzaklaştırılmasıdır. Su ürünleri açısından yıkama işleminin önemli olduğu gözardı edilmemelidir (Karapınar ve Gönül 1998).
- 3) Mikrobiyal gelişmenin inhibisyonu: Mikrobiyal gelişmenin inhibisyonunda kullanılan yöntemler, düşük sıcaklıkta muhafaza, su aktivitesinin düşürülmesi, modifiye atmosferde muhafaza, kimyasal koruyucularla muhafaza, mikroorganizmalar arası antagonistik ilişkilerden yararlanmadır.
- 4) Mikroorganizmaların öldürülmesi: Gıdaların muhafazasında kullanılan en etkin yöntem mikroorganizmaların öldürülmesidir. Bu yöntemin içerisinde en çok ısıl işlem uygulamaları, radyasyon uygulamaları ve sterilant gazların kullanımı yer almaktadır (Ünlütürk 1998).

Elde edilen bazı kabuklu deniz ürünleri taze olarak tüketilmekle birlikte depolanıp farklı zamanlarda da piyasaya sürülmektedir. Depolama şartları olarak derin dondurucular

kullanılmakla birlikte alternatif işlemler yapılarak raf ömrünün uzatılması çok önemli bir konudur. Bu işlemlerden en önemlilerinden bir tanesi de ışınlamadır.

Gıda ışınlama teknolojisi, gıdaların kalitelerinin korunması, hijyenlerinin sağlanması ve muhafaza sürelerinin uzatılması için geliştirilen bir teknolojidir. Bu teknoloji, ısı enerjisinden yararlanılarak gerçekleştirilen pastörizasyon, konserve ve dondurma yöntemleri gibi yöntemlerden bir tanesi olup, fiziksel bir uygulamadır. Belirtilen bu yöntemlerden farkı, ışınlamada kullanılan enerjinin ısı enerjisi değil "iyonlaştırıcı enerji" olmasıdır. Işınlama gıdalarda radyoaktiviteye neden olmayan fiziksel bir proses, bir enerji girdisidir. Bu enerjinin miktarı ışınlama absorblama dozu olarak tanımlanır ve birimi rad (1 rad = 100 erg g-1) veya gray'dır (1 gray = 100 rad). Geçtiği bir gram maddede 100 erg'lik enerji bırakır ve buna 1 rad denir (Lagunas- Solar, 1995).Gıda ışınlama teknolojisi deniz ürünlerinde bakteriyel patojenlerin elimine edilmesini sağlar ve raf ömrünü uzatır (Anonymous 2000).

Gıdaların muhafazasında gama ışınları, X-ışınları ve hızlandırılmış elektron ışınları kullanılmaktadır (Olson 1998). Bunlardan endüstride en yaygın olarak kullanılanı gama ışınlarıdır (WHO 1994). Gama ışınları, Kobalt 60 (Co⁶⁰) ve Sezyum 137 (Cs¹³⁷) kaynaklarından üretilen ışınlardır (Lagunas-Solar 1995, Monk ve ark. 1995). Işınlama hiçbir atık içermeyen fiziksel bir proses olması nedeniyle taze ve kolay bozulabilen gıdaların korunmasında uygulanan etkin bir yöntem olmakla birlikte her gıdaya uygulanması mümkün değildir (Lagunas-Solar 1995). Yağlı gıdalarda ışınlama sonucu acılaşıma, yüksek proteinli gıdalarda ise kötü tat ve koku meydana gelmesi ışınlama uygulamalarını sınırlamaktadır (Alkan 2003).

Işınlama tekniği, gıdalara birçok farklı amaçla uygulanabilmektedir. Başlıca uygulamalar ise, beyaz ve kırmızı et, balık ve baharatlarda hijyenik kalite ve dayanma süresinin yükseltilmesi, meyve ve tahıl gibi tarım ürünlerinde böceklerle mücadele, patates ve soğan gibi ürünlerde filizlenmenin engellenmesi, hasat sonrasında meyvelerin olgunlaşma sürelerinin uzatılması dolayısıyla daha uzun süre saklanabilmelerinin sağlanması ve soğutmaya gerek duyulmadan uzun süre dayanabilen ışınlanarak sterilizasyona uğratılmış gıdaların üretilmesi olarak sıralanabilir (WHO 1994).

İşınlama dünya çapında su ürünleri de dahil olmak üzere çeşitli gıdaların korunmasında dünya çapında ilgi gören bir yöntemdir (Kreuzer 1969, Kilgen 2001). Radurizasyon olarak bilinen düşük dozda işınlama (1-3 kGy aralığında) su ürünlerinin raf ömrünü uzatmak amacıyla kullanılmaktadır (Venugopal ve ark. 1999).

İşınlama, gıdaların bozulmasına neden olan ve insanlarda hastalıklara yol açan mikroorganizmaların azaltılması veya yok edilmesini sağlarken duyuşal kaliteyi de korumaktadır. Gıda kaynaklı hastalık ve zehirlenmeler ile ilgili çok fazla sorun yaşıyan tüketiciler artık geleneksel yöntemlerin her zaman yeterli olmadığını, kimyasalların kullanımının da zararlı olduğunu anlamış ve yavaş yavaş işınlanan gıdalara yönelmeye başlamıştır (Anonymous 2000).

Ülkemizde, başta baharat olmak üzere, kurutulmuş sebzeler, bazı kuru yemişler (badem, hurma, çam fıstığı, kuş üzümü), balık, tavuk eti, karides, işkembe ve kurbağa budu işınlama yöntemi ile muhafaza edilmektedir (Alkan 2003).

Bu araştırmanın amacı kabuklu deniz ürünlerinden karides (*Parapenaeus longirostris*) ve midyeye (*Mytilus galloprovincialis*) farklı dozlarda işınlama teknolojisi uygulanarak buzdolabında ($4 \pm 1^{\circ}\text{C}$) üç gün ve derin dondurucuda ($-18 \pm 1^{\circ}\text{C}$) doksan gün depolama süresince işınlamanın ürünler üzerindeki mikrobiyal yüküne etkisi incelenmiş, ayrıca fiziksel, kimyasal kalitesine ve raf ömrü üzerine etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

2. LİTERATÜR BİLGİSİ

2.1. Raf Ömrü Çalışmaları

Kaliteli ve güvenli besin üretimi diğer alanlarda olduğu gibi su ürünlerinde de önem taşımaktadır. Su ürünlerinin diğer etlere oranla kolay bozulan bir ürün olması nedeniyle, balıkların avlanmasından tüketimine değin hızlı bir şekilde niteliğini yitirmeden tüketiciye ulaştırılması ve korunması gerekir. Balık yakalandığında uygun koşullarda korunmazsa birkaç saat içerisinde kokuşabilir. Bu nedenle su ürünleri avlandıktan hemen sonra uygun tekniklerle korunmalı, taşınmalı veya işlenmelidir (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999).

Su ürünlerinin avlanmasından sonra etlerinde duyuusal, kimyasal ve mikrobiyolojik açıdan çeşitli değişimler gözlenir. Ölüm sonrası su ürünleri etindeki kalite kaybı ve bozucu değişikliklerden temel olarak azotlu bileşikler sorumludur. Bu değişimler protein yapısında olmayan azotlu bileşiklerin dekompozisyonu nedeniyle olmakta ve sonuçta istenmeyen tat ve koku veren bileşiklerin oluşması ile su ürünlerinin renklerinde istenmeyen değişimler görülmektedir (Gülyavuz ve Ünlüsayın 1999, İlhan 2005)

Putro ve ark. (1990) kabuklu su ürünlerinin bozulmasında en büyük etkenin ürünün biyokimyasal karakteri olduğunu, kabukluların balıktan daha çok serbest amino asit içerdiğinden daha kolay bakteriyel gelişme gösterdiğini ve bozulma hızının arttığını bildirmektedirler. Bununla birlikte, kabuklu su ürünleri de balıklara benzer olarak bakteriyolojik bozulmaya maruz kalırlar. Kalite, bakterilerin cins ve sayıları arasındaki ilişkiye bağlı olarak etkilendiği gibi, kimyasal değişikliklerden de etkilenebilmektedir (Fieger ve ark. 1961).

Karideslerde depolama şartlarına bağlı olarak 2-3 gün içinde koku ve aroma değişimleri oluşmaktadır. Bozulmaya paralel olarak karidese özgü koku, yerini amonyak kokusuna bırakmaktadır (Schormuller 1968). Matches (1982) pasifik karideslerinin (*Pandalus jordani*) bozulmasında sıcaklığın etkisini incelediği çalışmasında beş ayrı sıcaklıkta depoladığı karideslerin 0 °C de 6 gün taze, 11. güne kadar tüketilebilir düzeyde, 5,6 °C de ise 6 gün tüketilebilir olduğunu bildirmektedir. Stockermer ve Nieper (1984), +7°C de depoladıkları

karideslerin duyusal olarak 4. gün tüketilebilir sınır değerini aştığını belirtmişlerdir. Erkan (2005), $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan midyelerin duyusal ve kimyasal analizleri sonucunda raf ömrünün 4 gün olarak saptamıştır.

2.2. Mikrobiyolojik Kalite ile İlgili Çalışmalar

Çok yüksek bir besin değerine sahip olan ve diğer protein kaynaklarına göre ucuz bulunan su ürünleri mikrobiyal bozulmaya karşı çok duyarlıdır (Labuza 1982). Ayrıca kabuklu su ürünlerinin bozulmasında en büyük etkenin, ürünün biyokimyasal karakteri olduğu, balık etine nazaran daha fazla serbest amino asit içermesi nedeniyle bakteriyel gelişme için daha uygun olduğundan dolayı bozulma hızı arttığı da bildirilmektedir (Putro ve ark. 1990).

Balık ve diğer su ürünleri suda bulunan mikroorganizmalar ile taşıma ve işleme sırasında bulaşabilecek birçok mikroorganizmayı içerir. Kırmızı etlerde olduğu gibi balık ve diğer su ürünlerinde de otolitik, oksidatif ve bakteriyel faaliyet sonucu çeşitli bozulmalar meydana gelir. Ancak taze su ürünlerinde otolitik aktivite ve pH kırmızı etlere göre daha yüksek olduğundan, bu ürünlerde otolitik ve bakteriyel bozulma daha fazladır (Frazier ve Westhott 1988, Ünlütürk 1998).

Avlanan karidesler bakteriyel ve enzimatik aktivitelerin etkisiyle son derece hızlı bozulmaktadır. Bakteriyel aktivite, aminoasit miktarının yükselmesi ile artmakta, otolitik enzimler (proteazlar) de, mikroorganizmaların gelişimini sağlayan proteinlerin hızlı bir şekilde parçalanmasına neden olmakta ve muhafaza şartlarına bağlı olarak protein miktarı azalmakta, böylece ürün kısa bir süre içerisinde bozulmaktadır (Göğüş ve ark. 1992).

Karideslerin bakteriyel florası balıkların mikroflorasına benzerlik göstermekte ve başlıca, *Micrococcus*, *Coryneform*, *Moraxella*, *Acinetobacter* ve *Pseudomonas* cinsi bakteriler ihtiva etmektedir (Hobbs 1982, ICMSF 1980). Wekell ve ark. (1994), deniz ortamının florasında yer almadığı halde su ürünlerinde *Salmonella* spp., *Shigella* spp. ve *E. coli* gibi patojen mikroorganizmaların bulunabileceğini belirtmektedir.

Yakalandıkları suların mikroorganizma yükünün karideslerin toplam mikroorganizma sayısı üzerinde etkili olduğu bildirilmektedir (Plusquellec 1995). Karidesler dipten ağ ile

yakalandıklarından yakalama sırasında deniz dibindeki birikintilerin ağa toplanması nedeniyle taşıdıkları mikrobiyal yük çok yüksek olup, 4,49- 6,08 log₁₀ kob/g arasında değişmektedir (Göktan, 1990). Vanderzant ve ark. (1970) araştırmasında ılık deniz sularından avlanan karideslerdeki toplam aerobik bakteri sayısını 6,00 log₁₀ kob/g olarak belirlemişlerdir. Diler ve Ataş (2003), taze olarak incelenen karides (*Penaeus semisulcatus*) örneklerinde, toplam mezofilik aerob mikroorganizma, koliform, *Staphylococcus* ve *Vibrio parahaemolyticus* sayısını sırasıyla 4,76, 2,28, 2,96 ve 1,88 log₁₀ kob/g olarak bildirilmişlerdir. İnal (1992), karides etlerinde toplam canlı mikroorganizma sayısının 5,00 log₁₀ kob/g, *S. aureus* sayısının 2,00 log₁₀ kob/g ve koliform grubu bakteri sayısının ise 2,00 log₁₀ kob/g'dan fazla olmaması gerektiğini belirtmektedir. Midyeler için toplam canlı bakteri sayısının en yüksek kabul edilebilir limiti 7 log₁₀ kob/g olarak belirtilmektedir (ICMSF 1986). Goulas ve ark. (2005) midyelerle ilgili yaptığı çalışmada yeni yakalanmış midyenin toplam canlı sayısını 4,5 log₁₀ kob/g olarak tespit edilmiştir.

Buzdolabı koşullarında depolanan deniz ürünlerindeki mikrobiyal bozulmalara *Pseudomonas*, *Vibrio*, *Flavobacterium* ve *Moraxella* gibi gram negatif psikrotrofik bakteriler sebep olmaktadır (Hayes 1992, Jay 1996). Bununla birlikte, buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen çift kabukluları da içeren bozulmuş su ürünlerinin birçoğunun mikroflorasını %90-100'ünü *Pseudomonas* oluşturduğu tespit edilmiştir (Jay 1996).

Dondurulmuş olarak muhafaza edilen balıklardaki toplam canlı sayısının artması bakterilerin çoğalmalarıyla ilgili olup, azalma göstermesinin sebebi ise oluşan buz kristallerinden bakteri hücrelerinin zarar görmesidir (Allam 2001, Sarhan 2003). Dondurarak muhafaza toplam canlı sayısında depolama süresine bağlı olarak 1-2 log birim azalmaya sebep olup raf ömrünü uzatmaktadır (Yammamoto ve Harris 2001). Fatima ve ark. (1988), buzda muhafaza edilen karideslerin (*P. merguensis*) 20. gündeki toplam bakteriyal yükü 9,00 log₁₀ kob/g olarak belirlemiştir. Jeyaweera ve Subasinghe (1988), buzda muhafaza ettiği karideslerdeki (*P. indicus*) 17. gündeki toplam bakteri sayısını 7,00 log₁₀ kob/g olarak tespit etmişlerdir. Hatha ve ark. (1998) araştırmalarında dondurulmuş karides örneklerinin (sülfitle muamele edilmiş) çoğunda başlangıçtaki aerobik bakteri sayısını 4,00 log₁₀ kob/g olarak bulmuş ve bu da ürünün işlenmesi sırasında iyi sanitasyon uygulamalarının yapıldığını göstermektedir. Bayazit ve ark. (2003) donmuş olarak piyasaya sunulan karideslerde yapmış oldukları

çalışmalarında karides örneklerine ait TAMB sayısı ortalama olarak 3,44-3,61 log₁₀ kob/g arasında *S. aureus* sayısı ortalama 2,88 - 3,28 log₁₀ kob/g arasında bulunmuşlardır. Çağlak ve ark. (2007) midyelerde yaptığı çalışmasında 2 °C’de depolanan midye örneklerinin başlangıçtaki toplam canlı bakteri sayısını sıfırıncı günde 3,25 log₁₀ kob/g, 8. günde 8,51 log₁₀ kob/g olarak tespit edilmiştir.

Uluslararası Gıdalar için Mikrobiyolojik Spesifikasyonlar Komisyonu (ICMSF) donmuş kabuklu su ürünlerinde toplam aerobik mezofilik bakteri sayısının en fazla 5,70–6,00 log₁₀ kob/g arasında bulunması gerektiğini belirtmektedir (Anonim 1986). Midye kontrol örneğinde başlangıçtaki aerobik bakteri sayısı (3,40 log₁₀ kob/g) taze midyelerde üst limit aerobik bakteri sayısı göz önüne alındığında aerobik mikroorganizma sayısının 5,70 log₁₀ kob/g kabul edilebilir değeri göstermektedir (ICMSF 1986).

2.3. Kimyasal Kalite ile İlgili Çalışmalar

Su ürünlerinin tazeliğinin belirlenmesinde duyu analizi sonuçları en güvenilir kriterlerden birisidir. Kalite kontrolünde, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik yöntemlerle desteklenmesi gerekir. Kimyasal yöntemlerden toplam uçucu bazik azot (TVB-N), trimetilamin (TMA-N) ve tiyobarbitürik asit (TBA) tayinleri en çok kullanılan parametrelerdir. Su ürünlerinin muhafazası sırasında, süreyle paralel olarak TVB-N ve TMA-N değerleri de yükselmektedir (Varlık ve ark. 2000).

Depolanan ürünlerin bozulmasına yol açan bakteriler, trimetilaminoksit (TMAO)’i trimetilamin (TMA-N)’e, oluşan TMA-N’i de dimetilamine (DMA)’e ve formaldehite (FA)’e kadar parçalar. TMA-N miktarının tespit edilmesinin amacı ürünlerdeki mikrobiyal bozulma düzeyinin bilinmesi açısından önemlidir. Tatlı su balıklarında TMAO ancak eser miktarlarda bulunabilir. TMA-N miktarı deniz balıklarının bozulma indeksi olarak kullanılmaktadır (Connel 1975, Kundakçı 1989, Stammen 1990). Balık etlerinde lipid peroksidasyonu otooksidasyon ve lipoksigenaz, peroksidaz mikrobiyal enzimler gibi enzimatik reaksiyonlar sonucu oluşmaktadır (Decker ve Hultin, 1990). Lipid oksidasyonu sonucu ürünlerdeki tüketilebilir sınır değerlerinin tespitinde oksidasyon sonucu oluşan en son indirgenen madde olan malonaldehitin miktarı, TBA sayısı, kullanılır (Tarladgis ve ark. 1960). Marketlerde satışa sunulan taze, donmuş, pişirilmiş et ve balık ürünlerinin TBA içerikleri incelenmiştir.

Çalışma sonunda taze örneklerin dondurulmuşlara göre daha düşük TBA içerdiği bildirilmiştir (Siu ve ark. 1978).

TVB-N (mg/100 g) değerinin, taze ve dondurulmuş su ürünlerinin ilerlemiş bozunma aşamasında ortaya çıktığı ve değerleri destekleyen pH sonuçlarına da ihtiyaç duyulduğu yapılmış olan araştırma sonuçları göstermiştir (Ludorf ve Meyer 1973).

Maxwell-Miller ve ark. (1982), $-18\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$ 'de depoladıkları midyelerin pH değerlerinin 6,30-6,35 arasında sabit kaldığını bildirmektedirler.

Stockemer ve Nieper (1984), kahverengi karidesi (*Crangon crangon*) kabukları ile $7\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza etmişler ve toplam uçucu bazik azot (TVB-N) miktarının muhafazanın 4. günü 37,1 mg/100 g değerinin üzerine çıktığını, 6. gün ise 150 mg/100 g'a ulaştığını, TMA-N miktarının sınır değerini (8 mg/100 g) muhafazanın 4. gününde aştığını ve sonuçta, *C. crangon* türünün $7\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 3 gün depolanabileceğini bildirmişlerdir.

Derili ve derisiz olarak depolanan farklı Antartik balıklarında $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta 2.5 ay gibi bir süre depolama sonunda TVB-N, TMA-N ve TBA değerleri saptanarak tüketim için uygun değerlere sahip olduğu bildirilmiştir (Manthey ve ark. 1986).

Göğüş ve ark. (1987), 6 ay boyunca $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan sardalya, mezgıt ve kolyoz balıkları üzerinde yapılan çalışmada TMA-N ve TBA değerleri için en uygun sıcaklığın $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ olduğu tespit etmişlerdir.

Şentürk (1994) taze ve dondurulmuş midyelerin pH değerlerini sırasıyla 6,0 ve 7,0 olarak bildirmektedir.

Erkan (1996), dondurularak depolanan ($-20\text{ }^{\circ}\text{C}$) pişirmeye hazır midye ürünlerinin raf ömrünü belirlediği çalışmada, taze midye örneklerinin pH, TVB-N ve TMA-N değerlerini sırasıyla 6,20, 9,07 mg/100 g ve 0,75 mg/100 g olarak belirlemişlerdir. Kontrol, unlu ve baharatlı unlu grup olarak hazırlanan midyelerde depolamanın 120. gününde pH değerlerini

sırasıyla 5,97, 5,88 ve 5,82, TVB-N değerlerini 27,84, 28,39 ve 27,10 mg/100 g, TMA-N değerlerini ise 4,52, 5,45 ve 4,17 mg/100 g olarak tespit etmiştir.

Simeonidou ve ark. (1998), uskumru (*Trachurus trachurus*) ve Akdeniz berlamı (*Merluccius mediterraneus*)'nın -18°C'de depolanması üzerine yaptıkları bir araştırmada, 12 aylık depolama sonunda tüm gruplarda TVB-N degerinde artışın olduğunu saptamışlardır.

Sarma (1998) pembe levrek ve sardalya balığında yaptığı çalışmaya göre, dondurulmuş koşullarda muhafazalarında TVB-N ve TMA-N değerlerinde artış gözlemiştir.

Bak ve ark. (1999) çalışmalarında karidesin havayla temas halinde dondurulmuş koşullarda muhafazası sırasında lipid oksiadasyonunun önemli olduğunu bildirmişlerdir. Bu sebepten Tiyobarbütirik asit değeri düşük sıcaklıklarda artış gösterdiğini, ancak bu sonucun raf ömrü açısından tek başına değerlendirilmemesi gerektiğini bildirmektedirler.

Namulema ve ark. (1999), Nil tatlısu levregi (*Lates niloticus*)'nin -13 ve -27 °C'de depolanması esnasındaki kalite değişimlerini inceledikleri bir araştırmada depolama süresince malonaldehit ve istenmeyen kokuda artışlar olduğunu saptamışlardır. Her iki depolama sıcaklığında da TBA değeri 8. haftaya kadar artmış, -27 °C'de bu sayı 8. ve 12. haftalarda sabit kalırken, -13 °C'de depolanan örneklerde önemli bir azalma meydana gelmiştir.

Varlık ve ark. (2000), soğukta depolanan karideslerin depolama süresi içinde kalitesinde meydana gelen değişimleri inceledikleri çalışmalarında, depolama öncesi ve depolamanın son günü olan 4. günde pH, TVB-N, TMA-N miktarlarını sırasıyla 6,73 ve 7,81, 22,95 ve 109,15 mg/100 g, 1,75 ve 19,70 mg/100 g olarak belirlemişlerdir. Araştırmacılar karideslerin soğukta ($4 \pm 1^\circ\text{C}$) depolanmasında pH değerinin, TVB-N ve TMA-N miktarlarının, depolama başlangıç değerine göre depolamanın ikinci günü bozulmayı gösteren yönde değiştiğini ve depolama süresinin iki gün olduğunu bildirmektedirler.

Varlık ve ark. (2000), buzdolabında muhafaza ettikleri derin su pembe karideslerinde (*Parapenaeus longirostris*) muhafazanın 2. günü TVB-N ve TMA-N değerinin sırasıyla, 40,21 mg/100 g ve 8 mg/100 g'a yükseldiği bildirmişlerdir.

Çelik ve ark. (2002)'nin piyasada satılan çeşitli dondurulmuş su ürünlerinde yaptımış oldukları çalışmalarında kabuklu ve yumuşakçalarda TVB-N ve TBA değerlerini sırasıyla 6.30-23.10 mg/100 g ve 0.09-1.76 mg malonaldehit/kg arasında saptamışlardır.

Erdem ve Bilgin (2004), buzdolabı koşullarında muhafaza edilen, pişmiş ve çiğ kahverengi karides'in, *Crangon crangon* (Linnaeus, 1758), kalitesinde meydana gelen değışimleri inceledikleri çalışmalarında, pişmiş karideslerde TVB-N miktarını depolama öncesi ve depolamanın son günü olan 5. günde sırayla 7,93±0,93 ve 38,27±0,93 mg/100 g, TMA-N miktarını aynı sırayla 0,27±0,02 ve 8,01±0,16 mg/100 g, TBA miktarları yine aynı sırayla 0,42±0,03 ve 8,59±0,27 mg malonaldehit/kg olarak bildirmektedirler. Çiğ karides örneklerinde TVB-N miktarını depolama öncesi ve depolamanın son günü olan 5. günde sırayla 8,87±0,93 ve 42,53±1,65 mg/100 g, TMA-N miktarını aynı sırayla 0,26±0,02 ve 9,37±0,16 mg/100 g, TBA miktarları yine aynı sırayla 0,73±0,03 ve 12,30±0,11 mg malonaldehit/kg olarak saptamışlardır. pH miktarı pişmiş karideslerde deneme başında 6,64±0,05 iken çiğ karideslerde 6,83±0,04, deneme sonunda (5. gün) ise, pişmiş karideslerde pH değeri 7,77±0,05 iken çiğ karideslerde 7,95±0,01 olarak belirlemişlerdir. Araştırmacılar TVB-N, TMA-N ve TBA değerlerine göre, pişmiş karideslerde 5. gün tüketilebilir sınırını aştığı, çiğ ürünler ise 3. gün de limit değerlere çok yaklaştığını ve 4. gün de tüketilebilir sınır değeri aştığını bildirmektedirler.

Pastoriza ve ark. (2004), 4 °C'de 6 gün depoladıkları midyelerde, sıfırncı gündeki TVB-N ve TMA değerlerini sırasıyla 12,38 ve 0,42 mg/100 g, depolama sonunda ise aynı sırayla 22,55 ve 5,96 mg/100 g olarak saptamışlardır.

Zeng ve ark. (2005), karideslerin depolama başlangıcındaki TMA-N değeri 0.5 mg/100 g olduğunu ve kabul edilebilir limit değeri 5 mg/100 g olarak çalışmasında belirtmiştir.

Beklevik (2005), sonbahar ve kış mevsiminde avlanan deniz levreklerinin -18 °C'de depolanması süresince TBA değerlerini sırasıyla 0,066-0,086 ve 0,051-0,308 mg malonaldehit/kg arasında saptamıştır.

Erkan ve Özden (2006), levrek balıklarının buzda muhafazasında 1. günde TVB-N ve TMA-N değerleri sırasıyla 16,10 ve 0,71 mg/100 g, depolamanın 13. gününde 15,74 ve 3,94 mg/100 g olarak tespit etmişlerdir.

Turan ve ark. (2006) 4 °C'de depoladıkları midye örnekleriyle ilgili yaptıkları çalışmada taze midyede TVB-N değerini 11,83 mg/100 g olarak tespit edilmiştir. Kyriazi-Papadopoulou ve ark (2003), Vasakou ve ark. (2003), Pastoriza ve ark. (2004), Erkan (2005) and Goulas ve ark. (2005)'nin çalışmalarında da benzer değerler (12.84, 14.67, 8.47, 12.38 ve 11.48 mg/100 g) olduğu görülmüştür.

Bilgin ve ark. (2007), iki farklı sıcaklıkta depolanan sıcak dumanlanmış dağ alabalığınının (*Salmo trutta macrostigma*) raf ömrünün belirlenmesini ve bu depolama koşullarında bazı kimyasal parametrelerdeki değişimlerini inceledikleri çalışmalarında, taze balıklarda 0.452 ± 0.100 mg MA/kg olan TBA değeri, 4 ± 0.5 °C'de depolanan örneklerde 51 gün 8.063 ± 0.010 mg MA/kg değerine, -18 ± 1 °C'de depolanan örneklerde de 3.543 ± 0.030 mg MA/kg'a (180. gün) ulaştığını, TVB-N değerinin ise taze *S. trutta macrostigma*'da $13,968 \pm 1.936$ mg/100 g iken 51. günde 34.378 ± 0.432 mg/100 g'a 180. günde ise 30.003 ± 0.696 mg/100 g değerine yükseldiğini saptamışlardır. Araştırmacılar sıcak dumanlama sonrası, her iki depolama sıcaklığında bekletilen örneklerde TBA ve TVB-N değerindeki değişimlerinin tüm depolama boyunca genellikle önemli ($P < 0,05$) düzeyde arttığını bildirmektedirler.

Çalkı ve ark. (2007), 4 °C'de buz kaplarında depolanan karagöz balıklarında kimyasal parametreleri inceledikleri çalışmalarında başlangıçtaki TVB-N, TMA-N ve TBA değerleri sırasıyla 21,55 mg/100 g, 0,29 mg/100 g ve 0,95 mg malonaldehit/kg olduğu ve bu değerlerde depolama boyunca artış olduğu 10. günde 26,15 mg/100 g, 5,19 mg/100 g ve 1,48 mg malonaldehit/kg olduğu tespit etmişlerdir.

Lopez-Caballero ve ark. (2007), buzda 14 gün muhafaza edilen derin su pembe karideslerdeki (*Parapenaeus longirostris*) TMA-N seviyesini 3,4 mg/100 g olarak tespit etmişlerdir.

Çağlak ve ark. (2007) midyelerde yaptığı çalışmasında 2 °C'de depolanan midye örneklerinin başlangıçtaki TVB-N, TBA ve TMA-N değerlerini sırasıyla 9,5 mg/100 g, 2,09 mg

malonaldehit/kg ve 1,80 mg/100 g olarak, 8. gündeki değerleri sırasıyla 64,3 mg/100 g, 3,06 mg malonaldehit/kg ve 6,70 mg/100 g olarak tespit etmişlerdir. Goulas ve ark. (2005) çalışmasında taze midye örneklerinin başlangıçtaki TMA-N değerini 1,82 mg/100 g olarak tespit etmişlerdir.

Gonçalves ve ark. (2008)'nin dondurulmuş karideslerde yaptıkları çalışmada başlangıçtaki TVB-N değerlerini 7,52-8,81 mg/100 g olarak tespit etmişlerdir. Bu değerler de bazı referans çalışmalara (Mendes ve ark. 2005, Mendes 2006) göre karideslerin tazeliğini gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Yüksek sayıdaki bakterinin ($>7,00 \log_{10}$ kob/g), mikrobiyal aktivitesi sonucu trimetilamin oksitten trimetilamin, diğer aminler ve amonyak, hidrojen sülfid ve lipitlerin parçalanması sonucu karbonil bileşikler gibi kötü kokuya sebep olan istenmeyen bileşikler oluşmaktadır (Colby ve ark. 1995).

TMA-N miktarı ürünün çeşidine, depolama şekline, avlandığı sezona göre değişiklik göstermektedir (Ababouch ve ark. 1996).

Balık etinde lipid peroksidasyonu otooksidasyon veya lipoksigenaz, peroksidaz ve mikrobiyal enzimler vasıtasıyla başlayabilmektedir (Decker ve Hultin 1990).

Kodalra (1996), çalışmasında buzda muhafaza edilen karideslerde (kafa ve kuyruk kısımlarıyla birlikte) TVB-N değerinin yüksek olmasının mikrobiyal florasıyla korelasyon gösterdiğini belirtmiştir.

Balık ve su ürünlerinin kalitelerini gösteren kimyasal indikatörler duyu özellikleriyle zayıf korelasyon göstermektedir. Özellikle TBA değeri midyelerde kalite indeksi olarak kullanılmayabilir (Papadopoulos ve ark. 2003, Taliadourou ve ark. 2003, Chouliara ve ark. 2004).

2.4. Fiziksel Kalite ile İlgili Çalışmalar

Gıda endüstrisinde pH'nın belirlenmesi ve sabit değerde tutulması kalite kontrol ve proses gereksinimleri için önemli bir kriterdir (Banwart 1987) Bir ürünün asiditesinin veya alkalinitesinin ölçüsü pH olarak bilinir ve gıdadan gıdaya farklılık gösterir (McLay 1972, Court 2005).

Fiziksel kalite kontrol yöntemlerinin en sık kullanılanı pH tayinidir. Enzim ve bakterilerin etkisi ile organizmanın oksido-redüksiyon dengesi bozulmakta, serbest hidrojen ve hidroksil iyonlarının konsantrasyonunda değişiklikler meydana gelmekte, bu da pH değerinin değişmesine neden olmaktadır. Bu yöntem kimyasal parametreleri tamamlama niteliğinde olmasının yanısıra, kesin bir kriter olmayıp kimyasal ve duyuşsal testlerle birlikte uygulanmalıdır (Ludorff ve ark. 1973).

Karides etinin pH'ı 7,0–7,3 arasında değişmektedir. Avlanma sonrasında ve depolama şartlarına bağılı olarak pH 7,5–7,7'ye kadar yükselmekte ve pH 7,9'da bozulma başlamaktadır. Karides etinin pH değerinin yüksek olması, bağı doku yönünden zayıf oluşu ve karideslerin yaşamlarını kumlu-çamurlu ortamlarda geçirmesi nedeniyle mikroorganizmalar için elverişli bir ortam oluşturduğu içindir (Potter 1980, Varlık ve ark. 1993a).

Göğüş (1981) karides etinin alkali özellik gösterdiğini ve pH değerinin 7,0–7,2 arasında olduğunu belirtmiştir. pH daki artışın sebebi başlıca mikrobiyal aktivite sonucu oluşan amonyak, trimetilamin, toplam uçucu bazik azot gibi alkali bileşiklerin birikimi sonucudur (Schormüller 1968).

Şentürk (1994), taze karideslerin pH değerinin 7,2 olduğunu, Shamshad ve ark. (1990), farklı sıcaklıklarda muhafaza ettikleri karideslerdeki pH değerini, muhafazanın başlangıcında 7,05 iken muhafazanın 16. gününde 8,25 değerine ulaştığını, Varlık ve ark. (2000) ise taze karideslerin pH değerinin 6,73 olduğunu 4 °C'deki karideslerin ise 4. gün 7,81'e yükseldiğini, Erdem ve Bilgin (2004), buzdolabında pişmiş ve çiğ olarak muhafaza ettikleri *Palaemon adspersus* türünde pH değerini pişmiş ve çiğ numunelerde muhafazanın başlangıcında sırasıyla 7,35 ve 7,60, muhafazanın 5. gününde ise 7,86 ve 8,06 olduğunu bildirmişlerdir.

Turan ve ark. (2008), $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan midyelerle ilgili yaptığı çalışmada taze midyelerin pH değerini 6,45 olarak tespit edilmiştir ve bu değer Kyriazi-Papadopoulou (2003) verileriyle paralellik gösterdiği görülmüştür. Goulas ve Kontominas (2005), pH' nın depolama süresi boyunca artmasının sebebi amonyak, trimetilamin gibi uçucu bazik bileşiklerin bozulmaya sebep olan bakteriler tarafından üretilmesi sonucu meydana geldiğini bildirmektedirler.

Bayizit ve ark. (2003), donmuş karideslerde yaptıkları çalışmalarında karideslerin pH değerleri ortalama 7,36-7,42 arasında olduğunu tespit etmişlerdir.

Karidesin depolanması sırasında kalite kayıplarına sebep olan iki önemli faktör vardır. Bunlardan birincisi melanosis, polifenoloksidaz enziminin aktivitesi sonucu taze karidesin yüzeyinde oluşan renk kararmasıdır (Benner ve ark. 1994). Diğer önemli faktör ise gıdalarda bozulmaya sebep olan bakterilerin gelişmesiyle meydana gelen enzimatik reaksiyonlar sonucu proteinlerin parçalanmasıyla oluşan amonyak, indol, metanetanol, pütresin, trimetilamin ve diğer kötü kokulu bileşiklerin oluşmasıdır (Chang ve ark. 1983, Lakshmanan ve ark. 2002, Bazemore ve ark. 2003). Bu reaksiyonlardan sorumlu olan enzimler, arginaz, adenosin deaminaz ve AMP deaminazdır (Yeh ve ark. 1978, Ward ve ark. 1979, Bazemore ve ark. 2003).

Karides avlandıktan sonra kabuk segmentlerinde, özellikle baş kısmının koparıldığı yerde çevresel faktörlerin (güneş, sıcaklık, vb.) etkisi ile renk değişimi oluşmaktadır. Bu oluşumda çevresel faktörlerin yanı sıra avlanmadan sonra baş kısmının geç koparılması, avlanmış materyale hiç ya da yetersiz soğutmanın uygulanması renk değişimini hızlandırmaktadır. Bu renk değişimine "Melanosis", "Siyahlaşma" "Kararma" ya da "Black Spot" gibi isimler verilmektedir. Renk değişimi, enzimatik esmerleşme olup, bu olaydan baş bölgesindeki enzimler sorumludur. Siyahlaşmanın en çok görüldüğü bölge tirozinaz enziminin fazlalığından dolayı baş ve ayak çevreleridir. Karides etinin proteinlerinin dekompozisyonu sonucu tirozin ve de hidrosifenilalanin açığa çıkar. Tirozinaz enziminin etkisiyle bu aminoasitler oksitlenerek melanin pigmentlerine dönüşür. Melanin pigmentleri siyah renkli olduğu için et siyahlaşır. Renk değişimi başlangıçta sadece görünüşte iken daha sonra ette de

kendini göstererek kalitenin bozulmasına ve böylece ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Bu aktivitenin önüne kaynatma işleminin tirozinaz enzimini parçalamasıyla geçilebilmektedir. Bundan dolayı kararma olayının buzlama ile tam önüne geçilmesi mümkün olmamaktadır (Wegner ve Finne 1986).

Renkte kararma tüketici açısından zararsız görünse de market fiyatının ciddi şekilde düşmesine, tüketicinin satın almasında azalmaya ve ciddi finansal kayıplara sebep olur (Montero ve ark. 2001). Lopez-Caballero ve ark. (2007) melonisis ve bozulma dondurulmuş muhafazada biraz geciktiğini ancak karideste çözünme sırasında devam ettiğini bildirmektedirler. Melonisten başka balık ve karides ürünlerinde lipidlerin oksidasyonu kabul edilemez bir yıkıcı reaksiyondur. Balık yağları içerdiği çoklu doymamış yağ asitleri sebebiyle oksidasyona karşı hassastır, bu durum lipoksigenaz, peroksidaz ve mikrobiyal enzimlerin enzimatik reaksiyonu sonucu otooksidasyonla başlar. Lipid oksidasyonu balık etinde fizikokimyasal değişikliklere ransiditeye ve kötü kokulara sebep olur (Bak ve ark. 1999).

Karides ve kabukluların raf ömrünü uzatmak için melonisis inhibitörleri kullanılır. Bu inhibitörler genellikle sülfite ve sülfite ürünleridir ve quinones polimerizasyonu önleyerek renksiz bileşikler oluştururlar (Montero ve ark. 2001). Yinede sülfite bileşikleri alerjik bir ürün olarak bilinir ve astım hastalığı olanlarda ciddi reaksiyonlara sebep olur (DeWitt 1998).

Karides ve diğer kabuklu deniz hayvanlarının dondurulmuş olarak muhafazası sırasında, oksidasyon, proteinlerin denatürasyonu, süblimasyon ve buz kristallerinin tekrar kristalize olması gibi kalite değişiklikleri meydana gelmektedir. Bunlarda kötü koku, ransidite, dehidratasyon, ağırlık kaybı ve sululuğun yanı sıra mikrobiyal bozulmaya ve otolize sebep olmaktadır (Bhobe ve Pai 1986, Hui ve ark. 2004, Gonçalves 2005, Boonsumrej ve ark. 2007).

Midyelerin yenilebilen kısmı avlanma sezonuna, beslenmelerine, olgunluklarına ve deniz suyu sıcaklığına bağlı olarak yaklaşık, %80 su, %9-13 protein, %0-2 yağ ve % 1-7 glikojen içerir (Schormüller 1968).

2.5. Işınlama ile İlgili Genel Çalışmalar

Radyoaktif maddeler, atomlarının sürekli olarak parçalanması sırasında çevreye alfa, beta, gama, X-ışınları gibi ışınlar yayarlar. Bu ışınlar çarptıkları materyalde elektrik yüklü iyonların oluşmasına neden olurlar. Bu ışınlara iyonizan ışın veya iyonize eden ışın adı verilmektedir. İyonizan ışınların gıdaların ışınlanmasında kullanılabilmesi için iki farklı ışın kaynağından yararlanılmaktadır. Bunlar yapay radyoaktif maddeler ve elektron hızlandırıcı jeneratörlerdir (Acar 1999).

Işınlamanın yüksek dozda (10 kGy ve üzeri) uygulamalarına radapertizasyon denilmekte ve ticari sterilizasyon olarak kullanılmaktadır. Radapertizasyon ile mevcut mikroorganizmaların büyük çoğunluğu yok edilmektedir. Spor oluşturmayan patojen mikroorganizma yükünün azaltılmasında ≤ 10 kGy gibi daha düşük dozda ışınlama uygulamaları kullanılır ve buna da radisidasyon denilmektedir. Radurizasyon ise gıdaların kalitesini korumak, raf ömrünü uzatmak için uygulanan ve spesifik mikroorganizma popülasyonunu azaltan dozlarda (≤ 1 kGy) ışınlama uygulaması olarak tanımlanmaktadır (Monk ve ark. 1995).

Gıdaya uygulanan ışınlama doğrudan veya dolaylı olarak mevcut mikroorganizmaların sayılarını azaltmayı veya tamamen yok etmeyi hedeflemektedir. Doğrudan etkide ışınlama, direk hücre bileşenleriyle reaksiyona girmekte, hücrenin yaşamını sürdürmesi için gerekli olan bazı bileşenlere çok hızlı hareket yüklenmesi ve çarpma sonucu hasar vermekte DNA gibi moleküllere enerjisini aktararak iyonize olmalarına neden olmakta ve hücre çoğalmasını önlemektedir. Dolaylı etki de ise yaklaşık %70-90'lık kısmı sudan oluşan hücrenin ışınlanması sonucu ışınlama su moleküllerini H^+ ve OH^- radikallerine ayrıştırmakta ve oluşan radikaller hücrede yükseltgenme ve indirgenme etkisi yapmaktadır (Ahn ve ark. 1998, Buchalla ve ark. 1993, Çopur ve Tamer 1998, Topal 1988). Işınlama işlemi üründe besin kaybına sebep olmamakta ve zararlı maddeler ve kalıntılar bırakmamaktadır (WHO 1981).

Mikrobiyolojik güvenliklerinin artırılması için bazı deniz ürünleri, özellikle sıcak su karidesleri/deniz tekeleri (büyük karides) ve diğer deniz kabuklularında ışınlama dozu olarak 3 kGy'ye kadar dozlar önerilmiştir. Düşük dozlar (< 3 kGy) bozulmaya neden olan organizmaların %90-95'ini yok ederek raf ömrünün iyileştirilmesine yol açar. Buz içindeki

karidesin 7 gün raf ömrü vardır, 1.5 kGy uygulandığında ek bir on gün daha ilave olur. 1 kGy istiridyelerde bulunan *E.coli*'yi ve de *Vibrio spp.*'yi bunların çiğ hallerini bozmaksızın yok eder. Tüketici adaylarının %20'si, güvenliklerinin belirgin şekilde arttırılmış olması dolayısıyla artık ışınlanmış istiridyeye tüketmeye hazır olduklarını söylemişlerdir. 2 kGy uygulanmış istiridyeler, ışınlanmamış karıştlarının 15 gününe kıyasla, buzdolabında 21'den 28 güne kadar raf ömrüne sahiptirler (Komolprasert ve ark. 2002)

Işınlama dozu, doz oranı, sıcaklık, ışınlama sırasındaki atmosfer, sıcaklık ve depolama şartları gıdadaki kaliteyi etkilemektedir (Thayer 1990). Meydana gelen radyolitik ürünler yağ ve miyogloblin'in oksidasyonunu, ransidite ve renk bozulması ile birlikte diğer tat ve koku bileşenlerinin zarar görmesine neden olabilir (Murano 1995). Özellikle gıdada ışınlama sonucu oluşan kimyasal değişimler gıdanın donmuş olup olmamasına bağlı olarak değişmekte ve donmamış gıdalarda serbest radikallerin hareketliliğindeki azalmadan dolayı kimyasal değişiklikler daha çok meydana gelmektedir (Olson 1998).

Işınlama balık ürünlerinin raf ömrünü uzatmak için etkili bir yöntem olmasına rağmen üründe yağ oksidasyonunu ve hidrolizi arttırması sebebiyle bazı gıdalardaki uygulamaları sınırlanmaktadır (Ghadi ve Venugopal 1991, Rahman 1999). Yüksek oranda doymamış yağ asitleri içeren gıdalar düşük oranda yağ asidi içeren gıdalara göre daha kolay okside olmaktadır. Özellikle doymamış yağ asitleri içeren yağlarda radyolitik bozulma meydana gelir ve bu da kötü koku veren bazı uçucu bileşiklerin oluşmasına sebep olmaktadır (Woods ve Pikaev 1994).

Işınlanmış et ürünlerinde lipit peroksidasyonunun oluşması ışınlama öncesi ve sonrası paketlenme, depolama ve diğer işleme koşullarına bağlı olarak değişmektedir. Işınlama işlemi gıdanın besleyici değerini tümüyle kötü etkilememektedir (Stevenson 1996) fakat özellikle oksijen varlığında, pişirme işlemi ve depolama koşullarıyla birlikte ışınlama yapıldığında oksidatif bozulmada artış olduğu tespit edilmiştir (Diehl 1995). Nawar (1985)'in çalışmasına göre, oksijen varlığındaki ışınlama yağların otooksidasyonunu muhtemelen şu üç reaksiyondan bir tanesiyle arttırmaktadır, 1) hidroperoksit formunda yer alan oksijenin serbest hale gelmesiyle, 2) hidroperoksit yıkımıyla, 3) antioksidanların yıkımıyla

Jeevanandam ve ark. (2001), 1 ve 3 kGy dozlarında ışınlama işlemi uygulayıp buzda muhafaza edilen karagöz balıklarının 1 kGy dozunda ışınlama uygulanan örneklerin raf ömrünün 8 günden 12 güne, 3 kGy olanların ise 22 güne kadar uzadığı saptanmıştır. Ghadi ve Venugopal (1991), düşük dozda (1,5 kGy) ışınlama uygulanıp buzdolabı koşullarında muhafaza edilen balıkların raf ömrü 25 gün, ışınlama işlemi uygulanmayan örneklerin raf ömrü ise 12 gün olarak tespit edilmiştir.

Matches (1982) 5,6 °C’de muhafaza edilen *Pandelus jordani* karideslerinin duyusal açıdan 6 gün tüketilebilir düzeyde olduğunu, Varlık ve ark. (2000), $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ’de muhafaza ettikleri *Parapenaeus longirostris* karislerinin duyusal olarak 2. günde bozulduklarını, Stockemer ve Nieper (1984) ise 7°C’de depolanan *Crangon crangon* karideslerinde duyusal değerlere göre tüketilebilir sınır değerinin 4. günde aşıldığını bildirmişlerdir.

Van Cleemput ve ark. (1980), 5 kGy dozunda ışınlama uyguladığı karideslerde 6 °C sıcaklıkta depolama süresinde ışınlanmış olan örneklerin 8 günde bozulduğu, kontrol örneklerinin 4 günde bozulduğu saptanmıştır. Chen ve ark. (1996), 3 kGy dozunda ışınlama işlemi uyguladığı ve buzda muhafaza ettiği yengeç örneklerinin raf ömrü, ışınlanmış olanlarda 14 gün, ışınlanmamış olan örneklerde ise 3 gün olarak tespit etmişlerdir. Ouattara ve ark. (2001), önceden pişirilmiş ve ışınlanmış karides örneklerinde raf ömrü 11 gün, kontrol örneklerinde 5 gün olarak saptamışlardır.

Özden ve ark. (2007), 4 °C de karagöz balıklarında yaptıkları çalışmada taze örneğin pH değeri 6,71, kontrol ve ışınlanmış (2,5 ve 5 kGy) gruplarının depolama sonundaki (17. gün) pH değerleri ise sırasıyla 7,30, 6,69 ve 6,91 olarak saptanmışlardır.

Ahmed ve ark. (2009), farklı düzeylerde (3, 5 ve 8 kGy) ışınlama dozu uyguladıkları *Pampus chinensis* balığında düşük sıcaklıklarda depolamanın (-20 °C) kimyasal parametrelerindeki değişiklikleri 90 günlük depolama periyodu boyunca incelemişlerdir. Depolamanın başlangıcında kontrol, 3, 5 ve 8 kGy uygulanan gruplarda TVB-N değeri sırasıyla 4,5, 3,0, 2,5 ve 1,5 mg/100 g, depolamanın son günü olan 90. günde 32,5, 7,1, 5,3 ve 4,9 mg/100 g değerine, TMA-N değerlerini ise başlangıçta aynı sırayla 4,5, 3,0, 2,5 ve 1,5 mg/100 g, depolamanın son günü olan 90. günde 32,5, 7,1, 5,3 ve 4,9 mg/100 g değerine yükseldiğini saptamışlardır. Işınlanmış ve düşük sıcaklıklarda (-20 °C) muhafaza edilmiş balıklardaki

TVB-N ve TMA-N değerlerinin ışınlanmamış gruba göre daha düşük olduğu araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir.

Özden ve ark. (2006), levrek balıklarında yaptıkları çalışmada ışınlanmış örneklerin buzdolabı koşullarında depolama sırasında TBA değerleri 7. güne kadar artış eğilimi gösterip 9. günden itibaren değerlerde azalma olduğu saptamışlardır.

Cozzo-Siqueira ve ark. (2003), farklı dozlarda ışınlama (1, 2,2 ve 5 kGy) işlemi uygulanıp 0,5 °C'de ve -2 °C'de 20-30 gün depolanan Tilapia (*Oreochromis niloticus*) balıklarında 1 kGy için 1. gün, 20. gün ve 30. günde TVB-N değerleri sırasıyla 27,6, 31,0 ve 86,8 mg/100 g, 2,2 kGy için 24,8, 43,0 ve 44,7 mg/100 g, 5 kGy için 25 mg/100 g'ın altında tespit etmişlerdir.

Jeevanandam ve ark. (2001), 1 ve 3 kGy dozlarında ışınlama işlemi uygulayıp buzda muhafaza edilen karagöz balıklarının 1 kGy dozunda ışınlama uygulanan örneklerin raf ömrünün 8 günden 12 güne, 3 kGy olanların ise 22 güne kadar uzadığı saptanmıştır. Ghadi ve Venugopal (1991), düşük dozda (1,5 kGy) ışınlama uygulanıp buzdolabı koşullarında muhafaza edilen balıkların raf ömrü 25 gün, ışınlama işlemi uygulanmayan örneklerin raf ömrünün ise 12 gün olarak tespit etmişlerdir.

Ito ve ark. (1993), çalışmada 12 adet ihrac edilen dondurulmuş karides örneklerinin toplam bakteri sayısı 4,30-6,78 log₁₀ kob/gr arasında olduğunu belirlemişlerdir. Karideslerin birçoğunda az miktarda *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio mimicus*, *Vibrio alginolyticus*, *Vibrio vulnificus*, *Vibrio fluvialis* ve *Listeria monocytogenes* bulunmuştur. Ama karides örneklerinin hiçbirinde *Salmonella* tespit edilmemiştir. 4-5 kGy dozlarında gama ışını uygulandıktan sonra dondurulmuş karides örneklerindeki toplam aerobik bakteri sayısında yaklaşık olarak 2-3 log kob/gr düşme olduğu belirlenmiştir. Dondurulmuş karides örneklerinden *Vibrio* izolatlarının ve *Aeromonas hydrophila* sayısını 4,0 log₁₀ kob/gr azaltmak için gereken gama ışını dozu 3 kGy, oysa *Listeria monocytogenes* ve *Salmonella typhimurium* için ise 3,5 kGy gerektiğini bildirmektedirler. 5 kGy'in altında ışınlanarlarda kötü koku oluşumu ihmal edilebilir düzeyde bulunmuştur.

Van Cleemput ve ark. (1980), Chen ve ark. (1996), Quattara ve ark. (2001), Mendes ve ark. (2005) yaptıkları çalışmalarda 4 °C sıcaklıkta depoladıkları ışınlanmış karides, yengeç ve balıklardaki mezofilik bakteri sayısı ışınlanmamış olanlara göre daha düşük bulunmuştur.

Quattara ve ark. (2001) yaptığı çalışmada, önceden pişirilmiş ve 3 kGy ışınlanmış karideslerin buzdolabı koşullarında raf ömrünün 11 gün, ışınlanmamış karideslerin ise 5 gün olduğunu tespit etmişlerdir.

Kabuklu deniz hayvanlarında ve çift kabuklu yumuşakçalarda sık rastlanan *Vibrio*'lar (*V. vulnificus* ve *V. parahaemolyticus*) ışınlamaya çok duyarlıdırlar ve 300 Gy uygulanmasıyla gözlenebilir seviyelerin altına düşerler (Burnouf ve ark. 2002).

Vibulsresth ve ark. (1981) kurutulmuş karidesin hijyenik kalitesini arttırmak için ışınlama işlemi uygulamıştır. 3 kGy dozda uygulanan ışın dozunun kurutulmuş karidesin raf ömrünü ve hijyenik kalitesini arttırdığını tespit etmiştir. Hava ile temas halindeki ürünün ışınlanması özellikle yağ dokusuyla ilgili problemleri de arttırdığı belirlenmiştir (Lea ve ark. 1960).

Işınlanmış karideslerde lipid peroksidasyonundaki artış TBA analizi ile ölçülmüştür. Diğer birçok çalışma raporlarına göre lipid oksidasyonu ışınlama işlemiyle artmış olduğu bulunmuştur (Hampson ve ark. 1996, Nam ve Ahn 2003, Kanat ve ark. 2005). 2,5 kGy ile ışınlanmış olan karideslerin depolamadan 2 ay sonraki TBA değeri 2,73 mg malonaldehit/kg olarak bulunmuş, bu değer de kabul edilebilir limitler içerisinde. Tüketilebilir üst limit 7-8 mg malonaldehit/kg'dır (Schormuller 1968, Schormuller 1969, Cadun ve ark. 2005).

Taze balıkların raf ömrünün uzatılması için kullanılacak ışınlama dozu olarak 1-3 kGy önerilmektedir (Venugopal ve ark. 1999, Molins ve ark. 2001, Jo ve ark. 2004).

Duyusal kalite ile ilgili yapılan araştırmalara göre, 2,5 kGy' in üzerinde uygulanan ışınlama işleminin ürünün organoleptik kalitesinde azalmaya sebep olduğu belirlenmiştir. 2,5 kGy'ın üzerinde ışınlama işlemi uygulanan farklı etlerde duyusal kabul edilebilirliğin azaldığı rapor edilmiştir (Sudarmadji ve Urbain 1972). Et ürünlerinin duyusal kalitesinin korunması açısından optimum ışınlama dozu 2,5 kGy olarak belirlenmiştir (Kanatt ve ark. 2002).

Cha ve Cadwallader (1995) tuzlanmış ve fermente edilmiş balık sucuklarında yaptığı çalışmada 155 tane uçucu bileşik tespit etmişlerdir. Bu bileşiklerin başlıcaları, aldehitler, ketonlar, alkoller, esterler, aromatik bileşikler, nitrojen ve sülfürdür. İyonize enerjiyi absorbe eden moleküller reaktif duruma geçmekte ve iyon veya serbest radikal formunda radiolitik ürünler olarak kalıcı form oluşturmaktadırlar (Woods ve Pikaev 1994). Bu da ışınlanmış olan örneklerde ışınlanmamış olanlara göre daha fazla miktarda uçucu bileşiklerin oluşmasına sebep olmaktadır.

Mikrobiyal aktive kimyasal bileşiklerle ilişkili olup (TVB-N, TMA-N vb) aynı zamanda balıkta kalitenin belirlenmesinde indikatör olarak önerilir (Debevere ve Boskou 1996, Gram ve Huss 1996).

Kanatt ve ark. (1997) çalışmasında ışınlanmış etin depolaması sırasında tiyobarbitürik asit miktarının ışınlanmamış olan ete göre artış gösterdiğini gözlemlemiştir.

Chouliara ve (2004) karagöz balıklarında yaptığı çalışmaya göre 1 ve 3 kGy ışınlama dozu TMA-N miktarında önemli bir azalmaya sebep olmuştur. 35 gün boyunca 4 °C'de muhafaza edilen karagöz balığında TMA-N miktarı 3,92 ve 2,96 mg/100 g olarak saptamışlardır.

Chouliara ve ark. (2005) çalışmasında levrek balıklarından TMA-N üretiminin 1 ve 3 kGy ışınlama sonucu önemli miktarda azaldığını tespit etmişlerdir. 4 °C'de depolanan vakum paketlenmiş levrek balıklarında 35 gün sonunda 1 ve 3 kGy için sırasıyla TMA-N değerleri kontrol için 3,92 mg/100 g ve 2,96 mg/100 g olarak ve ışınlanmış ve soğukta depolanan levrek balıklarının TMA-N değerlerini ışınlanmamış olanlara göre daha düşük olduğunu tespit edilmiştir.

Bazı çalışmalara göre ışınlama işlemi lipid peroksidasyonunu arttırdığı rapor edilmiştir (Hampson ve ark. 1996, Nam ve Ahn 2003, Kanat ve ark. 2005). TBA tüketilebilir limiti 7-8 mg malonaldehit/kg'dır (Schormuller 1968, Schormuller 1969, Cadun ve ark. 2005).

Cozzo-Siqueira ve ark. (2003), farklı dozlarda ışınlama (0-1,0-2,2 ve 5 kGy) işlemi uygulanıp 0,5 °C ve -2 °C'de 20-30 gün depolanan Tilapia (*Oreochromis niloticus*) balıklarında TBA analizlerinde en yüksek değeri 1.36 mg malonaldehit/kg olarak 5 kGy ışınlanmış örneklerde tespit etmişlerdir.

Duyusal özelliklerine göre yapılan değerlendirmede ışınlanmamış sazan balığının raf ömrü 15 gün iken, ışınlanmış (1,5 kGy, 0-2 °C) olan sazan balığının raf ömrü 31 gün olduğu belirlenmiştir. Yine duyu özellikleri göz önüne alındığında 1 kGy ışınlanmış palamut balığının buzdolabı koşullarındaki raf ömrü 12 gün iken ışınlanmamış olanın 4 gün olarak tespit edilmiştir (Mendes ve ark. 2005).

Jeevanandam ve ark. (2001) raporuna göre, ışınlanmamış karagöz balığının başlangıçtaki toplam canlı sayısını 4,64 log kob/g iken, 1-3 kGy ışınlanmış olanların sırasıyla 3,36 ve 2,75 log kob/g olduğu ve 8 log kob/g değerine ışınlanmamış olan balıkların 20 günde ışınlanmış örneklerin ise 30 günde ulaştığı tespit edilmiştir.

Tuzlanmış vakum ambalajlı karagöz balığının buzdolabı koşullarında muhafazası sırasında toplam mezofilik bakteri sayısı kontrol örneğinde 7 log kob/g değerine 14 günde ulaşırken 1 kGy ışınlanmış olan 23 günde ve 3 kGy ışınlanmış olan ise 40 günde ulaşmıştır (Chouliara ve ark. 2004).

Chouliara ve ark. (2005) yaptığı çalışmada, vakum paketlenmiş karagöz balıklarının başlangıçtaki aerobik bakteri sayısını kontrol, 1 ve 3 kGy için sırasıyla 5, 4,2 ve 4 log₁₀ kob/g olarak tespit edilmiştir. Bunlardaki aerobik bakteri sayısı 7 log₁₀ kob/g değerine kontrol örneğinde 9 günde, 1kGy ışınlanmış örnek 18 günde ve 3 kGy ışınlanmış örnek 26 günde ulaştığını belirlenmiştir.

Cozzo-Siqueira ve ark. (2003), farklı dozlarda ışınlama işlemi uygulanıp 0,5 °C'de ve -2 °C'de 20-30 gün depolanan Tilapia (*Oreochromis niloticus*) balıklarında 1., 20. ve 30. günlerdeki toplam koliform sayıları ışınlanmamış olan örneklerde sırasıyla 5,26, 5,27 ve 5,87 log₁₀ kob/g olarak, 1 kGy ışınlanmış olanlarda 2,40, 3,78 ve 5,16 log₁₀ kob/g olarak, 2,2 kGy

ışınlanmış olanlarda 1,30, 2,45 ve 3,87 log₁₀ kob/g olarak tespit edilmiştir ve 5 kGy ışınlanmış örneklerde ise koliform bakteri tespit edilmediğini bildirmektedirler.

Ahmed ve ark. (1997) raporuna göre, TVB-N ve TMA-N oluşumu ışınlanmış balıklarda ışınlanmamış olanlara göre daha düşüktür çünkü trimetilamin oksitin dekompozisyonundan sorumlu olan *Pseudomonas* ve *Shewenalls* bakterileri ışınlamaya karşı hassastır.

Tavuk ve et ürünlerinin 2,5 kGy dozunda ışınlanması *Salmonella* kontaminasyonun kontrolünde etkilidir (Lacroix ve ark. 1998, Paul ve ark. 1998). Gama ışınlarının mikroorganizmalar üzerine etkisi organizmanın hassas kısmına, genellikle DNA, hücre yenilenmesi ve hücreyi oluşturan maddelerin sentezine etkilemiş olabilmektedir (Yeager ve O'Brien 1983).

Ortalama dozda (1-10 kGy) uygulanan gama ışınlarının çiğ ve pişmiş ette bulunan *S.aureus*'un etkili şekilde elimine ettiği belirlenmiştir (Erdman ve ark. 1961).

Mendes ve ark. (2005) istavrit balıklarında yaptığı çalışmada en yüksek TMA-N değerini ışınlanmamış ve buzdolabı koşullarında muhafaza ettiği örneklerde, en düşük değerleri ise ışınlanmış (1 ve 3 kGy) 3-5 °C'de 24 gün boyunca depoladığı örneklerde tespit etmişlerdir.

3 ve 5 kGy ışınlama dozunun Atlantik istavrit balığında ve karideste trimetilamin miktarını fazla etkilemediği tespit edilmiştir. 3 ve 5 kGy ışınlama dozu istavrit balığında ve karidesteki trimetilamin miktarında ters bir etki göstermemiştir (Mendes ve ark. 2005, Van Cleemput ve ark. 1980).

Mikroorganizmaların D-10 değeri örneklerin kalınlığına, başlangıçtaki mikrobiyal yüküne, örneklerin fizikokimyasal özelliklerine ve ışınlama ve depolama koşullarına bağlı olarak değiştiği belirtilmiştir (Lee ve ark. 1998, 2000).

2.6. Yasal Bildirimler

TSE 11344 Dondurulmuş Karides Standardı'nda Koliform grubu mikroorganizma sayısı ile ilgili bir değer belirtilmezken, *Salmonella* bulunmamalıdır (Anonim 1994).

Uluslararası Gıdalar için Mikrobiyolojik Spesifikasyonlar Komisyonu (ICMSF) donmuş kabuklu su ürünlerinde toplam aerobik mezofilik bakteri sayısının en fazla 5,70–6,00 log₁₀ kob/g arasında ve *Escherichia coli* sayısının ise 1,00 log₁₀ kob/g olabileceğini, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* ve *Shigella*'nın bulunmaması gerektiğini belirtmektedir (Anonim 1986).

Su ürünlerinin tazeliğinin belirlenmesinde duyu analizi sonuçları en güvenilir kriterlerden birisidir. Kalite kontrolünde, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik yöntemlerle desteklenmesi gerekir. Kimyasal yöntemlerden toplam uçucu bazik azot (TVB-N), trimetilamin (TMA-N) ve tiyobarbitürik asit (TBA) tayinleri en çok kullanılan parametrelerdir. Su ürünlerinin muhafazası sırasında, süreyle paralel olarak TVB-N ve TMA-N değerleri de yükselmektedir. Su ürünlerinin TVB-N değerlerine göre kalite sınıflandırması, “25 mg/100 g’a kadar çok iyi, 30 mg/100 g’a kadar iyi, 35 mg/100 g’a kadar pazarlanabilir, 35 mg/100 g ve yukarısı bozulmuş” şeklindedir. TMA-N limit değerlerine göre kalite sınıflandırması ise, “4 mg/100 g’a kadar iyi, 5 mg/100 g’a kadar pazarlanabilir, 8 mg/100 g ve üzeri bozulmuş olarak kabul edilir” şeklindedir. Su ürünlerinde yağların oksidasyonu sonucu ortaya çıkan ve acılaştırma indeksi olan TBA değeri 8 mg malonaldehit/kg değerine ulaştığı zaman ürün tüketilemez ve raf ömrünü doldurmuştur (Varlık ve ark. 2000, Köse ve ark. 2001, Turan 2002).

Farklı ülkelerde balık ve kabuklu deniz hayvanlarında bulunması gereken maksimum kabul edilebilir aerobik bakteri sayısı (5,00-7,00 log₁₀ kob/g) olarak belirlenmiştir (Colby ve ark. 1995).

Tarım ve Köyişleri Bakanlığı’ nın 06.11.1999 tarihli resmi gazetede yayımlanan 23868 no’lu Gıda İşleme Yönetmeliği’ ne göre izin verilen işleme dozları Çizelge 2.1. da verilmiştir.

Çizelge 2.1. Gıda Işınlama Yönetmeliğine Göre İzin Verilen Işınlama Dozları

Gıda Grubu	Amaç	Doz (kGy)	
		Min.	Maks.
Grup1-Soğanlar, kökler ve yumrular	Depolama sırasında filizlenme, çimlenme ve tomurcuklanmayı önlemek		0,2
Grup 2- Taze meyve ve sebzeler (Grup 1'in dışındakiler)	a)Olgunlaşmayı geciktirmek b)Böceklenmeyi önlemek c)Raf ömrünü uzatmak d)Karantina kontrolü	(x)	1,0 1,0 2,5 1,0
Grup3-Hububat, öğütülmüş hububat ürünleri,kabuklu yemişler, yağlı tohumlar, baklagiller,kurutulmuş sebzeler ve kurutulmuş meyveler	a)Böceklenmeyi önlemek b)Mikroorganizmaları azaltmak c)Raf ömrünü uzatmak		1,0 5,0 5,0
Grup 4- Çiğ balık, kabuklu deniz hayvanları ve bunların ürünleri (taze veya dondurulmuş), dondurulmuş kurbağa bacağı	a)Bazı patojenik mikroorganizmaları azaltmak b)Raf ömrünü uzatmak c)Paraziter enfeksiyonların kontrolü	(x) (xx)	5,0 3,0 2,0
Grup 5- Kanatlı, kırmızı et ile bunların ürünleri (taze veya dondurulmuş)	a)Bazı patojenik mikroorganizmaları azaltmak b)Raf ömrünü uzatmak c)Paraziter enfeksiyonların kontrolü	(x) (xx)	7,0 3,0 3,0
Grup 6- Kuru sebzeler, baharatlar,kurutulmuş otlar, çeşniler ve bitkisel çaylar	a)Bazı patojenik mikroorganizmaları azaltmak b)Böceklenmeyi önlemek	(x)	10,0(xxx) 1,0
Grup 7- Hayvansal orijinli kurutulmuş gıdalar	a)Böceklenmeyi önlemek b)Küflerin kontrolü		1,0 3,0

(x) Minimum doz düzeyi belli bir zararlı organizma için belirlenebilir.

(xx) Minimum doz düzeyi gıdanın hijyenik kalitesini temin edecek düzeyde belirlenebilir.

(xxx) 10 kGy'in üzerindeki maksimum doz düzeyleri, gıdanın tümündeki minimum ve maksimum doz ortalaması 10 kGy'i aşmayacak şekilde uygulanır.

ICMSF (1986) tarafından su ve deniz ürünlerinde mezofilik aerobik bakteri sayısının kabul edilebilir üst limit değeri 7 log kob/g olarak belirtilmiştir. Balık ve su ürünlerinin TVB-N değerlerine göre kalite sınıflandırılması aşağıdaki gibidir.

0 – 25 mg/100 g TVB-N içeren örnekler “Çok İyi”

26 – 30 mg/100 g TVB-N içeren örnekler “İyi”

31 – 35 mg/100 g TVB-N içeren örnekler “Pazarlanabilir”

35 mg/100 g'dan fazla TVB-N içeren örnekler "Bozulmuş" şeklinde tanımlanmıştır (Huss 1988).

TBA değeri lipit oksidasyonunu tespit etmede önemli bir metot olduğu vurgulanmaktadır. TBA değeri et dokusundaki yağların oksidasyonuna bağlı olarak artarken, TBA ölçümü etteki acılaşma hakkında bilgi verir. Çok iyi materyalde TBA sayısı 3'den az olmalı, İyi bir materyalde ise 5'ten fazla olmamalıdır. Tüketilebilirlik sınır değeri 7 - 8 arasındadır (Varlık ve ark. 1993b).

1980 yılında FAO-IAEA-WHO Ortak Uzmanlar Komitesi tarafından yapılan açıklamaya göre 10 kGy'a kadar ışınlama yapmanın gıda maddesinde toksikolojik, biyolojik ve kimyasal bir tehlike yaratmayacağı saptanmıştır (Lacroix ve Quattara 2000).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1.MATERYAL

Yapılan çalışmada kullanılan karidesler (*Parapenaeus longirostris*) Tekirdağ Barbaros ve Marmaraereğlisi beldelerinden, midyeler (*Mytilus galloprovincialis*) ise Tekirdağ limanından (Marmara denizinden) taze olarak temin edilmiştir.

3.1.1. Mikrobiyolojik Analizlerde Kullanılan Çözeltiler ve Kimyasal Maddeler

Formaldehit (MERCK, Germany), Glacial asetik asit (MERCK, Germany) ve Sülfürik asit (MERCK, Germany)

3.1.2. Mikrobiyolojik Analizlerde Kullanılan Besiyerleri

Kullanılan Besiyerleri: Plate Count Agar (MERCK, Germany), TBX Agar (MERCK, Germany), Baird Parker Agar (MERCK, Germany), Egg Yolk Tellurite Emulsion (steril, Baird Parker Agar besiyeri için katkı maddesi) (MERCK, Germany), TCBS Agar (MERCK, Germany), Salmonella Besiyeri (SS Agar) (MERCK, Germany), Selenite Cystine Broth (MERCK, Germany), ve API 20E (Biomerieux, France).

3.2. YÖNTEM

3.2.1. Örneklerin Işınlanması

180 ml'lik (ortalama 200 gram) plastik kutulara konulan örnekler 4 °C'de polistiren köpükten imal edilmiş kutularında üzeri buzla kaplı şekilde muhafaza edilerek ivedilikle ışınlama işleminin uygulanacağı yere götürülmüştür. Tekirdağ Çerkezköy'deki GAMAPAK Sterilizasyon Tic. AŞ'de ışınlama işlemi yapılmıştır. Örnekler Co⁶⁰ gama ışını (MDS, Nordion, Canada) kullanılarak sırasıyla 52, 156 ve 260 dakika ışınlama işlemine tabi tutulmuş ve 1,194, 3,197 ve 4,785 KGy ortalama absorbands dozları tespit edilmiştir. Dozlar yaklaşık olarak 1-3-5 KGy olarak ifade edilmiştir. Absorbans dozları Horwell Amber Perspex dosimetre ile belirlenmiştir. Bu çalışma 3 tekerrür olarak yapılmıştır.

3.2.2. Besin Değerleri Analizi

3.2.2.1. Ham Protein Analizi

Protein analizinde kullanılmak üzere homojenize edilmiş örneklerden yaklaşık 1 g örnek, 0,1 mg'a duyarlı hassas terazide tartılarak Kjeldahl cihazının tüplerine koyulmuştur. Bunun üzerine de yaklaşık 2 g katalizör ($K_2SO_4+Cu_2SO_4$ karışımı) ve 10 ml H_2SO_4 eklenerek tüplerin içerisindeki örnek yeşil sarı saydam bir renk oluşturuncaya kadar 420 °C sıcaklıkta yaş yakma bloğuna yerleştirilerek yakılmıştır. Yakma işleminin ardından bu tüpler oda sıcaklığında soğumaya bırakılmış, soğuma sağlandıktan sonra tüplere 50 ml distile su ve 50 ml %33'lük NaOH ilave edilmiştir. Destilat yakalama kısmına da, bir erlen içerisinde 35 ml N/7'lik H_2SO_4 ve 3 damla metil kırmızısı (0,1 g metil kırmızısı/100 ml alkol) eklenerek yerleştirilmiştir. Erende 100 ml sıvı toplanıncaya kadar destilasyona devam edilmiş, daha sonra erlendeki destilat N/7'lik NaOH ile titre edilerek örnekteki % ham protein hesaplanmıştır (Mattissek ve ark 1988).

Numunenin ham protein oranı aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\% \text{Ham Protein Oranı} = [(N/7 H_2SO_4 \times F) - (N/7 NaOH \times F)] - [(N/7 H_2SO_4 \times F) - (N/7 NaOH \times F)] \times 1.25 \text{ Örnek Miktarı}$$

3.2.2.2. Lipit Analizi

Ham yağ analizi Soxhlet ekstraksiyon cihazı (C.Gerhardt, Germany) ile eter ekstraksiyon yöntemine göre yapılmıştır. İki adet Soxhlet timbili alınmış, etüvde (2 saat 100 °C) kurutulmuş desikatör içerisinde soğutulmuştur. Her timbil 0,0001 g hassasiyetle tartılmıştır. Kurutulmuş örnek kartuş içerisinde timbille alınmıştır. Soxhlet düzeneğine aktarılmıştır. 8 saat boyunca ekstraksiyona devam edilmiştir. Ekstraksiyon sonunda timbiller 2 saat boyunca eter uçurulur. Daha sonra timbiller etüvde 2 saat boyunca kurutulmuştur. Desikatörde soğutulup ve hassas terazide tartılmıştır. Kaybolan ağırlık kaybının orijinal örnek ağırlığına bölümü, çarpı 100 örnekteki % yağ oranını vermiştir (Anonymous 1995).

3.2.2.3. Kurumadde Analizi

Nem analizi Ludorf ve Meyer (1973)'in uyguladığı yöntem esas alınarak yapılmıştır. Petri kutuları etüvde 105 °C sıcaklıkta 1 saat süreyle kurtulmuş ve desikatörde 30 dakika süreyle soğutulduktan sonra 0,1mg duyarlı hassas terazide darası alınmıştır. Daha sonra homojenize edilmiş örnekten darası alınan petrilere yaklaşık 4-5 g koyularak sabit bir ağırlığa ulaşana

kadar (8 saat) kurutulmuştur. Bu işlemin ardından oda sıcaklığına kadar soğumaları için desikatöre yerleştirilmiş ve 0.1mg duyarlı hassas terazide tartılarak sonuçlar kaydedilmiştir.

Analiz sonucunda örneğe ait nem miktarı aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\% \text{Nem miktarı} = (\text{İlk Tartım} - \text{Son tartım}) \times 100 / \text{Örnek miktarı}$$

Daha sonra % 100 den % nem miktarı çıkarılarak örnekteki toplam % kuru madde miktarı belirlenmiştir.

3.2.2.4. Ham Kül Analizi

Ham kül analizi gerçekleştirmek amacıyla kullanılan porselen krezeler ilk önce 103 °C sıcaklıkta 2 saat süreyle etüvde kurutulup daha sonra desikatörde soğutularak 0,1 mg duyarlı hassas terazide daraları alınmıştır. Krezeler içerisine daha önce homojenize edilmiş örnekten 3,5-5 g tartılıp, bu örnekler 550 °C sıcaklıkta 4 saat tutularak renginin açık gri olduğu gözlenene kadar yakma işlemine devam edilmiştir. Yakma işleminin ardından desikatör içinde oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra hassas terzide tartılmıştır (Mattissek ve ark. 1988). Örneğe ait % ham kül sonuçları aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\text{Ham Kül (\%)} = [\text{Dara (g)} + \text{Ham Kül (g)}] - \text{Dara (g)} \times 100 / \text{Örnek Miktarı (g)}$$

3.2.4. Kimyasal Analizler

3.2.4.1. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Tayini

TVB-N tayini için, 10 g Örnek tartılmış Kjeldahl balonu içerisine aktarılmıştır. Üzerine 2 g MgO, 300 ml saf su ilave edilerek 100 ml 0,1 N H₂SO₄ üzerine destilasyon olacak şekilde destilasyon düzeneğine bağlanmıştır. 25 dakika süreyle destilat toplandıktan sonra 0,1 N NaOH ile titrasyon yapılmıştır (Gökalp ve ark. 1993).

$$\text{TVB-N (mg/100g)} = [(A \times f_A) - (B \times f_B)] \times 1,4 \times 100 / \text{Örnek miktarı (g)}$$

A= Başlangıçta kullanılan 0.1 N H₂SO₄ miktarı (ml)

f_A= 0.1 N H₂SO₄'ün faktörü

B= Titrasyonda harcanan 0.1 N NaOH miktarı

f_B= 0.1 N NaOH'in faktörü

3.2.4.2. Tiyobarbitürük Asit (TBA) Sayısı Tayini

Tiyobarbitürük asit sayısı, yağ ve yağlı gıdalarda otooksidasyonun sonucu oluşan ransiditenin (acılaşma) ölçüsünü belirlemek açısından oldukça iyi ve hassas bir yöntemdir. TBA sayısında, acılaşmaya neden olan kısa karbon zincirli ürünlerin birikimine paralel olarak, bir yükselişi vardır. Gıdalarda otooksidasyonun ölçüsü olarak TBA sayısının belirlenmesinin diğer bir avantajı ise, direk gıdadan örnek alınarak yapıldığı, yağların ekstraksiyonu işlemine gerek olmadığı için, bu suretle doğacak hatalar engellenmektedir (Gökalp ve ark. 1993).

TBA sayısı tayini için, 10 g örnek 100 ml'lik behere konmuş ve 50 ml destile su ilave edilerek iyice karıştırılmıştır. Karışım kjeldahl balonuna aktarılmış, üzerine 47,5 ml distile su ile yıkanarak yıkama suları ilave edilmiştir. Balona 2,5 ml (1+2)' lik HCl ilave edilerek destilasyon işlemine geçilmiştir. Yaklaşık 10 dakika içinde destilat elde edilecek şekilde kaynatma yapılmıştır. Destilasyon sonunda elde edilen destilatın 5 ml'si 50 ml 'lik deney tüplerine konularak üzerine 5 ml TBA reaktifi ilave edilmiştir. Aynı işlemler 5 ml destile su+5 ml TBA reaktifi karıştırılarak hazırlanan kör deneme için yürütülmüştür. Bu şekilde her metod için hazırlanan tüpler 35 dakika kaynar su banyosunda tutulmuştur. Soğutulan tüpler spektrofotometre tüplerine aktararak, 538 nm dalga boyunda okuma yapılmıştır.

Hesaplama, okunana optik dansidite değerleri 7,8 ile çarpılarak 1000 g örnekte mevcut malonaldehit miktarı miligram olarak belirlenmiştir (Varlık ve ark. 1993).

3.2.4.3. Trimetilamin Tayini

Homojen örnekten 50 gr alınarak 100 ml % 7,5'lik triklor asetik asitle birlikte blenderda parçalanır. Karışım süzülerek filtratın tümü 750 ml lik Kjeldahl balonuna aktarılır. Balon içine 20 g saf NaNO_2 ve 25 ml glasiyal asetik asit ilave edilir. 55 dk. kaynatılır. Üzerine çok yavaş bir şekilde %50 lik H_2SO_4 ten 15 ml ilave edilir yeniden 15 dakika daha kaynatılır. NaNO_2 bu sırada parçalanmakta ve havaya nitroz gazı salınmakta balon renksizleşmektedir. Balon soğutulup yarısına kadar saf su ilave edilir. Üzerine 80 ml %33 lük NaOH ilave edilir. Destilatın toplanacağı erlen içerisine 100 ml 0.1 N H_2SO_4 ve bir iki damla metil kırmızısı indikatörü damlatılır. Balon distilasyon düzeneğine yerleştirilir ve distilasyon işlemi yapılır. 200-250 ml distilat toplanınca işlem sonlandırılır. Distilat içerisinde birikmiş olan karbonik gazları uçurmak için kaynatılır. Ağzı kapatılarak soğutulur. Distilat 0.1 NaOH ile titre edilir. Tüm deney kör içinde yürütülür. Kör deneme için harcanan 0.1 NaOH miktarı örnek için harcanandan çıkartılır (Gökalp ve ark. 1993).

$$\text{TMA} - \text{N}(\text{ mg}/100 \text{ g et}) = [(A \times f_A) - (B \times f_B)] \times 2$$

A= Başlangıçta kullanılan 0.1 N H₂SO₄ miktarı (ml)

f_A= 0.1 N H₂SO₄'ün faktörü

B= Titrasyonda harcanan 0.1 NaOH miktarı (ml)

f_B= 0.1 NaOH'in faktörü

3.2.4.6. pH Ölçümü

pH değerinin ölçülmesi için 10 g karides ve kabuğundan ayrılmış midye örnekleri 1:1 oranında destile su ile sulandırılarak hazırlanmış olup Hanna Instrument pH 211 microprocessor pH meter tipi pH metre ile ölçümler yapılmıştır (Gökalp ve ark. 1995).

3.2.4.7. Renk Değerinin Ölçülmesi

Renk ölçümleri özellikle homojen olmayan materyallerin renklerinin ölçümüne uygun, oldukça büyük bir ölçüm alanına sahip olan Hunter Lab D25LT Renk Ölçüm cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ölçümlerde cihazın renk skalası menüsünde Hunter Lab olarak tanımlanmış olan renk skalası seçilerek bu skalaya ilişkin L, a ve b değerleri tespit edilmiştir. Hunter Lab renk koordinat sisteminde L değeri renk parlaklığını göstermekte olup değeri 0 ile 100 arasında değişmektedir. Renk koordinatları olan a ve b değerleri ise belirli bir ölçüm aralığına sahip olmayıp, a değeri pozitif olduğunda kırmızı, negatif olduğunda yeşil rengi ifade ederken, b değeri pozitif olduğunda sarı, negatif olduğunda ise mavi rengi göstermektedir (Anonymous 1996a, Anonymous 1996b). Ölçümler sonucunda L değeri ışık değeri veya aydınlık derecesini (100 tam beyaz, 0 siyah), a değeri kırmızılık ve yeşilliği (+ kırmızı, 0 gri, -yeşil), b değeri ise sarılık ve maviliği (+ sarı, 0 gri, - mavi) ölçecektir (Gönül ve Altuğ 1981).

3.2.5. Mikrobiyolojik Analizler

3.2.5.1. Örneklerin Analizlere Hazırlanması

Steril şartlar altında homojenize edilmiş örneklerden (steril eldiven ve midyelerin kabuklarında ayrılması için ucu sterilize edilmiş bıçak kullanılarak) 10'ar gr tartılarak 90 ml dilüsyon sıvısı (% 0,7 NaCl içeren fizyolojik su) bulunan erlenlere 1/10' luk dilüsyonları hazırlanmıştır. Hazırlanan dilüsyonlardan 1'er ml içinde 9 ml dilüsyon sıvısı bulunan tüplere

inoküle edilerek 1/100, 1/1000, 1/10000, 1/100000, 1/1000000, 1/10000000'lik dilüsyonları hazırlanmıştır. Dilüsyonlardan petri kaplarına paralel olarak ekimler yapılmıştır (Varlık ve ark. 1993).

3.2.5.1. Toplam Aerob Mezofilik Bakterileri (TAMB) Sayımı

Toplam aerobik mezofilik canlı bakteri sayısının belirlenmesinde ‘‘Plate Count Agar’’a ekim yapılmıştır. 10^{-6} ya kadar seyreltilen örneklerden yüzeye ekim metoduyla besiyerine ekim yapıldıktan sonra petri kutuları $32\pm 1^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta 24-48 saat inkübasyona bırakıldıktan sonra gelişen koloniler sayılmıştır (Özçelik 1992).

3.2.5.2. Toplam Koliform Bakterileri (TKB) Sayımı

Koliform grubu bakteri sayısının belirlenmesi için besiyeri olarak ‘‘Violet Red Bile Agar’’ kullanılmıştır. Petri kutuları $37\pm 1^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta 24 saat inkübasyona bırakılarak oluşan kırmızı renkli kolonilerin sayımı yapılmıştır (Özçelik, 1992).

3.2.5.3. *E. coli* Sayımı

E. coli bakteri sayımı için besiyeri olarak TBX ‘‘Tryptone Bile X-glucuronide’’ agar kullanılmıştır. Petri kutuları $44\pm 1^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta 24 saat inkübasyona bırakılarak oluşan mavi-yeşil renkli kolonilerin sayımı yapılmıştır (Özçelik 1992).

3.2.5.4. *Salmonella* Aranması

Bunun için homojenize edilmiş 25 g örnek, aseptik koşullarda 225 ml tamponlanmış peptonlu su (1lt için, 10 g pepton, 5 g NaCl ve 1,5 g potasyumdihidrojen fosfat) içerisine tartılmıştır. Bu homojenat 37°C sıcaklıkta 24 saat inkübe edilerek bir ön zenginleştirme işlemi uygulanmıştır. Bu kültürden, seçici zenginleştirme besiyeri olan Selenite Cystine Broth'un 10 ml sine 1ml eklendikten sonra 35°C sıcaklıkta 24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda bu kültürden öze ile SS agar plaklarına sürme ekim yapılmış ve 37°C sıcaklıkta 24 saat inkübe edilmiştir. Oluşan şeffaf, merkezi siyah noktalı şüpheli koloniler Triple Sugar Iron agar'a (yatık agar) öze ile transfer edilerek 35°C sıcaklıkta 24 saat inkübasyonun ardından siyah koloniler ve gaz (H_2S) varlığı pozitif sonuç olarak değerlendirilmiştir (BAM 1998).

3.2.5.5. *Staphylococcus aureus* Bakteri Aranması

Bu amaçla BAIRD PARKER AGAR besiyeri (içerisine steril Egg Yolk Tellurite Emulsion eklenip) kullanılmış ve uygun dilüsyonlardan 14cm' lik petri kutusuna doğrudan 1ml ekim yapılarak, plaklar 37 °C sıcaklıkta 24-48 saat inkübe edilmiştir. Bu sürenin ardından plaklarda etrafi zonla çevrili siyah kolonilerin oluşup oluşmadığına bakılarak değerlendirme yapılmıştır (BAM 2001).

3.2.5.6. *Vibrio parahaemolyticus* Aranması

Örnekler tamponlanmış peptonlu suda (1 lt tamponlanmış peptonlu su için, 10 g pepton, 30 g NaCl) 37 °C sıcaklıkta 18 saat süreyle ön zenginleştirmeye tabi tutulmuş, buradan TCBS agar üzerine sürme ekim yapıldıktan sonra 18 saat süreyle 37 °C sıcaklıkta inkübe edilmiştir. Gelişen sarı kolonilerin API 20E test kitlerinde validasyonu yapılmıştır (Baumgart 1993)

3.2.6. İstatistiksel Analizler

Araştırmadan elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirmesinde Tamamıyla Şansa Bağlı deneme planına göre buzdolabı koşullarında muhafaza edilen örneklerde gün faktörünün 2 hali ve ışınlama dozu faktörünün 4 hali olmak üzere 2×4 faktöriyel deneme deseni, dondurulmuş koşullarda muhafaza edilen örnekler de ise gün faktörünün 9 hali ve ışınlama dozu faktörünün 4 hali olmak üzere 4×9 faktöriyel deneme desenine göre varyans analizi yapılmıştır, gruplar arası farklılığın belirlenmesi için LSD çoklu karşılaştırma testi uygulanarak ortalamalar karşılaştırılmıştır (Soysal 1998). Bu amaçla Minitab 13 for windows (2000), paket programı kullanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Işınlamadan Önce Karides Örneklerinin Ortalama Bileşimi

Su ürünlerinin kaliteleri, besin içeriklerinin belirlenmesi ile ortaya konmaktadır. Karidesler yüksek oranda protein ve mineral madde miktarı ile su ürünleri içerisinde önemli bir yere sahiptir. Yapılan çalışmada taze karides örneklerinde kuru madde, protein, yağ ve kül miktarları sırasıyla %23,28, 10,86, 2,14 ve 8,13 olarak bulunmuştur.

Göğüş ve Kolsarıcı (1992b), karideslerde kuru madde, protein, yağ ve kül miktarlarını sırasıyla %30-32, 10,5-23,5, 0,9 ve 1,2, Synowiecki ve Al-Khateeb (2000), aynı sırayla %28,88, 11,73, 2,87 ve 7,94, Şentürk (1994) ise aynı sırayla %23,10, 21,00, 1,50 ve 1,70 olarak bildirdikleri besin maddeleri değerleriyle ilgili araştırmadan elde edilen bulgular Göğüş ve Kolsarıcı (1992b) ve Synowiecki ve Al-Khateeb (2000) ile uyumlu bulunurken, Şentürk (1994)'den bazı farklılıklar göstermiştir.

Işınlama öncesi karideslerin mikrobiyolojik analiz sonuçları Toplam aerobik mikroorganizma sayısı 6,22 kob/g, Toplam koliform sayısı 3,45 kob/g, *Escherichia coli* sayısı 3,30 kob/g ve *Staphylococcus aureus* sayısı 2,50 kob/g olarak tespit edilmiştir.

4.1.1. Işınlamadan sonra 4 °C±1' de depolanan karides örneklerine ait analiz sonuçları

4.1.1.1. Işınlamadan sonra 4°C ± 1' de depolanan karides örneklerinin kimyasal özelliklerine ait sonuçlar

Araştırmada ışınlamadan sonra buzdolabında (4 ± 1°C) depolanan karides örneklerinde saptanan kimyasal özelliklere ait bulgular Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

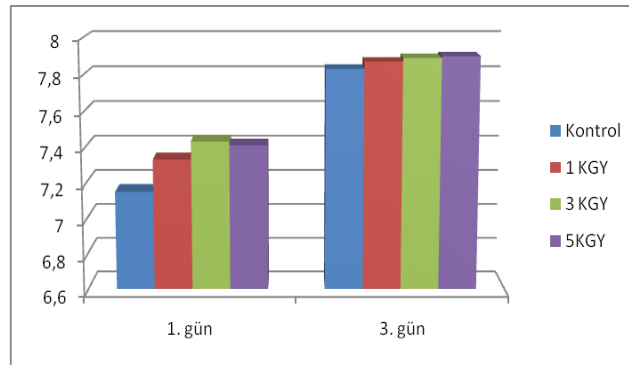
4 ± 1°C'de depolanan kontrol örneklerinde pH değeri 1. günde 7,15 olarak belirlenmiştir. 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu ile muamele edilen örneklerde ise sırasıyla 7,33, 7,43 ve 7,41 olduğu saptanmıştır. Işınlama dozu yükseldikçe pH değerinin de arttığı gözlenmiştir. Buna göre 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu ile muamele sonucunda kontrol örneği ile karşılaştırıldığında pH değerlerinde sırasıyla 0,18, 0,28 ve 0,26 birim artış meydana gelmiştir (Şekil 4.1). Örneklerin 4 ± 1°C'de 3 gün süreyle depolanmaları süresince pH değerleri, tüm örnekler için geçerli olmak üzere artış meydana gelmiştir. Depolamanın 3. gününde kontrol örneklerinde 7,83 olarak belirlenmiş, buna karşın 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışın dozu ile muamele edilen örneklerde ise sırasıyla 7,87, 7,89 ve 7,90 olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Farklı dozlarda ışınlamadan sonra buzdolabında depolanmış karides örneklerinde fizikokimyasal analiz sonuçları

Özellikler	Işınlama Dozu	Gün	
		1	3
pH	Kontrol	7,15±0,06 ^{bb}	7,83±0,11 ^{aA}
	1 kGy	7,33±0,04 ^{abb}	7,87±0,03 ^{aA}
	3 kGy	7,43±0,10 ^{ab}	7,89±0,27 ^{aA}
	5 kGy	7,41±0,05 ^{ab}	7,90±0,05 ^{aA}
TVB-N	Kontrol	12,19±0,38 ^{ab}	35,17±2,20 ^{aA}
	1 kGy	11,38±0,04 ^{bb}	27,67±0,94 ^{bA}
	3 kGy	11,33±0,02 ^{bb}	27,20±0,61 ^{bA}
	5 kGy	10,75±0,27 ^{bb}	26,05±0,85 ^{bA}
TBA	Kontrol	1,21±0,07 ^{bb}	7,28±0,17 ^{bA}
	1 kGy	1,34±0,12 ^{bb}	7,45±0,19 ^{bA}
	3 kGy	1,75±0,16 ^{ab}	7,51±0,22 ^{bA}
	5 kGy	2,04±0,09 ^{ab}	8,36±0,31 ^{aA}
TMA-N	Kontrol	2,29±0,08 ^{ab}	7,71±0,08 ^{aA}
	1 kGy	2,11±0,02 ^{bb}	7,50±0,03 ^{bA}
	3 kGy	2,12±0,01 ^{bb}	7,55±0,01 ^{bA}
	5 kGy	2,16±0,01 ^{bb}	7,62±0,02 ^{abA}

Aynı sütunda belirtilen günlerde farklı ışınlama dozlarında küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir, P<0,05

Aynı satırda belirtilen ışınlama dozlarında farklı günlerde büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir, P<0,05



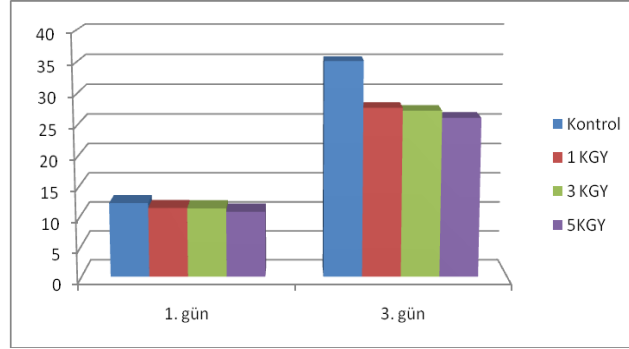
Şekil 4.1. Farklı dozlarda ışınlama ile $4 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de 3 gün süreyle depolanan karides örneklerinde pH değişimleri

Işınlama uygulanan gruplarda pH değerleri 3 günlük depolama süresi boyunca kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu ve ışınlama dozu ile ters orantılı olarak karideslerin pH değerlerinin arttığı belirlenmiştir. İstatistik analiz sonuçlarına göre, gruplar (kontrol, 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu) arasındaki farkın sadece 1. gün için istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$). Bununla birlikte $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ' de 3 gün süreyle depolama sonucunda meydana gelen pH değerindeki artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$).

Su ürünlerinin depolama süresi boyunca pH değerlerinde meydana gelen artışın başlıca sebebinin mikrobiyal aktivite sonucu oluşan amonyak, trimetilamin, toplam uçucu bazik azot gibi alkali bileşiklerin birikimi sonucu olduğu bildirilmektedir (Schormüller 1968). Göğüş (1981) karides etinin alkali özellik gösterdiğini ve pH değerinin 7,0–7,2 arasında olduğunu belirtmiştir. Şentürk (1994), taze karideslerin pH değerinin 7,2 olduğunu, Shamshad ve ark. (1990), farklı sıcaklıklarda muhafaza ettikleri karideslerdeki pH değerini, muhafazanın başlangıcında 7,05 iken muhafazanın 16. gününde 8,25 değerine ulaştığını, Varlık ve ark. (2000) ise taze karideslerin pH değerinin 6,73 olduğunu 4°C 'deki karideslerin ise 4. gün 7,81'e yükseldiğini, Erdem ve Bilgin (2004), buzdolabında pişmiş ve çiğ olarak muhafaza ettikleri *Penaeus adspersus* türünde pH değerini pişmiş ve çiğ numunelerde muhafazanın başlangıcında sırasıyla 7,35 ve 7,60, muhafazanın 5. gününde ise 7,86 ve 8,06 olduğunu bildirmişlerdir. Araştırma bulguları ile sözü geçen literatür bulguları karşılaştırıldığında 4°C 'de muhafaza edilen karideslerin pH değerinin, muhafaza süresince tüketilebilir sınır değerini ($\text{pH}=8$) aşmadığı fakat başlangıç kalitesine göre bir yükselme olduğu belirlenmiştir. Karides örneklerinin pH değerleriyle ilgili araştırmadan elde edilen bulgular, benzer konuda yapılan araştırma bulgularıyla uyumlu bulunmuştur (Göğüş 1981, Şentürk 1994, Shamshad ve ark. 1990, Varlık ve ark. 2000). Karideslerde pH değerinde ilk üç gün süresince buzdolabında depolama sonucunda ışınlama uygulanan gruplarda kontrol grubuna göre artış olduğu belirlenmiştir.

Kontrol örneklerinde $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de depolamanın 1. gününde TVB-N değeri 12,19 mg/100g, 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu ile muamele edilen örneklerde ise sırasıyla 11,38, 11,33 ve 10,75 mg/100g olarak belirlenmiştir. Depolama süresince tüm örneklerde TVB-N değerinde artış meydana gelmiştir. Depolamanın 3. gününde kontrol örneklerinde TVB-N değeri 35,17 mg/100g olarak belirlenmiştir. 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu ile muamele edilen örneklerde ise sırasıyla 27,67, 27,20 ve 26,05 mg/100g olduğu tespit

edilmiştir (Çizelge 4.1 ve Şekil 4.2). Işınlama uygulanan gruplarda TVB-N değerleri 3 günlük depolama süresi boyunca kontrol grubuna göre daha düşük olduğu ve ışınlama dozu ile ters orantılı olarak karideslerin TVB-N değerlerinin azaldığı belirlenmiştir. İstatistik analiz sonuçlarına göre, gruplar (kontrol, 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu) arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$). Ayrıca $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 3 gün süreyle depolama sonucunda meydana gelen artışta istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$).

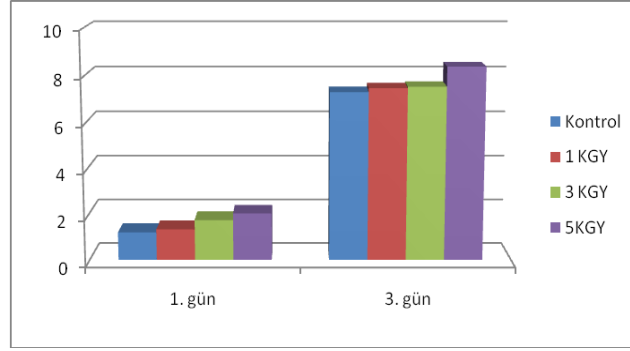


Şekil 4.2. Farklı dozlarda ışınlama ile $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 3 gün süreyle depolanan karides örneklerinde TVB-N (mg/100 g) değişimleri

TVB-N su ürünlerinde bozulmanın derecesini ve depolama esnasındaki balık eti kalitesini belirlemek için kullanılır (Kılınç 1998). T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, 1380 sayılı Su Ürünleri Kanuna dayalı hazırlanmış Su Ürünleri Yönetmeliğine göre yeni yakalanmış balıkta TVB-N seviyesinin 20 mg Azot/100 g'a kadar uygun, 20-28 mg Azot/100 g arası kabul edilebilir, 28 mg Azot/100 g'dan yukarı kabul edilemez şeklinde bildirilmiştir. Varlık ve ark. (2000), $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}$ 'de muhafaza ettikleri *Parapenaeus longirostris* karideslerinde muhafazanın 2. günü TVB-N değerinin 40,21 mg/100 g'a yükseldiğini, Stockemer ve Nieper (1984), 7°C 'de muhafaza edilen *Crangon crangon* karideslerinde TVB-N değerlerinin muhafazanın 4. günü kiritik değeri aşarak 37,1 mg/100 g'a, Cheuk ve ark. (1979) ise karideslerde 3. gün TVB-N'in 30 mg/100 g değerine ulaştığını, Erdem ve Bilgin (2004)'de *P. adspersus* türünde TVB-N miktarının çiğ karideslerde 4. gün tüketilebilir sınır değerini aştığını bildirmişlerdir. Araştırmamız da kontrol grubunda TVB-N değerinin Varlık ve ark. (2000)'nin bildirdiği değerden düşük bulunmakla beraber, Stockemer ve Nieper (1984), Cheuk ve ark. (1979) ile Erdem ve Bilgin (2004)'nin bildirdiği değerlerle paralellik gösterdiği belirlenmiştir. Bu çalışmada saptanan TVB-N değerleri Varlık ve ark. (2000) ile Stockemer ve Nieper (1984)'in bildirdiği değerlerden daha düşük olmasının nedeninin, tür, muhafaza koşulları ve avlama mevsiminden

kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Al-Kahtani ve ark (1996), 5,6 °C'de muhafaza edilen tilapia ve uskumru balıklarında yaptıkları çalışmalara göre 1,5-10 kGy ışınlanmış olan örneklerin TVB-N değerlerinin kontrol gruplarına göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Aynı şekilde Von Amin ve ark. (1978)'nin ışınlanmış taze balıklarda yaptığı çalışmada, Jo ve ark. (2004) ışınlanmış balıklarda yaptıkları çalışmalarda ve Van Cleemput ve ark. (1980) ışınlanmış karideste yaptıkları çalışmada TVB-N değerlerini ışınlanmamış kontrol örneklerine göre daha düşük olarak bulmuşlardır. Chouliara ve ark. (2005) vakum paketlenmiş ve ışınlanmış (1-3 kGy) karagöz balıklarında yaptıkları çalışmada buzdolabı koşullarında depolama sırasında başlangıçtaki TVB-N değerlerinin sırasıyla 27.5 mg/100 g, 27.3 mg/100 g ve 25.1 mg/100 g olduğunu ve kabul edilebilir limit değerlere kontrol 10 günde 1 ve 3 kGy ise 21 ve 28 günde ulaştığını tespit etmişlerdir. Araştırmamız da ışınlama uygulanan gruplarda TVB-N değerlerinin Al-Kahtani ve ark. (1996), Von Amin ve ark. (1978), Jo ve ark. (2004) ve Van Cleemput ve ark. (1980)'nin bildirdiği değerlerle paralellik gösterdiği TVB-N değerlerinin mikrobiyal artışla beraber artış gösterdiği bunun sebebinininde proteinlerin bakteriler tarafından dekompozisyonu olduğu belirlenmiştir.

Kontrol örneklerinde $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de depolamanın 1. gününde TBA değeri 1,21 mg/kg, 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu ile muamele edilen örneklerde ise sırasıyla 1,34, 1,75 ve 2,04 mg/kg olarak belirlenmiştir. Depolama süresince tüm örneklerde TBA değerinde artış meydana gelmiştir. Depolamanın 3. gününde kontrol örneklerinde TBA değeri 7,28 mg/kg olarak belirlenmiştir. 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu ile muamele edilen örneklerde ise sırasıyla 7,45, 7,51 ve 8,36 mg/kg olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.1 ve Şekil 4.3). Işınlama uygulanan gruplarda TBA değerleri 3 günlük depolama süresi boyunca kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu ve ışınlama dozu ile doğru orantılı olarak karideslerin TBA değerlerinin arttığı belirlenmiştir. Bu çalışmada TBA miktarı 3. günde sadece 5 kGy ışınlama dozu uygulanan grupta tüketilebilir sınır değerini aşmıştır. Işınlama işleminde doz arttıkça TBA değerlerinde de artış olduğu bunun sebebinininde oksijen varlığındaki ışınlama işleminin hidroperoksit formundaki oksijenin serbest hale gelmesiyle doymamış yağ asitlerinde oksidasyona sebep olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. İstatistik analiz sonuçlarına göre, gruplar (kontrol, 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu) arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$). Ayrıca $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 3 gün süreyle depolama sonucunda meydana gelen artışta istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$).

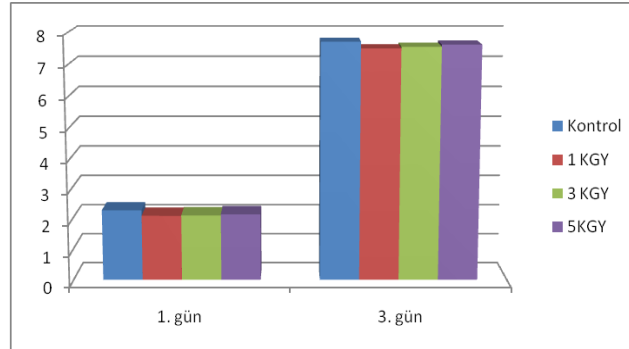


Şekil 4.3. Farklı dozlarda ışınlama ile $4 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de 3 gün süreyle depolanan karides örneklerinde TBA (mg/kg) değişimleri

Balık yağlarında acılaşıma parametrelerinden birinin TBA bileşiği olduğu bildirilmektedir (Erdem ve Bilgin 2004). Su ürünlerinin depolama ömrünü sınırlayan en önemli faktör kas dokuda depolanmış olan yağların oksidasyonudur. Oksidasyonun birinci basamağında doymamış yağ asitlerinin çift bağlarına oksijenin eklenmesiyle peroksitler meydana gelir. Peroksitler tatsız kokusuz bileşikler olduğu için tüketiciler tarafından ayırt edilemezler. Ancak bunlar bizim acılaşmayı algılamamızı sağlayan aldehitler, ketonlar ve karboksilik asitler gibi ikincil ürünlerin ortaya çıkmasına neden olurlar. Bu yıkım ürünlerinden bir tanesi olan malonaldehit tiyobarbitürik asit (TBA) ile kolorimetrik olarak reaksiyona girdiği için acılaşmanın seviyesi TBA analizi ile belirlenebilmektedir (Beklevik 2005). Melton (1983), lipid oksidasyonunun ikincil ürünleri de diğer kimyasal ürünlere yıkıldığı için özellikle uzun süreli depolamalarda TBA değerinde artış ve azalışlar gözlenebileceğini bildirmektedir. TBA değerinin çok iyi bir materyalde 3'ten az, iyi bir materyalde 5'ten fazla olmaması gerektiği, tüketilebilir limit değerinin ise 7-8 mg malonaldehit/kg olduğu bildirilmektedir (Varlık ve ark. 1993b, Cadun ve ark. 2005). Erdem ve Bilgin (2004), buzdolabı koşullarında muhafaza edilen pişmiş karideslerde TBA miktarları 1. ve 5. günde sırasıyla $0,42 \pm 0,03$ ve $8,59 \pm 0,27$ mg malonaldehit/kg, çiğ karideslerde ise aynı sırayla $0,73 \pm 0,03$ ve $12,30 \pm 0,11$ mg malonaldehit/kg olarak saptamışlardır. Araştırmacılar TBA miktarının pişmiş örneklerde 5. gün, çiğ örneklerde ise 3. gün tüketilebilir sınır değerini aştığını bildirmektedir. Özden ve ark. (2006) levrek balıklarında yaptıkları çalışmada ışınlanmış örneklerin buzdolabı koşullarında depolama sırasında TBA değerleri 7. güne kadar artış eğilimi gösterip 9. günden itibaren değerlerde azalma olduğunu bildirmektedir. Ayrıca birçok araştırmacının ışınlama işleminin lipid oksidasyonunda artışa sebep olduğunu belirlediği (Hampson ve ark. 1996, Nam ve Ahn

2003, Kanaat ve ark. 2005) çalışmalarıyla, araştırmadan elde edilen bulgularımız arasında paralellik olduğu görülmektedir.

Kontrol örneklerinde $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de depolamanın 1. gününde TMA-N değeri 2,29 mg/kg, 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu ile muamele edilen örneklerde ise sırasıyla 2,11, 2,12 ve 2,16 mg/kg olarak belirlenmiştir. Depolama süresince tüm örneklerde TMA-N değerinde artış meydana gelmiştir. Depolamanın 3. gününde kontrol örneklerinde TMA-N değeri 7,71 mg/kg olarak belirlenmiştir. 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu ile muamele edilen örneklerde ise sırasıyla 7,50, 7,55 ve 7,62 mg/kg olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.1 ve Şekil 4.4). Işınlama uygulanan gruplarda TMA-N değerleri 3 günlük depolama süresi boyunca kontrol grubuna göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada TMA-N miktarı hiçbir grupta tüketilebilir sınır değerini aşmamıştır. İstatistik analiz sonuçlarına göre, gruplar (kontrol, 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu) arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($P < 0,05$). Ayrıca $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 3 gün süreyle depolama sonucunda meydana gelen artışta istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P < 0,05$).



Şekil 4.4. Farklı dozlarda ışınlama ile $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 3 gün süreyle depolanan karides örneklerinde TMA-N (mg/kg) değişimleri

Yüksek sayıdaki bakterinin ($>7,00 \log_{10} \text{ kob/g}$), mikrobiyal aktivitesi sonucu trimetilamin oksitden trimetilamin, diğer aminler ve amonyak, hidrojen sülfid ve lipidlerin parçalanması sonucu karbonil bileşikler gibi kötü kokuya sebep olan istenmeyen bileşikler oluşmaktadır (Colby ve ark. 1995). Depolanan ürünlerin bozulmasına yol açan bakteriler, trimetilaminoksit (TMAO)'i trimetilamin (TMA-N)'e parçalar. TMA-N miktarının tespit edilmesinin amacı ürünlerdeki mikrobiyal bozulma düzeyinin bilinmesi açısından önemlidir. TMA-N miktarı deniz balıklarının bozulma indeksi olarak kullanılmaktadır (Connel 1975, Kundakçı 1989, Stammen 1990). Varlık ve ark. (2000), $4^{\circ}\text{C} \pm 1$ 'de muhafaza ettikleri *Parapenaeus longirostris*

karideslerinde muhafazanın 2. günü TMA-N değerini 8 mg/100 g'a, İlhan (2005), buzlu suda 4°C beklettikleri *Penaeus Kerathurus*, *Penaeus Japonicus* ve *Penaeus Semisulcatus* karideslerinde muhafazanın 2. günü TMA-N değerlerinin sırasıyla 10,00, 10,00 ve 3,91 mg/100 g'a yükseldiğini bildirmektedirler. Stockemer ve Nieper (1984), 7°C'de muhafaza edilen *Crangon crangon* karideslerinde TMA-N değerinin ise sınır değerini 4. gün aştığını ve 7 °C'de 3 gün muhafaza edilebileceğini ulaştığını bildirmişlerdir. Lopez-Caballero ve ark. (2007) raporuna göre buzda 14 gün muhafaza edilen derin su pembe karideslerdeki (*Parapenaeus longirostris*) TMA-N seviyesi 3,4 mg N/100g olduğu belirtilmiştir. Zeng ve ark. (2005) karideslerin depolama başlangıcındaki TMA-N değerinin 0,5 mg/100g olduğunu ve kabul edilebilir limit değerinin 5 mg/100g olarak çalışmasında belirtmiştir. Erdem ve Bilgin (2004), buzdolabı koşullarında muhafaza edilen, pişmiş ve çiğ kahverengi karides'in, *Crangon crangon* (Linnaeus, 1758), kalitesinde meydana gelen değişimleri inceledikleri çalışmalarında, çiğ karideslerde TMA-N miktarını 8,01 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada saptanan TMA-N değerlerinin Varlık ve ark. (2000), Lopez-Caballero ve ark. (2007), Zeng ve ark. (2005), Erdem ve Bilgin (2004) ile Stockemer ve Nieper (1984)'in bildirdiği limit değerlerden daha yüksek olduğu görülmektedir. TMA-N miktarı ürünün çeşidine, depolama şekline, avlandığı sezona göre değişiklik göstermektedir (Ababouch ve ark. 1996). Bunun nedeninin, tür, muhafaza koşulları, avlamadan itibaren ürünün işlenmesine kadar geçen süre ve avlama mevsiminden yada karideslerin kafa ve kabuk kısımları ile birlikte bir bütün olarak analiz edilmiş olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Ahmed ve ark. (1997) ışınlama işlemi uygulanmış balıkların kimyasal kalitesi ile ilgili yaptıkları çalışmada, balıklara ışınlama işlemi uygulamasının TMA-N oluşumunun ışınlanmamış olan örneklere göre daha düşük değerlerde olduğunu bunun ise trimetilamin oksidin dekompozisyonundan sorumlu *Pseudomonas* ve *Shewenalls* türü bakterilerinin ışınlama işlemine karşı hassas olmasından kaynaklandığı tespit etmişlerdir. Chouliara ve ark. (2005) çalışmasında levrek balıklarından TMA-N üretiminin 1 ve 3 kGy ışınlama sonucu önemli miktarda azaldığını tespit etmişlerdir. 4°C'de depolanan vakum paketlenmiş levrek balıklarında 35 gün sonunda 1 ve 3 kGy için sırasıyla TMA-N değerleri kontrol için 3,92 mg/100g ve 2,96 mg/100 g olarak ve ışınlanmış ve soğukta depolanan levrek balıklarının TMA-N değerlerini ışınlanmamış olanlara göre daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Mendes ve ark. (2005) istavrit balıklarında yaptığı çalışmada en yüksek TMA-N değerini ışınlanmamış ve buzdolabı koşullarında muhafaza ettiği örneklerde, en düşük değerleri ise

ışınlanmış (1 ve 3 kGy) 3-5 °C'de 24 gün boyunca depoladığı örneklerde tespit etmişlerdir. Van Cleemput ve ark. (1980), 3 ve 5 kGy ışınlama dozu uyguladıkları buzdolabı koşullarında muhafaza ettiği karideslerdeki TMA-N miktarlarını fazla etkilemediği belirtmektedirler. Araştırmamız da ışınlama uygulanan gruplarda TMA-N değerlerinin Ahmed ve ark. (1997), Chouliara ve ark. (2005) ve Mendes ve ark. (2005)'nın bildirdiği değerlerle paralellik gösterdiği belirlenmiştir.

4.1.1.2. Işınlamadan sonra +4°C ± 1' de depolanan karides örneklerinde mikrobiyolojik analizlere ait sonuçlar

Araştırmada buzdolabında (4 ± 1°C) depolanan karides örneklerinde mikrobiyolojik analizlere ait bulgular Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

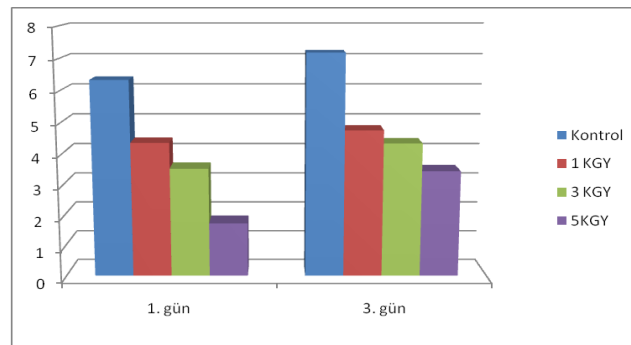
4 ± 1°C'de depolanan kontrol örneklerinde TAMB sayıları 1. günde 6,33 log₁₀ kob/g olarak belirlenmiştir. 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu ile muamele edilen örneklerde ise sırasıyla 4,34, 3,51 ve 1,73 log₁₀ kob/g olduğu saptanmıştır. Işınlama dozu yükseldikçe TAMB sayılarında azalma gözlenmiştir (Çizelge 4.2 ve Şekil 4.2). Örneklerin 4 °C'de 3 gün süreyle depolanmaları süresince TAMB sayılarında, tüm örnekler için geçerli olmak üzere artış meydana gelmiştir. Depolamanın 3. gününde kontrol örneklerinde 7,18 log₁₀ kob/g olarak belirlenmiş, buna karşın 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışın dozu ile muamele edilen örneklerde ise sırasıyla 4,74, 4,32 ve 3,43 log₁₀ kob/g olduğu saptanmıştır. 3 günlük depolama süresi boyunca ışınlama uygulanan gruplarda kontrol grubuna göre TAMB sayılarının daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada TAMB sayıları sadece kontrol grubunda 3. gün tüketilebilir sınır değerini aşmıştır. İstatistik analiz sonuçlarına göre TAMB sayılarında, gruplar (kontrol, 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu) arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu (P<0,05) belirlenmiştir. Bununla beraber 4 ± 1°C'de 3 gün süreyle depolama sonucunda meydana gelen artış 3 kGy grubu hariç istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0,05).

Çizelge 4.2. Farklı dozlarda ışınlamadan sonra buzdolabında depolanmış karides örneklerinde bakteri sayısındaki değişim (\log_{10} kob/g)

Özellikler	Işınlama Dozu	Gün	
		1	3
TAMB	Kontrol	6,33±0,08 ^{aB}	7,18±0,07 ^{aA}
	1 kGy	4,34±0,05 ^{bB}	4,74±0,08 ^{bA}
	3 kGy	3,51±0,28 ^{cA}	4,32±0,14 ^{cA}
	5 kGy	1,73±0,89 ^{dB}	3,43±0,16 ^{dA}
Toplam Koliform Bakteri	Kontrol	3,56±0,04 ^{aB}	4,40±0,06 ^{aA}
	1 kGy	2,53±0,15 ^{aB}	3,61±0,15 ^{bA}
	3 kGy	0,77±0,77 ^{bB}	2,68±0,20 ^{cA}
	5 kGy	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{dA}
<i>E.coli</i>	Kontrol	3,86±0,04 ^{aB}	4,20±0,04 ^{aA}
	1 kGy	2,48±0,09 ^{bB}	3,07±0,07 ^{aA}
	3 kGy	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{bA}
	5 kGy	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{bA}
<i>S.aureus</i>	Kontrol	3,45±0,07 ^{aA}	4,49±0,40 ^{aA}
	1 kGy	3,02±0,10 ^{bA}	2,20±0,14 ^{bB}
	3 kGy	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}
	5 kGy	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}

Aynı sütunda belirtilen günlerde farklı ışınlama dozlarında küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir, $P<0,05$

Aynı satırda belirtilen ışınlama dozlarında farklı günlerde büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir, $P<0,05$

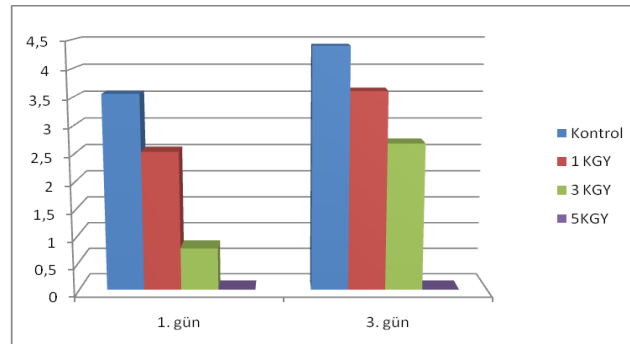


Şekil 4.5. Farklı dozlarda ışınlama ile $4 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de 3 gün süreyle depolanan karides örneklerinde TAMB (\log_{10} kob/g) değişimleri

Plusquellec (1995), karideslerin yakalandıkları suların mikroorganizma yükünün toplam mikroorganizma sayısı üzerinde etkili olduğunu bildirmektedir. Karideslerin bakteriyel florası balıkların mikroflorasına benzerlik göstermekte ve başlıca, *Micrococcus*, *Coryneform*, *Moraxella*, *Acinetobacter* ve *Pseudomonas* cinsi bakteriler ihtiva etmektedir (Hobbs 1982, ICMSF 1980). Karidesleri yakalama sırasında deniz dibindeki birikintilerin ağa toplanması nedeniyle de toplam mikroorganizma sayısı oldukça yüksek olabilmektedir (Göktan 1990). İnal (1992), karides etlerinde toplam canlı mikroorganizma sayısının 5,00 log₁₀ kob/g'dan fazla olmaması gerektiğini belirtmektedir. Vanderzant ve ark. (1970) araştırmasında göre ılık deniz sularından avlanan karideslerdeki toplam aerobik bakteri sayısını 6,00 log₁₀ kob/g, Göktan (1990), karideslerin dipten ağ ile yakalandıkları sırasında deniz dibindeki birikintilerin ağa toplanması nedeniyle taşıdıkları mikrobiyal yükün çok yüksek olduğunu ve toplam aerobik bakteri sayısının 4,49- 6,08 log₁₀ kob/g, Diler ve Ataş (2003) taze olarak incelenen *Penaeus semisulcatus*'da, toplam mezofilik aerob mikroorganizma sayısının 4,76 log kob/g olarak bildirmişlerdir. Fatima ve ark. (1988), buzda muhafaza edilen karideslerin (*Penaeus merguensis*) 20. gündeki toplam bakteriyel yükünü 9,00 log₁₀ kob/g, Jeyaweera ve Subasinghe (1988) ise buzda muhafaza ettiği karideslerde (*P.indicus*) 17. gündeki toplam bakteri sayısını 7,00 log₁₀ kob/g olarak tespit etmişlerdir. Karides örneklerinin TAMB sayılarıyla ilgili araştırmadan elde edilen bulgular, benzer konuda yapılan araştırma bulgularıyla uyumlu bulunmuştur (Vanderzant ve ark. 1970, Jeyaweera ve Subasinghe 1988, Fatima ve ark. 1988, Göktan 1990, Diler ve Ataş 2003). Van Cleemput ve ark. (1980), Chen ve ark. 1996, Quattara ve ark. (2001), Mendes ve ark. (2005) yaptıkları çalışmalarda 4 °C sıcaklıkta depoladıkları ışınlanmış karides, yengeç ve balıklardaki mezofilik bakteri sayısını ışınlanmamış olanlara göre daha düşük bulmuşlardır. Quattara ve ark. (2001) yaptığı çalışmada, önceden pişirilmiş ve 3 kGy ışınlanmış karideslerin buzdolabı koşullarında raf ömrünün 11 gün, ışınlanmamış karideslerin ise 5 gün olduğunu tespit etmişlerdir. Taze balıkların raf ömrünün uzatılması için kullanılacak ışınlama dozu olarak 1-3 kGy önerilmektedir (Venugopal ve ark. 1999, Molins ve ark. 2001, Jo ve ark. 2004). Jeevanandam ve ark. (2001) raporuna göre buzda muhafaza edilen karagöz balığının 1 kGy ışınlanmış olanının raf ömrü ışınlanmamış olana göre 8 günden 12 güne, 2 kGy ışınlanmış olanın ise 22 güne uzadığını belirlemiştir. Ghadi ve Venugopal (1991) yaptığı çalışmada ışınlama uygulanmamış balıkların buzdolabında muhafazasında raf ömrünün 12 gün iken düşük dozda

ışınlanmış (1,5 kGy) balık örneklerinde ise 25 gün olarak tespit etmiştir. Literatür verileriyle bulgularımız arasında paralellik olduğu görülmektedir.

$4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan kontrol örneklerinde Toplam Koliform Bakteri sayıları 1. günde $3,56 \log_{10}$ kob/g olarak belirlenmiştir. 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu ile muamele edilen örneklerde ise sırasıyla 2,53, 0,77 ve 0 olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.2 ve Şekil 4.6). Örneklerin $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 3 gün süreyle depolanmaları süresince TKB sayılarında, kontrol, 1 kGy, 3 kGy için geçerli olmak üzere artış meydana gelmiştir. Depolamanın 3. gününde kontrol örneklerinde $4,40 \log_{10}$ kob/g olarak belirlenmiş, buna karşın 1 kGy ve 3 kGy ışınlama dozu ile muamele edilen örneklerde ise sırasıyla 3,61 ve 2,68 \log_{10} kob/g olduğu 5 kGy ışınlama dozu ile muamele edilen örneklerde ise 0 saptanmıştır (Çizelge 4.2). Işınlama karideslerdeki TKB sayısı üzerinde önemli düzeyde inaktivasyon sağlamıştır. 3 günlük depolama süresi boyunca ışınlama uygulanan gruplarda kontrol grubuna göre TKB sayılarının daha düşük olduğu belirlenmiştir. TKB sayısı 3 günlük depolama süresi boyunca 5 kGy dozda ışınlanmış örneklerde tespit limitinin ($2,00 \log_{10}$ kob/g) altına inmiştir. İstatistik analiz sonuçlarına göre TKB için, gruplar (kontrol, 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu) arasındaki farkın 1. gün için kontrol ve 1 kGy örnekleri arasında önemsiz, 3 ve 5 kGy ışınlanmış olan örnekler arasında önemsiz olduğu 3. gün için her grupta önemli olduğu ve günler arasındaki farkın 5 kGy ışınlanmış olan grup haricinde istatistiksel olarak önemli olduğu ($P < 0,05$) belirlenmiştir.



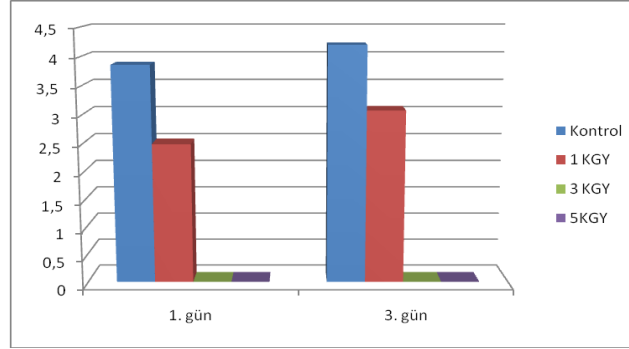
Şekil 4.6. Farklı dozlarda ışınlama ile $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 3 gün süreyle depolanan karides örneklerinde TKB (\log_{10} kob/g) değişimleri

Koliform bakterilerinin doğada yaygın olarak bulunması, insan ve hayvan vücudu dışında üreyebilmesi ve bazı suşlarının fekal kaynaklı olmayışı gibi nedenlerle bu gruptan daha çok sanitasyon indikatörü olarak yararlanılmaktadır (Ünlütürk 1998). İnal (1992), karides etlerinde koliform grubu bakteri sayısının ise $2,00 \log_{10}$ kob/g'dan fazla olmaması gerektiğini belirtmektedir. Bu çalışmada $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan karides örneklerinin TKB sayıları kontrol

grubunda 1. gün 3,56 log₁₀ kob/g olduğu, 3. gün yapılan analizlerde 4,40 log₁₀ kob/g'a yükseldiği bulunmuştur. Ayrıca 1, 3 ve 5 kGy ışınlama dozu uygulanan karides örneklerinde TKB sayılarının 1. gün sırasıyla 2,53, 0,77 ve 0 olduğu, 3. gün de ise bu sayıların artarak aynı sırayla 3,61, 2,68 ve 0,00 log₁₀ kob/g'a yükseldiği görülmektedir (Çizelge 4.2 ve Şekil 4.6). Diler ve Ataş (2003) Antalya bölgesinde avlanan *Penaeus semisulcatus* karideslerinde yaptığı çalışmada toplam koliform bakteri sayısını ortalama 2,28 log kob/g olarak tespit etmişlerdir. Bu değer, De la Cruz ve ark. (1990)'nın kültür karideslerinden *P. monodon*'da belirlediği değerden yüksek olmakla birlikte, Putro ve ark. (1990)'nın yine *P. monodon*'da elde ettikleri değerden ise düşük olduğu belirlenmiştir. Cozzo-Siqueira ve ark. (2003), farklı dozlarda ışınlama işlemi uygulanıp 0,5 °C'de ve -2 °C'de 20-30 gün depolanan Tilapia (*Oreochromis niloticus*) balıklarında 1., 20. ve 30. günlerdeki toplam koliform sayıları ışınlanmamış olan örneklerde sırasıyla 5,26, 5,27 ve 5,87 log₁₀ kob/g olarak, 1 kGy ışınlanmış olanlarda 2,40, 3,78 ve 5,16 log₁₀ kob/g olarak, 2,2 kGy ışınlanmış olanlarda 1,30, 2,45 ve 3,87 log₁₀ kob/g olarak saptamışlardır ve 5 kGy ışınlanmış örneklerde ise koliform bakteri tespit edilmediğini bildirmektedirler. Karides örneklerinin TKB sayılarıyla ilgili araştırmadan elde edilen bulgular incelendiğinde sadece 5 kGy ışınlama uygulanan grupta İnal (1992)'nin bildirildiği sınır değeri aşmadığı görülmektedir. Karides örneklerinin TKB sayılarıyla ilgili araştırmadan elde edilen bulgular, benzer konuda yapılan araştırma bulgularıyla uyumlu bulunmuştur (Putro ve ark. 1990, Diler ve Ataş 2003, Cozzo-Siqueira ve ark. 2003).

4 ± 1°C'de depolanan kontrol örneklerinde *E.coli* sayıları 1. günde 3,86 log₁₀ kob/g olarak belirlenmiştir. 1 kGy ışınlama dozu ile muamele edilen örneklerde 2,48 log₁₀ kob/g olup 3 kGy ve 5 kGy da ise 0,00 olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.2 ve Şekil 4.7). Işınlama karideslerdeki *E.coli* sayısı üzerinde önemli düzeyde inaktivasyon sağlamıştır. 3 günlük depolama süresi boyunca ışınlama uygulanan gruplarda kontrol grubuna göre *E.coli* sayılarının daha düşük olduğu belirlenmiştir. TKB sayısı 3 günlük depolama süresi boyunca 3 ve 5 kGy dozda ışınlanmış örneklerde tespit limitinin (2,00 log₁₀ kob/g) altına inmiştir (Çizelge 4.2). Örneklerin 4 °C'de 3 gün süreyle depolanmaları süresince *E.coli* sayılarında, kontrol ve 1 kGy için geçerli olmak üzere artış meydana gelmiştir. Depolamanın 3. gününde kontrol örneklerinde 4,20 log₁₀ kob/g olarak belirlenmiş, buna karşın 1 kGy ışın dozu ile muamele edilen örneklerde ise 3,07 log₁₀ kob/g saptanmıştır (Çizelge 4.2). İstatistik analiz sonuçlarına göre *E. coli* için, gruplar (kontrol, 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu) arasındaki farkın ve günler arasındaki farkın 1. günde 3 ve 5 kGy ışınlanan örnekler hariç

istatistiksel olarak önemli olduğu, 3. günde ise kontrol ve 1 kGy ışınlanmış örneklerde gruplar arasındaki farkın önemsiz olduğu ($P < 0,05$) belirlenmiştir.

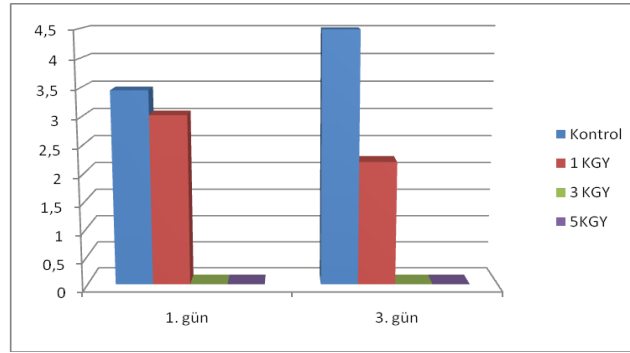


Şekil 4.7. Farklı dozlarda ışınlama ile $4 \pm 1^\circ\text{C}$ ' de 3 gün süreyle depolanan karides örneklerinde *E. coli* (\log_{10} kob/g) değişimleri

E. coli gıda mikrobiyolojisinde su ve çeşitli gıdalarda fekal kontaminasyonunun indikatörü olarak önem taşır. İnsan ve çoğu sıcakkanlı hayvanın bağırsak florasında bulunur (Ünlütürk 1998). Wekell ve ark. (1994), deniz ortamının florasında yer almadığı halde su ürünlerinde *E. coli* gibi patojen mikroorganizmaların bulunabileceğini belirtmektedir. Cozzo-Siqueira ve ark. (2003), farklı dozlarda ışınlama işlemi uygulanıp $0,5^\circ\text{C}$ ve -2°C 'de 20-30 gün depolanan Tilapia (*Oreochromis niloticus*) balıklarında 1., 20. ve 30. günlerdeki *E.coli* sayıları ışınlanmamış olan örneklerde sırasıyla 4,05, 4,13 ve 4,87 \log_{10} kob/g olarak tespit edilmiş olup, 2,2 kGy ışınlanmış olan örneklerde 20. ve 30. günlerde 1,60 \log_{10} kob/g, 5 kGy ışınlanmış örneklerde ise *E.coli* ye rastlanmadığını bildirdikleri çalışmalarıyla, araştırmada elde edilen bulgularımız arasında paralellik olduğu görülmektedir.

$4 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de depolanan kontrol örneklerinde *S. aureus* sayıları 1. günde 3,45 \log_{10} kob/g olarak belirlenmiştir. 1 kGy ışınlama dozu ile muamele edilen örneklerde 3,02 \log_{10} kob/g olup 3 kGy ve 5 kGy da ise 0,00 olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.2 ve Şekil 4.8). Örneklerin $4 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de 3 gün süreyle depolanmaları süresince *S.aureus* sayılarında, kontrol için geçerli olmak üzere artış meydana gelmiş ama 1 kGy ışınlanmış örnekte ise azalma olduğu gözlenmiştir. Depolamanın 3. gününde kontrol örneklerinde 4,49 \log_{10} kob/g olarak belirlenmiş, buna karşın 1 kGy ışın dozu ile muamele edilen örneklerde ise 2,20 \log_{10} kob/g saptanmıştır (Çizelge 4.2). Işınlama karideslerdeki *S. aureus* sayısı üzerinde önemli düzeyde inaktivasyon sağlamıştır. 3 günlük depolama süresi boyunca ışınlama uygulanan gruplarda kontrol grubuna göre *S. aureus* sayılarının daha düşük olduğu belirlenmiştir. *S. aureus* sayısı 3 günlük

depolama süresi boyunca 3 ve 5 kGy dozda ışınlanmış örneklerde tespit limitinin ($2,00 \log_{10}$ kob/g) altına inmiştir. İstatistik analiz sonuçlarına göre *S. aureus* için, gruplar (kontrol, 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu) arasındaki farkın 3 ve 5 kGy ışınlanmış örnekler hariç istatistiksel olarak önemli olduğu, günler arasındaki farkın ise 1 kGy ışınlanmış örnek haricinde istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ($P < 0,05$).



Şekil 4.8. Farklı dozlarda ışınlama ile $4 \pm 1^\circ\text{C}$ ' de 3 gün süreyle depolanan karides örneklerinde *S.aureus* (\log_{10} kob/g) değişimleri

S.aureus için en önemli kaynak insandır ve başlıca insanların deri, boğaz, burun florasında bulunmaktadır. Özellikle hazırlanmaları sırasında çok fazla el ile temas edilen ve uygun şartlarda bekletilmeyen gıdalarda *S. aureus* gelişimi ve toksin üretimi söz konusudur (Çaklı ve Kışla 2002). İnal (1992), karides etlerinde *S. aureus* sayısının $2,00 \log$ kob/g dan fazla olmaması gerektiğini belirtmektedir. Diler ve Ataş (2003) taze olarak incelenen *Penaeus semisulcatus*'da, *S.aureus* sayısının $2,96 \log$ kob/g olduğunu bildirmişlerdir. Sonuçlarımız Diler ve Ataş(2003)'in çalışmasından daha yüksek bulunmuştur. Bunun sebebi mevsimsel farklılıklardan ve tür farkından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Cozzo-Siqueira ve ark. (2003), farklı dozlarda ışınlama işlemi uygulanıp $0,5^\circ\text{C}$ 'de ve -2°C 'de 20-30 gün depolanan *Tilapia (Oreochromis niloticus)* balıklarında ışınlanmamış ve ışınlanmış örneklerde *S.aureus* tespit edilmemiştir. Ortalama dozda (1-10kGy) uygulanan gama ışınlarının çiğ ve pişmiş ette bulunan *S.aureus*'un etkili şekilde elimine ettiği belirlenmiştir (Erdman ve ark. 1961). Çalışmamızda 3 ve 5 kGy ışınlama dozu uygulanan karides örneklerinde *S.aureus*'un elimine olduğu tespit edilmiş olup sonuçların Erdman ve ark. (1961) çalışmasıyla paralellik gösterdiği görülmektedir.

4.1.1.3. Işınlamadan sonra $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ' de depolanan karides örneklerinde renk değişimlerine ait sonuçlar

Araştırmada buzdolabında ($4 \pm 1^{\circ}\text{C}$) depolanan karides örneklerinde renk analizlerine ait bulgular Çizelge 4.3.'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Farklı dozlarda ışınlamadan sonra buzdolabında depolanmış karides örneklerinde renk değişimi analizlerine ilişkin sonuçlar

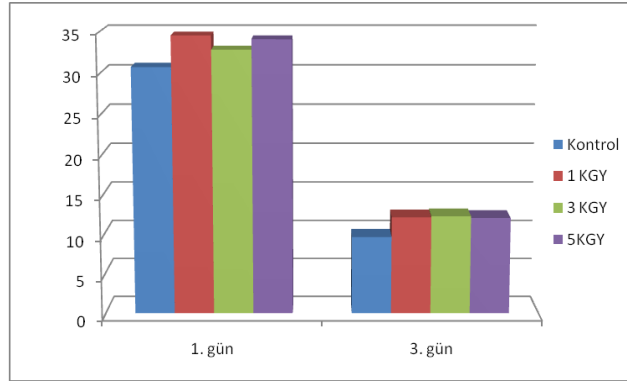
Özellikler	Işınlama Dozu	Gün	
		1	3
L (Parlaklık)	Kontrol	30,67±3,09 ^{aA}	9,66±0,59 ^{bB}
	1 kGy	34,52±3,49 ^{aA}	12,13±0,64 ^{aB}
	3 kGy	32,78±3,39 ^{aA}	12,27±0,72 ^{aB}
	5 kGy	34,05±1,86 ^{aA}	12,06±0,99 ^{abB}
a (+Kırmızı,-Yeşil)	Kontrol	4,95±0,02 ^{aA}	1,57±0,09 ^{bB}
	1 kGy	5,29±0,70 ^{aA}	2,02±0,10 ^{abB}
	3 kGy	5,20±0,45 ^{aA}	1,68±0,13 ^{bB}
	5 kGy	5,75±0,10 ^{aA}	2,16±0,18 ^{aB}
b (+Sarı, -Mavi)	Kontrol	9,56±0,70 ^{aA}	3,20±0,05 ^{aB}
	1 kGy	9,67±0,83 ^{aA}	3,40±0,11 ^{aB}
	3 kGy	9,68±0,78 ^{aA}	3,31±0,23 ^{aB}
	5 kGy	10,46±0,29 ^{aA}	3,66±0,15 ^{aB}

Aynı sütunda belirtilen günlerde farklı ışınlama dozlarında küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir, $P<0,05$

Aynı satırda belirtilen ışınlama dozlarında farklı günlerde büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir, $P<0,05$

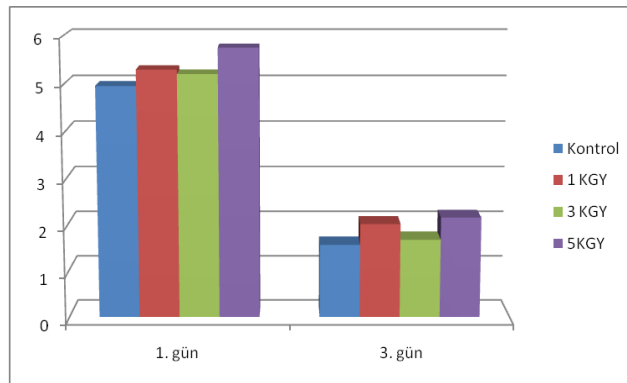
Depolama periyodu boyunca karides örneklerinde L değerleri kontrol grubunda 1. gün 30.67 ve 3. gün 9,66, 1 kGy grubunda 34,52 ve 12,13, 3 kGy grubunda 32,78 ve 12,27, 5 kGy grubunda ise 34,05 ve 12,06 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.3 ve Şekil 4.9). Taze karidesin görünümü parlaktır. Örneklerin hepsinde parlaklığın büyük ölçüde azaldığı tespit edilmiştir. Parlaklık değerlerindeki en büyük azalmanın kontrol örneklerinde olduğu gözlenmiştir. İstatistik analiz sonuçlarına göre, gruplar (kontrol, 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu) arasındaki farkın 1. gün için istatistiksel olarak önemsiz olduğu ($P>0,05$), 3. günde ise kontrol

grubunda saptanan değerin 1 kGy ve 3 kGy uygulama gruplarından daha düşük olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$). Ayrıca $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 3 gün süreyle depolama sonucunda meydana gelen azalma istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$).



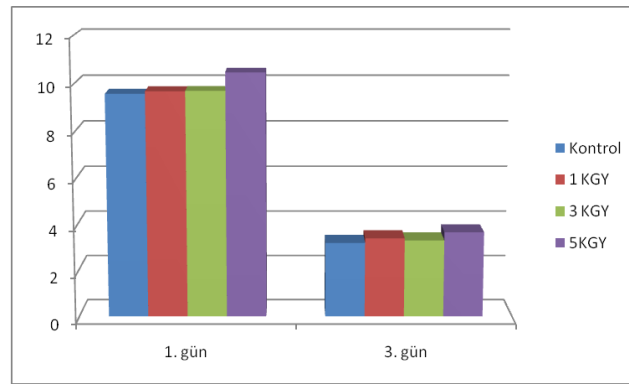
Şekil 4.9. Farklı dozlarda ışınlama ile $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 3 gün süreyle depolanan karides örneklerinde renk (L) değişimleri

Depolama periyodu boyunca karides örneklerinde a değerleri kontrol grubunda 1. gün 4,95 ve 3. gün 1,57, 1 kGy grubunda 5,29 ve 2,02, 3 kGy grubunda 5,20 ve 1,68, 5 kGy grubunda ise 5,75 ve 2,16 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.3 ve Şekil 4.10). Tüm örneklerin kırmızılık değerlerinde büyük ölçüde azalma görülmüştür. En çok azalmanın kontrol grubunda olduğu belirlenmiştir. İstatistik analiz sonuçlarına göre, gruplar (kontrol, 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu) arasındaki farkın 1. gün için istatistiksel olarak önemsiz olduğu ($P>0,05$), 3. günde ise 5 kGy grubunda saptanan değerin kontrol ve 3 kGy uygulama gruplarından daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$). Ayrıca $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 3 gün süreyle depolama sonucunda meydana gelen azalma istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$).



Şekil 4.10. Farklı dozlarda ışınlama ile $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 3 gün süreyle depolanan karides örneklerinde renk (a) değişimleri

Depolama periyodu boyunca karides örneklerinde b değerleri kontrol grubunda 1. gün 9,56 ve 3. gün 3,20, 1 kGy grubunda 9,67 ve 3,40, 3 kGy grubunda 9,68 ve 3,31, 5 kGy grubunda ise 10,46 ve 3,66 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.3 ve Şekil 4.11). Tüm örneklerin sarılık değerlerinde azalma meydana gelmiştir. En az azalmanın 5 kGy ışınlanmış örnekte olduğu belirlenmiştir. İstatistik analiz sonuçlarına göre, gruplar (kontrol, 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu) arasındaki farkın istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ($P>0,05$). Ayrıca $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 3 gün süreyle depolama sonucunda meydana gelen azalma istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$).



Şekil 4.11. Farklı dozlarda ışınlama ile $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 3 gün süreyle depolanan karides örneklerinde renk (*b*) değişimleri

Lee ve ark. (1997), balık ve soya sosları üzerine yaptıkları çalışmada depolama boyunca maillard reaksiyonları sonucu melonoid oluşumu sebebiyle örneklerin renklerinde karama olduğunu, Kim ve ark. (2003), 0-2,5-5,-7,5-10 kGy ışınlama işlemi uyguladıkları ve 15°C de 6 ay süreyle depoladıkları tuzlanıp fermente edilmiş hamsi sosunun renk özellikleri (orijinal rengi koyu kahverengi) üzerine yaptıkları çalışmada renk değerlerinin (L, a ve b) sıfırıncı haftada yüksek olup depolama süresi boyunca azaldığını ve ışınlama işleminin örneklerin renk kaliteleri üzerine olumlu etki gösterdiğini, Riebroy ve ark. (2007), Tayland fermente balık kıymasında ışınlama (0-2-6 kGy) işleminin mikrobiyolojik, kimyasal ve fiziksel özellikleri üzerine yapılan çalışmada $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ de bir ay depolama boyunca ilk 20 gün genel olarak ışınlanmış olan örneklerin L değerlerinin kontrol grubuna göre daha yüksek olduğunu, fakat 20 günden sonra 6 kGy ışınlanmış örnekte L değerinde büyük bir düşüş, b değerinde ise artış olduğu saptadıkları çalışmaları ile araştırmamızdan elde edilen bulguların uyum içerisinde olduğu görülmüştür. Karbonil bileşikleri amino gruplarıyla reaksiyona girip sarımsı kahverengi maillard reaksiyon ürünlerinin oluşumuna sebep oldukları ve ışınlama

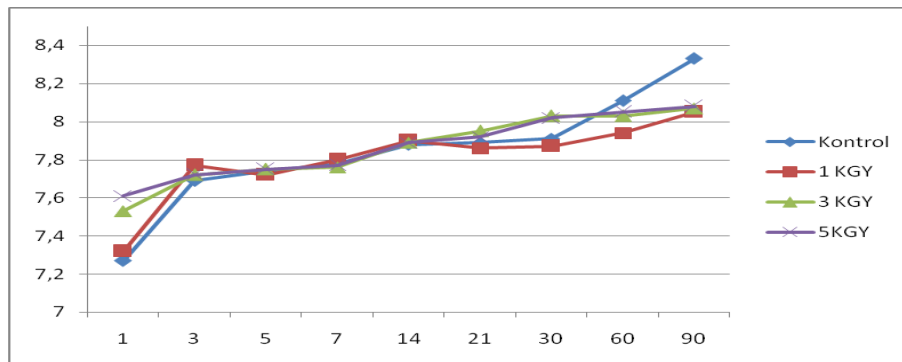
işlemi uygulanmış örneklerin rengi kontrol grubuna göre biraz daha kahverengimsi olup bunun ışınlama işleminin miyoglobinin oksidasyonunu arttırması ile olabileceği düşünülmektedir (Venugopal, 1981).

4.1.2. Işınlamadan sonra -18°C 'de depolanan karides örneklerine ait analiz sonuçları

4.1.2.1. Işınlamadan sonra -18°C 'de depolanan karides örneklerinde kimyasal özelliklere ait sonuçlar

-18°C 'de 90 günlük depolama süresince karides örneklerinde belirlenen kimyasal analizlere ait sonuçlar Çizelge 4.4.'de verilmiştir.

Depolama süresince tüm örnek gruplarında pH değerlerinde bir artış gözlenmiştir. Kontrol örneklerinde depolama süresince meydana gelen toplam artış 1,06 birim olup, depolamanın başlangıcında 7.27 olan pH değeri depolamanın 90. gününde 8,33 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.4). Depolamanın 90. gününde 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu ile muamele edilen örneklerde ise pH değerleri sırasıyla 8,05, 8,07 ve 8,08 olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.4 ve Şekil 4.12). Işınlama uygulanan grupların kontrol grubuna göre sadece depolamanın 90. gününde pH değerlerinin daha düşük olduğu belirlenmiştir. İstatistik analiz sonuçlarına göre pH için, gruplar (kontrol, % 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu) arasındaki farkın yalnızca 1 ve 90. gün istatistiksel olarak önemli olduğu ($P<0,05$) belirlenmiştir. Ayrıca $-18^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}$ 'de 90 gün süreyle depolama sonucunda meydana gelen artışta istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$).



Şekil 4.12. Farklı dozlarda ışınlama ile -18°C 'de 90 gün süreyle depolanan karides örneklerinde pH değişimleri

Çizelge 4.4. Farklı dozlarda ışınlamadan sonra dondurucuda depolanan karides örneklerinin depolama süresince kimyasal özelliklerindeki değişim

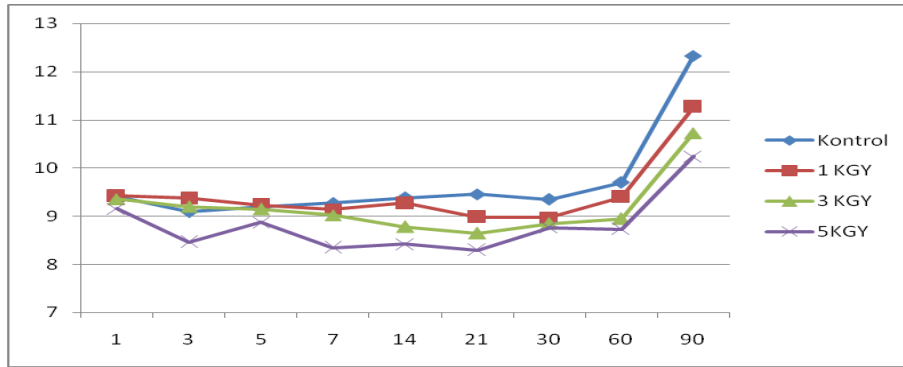
Özellikler	Işınlama Dozu	Gün								
		1	3	5	7	14	21	30	60	90
pH	Kontrol	7,27±0,09 ^{bE}	7,69±0,01 ^{aD}	7,74±0,02 ^{aE}	7,78±0,01 ^{aCD}	7,88±0,03 ^{aC}	7,89±0,01 ^{aC}	7,91±0,01 ^{aC}	8,11±0,01 ^{aB}	8,33±0,04 ^{aA}
	1 kGy	7,32±0,12 ^{bC}	7,77±0,13 ^{aB}	7,72±0,07 ^{aC}	7,80±0,09 ^{aB}	7,90±0,06 ^{aAB}	7,86±0,05 ^{aB}	7,87±0,03 ^{aB}	7,94±0,02 ^{aAB}	8,05±0,05 ^{bA}
	3 kGy	7,53±0,01 ^{aD}	7,72±0,08 ^{aC}	7,75±0,06 ^{aD}	7,76±0,06 ^{aC}	7,89±0,05 ^{aBC}	7,95±0,06 ^{aAB}	8,03±0,04 ^{aAB}	8,03±0,06 ^{aAB}	8,07±0,05 ^{bA}
	5 kGy	7,61±0,04 ^{aE}	7,72±0,09 ^{aDE}	7,75±0,07 ^{aCDE}	7,77±0,05 ^{aDE}	7,89±0,05 ^{aCD}	7,92±0,04 ^{aABC}	8,02±0,02 ^{aAB}	8,05±0,03 ^{aAB}	8,08±0,03 ^{bA}
TVB-N, mg/100 g	Kontrol	9,41±0,06 ^{aBC}	9,09±0,05 ^{aC}	9,19±0,01 ^{aBC}	9,27±0,07 ^{aBC}	9,38±0,04 ^{aBC}	9,46±0,04 ^{aBC}	9,35±0,07 ^{aBC}	9,70±0,05 ^{aB}	12,33±0,44 ^{aA}
	1 kGy	9,42±0,05 ^{aB}	9,37±0,12 ^{aB}	9,23±0,06 ^{aB}	9,14±0,15 ^{aB}	9,27±0,06 ^{aB}	8,98±0,07 ^{abB}	8,97±0,09 ^{aB}	9,40±0,18 ^{abB}	11,27±0,12 ^{bA}
	3 kGy	9,36±0,04 ^{aB}	9,20±0,14 ^{aBC}	9,15±0,13 ^{aBC}	9,02±0,17 ^{aBC}	8,78±0,18 ^{abBC}	8,65±0,32 ^{bcC}	8,85±0,09 ^{aBC}	8,95±0,16 ^{bcBC}	10,73±0,09 ^{bcA}
	5 kGy	9,16±0,14 ^{aB}	8,46±0,06 ^{bC}	8,87±0,04 ^{aBC}	8,35±0,46 ^{bC}	8,42±0,41 ^{bC}	8,30±0,44 ^{cC}	8,76±0,09 ^{aBC}	8,73±0,23 ^{cBC}	10,24±0,05 ^{cA}
TBA, mg/kg	Kontrol	0,62±0,23 ^{bB}	0,32±0,15 ^{cB}	1,08±0,03 ^{aA}	0,39±0,10 ^{bB}	0,21±0,06 ^{aB}	0,24±0,05 ^{aB}	0,34±0,06 ^{bB}	0,19±0,06 ^{aB}	0,27±0,05 ^{aB}
	1 kGy	0,62±0,06 ^{bB}	0,65±0,11 ^{bcB}	1,19±0,04 ^{aA}	0,49±0,09 ^{abB}	0,23±0,07 ^{aB}	0,26±0,05 ^{aB}	0,36±0,05 ^{bB}	0,25±0,10 ^{bB}	0,25±0,03 ^{aB}
	3 kGy	1,14±0,30 ^{aAB}	0,80±0,13 ^{abBC}	1,27±0,09 ^{aA}	0,52±0,09 ^{abCD}	0,26±0,07 ^{aD}	0,30±0,07 ^{aD}	0,48±0,07 ^{bCD}	0,30±0,13 ^{bD}	0,29±0,02 ^{aD}
	5 kGy	1,21±0,31 ^{aAB}	1,12±0,18 ^{aAB}	1,41±0,14 ^{bA}	0,85±0,08 ^{aBC}	0,45±0,08 ^{aC}	0,45±0,07 ^{aC}	1,07±0,57 ^{aAB}	0,53±0,30 ^{bC}	0,51±0,04 ^{bC}
TMA-N, mg/kg	Kontrol	0,40±0,04 ^{aI}	0,57±0,03 ^{aH}	0,88±0,03 ^{aG}	1,56±0,04 ^{aF}	1,73±0,04 ^{aE}	3,08±0,06 ^{aD}	3,62±0,36 ^{aC}	3,97±0,06 ^{aB}	4,41±0,09 ^{aA}
	1 kGy	0,31±0,04 ^{aG}	0,46±0,01 ^{aG}	0,75±0,02 ^{aF}	1,34±0,04 ^{bE}	1,49±0,04 ^{bE}	2,69±0,03 ^{bD}	3,01±0,10 ^{cC}	3,33±0,07 ^{cB}	3,56±0,09 ^{bA}
	3 kGy	0,32±0,05 ^{aH}	0,48±0,01 ^{aG}	0,78±0,02 ^{aF}	1,39±0,04 ^{bE}	1,54±0,03 ^{bE}	2,73±0,04 ^{bD}	3,14±0,08 ^{bcC}	3,42±0,07 ^{bcB}	3,63±0,11 ^{bA}
	5 kGy	0,35±0,06 ^{aH}	0,51±0,02 ^{aG}	0,83±0,02 ^{aF}	1,40±0,04 ^{bE}	1,61±0,03 ^{abd}	2,75±0,04 ^{bC}	3,27±0,05 ^{bB}	3,50±0,06 ^{bA}	3,62±0,09 ^{bA}

Aynı sütunda belirtilen günlerde farklı ışınlama dozlarında küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir, P<0,05

Aynı satırda belirtilen ışınlama dozlarında farklı günlerde büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir, P<0,05

Varlık ve ark. (1993a), karides etinin pH'sı 7,0–7,3 arasında değiştiğini, avlanma sonrasında ve depolama şartlarına bağlı olarak pH 7,5–7,7'ye kadar yükseldiğini ve pH 7.9'da bozulma başladığını bildirmektedirler. Bayizit ve ark. (2003), donmuş karideslerde yaptıkları çalışmalarında karideslerin pH değerleri ortalama 7.36 ile 7.42 arasında bulunmuşlardır. Çalışmamızda karides örneklerinde saptanan pH değerlerinin Varlık ve ark. (1993a) ve Bayizit ve ark. (2003)'nın tespit ettikleri pH değerlerine yakın olduğu görülmektedir.

Bu çalışmada $-18^{\circ}\text{C} \pm 1'$ de depolanan karides örneklerinde 1. gün kontrol, 1, 3 ve 5 kGy ışınlama dozu uygulanan gruplarda sırasıyla 9,41, 9,42, 9,36 ve 9,16 mg 100/g olarak saptanan TVB-N değeri, depolamanın 90. gününe kadar dalgalanmalar şeklinde seyretmiş ve bu günde TVB-N değeri aynı sırayla 12,33, 11,27, 10,73 ve 10,24 mg 100/g'a ulaşmıştır (Çizelge 4.4 ve Şekil 4.13). Işınlama uygulanan gruplarda TVB-N değerleri depolamanın 7. gününden itibaren kontrol grubuna göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. İstatistik analiz sonuçlarına göre TVB-N için, gruplar (kontrol, % 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu) arasındaki farkın 1, 3, 5 ve 30. gün hariç istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır ($P<0,05$). Ayrıca $-18^{\circ}\text{C} \pm 1'$ de 90 gün süreyle depolama sonucunda meydana gelen artışta istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$).



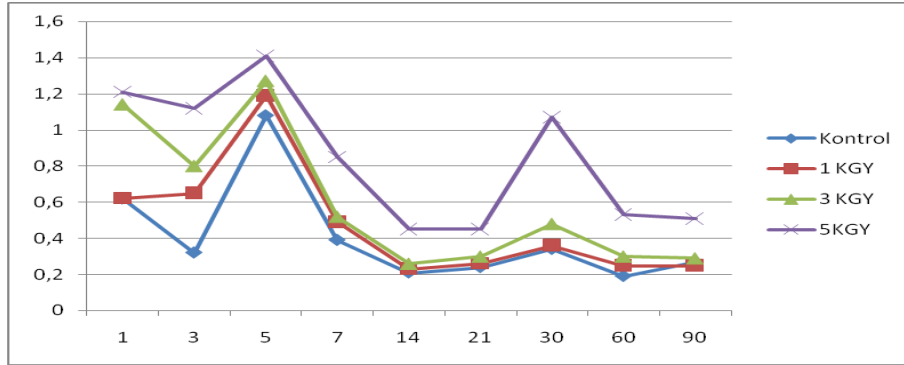
Şekil 4.13. Farklı dozlarda ışınlama ile -18°C 'de 90 gün süreyle depolanan karides örneklerinde TVB-N (mg/100 g) değişimleri

Simeonidou ve ark. (1998), uskumru (*Trachurus trachurus*) ve Akdeniz berlamı (*Merluccius mediterraneus*)'nın -18°C 'de depolanması üzerine yaptıkları bir araştırmada, 12 aylık depolama sonunda tüm gruplarda TVB-N degerinde artışın olduğunu saptamışlardır. Sarma (1998) dondurulmuş koşullarda pembe levrek ve sardalya balıklarındaki TVB-N değerlerinde depolama boyunca artış olduğunu tespit etmiştir. Çelik ve ark. (2002)'nin piyasada satılan çeşitli dondurulmuş su ürünlerinde yapmış oldukları çalışmalarında kabuklu ve

yumuşakçalarda TVB-N değerlerini 6.30-23.10 mg/100 g arasında saptamışlardır. Gonçalves ve ark. (2008)'nin dondurulmuş karideslerde yaptıkları çalışmada başlangıçtaki TVB-N değerlerini 7,52-8,81 mg/100 g olarak tespit etmişlerdir. Bu değerler de bazı referans çalışmalara (Mendes ve ark. 2005, Mendes 2006) göre karideslerin tazeliğini gösterdiğini tespit etmişlerdir. Karides örneklerinin TBV-N değerleri ile ilgili araştırmadan elde edilen bulgular, benzer konuda yapılan araştırma bulgularıyla uyumlu bulunmuştur (Simeonidou ve ark. 1998, Sarma 1998, Çelik ve ark. 2002, Gonçalves ve ark. 2008). Ahmed ve ark. (2009), farklı düzeylerde (3, 5 ve 8 kGy) ışınlama dozu uyguladıkları *Pampus chinensis* (Euphrasen, 1788) balığında düşük sıcaklıklarda depolamanın (-20 °C) kimyasal parametrelerindeki değişiklikleri 90 günlük depolama periyodu boyunca inceledikleri çalışmalarında, depolamanın başlangıcında kontrol, 3 kGy, 5 kGy ve 8 kGy uygulanan gruplarda TVB-N değeri sırasıyla 4,5, 3,0, 2,5 ve 1,5 mg/100g depolamanın son günü olan 90. günde ise aynı sırayla 32,5, 7,1, 5,3 ve 4,9 mg/100 g olduğunu, ışınlanmış ve düşük sıcaklıklarda (-20 °C) muhafaza edilmiş balıklardaki TVB-N değerlerinin ışınlanmamış gruba göre daha düşük saptandığını bildirmektedirler. Bu çalışma ile bulgularımız arasında paralellik olduğu görülmektedir. Bu araştırma sonucunda da, 90 günlük depolama sonunda TVB-N değerlerinde artışlar olmakla birlikte, bu değerlerin Varlık ve Heperkan (1990) ile Olgunoğlu (2007)'nin yaptığı sınıflandırmaya göre “çok iyi” kalite sınırları içerisinde olduğu saptanmıştır.

Bu çalışmada -18 °C ± 1'de depolanan karides örneklerinde 1. gün kontrol, 1, 3 ve 5 kGy ışınlama dozu uygulanan gruplarda sırasıyla 0,62, 0,62, 1,14 ve 1,21 mg malonaldehit/kg olarak saptanan TBA değerleri depolamanın 5. gününde aynı sırayla 1,08, 1,19, 1,27 ve 1,41 mg malonaldehit/kg ile en yüksek değerlere ulaşmış ve depolamanın 90. gününe kadar dalgalanmalar şeklinde seyrederek yine aynı sırayla 0,27, 0,25, 0,29 ve 0,51 mg malonaldehit/kg'a azalmıştır (Çizelge 4.4 ve Şekil 4.14). Işınlama uygulanan gruplarda TBA değerleri 90. günde 1 kGy ışınlama dozu uygulanan grup hariç kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Oksijen varlığında gerçekleşen ışınlama işlemi yağların oksidasyonunu arttırmaktadır. Işınlama işlemi ile TBA değerlerindeki artışın hidroperoksit formundaki oksijenin serbest hale geçerek doymamış yağ asitlerinde oksitlenmeye sebep olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. İstatistik analiz sonuçlarına göre TBA için, gruplar (kontrol, % 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu) arasındaki farkın 14 ve 21. gün hariç istatistiksel olarak önemli olduğu (P<0,05) belirlenmiştir. Ayrıca -18 °C ± 1'de 90 gün

süreyle depolama sonucunda meydana gelen artışta istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$).

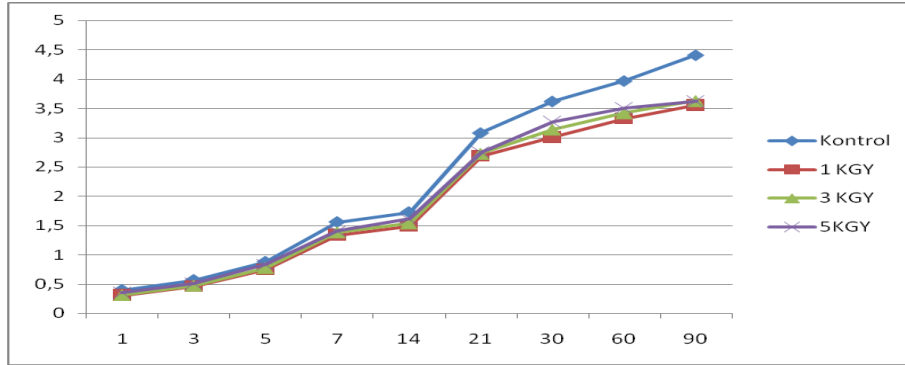


Şekil 4.14. Farklı dozlarda ışınlama ile $-18\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$ 'de 90 gün süreyle depolanan karides örneklerinde TBA (mg/kg) değişimleri

Çelik ve ark. (2002)'nin piyasada satılan çeşitli dondurulmuş su ürünlerinde yaptıkları çalışmaya göre kabuklu ve yumuşakçalarda TBA değerleri 0.09-1.76 mg malonaldehit/kg arasında bulunduğunu saptamışlardır. Beklevik (2005), sonbahar ve kış mevsiminde avlanan deniz levreklerinin -18°C 'de depolanması süresince TBA değerlerini sırasıyla 0,066-0,086 ve 0,051-0,308 mg malonaldehit/kg arasında saptamıştır. Göğüş ve ark. (1987), 6 ay boyunca -18°C ve $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan sardalya, mezgıt ve kolyoz balıkları üzerinde yapılan araştırmada TBA değerleri için en uygun sıcaklığın $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ olduğunu, 90 günlük depolama sonunda TBA değerlerinin tüm gruplarda ve depolama süresi boyunca Varlık ve ark. (1993b) ile Cadun ve ark. (2005)'nin bildirdiği çok iyi bir materyalde bulunması gereken 3 mg malonaldehit/kg değerini aşmadığını bildirmektedirler. Karides örneklerinin TBA değerleri ile ilgili araştırmadan elde edilen bulgular, benzer konuda yapılan araştırma bulgularıyla uyumlu bulunmuştur (Namulema ve ark. 1999, Çelik ve ark. 2002, Beklevik 2005, Göğüş ve ark. 1987). Karideslerde ışınlama dozu uygulanan örneklerde TBA değerlerinin belirlenmesine yönelik yurt içinde ve dışında herhangi bir çalışmaya rastlanamamıştır. Araştırma boyunca TBA sayısında gözlenen düşüşlerin Melton (1983)'un bildirdiği TBA ile reaksiyona girmeyen lipid oksidasyon ürünlerinin oluşumu ve ortamda bulunan malonaldehitin diğer bileşiklerle olan ilişkişinden dolayı olabileceği düşünülmektedir.

Bu sonuçlara ilave olarak $-18\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$ 'de depolanan karides örneklerinde 1. gün kontrol, 1, 3 ve 5 kGy ışınlama dozu uygulanan gruplarda sırasıyla 0,40, 0,31, 0,32 ve 0,35 mg/kg olarak saptanan TMA-N değerleri, depolamanın 90. gününe kadar sürekli artış göstermiş ve bu

günde TMA-N değerleri aynı sırayla 4,41, 3,56, 3,63 ve 3,62 mg/kg'a ulaşmıştır (Çizelge 4.4 ve Şekil 4.15). Işınlama uygulanan gruplarda TMA-N değerleri 90 günlük depolama süresi boyunca kontrol grubuna göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. İstatistik analiz sonuçlarına göre TMA-N için, gruplar (kontrol, % 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu) arasındaki farkın 1, 3 ve 5. gün hariç istatistiksel olarak önemli olduğu ($P<0,05$) belirlenmiştir. Ayrıca $-18\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1'$ de 90 gün süreyle depolama sonucunda meydana gelen artışta istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$).



Şekil 4.15. $-18\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1'$ de 90 gün süreyle depolanan karides örneklerinde TMA-N (mg/kg) değişimleri

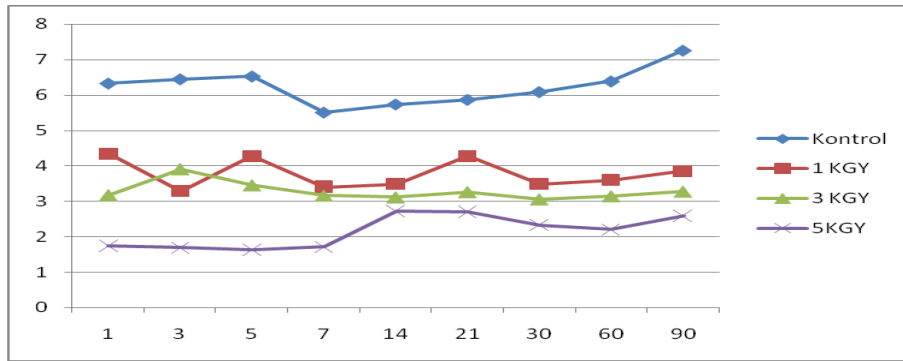
Çelik ve ark. (2002)'nin piyasada satılan çeşitli dondurulmuş su ürünlerinde yaptıkları çalışmaya göre karideslerde TMA-N değeri 6,66 mg/100g olarak bulunmuştur. Lo'pez-Caballero ve ark. (2002) oksijenli ortamda karideslerin buzda muhafazası sırasında TMA-N değerlerinde depolama süresince artış olduğunu tespit etmişlerdir. Sarma (1998) pembe levrek ve sardalya balığında yaptığı çalışmaya göre, dondurulmuş koşullarda muhafazalarında TMA-N değerlerinde artış olduğu gözlenmiştir. Karides örneklerinin TBA değerleri ile ilgili araştırmadan elde edilen bulgular, Çelik ve ark. (2002)'nin TMA-N değerlerinden daha düşük bulunurken, Lopez-Caballero ve ark. (2002) ile Sarma (1998)'in bulgularıyla uyumlu bulunmuştur. Ahmed ve ark. (2009), farklı düzeylerde (3, 5 ve 8 kGy) ışınlama dozu uyguladıkları *Pampus chinensis* (Euphrasen, 1788) balığında düşük sıcaklıklarda depolamanın ($-20\text{ }^{\circ}\text{C}$) kimyasal parametrelerindeki değişiklikleri 90 günlük depolama periyodu boyunca incelemişlerdir. Depolamanın başlangıcında kontrol, 3, 5 ve 8 kGy uygulanan gruplarda TMA-N değerlerini ise başlangıçta aynı sırayla 4,5, 3,0, 2,5 ve 1,5 mg/100 g depolamanın son günü olan 90. günde 32,5, 7,1, 5,3 ve 4,9 mg/100 g değerine yükseldiğini, ışınlanmış ve düşük sıcaklıklarda ($-20\text{ }^{\circ}\text{C}$) muhafaza edilmiş balıklardaki TMA-N değerlerinin ışınlanmamış gruba göre daha düşük olduğunu bildirdikleri bulgular ile

araştırmamızda elde ettiğimiz bulgular uyum içerisinde olduğu görülmektedir. Ayrıca 90 günlük depolama süresi boyunca tüm gruplarda Varlık (1993b) tarafından bildirilen 8 mg/100 g sınır değerlerinin üzerine çıkmadığı görülmektedir.

4.1.2.2. Işınlamadan sonra -18°C 'de depolanan karides örneklerinde mikrobiyolojik özelliklere ait sonuçlar

-18°C 'de 90 günlük depolama süresince karides örneklerinde belirlenen mikrobiyolojik analizlere ait sonuçlar Çizelge 4.5.'de verilmiştir.

Bu çalışmada $-18^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}$ 'de depolanan karides örneklerinde 1. gün kontrol, 1, 3 ve 5 kGy ışınlama dozu uygulanan gruplarda sırasıyla 6,33, 4,34, 3,17 ve 1,74 \log_{10} kob/g olarak saptanan TAMB değerleri, depolamanın 90. gününe kadar bütün gruplarda dalgalanmalar şeklinde seyretmiş ve bu günde TAMB değerleri aynı sırayla 7,26, 3,85, 3,27 ve 2,59 \log_{10} kob/g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.5 ve Şekil 4.16). Işınlama uygulanan gruplarda TAMB değerleri 90 günlük depolama süresi boyunca kontrol grubuna göre daha düşük olduğu ve ışınlama dozu ile ters orantılı olarak karideslerin TAMB sayılarının azaldığı belirlenmiştir. İstatistik analiz sonuçlarına göre TAMB için, gruplar (kontrol, 1, 3 ve 5 kGy ışınlama dozu) arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu, $-18^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}$ 'de 90 gün süreyle depolama sonucunda meydana gelen artışın istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($P < 0,05$).



Şekil 4.16. Farklı dozlarda ışınlama ile $-18^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}$ 'de 90 gün süreyle depolanan karides örneklerinde TAMB (\log_{10} kob/g) değişimleri

Dondurulmuş olarak muhafaza edilen balıklardaki toplam canlı sayısının artması bakterilerin çoğalmalarıyla ilgili olup, azalma göstermesinin sebebi ise oluşan buz kristallerinden bakteri hücrelerinin zarar görmesidir (Allam 2001, Sarhan 2003). Dondurarak muhafaza toplam canlı sayısında depolama süresine bağlı olarak 1-2 log birim azalmaya sebep olup raf ömrünü

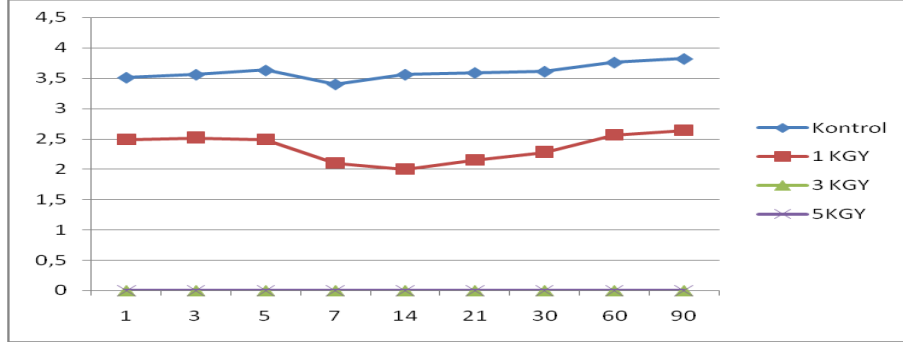
uzatmaktadır (Yammamoto ve Harris 2001). Hatha ve ark. (1998) araştırmalarında dondurulmuş karides örneklerinin (sülfitle muamele edilmiş) çoğunda başlangıçtaki aerobik bakteri sayısını 4,00 log₁₀ kob/g olarak bulmuşlardır. Fatima ve ark. (1988) raporunda buzda muhafaza edilen karideslerin (*P. merguensis*) 20. gündeki toplam bakteriyal yükü 9,00 log₁₀ kob/g olarak belirlemiştir. Ancak, Jeyaweera ve Subasinghe (1988) buzda muhafaza ettiği karideslerideki (*P. indicus*) 17. gündeki toplam bakteri sayısını 7,00 log₁₀ kob/g olarak tespit etmiştir. Bayazit ve ark. (2003) donmuş karides örneklerine ait TAMB sayısı ortalama olarak 3,44-3,61 log₁₀ kob/g arasında belirlenmişlerdir. Karides örneklerinin TAMB sayıları ile ilgili araştırmadan elde edilen bulgular, Fatima ve ark. (1988)'nin TAMB sayılarından daha düşük bulunurken, Jeyaweera ve Subasinghe (1988) ile Bayazit ve ark. (2003)'nin bulgularıyla uyumlu bulunmuştur. Uluslararası Gıdalar için Mikrobiyolojik Spesifikasyonlar Komisyonu donmuş kabuklu su ürünlerinde TAMB sayısının en fazla 5,70-6,00 log₁₀ kob/g arasında olması gerektiğini belirtmektedir (Anonim 1986). Araştırmadan elde edilen sonuçlara sadece kontrol grubunun TAMB sayısı bakımından uygun değerlere sahip olmadığı görülmektedir. Bunun sebebinin dondurma işleminin herhangi bir işlem yada ekipman kullanılmadan -18 °C ±1'ye ulaşmasının çok hızlı bir şekilde gerçekleşmemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Yapılan çalışmada -18 °C ± 1'de depolanan karides örneklerinde 1. gün kontrol, 1, 3 ve 5 kGy ışınlama dozu uygulanan gruplarda sırasıyla 3,51, 2,49, 0,00 ve 0 olarak saptanan TKB sayıları, depolamanın 90. gününe kadar kontrol ve 1 kGy ışınlama dozu uygulanan gruplarda dalgalanmalar şeklinde seyretmiş ve bu günde TKB değerleri aynı sırayla 3,82, 2,64, 0,00 ve 0 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.5 ve Şekil 4.17). Işınlama karideslerdeki TKB sayısı üzerinde önemli düzeyde inaktivasyon sağlamıştır. TKB sayısı 90 günlük depolama süresi boyunca 3 ve 5 kGy dozda ışınlanmış örneklerde tespit limitinin (2,00 log₁₀ kob/g) altına inmiştir (Çizelge 4.5). İstatistik analiz sonuçlarına göre TKB için, gruplar (kontrol, 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu) arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu, -18 °C ± 1'de 90 gün süreyle depolama sonucunda meydana gelen artışın yalnızca 1 kGy için istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir (P<0,05).

Çizelge 4.5. Farklı dozlarda ışınlamadan sonra dondurucuda depolanmış karides örneklerinde mikrobiyolojik analizlere ilişkin sonuçlar (log₁₀ kob/g)

Özellikler	Işınlama Dozu	Gün								
		1	3	5	7	14	21	30	60	90
TAMB	Kontrol	6,33±0,08 ^{aB}	6,45±0,09 ^{aB}	6,53±0,06 ^{aAB}	5,51±0,07 ^{aC}	5,74±0,11 ^{aBC}	5,87±0,07 ^{aBC}	6,09±0,06 ^{aBC}	6,39±0,07 ^{aB}	7,26±0,12 ^{aA}
	1 kGy	4,34±0,05 ^{bA}	3,29±0,10 ^{bC}	4,28±0,07 ^{bAB}	3,41±0,17 ^{bC}	3,49±0,14 ^{bC}	4,28±0,12 ^{bAB}	3,49±0,08 ^{bBC}	3,60±0,10 ^{bABC}	3,85±0,14 ^{bABC}
	3 kGy	3,17±0,60 ^{cA}	3,91±0,14 ^{bA}	3,45±0,18 ^{cA}	3,16±0,09 ^{bA}	3,11±0,16 ^{bA}	3,26±0,14 ^{cA}	3,05±0,10 ^{bcA}	3,14±0,08 ^{bA}	3,27±0,07 ^{bcA}
	5 kGy	1,74±0,89 ^{dB}	1,69±0,55 ^{cB}	1,63±0,81 ^{dB}	1,71±0,85 ^{cB}	2,72±0,07 ^{bA}	2,69±0,21 ^{dA}	2,33±0,20 ^{cAB}	2,20±0,10 ^{cAB}	2,59±0,06 ^{cA}
TKB	Kontrol	3,51±0,05 ^{aA}	3,56±0,07 ^{aA}	3,63±0,09 ^{aA}	3,40±0,07 ^{aA}	3,56±0,07 ^{aA}	3,59±0,06 ^{aA}	3,61±0,06 ^{aA}	3,76±0,07 ^{aA}	3,82±0,07 ^{aA}
	1 kGy	2,49±0,25 ^{bA}	2,52±0,04 ^{bA}	2,49±0,06 ^{bA}	2,10±0,10 ^{bB}	2,00±0,00 ^{bB}	2,15±0,67 ^{bB}	2,28±0,08 ^{bB}	2,57±0,07 ^{bA}	2,64±0,11 ^{bA}
	3 kGy	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}
	5 kGy	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}
<i>E.coli</i>	Kontrol	3,38±0,04 ^{aCD}	3,46±0,03 ^{aCD}	3,94±0,07 ^{aABC}	3,78±0,04 ^{aBC}	3,58±0,02 ^{aAB}	3,17±0,08 ^{aD}	3,41±0,05 ^{aCD}	3,77±0,06 ^{aBCD}	4,44±0,04 ^{aA}
	1 kGy	0,00±0,00 ^{bC}	2,10±0,10 ^{bAB}	2,35±0,27 ^{bAB}	2,16±0,16 ^{bAB}	2,69±0,05 ^{bA}	2,10±0,10 ^{bAB}	2,06±0,06 ^{bB}	2,38±0,14 ^{bAB}	2,64±0,20 ^{bAB}
	3 kGy	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}
	5 kGy	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}
<i>S.aureus</i>	Kontrol	2,55±0,17 ^{aCD}	2,29±0,21 ^{aD}	3,46±0,24 ^{aA}	3,01±0,43 ^{aABC}	3,16±0,35 ^{aAB}	3,09±0,08 ^{aABC}	2,89±0,06 ^{aBC}	2,75±0,11 ^{aBCD}	2,33±0,20 ^{aD}
	1 kGy	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{bA}
	3 kGy	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{bA}
	5 kGy	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{bA}

Aynı sütunda belirtilen günlerde farklı ışınlama dozlarında küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir, P<0,05

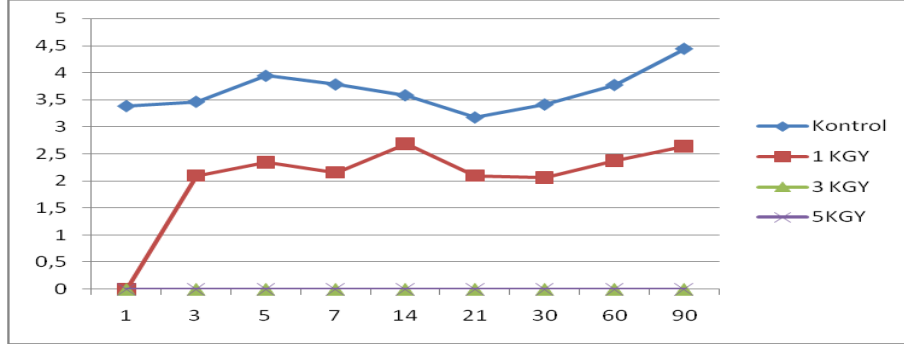
Aynı satırda belirtilen ışınlama dozlarında farklı günlerde büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir, P<0,05



Şekil 4.17. Farklı dozlarda ışınlama ile $-18\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1'$ 'de 90 gün süreyle depolanan karides örneklerinde TKB (\log_{10} kob/g) değişimleri

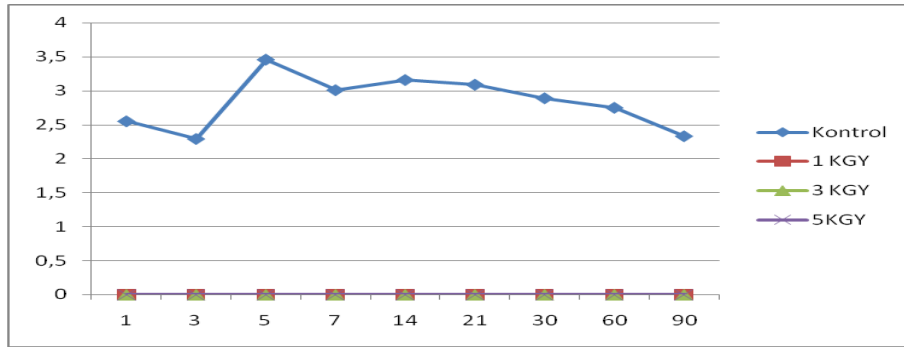
Cozzo-Siqueira ve ark. (2003), farklı dozlarda ışınlama işlemi uygulanıp $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de ve $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 20-30 gün depolanan *Tilapia (Oreochromis niloticus)* balıklarında 1., 20. ve 30. günlerdeki toplam koliform sayıları ışınlanmamış olan örneklerde sırasıyla 5,26, 5,27 ve 5,87 \log kob/g, 1 kGy ışınlanmış olanlarda 2,40, 3,78 ve 5,16 \log_{10} kob/g, 2,2 kGy ışınlanmış olanlarda 1,30, 2,45 ve 3,87 \log_{10} kob/g ve 5 kGy ışınlanmış örneklerde ise koliform bakteri tespit edilmediğini bildirmektedirler. Karides örneklerinin TKB sayıları ile ilgili araştırmadan elde edilen bulgular, Cozzo-Siqueira ve ark. (2003)'nın bulgularıyla uyumlu bulunmuştur.

Bu çalışmada $-18\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1'$ 'de depolanan karides örneklerinde 1. gün kontrol, 1, 3 ve 5 kGy ışınlama dozu uygulanan gruplarda sırasıyla 3,38, 0,00, 0,00 ve 0 olarak saptanan *E.coli* değerleri, depolamanın 90. gününe kadar kontrol ve 1 kGy ışınlama dozu uygulanan gruplarda dalgalanmalar şeklinde seyretmiş ve bu günde *E.coli* değerleri aynı sırayla 4,44, 2,64, 0,00 ve 0 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.2 ve Şekil 4.7). Işınlama karideslerdeki *E.coli* sayısı üzerinde önemli düzeyde inaktivasyon sağlamıştır. *E.coli* sayısı 90 günlük depolama süresi boyunca 3 ve 5 kGy dozda ışınlanmış örneklerde tespit limitinin ($2,00\text{ } \log_{10}$ kob/g) altına inmiştir. İstatistik analiz sonuçlarına göre *E.coli* için, gruplar (kontrol, 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu) arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu $-18\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1'$ 'de 90 gün süreyle depolama sonucunda meydana gelen artışın 3 ve 5 kGy hariç istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($P < 0,05$).



Şekil 4.18. Farklı dozlarda ışınlama ile $-18\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1'$ de 90 gün süreyle depolanan karides örneklerinde *E. coli* (\log_{10} kob/g) değişimleri

Yapılan çalışmada $-18\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1'$ de depolanan karides örneklerinde 1. gün kontrol, 1, 3 ve 5 kGy ışınlama dozu uygulanan gruplarda sırasıyla 2,55, 0,00, 0,00 ve 0 olarak saptanan *S. aureus* değerleri, depolamanın 90. gününe kadar kontrol grubunda dalgalanmalar şeklinde seyretmiş ve bu günde *S. aureus* değerleri aynı sırayla 2,33, 0,00, 0,00 ve 0 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.5 ve Şekil 4.19). Işınlama karideslerdeki *S. aureus* sayısı üzerinde önemli düzeyde inaktivasyon sağlamıştır. Işınlama uygulanan gruplarda 90 günlük depolama süresi boyunca *S. aureus* saptanmamıştır. İstatistik analiz sonuçlarına göre *S. aureus* için, gruplar (kontrol, 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu) arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu, $-18\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1'$ de 90 gün süreyle depolama sonucunda meydana gelen artışın yalnızca kontrol grubu için istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($P < 0,05$).



Şekil 4.19. Farklı dozlarda ışınlama ile $-18\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1'$ de 90 gün süreyle depolanan karides örneklerinde *S.aureus* (\log_{10} kob/g) değişimleri

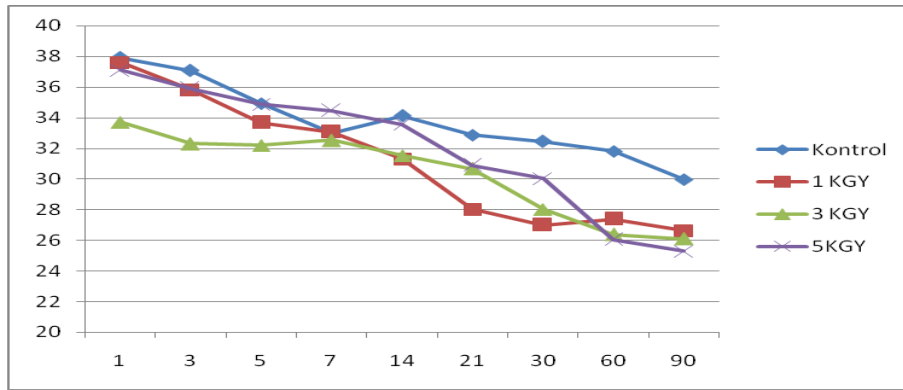
Bayizit ve ark. (2003), donmuş karideslerde yaptıkları çalışmalarında *S. aureus* sayısı ortalama 2,88 - 3,28 log kob/g arasında tespit etmişlerdir. Cozzo-Siqueira ve ark. (2003), farklı dozlarda ışınlama (1,0, 2,2 ve 5 kGy) işlemi uygulanıp $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de ve $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 20-30 gün depolanan *Tilapia (Oreochromis niloticus)* balıklarında ışınlanmamış ve ışınlanmış örneklerde *S. aureus* tespit etmemişlerdir. Karides örneklerinin *S. aureus* sayıları ile ilgili araştırmadan

elde edilen bulgular, Bayizit ve ark. (2003) ve Cozzo-Siqueira ve ark. (2003)'nın bulgularıyla uyumlu bulunmuştur.

4.1.2.3. Işınlamadan sonra -18°C ' de depolanan karides örneklerinde renk değişimlerine ait sonuçlar

-18°C 'de 90 günlük depolama süresince karides örneklerinde belirlenen renk değişimlerine ait sonuçlar Çizelge 4.6.'da verilmiştir.

Bu çalışmada $-18^{\circ}\text{C} \pm 1$ 'de depolama periyodu boyunca karides örneklerinde L değerleri kontrol grubunda 1. gün 37,91 ve 90. gün 29,97, 1 kGy grubunda 37,61 ve 26,64, 3 kGy grubunda 33,71 ve 26,10, 5 kGy grubunda ise 37,11 ve 25,30 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.6. ve Şekil 4.20). Tüm karides örneklerinde parlaklık değerlerinin depolama süresince azaldığı görülmüştür. En çok azalmanın 5 kGy ışınlanmış örneklerde ve parlaklık değerinin en iyi kontrol örneklerinde olduğu tespit edilmiştir. Işınlama dozu yükseldikçe parlaklık değerinde azalma olduğu belirlenmiştir. Renkteki kararmanın enzimatik reaksiyonlarla ilgili olduğu düşünülmektedir. İstatistik analiz sonuçlarına göre L değeri için, gruplar (kontrol, % 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu) arasındaki farkın yalnızca 60 ve 90. günde istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($P>0,05$). $-18^{\circ}\text{C} \pm 1$ 'de 90 gün süreyle depolama sonucunda kontrol hariç tüm gruplarda meydana gelen azalma istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$).



Şekil 4.20. Farklı dozlarda ışınlama ile $-18^{\circ}\text{C} \pm 1$ 'de 90 gün süreyle depolanan karides örneklerinde renk (L) değişimleri

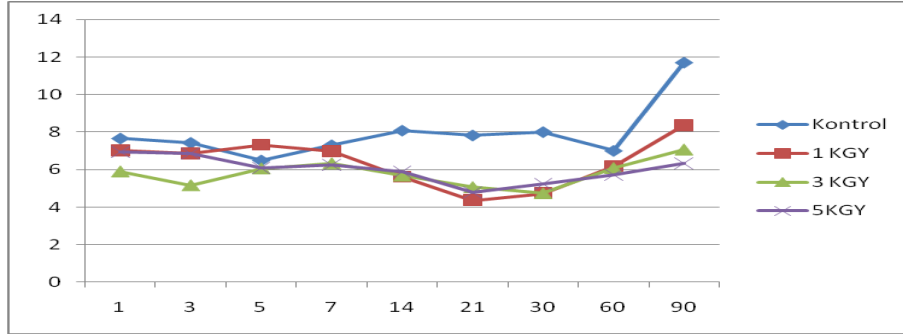
Çizelge 4.6. Farklı dozlarda ışınlamadan sonra dondurucuda depolanmış ışınlanmış karides örneklerinde renk değişimi analizlerine ilişkin sonuçlar

Özellikler	Işınlama Dozu	Gün								
		1	3	5	7	14	21	30	60	90
L(Parlaklık)	Kontrol	37,91±2,35 ^{aA}	37,06±2,03 ^{aA}	34,92±3,46 ^{aA}	33,01±2,57 ^{aA}	34,11±1,77 ^{aA}	32,88±1,12 ^{aA}	32,44±0,72 ^{aA}	31,81±0,28 ^{aA}	29,97±0,34 ^{aA}
	1 kGy	37,61±2,08 ^{aA}	35,82±1,80 ^{aA}	33,68±1,31 ^{aAB}	33,07±1,03 ^{aAB}	31,30±3,14 ^{aBC}	28,02±0,92 ^{aC}	27,00±0,49 ^{aC}	27,39±0,88 ^{bC}	26,64±0,75 ^{abC}
	3 kGy	33,71±1,41 ^{aA}	32,30±1,77 ^{aA}	32,21±1,33 ^{aA}	32,52±0,98 ^{aA}	31,53±2,96 ^{aA}	30,68±3,12 ^{aA}	28,02±1,85 ^{aA}	26,37±1,00 ^{bA}	26,10±1,11 ^{bA}
	5 kGy	37,11±1,78 ^{aA}	35,91±1,23 ^{aAB}	34,87±1,27 ^{aAB}	34,44±1,40 ^{aAB}	33,55±1,63 ^{aAB}	30,89±1,90 ^{aAB}	30,02±1,46 ^{aBC}	26,05±1,39 ^{bBC}	25,30±0,87 ^{bC}
a(+Kırmızı,-Yeşil)	Kontrol	7,67±0,12 ^{aA}	7,44±0,10 ^{aA}	6,50±1,32 ^{aA}	7,31±0,75 ^{aA}	8,09±0,52 ^{aA}	7,83±0,68 ^{aA}	8,01±0,69 ^{aA}	7,01±0,44 ^{aA}	11,71±2,92 ^{aA}
	1 kGy	7,03±0,46 ^{abA}	6,86±0,50 ^{aA}	7,32±0,67 ^{aA}	6,99±1,12 ^{aA}	5,62±1,41 ^{aA}	4,36±1,36 ^{aA}	4,74±0,88 ^{aA}	6,18±1,24 ^{aA}	8,38±0,77 ^{aA}
	3 kGy	5,90±0,23 ^{bA}	5,16±0,40 ^{bA}	6,06±0,15 ^{aA}	6,33±1,02 ^{aA}	5,67±0,97 ^{aA}	5,06±0,48 ^{aA}	4,73±0,60 ^{aA}	6,08±1,30 ^{aA}	7,07±0,66 ^{aA}
	5 kGy	6,93±0,22 ^{abA}	6,86±0,23 ^{aA}	6,07±0,24 ^{aA}	6,25±1,01 ^{aA}	5,89±0,44 ^{aA}	4,80±0,99 ^{aA}	5,23±1,06 ^{aA}	5,74±1,07 ^{aA}	6,33±0,28 ^{aA}
b(+Sarı,-Mavi)	Kontrol	11,38±0,04 ^{aA}	11,24±0,08 ^{aA}	9,79±0,96 ^{aA}	10,37±0,89 ^{aA}	11,36±0,56 ^{aA}	11,10±1,01 ^{aA}	12,10±0,59 ^{aA}	12,27±0,52 ^{aA}	12,26±0,27 ^{aA}
	1 kGy	11,33±0,09 ^{abA}	11,23±0,07 ^{aA}	10,59±0,64 ^{aA}	11,03±0,64 ^{aA}	9,57±0,88 ^{aA}	9,63±1,19 ^{aA}	10,17±0,93 ^{aA}	10,96±0,70 ^{aA}	12,78±1,20 ^{aA}
	3 kGy	10,32±0,44 ^{bA}	10,58±0,55 ^{aA}	10,72±0,51 ^{aA}	11,22±0,98 ^{aA}	9,50±0,95 ^{aA}	9,65±1,25 ^{aA}	9,83±0,13 ^{aA}	10,86±1,46 ^{aA}	12,06±0,73 ^{aA}
	5 kGy	11,57±0,16 ^{aA}	11,75±0,22 ^{aA}	11,25±0,89 ^{aA}	10,80±0,81 ^{aA}	10,93±0,32 ^{aA}	10,73±1,10 ^{aA}	10,72±1,10 ^{aA}	11,20±0,87 ^{aA}	11,60±0,95 ^{aA}

Aynı sütunda belirtilen günlerde farklı ışınlama dozlarında küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir, P<0,05

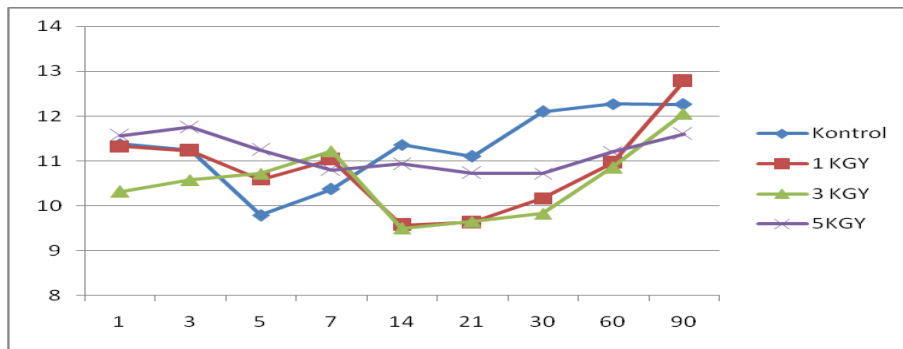
Aynı satırda belirtilen ışınlama dozlarında farklı günlerde büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir, P<0,05

Depolama periyodu boyunca karides örneklerinde a değerleri kontrol grubunda 1. gün 7,67 ve 90. gün 11,71, 1 kGy grubunda 7,03 ve 8,38, 3 kGy grubunda 5,90 ve 7,07, 5 kGy grubunda ise 6,93 ve 6,33 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.6. ve Şekil 4.21). 5 kGy ışınlanmış karides örnekleri dışındaki tüm örneklerin kırmızılık değerlerinde artış olduğu tespit edilmiştir. İstatistik analiz sonuçlarına göre a değeri için, 1. gün de gruplar (kontrol, %1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu) arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($P>0,05$). Ayrıca $-18\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$ 'de her grup için 90 gün süreyle depolamanın sonucunda meydana gelen farklılıkların istatistiksel olarak önemsiz olduğu bulunmuştur ($P>0,05$).



Şekil 4.21. Farklı dozlarda ışınlama ile $-18\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$ 'de 90 gün süreyle depolanan karides örneklerinde renk (a) değişimleri

Depolama periyodu boyunca karides örneklerinde b değerleri kontrol grubunda 1. gün 11,38 ve 90. gün 12,26, 1 kGy grubunda 11,33 ve 12,78, 3 kGy grubunda 10,32 ve 12,06, 5 kGy grubunda ise 11,57 ve 11,60 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.6. ve Şekil 4.22). Tüm karides örneklerinde sarılık değerlerinde az miktarda artış olduğu tespit edilmiştir. İstatistik analiz sonuçlarına göre b değeri için, gruplar (kontrol, % 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu) arasındaki farkın yalnızca 1. gün için istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($P>0,05$). Ayrıca $-18\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$ 'de her grup için 90 gün süreyle depolamanın sonucunda meydana gelen farklılıkların istatistiksel olarak önemsiz olduğu bulunmuştur ($P>0,05$).



Şekil 4.22. Farklı dozlarda ışınlama ile $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 90 gün süreyle depolanan karides örneklerinde renk (b) değişimleri

Tsironi ve ark (2008) farklı sıcaklıklarda (-5, -8, -12 ve -15°C) muhafaza edilen dondurulmuş karideslerin raf ömrü üzerine yaptıkları çalışmada -5 ve -8°C'deki renkteki azalma hızının daha fazla olduğu ve bunun enzimatik kararına nedeniyle oluştuğunu, renkteki azalmanın sıcaklığa bağlı olarak değiştiği bildirilmiştir. b değerinde en yüksek artışın -5 °C de depolanan örneklerde olduğu belirlenmiştir. Thanonkaew ve ark. ((2007) -18 °C de dondurulmuş olarak depoladıkları mürekkep balığı ile yaptıkları çalışmada L değerleri kontrol örneklerinde ilk 4 hafta düşüş gösterdiği, sonra 16. haftaya kadar tekrar yükseldiği gözlemlenmiştir. a değerlerinde her hafta biraz azalma ve yükselme gösterdiği, sıfırıncı gündeki değer -2,84 iken 16. Haftada -2,79 olduğu görülmüştür. b değerlerinde de haftalar arasında biraz dalgalanmalar olduğu, sıfırıncı günde -1,60 iken 16. haftada -1,50 olduğu tespit edilmiştir.

4.2.İşinlamadan Önce Midye Örneklerinin Ortalama Bileşimi

Yapılan çalışmada taze midye örneklerinde kuru madde, protein, yağ ve kül miktarları sırasıyla %15,06, 9,28, 1,26 ve 1,24 olarak bulunmuştur.

Erkan (1996) taze midyelerin kuru madde, ham protein, ham yağ ve kül miktarlarını sırasıyla %13,56, 6,15, 1,02 ve 1,04, Turan ve ark. (2008) aynı sırayla %13,94, 10,30, 1,14 ve 0,95 olarak bildirdiği besin maddeleri miktarları ile araştırmamızdan elde edilen bulgular uyumlu bulunmuştur.

İşinlama öncesi midyelerin mikrobiyolojik analiz sonuçları Toplam aerobik mikroorganizma sayısı 6,40 kob/g, Toplam koliform sayısı 3,42 kob/g, *Escherichia coli* sayısı 2,60 kob/g ve *Staphylococcus aureus* sayısı 3,00 kob/g olarak tespit edilmiştir.

4.2.1. İşinlamadan sonra $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ' de depolanan midye örneklerine ait analiz sonuçları

4.2.1.1. İşinlamadan sonra $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ' de depolanan midye örneklerine kimyasal özelliklere ait sonuçlar

Araştırmada buzdolabında ($4 \pm 1^{\circ}\text{C}$) depolanan midye örneklerinde saptanan kimyasal özelliklere ait bulgular Çizelge 4.7.'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Farklı dozlarda ışınlamadan sonra buzdolabında depolanmış midye örneklerinde kimyasal analizlere ilişkin sonuçları

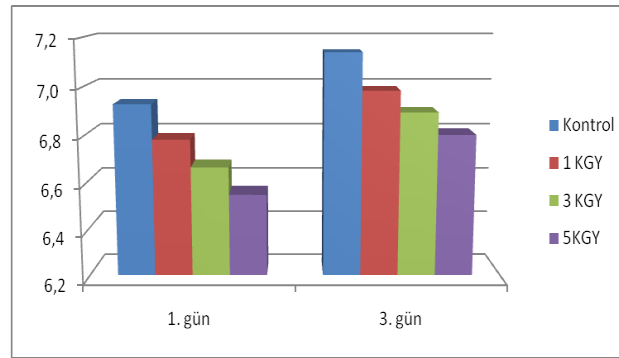
Özellikler	Işınlama Dozu	Gün	
		1	3
pH	Kontrol	6,93± 0,02 ^{aB}	7,14± 0,03 ^{aA}
	1 kGy	6,78± 0,03 ^{bB}	6,98± 0,04 ^{bA}
	3 kGy	6,66± 0,04 ^{bB}	6,89± 0,04 ^{bcA}
	5 kGy	6,55± 0,03 ^{cB}	6,80± 0,05 ^{cA}
TVB-N	Kontrol	9,98± 0,06 ^{aB}	34,09± 0,86 ^{aA}
	1 kGy	8,98± 0,14 ^{aB}	29,56± 1,14 ^{bA}
	3 kGy	8,76± 0,15 ^{aB}	29,39± 1,45 ^{bA}
	5 kGy	8,22± 0,05 ^{aB}	27,60± 1,79 ^{bA}
TBA	Kontrol	1,46± 0,17 ^{cB}	7,20± 0,13 ^{cA}
	1 kGy	1,70± 0,16 ^{bcB}	7,52± 0,13 ^{bcA}
	3 kGy	1,96± 0,06 ^{abB}	7,63± 0,15 ^{bA}
	5 kGy	2,12± 0,02 ^{aB}	8,12± 0,06 ^{aA}
TMA-N	Kontrol	1,74± 0,11 ^{aB}	4,28± 0,13 ^{aA}
	1 kGy	1,41± 0,02 ^{aB}	3,96± 0,11 ^{aA}
	3 kGy	1,50± 0,06 ^{aB}	4,08± 0,14 ^{aA}
	5 kGy	1,55± 0,07 ^{aB}	4,19± 0,16 ^{aA}

Aynı sütunda belirtilen günlerde farklı ışınlama dozlarında küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir, P<0,05

Aynı satırda belirtilen ışınlama dozlarında farklı günlerde büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir, P<0,05

4 ± 1°C’de depolanan midye kontrol örneklerinde pH değeri 1. günde 6,93 olarak belirlenmiştir. 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu ile muamele edilen örneklerde ise sırasıyla 6,78, 6,66 ve 6,55 olduğu saptanmıştır. Işınlama dozu yükseldikçe pH değerinin azaldığı gözlenmiştir. Buna göre 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu ile muamele sonucunda kontrol örneği ile karşılaştırıldığında pH değerlerinde sırasıyla 0,15, 0,27 ve 0,38 birim azalma meydana gelmiştir (Çizelge 4.7 ve Şekil 4.23). Örneklerin 4 ± 1°C’de 3 gün süreyle depolanmaları süresince pH değerleri, tüm örnekler için geçerli olmak üzere artış meydana gelmiştir. Depolamanın 3. gününde kontrol örneklerinde 7,14 olarak belirlenmiş,

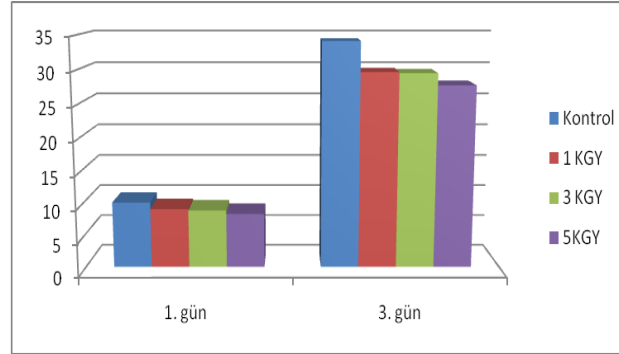
buna karşın 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışın dozu ile muamele edilen örneklerde ise sırasıyla 6,98, 6,89 ve 6,80 olduğu saptanmıştır. Işınlama uygulanan gruplarda pH değerleri 3 günlük depolama süresi boyunca kontrol grubuna göre daha düşük olduğu ve ışınlama dozu ile ters orantılı olarak midyelerin pH değerlerinin azaldığı belirlenmiştir. İstatistik analiz sonuçlarına göre pH değeri için, gruplar (kontrol, 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu) arasındaki farkın sadece 1. gün için istatistiksel olarak önemli olduğu ($P<0,05$) belirlenmiştir. Bununla beraber $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ' de 3 gün süreyle depolama sonucunda meydana gelen artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$).



Şekil 4.23. Farklı dozlarda ışınlama ile $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 3 gün süreyle depolanan midye örneklerinde pH değişimleri

Goulas ve Kontominas (2005), depolama süresi boyunca pH değerinin artmasında bozulmaya sebep olan bakteriler tarafından üretilen amonyak, trimetilamin gibi uçucu bazik bileşiklerden meydana geldiğini bildirmektedirler. Zamir ve ark. (1999) yeni yakalanmış midyelerde yaptıkları çalışmada pH değeri 6,60, Turan ve ark. (2008) ise 4°C 'de depolanan midyelerle ilgili yaptığı çalışmada taze midyelerin pH değerini 6,45 olarak saptadıklarını bildirmektedirler. Çalışmamızda midye örneklerinde saptanan pH değerlerinin Turan ve ark. (2008) ve Zamir ve ark. (1999)'nın tespit ettikleri pH değerlerine yakın olduğu görülmektedir. Midyelere uygulanan ışınlama dozu arttıkça pH değerlerinin de doğrusal olarak azaldığı belirlenmiştir. Özden ve ark. (2007)'larının $+4^{\circ}\text{C}$ 'de karagöz balıklarında pH değerini başlangıçta 6,71 ve depolama sonunda (17. gün) ise kontrol ve ışınlanmış (2,5 ve 5 kGy) gruplarda sırasıyla 7,30, 6,69 ve 6,91 olarak bildirdikleri pH değerleri ile bulgularımız arasında paralellik olduğu görülmektedir. 4°C 'de depolanan midye örnekleri ile bu çalışmada ele alınan karides örneklerinde saptanan pH değerleri karşılaştırıldığında ise gerek depolama süresi boyunca gerekse de uygulama grupları bakımından daha düşük düzeyde bulunmuştur.

Kontrol örneklerinde $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de depolamanın 1. gününde TVB-N değeri 9,98 mg/100g, 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu ile muamele edilen örneklerde ise sırasıyla 8,98, 8,76 ve 8,22 mg/100g olarak belirlenmiştir. Depolama süresince tüm örneklerde TVB-N değerinde artış meydana gelmiştir. Depolamanın 3. gününde kontrol örneklerinde TVB-N değeri 34,09 mg/100g olarak belirlenmiştir. 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu ile muamele edilen örneklerde ise sırasıyla 29,56, 29,39 ve 27,60 mg/100g olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.7 ve Şekil 4.24). Işınlama uygulanan gruplarda TVB-N değerleri 3 günlük depolama süresi boyunca kontrol grubuna göre daha düşük olduğu ve ışınlama dozu ile ters orantılı olarak midyelerin TVB-N değerlerinin azaldığı belirlenmiştir. İstatistik analiz sonuçlarına göre TVB-N için, gruplar (kontrol, 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu) arasındaki farkın 1. gün için istatistiksel olarak önemsiz olduğu ($P>0,05$), 3. gün için de ışınlanmış gruplar arasında istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$). Buna karşın $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 3 gün süreyle depolama sonucunda meydana gelen artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$).

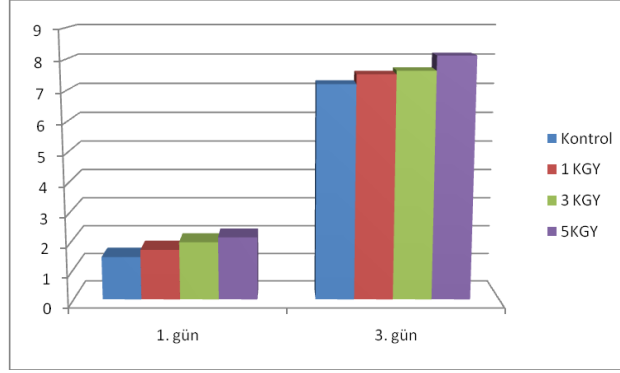


Şekil 4.24. Farklı dozlarda ışınlama ile $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 3 gün süreyle depolanan midye örneklerinde TVB-N (mg/100 g) değişimleri

Pastoriza ve ark. (2004), 4°C 'de 6 gün depoladıkları midyelerde, sıfırıncı gündeki TVB-N değerini 12,38 mg/100 g olarak tespit edilmiştir. Avlandıktan 1 gün sonraki TVB-N değerini 8,47 mg/100 g olup depolama sonundaki TVB-N değeri ise 22,55 mg/100 g olarak saptanmıştır. Erkan (2005), 4°C 'de depolanan kabuğundan ayrılmış midye etleriyle ilgili yaptığı çalışmada duyuşal ve kimyasal analizleri sonucunda raf ömrünün 4 gün olduğu saptanmıştır. Başlangıçtaki TVB-N 12,38 mg/100 g olup 6 günlük depolama sonunda 22,55 mg/100g 'a yükseldiği görülmüştür. Turan ve ark. (2006), 4°C 'de depoladıkları midye örnekleriyle ilgili yaptıkları çalışmada taze midyede TVB-N değerini 11,83 mg/100g, Çağlak

ve ark. (2007) midyelerde yaptığı çalışmasında 2 °C’de depolanan midye örneklerinin başlangıçtaki TVB-N değerini 9,5 mg/100 g, 8. gündeki değerini ise 64,3 mg/100 g olarak saptamışlardır. Midye örneklerinin TVB-N değerleriyle ilgili araştırmadan elde edilen bulgular, benzer konuda yapılan araştırma bulgularıyla uyumlu bulunmuştur (Pastoriza ve ark. 2004, Erkan 2005, Turan ve ark. 2008, Çağlak ve ark. 2007). Erkan ve Özden (2006), levrek balıklarının buzda muhafazasında 1. günde TVB-N değerini 16,10 mg/100 g, depolamanın 13. gününde 15,74 mg/100 g olarak tespit edilmiştir. Çalkı ve ark. (2007) 4 °C’de buz kaplarında depolanan karagöz balıklarında kimyasal parametreleri inceledikleri çalışmalarında başlangıçtaki TVB-N değerini 21,55 mg/100g olduğunu ve bu değerde depolama boyunca artarak 10. günde 26,15 mg/100 g’a yükseldiğini tespit etmişlerdir. Bilgin ve ark. (2007), iki farklı sıcaklıkta depolanan sıcak dumanlanmış *Salmo trutta macrostigma*’nın raf ömrünün belirlenmesini ve bu depolama koşullarında bazı kimyasal parametrelerdeki değişimlerini inceledikleri çalışmalarında TVB-N değerini taze *S. trutta macrostigma*’da 13,968 mg/100 g olarak saptamışlardır. Cozzo-Siqueira ve ark. (2003), farklı dozlarda ışınlama (0-1,0-2,2 ve 5 kGy) işlemi uygulanıp 0,5 °C’de ve -2 °C’de 20-30 gün depolanan Tilapia (*Oreochromis niloticus*) balıklarında 1 kGy için 1. gün, 20. gün ve 30. günde TVB-N değerleri sırasıyla 27.6, 31.0 and 86.8 mg/100 g, 2,2 kGy için 24.8, 43.0 ve 44.7 mg/100 g, 5 kGy için 25 mg/100g ‘ın altında tespit edilmiştir. Bu çalışma ile bulgularımız arasında paralellik olduğu görülmektedir.

Kontrol örneklerinde $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ’de depolamanın 1. gününde TBA değeri 1,46 mg malonaldehit/100g, 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu ile muamele edilen örneklerde ise sırasıyla 1,70, 1,96 ve 2,12 mg malonaldehit /100 g olarak belirlenmiştir. Depolama süresince tüm örneklerde TBA değerinde artış meydana gelmiştir. Depolamanın 3. gününde kontrol örneklerinde TBA değeri 7,20 mg malonaldehit/100 g olarak belirlenmiştir. 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu ile muamele edilen örneklerde ise sırasıyla 7,52, 7,63 ve 8,12 mg malonaldehit/100 g olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.7 ve Şekil 4.25). Işınlama uygulanan gruplarda TBA değerleri 3 günlük depolama süresi boyunca kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu ve ışınlama dozu ile doğru orantılı olarak midyelerin TBA değerlerinin arttığı belirlenmiştir. İstatistik analiz sonuçlarına göre TBA için, gruplar (kontrol, 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu) arasındaki farkın 1. gün ve 3. gün için istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$). Ayrıca $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ’de 3 gün süreyle depolama sonucunda meydana gelen artışta istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$).

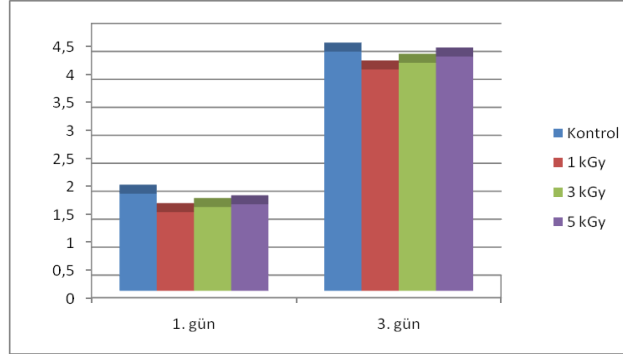


Şekil 4.25. Farklı dozlarda ışınlama ile $4 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de 3 gün süreyle depolanan midye örneklerinde TBA (mg/kg) değişimleri

Çağlak ve ark. (2007) midyelerde yaptığı çalışmasında 2°C 'de depolanan midye örneklerinin başlangıçtaki TBA değerini 2,09 mg malonaldehit/kg, 8. gündeki değerleri sırasıyla 3,06 mg malonaldehit/kg olarak tespit etmişlerdir. Çalkı ve ark. (2007), 4°C 'de buz kaplarında depolanan karagöz balıklarında kimyasal parametreleri inceledikleri çalışmalarında başlangıçtaki TBA değerleri 0,95 mg malonaldehit/kg olduğu ve bu değerde depolama boyunca artış olduğu 10.günde 1,48 mg malonaldehit/kg olduğu saptamışlardır. Bilgin ve ark. (2007), iki farklı sıcaklıkta depolanan sıcak dumanlanmış *Salmo trutta macrostigma*'nın raf ömrünün belirlenmesini ve bu depolama koşullarında bazı kimyasal parametrelerdeki değişimlerini inceledikleri çalışmalarında, taze balıklarda 0,452 mg malonaldehit/kg olan TBA değeri, $4 \pm 0,5^\circ\text{C}$ 'de depolanan örneklerde 51 gün 8,063 mg malonaldehit/kg değerine yükseldiğini belirlemişlerdir. Midye örneklerinin TBA değerleriyle ilgili araştırmadan elde edilen bulgular, benzer konuda yapılan araştırma bulgularından farklılıklar göstermiştir (Çağlak ve ark. 2007, Çalkı ve ark. 2007, Bilgin ve ark. 2007). Midyelerde ışınlama dozu uygulanan örneklerde TBA değerlerinin belirlenmesine yönelik yurt içinde ve dışında herhangi bir çalışmaya rastlanamamıştır.

Kontrol örneklerinde $4 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de depolamanın 1. gününde TMA-N değeri 1,74 mg/100 g, 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu ile muamele edilen örneklerde ise sırasıyla 1,41, 1,50 ve 1,55 mg/100 g olarak belirlenmiştir. Depolama süresince tüm örneklerde TMA-N değerinde artış meydana gelmiştir. Depolamanın 3. gününde kontrol örneklerinde TMA-N değeri 4,28 mg/100 g olarak belirlenmiştir. 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu ile muamele edilen örneklerde ise sırasıyla 3,96, 4,08 ve 4,19 mg/100 g olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.7 ve Şekil 4.26). Işınlama uygulanan gruplarda TMA-N değerleri 90 günlük depolama süresi

boyunca kontrol grubuna göre daha düşük olduğu ve ışınlama dozu ile ters orantılı olarak midyelerin TMA-N değerlerinin arttığı belirlenmiştir. İstatistik analiz sonuçlarına göre TMA-N için, gruplar (kontrol, 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu) arasındaki farkın istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Buna karşın $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 3 gün süreyle depolama sonucunda meydana gelen artışta istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$).



Şekil 4.26. Farklı dozlarda ışınlama ile $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 3 gün süreyle depolanan midye örneklerinde TMA-N (mg/kg) değişimleri

Pastoriza ve ark. (2004), 4°C 'de 6 gün depoladıkları midyelerde, sıfırıncı gündeki TMA-N değerini 0,42 mg/100 g, depolama sonunda ise 5,96 mg/100 g olarak tespit etmişlerdir. Erkan (2005), 4°C 'de depolanan kabuğundan ayrılmış midye etleriyle ilgili yapmış oldukları çalışmada başlangıçta 0,42 mg/100g olan TMA-N değerinin 6 günlük depolama sonunda 5,96 mg/100 g'a yükseldiğini, duyuşal ve kimyasal analizleri sonucunda ise raf ömrünün 4 gün olduğunu bildirmektedirler. Manousaridis ve ark. (2005) vakum paketlenmiş midyele örneklerinde yaptığı çalışmada buzdolabında depolamanın 12. gününde TMA-N değerini 7.5 mg/100 g olarak tespit etmişlerdir. Goulas ve ark. (2005) çalışmasında taze midye örneklerinin başlangıçtaki TMA-N değerini 1,82 mg/100 g olarak bildirmektedirler. Çağlak ve ark. (2007) midyelerde yaptığı çalışmasında 2°C 'de depolanan midye örneklerinin başlangıçtaki TMA-N değerini sırasıyla 1,80 mg/100 g olarak, 8. gündeki değerini ise 6,70 mg/100 g olarak tespit etmişlerdir. Erkan ve Özden (2006), levrek balıklarının buzda muhafazasında 1. günde TMA-N değeri 0,71 mg/100 g, depolamanın 13. gününde 3,94 mg/100 g olarak saptamışlardır. Çalkı ve ark. (2007), 4°C 'de buz kaplarında depolanan karagöz balıklarında kimyasal parametreleri inceledikleri çalışmalarında başlangıçtaki TMA-N değerinin 0,29 mg/100 g olduğunu ve depolama boyunca sürekli artış göstererek 10. günde 5,19 mg/100 g'a yükseldiğini tespit etmişlerdir. Midye örneklerinin TMA-N değerleriyle ilgili

araştırmadan elde edilen bulgular, benzer konuda yapılan araştırma bulgularıyla uyumlu bulunmuştur (Pastoriza ve ark. 2004, Erkan 2005, Manousaridis ve ark. 2005, Goulas ve ark. 2005, Çağlak ve ark. 2007). Midyelerde ışınlama dozu uygulanan örneklerde TMA-N değerlerinin belirlenmesine yönelik yurt içinde ve dışında herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

4.2.1.2. Işınlamadan sonra $4 \pm 1^\circ\text{C}$ ' de depolanan ışınlanmış midye örneklerinde mikrobiyolojik analizlere ait sonuçlar

Araştırmada buzdolabında ($4 \pm 1^\circ\text{C}$) depolanan midye örneklerinde mikrobiyolojik analizlere ait bulgular Çizelge 4.8.'de verilmiştir.

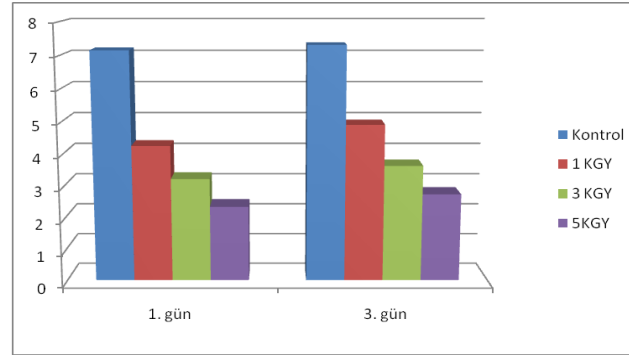
Çizelge 4.8. Farklı dozlarda ışınlamadan sonra buzdolabında depolanmış midye örneklerinde bakteri sayısındaki değişim (\log_{10} kob/g)

Özellikler	Işınlama Dozu	Gün	
		1	3
TAMB	Kontrol	7,15±0,08 ^{aA}	7,31±0,08 ^{aA}
	1 kGy	4,24±0,12 ^{bB}	4,89±0,08 ^{bA}
	3 kGy	3,21±0,07 ^{cB}	3,62±0,12 ^{cA}
	5 kGy	2,34±0,17 ^{dB}	2,73±0,15 ^{dA}
TKB	Kontrol	3,53±0,03 ^{aB}	4,45±0,03 ^{aA}
	1 kGy	2,06±0,06 ^{bB}	3,55±0,05 ^{bA}
	3 kGy	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}
	5 kGy	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}
<i>E.coli</i>	Kontrol	3,13±0,02 ^{aB}	3,45±0,02 ^{aA}
	1 kGy	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{bA}
	3 kGy	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{bA}
	5 kGy	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{bA}
<i>S.aureus</i>	Kontrol	3,52±0,03 ^{aB}	4,41±0,04 ^{aA}
	1 kGy	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{bA}
	3 kGy	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{bA}
	5 kGy	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{bA}

Aynı sütunda belirtilen günlerde farklı ışınlama dozlarında küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir, $P < 0,05$

Aynı satırda belirtilen ışınlama dozlarında farklı günlerde büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir, $P < 0,05$

Bu çalışmada 4 °C'de depolanan midye kontrol örneklerinde TAMB sayıları 1. günde 7,15 log₁₀ kob/g olarak belirlenmiştir. 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu ile muamele edilen örneklerde ise sırasıyla 4,24, 3,21 ve 2,34 log₁₀ kob/g olduğu saptanmıştır. Örneklerin 4 °C'de 3 gün süreyle depolanmaları süresince TAMB sayılarında, tüm örnekler için geçerli olmak üzere artış meydana gelmiştir. Depolamanın 3. gününde kontrol örneklerinde 7,31 log₁₀ kob/g olarak belirlenmiş, buna karşın 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışın dozu ile muamele edilen örneklerde ise sırasıyla 4,89, 3,62 ve 2,73 log₁₀ kob/g olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.8 ve Şekil 4.27). Işınlama uygulanan gruplarda TAMB sayıları 3 günlük depolama süresi boyunca kontrol grubuna göre daha düşük olduğu ve ışınlama dozu ile ters orantılı olarak midyelerin TAMB sayılarının azaldığı belirlenmiştir. İstatistik analiz sonuçlarına göre TAMB için, gruplar (kontrol, % 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu) arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu (P<0,05) belirlenmiştir. Buna karşın 4 ± 1°C'de 3 gün süreyle depolama sonucunda meydana gelen artış kontrol grubu hariç istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0,05).

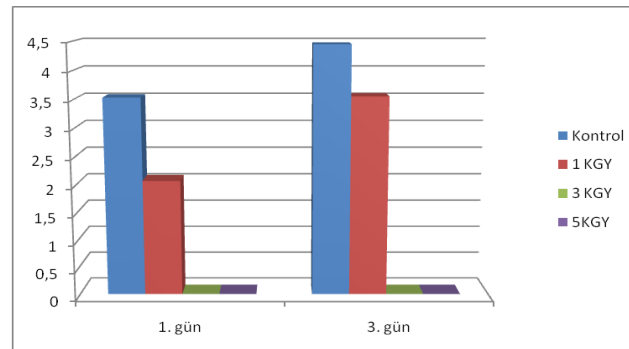


Şekil 4.27. Farklı dozlarda ışınlama ile 4 ± 1°C'de 3 gün süreyle depolanan midye örneklerinde TAMB (log₁₀ kob/g) değişimleri

Buzdolabı koşullarında depolanan deniz ürünlerindeki mikrobiyal bozulmalara *Pseudomonas*, *Vibrio*, *Falvobacterium* ve *Moraxella* gibi Gram negatif psikrotrofik bakteriler sebep olmaktadır (Hayes 1992, Jay 1996). Bununla birlikte, buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen çift kabukluları da içeren bozulmuş su ürünlerinin birçoğunun mikroflorasını %90-100'ünü *Pseudomonas* oluşturduğu belirtilmektedir (Jay 1996). Goulas ve ark. (2005) midyelerle ilgili yaptığı çalışmada yeni yakalanmış midyenin toplam canlı sayısını 4,5 log kob/g olarak tespit etmişlerdir. Midyeler için toplam canlı sayısı en yüksek kabul edilebilir limiti 7 log₁₀ kob/g olarak bildirilmektedir (ICMSF 1986). Midye örneklerinin TAMB değerleriyle ilgili araştırmadan elde edilen bulgular incelendiğinde sadece kontrol grubunda 7 log₁₀ kob/g olarak

bildirilen sınır değeri aştığı, ışınlama dozu uygulanan gruplarında ise sınır değerinin altında kaldığı görülmektedir. Midyelerde ışınlama dozu uygulanan örneklerde TAMB sayılarının belirlenmesine yönelik yurt içinde ve dışında herhangi bir çalışmaya rastlanamamıştır. 4 °C’de depolanan midye örnekleri ile bu çalışmada ele alınan karides örneklerinde saptanan TAMB sayıları karşılaştırıldığında benzer sonuçlar elde edildiği görülmektedir.

Yapılan çalışmada 4 °C’de depolanan midye kontrol örneklerinde TKB sayıları 1. günde 3,53 log₁₀ kob/g olarak belirlenmiştir. 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu ile muamele edilen örneklerde ise sırasıyla 2,06, 0,00 ve 0 olduğu saptanmıştır. Örneklerin 4 °C’de 3 gün süreyle depolanmaları süresince TKB sayılarında, kontrol ve 1 kGy için geçerli olmak üzere artış meydana gelmiştir. Depolamanın 3. gününde kontrol örneklerinde 4,45 log₁₀ kob/g olarak belirlenmiş, buna karşın 1 kGy ışın dozu ile muamele edilen örneklerde ise sırasıyla 3,55 log₁₀ kob/g olduğu 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu ile muamele edilen örneklerde ise 0 saptanmıştır (Çizelge 4.8 ve Şekil 4.28). Işınlama karideslerdeki TKB sayısı üzerinde önemli düzeyde inaktivasyon sağlamıştır. TKB sayısı 3 günlük depolama süresi boyunca 3 ve 5 kGy dozda ışınlanmış örneklerde tespit limitinin (2,00 log₁₀ kob/g) altına inmiştir. İstatistik analiz sonuçlarına göre TKB için, gruplar (kontrol, 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu) arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu (P<0,05) belirlenmiştir. 4 ± 1°C’de 3 gün süreyle depolama sonucunda meydana gelen artış 3 kGy ve 5 kGy grubu hariç istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0,05).

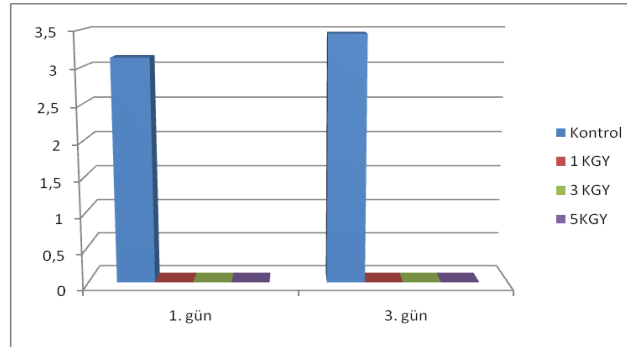


Şekil 4.28. Farklı dozlarda ışınlama ile 4 ± 1°C’de 3 gün süreyle depolanan midye örneklerinde TKB (log₁₀ kob/g) değişimleri

Midyelerde depolama koşulları ve ışınlama dozu uygulanan örneklerde TKB sayılarının belirlenmesine yönelik yurt içinde ve dışında herhangi bir çalışmaya rastlanamamıştır. 4

°C’de depolanan midye örnekleri ile bu çalışmada ele alınan karides örneklerinde saptanan TKB sayıları karşılaştırıldığında benzer sonuçlar elde edildiği görülmektedir.

Bu çalışmada 4 °C’de depolanan kontrol örneklerinde *E.coli* sayıları 1. günde 3,13 log₁₀ kob/g olarak belirlenmiştir. 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu ile muamele edilen örneklerde ise 0 olduğu saptanmıştır. 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu uygulanan örneklerde *E.coli* ye rastlanmamıştır. Örneklerin 4 °C’de 3 gün süreyle depolanmaları süresince *E.coli* sayılarında, kontrol için geçerli olmak üzere artış meydana gelmiştir. Depolamanın 3. gününde kontrol örneklerinde 3,45 log₁₀ kob/g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.8 ve Şekil 4.29). Işınlama karideslerdeki *E. coli* sayısı üzerinde önemli düzeyde inaktivasyon sağlamıştır. *E. coli* sayısı 3 günlük depolama süresi boyunca 1, 3 ve 5 kGy dozda ışınlanmış örneklerde tespit limitinin (2,00 log₁₀ kob/g) altına inmiştir. İstatistik analiz sonuçlarına göre *E.coli* için, gruplar (kontrol, 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu) arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu (P<0,05) belirlenmiştir. 4 ± 1°C’de 3 gün süreyle depolama sonucunda meydana gelen artış yalnızca kontrol örneği için istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0,05).

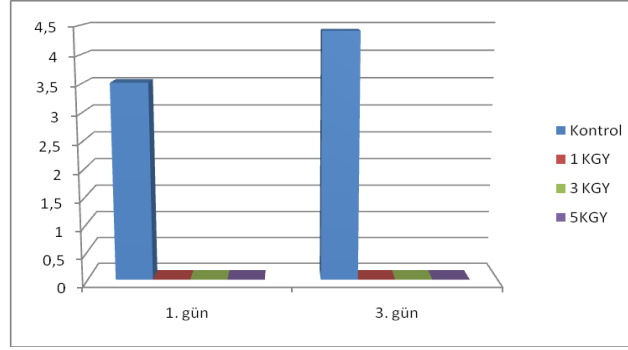


Şekil 4.29. Farklı dozlarda ışınlama ile 4 ± 1°C’de 3 gün süreyle depolanan midye örneklerinde *E. coli* (log₁₀ kob/g) değişimleri

4 °C’de depolanan midye örnekleri ile bu çalışmada ele alınan karides örneklerinde saptanan *E. coli* sayıları karşılaştırıldığında benzer sonuçlar elde edildiği görülmektedir.

Bu çalışmada 4 °C’de depolanan kontrol örneklerinde *S. aureus* sayıları 1. günde 3,45 log₁₀ kob/g olarak belirlenmiştir. 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy da ise 0 olduğu saptanmıştır. Örneklerin 4 °C’de 3 gün süreyle depolanmaları süresince *S.aureus* sayılarında, kontrol için geçerli olmak üzere artış olduğu gözlenmiştir. Depolamanın 3. gününde kontrol örneklerinde 4,41 log₁₀ kob/g olarak saptanmıştır (Çizelge 4.8 ve Şekil 4.30). Işınlama karideslerdeki *S. aureus* sayısı

üzerinde önemli düzeyde inaktivasyon sağlamıştır. *S. aureus* sayısı 3 günlük depolama süresi boyunca 1, 3 ve 5 kGy dozda ışınlanmış örneklerde tespit limitinin ($2,00 \log_{10}$ kob/g) altına inmiştir. İstatistik analiz sonuçlarına göre *S. aureus* için, gruplar (kontrol, 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu) arasındaki farkın 1. gün istatistiksel olarak önemli, 3. gün önemsiz olduğu ($P<0,05$) belirlenmiştir. $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 3 gün süreyle depolama sonucunda meydana gelen artış yalnızca kontrol örneği için istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$).



Şekil 4.30. Farklı dozlarda ışınlama ile $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 3 gün süreyle depolanan midye örneklerinde *S. aureus* (\log_{10} kob/g) değişimleri

Midyelerde depolama koşulları ve ışınlama dozu uygulanan örneklerde *S.aureus* değerlerinin belirlenmesine yönelik yurt içinde ve dışında herhangi bir çalışmaya rastlanamamıştır. 4°C 'de depolanan midye örnekleri ile bu çalışmada ele alınan karides örneklerinde saptanan *S.aureus* sayıları karşılaştırıldığında benzer sonuçlar elde edildiği görülmektedir.

4.2.2. Işınlamadan sonra $-18^{\circ}\text{C} \pm 1'$ de depolanan ışınlanmış midye örneklerine ait analiz sonuçları

4.2.2.1. Işınlamadan sonra $-18^{\circ}\text{C} \pm 1'$ de depolanan farklı dozlarda ışınlanmış midye örneklerine kimyasal özelliklere ait sonuçlar

-18°C ' de 90 günlük depolama süresince midye örneklerinde belirlenen kimyasal analizlere ait sonuçlar Çizelge 4.9.'de verilmiştir.

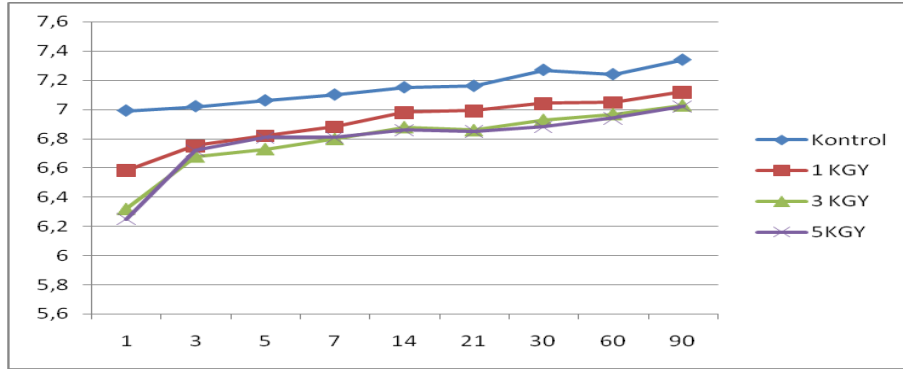
Çizelge 4.9. Farklı dozlarda ışınlamadan sonra dondurucuda depolanmış ışınlanmış midye örneklerinde kimyasal sonuçları

Özellikler	Işınlama Dozu	Gün								
		1	3	5	7	14	21	30	60	90
pH	Kontrol	6,99±0,03 ^{aG}	7,02±0,04 ^{aFG}	7,06±0,04 ^{aEFG}	7,10±0,04 ^{aDEF}	7,15±0,02 ^{aCDE}	7,16±0,03 ^{aCD}	7,27±0,02 ^{aAB}	7,24±0,02 ^{aBC}	7,34±0,01 ^{aA}
	1 kGy	6,58±0,02 ^{bE}	6,75±0,02 ^{aD}	6,82±0,02 ^{aCD}	6,88±0,03 ^{bC}	6,98±0,03 ^{bB}	6,99±0,06 ^{bB}	7,04±0,05 ^{bAB}	7,05±0,03 ^{bAB}	7,12±0,03 ^{bA}
	3 kGy	6,32±0,02 ^{cG}	6,68±0,04 ^{aF}	6,73±0,04 ^{aEF}	6,80±0,03 ^{bDE}	6,88±0,02 ^{cBCD}	6,86±0,03 ^{cCD}	6,93±0,04 ^{cBC}	6,97±0,01 ^{bcAB}	7,03±0,02 ^{bcA}
	5 kGy	6,25±0,01 ^{cE}	6,72±0,08 ^{aD}	6,81±0,07 ^{aCD}	6,81±0,04 ^{bCD}	6,86±0,03 ^{cBC}	6,85±0,03 ^{cBC}	6,88±0,04 ^{cBC}	6,94±0,01 ^{cAB}	7,02±0,01 ^{cA}
TVB-N, mg/100 g	Kontrol	6,21±0,14 ^{aD}	6,37±0,14 ^{aD}	6,34±0,04 ^{aD}	6,54±0,15 ^{aD}	6,78±0,04 ^{aD}	8,67±0,05 ^{aBC}	8,56±0,24 ^{aC}	9,21±0,34 ^{aB}	12,98±0,37 ^{aA}
	1 kGy	6,04±0,13 ^{aD}	5,95±0,07 ^{abD}	6,28±0,36 ^{aD}	7,09±0,33 ^{aC}	6,98±0,19 ^{aC}	8,07±0,20 ^{aB}	8,14±0,08 ^{abB}	8,53±0,08 ^{bB}	11,92±0,37 ^{bA}
	3 kGy	5,67±0,25 ^{aF}	5,74±0,14 ^{bcF}	6,21±0,36 ^{aEF}	6,70±0,30 ^{aDE}	6,76±0,18 ^{aDE}	7,29±0,25 ^{bCD}	7,83±0,05 ^{bcBC}	8,14±0,14 ^{bcB}	11,83±0,40 ^{bA}
	5 kGy	4,88±0,22 ^{bE}	5,31±0,05 ^{cE}	5,29±0,16 ^{bE}	6,55±0,34 ^{aD}	6,57±0,14 ^{aD}	7,05±0,16 ^{bCD}	7,48±0,08 ^{cBC}	7,80±0,10 ^{cB}	11,33±0,22 ^{bA}
TBA, mg/kg	Kontrol	0,42±0,15 ^{cBC}	0,42±0,15 ^{cBC}	1,14±0,06 ^{bA}	0,70±0,06 ^{aB}	0,26±0,03 ^{aC}	0,28±0,03 ^{aC}	0,48±0,08 ^{aBC}	0,23±0,03 ^{aC}	0,27±0,02 ^{aC}
	1 kGy	0,55±0,23 ^{bcBCD}	0,62±0,24 ^{bcBC}	1,21±0,09 ^{bA}	0,76±0,08 ^{aB}	0,31±0,06 ^{aCD}	0,39±0,13 ^{aCD}	0,55±0,11 ^{aBCD}	0,27±0,03 ^{aD}	0,30±0,02 ^{aCD}
	3 kGy	0,85±0,23 ^{abB}	0,89±0,21 ^{bB}	1,29±0,10 ^{bA}	0,85±0,04 ^{aB}	0,33±0,05 ^{aC}	0,32±0,04 ^{aC}	0,57±0,12 ^{aBC}	0,31±0,02 ^{aC}	0,35±0,01 ^{aC}
	5 kGy	1,05±0,28 ^{aB}	1,45±0,06 ^{aA}	1,70±0,22 ^{aA}	0,98±0,07 ^{aBC}	0,40±0,05 ^{aD}	0,46±0,04 ^{aD}	0,70±0,02 ^{aCD}	0,38±0,01 ^{aD}	0,54±0,04 ^{aD}
TMA-N, mg/kg	Kontrol	1,43±0,10 ^{aH}	1,65±0,07 ^{aG}	1,99±0,08 ^{aF}	2,63±0,03 ^{aE}	2,76±0,03 ^{aE}	3,93±0,03 ^{aD}	4,35±0,08 ^{aC}	4,75±0,04 ^{aB}	5,00±0,07 ^{aA}
	1 kGy	1,20±0,05 ^{bH}	1,46±0,05 ^{bG}	1,77±0,03 ^{bF}	2,40±0,03 ^{cE}	2,53±0,02 ^{bE}	3,78±0,05 ^{bD}	4,00±0,04 ^{cC}	4,32±0,05 ^{cB}	4,47±0,03 ^{cA}
	3 kGy	1,25±0,05 ^{bH}	1,50±0,04 ^{bG}	1,83±0,04 ^{bF}	2,44±0,03 ^{bcE}	2,58±0,02 ^{bD}	3,81±0,03 ^{abC}	4,12±0,03 ^{bcB}	4,42±0,04 ^{bcA}	4,54±0,07 ^{bcA}
	5 kGy	1,31±0,08 ^{abG}	1,59±0,09 ^{abF}	1,87±0,03 ^{abE}	2,54±0,03 ^{abD}	2,66±0,03 ^{abD}	3,86±0,03 ^{abC}	4,21±0,04 ^{bB}	4,51±0,05 ^{bA}	4,62±0,04 ^{bA}

Aynı sütunda belirtilen günlerde farklı ışınlama dozlarında küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir, P<0,05

Aynı satırda belirtilen ışınlama dozlarında farklı günlerde büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir, P<0,05

Bu çalışmada $-18 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1'$ 'de depolanan kontrol grubundaki midye örneklerinde 1. gün 6,99 olarak saptanan pH değeri, depolamanın 90. gününe kadar sürekli artış göstermiş ve bu günde pH değeri 7,34'e ulaşmıştır. Ayrıca 1, 3 ve 5 kGy ışınlama dozu uygulanan midye örneklerinde pH değerleri 1. gün sırasıyla 6,58, 6,32 ve 6,25 olduğu, depolamanın 90. gününde 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu ile muamele edilen örneklerde ise pH değerleri sırasıyla 7,12, 7,03 ve 7,02 olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.9 ve Şekil 4.31). Işınlama uygulanan gruplarda pH değerleri 90 günlük depolama süresi boyunca kontrol grubuna göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. İstatistik analiz sonuçlarına göre pH için, gruplar (kontrol, 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu) arasındaki farkın istatistiksel olarak 3. ve 5. gün hariç önemli olduğu belirlenmiştir ($P < 0,05$). Ayrıca $-18 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1'$ 'de 90 gün süreyle depolama sonucunda meydana gelen artışta istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P < 0,05$).

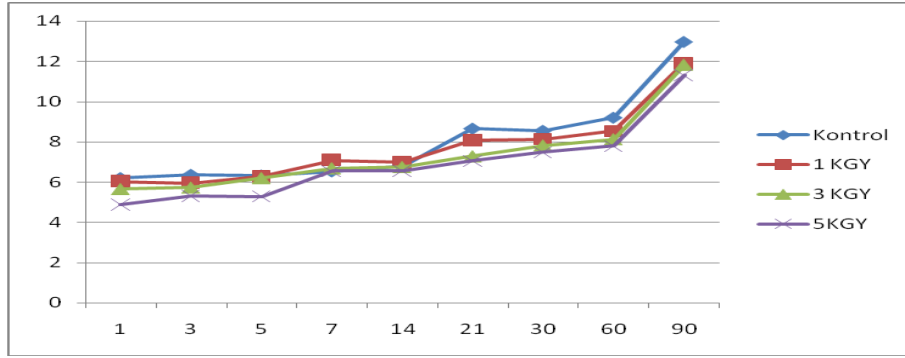


Şekil 4.31. Farklı dozlarda ışınlama ile $-18 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 90 gün süreyle depolanan midye örneklerinde pH değişimleri

Maxwell-Miller ve ark. (1982) $-18 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de dondurularak depolanan midyelerin pH değerlerinin depolama boyunca 6,30-6,35 arasında sabit kaldığını, Şentürk (1994) ise dondurulmuş midyelerde pH değerrinin 7,0 olduğunu saptamıştır. Erkan (1996) $-20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de dondurularak depolanan midyelerin pH değerlerinin 120 günlük depolama boyunca 5,82-6,36 arasında değiştiğini bildirmiştir. Çalışmamızda midye örneklerinde saptanan pH değerlerinin Şentürk (1994)'ün tespit ettikleri pH değerlerine yakın, Maxwell-Miller ve ark. (1982) ve Erkan (1996)'ın tespit ettikleri pH değerlerinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Midyelerde ışınlama dozu uygulanan örneklerde pH değerlerinin belirlenmesine yönelik yurt içinde ve dışında herhangi bir çalışmaya rastlanamamıştır. Midyelere uygulanan ışınlama dozu arttıkça pH değerlerinin de doğrusal olarak azaldığı belirlenmiştir.

Bu çalışmada $-18 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1'$ 'de depolanan kontrol grubundaki midye örneklerinde 1. günde 6,21 mg/100 g olarak saptanan TVB-N değeri, 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu ile muamele

edilen örneklerde ise TVB-N değerleri sırasıyla 6,04, 5,67 ve 4,88 mg/100 g olarak tespit edilmiştir. Depolama döneminin sonunda (90. gün) kontrol örneklerinde TVB-N değerleri 12,98 mg/100 g olarak belirlenmiş ve depolama süresince meydana gelen toplam artışın 6,77 mg/100 g olduğu saptanmıştır. Depolamanın 90. gününde 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu ile muamele edilen örneklerde ise TVB-N değerleri sırasıyla 11,92, 11,83 ve 11,33 mg/100 g olduğu tespit edilmiştir. Depolama süresince TVB-N değerleri tüm örnek gruplarında geçerli olmak üzere değişken bir çizgide artış gösterdiği gözlenmiştir (Çizelge 4.9 ve Şekil 4.32). Işınlama uygulanan gruplarda TVB-N değerleri 90 günlük depolama süresi boyunca kontrol grubuna göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. İstatistik analiz sonuçlarına göre TVB-N için, gruplar (kontrol, 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu) arasındaki farkın istatistiksel olarak 7. ve 14. gün hariç önemli olduğu ($P<0,05$) belirlenmiştir. Ayrıca $-18\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$ 'de 90 gün süreyle depolama sonucunda meydana gelen artışta istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$).

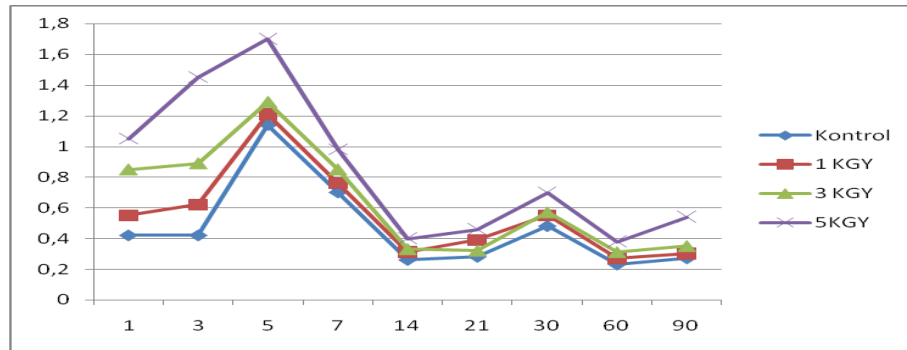


Şekil 4.32. Farklı dozlarda ışınlama ile $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 90 gün süreyle depolanan midye örneklerinde TVB-N (mg/100 g) değişimleri

Ablett ve ark. (1986), başlangıç TVB-N değerinin 15,7 mg/100 g olduğu midyelerde $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 5 ay depolananlarda 17 mg/100g, $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 2,5 ay depolananlarda ise 13,4 mg/100 g olarak saptamışlardır. Erkan (1996) ise başlangıç TVB-N değerinin 9,07 mg/100 g olduğu midyelerde, $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 120 gün depolama sonunda 27,10-28,39 mg/100 g arasında tespit edildiğini bildirmektedir. Sikorski ve ark. (1989) midye ve istiridye gibi deniz ürünleri için TVB-N tüketilebilirlik sınır değerinin 17 mg/100 g olarak bildirmiştir. Çalışmamızda midye örneklerinde saptanan TVB-N değerlerinin Ablett ve ark. (1986) ve Erkan (1996)'ın tespit ettikleri TVB-N değerlerinden daha düşük olduğu görülmektedir. Midyelerde ışınlama dozu uygulanan örneklerde TVB-N değerlerinin belirlenmesine yönelik yurt içinde ve dışında

herhangi bir çalışmaya rastlanamamıştır. Midyelere uygulanan ışınlama dozu arttıkça TVB-N değerlerinin de doğrusal olarak azaldığı belirlenmiştir.

Bu çalışmada $-18\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$ 'de depolanan kontrol grubundaki midye örneklerinde 1. günde 0,42 mg malonaldehit/kg olarak saptanan TBA değeri, 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu ile muamele edilen örneklerde ise TBA değerleri sırasıyla 0,55, 0,85 ve 1,05 mg malonaldehit/kg olarak tespit edilmiştir. TBA değerleri tüm örnek gruplarında geçerli olmak üzere depolamanın 5. gününde en yüksek değerlere ulaşmış ve daha sonraki günlerde değişken bir çizgi izleyerek azalmıştır. Depolama döneminin sonunda (90. gün) kontrol örneklerinde TBA değerleri 0,27 mg malonaldehit/kg olarak belirlenmiş ve depolamanın 1. gününden itibaren meydana gelen toplam azalmanın 0,15 mg malonaldehit/kg olduğu saptanmıştır. Depolamanın 90. gününde 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu ile muamele edilen örneklerde ise TBA değerleri sırasıyla 0,30, 0,35 ve 0,54 mg malonaldehit/kg olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.9 ve Şekil 4.33). Ayrıca ışınlanmış örneklerin TBA değerleri depolama süresince kontrol grubuna göre daha yüksek tespit edilmiş olup ışınlama dozu arttıkça TBA miktarında da artış olduğu gözlenmiştir. İstatistik analiz sonuçlarına göre TBA için, gruplar (kontrol, 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu) arasındaki farkın yalnızca 1., 3. ve 5. günler için istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($P < 0,05$). Ayrıca $-18\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$ 'de 90 gün süreyle depolama sonucunda meydana gelen artışta istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P < 0,05$).

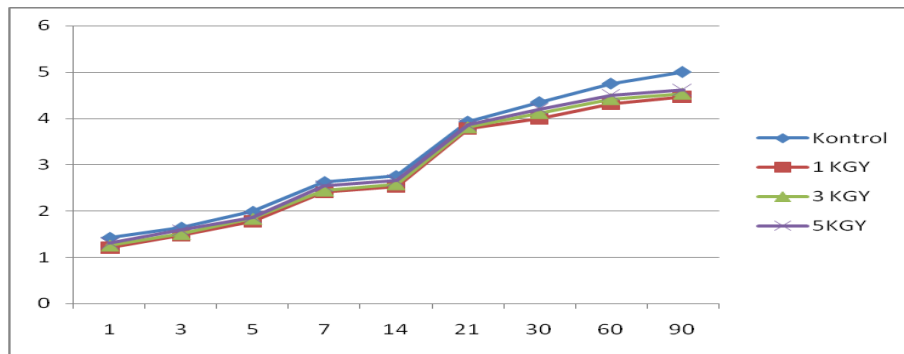


Şekil 4.33. Farklı dozlarda ışınlama ile $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 90 gün süreyle depolanan midye örneklerinde TBA (mg/kg) değişimleri

Namulema ve ark. (1999), Nil tatlısu levregi (*Lates niloticus*)'nin -13 ve $-27\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de depolanması esnasındaki kalite değişimlerini inceledikleri bir araştırmada depolama süresince malonaldehit ve istenmeyen kokuda artışlar olduğunu saptamışlardır. Her iki depolama sıcaklığında da TBA değeri 8. haftaya kadar artmış, $-27\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de bu sayı 8. ve 12. haftalarda

sabit kalırken, -13 °C’de depolanan örneklerde önemli bir azalma meydana gelmiştir. Namulema ve ark. (1999) yaptığı çalışma ile sonuçlarımızın uyum içinde olduğu görülmektedir. Midyelerin gerek dondurularak depolanması, gerekse de ışınlama dozu uygulanan örneklerde TBA değerlerinin belirlenmesine yönelik yurt içinde ve dışında herhangi bir çalışmaya rastlanamamıştır. Midyelere uygulanan ışınlama dozu arttıkça TBA değerlerinin de doğrusal olarak arttığı belirlenmiştir.

Bu çalışmada -18 °C ± 1’de depolanan kontrol grubundaki midye örneklerinde 1. günde 1,43 mg/100g olarak saptanan TMA-N değeri, 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu ile muamele edilen örneklerde ise TMA-N değerleri sırasıyla 1,20, 1,25 ve 1,31 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Depolama döneminin sonunda (90. gün) kontrol örneklerinde TMA-N değerleri 5,00 mg/100 g olarak belirlenmiş ve depolamanın 1. gününden itibaren meydana gelen toplam artışın 3,57 mg/100 g olduğu saptanmıştır. Depolamanın 90. gününde 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu ile muamele edilen örneklerde ise TMA-N değerleri sırasıyla 4,47, 4,54 ve 4,62 mg/100 g olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.9 ve Şekil 4.34). Işınlama uygulanan gruplarda TMA-N değerleri 90 günlük depolama süresi boyunca kontrol grubuna göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. İstatistik analiz sonuçlarına göre TMA-N için, gruplar (kontrol, 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu) arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir (P<0,05). Ayrıca -18 °C ± 1’de 90 gün süreyle depolama sonucunda meydana gelen artışta istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0,05).



Şekil 4.34. Farklı dozlarda ışınlama ile -18 °C’de 90 gün süreyle depolanan midye örneklerinde TMA-N (mg/kg) değişimleri

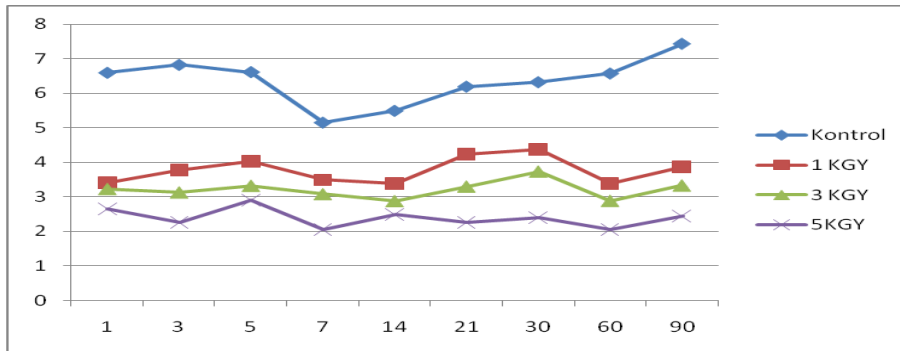
Erkan (1996) ise başlangıç TMA-N değerinin 0,75 mg/100 g olduğu midyelerde, -20 °C’de 120 gün depolama sonunda 4,17-5,45 mg/100 g arasında tespit edildiğini bildirmektedir. Çalışmamızda saptanan TMA-N değerleri Erhan (1996)’nın tespit ettikleri değerler ile uyum

içerisinde olduğu görülmektedir. Sikorski ve ark. (1989) su ürünleri için TMA-N tüketilebilirlik sınır değerinin 5 mg/100 g olarak bildirmiştir. Çalışmamızda ışınlanmış midye örneklerinde saptanan TMA-N değerleri Sikorski (1989)'nin bildirdiği sınır değerinin altında kalmıştır. Midyelerde ışınlama dozu uygulanan örneklerde TMA-N değerlerinin belirlenmesine yönelik yurt içinde ve dışında herhangi bir çalışmaya rastlanamamıştır.

4.2.2.2. Işınlamadan sonra -18 °C' de depolanan ışınlanmış midye örneklerinde mikrobiyolojik analizlere ait sonuçlar

-18 °C'de 90 günlük depolama süresince midye örneklerinde belirlenen mikrobiyolojik analizlere ait sonuçlar Çizelge 4.9.'de verilmiştir.

Bu çalışmada -18 °C'de depolanan kontrol örneklerinde TAMB sayıları 1. günde 6,59 log₁₀ kob/g olarak belirlenmiştir. 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu ile muamele edilen örneklerde ise sırasıyla 3,41, 3,23 ve 2,65 log₁₀ kob/g olduğu saptanmıştır. Işınlama dozu yükseldikçe TAMB sayılarında azalma gözlenmiştir. Örneklerin -18 °C'de 90 gün süreyle depolanmaları süresince TAMB sayılarında, 5 kGy ışınlama dozu uygulanmış olan midye örnekleri hariç diğer tüm örnekler için geçerli olmak üzere artış meydana gelmiştir. Depolamanın 90. gününde kontrol örneklerinde 7,43 log₁₀ kob/g olarak belirlenmiş, buna karşın 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışın dozu ile muamele edilen örneklerde ise sırasıyla 3,87, 3,33 ve 2,45 log₁₀ kob/g olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.10 ve Şekil 4.35). İstatistik analiz sonuçlarına göre TAMB için, gruplar (kontrol, 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu) arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir (P<0,05). Ayrıca -18 °C ± 1'de 90 gün süreyle depolama sonucunda meydana gelen artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0,05).



Şekil 4.35. Farklı dozlarda ışınlama ile -18 °C'de 90 gün süreyle depolanan midye örneklerinde TAMB (log₁₀ kob/g) değişimleri

Çizelge 4.10. Farklı dozlarda ışınlamadan sonra dondurucuda depolanmış midye örneklerinde mikrobiyolojik sonuçları (log₁₀ kob/g)

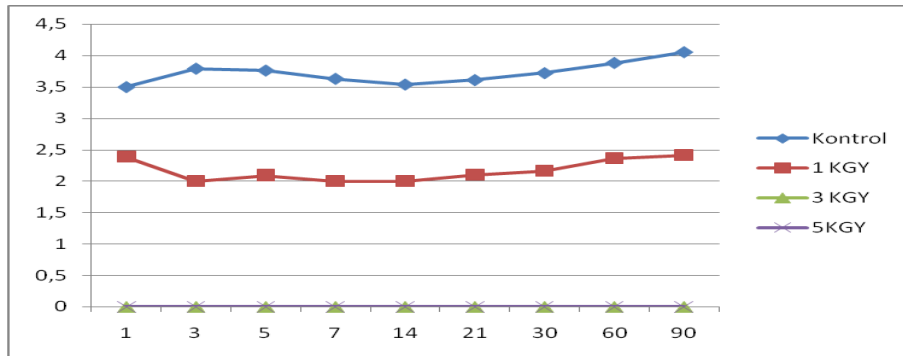
Özellikler	Işınlama Dozu	Gün								
		1	3	5	7	14	21	30	60	90
TAMB	Kontrol	6,59±0,15 ^{aBC}	6,82±0,11 ^{aB}	6,61±0,07 ^{aB}	5,15±0,04 ^{aF}	5,49±0,15 ^{aE}	6,19±0,09 ^{aD}	6,32±0,04 ^{aCD}	6,57±0,01 ^{aBC}	7,43±0,04 ^{aA}
	1 kGy	3,41±0,09 ^{cE}	3,78±0,10 ^{bCD}	4,03±0,21 ^{bBC}	3,50±0,11 ^{bDE}	3,39±0,05 ^{bE}	4,24±0,03 ^{bAB}	4,38±0,06 ^{bA}	3,40±0,09 ^{bE}	3,87±0,07 ^{bC}
	3 kGy	3,23±0,09 ^{bB}	3,13±0,12 ^{cBC}	3,32±0,09 ^{cB}	3,08±0,10 ^{cBC}	2,88±0,06 ^{cC}	3,30±0,12 ^{cB}	3,73±0,10 ^{cA}	2,89±0,11 ^{cC}	3,33±0,08 ^{cD}
	5 kGy	2,65±0,19 ^{cAB}	2,26±0,14 ^{dCD}	2,90±0,03 ^{dA}	2,06±0,06 ^{dD}	2,49±0,12 ^{dBC}	2,26±0,14 ^{dCD}	2,40±0,08 ^{dBC}	2,06±0,06 ^{dD}	2,45±0,03 ^{dBC}
TKB	Kontrol	3,50±0,07 ^{aE}	3,79±0,04 ^{aB}	3,76±0,10 ^{aB}	3,63±0,06 ^{aCD}	3,54±0,06 ^{aDE}	3,61±0,07 ^{aCDE}	3,72±0,05 ^{aBC}	3,88±0,08 ^{aA}	4,05±0,04 ^{aA}
	1 kGy	2,39±0,05 ^{bA}	2,00±0,00 ^{bC}	2,09±0,09 ^{bBC}	2,00±0,00 ^{bC}	2,00±0,00 ^{bC}	2,10±0,10 ^{bBC}	2,16±0,09 ^{bB}	2,36±0,06 ^{bA}	2,41±0,07 ^{bA}
	3 kGy	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}
	5 kGy	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}
<i>E.coli</i>	Kontrol	2,87±0,05 ^{aE}	3,13±0,05 ^{aDE}	3,08±0,07 ^{aDE}	3,21±0,09 ^{aCD}	3,24±0,08 ^{aCD}	3,37±0,07 ^{aC}	3,50±0,08 ^{aC}	3,81±0,09 ^{aB}	4,39±0,10 ^{aA}
	1 kGy	0,00±0,00 ^{bB}	0,77±0,19 ^{bB}	2,36±0,23 ^{bA}	2,00±0,00 ^{bA}	2,00±0,00 ^{bA}	2,00±0,00 ^{bA}	2,00±0,00 ^{bA}	2,10±0,10 ^{bA}	2,35±0,08 ^{bA}
	3 kGy	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}
	5 kGy	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}	0,00±0,00 ^{cA}
<i>S.aureus</i>	Kontrol	3,27±0,04 ^{aA}	2,98±0,07 ^{aAB}	3,04±0,04 ^{aAB}	2,93±0,08 ^{aAB}	3,04±0,07 ^{aAB}	2,93±0,05 ^{aAB}	2,74±0,09 ^{aBC}	2,82±0,07 ^{aBC}	2,56±0,18 ^{aC}
	1 kGy	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{bA}
	3 kGy	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{bA}
	5 kGy	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{bA}	0,00±0,00 ^{bA}

Aynı sütunda belirtilen günlerde farklı ışınlama dozlarında küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir, P<0,05

Aynı satırda belirtilen ışınlama dozlarında farklı günlerde büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir, P<0,05

İbrahim ve El-Sherif (2008) dondurulmuş (-18 °C) Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) balıklarında yaptığı çalışmada kontrol örneklerinde sıfırinci günde, 2.ayda ve 4.aydaki toplam canlı sayılarını sırasıyla 6,65-5,67 ve 6,05 log₁₀ kob/g olarak tespit edilmiştir. Köse ve ark. (2000), -18 °C’de Hamsi kuşu (anchovies) raf ömrü üzerine yaptıkları çalışmada örneklerin TAMB sayısını başlangıçta 5,29 log₁₀ kob/g ve 150. günde 4,74 log₁₀ kob/g olarak belirlenmiştir. Çalışmamızdaki kontrol grubunun TAMB sayıları İbrahim ve El-Sherif (2008) ile Köse (2000)’nin sonuçlarına göre daha yüksek olup bunun tür farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

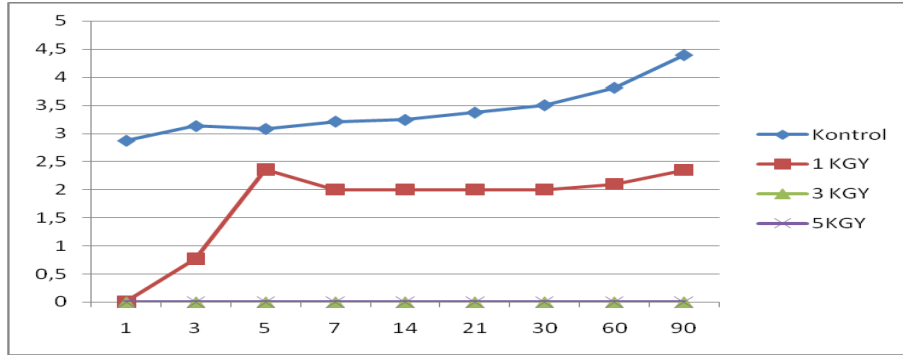
Bu çalışmada -18 °C’de depolanan kontrol örneklerinde TKB sayıları 1. günde 3,50 log₁₀ kob/g olarak belirlenmiştir. 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu ile muamele edilen örneklerde ise sırasıyla 2,39, 0,00 ve 0 olduğu saptanmıştır. Işınlama dozu yükseldikçe TKB sayılarında azalma gözlenmiştir. Örneklerin -18 °C’de 90 gün süreyle depolanmaları süresince TKB sayılarında, kontrol ve 1 kGy için geçerli olmak üzere artış meydana gelmiştir. Depolamanın 90. gününde kontrol örneklerinde 4,05 log₁₀ kob/g olarak belirlenmiş, buna karşın 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışın dozu ile muamele edilen örneklerde ise sırasıyla 2,41, 0,00 ve 0 olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.10 ve Şekil 4.36). İstatistik analiz sonuçlarına göre TKB için, gruplar (kontrol, 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu) arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir (P<0,05). Ayrıca -18 °C ± 1’de 90 gün süreyle depolama sonucunda meydana gelen artışın 3 kGy ve 5 kGy ışınlanmış örnekler hariç istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0,05).



Şekil 4.36. Farklı dozlarda ışınlama ile -18 °C’de 90 gün süreyle depolanan midye örneklerinde TKB (log₁₀ kob/g) değişimleri

Tokur ve ark. (2005), aynalı sazan balıklarında -18 °C'de yaptıkları çalışmada örneklerde TKB ye rastlamamışlardır. Sonuçlarımızdaki farklılığın tür farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bu çalışmada -18 °C'de depolanan kontrol örneklerinde *E.coli* sayıları 1. günde 2,87 log₁₀ kob/g olarak belirlenmiştir. 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu ile muamele edilen örneklerde 0 olduğu saptanmıştır. Işınlama dozu yükseldikçe *E. coli* sayılarında azalma gözlenmiştir. Örneklerin -18 °C'de 90 gün süreyle depolanmaları süresince *E. coli* sayılarında, kontrol ve 1 kGy için geçerli olmak üzere artış meydana gelmiştir. Depolamanın 90. gününde kontrol örneklerinde 4,39 log₁₀ kob/g olarak belirlenmiş, buna karşın 1 kGy ışın dozu ile muamele edilen örneklerde 2,35 log₁₀ kob/g ve 3 kGy, 5 kGy için ise 0 olarak saptanmıştır (Çizelge 4.10 ve Şekil 4.37). İstatistik analiz sonuçlarına göre *E. coli* için, gruplar (kontrol, 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu) arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir (P<0,05). Ayrıca -18 °C ± 1'de 90 gün süreyle depolama sonucunda meydana gelen artışın 3 kGy ve 5 kGy ışınlanmış örnekler hariç istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0,05).

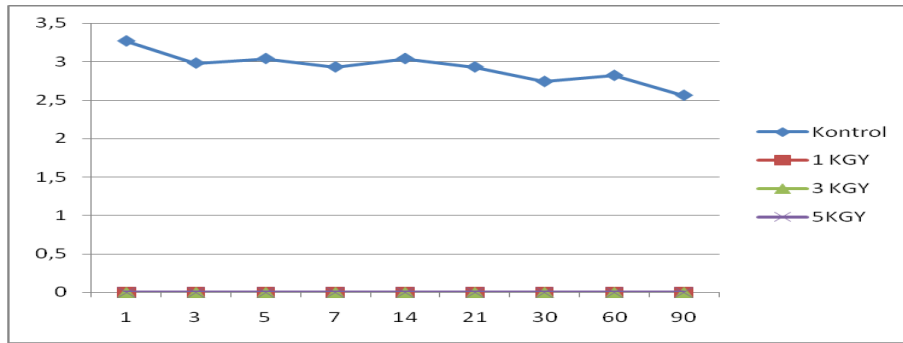


Şekil 4.37. Farklı dozlarda ışınlama ile -18 °C'de 90 gün süreyle depolanan midye örneklerinde *E. coli* (log₁₀ kob/g) değişimleri

Tokur ve ark. (2005), aynalı sazan balıklarında -18 °C'de yaptıkları çalışmada örneklerde *E.coli* ye rastlamamışlardır. Sonuçlarımızdaki farklılığın tür farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bu çalışmada -18 °C'de depolanan kontrol örneklerinde *S. aureus* sayıları 1. günde 3,27 log₁₀ kob/g olarak belirlenmiştir. 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışın dozu ile muamele edilen örneklerde ise 0 olduğu saptanmıştır. Örneklerin -18 °C'de 90 gün süreyle depolanmaları

süresince *S.aureus* sayılarında, kontrol için geçerli olmak üzere bir miktar azalma olduğu gözlenmiştir. Depolamanın 90. gününde kontrol örneklerinde 2,56 log₁₀ kob/g olarak belirlenmiştir, 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy için ise 0 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.10 ve Şekil 4.38). İstatistik analiz sonuçlarına göre *S. aureus* için, gruplar (kontrol, 1 kGy, 3 kGy ve 5 kGy ışınlama dozu) arasındaki farkın 1, 3 ve 5 kGy ışınlanmış örnekler hariç istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir (P<0,05). Ayrıca -18 °C ± 1’de 90 gün süreyle depolama sonucunda meydana gelen artışın yalnızca kontrol grubu örnekler için istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0,05).



Şekil 4.38. Farklı dozlarda ışınlama ile -18 °C’de 90 gün süreyle depolanan midye örneklerinde *S.aureus* (log₁₀ kob/g) değişimleri

Tokur ve ark. (2005), aynalı sazan balıklarında -18 °C’de yaptıkları çalışmada örneklerde *S.aureus*’a rastlamamışlardır. Sonuçlarımızdaki farklılığın tür farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Mevcut araştırmada, farklı oranlarda ışınlama dozu uygulanan ve buzdolabında 3 gün dondurucuda ise 90 gün boyunca depolanan karides ve midyelerde bazı kimyasal, mikrobiyolojik ve renk değişimleri incelenmiştir. Bu çalışma sonucunda elde edilen bulgular ve öneriler aşağıda belirtildiği şekilde sıra ile verilmiştir.

1. Işınlama, gıdaların bozulmasına neden olan ve insanlarda hastalıklara yol açan mikroorganizmaların azaltılması veya yok edilmesini sağlarken duyuşal kaliteyi de korumaktadır. Gıdaların ışınlama yöntemiyle muhafazası sağlık açısından endişe duyulan riskeleri en aza indirmekle birlikte günümüzde üzerinde halen çalışılmaktadır. Gıda kaynaklı hastalık ve zehirlenmeler ile ilgili çok fazla sorun yaşayan tüketiciler artık geleneksel yöntemlerin her zaman yeterli olmadığını, kimyasalların kullanımının da zararlı olduğunu anlamış ve yavaş yavaş ışınlanan gıdalara yönelmeye başlamıştır. Gıdaların ışınlanarak muhafazasının yaygınlaşmasının, ülkelerin gelişmişlikleri ile artacağı ve bu yöntemin diğer muhafaza yöntemleriyle uygulanmasının gıda güvenliği ve kalitesi açısından ortaya çıkan sinerjiyi artıracığı ve duyulan endişeleri azaltacağı düşünülmektedir (Korel ve Orman 2005).
2. Işınlanmamış karideslerin ve midyelerin soğukta ($4 \pm 1^\circ\text{C}$) depolanmasında TVB-N ve TMA-N analiz sonuçlarının, depolamanın üçüncü günü bozulmayı gösteren yönde değiştiği ve depolama süresinin iki gün olduğu belirlenmiştir. TBA değerlerinin ise yüksek düzeyde ışınlanmış (5 kGy) karides ve midyelerde üçüncü gün tüketilebilirlik sınır değerlerini aştığı gözlenmiştir.
3. Karideslerin ve midyelerin derin dondurucuda ($-18 \pm 1^\circ\text{C}$) depolanmasında pH, TVB-N, TBA ve TMA-N analiz sonuçlarının, depolamanın son günü olan doksanmıncı güne kadar tüketilebilirlik sınır değerlerini aşmadığı gözlenmiştir. Ancak ışınlanmış karides ve midyelerin pH, TBV-N ve TMA-N değerleri ışınlanmamışlara göre daha düşük, TBA değerleri ise daha yüksek olmuştur.
4. Mikrobiyolojik açıdan karides ve midyelerde ışınlama uygulanmasının toplam aerob mezofilik bakteri sayısı, TKB, *E. coli* ve *S. aureus* sayıları üzerinde azaltıcı yönde etkisinin olduğu görülmüştür. Ayrıca yüksek dozlarda ışınlama uygulanan karides ve midyelerde gerek soğukta ($4 \pm 1^\circ\text{C}$) gerekse de

- dondurucuda (-18 ± 1 °C) depolama koşullarında *E. coli* ve *S. aureus* üzerinde önemli düzeyde inaktivasyon sağlamıştır.
5. Işınlama uygulamalarının lipidler, proteinler ve vitaminler üzerinde oluşturduğu etkiye rağmen diğer kalite koruma yöntemlerine kıyasla daha faydalı olduğu belirtilmektedir. Etler yapılarındaki fosfolipidlerde bulunan çoklu doymamış yağ asitlerinin oksidasyonundan dolayı oksidatif bozulmaya karşı çok duyarlıdır. Işınlama ette bol miktarda bulunan suyu iyonize etmektedir. Böylece OH^- gibi hidratlanmış elektron ve H^+ gibi gıda bileşenleriyle reaksiyona girebilen serbest radikaller oluşmaktadır. Oluşan serbest radikaller lipid ve proteinlerin bozulmasına neden olmaktadır (Merritt ve ark 1978). Bu, ışınlanmış etlerde istenmeyen tat gelişimine sebep olmaktadır (Giroux ve Lacroix 1998). Çoklu doymamış yağ asitleri hızla okside olduğundan, ışınlama esnasında önlem alınması gerekmektedir (Merritt ve ark. 1978). Yapılan çalışmalarda salamura uygulamaları ve ışınlamanın birlikte kullanımının linoleik asit (C18:2), linolenik asit (C18:3) ve araşidonik asit (C20:4) üzerine daha iyi koruma etkisine sahip olduğu bulunmuştur (Kamarei ve ark.1979).
 6. Karides ve midyelerin 3 kGy ışınlama işlemi uygulanıp dondurulmuş koşullarda muhafazasının mikrobiyolojik, kimyasal ve fiziksel kaliteleri açısından en uygun ışınlama dozu olduğu belirlenmiştir.

7. KAYNAKLAR

- Ababouch LH, Souibri L, Rhaliby K, Ouadhi O, Battal M, Busta FF (1996). Quality changes in sardines (*Sardine pilchardus*) stored in ice and at ambient temperatures. *Food Microbiology*, 13: 123–132.
- Ablett RF, Gould SP, Sherwood AD (1986). Comparison of the frozen storage performance of cooked cultivated mussels (*Mytilus edulis* L.) influence of ascorbic acid and chelating agents. *Journal of Food Science*, 51(5): 1118-1121.
- Acar J (1999). Mikroorganizmaların öldürülmesi. “Alınmıştır: Gıda Mikrobiyolojisi. Ed: Ünlütürk A, Turantaş F, Mangi Tan Basımevi, İzmir, 241-246.
- Ahmed IO, Alur MD, Kamat AS, Bandekar JR, Thomas P (1997). Influence of processing on the extension of shelf-life of Nagli-fish (*Sillago sihama*) by gama radiation. *International Journal of Food Science and Technology*, 32: 325–332.
- Ahmed K, Hasan M, Alam J, Ahsan N, Islam M, Akter MS (2009). Effect of Gama Radiation in Combination with Low Temperature Refrigeration on the Chemical, Microbiological and Organoleptic Changes in *Pampus chinensis* (Euphrasen, 1788). *World Journal of Zoology*, 4 (1): 09-13.
- Ahn DU, Olson DG, Lee JI, Jo C, Wu C, Chen X (1998). Packaging and irradiation effects on lipid oxidation and volatile in pork patties. *Journal of Food Science*, 63: 15-19.
- Al-Kahtani HA, Abu-Tarboush MH, Bajaber AS, Atia M, Abou- Arab AA, El-Mojaddidi MA (1996). Chemical changes after irradiation and post-irradiation storage in Tilapia and Spanish mackerel. *Journal of Food Science*, 61849: 729–733.
- Alkan H (2003). Türkiye’de Endüstriyel Gama Işınlaması Uygulamaları. <http://simad55.tripod.com/kitap2003/19.htm>
- Allam AG (2001). Studies on storage ability of frozen boliti fish sample. Al-Azhar. *Journal of Agricultural Research*, 31:101-110.
- Anonim (1986). Recommended microbiological limits for seafoods. ICMSF-International Commission of Microbiological Specifications for Foods Bulletin, University of Toronto Press, Buffalo, NY.
- Anonim (1988). Shrimp Standard (TSE 6015) (in Turkish). Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 17 p.

- Anonim (1994). Frozen Shrimp Standard (TSE 11344) (in Turkish). Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 12 p.
- Anonim (2003). Su Ürünleri İstatistikleri. Devlet İstatistikleri Enstitüsü, Ankara.
- Anonymous (1990). Handling and Processing of Shrimp. Department of Trade and Industry. Torry Research Station, Torry Advisory Note: 54, 15 p.
- Anonymous (1993). Midye eti dondurulmuş T.S. 10924.
- Anonymous (1995). AOAC, Official Methods of Analysis, 14th Ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
- Anonymous (1996a). Hunter L, a, b Color Scale. Applications Note-Insight on Color, HunterLab. August 1-15, 8 (9): 1-4.
- Anonymous (1996b). CIE L, a, b Color Scale. Applications Note-Insight on Color, HunterLab. July 1-15, 8 (7): 1-4.
- Anonymous (2000). Annual Report. Athens: Greek Ministry of Agriculture, Department of Fishing.
- Anonymous (2004). Fishery statistics 2003. Republic of Turkey, Ankara: State Institute of Statistics Prime Ministry.
- Bak LS, Andersen AB, Andersen EM, Bertelsen G (1999). Effect of modified atmosphere packaging on oxidative changes in frozen stored cold water shrimp (*Pandalus borealis*). Food Chemistry, 64: 169-175.
- Bam (1998). Bacteriological Analytical Manual. Food and Drug Administration. 8th Ed. Rev. A, AOAC International, Gaithersburg, USA.
- Bam (2001). Bacteriological Analytical Manual. Food and Drug Administration. 8th Ed. revision A/1998, AOAC International, Gaithersburg, USA.
- Banwart GJ (1981). Basic Food Microbiology. The AVI Publishing Company, Inc, Westport, Connecticut.
- Banwart GJ (1987). Basic Food Microbiology. Second Edition. Department of Microbiology. The Ohio State University, 749 p.
- Baumgart J (1993). Mikrobiologische Untersuchung von Lebensmitteln, Behr's Verlag, Hamburg.
- Bayizit Akpınar A, Özcan Yılsay T, Yücel A (2003). Donmuş karideslerin bazı fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 20 (3-4): 303-312.

- Bazemore R, Fu SG, Yoon Y, Marshall D (2003). Major causes of shrimp spoilage and methods for assessment. Ed: Rimando A M, Schrader K K, Off-Flavors in Aquaculture. ACS Symposium Series No. 848. American Chemical Society, Washington, DC, USA, 223–234.
- Beklevik G (2005). Farklı Avlama Mevsimlerinin, Deniz Levregi (*Dicentrarchus Labrax* Linne, 1758)'nin Kimyasal Kompozisyonu Ve Dondurularak Depolamada (-18°C) Kimyasal Ve Duyusal Kalite Kriterlerine Etkileri. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, s 112, Adana.
- Benner RA, Miget R, Finne G, Acuff GR (1994). Lactic acid/melanosis inhibitors to improve shelf life of brown shrimp (*Penaeus aztecus*). Journal of Food Science, 59: 242–245, 250.
- Bhobe AM, Pai JS (1986). Study of the properties of frozen shrimps. Journal of Food Science and Technology, 23:143–147.
- Bilgin Ş, Ertan Ö O, İzci L (2007). Farklı sıcaklıklarda depolanan sıcak dumanlanmış *Salmo trutta macrostigma*, dumeril 1858'in kimyasal kompozisyonundaki değişimlerin incelenmesi. Journal of FisheriesSciences.com, 1 (2):68-80.
- Boonsumrej S, Chaiwanichsiri S, Tantratian S, Suzuki T, Takai R (2007). Effects of freezing and thawing on the quality changes of tiger shrimp (*Penaeus monodon*) frozen by air-blast and cryogenic freezing. Journal of Food Engineering, 80:292–299.
- Botsoglou NA, Grigoropoulou SH, Botsoglou E, Govaris A, Papageorgiou G (2003). The effects of dietary oregano essential oil and -tocopheryl acetate on lipid oxidation in raw and cooked turkey during refrigerated storage. Meat Science, 65: 1193-1200.
- Bottino NR, Lilly ML, Finne G (1979). Fatty acid stability of Gulf of Mexico brown shrimp (*Penaeus aztecus*) held on ice in frozen storage. Journal of Food Science, 44: 1778–1779.
- Buchalla R, Schuttler C, Bogl KW (1993). Effects of ionizing radiation on plastic food packaging materials: a review. Journal of Food Protection, 56: 991-997.
- Burnouf D, Delince H, Hartwig A (2002) Toxicological Study to assess the risk associated with the consumption of irradiated fat-containing food (Yağ içeren ışınlanmış gıda tüketimi ile ilintili riskin değerlendirilmesi için toksikolojik araştırma). Bundesforschungsanstalt für Ernährung (BFE), Karlsruhe, Almanya (Almanca

ve Fransızca fakat İngilizce özet ve sonuç ile)
<http://www.iaea.org/programmes/rifa/icgfi/documents/summary-press.pdf>.

- Cadun A, Cakli S, Kislak D (2005). A study of marination of pink shrimp (*Parapenaeus longirostris*, Lucas, 1846) and its shelf-life. *Food Chemistry*, 90: 53–59.
- Celik U, Cakli S, Taskaya L (2002). The biochemical composition, physical and chemical quality control of frozen fishery product for consumption in a supermarket. *European Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 19(1–2): 85–96.
- Cha YJ, Cadwallader KR (1995). Volatile components in salt-fermented fish and shrimp pastes. *Journal of Food Science*, 60,19–24.
- Chandrasekaran M (1994). Methods for preprocessing and freezing of shrimps. A critical evaluation. *Journal of Food Science and Technology*, 31:441–452.
- Chang O, Cheuk WL, Nickelson R, Martin R, Finne G (1983). Indole in shrimp: effect of fresh storage temperature, freezing and boiling. *Journal of Food Science*, 48: 813–816.
- Chen YP, Andrews LS, Grodner RM (1996). Sensory and microbial quality of irradiated crab meat products. *Journal of Food Science*, 61(6):1239–1242.
- Cheong L, Lee HB (1984). Mussel farming. *Satis Extension Manual Series*, No. 5. Southern Asian Fisheries Development Centre, Bangkok.
- Cheuk ML, Finne G, Nickelson IR (1979). Stability of adenosin deaminase and adenosin monophosphate deaminase during ice storage of pink and brown shrimp from the Gulf of Mexico. *Journal of Food Science*, 44: 1625-1628.
- Choo SE, Ng CS (1990). Enzymic hydrolysis of green mussel (*Perna viridis*) to produce an enhanced taste extract. *Singapore Journal of Primary Industries*, 18:48–53.
- Chouliara I, Sawaidis LN, Riganakos K, Kontaminas MG (2004). Preservation of salted, vacuum-packaged, refrigerated sea bream (*Sparus aurata*) fillets by irradiation: microbiological chemical and sensory attributes. *Food Microbiology*, 21(3): 351–359.
- Chouliara I, Sawaidis LN, Riganakos K, Kontaminas MG (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 Science of Food and Agriculture*, 85 (5):779–784.

- Colby JW, Enriquez-Ibara LG, Flick GJ (1995). Shelf life of fish and shellfish. In G. Charalambous (Ed.), Shelf life studies of foods and beverages, chemical, biological, physical and nutritional Aspects (pp. 85–143). New York, NY: Elsevier.
- Connel JJ (1975). Control of Fish Quality. Fishing News Ltd. Rosemount. Avenue, West Byfleet Surrey, England.
- Court A (2005). Guidance Note No. 18. Determination of Product Shelf-Life. Food Safety Authority of Ireland.
- Cozzo-Siqueira A, Oetterer M, Gallo C (2003). Effects of irradiation and refrigeration on the nutrients and shelf-life of tilapia (*Oreochromis niloticus*). Journal of Aquatic Food Product Technology, 12(1):85-101.
- Çağlak E, Çaklı S, Kılınç B (2007). Microbiological, chemical and sensory assessment of mussels (*Mytilus galloprovincialis*) stored under modified atmosphere packaging. European Food Research and Technology, 226:1293–1299.
- Çaklı Ş, Kışla D (2002). Su ürünlerinde mikrobiyal kökenli bozulmalar ve önleme yöntemleri. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 20(1-2): 239-245.
- Çelikkale MS, Düzgüneş E, Okumuş İ (1999). Türkiye Su Ürünleri Sektörü ve Avrupa Birliği ile Entegrasyonu. İstanbul Ticaret Odası Yayınları, Yayın no: 1999-63, 533 sayfa.
- Çopur U, Tamer CE (1998). Gıdaların radyasyonla muhafazaları. *Gıda*, Ocak, 40-45.
- D.İ.E (2002). Su Ürünleri İstatistikleri, Ankara
- De la Cruz ARG, Santos LM, Agudo F, Danga E (1990). Microbiology of prawn processing. FAO 7th Session. of the Indo-Pacific Fish. Comm. Technology and Marketing, Bangkok, Thailand, 401: 86-98.
- Debevere J, Boskou G (1996). Effect of modified atmosphere packaging on the TVB-TMA-producing microflora of cod fillets. International Journal of Food Microbiology, 31 (1–3): 221–229.
- Decker EA, Hultin HO (1990). Factors influencing catalysis of lipid oxidation by the soluble fraction of mackerel muscle. Journal of Food Science, 55:947- 950.
- DeWitt BJ (1998). An improved methodology for the estimation of sulfur dioxide in shrimp. Resumen Internacional, 48, 3463–3464. England, 1992: 106-175.
- Diehl JF (1995). Safety of irradiated foods. New York, Basel: Marcel Dekker Inc. pp. 43–85.

- Diler A, Ataş F (2003). Antalya bölgesinden avlanan *Penaeus semisulcatus* De Haan 1884'un mikrobiyolojik ve kimyasal kalitesi ile et verimi. Türk Veterinerlik ve Hayvancılık Dergisi, 27: 497-503.
- Erdem ME, Bilgin S (2004). Pişmiş ve çiğ olarak buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen karides (*Palaemon adspersus* Rathke, 1837)'in kalitesinde meydana gelen değişimler üzerine araştırmalar. Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 16(4): 687-694.
- Erdman IE, Thatcher FS, MacQueen KF (1961). Studies on the irradiation of microorganisms in relation to food preservation. II. Irradiation resistant mutants. Canadian Journal of Microbiology, 7: 207-215.
- Erkan N (1996). Pişirilmeye Hazır Midye (*Mytilus gallaprovincialis* LAMARCK, 1819) Ürünlerinin Dondurularak Saklanması ve Dayanma Süresinin Belirlenmesi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, sayfa 65, İstanbul.
- Erkan N (2005). Changes in quality characteristics during cold storage of shucked mussels (*Mytilus galloprovincialis*) and selected chemical decomposition indicators. Journal of the Science of Food and Agriculture, 85:2625-2630.
- Erkan N, Özden Ö (2006). Gutted and un-gutted sea bass (*Dicentrarchus Labrax*) stored in ice: influence on fish quality and shelf-life. International Journal of Food Properties, 9: 331-345.
- FAO (1999). Yearbook, Fishery Statics Capture Production. Vol. 88/1, FAO, Rome.
- Fatima R, Khan MA, Qadri RB (1988). Shelf-life of shrimp (*Penaeus merguensis*) stored in ice (0 °C) and partially frozen (-3 °C). Journal of the Science of Food and Agriculture, 42: 235-247.
- Fieger EA, Novak AF (1961). Microbiology of Shellfish Deterioration. In: Fish as Food Vol. 1. Production, Biochemistry and Microbiology. (Chapter 15), Borgstrom, G.(Ed.), Academic Press, New York, 561-611.
- Frazier WC, Westhoff DC (1988). Food Microbiology. 4th edition. McGraw-Hill Book Company Inc, Singapore.
- Gates KW, Eudaly JG, Parker AH, Pittman LA (1985). Quality and nutritional changes in frozen breaded shrimp stored in wholesale and retail freezer. Journal of Food Science, 50: 853-868.

- Ghadi SV, Venugopal V (1991). Influence of g-irradiation and ice storage on fat oxidation in three Indian fish. *International Journal of Food Science and Technology*, 26: 397–401.
- Ghosh S, Nerkar DP (1991). Preventing discoloration in small dried shrimps. *Fleischwirtschaft*, 71:789.
- Giroux, M. ve Lacroix, M. 1998. Nutritional adequacy of irradiated meat: a review. *Food Research Int.*, 31, 257-264
- Gonçalves AA (2005). Estudo do processo de congelamento do camarão associado ao uso do aditivo fosfato. In: Tese de Doutorado em Engenharia de Produção (170p.), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil.
- Gonçalves AA, Lopez-Caballero ME, Nunes ML (2003). 1 Quality changes of 2 deepwater pink shrimp (*Parapenaeus longirostris*) packed in modified 3 atmospheres. *Journal of Food Science*, 68:2586-2590.
- Gonçalves AA, Ribeiro JLD (2008a). Optimization of the freezing process of red shrimp (*Pleoticus muelleri*) previously treated with pHosphates. *International Journal of Refrigeration*, 31(7): 1134–1144.
- Gonçalves AA, Ribeiro JLD (2008b). Cryomechanical freezing of red shrimp (*Pleoticus muelleri*) treated with pHosphates. *Journal of Aquatic Food Product Technology* (AFP-07-19, under review).
- Gorga C, Ronsivalli LJ (1988). *Quality Assurance of Seafood*. Van Nostrand Reinhold Company, New York.
- Goulas AE, Chouliara I, Nesi E, Kontominas M G, Savvaidis IN (2005). Microbiological, biochemical and sensory assessment of mussels (*Mytilus galloprovincialis*) stored under modified atmosphere packaging. *Journal of Applied Microbiology*, 98: 752–760.
- Goulas AE, Kontominas MG (2005). Effect of salting and smoking method on the keeping quality of chub mackerel (*Scomber japonicus*): biochemical and sensory attributes. *Food Chemistry*, 93: 511-520.
- Göğüş K (1981). *Fish Processing Technology* (in Turkish). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ankara, 75 p.
- Göğüş K, Ertaş AH, Kolsarici N (1987). Farklı Yöntemlerle Dondurulmuş Bazı Pelajik ve Demersal Balıklarda Fiziksel ve Kimyasal Değişiklikler. *Türkiye Bilimsel ve*

- Teknik Araştırma Kurumu Veterinerlik ve Hayvancılık Araştırma Grubu. Proje No: VHAG-676.
- Göğüş K, Kolsarıcı G (1992a). Marine products technology (in Turkish). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları, No: 358, Ankara, 281 p.
- Göğüş K, Kolsarıcı G (1992b). Su Ürünleri Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fak. Yay. No: 1243, Ders Kitabı, Ankara, 261 s.
- Gökalp CK, Kaya M, Tülek Y, Zorba Ö (1993). Et ve Et Ürünlerinde Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Kılavuzu. Atatürk Üniversitesi Yayın No 751, Ziraat Fak. Yayın No 318, Ders Kitapları Serisi 69, Erzurum.
- Gökalp HY, Kaya M, Tülek Y, Zorba Ö (1995). Quality control of meat products and laboratory guide (in Turkish). Ataturk University, Agric. Fac. Pub. No:751, 268 p., Erzurum.
- Gökoğlu N (2002). A descriptive method for sensory evaluation of mussels. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 35: 563–567.
- Gökoğlu N, Erkan N, Özkan Ö (2000). The effect of frozen storage on the proximate composition and quality of mussels (*Mytilus galloprovincialis*). *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 9: 83–88.
- Göktan D (1990). Microbiologic ecology of foods I: Meat Microbiology (in Turkish). Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Yayınları No: 21, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova–İzmir, 96–205.
- Gönül M, Altuğ T (1981). Gıda Kalite Kontrolü I Uygulama Klavuzu. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Uygulama Teksiri, No:9 Bornova–İzmir.
- Gram L, Huss H (1996). Microbiological spoilage of fish and fish products. *International Journal of Food Microbiology*, 33:589–595.
- Gülyavuz H, Ünlüsayın M (1999). Seafood processing technology. Egridir, Isparta Süleyman Demirel Üniversitesi Agr. of Seafood. p. 359. (in Turkish).
- Hampson JW, Fox JB, Lakritz L, Thayer DW (1996). Effect of low dose gamma radiation on lipids in five different meats. *Meat Science*, 42:271– 276.
- Harris P, Tall J (1994). Rancidity in fish. Ed: Allen J C, Hamilton R J, Rancidity in foods (pp. 257–272). London, UK: Chapman and Hall.

- Hatha AA M, Paul N, Rao B (1998). Bacteriological quality of individually quick-frozen (IQF) raw and cooked ready-to-eat shrimp produced from farm raised black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). *Food Microbiology*, 15 (2):177–183.
- Hayes PR (1992). Food spoilage. In: *Food Microbiology and Hygiene*. (Chapter 3), Second Edition. Elsevier Science Publishers Ltd., England, 106-175.
- Hobbs BC, Roberts D (1987). *Food Poisoning and Food Hygiene*, 5th edition. Edward Arnold Ltd, London.
- Hobbs G, Hodgkiss W (1982). The Bacteriology of Fish Handling and Processing. In: *Developments in Food Microbiology*. Ed: Davies R, Applied Science Publishers Ltd, Barking, England,: 71-117 <http://simad55.tripod.com/kitap2003/19.htm>
- Hsieh RJ, Kinsella J E (1989). Oxidation of polyunsaturated fatty acids: mechanisms, 296 products, and inhibition with empHasis on fish. *Advances in Food and Nutrition Research*, 33: 233-341.
- Hui YH, Cornillon P, Legarreta IG, Lim M, Murrell KD, Nip WK (2004). *Handbook of Frozen Foods*, vol. 133. Part IV: Frozen Seafoods, Marcel Dekker Incorporated, USA, 1293 p.
- Huss HH (1988). *Fresh Fish: Quality and Quality Changes*. Rome: Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations, 132p.
- ICMSF (1980). Fish and shellfish and Their Products. In: *Microbial Ecology of Foods*. Vol. 2, food Commodities. (Chapter 20), Academic Pres, New York, 567-605.
- ICMSF (1986). International Commission on Microbiological Specifications for Foods. Sampling plans for fish and shellfish in microorganisms in foods. Sampling for microbiological analysis: principles and scientific applications, 2nd edn, vol 2. University of Toronto Press, Toronto, pp 181–196.
- Ito H, Kume T, Takehisa M, Iizuka H (1981). Distribution of microorganisms in animal feeds and their disinfections by radiation. *Nippon Nogeikagaku Kaishi*, 55:1081–1087.
- Ito H, Rashid HO, Sangthong N, Adulyatham P, Rattagool P, Ishigaki I (1993). Effect of gamma-irradiation on frozen shrimps for decontamination of pathogenic bacteria. *Radiation Physics and Chemistry*, 42(1-3): 279-282.
- İbrahim SM, El-Sherif SA (2008). Effect of Some Plant Extracts on Quality Aspects of Frozen Tilapia (*Oreochromis niloticus L.*) Fillets. *Global Veterinaria* 2(2):62-66.

- İlhan R (2005). Antalya Körfezi'nde Avlanan Karideslerin (*Penaeus sp.*) Et Verimi, Kimyasal Yapısı ve Raf Ömürlerinin Belirlenmesi. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 85 sayfa, Antalya.
- İnal T (1992). Food hygiene–control of animal products (in Turkish). Final Ofset, İstanbul, 548–570.
- Jay JM (1996). Seafoods. In Modern Food Microbiology (5th ed., pp. 118–130). Chapman and Hall, New York, NY.
- Jeevanandam K, Kakatkar A, Doke SN, Bongiwari V, Venugopal V (2001). Influence of salting and gamma irradiation on the shelf-life extension of threadfin bream in ice. Food Research International, 34: 739–746.
- Jeyaweera V, Subasinghe S (1988). Some chemical and microbiological changes during chilled storage of prawns (*Penaeus indicus*). FAO Fisheries Report No. 401, pp. 19–22.
- Jo C, Lee NY, Hong S P, Kim YH, Byun MW (2004). Microbial contamination of the food materials for manufacturing Korean laver rolls (Kimbab) and the effect of gamma irradiation. Journal of Food Science and Nutrition, 9: 236–239.
- Kamarei AR, Karel M, Wierbicki E (1979). Spectral studies on the role of ionizing radiation in color changes of rappertized beef. *J. Food Sci.*, 44, 25-31.
- Kanatt SR, Chawla SP, Chander R, Bongirwar DR (2002). Shelf-stable and safe intermediate moisture (IM) meat products using hurdle technology. Journal of Food Protection, 65: 1628–1631.
- Kanatt SR, Chawla SP, Chander R, Sharma A (2005). Development of shelf-stable, ready-to-eat (RTE) shrimps (*Penaeus indicus*) using g-radiation as one of the hurdles. Food Technology Division, Bhabha Atomic Research Centre, Trombay, Mumbai-400 085, India. LWT 39 (2006) 621–626.
- Kanatt SR, Paul P, Dsouza S F, Thomas P (1997). Effect of gamma irradiation on the lipid peroxidation in chicken, lamb and buffalo meat during chilled storage. Journal of Food Safety, 17: 283–294.
- Karapınar M, Gönül ŞA (1998). Gıda kaynaklı mikrobiyal hastalıklar. Ed: Ünlütürk A, Turantaş F, Gıda Mikrobiyolojisi. Mengi Tan Basımevi, Çınarlı-İzmir.

- Kılınç B (1998). Dondurularak Depolanmış Sardalya Balıklarında (*Sardina pilchardu*, W. 1972) Kimyasal, Fiziksel, Duyusal ve Mikrobiyolojik Değişimler. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 75 s.
- Kilgen MB (2001). Irradiation Processing of Fish and Shellfish Products. Ed: Molins R A, Food Irradiation: Principles and Applications (pp. 193-212) Wiley-IEEE.
- Kim J, Ahn H, Yook H, Kim K, Byun M (2003). Color, flavor, and sensory characteristics of gama-irradiated salted and fermented anchovy sauce. Radiation Physics and Chemistry, 69:179–187
- Kodalra M (1996). Stability in ice of cultured prawns (*Penaeus vanamei*). FAO Information PESCA, 538.
- Komolprasert V, Diel T, Sadler G (2002). Gama irradiation of yellow and blue colorants in polystyrene packaging materials. Radiat. Phys. Chem., 75 (1):149–160.
- Korel F, Orman S (2005). Gıda ışınlanması, uygulamaları ve tüketicinin ışınlamaya bakış açısı. HR.Ü.Z.F.Dergisi, 2005, 9(2):19-27.
- Köse S, Erdem ME (2001). Quality changes of whiting (*Merlangius merlangus euxinus*, N. 1840) stored at ambient and refrigerated temperatures, Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 1: 59-65.
- Köse S, Karaçam H, Boran M, Kutlu S (2000). Investigating the shelf-life of an anchovy dish called ‘hamsikuşu’ in a frozen storage at –18 °C, Turkish Journal of Veterinary and Animal Science 25: 651–656.
- Kreuzer R (1969). Freezing and irradiation of fish. Ed: Kreuzer R, London, Fishing News (Books) Ltd., for FAO, 519.
- Kromhout D, Bosschieter E B, Lezenne CC (1985). The inverse relationship between fish consumption and 20-year mortality from coronary heart disease. The New England Journal of Medicine, 312:1205–1209.
- Kumlu M, Başusta N, Avşar D, Eroldoğan T (1999). Some biological aspects of penaeid shrimps inhabiting yumurtalık bight in iskenderun bay (North-Earsern Mediterranean). Turkish Journal of Zoology, 23: 53-59.
- Kundakçı A (1989). Kefal ve Lüferin Avlanmaları Sonrası Ön Bekleme Koşullarının Kaliteye Etkileri. E.Ü. Su Ürünleri Yüksekokulu Su Ürünleri Dergisi, 6(21-22): 23-24.
- Kyriazi-Papadopoulou A, Vareltzis K, Bloukas JG, Georgakis S (2003). Effect of smoking on quality characteristics and shelf-life of Mediterranean mussel (*Mytilus*

- galloprovincialis*) meat under vacuum in chilled storage. Italian Journal of Food Science, 3: 371–381.
- Labuza TP (1982). Shelf-life Dating of Foods. Westport: Food and Nutrition Press, pp. 500.
- Lacroix M, Mahrouf A, Beaulieu M, Jobin M, Nketsa-Tabiri J, Gagnon M (1998). Effect of the rate and dose rate of irradiation on the quality of mushrooms, shrimps and marinated poultry. In: Proceedings of the Final Research Co-ordination Meeting in Vienna, Austria. IAEA (International Atomic Energy Agency), No. 254, p. 41.
- Lacroix M, Ouattara B (2000). Combined industrial processes with irradiation to assure innocuity and preservation of food products: A review. Food Research International, 33: 719–724.
- Lagunas-Solar MC (1995). Radiation processing of foods: An overview of scientific principles and current status. Journal of Food Protection, 58 (2): 186-192.
- Lakshmanan R, Shakila RJ, Jeyasekaran G (2002). Survival of amineforming bacteria during the ice storage of fish and shrimp. Food Microbiology, 19: 617–625.
- Lakshmanan R, Venugopal V, Venketashvaran K, Bongiwari D R (1999). Bulk preservation of small pelagic fish by gamma irradiation: studies on a model storage system using Anchovies. Food Res. Int. 32: 707–713.
- Lea CH, Mac Farlane JJ, Pan LJ (1960). Treatments of meats with ionizing radiations. Journal of the Science of Food and Agriculture, 11:690.
- Lee HJ, Byun MW, Kim KS (2000). Detection of radiation-induced hydrocarbons and 2-alkylcyclobutanones in irradiated perilla. Journal of Food Protection, 63: 1563–1569.
- Lee HJ, Lee MY, Kim KS (1999). Detection of radiation-induced hydrocarbons and 2-alkylcyclobutanones from peanuts. Journal of Food Science and Nutrition, 4: 270–275.
- Lee YS, Homma S, Aida K (1997). Characterization of melanoidin in soy sauce and fish sauce by electrofocusing and high performance gel permeation chromatography. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi, 34: 313–319.
- Londahl G (1997). Technological aspects of freezing and glazing shrimp. Infofish International, 3: 49–56.

- Lopez-Caballero M E, Goncalves A, Nunes ML (2002). Effect of CO₂/O₂-containing modified atmospheres on packed deepwater pink shrimp (*Parapenaeus longirostris*). *European Food Research and Technology*, 214:192–197.
- Lopez-Caballero M E, Martinez-Alvarez O, Gomez-Guillen M C, Montero P (2007). Quality of thawed deepwater pink shrimp (*Parapenaeus longirostris*) treated with melanosis-inhibiting formulations during chilled storage. *International Journal of Food Science and Technology*, 42: 1029–1038.
- Ludorff W, Meyer V (1973). *Fische und Fischerzeugnisse*. Verlag Paul Parey in Hamburg – Berlin, 59: 77309.
- Makarios-Laham IK, Lee T (1993). Protein hydrolysis and quality deterioration of refrigerated and frozen seafood due to obligately psychrophilic bacteria. *Journal of Food Science*, 58(2): 310–313.
- Malle P, Poumeyrol M (1989). A New Chemical Criterion for the Quality Control of Fish: Timethylamine/Total Volatile Basic Nitrogen. *Journal of Food Protection*, 52 (6): 419-423.
- Manousaridis G, Nerantzaki A, Paleologos EK, Tsiotsias A, Savvaidis IN, Kontominas MG (2005). Effect of ozone on microbial, chemical and sensory attributes of shucked mussels. *Food Microbiology*, (22): 1–9.
- Manthey M, Oehlenschläger J, Rehbein H (1986). *Chemical Composition and Sensory Evaluation of Coated and Uncoated Fillet Portions Processed From Antarctic Fish*. Institut für Biochemie und Tech. Bundesforschungsanstalt für Fischerei, Hamburg.
- Marcotte M (2004). Fish and shellfish can be irradiated to control pathogenic and spoilage bacteria, and to extend their marketable life. Available from: /www.Food-irradiation.coms. Accessed November 23.
- Matches OR (1982). Effects of temperature on the decomposition of pacific coast shrimp (*Pandalus jordani*). *Journal of Food Science*, 47: 1044-1047.
- Mattisek R, Shengel FM, Steiner G (1988). *Lebensmittel-Analytick*. Springer Verlag Berlin, Tokyo, 440p.
- Maxwell-Miller G, JosepHson VR, Spindler AA, Dona HT, Margo WA, Charles FP (1982). Chilled (5 °C) and frozen (18 °C) storage stability of the the pumple-hinge

- rock scallop, *Hinnites multirugosus* Gale. *Journal of Food Science*, 47: 1654-1661.
- Mclay R (1972). *Marinades*. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Torry Advisory Note No. 56. 10 p.
- Melton S (1983). Methodology for Following Lipid Oxidation in Muscle Foods. *Food Technology*, 37 (7): 111-116.
- Mendes R (2006). Guidebook on melanosis inhibitors and processing technology of crustaceans. INIAP/IPIMAR: Project QLK1-CT-2002-71517 (CRUSTAMEL New approaches to the crustaceans prevention of melanosis and quality indices), 41 p.
- Mendes R, Silva HA, Nunes ML, Empis JMA (2005). Effect of low-dose irradiation and refrigeration on the microflora, sensory characteristics and biogenic amines of Atlantic horse mackerel (*Trachurus trachurus*). *European Food Research and Technology*, 221: 329–335.
- MERCK (1998). *Gıda Mikrobiyolojisi'98*. ORKİM Kimyevi Maddeler Tic.Ltd.Şti. s. 168.
- Merritt Jr., C., Angelini, P. ve Graham, R.A. 1978. Effect of radiation parameters on the formation of radiolysis products in meat and meat substances. *J. Agric. Food Chem.*, **26**, 29-35.
- MINITAB (2000). MINITAB Release 13, 2000. Statistical Software [Computer program manual]. Web resource from <http://www.minitab.com/cgibin/demo/democountry.asp>.
- Molins RA, Motarjemi Y, Kaferstein FK (2001). Irradiation: a critical control point in ensuring the microbiological safety of raw foods. *Food Control* 12: 347–356.
- Monk JD, Beuchat LR, Doyle MP (1995). Irradiation inactivation of foodborne microorganisms. *Journal of Food Protection*, 58 (2): 197-208.
- Montero P, Lopez-Caballero ME, Perez-Mateos M (2001). The effect of inhibitors and high pressure treatment to prevent melanosis and microbial growth on chilled prawns (*Penaeus japonicus*). *Journal of Food Science*, 66: 1201-1206.
- Murano PS (1995). Quality of irradiated foods. In *Food irradiation: A Sourcebook*, ed. E.A. Murano. Iowa State University Press, Ames, Iowa.
- Nam KC, Ahn DU (2003). Combination of aerobic and vacuum packaging to control lipid oxidation and off-odor volatiles of irradiated raw turkey breast. *Meat Science*, 63: 389–395.

- Namulema A, Muyonga JH, Kaya AN (1999). Quality Deterioration in Frozen Nile Perch (*Lates niloticus*) Stored at -13 and - 27 °C. *Food Research International*, 32: 151-156.
- Nawar WW (1985). Lipids. Ed: Fennema OR, *Food Chemistry*, second ed. Marcel Decker, Inc, New York, pp. 139–244 (Chapter 4).
- Nettleton JA (2000). Seafood nutrition in the 1990s., issues for the consumer. p. 32-39. In E. Graham Bligh (ed.), *Seafood science and technology*, Chap. 4 Can. Inst. of Fish. Tech., Tech. Uni. of Nova Scotia Halifax, Canada.
- Olgunoğlu İA (2007). Marine Edilmiş Hamside (*Engraulis Engrasicholus* L., 1758) Duyusal, Kimyasal Ve Mikrobiyolojik Değişimler. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 111 s., Adana.
- Olson DG (1998). Irradiation of food. *Food Technology*, 52 (1): 56-62.
- Orban E, Di Lena G, Navigato T, Casini I, Marzetti A, Caproni R (2002). Seasonal changes in meat content, condition index and chemical composition of mussels (*Mytilus galloprovincialis*) cultured in two different Italian sites. *Food Chemistry*, 77 (1): 57–65.
- Ovayolu H (1997). Marine Edilmiş Hamsilerde Depolama Süresinde Yağ Asitleri Değişimlerinin İncelenmesi. T.C. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, 71s., İstanbul.
- Ozden O, Inugur M, Erkan N (2007). Preservation of iced refrigerated sea bream (*Sparus aurata*) by irradiation: microbiological, chemical and sensory attributes. *European Food Research and Technology*, 225:797–805.
- Özçelik S (1992). Gıda Mikrobiyolojisi. Fırat Üni., Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü Öğretim Üyesi, Yayın No:1, Ders Notları No:1 Elazığ.
- Papadopoulos V, Chouliara I, Badeka A, Savvaıdis IN, Kontominas MG (2003). Effect of gutting on microbiological, chemical, and sensory properties of aqua-cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) stored in ice. *Food Microbiology*, 20: 411–420.
- Pastoriza, L., Bernardez M, Sampedro G, Cabo ML, Herrera JJR (2004). Elevated concentrations of oxygen on the stability of live mussel stored refrigerated. *European Food Research and Technology*, 218: 415–419.
- Paul P, Chawla SP, Kanatt SR (1998). Combination of irradiation with other treatments to improve the shelf-life and quality of meat and meat products. In: *Proceedings of*

- the Final Research Co-ordination Meeting in Vienna, Austria. IAEA (International Atomic Energy Agency), No. 254, 111–129.
- Plusquellec A (1995). Fisheries products, fish, crustaceans, and shellfish, p 437–443. Ed: Bourgeois CM, Leveali JY. Microbiological control for food and agricultural products, VCH Publishers, NY.
- Potter NN (1980). Food science. 3rd edition. The AVI Publishing Company, Inc., Connecticut.
- Putro S, Anggawatti AM, Fawzya YN, Ariyani F (1990). Studies on microbiology of farmed shrimp. FAO Indo-Pacific Fisheries Commission Papers Presented at the Seventh Session Working Party on Fish Technology and Marketing, Bangkok, Thailand, No. 401: 6-17.
- Quattara B, Sabato, SF, Lacroix M (2001). Combined effect of antimicrobial coating and gama irradiation on shelf life extension of pre-cooked shrimp (*Penaeus spp.*). International Journal of Food Microbiology, 68: 1–9
- Rahman MS (1999). Irradiation preservation of foods. Ed: Rahman MS, Handbook of food preservation (pp. 397–419). New York: Marcel Dekker.
- Reddy SK, Nip WK, Tang CS (1981). Changes in fatty acids and sensory quality of fresh water shrimp (*Macrobrachium rosenbergii*) stored under frozen conditions. Journal of Food Science, 46: 353–356.
- Riaz M, Qadri RB (1990). Time–temperature tolerance of frozen shrimp 2. Biochemical and microbiological changes during storage of frozen glazed shrimps. Tropical Science, 30(4): 343–356.
- Riebroy S, Benjakul S, Visessanguan W, Tanaka M (2007). Changes during fermentation and properties of Som-fug produced from different marine fish. Journal of Food Processing and Preservation, 31 (6), pp. 751-770.
- Sarhan AMM (2003). Quality aspects on some meat and fish products in local market. M.S.c.Thesis, Faculty of Agriculture, Al-Azhar University, Egypt.
- Sarma J (1998). Comparative effects of frozen storage on biochemical changes in Pink Perch (*Nemipterus japonicus*) and oil Sardine (*Sardinella longiceps*). Journal of Food Science and Technology – Mysore, 35: 255–258.
- Schormuller J (1968). Handbuch Der Lebensmittel Chemie, Band III/2 Teil Tiersiche Lebensmittel Eier, Fleisch, Buttermilch. pp. 1341–1397, 1561, 1578, 1584. Spriger Verlag Berlin - Heidelberg-New York.

- Schormuller J (1969). Handbuch der lebensmittekhemie (Band IV). Berlin: Springer
- Shamshad SI, Nisa KU, Riaz M, Zuberi R, Quarri RB (1990). Shelf life of shrimp (*Penaeus merguensis*) stored at different temperatures. Journal of Food Science and Technology, 55: 1201-1205.
- Sikorski ZE, Kolakowska A., Burt JR (1989). Postharvest biochemical and microbial changes seafood. Resources Nutritional Composition and Preservation. Ed: Sikorski CRC Press-Inc., p 71, Boca Raton Florida .
- Simeonidou S, Govaris A, Vareltzis K (1998). Quality assessment of seven Mediterranean fishspecies during storage on ice. Food Research International, 30 (7): 479-484.
- Siu GM, Draper HH (1978). A survey of the malonaldehyde content of retail meats and fish. Journal of Food Science, 43: 1147-1149.
- Soyer A (1999). Balıkta lipid oksidasyonunda rol oynayan hücresel faktörler. Gıda Teknolojisi, 4: 2.
- Soysal Mİ (1998). Biyometrinin Prensipleri (İstatistik I ve II Ders Notları). Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayın No:95, Ders Kitabı No: 64, s. 331, Tekirdağ.
- Stammen K, Gerdes D, Caporaso F (1990). Modified atmospHere packing of seafood. Food Science Nutrition, 29 (5): 301-331.
- Stevenson MH (1996). Validation of the cyclobutanone protocol for detection of irradiated lipid containing foods by interlaboratory trials. Ed: McMurray CH, Stewart EM, Gray R, Pearce J, Detection Methods for Irradiated Foods—Current Status. The Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK, p. 269.
- Stockemer J, Nieper L (1984). Parameter zur beurteilung der verderbs von nordsee-krabben (*Crangon crangon*). Archiv für Lebensmittelhygiene, 35: 1-24.
- Sudarmadji S, Urbain WM (1972). Flavor sensitivity of selected animal protein foods to gama radiation. Journal of Food Science, 37: 671–672.
- Synowiecki J, Al-Khateeb NAAQ (2000). The recovery of protein hydrolysate during enzymatic isolation of chitin from Crangon crangon processing discarts. Food Chemistry, 147-152.
- Şentürk A (1994). Bazı Değerlendirilmiş Kabuklu Su ürünlerinin Mikrobiyolojik özellikleri üzerine Olan Faktörlerin Araştırılması. T.C. Tarım Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü. Genel Yayını No:20/32, s 37, Ankara.

- Taliadourou D, Papadopoulos V, Domvridou E, Savvaidis IN, Kontominas MG (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.
- Tarladgis B, Watts BM, Yonathan M (1960). Disillation method for the determination of malonaldehyde in rancid food. *Journal of American Oil Chemistry Society*, 37 (1): 44-48.
- Thanonkaew A, Benzakul S, Visessanguan W, Decker E (2007). The effect of antioxidants on the quality changes of cuttlefish (*Sepia pHaraoonis*) muscle during frozen storage. Department of Food Technology, Faculty of Agro-Industry, Prince of Songkla University, Hat Yai 90112, Thailand *LWT* 41 (2008) 161–169
- Thayer DW (1990). Food irradiation: Benefits and concerns. *J. Food Quality*, 13: 147-169.
- Tokur B, Ozkutuk S, Ozyurt G, Ozyurt CE (2006). Chemical and sensory quality changes of fish fingers, made from mirror carp (*Cyprinus carpio* L., 1758), during frozen storage (-18 °C). *Food Chemistry* 99:335–341.
- Topal Ş (1988). Işınlama tekniği ve gıda sanayiinde kullanım olanakları. *Gıda*, 13(6): 417-423.
- Tsironi T, Dermesonlouoglou E, Giannakourou M, Taoukis P (2009). Shelf life modelling of frozen shrimp at variable temperature conditions. *LWT - Food Science and Technology* 42: 664–671.
- Turan H (2002). Balık Dondurma Teknolojisinde Değişik Balıklarda Dondurma Öncesi Ve Sonrası Yapılacak İşlemlerin Ürün Kalitesi Ve Depo Ömrüne Etkilerinin İncelenmesi. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 84s., Samsun.
- Turan H, Sönmez G, Çelik MY, Yalçın M, Kaya Y (2007). Effects of different salting process on the storage quality of mediterranean mussel (*Mytilus galloprovincialis* L. 1819). *Journal of Muscle Foods*, 18: 380–390.
- Turan H, Sönmez G, Çelik MY, Yalçın M, Kaya Y (2008). The effects of hot smoking on the chemical composition and shelf life of mediterranean mussel (*Mytilus galloprovincialis* L. 1819) under chilled storage. *Journal of Food Processing and Preservation* 32: 912–922.

- TÜİK (2007). Su Ürünleri İstatistikleri 2006. T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu Yayın No:3089, Ankara, 60s.
- Ünlütürk A (1998). Mikrobiyal gelişmenin inhibisyonu. Ed: Ünlütürk A, Turantaş F, Gıda Mikrobiyolojisi. Mengi Tan Basımevi, Çınarlı-İzmir
- Van Cleemput O, Debevere J, Debevere P, Baert L (1980). Gama irradiation of tropical shrimps. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 13: 322–323.
- Vanderzant C, Nickelson R, Parker JC (1970). Isolation of *Vibrio parahaemolyticus* from Gulf coast shrimp. *J. Milk Food Technol.* 33:161–162.
- Varlık C, Baygar T, Özden Ö, Erkan N, Metin S (2000). Soğukta depolanan karideslerin (*Parapenaeus longirostris*, LUCAS 1846) bazı duyuşal, fiziksel ve kimyasal parametrelerinin belirlenmesi. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 24: 181-185.
- Varlık C, Gökoğlu N, Gün H (1993a). Storage of frozen shrimp (in Turkish). *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 10: 71–81.
- Varlık C, Uğur M, Gökoğlu N, Gün H (1993b). Su Ürünlerinde Kalite Kontrol İlke ve Yöntemleri. *Gıda Teknolojisi Derneği. Gıda Teknolojisi*, Yayın No: 17. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 173 s.
- Varlık C, Heperkan D (1990). Hamsinin buzda muhafazası. *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 4 (1): 53-58.
- Vasakou A, Varelziz K, Bloukas JG (2003). Effect of sodium lactate and potassium sorbate on quality characteristics and shelflife of Mediterranean mussel (*Mytilus galloprovincialis*) meat during chilled storage in pouches with water. *Italian Journal of Food Science*, 3: 359–370.
- Venugopal V (1981). Quality of proteins in radurized Indian mackerel (*Rastrelliger kanagurta*): pHysicochemical evaluation. *Journal of Food Biochemistry*, 5: 145–154.
- Venugopal V, Doke SN, Thomas P (1999). Radiation processing to improve the quality of fishery products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 39: 391–440.
- Vibulsresth P, Haruthaithanasan V, Vananuvat N, Bhumiphamon O, Boon-Long N (1981). Improving the hygiene and the quality of dried shrimp by inadiation. *Seminar in Food Irradiation for Developing Countries in Asia and the Pacific. IAEA-SR-60-21*.

- Von Amin MH, Jamil Qureshi M, Haq I, Ashraf Chaudhry M (1978). Radurization of fresh water rahu fish (*Labeo rohita*). *Archiv fur Lebensmittelhygiene*, 29 (2): 54–56.
- Ward DR, Finne G, Nickelson R (1979). Use of a specific-ion electrode (ammonia) in determining the quality of shrimp. *Journal of Food Science*, 44: 1052–1054, 1057.
- Watabe S, Hashimoto K (1987). Temperature conditions for the frozen storage of representative marine products in Japan. *Food Reviews International*, 2: 353–393.
- Wegner T, Finne G (1986). Evaluation of alternatives to sulfiting agents as Melanosis inhibitors in raw shrimp, Proceedings of the 11th Annual Tropical and Subtropical Fisheries Technological Conference of the Americas January 13-16, 1986 Tampa, Florida, <http://sst.ifas.ufl.edu/11tham.html>
- Wekell MM, Manger R, Colburn K, Adams A, Hill W (1994). Microbiological quality of seafoods, p 196–219. Ed: Shahidi F, Botta JR, *Viruses, bacteria and parasites. Seafoods: chemistry, processing technology and quality*, Blackie Academic and Professional, Glasgow.
- WHO (1981). Wholesomeness of Irradiated Foods. World Health Organization. Technical Report Series 659. Geneva.
- WHO (1994). Safety and Nutritional Adequacy of Irradiated Food. World Health Organization, Geneva.
- Woods RJ, Pikaev AK (1994). Interaction of radiation with matter. In: *Applied Radiation Chemistry: Radiation Processing*. Wiley, New York, NY, USA, pp. 165–210.
- Yamagata M, Low LK (1995). Banana shrimp, *Peneaus merguensis*, Quality changes during iced and frozen storage. *Journal of Food Science*, 60(4): 721-726.
- Yammamoto SA, Harris LJ (2001). The effects of freezing and thawing on the survival of *Escherichia Coli* O157:H7 in apple juice. *International Journal of Food Microbiology*, 67: 89–96.
- Yeager GJ, O'Brien RT (1983). Irradiation as a means to minimize public health risks from sludge-borne pathogens. *Journal of Water Pollution Control Federation*, 55 (7): 977–983.
- Yeh CS, Nickelson R, Finne G, 1978. Ammonia-producing enzymes in white shrimp tails. *Journal of Food Science*, 43: 1400–1401, 1404.

Zamir R, Qasim R, Khan MA (1999). Physiochemical changes in tissue of edible mussels *perna viridis* at refrigerator temperature (7 ± 2 °C). Pakistan Journal of Biological Sciences, 21: 151-156.

Zeng QZ, Thorarinsdottir KA, Olafsdottir G (2005). Quality changes of shrimp (*Pandalus borealis*) stored under different cooling conditions. Journal of Food Science, 70: 459-466.

ÖZGEÇMİŞ

25 Şubat 1981 tarihinde Tekirdağ'da doğdum. İlkokulu Tekirdağ Namık Kemal ilköğretim okulunda, Ortaokulu 50. Yıl ortaokulunda ve lise eğitimimi Tekirdağ Tuğlacılar Lisesinde tamamladım. 2004 yılında Ege Üniversitesi Gıda Mühendisliği bölümünde lisans eğitimimi tamamladım. 2005 yılında Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında doktora başladım. Halen İstanbul Büyükçekmece Postane Müdürlüğünde görev yapmaktayım.

TEŞEKKÜR

Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yürüttüğüm doktora tez çalışmamı proje aşamasından bitimine kadar özenle izleyerek geliştiren ve bilgi birikimini benimle paylaşarak bu alanda yetişmemi sağlayan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Mehmet DEMİRCİ başta olmak üzere, güler yüzü ile beni her zaman motive eden kıymetli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Tuncay GÜMÜŞ'e, araştırmamın istatistiksel analizlerinin yapılmasında göstermiş olduğu anlayış ve özen için tez izleme komite üyelerinden değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Eser Kemal GÜRCAN'a teşekkürlerimi sunuyorum.

Doktora tezimin deneysel aşamasında büyük desteklerini gördüğüm Yrd. Doç. Dr. M. Levent ÖZDÜVEN, Yrd. Doç. Dr. Levent COŞKUNTUNA, Arş. Gör. Füsün HASTÜRK, Arş. Gör. Gülnaz ÇELİK YURT'a ve bölümümüz öğrencilerine teşekkür ederim.

Çeşitli vesilelerle beni destekleyen, yardımlarını esirgemeyen dostlarım Özlem ÖZER, Mehmet ÖZKAN, Murat KONYALI ve diğer arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Tezimin bu noktaya ulaşmasında benimle birlikte gayret gösteren, sıkıntılı anlarımda her zaman yanımda olan, tüm olanaklarını benim için seferber eden, desteklerini gördüğüm annem Necmiye HACIOĞLU, babam Hümmet HACIOĞLU, kardeşlerim Barış HACIOĞLU ve Savaş HACIOĞLU'na da sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Aslı HACIOĞLU