

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Miray ETYEMEZ

**FARKLI DOZLARDA GAMA İŞİNLAMANIN SOĞUKTA DEPOLANAN
(2°C) KURBAĞA BACAĞLARININ (*Rana esculenta*) DUYUSAL, KİMYASAL
VE MİKROBİYOLOJİK KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

SU ÜRÜNLERİ AVLAMA VE İŞLEME TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2011

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI DOZLARDA GAMA IŞINLAMANIN SOĞUKTA DEPOLANAN
(2°C) KURBAĞA BACAĞLARININ (*Rana esculenta*) DUYUSAL,
KİMYASAL VE MİKROBİYOLOJİK KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Miray ETYEMEZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SU ÜRÜNLERİ AVLAMA VE İŞLEME TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

Bu Tez/..... Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği ile Kabul Edilmiştir.

.....
Doç. Dr.Gülsün ÖZYURT
DANIŞMAN

.....
Prof. Dr. Abdurrahman POLAT
ÜYE

.....
Yrd. Doç. Dr. Meltem MANAŞIRLI
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalında Hazırlanmıştır.

Kod No:

Prof. Dr. İlhami YEĞİNGİL
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Projeler Birimi Tarafından Desteklenmiştir.

Proje No: SÜF2010YL18

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

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**FARKLI DOZLARDA GAMA IŞINLAMANIN SOĞUKTA DEPOLANAN
(2°C) KURBAĞA BACAKLARININ (*Rana esculenta*) DUYUSAL,
KİMYASAL VE MİKROBİYOLOJİK KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Miray ETYEMEZ

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ AVLAMA VE İŞLEME
TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI**

Danışman :Doç. Dr. Gülsün ÖZYURT

Yıl: 2011, Sayfa: 66

Jüri :Prof. Dr. Abdurrahman POLAT

:Doç. Dr. Gülsün ÖZYURT

:Yrd. Doç. Dr. Meltem MANAŞIRLI

Farklı dozlarda gama ışınlamanın soğukta depolanan (2°C) kurbağa bacaklarının (*Rana esculenta*) duyusal, kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir. Tüm gruplarda kurbağa bacaklarının temel yağ asitlerinin palmitik asit, stearik asit, oleik asit, linoleik asit ve cis-11,14,17-eicosatrienoik asit olduğu belirlenmiştir. Belirtilen bu yağ asitleri ışınlama işleminden etkilenmemiştir. Kimyasal parametrelerden TVB-N değeri kontrol gurubunda 10. günde 50.11 mg/100g olarak bulunurken, 4 ve 5 kGy dozlarda ışınlanan gruplarda ise 17. günde sırasıyla 48.08 ve 43.29 mg/100g olarak bulunmuştur. Buna karşın, depolama periyodu sonunda ışınlanmış kurbağa bacaklarının TBA değerlerinin ışınlanmamış örneklerden daha yüksek olduğu gözlenmiştir. 4 kGy dozda ışınlamayla *Salmonella'* nın tamamıyla elemine edildiği bulunmuştur. Diğer mikrobiyolojik analizler (TAMB, Psikrofil, *Enterobacteriaceae* sayımı) her ne kadar 4 kGy dozda ışınlamanın bakterileri önemli derecede elemine etmesine rağmen, 5 kGy dozda ışınlamanın bakterilerin eliminasyonunda daha iyi olduğunu göstermiştir. Duyusal değerlendirmeye göre, soğukta depolama boyunca kurbağa bacaklarının raf ömrü ışınlanmayan kurbağa bacaklarında 10 gün ve ışınlananlarda 17 gündür. 4 veya 5 kGy dozda ışınlama uygulanmasının raf ömrü üzerinde bir farklılık yaratmamıştır. Aynı zamanda duyusal analizlerden elde edilen sonuçlar kimyasal ve mikrobiyolojik analizlerle desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kurbağa bacağı, Yağ asitleri, Gama ışınlama, Raf ömrü, Mikrobiyal bozulma

ABSTRACT

MSc THESIS

EFFECTS OF GAMMA IRRADIATION ON SENSORY, CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL QUALITY OF FROG LEGS (*Rana esculenta*) DURING COLD STORAGE (2°C).

Miray ETYEMEZ

ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF FISHING AND FISH PROCESSING

Supervisor : Assoc. Prof.Dr. Gülsün ÖZYURT
Year: 2011, Pages: 66
Jury :Prof. Dr. Abdurrahman POLAT
:Assoc. Prof. Dr. Gülsün ÖZYURT
:Asst. Prof. Dr. Meltem MANAŞIRLI

The effects of gamma irradiation (0, 4 and 5 kGy) on the chemical, microbiological and sensorial quality of frog legs (*Rana esculenta*) during cold storage (2°C) were investigated. The major fatty acids of frog legs in all groups were found as palmitic acid, stearic acid, oleic acid, linoleic acid ve cis-11,14,17-eicosatrienoic acid. The fatty acids indicated before were not affected by the irradiation process. While TVB-N values of control groups found as 50.11 mg/100 g after a 10 day storage period, 4 and 5 kGy samples were found as 48.08 and 43.29 mg/100 g respectively after 17 days. However, it was observed that TBA values for irradiated frog legs were higher than for unirradiated samples at the end of their storage periods. It was found that *Salmonella* was totally eliminated by irradiation at a dose of 4 kGy. Other microbiological analysis (TVC, PB, *Enterobacteriaceae*) showed that an irradiation at 5 kGy were the best at eliminating bacteria even if a dose of 4 kGy was also eliminated bacteria significantly. On the bases of sensorial evaluation, the shelf life of frog legs during cold storage was 10 days for unirradiated frog legs and 17 days for the irradiated ones. There were no significant differences on shelf life between irradiation at doses of 4 and 5 kGy. It was also observed that sensory assessment results have supported by the chemical and microbiological analyses.

Key Words: Frog leg, Fatty acids, Gamma irradiation, Shelf life, Microbial spoilage

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresince geniş bilgi birikimi ve yardımını esirgemeyen, ihtiyaç duyduğum her an bana zaman ayıran değerli danışman hocam Sayın Doç. Dr. Gülsün ÖZYURT'a, bu araştırmanın gerçekleştirilmesinde gösterdiği özveriden dolayı Yrd. Doç. Dr. Caner Enver ÖZYURT'a teşekkürlerimi sunarım.

Mikrobiyolojik analizlerin gerçekleşmesinde yardım ve bilgisini esirgemeyen Dr. Esmeray Küley BOĞA'ya, araştırmanın laboratuvar aşamasında emeği geçen Arş. Gör. Ayşe ŞİMŞEK, Yüksek lisans öğrencilerinden Burhan TUĞYAN'a, Muzaffer PERKER'e, tez materyalimin hazırlık aşamasında ıslamlama işleminin uygulandığı SANAEM Işnlama Tesis müdür ve çalışanlarına gösterdikleri yakın ilgi ve yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

Eğitim hayatımın tüm aşamasında maddi ve manevi destekleriyle hep yanımda olan aileme ve tez çalışmam sürecinde her zaman yanımda olan ve yardımını esirgemeyen değerli arkadaşım Ferhat BÜYÜKDEVECİ'ye teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER	SAYFA
ÖZ.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VIII
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	X
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	5
3. MATERYAL VE METOD.....	13
3.1. Örneklerin Hazırlanması.....	13
3.2. Kimyasal Analizler.....	15
3.2.1. Biyokimyasal Kompozisyon Analiz Metotları.....	15
3.2.1.1. Kuru Madde ve Ham Kül Analizi.....	16
3.2.1.2. Ham Protein Analizi.....	16
3.2.1.3. Lipit Analizi.....	17
3.2.1.4. Yağ Asitleri Analizi.....	18
3.2.2. Kimyasal Kalite Kontrol Analizleri.....	19
3.2.2.1. pH Ölçümü.....	19
3.2.2.2. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Analizi.....	19
3.2.2.3. Tiyobarbitürik Asit Sayısı (TBA) Analizi.....	19
3.2.3. Mikrobiyolojik Analiz.....	20
3.2.4. Kurbağa Bacağının Duyusal Analizi.....	22
3.2.5. İstatistiksel Analizler.....	23
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	25
4.1. Farklı Dozlarda Işınlanmış Kurbağa Bacaklarının Biyokimyasal Kompozisyonunda Meydana Gelen Değişimler.....	25
4.1.1. Besin Madde Bileşenleri.....	25
4.1.2. Yağ Asitleri Kompozisyonu.....	27

4.2. Farklı Dozlarda Işınlanmış Kurbağa Bacaklarının 2°C’de Depolanması Süresince Kimyasal Kalite Kontrol Parametrelerinde Meydana Gelen Değişimler.....	31
4.2.1. pH.....	31
4.2.2. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N).....	33
4.2.3. Tiyoobarbitürik Asit Sayısı.....	35
4.3. Farklı Dozlarda Işınlanmış Kurbağa Bacaklarının 2°C’de Depolanması Süresince Meydana Gelen Değişimler Mikrobiyolojik Değişimler.....	37
4.4. Farklı Dozlarda Işınlanmış Kurbağa Bacaklarının 2°C’de Depolanması Süresince Duyusal Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler.....	43
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	47
KAYNAKLAR.....	51
ÖZGEÇMİŞ.....	61
EKLER.....	62

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 2.1. Gıda Gruplarında Belirli Teknolojik Amaçlara Göre Uygulanmasına İzin Verilen Işınlama Dozları (Anonim, 2002).....	11
Çizelge 4.1. Farklı Dozlarda Işınlanan Kurbağa Bacaklarının Besin Madde Bileşenlerinde Meydana Gelen Değişimler (%).....	25
Çizelge 4.2. Farklı Dozlarda Işınlanan Kurbağa Bacaklarının Yağ Asitlerindeki Değişimler (%).....	28
Çizelge 4.3. Farklı Dozlarda Işınlanan Kurbağa Bacaklarının Soğuk Depolanması Süresince pH Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler.....	31
Çizelge 4.4. Farklı Dozlarda Işınlanan Kurbağa Bacaklarının Soğuk Depolanması Süresince TVB-N (mg/100g) Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler.....	33
Çizelge 4.5. Farklı Dozlarda Işınlanan Kurbağa Bacaklarının Soğuk Depolanması Süresince Tiyobarbitürik Asit Sayısı (TBA, mg MA/kg) Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler.....	35
Çizelge 4.6. Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri, Psikrofil Bakteri, <i>Enterobacteriaceae</i> Canlı Sayımları (log kob/g).....	38
Çizelge 4.7 Farklı Dozlarda Işınlanan Kurbağa Bacaklarının Soğuk Depolanması Süresince Renk ve Koku Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler.....	43
Çizelge 4.8. Farklı Dozlarda Işınlanan Kurbağa Bacaklarının Soğuk Depolanması Süresince Lezzet ve Doku Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler.....	43
Çizelge 4.9. Farklı Dozlarda Işınlanan Kurbağa Bacaklarının Soğuk Depolanması Süresince Genel Kabul Edilebilirlik Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler.....	44

ŞEKİLLER DİZİNİ	SAYFA
Şekil 3.1. Kurbağanın (<i>Rana esculenta</i>) Genel Görünümü.....	13
Şekil 3.2. 3042 Harwell Amber Akrilik (perspeks) (PMMA) Dozimetrelerin Genel Görünümü.....	14
Şekil 3.3. Işınlanmış Dozimetrelerin Absorbans Değerlerinin Ölçümünde Kullanılan Spektrofotometre (UV-4 ATI-UNICAM)	15
Şekil 3.4. Kurbağa Etinden Elde Edilen ve Baird Parker Agar (BPA)’a Aşıl原因an Kolonilerin Saflaştırma İşlemi.....	21
Şekil 3.5. Kurbağa Etinden Elde Edilen ve XLD Agar’a Aşıl原因an Kolonilerin Saflaştırma İşlemi.....	22
Şekil 3.6. Farklı Dozlarda Işınlanan Kurbağa Bacaklarının Duyusal Analizinde Kullanılan Değerlendirme Formu.....	22
Şekil 4.1. Farklı Dozlarda Işınlanan Kurbağa Bacaklarının Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri (TAMB) Sayımı.....	40
Şekil 4.2. Farklı Dozlarda Işınlanan Kurbağa Bacaklarının Toplam Psikrofil Bakteri (TPB) Sayımı.....	40
Şekil 4.3. Farklı Dozlarda Işınlanan Kurbağa Bacaklarının Toplam <i>Enterobacteriaceae</i> Mikroorganizma Sayımı.....	41

SİMGELER VE KISALTMALAR

SFA	Doymuş yağ asitleri
MUFA	Tekli doymamış yağ asitleri
PUFA	Çoklu doymamış yağ asitleri
EPA	Eikosapentaenoik asit
DHA	Dekosaheksaenoik asit
TVB-N	Toplam uçucu bazik azot
TBA	Tiyobarbitürik asit
TAMB	Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri
PB	Psikrofil Bakteri
<i>Ent.</i>	<i>Enterobacteriaceae</i>
kGy	Kilo Gray

1. GİRİŞ

Kurbağa eti, yağ miktarı düşük, protein ve mineral madde içeriğince zengin ve sindirimi kolay bir gıda kaynağıdır. Kurbağa etinin lezzetli olması, tavuk etine benzer tat ve renge sahip olması nedeniyle özellikle arka bacaklarının, Fransa gibi birçok Avrupa ülkesinde sevilerek tüketildiği bilinmektedir. Ancak, ülkemizde tüketimi fazla olmayıp büyük bir kısmı yurt dışına ihraç edilmektedir. Ülkemizden yurt dışına canlı, taze veya dondurulmuş kurbağa bacağı ihracatının yılda 4 bin ton civarında olduğu tahmin edilmektedir (Özgür, 2005). Ülkemizde canlı kurbağa ve işlenmiş kurbağa bacağı ihracatı yapan 13 firma bulunmaktadır. İç piyasada güneyde genelde turistik tesislerin yoğun olduğu bölgelerde tüketilen kurbağa bacağı yurt dışına ihraç ettiğimiz ülkelerin başında; Fransa, Belçika, İtalya, İsviçre, ABD gelmektedir. Kurbağa türleri içerisinde dünyada ekonomik değeri olan ve gıda endüstrisinde önem taşıyan kurbağa çeşitleri *Rana esculenta* ve *Rana fusca*'dır. Dış pazarda temizlenmiş taze kurbağa bacağının kilosu yaklaşık 12 Euro'ya, donmuş olanları ise 5 Euro'ya kadar alıcı bulabilmektedir (Özgür, 2005).

Gıda ışınlama teknolojisi, gıda korunması ve kalite artırımı ile ilgili sorunların çözümünde geleneksel yöntemlere alternatif olarak üzerinde çalışılan yeni bir gıda muhafaza yöntemidir. Bugün dünyada 35 ülkede 100'e yakın gıda ışınlama tesisi faaliyet göstermektedir. Işınlanmış gıdaların toplam miktarı 2000 yılında 250 bin tonun üzerinde gerçekleşmiştir. 2001 yılı rakamlarına göre ise 30'dan fazla ülkede gıda ışınlamanın ticari uygulaması gerçekleşmiş ve ışınlanmış gıda hacmi yaklaşık 300 bin tona ulaşmıştır. 2005 yılında dünyada ışınlanmış gıdaların toplam miktarının 405 bin ton olduğu bunun 32 bin tonunu yani yaklaşık %8'ini et ve deniz ürünlerinin oluşturduğu bildirilmiştir (Kume ve ark., 2009).

Türkiye'de ışınlanmış gıdaların tüketici tarafından kabulü konusunda değişik kesimlerden katılan 444 kişi ile gerçekleştirilen bir anket çalışmasında tüketicilerin gıda ışınlama teknolojisi hakkındaki bilgilerinin gelişmiş ülkelerle kıyaslandığında oldukça düşük olduğu (%29) tespit edilmiştir (Güneş ve ark., 2006) . Tüketicilerin %80'i ışınlanmış gıdaların güvenilirliği konusunda endişelidir. Katılımcıların sadece %11'i ışınlanmış gıdaları güvenilir bulduğunu belirtmişlerdir. Gıda ışınlamanın

kırmızı et ve tavuk etindeki patojenleri elemine edebileceğini öğrendikten sonra ısıtılmış gıdaları tercih edenlerin oranı %62'ye yükselmiştir. Isıtılmış ürünlerin fiyatları ile ilgili elde edilen sonuçlara göre katılımcıların %44'ü ısıtılmamış ürünlerle aynı fiyatta olduğu zaman ısıtılmış ürünleri tercih edeceğini söylemiştir. Bununla birlikte %23'ü ısıtılmış gıdalar için %5 daha fazla para ödeyebileceklerini belirtmiştir. Gıda ısıtılma prosesinin güvenilirliği USDA, FDA, FSIS, IAEA, FAO, WHO gibi birçok bağımsız ve itibarlı kuruluşun ayrı ayrı çalışmalarıyla onaylanmış, gıdaların kalite güvenliğinin muhafazasındaki etkisi ortaya konmuştur. Dünya genelinde yaklaşık 20 ülkede taze veya donmuş balık, kurutulmuş balık, balık unu, balık ürünleri, taze veya dondurulmuş kurbağa bacağı, taze veya dondurulmuş su ürünleri, taze veya dondurulmuş istiridye gibi ürünler için ısıtılma işlemine izin verilmiştir. Ülkemizde ise daha çok baharat, kurutulmuş sebze, kuru yemiş (badem, hurma, çam fıstığı, kuş üzümü vb.) gibi kuru gıdalar ısıtılma yöntemi ile muhafaza edilmektedir (Korel ve Orman, 2005).

Isıtılmanın gıda korumada kullanılmasının temel nedenlerinden biri, bozulmaya neden olan mikroorganizmalar ile tüketici üzerinde sağlık riski oluşturan patojenlerin inaktive edilmesidir. Gıdalarla insanlara geçen patojenlerden insan sağlığını önemli ölçüde tehdit edenlerin başında *Salmonella* spp., *Campylobacter jejuni*, *Listeria monocytogenes* ve *E.coli* O157:H7 türleri gelmektedir. Düşük doz (<3.0 kGy) ısıtılma uygulamaları ile *Salmonella* spp., *Campylobacter jejuni*, *Listeria monocytogenes*, *E.coli* O157:H7, *Staphylococcus aureus* ve *Aeromonas hydrophilia* gibi patojenler belirgin olarak azaltılabilmekte veya inaktive edilebilmektedir (Thayer, 1995; Ahmed ve ark., 1997; Abu-Tarboush ve ark., 1996).

Dış piyasada ekonomik getirisi yüksek olduğu bilinen kurbağaların, ülkemizde yetiştiriciliği son yıllarda önem kazanmıştır. Yetiştirme koşullarında temin edilen besin (hayvan gübresi) nedeniyle ve doğal yaşam ortamlarında bulunan patojenik mikroorganizmalarca kontamine olabilirler. Özellikle *Salmonella* kontaminasyonu bu alanda karşılaşılan en önemli problemlerden birisidir. Bu yüzden kurbağa bacağı işleyen tesislerin kontamine bölgelerden kurbağa temininden kaçındığı bilinmektedir. Tamburan ve ark. (1985) klorlu su, dondurma ve 3-6 kGy doz aralığında ısıtılma uygulanan kurbağa bacaklarında *Salmonella*

dekontaminasyonunun sağlanabildiğini belirtmişlerdir. Türk Gıda Kodeksi ışınlama yönetmeliğinde “dondurulmuş kurbağa bacağına” uygulanacak ışınlama dozu için sınır değeri 5 kGy olarak belirtilmiştir. Ancak taze kurbağa bacağının ışınlama yöntemiyle korunumu ile ilgili literatürde yapılmış yeterince araştırmaya ulaşılammıştır. Kurbağa piyasasında taze olanların ekonomik getirisinin daha yüksek olduğu göz önüne alınırsa bu alanda yapılacak olan araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu amaçla bu projede farklı dozlarda (0, 4 ve 5 kGy) gama ışınlanarak soğukta depolanan (2°C) taze kurbağa bacaklarının mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşsal kalite değişimlerinin araştırılması ve raf ömrünün belirlenmesi hedeflenmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Gıdalarda koruma amaçlı ışınlama uygulaması 20.yüzyılın başlarında gelişmeye başlamış ve ilk kez 1930 yılında Fransız bir bilim adamı tarafından gıdalarda kullanılmak üzere patenti alınmıştır. 1940'lı yıllarda Amerika'da yapılan çalışmalarda, şehirden uzak alanlarda bulunan askerler için güvenli gıda temini amacıyla kullanılması düşünülmüş, 1972 yılından beri uzay yolculuklarında ışınlanmış gıdalar kullanılmaya başlanmıştır. Hastanelerde bağışıklık sistemi zayıflamış hastalardaki enfeksiyon riskini azaltmak için ışınlanmış gıdalardan yararlanılmıştır.

Gıda ışınlama teknolojisi dünyada gelişmiş ve gelişmekte olan pek çok ülkede gıda korunması ve kalite artırımı ile ilgili sorunların çözümünde geleneksel yöntemlere alternatif olarak kabul görmüştür. Bugün dünyada 50 ülkede 60'ı aşkın gıdanın ışınlanması yapılmaktadır (Lawless, 2007). Türkiye'de de biri ticari, diğeri araştırma amaçlı kullanılan iki adet ışınlama tesisi bulunmaktadır. Ticari olarak çalışan tesis Çerkezköy'de 1994 yılında kurulmuştur ve kaynak olarak Co⁶⁰ radyoaktif kaynak kalemleri kullanılmaktadır (Anonim, 2002). Bu firma, tıbbi malzeme ve gıda ışınlama alanlarında faaliyet gösterirken (Anonim, 2002), diğer tesis araştırma amaçlı olarak kurulan Ankara'daki Türkiye Atom Enerjisi Kurulu (TAEK) bünyesindedir.

Gıda ışınlaması ısı pastörizasyonu, konserve ve dondurma işlemlerine benzer fiziksel bir gıda işleme yöntemidir. Ancak bu yöntemde ısı yerine iyonlaştırıcı enerji kullanılmaktadır. Günümüzde gıda ışınlamasında en çok kobalt-60 izotopundan elde edilen gama ışınları kullanılmaktadır. Gıda ışınlaması esnasında ürünler ışın kaynağı ile hiçbir şekilde temas etmez ve ışınlanmış gıdalar kesinlikle radyoaktif hale gelmezler (Alkan, 2002). Ayrıca ışınlar gıdalardan geçerken gıdalarda bulunan bakteri, küf ve maya gibi mikroorganizmalar, parazit ve böcekler ile bunların yumurta ve larvalarını DNA moleküllerini tahrip etmek suretiyle zararsız hale getirerek gıdanın kalitesini korur, raf ömrünü uzatır. İyonize radyasyon DNA molekülü üzerinde kırılma ya da parçalanmaya neden olur, oluşan bu parçalanmanın düzeyi radyasyonun dozuna bağlıdır. Radyasyonun dozu yükseldikçe hücre

üzerindeki öldürücü etkisi de artar. Radyasyonun hücre üzerindeki etkisi ise hücrede aktif anyon ve serbest radikallerin oluşması ile olmaktadır (Satin, 1993). Oluşan serbest radikaller ortamda birbirleriyle reaksiyona girerek yeni moleküllerin oluşmasına neden olurlar.

Yapılan araştırmalar, taze balıkların mikrobiyolojik yükünün en az düzeye indirilmesi ve muhafaza süresinin uzatılmasında ışınlamanın etkili bir yöntem olduğunu göstermektedir. Genel olarak yüksek dozlarda ışınlamanın istenmeyen lezzet değişikliklerine sebep olması nedeniyle düşük dozlarda ışınlama tercih edilmektedir (Josephson and Peterson 1983, Öztaşırın et al. 1989, Ashie et al. 1996, Kamat and Thomas 1998). Ayrıca yağsız balıkların yağlı balıklara oranla ışınlamaya daha uygun olduğu, yağsız balıklarda ışınlamaya bağlı renk değişikliği ve acılaştırmanın daha az şekillendiği tespit edilmiştir (Gelosa, 2001).

Bir çok araştırmacı su ürünlerinde 4 kGy'e kadar olan ışınlama uygulamalarının patojen mikroorganizmaların kontrolünde başarılı olduğunu belirtmişlerdir (Nerkar ve Lewis, 1982; Nouchpramoul, 1985; Ito ve ark., 1989; Han ve ark., 1992).

Kwon ve ark. (1995) hava geçirmez şekilde paketlenmiş, kaynatılmış-kurtulmuş hamsilerde (*Engraulis engrasicholus*) mikroorganizmaların radiosensivitelevlerinin daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar 5 kGy dozda ışınlama uygulamasının oda sıcaklıklarında 6 ay, 5-10 °C'de depolamada ise 1 yıl mikrobiyal kalitenin sağlanabilmesi için yeterli olduğunu bulmuşlardır.

Lakshmanan ve ark. (1999) 2 kGy dozda ışınlanmış hamsilerin (*Stolephorus commersonii*) buzda raf ürünün 17 gün olduğunu, ışınlanmamış olanların ise 13 gün olduğunu belirtmiştir. Paketlenerek ışınlanmış olan örneklerin ise raf ömrünün 20 gün olduğunu belirtmiştir. Al-Kahtani ve ark. (1996) ise 1,5-10 kGy dozlarındaki gama ışınlamanın uskumru ve tilapyanın 2 °C'de 20 gün depolanımına imkan verdiğini bulmuşlardır.

Cozzo-Siqueira ve ark. (2003) 0, 1, 2,2 ve 5 kGy dozlarda ışınladıkları tilapia'ları (*Oreochromis niloticus*) 0,5 ve 2 °C'de depoladıkları bir araştırmada, ışınlanmamış örneklerde TVBN seviyelerinin artmasına karşın ışınlanmış balıklarda

stabil kalma eğiliminde olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca lipit oksidasyonunun ışınlama dozu arttıkça artma eğiliminde olduğunu belirtmişlerdir.

Kasımoğlu ve ark. (2003) 3 kGy dozda gama ışınlamanın sardalyanın (*Sardina pilchardus*) 2 °C’de depolanması süresince raf ömrünü 10 günden 21 güne uzattığını belirtmişlerdir.

Kore’de geleneksel bir deniz ürünü yemeği olan “kwamegi”nin (yarı kurutulmuş Pasifik uskumrusu) su aktivite değeri 0,90-0,95 arasında değişmektedir. Chawla ve ark. (2003) *Salmonella typhimurium*, *S.aureus*, *B.cereus* ve *E.coli* gibi patojen mikroorganizmaların kwamegi’ye 4 kGy dozda ışınlama uygulanmasıyla inhibe edilebileceğini ve düşük su aktivitesi, düşük sıcaklık ve ışınlamanın birlikte kullanımının raf ömrünü uzatmada daha etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Chouliara ve ark. (2004) 1 ve 3 kGy dozlarda ışınlanmış tuzlanmış-vakum paketlenmiş çipura (*Sparus aurata*) filetolarının buzdolabında depolanmaları süresince mikrobiyolojik, kimyasal ve duyusal değişimlerini gözlemlemişlerdir. Işınlamanın bakteri popülasyonu üzerinde etkili olduğu özellikle de yüksek dozda ışınlama uygulanımının daha etkili olduğunu belirtmişlerdir. Kimyasal bozulma indikatörlerinden TMA’nın ışınlanmış gruplarda daha yavaş arttığı, benzer şekilde TVB-N değerlerinin de daha yavaş arttığını bulmuşlardır. Buna karşın, ışınlanmış örneklerin TBA değerlerinin ışınlanmamış olanlardan daha yüksek olduğu saptanmıştır. Duyusal değerlendirmelere göre ışınlanmış tuzlanmış-vakum paketli çipura filetolarının buzdolabındaki raf ömrü 27-28 gün olarak belirlenirken ışınlanmamış örneklerin raf ömrü 14-15 gün olarak belirlenmiştir.

Mendes ve ark (2005) taze Atlantik uskumrularını (*Trachurus trachurus*) 1 ve 3 kGy dozlarında gama ışınlayarak 23 gün buzda depolamışlardır. Işınlanmamış örneklerin duyusal olarak raf ömrü 8 günde dolarken ışınlanmış olanlarda bu süre 4 gün uzamıştır. 23 günün sonunda ışınlanmış örneklerde histamin seviyesi belirlenemeyecek düzeydeyken, ışınlanmamış örneklerde de yasal sınırı (100 mg/kg) geçmediği saptanmıştır.

Özden ve ark (2007a) 2,5 ve 5 kGy dozlarında uygulanan ışınlamanın buzda ve 4 °C’de depolanan çipuraların (*Sparus aurata*) mikrobiyal yüklerini önemli derecede düşürdüğünü bulmuşlardır. 2,5 ve 5 kGy dozlarında ışınlama uygulanarak

buzda depolanan çipuralarda toplam bazik azot değerlerinin (TVB-N) sırasıyla 25,26 ve 23,61 mg/100 g olduğu belirlenirken, ışınlanmamış olanlarda ise 36,44 mg/100 g'a yükseldiği saptanmıştır. Işınlanmış örneklerin trimetilamin (TMA) ve tiyobarbitürik asit (TBA) değerlerinin de ışınlanmamış olanlardan düşük olduğunu bulmuşlardır.

Erkan ve Özden (2007) 2,5 ve 5 kGy dozlarında uygulanan ışınlamanın 2 ve 4 °C'de depolanan çipuraların (*Sparus aurata*) yağ asitleri kompozisyonundaki değişimleri değerlendirdikleri bir araştırmada ışınlanmış örneklerin çok doymamış yağ asitlerinin ışınlanmamış olanlardan önemli derecede düşük olduğunu belirtmişlerdir.

Özden ve ark. (2007b), 2.5 ve 5 kGy dozlarında ışınlanmış levreklerinin (*Dicentrarchus labrax*) buzda ve 4 °C'de depolanmaları süresince mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşal değişimlerini incelemişlerdir. Işınlanmamış (kontrol grubu) levreklerin mikrobiyolojik yüklerinin ışınlanmış olanlardan daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Bozulmanın kimyasal indikatörlerinden birisi olan TVB-N değeri buzda depolamanın 17. gününde ışınlanmamış olanlarda 36.44 mg/100 g olarak bulunurken, ışınlanmış olanlarda (2.5 ve 5 kGy için sırasıyla 25.26 mg/100g ve 23.61 mg/100g) daha düşük değerler belirlenmiştir. Işınlanmış örneklerin TMA ve TBA değerlerinin ışınlanmamış olanlardan daha düşük olduğu görülmüştür. Araştırmacılar duyuşal değerlendirmelerin de bu sonuçları desteklediğini belirterek, ışınlanmamış levreklerin buzda depolanabilme süresinin 13 gün olduğunu ancak 2.5 kGy ışınlananların 15 gün ve 5 kGy ışınlanan levreklerin 17 gün depolanabileceğini saptamışlardır.

Mbarkı ve ark. (2008) farklı dozlarda gama ışınlamanın palamut (*Sarda sarda*)'nın buzda depolanması süresince bazı kalite değerleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırmada taze palamutlar aerobik olarak paketlenerek 0, 1,5, 3, 4,5, 6 ve 7,5 kGy dozlarında ışınlanarak 21 gün buzda depolanmışlardır. Mikrobiyolojik analizler psikrofilik ve mezofilik mikroorganizmaların 1,5 kGy dozunda elemine edildiğini göstermiştir. Kimyasal analizler ışınlanmış gruplarda daha düşük değerler olduğunu göstermiş ve histamin seviyesi ile ışınlama dozu arasında güçlü bir korelasyon olduğu saptanmıştır. 6 ve 7,5 kGy dozlarında ışınlama

uygulanımının çok doymamış yağ asitleri fraksiyonlarını önemli derecede azalttığı belirlenmiştir.

Reale ve ark. (2008) farklı gaz oranlarıyla modifiye atmosfer paketlenmiş levrek (*Dicentrarchus labrax*)'lere 3 kGy doz ışınlama uygulamışlardır. 3 kGy dozda ışınlama ile birlikte 60:35:5 CO₂/N₂/O₂ oranı içeren modifiye atmosfer paket uygulamasının en iyi sonucu verdiğini belirleyen araştırmacılar mikrobiyal kontaminasyonların azaltılması veya yok edilmesi ve daha uzun bir raf ömrü için kombine muhafaza yöntemleri içerisinde ışınlama yönteminin de yer alabileceğini bildirmişlerdir.

Hossain ve ark. (2008), Atlantik uskumrudan (*Scomberomorus guttatus*) izole ettikleri gıda kaynaklı mikroorganizmaların eliminasyonunda farklı dozlarda radyasyon uygulamalarının etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar *Staphylococcus* bakterilerinin 5 kGy dozda ışınlama sonrasında tamamen elemine olduklarını, toplam canlı bakteri (TVC) sayısında ise 3 log kadar düşüş olduğunu belirlemişlerdir.

Mbraki ve ark. (2009) vakum paketlemeyi takiben 1,5 kGy dozda gama ışınlama uygulamasının uskumruların (*Scomber japonicus*) soğuk depolanması (1 °C) süresince raf ömrü üzerine etkilerini araştırdıkları bir çalışmada, yalnızca vakum paketlenen grubun raf ömrünün 7 gün, vakum paketlenen sonra ışınlama uygulanan grubun ise 14 gün olduğunu belirtmişlerdir.

Moini ve ark. (2009) 5 kGy dozda ışınlamanın buzdolabında depolanan alabalık (*Onchorynchus mykiss*) filetolarında mikroorganizma gelişimini inhibe ettiğini ancak lipid ve protein oksidasyonunu hızlandırdığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar 4 haftaya kadar buzdolabında depolanma süresince 3 kGy dozda ışınlama uygulamasının alabalık filetolarında mikrobiyal ve biyokimyasal indislerin kontrol altına alınmasında kullanılabileceğini saptamışlardır.

Principe ve ark (2009), 1 ve 5 kGy dozlarda ışınlama uygulanmasının -18 °C'de depolanması süresince Arjantin'de sevilerek tüketilen bir balık türü olan *Dissostichus eleginoides*'in yağ asitleri kompozisyonunda önemli bir değişiklik yapmadığını bulmuşlardır.

Özoğul ve ark. (2010) gama ışınlamanın buzda depolanan levreklerde (*Dicentrarchus labrax*) nükleotid yıkım ürünleri üzerine etkilerini araştırmışlardır.

Araştırmada buzda depolama süresince nükleotid yıkımının 2,5 ve 5 kGy dozda ışınlanan levreklerde kontrol grubuna göre daha yavaş olduğu saptanmıştır. Işınlanmış levreklerde kontrol grubundan daha düşük seviyelerde hipoksantin ve inosin içeriği belirlenirken 5 kGy dozda ışınlamanın 2 kGy de ışınlamaya göre nükleotid yıkım ürünleri açısından daha etkili olduğu saptanmıştır.

Collins ve ark (2010), kanal kedibalığı (*Ictalurus punctatus*) filetolarına 0.5, 1 ve 1.5 kGy dozda ışınlama uygulamasının renk, doku ve lipit oksidasyonu üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar 3 °C’de 17 gün boyunca depoladıkları filetoların renk, doku ve oksidasyon (TBA) değerlerinde ışınlamadan kaynaklı bir değişim olmadığını ve düşük dozda ışınlanmış kedibalığı filetolarının kontrol grubundan ayırt edilemediğini belirtmişlerdir.

Işınlama gıdalarda patojenlerin inaktivasyonunu sağlarken, gıdanın bileşimi ve uygulanan doza bağlı olarak istenmeyen tat, koku, renk ve doku değişimlerine neden olabilmektedir (Kim ve ark., 2002). Bu nedenle her bir ürün için en uygun doz ve değişimlerin en az olduğu ışınlama koşullarının belirlenmesi gerekmektedir. Yüksek yağ içerikli et ürünlerinin ışınlama için uygun olmadığı, ışınlama işleminin özellikle çok doymamış yağ asitleri yüksek olan gıdalarda lipit oksidasyonunu hızlandırdığı belirtilmektedir (Jo ve Ahn, 2000). Kurbağa bacağı (*Rana esculanta*) yüksek protein ve düşük yağ içeriği ile değerli bir besin kaynağıdır. Patojen mikroorganizmalarca kontaminasyon riski yüksek ve yağ içeriği düşük olan kurbağa eti için ışınlama yöntemi ile muhafazanın oldukça uygun olduğu görülmektedir. Türk Gıda Kodeksi ışınlama yönetmeliğinde dondurulmuş kurbağa bacağına uygulanacak ışınlama dozu için sınır değeri 5 kGy olarak belirtilmiştir (Çizelge 2.1). Ancak taze kurbağa bacağının ışınlama yöntemiyle korunumu ile ilgili literatürde yapılmış yeterince araştırmaya ulaşılamamıştır.

Çizelge 2.1. Gıda Gruplarında Belirli Teknolojik Amaçlara Göre Uygulanmasına İzin Verilen Işınlama Dozları (Anonim, 2002)

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

Sonuç olarak bu projede, uygulanan ışınlama dozlarının taze kurbağa bacaklarının mikrobiyolojik, duyuşal ve kimyasal kalitesine ve toplamda raf ömrüne etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Literatürde kurbağa'nın ışınlanarak işlenmesi üzerine ulaşabildiğimiz tek kaynak Farkas (1998)'un belirttiğine göre Tamburan (1985)'nın yaptığı araştırmadır. Bu çalışmaya göre Tamburan (1985) klorlu su, dondurma ve ışınlamanın kombine kullanıldığı kurbağa bacaklarında 3-6 kGy lik uygulamaların ürünlerdeki *Salmonella*'yı elemine ettiğini belirtmiştir. Bu çalışma dışında kurbağa bacaklarının ışınlanarak muhafazası üzerine bir araştırmaya ulaşamamıştır. Tüm bu yönleriyle planlanan bu tez ile literatürdeki bu eksikliği tamamlayabilecek ve piyasa beklentilerine cevap bulacak sonuçlara ulaşılması amaçlanmıştır.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Örneklerin Hazırlanması

Bu çalışmada kullanılan kurbağa (*Rana esculenta*) örnekleri bölgede bulunan bir işleme tesisinden temin edilmiştir (Şekil 3.1). Ortalama ağırlıkları 30 ± 5.5 g olan kurbağaların önce kafaları kesilmiş, daha sonra tırnak, derileri ve iç organları ayrılmıştır. Temizleme sonrasında elde edilen yenilebilir bacak kısımları saf su ile yıkanarak 150'şer gram olacak şekilde polietilen poşetlerde paketlenmiştir. Paketlenmiş kurbağa bacağı örnekleri $50 \times 30 \times 15$ boyutlarındaki strafor kutulara yerleştirilmiştir. Hazırlanan örnekler aynı gün içerisinde soğuk zincir şartları kesilmeden buz içerisinde Ankara Sarayköy Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi (SANAEM)'ne götürülmüştür.



Şekil 3.1. Kurbağanın (*Rana esculenta*) Genel Görünümü

(<http://www.animalpicturesarchive.com/view.php?tid=3&did=24341>)

Kurbağa bacağı örneklerinin ışınlama işlemi, kesim işleminden 22 saat sonra SANAEM ışınlama tesisinde gerçekleştirilmiştir. Işınlamanın uygulanmadığı

kontrol grubu örnekleri aynı şartlarda taşınmış ancak ışınlama çemberinin dışında tutulmuştur. Kurbağa bacakları ışınlama doz hızı 2.72 kGy/saat ve gücü 316.000 curries olan Co- 60 gama ışınlayıcısı (PX-g-30 Isslodovateji) kullanılarak 0, 4 ve 5 kGy’lik dozlarda ışınlanmıştır. Işınlamaya giren örneklerin aldıkları dozlar ise yüzeylerine yapıştırılan plastik özellikli 3042 Harwell Amber akrilik (perspeks) polimetilmetaakrilat (PMMA) dozimetreler ile ölçülmüştür. Dozimetreler, radyasyona karşı duyarlı boyar madde içeren polimetilmetaakrilattan yapılmıştır. Işınlama sonrasında radyasyon dozu ile orantılı bir renk değişikliği meydana gelmektedir.

Işınlama öncesi, strafor kutu üzerine ön, orta ve arka kısımda olmak üzere toplamda 6 adet dozimetre yerleştirilmiştir (Şekil3.2). Kullanılan dozimetrenin özellikleri EK 1’de verilmiştir. Işınlanmış dozimetrelerin absorbans değerleri; spektrofotometre (UV-4 ATI-UNICAM) kullanılarak 603 nm’de ölçülmüştür (Şekil 3.3). Daha sonra dozimetrelerin kalınlıkları ölçülerek spesifik absorbans değerleri hesaplanmıştır. Spesifik absorbans değerlerini içeren tablo EK 2’de verilmiştir. Bulunan bu değerden kalibrasyon eşitliği kullanılarak radyasyon dozu hesaplanmıştır. Işınlanmış dozimetrelerin absorbans değerleri 4 kGy için 3.79 kGy, 3.92 kGy ve 3.92 kGy, 5 kGy için 4.87 kGy, 5.29 kGy ve 5.37kGy olarak hesaplanmıştır.



Şekil 3.2. 3042 Harwell Amber Akrilik (perspeks) (PMMA) Dozimetrelerin Genel Görünümü (Orijinal)



Şekil 3.3. Işınlanmış Dozimetrelerin Absorbans Değerlerinin Ölçümünde Kullanılan Spektrofotometre (UV-4 ATI-UNICAM) (Orijinal)

Araştırmada, kontrol grubu ve farklı dozlarda ışınlanmış kurbağa bacağı örnekleri soğuk zincir şartları kesilmeden Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İşleme Laboratuvarına getirilerek raf ömrü doluncaya kadar buzdolabında (2 °C) depolanmıştır. Soğuk depolama süresince raf ömrünü belirlemek amacıyla, 0, 3, 7, 10, 14 ve 17. günlerde rastgele alınan kurbağa bacaklarında kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal analizler yapılmıştır.

3.2. Kimyasal Analizler

3.2.1. Biyokimyasal Kompozisyon Analiz Metotları

Araştırmada ışınlama uygulanmayan ve uygulanan kurbağa bacağı örneklerinin besin madde bileşenlerinin saptanması amacıyla kuru madde, ham kül, ham protein, lipit ve yağ asitleri kompozisyonları analiz edilmiştir. Analiz öncesinde kurbağa bacağı örnekleri bir kıyma makinesi kullanılarak homojenize edilmiş ve tüm analizler en az 3 paralel olacak şekilde uygulanmıştır.

3.2.1.1. Kuru Madde ve Ham Kül Analizi

Kurbağa bacağı örneklerinin kuru madde ve ham kül tayini için, kurutma dolabında kurutulup desikatörde oda sıcaklığına kadar soğutulan ve 0.1 mg duyarlı hassas terazide darası alınan porselen kaplara homojenize edilmiş olan örneklerden yaklaşık 3.5 - 4 g tartılarak konmuştur. Daha sonra, örnekler etüvde 103 °C’de 4 - 5 saat süreyle (sabit bir ağırlığa kadar) kurutulmuştur. Bu işlem her bir muamaele gurubuna ait örneklerden en az 4 paralel olacak şekilde yapılmıştır. Daha sonra, oda sıcaklığına kadar soğumaları için desikatöre alınmış ve 0.1 mg duyarlı hassas terazide tartılmıştır.

Ham kül tayini için AOAC (935.47,1998) metoduna göre aynı örnekler, yakma fırınına yerleştirilerek 550 °C’de, 3-5 saat süreyle (sabit bir ağırlığa ve açık gri bir renk oluşumuna kadar) yakılmış ve desikatörde oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra tartılmıştır.

Analiz sonucunda örneklere ait kuru madde ve ham kül (%) oranları aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$KuruMadde(\%) = \frac{(Dara(g) + kurumadde(g)) - Dara(g)}{Örnekmiktarı(g)} \times 100$$

$$HamKül(\%) = \frac{(Dara(g) + hamkül(g)) - Dara(g)}{Örnekmiktarı(g)} \times 100$$

3.2.1.2. Ham Protein Analizi

Toplam ham protein oranı Kjeldahl metoduna (AOAC 981.10,1998) göre yapılmıştır. Homojenize edilmiş örnekten Kjeldahl tüpleri içersine 1 g koyularak, üzerine 2 adet katalizör kjeldahl tablet (Merck, TP826558) ve 20 mL H₂SO₄ eklenerek yakma ünitesine yerleştirilmiş ve tüplerin içersindeki örnek yeşil-sarı saydam bir renk oluşuncaya kadar 420 °C’de 2-3 saat yakılmıştır. Yakma işleminin ardından bu tüpler oda sıcaklığında soğumaya bırakılmış ve soğuduktan sonra

örneğin bulunduğu tüp içersine 75 mL su eklenmiştir. Kjeldahl cihazına kjeldahl tüpleri ile destilat yakalama kısmına da, 25 mL % 40'luk borik asit (H_3BO_3) solüsyonu eklenen erlen yerleştirilerek % 40'luk NaOH ile 6 dakika destilasyon işlemi yapılmıştır. Destilasyon sonunda erlen içersindeki destilat 0.1M HCl ile rengi şeffaf olana kadar titre edilmiştir. Sarf edilen HCl miktarı kaydedilerek aşağıdaki formül yardımıyla protein miktarları bulunmuştur.

$$N(\%) = \frac{14.01 \times (A - B) \times M}{\text{Örnekmiktarı}(g) \times 10} \times 100$$

$$\text{Ham Protein}(\%) = \%N \times 6.25$$

A: Örnek için sarf edilen HCl miktarı

B: Kör için sarf edilen HCl miktarı

M: Asit molaritesi

g: Örnek miktarı

3.2.1.3. Lipit Analizi

Lipit analizi Bligh ve Dyer (1959) metoduna göre yapılmıştır. Kurbağa bacağı örneklerinin lipit analizi için önceden homojenize edilmiş olan örneklerden yaklaşık 3 g örnek, 0.1 mg duyarlı hassas terazide tartılmıştır. Her bir araştırma gurubuna ait örneklerden en az 3 paralel yapılmıştır. Örnekler üzerine 1:2 oranında 120 mL metanol kloroform karışımı eklenerek Ultra-turaksda(T 25 basic IKA-WERKE) tekrar homojenize edilmiştir. Daha sonra bu örnekler üzerine % 0.4'lük $CaCl_2$ solüsyonundan 20 mL eklenerek bir süzme kağıdında(Schleicher & Schuell, 595^{1/2} 185 mm) süzülen örnekler, 105 °C'de 2 saat kurutma dolabında bekletilip darası alınmış olan balonlara süzdürülmüştür. Bu balonlar ağızları hava almayacak şekilde kapatılarak 1 gece karanlık bir ortamda bekletilmiş ve ertesi gün metanol su'dan oluşan üst tabaka, bir pastör pipeti yardımıyla atılmıştır. Balon içinde kalan solüsyondaki kloroform lipit kısmından kloroform, 60 °C'de su banyosu yardımıyla bir rotary evaporatör (Herdolph WB 2000, Germany) kullanılarak uçurulmuştur.

Daha sonra, balonlar etüvde 1 saat süreyle 90 °C’de bekletilerek içerisindeki kloroformun tamamen uçması sağlanmış ve bir desikatör içerisinde oda sıcaklığına kadar soğutulup 0.1 mg duyarlı hassas terazide tartılmıştır. Lipit oranının hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$Lipit(\%) = \frac{[(BalonDarası(g) + lipit(g)) - BalonDarası(g)]}{ÖrnekMiktarı(g)} \times 100$$

3.2.1.4. Yağ Asitleri Analizi

Ekstrakte edilmiş lipitten, yağ asidi metil esterleri Ichibara ve ark. (1996) metoduna göre yapılmıştır. 25 mg ekstrakte edilmiş yağ örneği üzerine 4 mL 2M’lık KOH VE 2 mL n-heptan ilave edilmiştir. Daha sonra oda sıcaklığında 2 dakika vortekste karıştırılmış ve 4000 rpm’ de 10 dakika süreyle santifüj edilmiş ve heptan tabakası GC’ de analiz için alınmıştır. Yağ asitleri kompozisyonu alev iyonizasyon detektörü (FID) ve 30m × 0.32 mm ID × 0.25µm film kalınlığında SGE kolonlu otomatik örneklemeli (Perkin Emler,USA) Gaz kromatografisi (GC) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Enjektör ve detektör sıcaklıkları sırasıyla önce 220 °C sonra 280 °C’ ye ayarlanmıştır. Bu esnada fırın sıcaklığı 5 dakikada 140 ‘de tutulmuştur. Sonrasında 200 °C ‘ ye kadar, her dakika 4 °C arttırılarak, 200 °C ‘den 220 °C’ ye de her dakika 1°C arttırılarak getirilmiştir. Örnek miktarı 1 ml olup, taşıyıcı gazı kontrolü 16 ps’ de olması sağlanmıştır. Split uygulaması 1:50 oranında gerçekleştirilmiştir. Yağ asitleri standart 37 bileşenden oluşan FAME karışımının gelme zamanlarına bağlı olarak karşılaştırılmasıyla tanımlanmıştır. Aynı şekilde yapılan iki GC analiz sonuçları ± standart sapma değerleri ile % olarak ifade edilmiştir.

3.2.2. Kimyasal Kalite Kontrol Analizleri

3.2.2.1. pH Ölçümü

Örneklerdeki pH değişimleri dijital bir pH metre (WTW 315i pH meter; Weilheim, Germany) kullanılarak ölçülmüştür. 5 g kurbağa bacağı 50 mL saf su içersinde (1/10) 5 dakika süreyle homojenize edilmiş ve pH metre bu solüsyona daldırılarak pH değeri belirlenmiştir.

3.2.2.2. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Analizi

Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) analizi Antonocopoulos (1973)'e göre yapılmıştır. Homojenize edilen 10 gr et tartılıp kayıt edilmiştir. Üzerine yaklaşık 0,5-0,7 g MgO ve 100 mL saf su ilave edilerek distile edilmiş ve erlene ise 10 mL % 3'lük borik asit, 100 mL su ve 6-8 damla metil kırmızısı eklenmiştir. Daha sonra 200 mL distilat biriktirilmiş ve oluşan distilat 0.1 N H₂SO₄ ile titre edilmiştir. Örneklerin toplam uçucu bazik azot miktarları aşağıdaki formülde verildiği şekilde hesaplanmıştır.

$$TVB - N(mgN / 100gÖrnek) = \frac{A \times 1,4 \times 100}{B}$$

A: mL olarak harcanan 0.1 N asit miktarı

B: Örneğin tartım ağırlığı

3.2.2.3. Tiyobarbitürik Asit Sayısı (TBA) Analizi

Tiyobarbitürik Asit Sayısı (TBA) tayini Tarladgis ve ark. (1960)'a göre spektrofotometrik yöntem kullanılarak yapılmıştır. Homojenize edilmiş olan örneklerden 10 g örnek kjeldahl tüpüne tartılmış ve üzerine 97.5 L distile su + 2.5 mL 1 : 2 'lik HCl eklenmiştir. Daha sonra 200 mL destilat toplanıncaya kadar distile edilmiştir. Her bir erlen için en az 2, kör için 1 adet kapaklı tüp alınmış ve

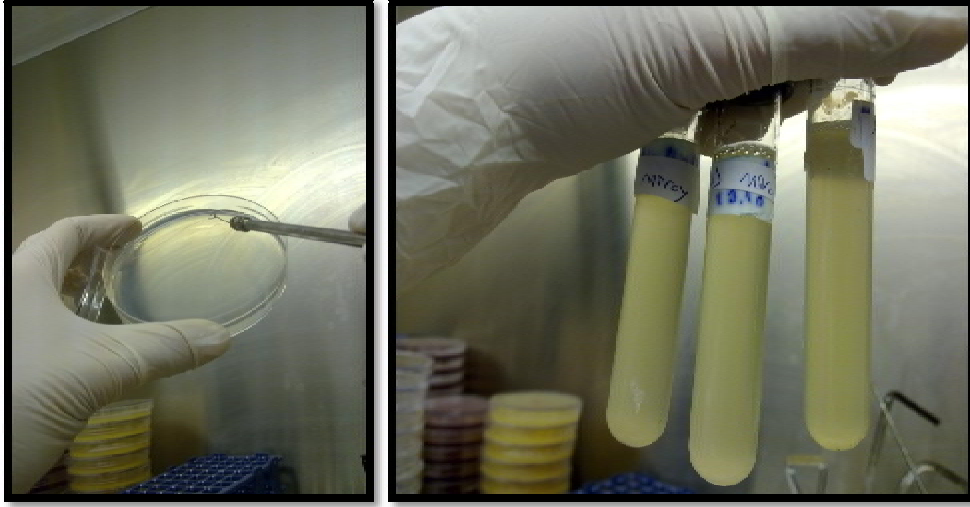
tüplere 5 mL destilat, 5 mL TBA reaktifi konmuştur. Kör için ise 5 mL saf su ve 5 mL TBA reaktifi konmuştur. Bu tüpler 35 dk kaynayan su içerisinde kaynatılıp soğutulmuş ve 538 nm dalga boyunda UV spektrofotometrede okunmuştur. Okunan değerler 7.8 ile çarpılarak 1000 g örnekte mevcut malonaldehit miktarı mg olarak saptanmıştır.

3.2.3. Mikrobiyolojik Analiz

Mikrobiyolojik analizler ışınlama öncesi (0.gün) ve ışınlama sonrası analiz günlerinde (3, 7, 10, 14 ve 17. gün) kurbağa eti bozuluncaya dek yapılmıştır. Mikrobiyolojik analizler için kontrol ve farklı dozlarda (4 ve 5 kGy) ışınlanmış kurbağa bacaklarından aseptik koşullarda steril plastik torba içerisine 10 g tartılan örnekler üzerine 90 mL Ringer solüsyonu (Merck, 1.15525.0001) ilave edilerek, Stomacher (IUL Instrument, İspanya) ile 2 dakika süreyle homojen hale getirilmiştir. Daha sonra ondalık seyreltikler yapılarak uygun seyreltikten 0,1 mL alınarak toplam mezofilik ve psikrofil canlı sayımı için Plate Count Agar (PCA) (Fluka, 70152) bulunan petri kutusu yüzeyine 3 paralel olacak şekilde ekim yapılmıştır. Seyreltilerin absorbe olması için petri kutuları 10 dakika tezgâh üzerinde bırakılmıştır. Bakterilerin inkübasyon süresi ve sıcaklığı Toplam psikrofil ve mezofil canlı sayımı için sırasıyla 7 °C’de 10 gün ve 30 °C’ de 48 saat olmuştur. Koloni oluşturan birimler (kob/g) aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$Koloni oluşturan birim sayısı(kob / g) = \frac{Koloni sayısı}{Aşılama miktarı \times Seyreltme faktörü}$$

Staphylococcus aureus sayımı için uygun seyreltiklerden Baird-Parker Agar (Merck, 1.10675)’a ekim yapılmış ve 37 °C’de 48 saatlik inkübasyon sonunda üreyen koloniler nutrient broth (Merck 1.05443.0500)’a alınarak saflaştırma işlemi gerçekleştirilmiştir. (Şekil 3.4). Broth içerisindeki saf koloniler API Staph test kiti kullanılarak tanımlanmıştır.



Şekil 3.4. Kurbağa Etinden Elde Edilen ve Baird Parker Agar (BPA)'a Aşıl原因an Kolonilerin Saflaştırma İşlemi

Toplam *Enterobacteriaceae* sayımı için çift kat dökme plak yöntemi kullanılmıştır (FDA 1998). Uygun seyreltiklerden 1 mL alınarak üzerine Violet Red Bile Agar (Oxoid, CM0107) dökülerek 37 °C' de 48 saatlik inkübasyon sonunda üreyen koloniler sayılmıştır.

Salmonella sayımı için 225 mL buffered peptonlu su içerisine 25 g et örneği alınarak Stomacher (IUL Instrument, İspanya) ile 2 dakika süreyle homojen hale getirilmiştir. Elde edilen homojenat 37 °C'de 24 saat inkübasyona alınmıştır. İnkübasyon sonrasında kültürden 0.1 ve 1 mL alınarak sırasıyla Rappaport-Vassiliadis broth (Fluka, 17173) ve Muller Kauffmann Tetrathionate-Novobiocin Broth (Oxoid, CM1048)'a aşılanmış ve 41.5±1 °C ve 37 °C'de 24 saat inkübe edilmiştir. Ele edilen kültürlerden XLD (Merck 1.05287) ve Brilliant Green Agar (Fluka, B1801)'a ekim yapılmış ve 37 °C' de 24 saatlik inkübasyon sonunda üreyen koloniler nutrient broth'a alınarak saflaştırma işlemi gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.5). Broth içerisindeki saf kolonilerin doğrulanması için API 20E test kiti kullanılmıştır (ISO 6579:2002 Method).



Şekil 3.5. Kurbağa Etinden Elde Edilen ve XLD Agar'a Aşıl原因an Kolonilerin Saflaştırma İşlemi

3.2.4. Kurbağa Bacağının Duyusal Analizi

Araştırmada, depolama süresince yapılan kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yanında, duyusal testler de yapılmıştır. Kurbağa bacağı örnekleri 100 °C'de yaklaşık 7-8 dakika pişirme poşetleri içersinde, tuz ve baharat eklenmeden haşlandıktan hemen sonra panelistlere sunulmuştur. Pişirilmiş kurbağa bacağının duyusal değerlendirilmesi Paulus ve ark. (1979)' na göre yapılmıştır. Örneklerin renk, koku, lezzet, doku yapısı ve genel kabul edilebilirlik değeriinde meydana gelen değişimler, 6 kişilik deneyimli bir panelist grubu tarafından değerlendirilmiştir. 1 ile 9 skalasını baz alınarak yapılan duyusal değerlendirmede 9 skoru “çok iyi kaliteyi”, 7-8 skoru “iyi kaliteyi”, 5-6 skoru “kabul edilebilirlik sınırını” gösterirken, 1-4 skoru “kötü veya kabul edilemez” olduğunu ifade etmektedir (Paulus ve ark., 1979) (Şekil 3.4).

Piştirilmiş Kurbağa Bacağı/...../.....

	9 Çok iyi	8 İyi	7 Oldukça İyi	6 Biraz İyi	5 Yorumsuz	4 Biraz kötü	3 Kötü	2 Çok Kötü	1 Oldukça kötü
Renk									
Koku									
Lezzet									
Doku Yapısı									
Genel Kabul Edilebilirlik									

Yorumlarınız:

Şekil 3.6. Farklı Dozlarda Işınlanan Kurbağa Bacaklarının Duyusal Analizinde Kullanılan Değerlendirme Formu

3.2.5. İstatistiksel Analizler

Farklı dozlarda ışınlanan kurbağa bacaklarının depolanması sürecinde kalite parametrelerinin değişimi tek yönlü varyans analizi (one-way ANOVA) ile irdelenmiş, değişimin önemli bulunduğu durumlarda hangi grupların farklılık arz ettiği çoklu karşılaştırma yöntemlerinden Duncan testi ile analiz edilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Farklı Dozlarda Işınlanmış Kurbağa Bacaklarının Biyokimyasal Kompozisyonunda Meydana Gelen Değişimler

4.1.1. Besin Madde Bileşenleri

Araştırmada, farklı dozlarda ışınlanarak soğuk depolanan (2 °C) kurbağa bacaklarının besin madde bileşenlerinde meydana gelen değişimler Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Farklı Dozlarda Işınlanan Kurbağa Bacaklarının Besin Madde Bileşenlerinde Meydana Gelen Değişimler (%).

	Kontrol	4 kGy	5 kGy
Nem (%)	83.18±0.50 ^c	81.60±0.50 ^a	82.41±0.53 ^b
Ham Kül (%)	0.65±0.01 ^a	0.72±0.12 ^a	0.71±0.09 ^a
Ham Protein (%)	14.41±0.50 ^a	15.99±0.42 ^b	15.87±0.27 ^b
Lipit (%)	1.12±0.04 ^b	0.91±0.00 ^a	0.99±0.09 ^{ab}

Aynı satırda yer alan farklı harfler (a-c) istatistiksel olarak farklılıkları göstermektedir (P < 0.05).

Çizelge 4.1.’de görüldüğü gibi ışınlama uygulanmayan kontrol grubu, 4 kGy ve 5 kGy dozda ışınlama uygulanan gruplarda nem oranları sırasıyla %83.18, %81.60 ve %82.41 olarak belirlenmiştir. Araştırma grupları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur (p<0.05). Kontrol ve farklı dozlarda (4 ve 5 kGy) ışınlama uygulanan kurbağa bacağı ham kül oranları ise sırasıyla %0.65, %0.72 ve %0.71 olarak belirlenmiştir. Araştırmada sonucunda farklı dozda ışınlanan

kurbağa örneklerine ait ham kül değerleri arasında istatistiksel olarak farklılıklar bulunmamıştır ($p > 0.05$).

Ham protein oranları kontrol grubunda %14.41, 4 kGy dozla ışınlanan grup da %15.99 ve 5 kGy dozla ışınlanan grup da %15.87 olarak bulunmuştur. Araştırma sonucunda elde edilen ham protein değerlerine ait yapılan istatistiksel karşılaştırmada, ışınlama uygulanan kurbağa bacaklarının ışınlama uygulanmayan kurbağa bacağı örneklerinden istatistiksel olarak önemli derecede yüksek ham protein oranına sahip oldukları saptanmıştır ($p < 0.05$). Kurbağa bacağı örneklerinin lipit oranları ışınlama uygulanmayan kontrol grubunda %1.12 iken, 4 kGy dozla ışınlanan grup da %0.91 ve 5 kGy dozla ışınlanan grup da %0.99 olarak bulunmuştur. Kontrol ve 4 kGy dozla ışınlanan gruplarda belirlenen lipit oranlarının istatistiksel olarak birbirinden farklı olduğu saptanmıştır ($p < 0.05$).

Çaklı ve ark. (2009) soğukta depolanan kurbağa etinin kalitesi üzerine iki farklı pişirme yönteminin etkisini araştırdıkları bir çalışmada, çiğ kurbağa etinin nem oranını %78.83, ham kül oranını %0.85, protein oranını %18.83 ve lipit içeriğini %1.04 olarak belirlemişlerdir. Özoğul ve ark. (2008) kurbağanın bacak ve vücut kısımlarının besin madde bileşenleri bakımından karşılaştırıldığı çalışmada kurbağa bacağının besin madde bileşenlerinden nem oranının %79.72, ham kül oranının %0.56, protein oranının %19.23 ve lipit oranının %0.68 olduğunu bildirmişlerdir. Baygar ve Özgür (2010) taze kurbağa bacaklarında protein içeriğinin %22.21, nem içeriğinin %79.47, lipit içeriğinin %1.23 ve ham kül içeriğinin %0.66 olduğunu bildirmiştir. Bu araştırma sonucunda kurbağa bacağı için elde edilen besin madde bileşenleri değerlerinden lipit ve ham kül değerlerinin genel olarak bu araştırmacıların verdiği sınırlar içerisinde olduğu belirlenmiştir. Ancak araştırmada belirlenen yüksek nem oranına paralel olarak, protein içeriğinin de düşük olduğu görülmektedir. Nem ve protein değerlerinde görülen bu farklılığın ise avlama mevsimi ve bölgesi gibi farklılıklardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Özyurt ve Polat, 2006).

İşılama uygulamasının, radyasyon dozu, gıdanın tipi, ısı, atmosfer, ambalajlama, depolama süresi gibi çok sayıda faktöre bağlı olarak gıdanın besin değerinde değişiklik yapabildiği ve söz konusu yöntemin gıda bileşenlerine olan

etkisinin farklılık gösterdiği bazı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Olson 1998; A.D.A., 2000; ACSH, 2003). Cozzo-Siqueira ve ark. (2003) soğukta depolanan tilapia (*Oreochromis niloticus*)'ların farklı dozda ışınlama uygulamasıyla birlikte depolamanın başlangıcında ışınlama uygulanmayan kontrol grubunda lipit oranını %18.3 olarak bulurken, 1, 2.2 ve 5 kGy dozda ışınlama uygulanan gruplarda lipit oranını sırasıyla %13.5, %13.3, %10.1 olarak belirlemişlerdir. Ancak yapılan araştırmada nem, ham kül ve protein oranlarında ışınlama işlemiyle birlikte önemli bir değişim görülmemiştir. Yapılan bu araştırma da ışınlama yönteminin kurbağa bacağına nem, protein ve lipit gibi besin madde bileşenleri üzerinde farklılık yarattığı belirlenmesine rağmen, elde edilen verilerin genel olarak kurbağa için belirlenen sınırlar içerisinde olduğu görülmektedir.

4.1.2. Yağ Asitleri Kompozisyonu

Araştırmada, farklı dozlarda (0, 4 ve 5 kGy) ışınlanan kurbağa bacaklarında belirlenen yağ asitleri kompozisyonu Çizelge 4.2'te verilmiştir.

Çizelge 4.2. Farklı Dozlarda Işınlanan Kurbağa Bacaklarının Yağ Asitlerindeki Değişimler (%).

Yağ Asitleri(%)	Kontrol	4 kGy	5 kGy
C14:0	0.67±0.04 ^a	1.34±0.08 ^a	1.26±0.45 ^a
C16:0	18.66±0.11 ^a	18.99±1.17 ^a	18.17±0.59 ^a
C17:0	0.60±0.14 ^a	0.75±0.78 ^a	0.62±0.21 ^a
C18:0	8.45±0.18 ^a	9.10±0.62 ^a	8.85±0.18 ^a
C23:0	0.29±0.01 ^a	0.29±0.78 ^a	0.30±0.08 ^a
C24:0	2.59±0.13 ^a	2.94±0.69 ^a	2.21±0.12 ^a
ΣSFA	31.26	33.41	31.41
C15:1	0.40±0.01 ^a	0.12±0.78 ^a	0.12±0.35 ^a
C16:1	2.08±0.19 ^a	2.73±0.13 ^a	2.27±0.42 ^a
C18:1ω9	15.73±1.06 ^a	14.36±1.59 ^a	15.90±0.28 ^a
C20:1	0.68±0.35 ^b	0.54±0.05 ^a	0.69±0.02 ^b
C18:1ω7	4.45±0.08 ^a	4.99±0.21 ^b	4.84±0.12 ^{ab}
ΣMUFA	23.34	22,74	23.82
C18:2ω6	21.11±0.05 ^a	17.13±2.96 ^a	21.37±0.26 ^a
C18:3ω6	2.81±0.23 ^a	2.42±0.71 ^a	2.03±0.16 ^a
C18:3ω3	0.04±0.01 ^a	0.05± 0.01 ^a	0.03±0.00 ^a
C20:2 cis	0.27±0.21 ^b	0.17±0.04 ^a	0.24±0.01 ^{ab}
C20:3ω6	0.40±0.01 ^b	0.31±0.04 ^a	0.31±0.02 ^a
C20:4ω6	0.24±0.01 ^a	0.43±0.15 ^a	0.34±0.00 ^a
C20:3ω3	7.93±0.43 ^a	7.73±0.71 ^a	7.05±0.38 ^a
C20:5ω3	3.15±0.48 ^a	4.62±1.67 ^a	2.96±0.19 ^a
C22:2 cis	0.41±0.01 ^a	0.32±0.06 ^a	0.29±0.05 ^a
C22:6ω3	3.75±0.23 ^a	4.49±0.93 ^a	3.28±0.37 ^a
ΣPUFA	40.11	37.67	37.9
Σ ω6	24.56	20.29	24.05
Σ ω3	14.87	16.89	13.32
Tanımlayanamayan	5.29	6.18	6.87

Aynı satırda yer alan farklı harfler (a-b) istatistiksel olarak farklılıkları göstermektedir (p < 0.05).

Araştırmada ışınlama uygulanmayan kontrol grubu kurbağa bacaklarının temel yağ asitlerinin palmitik asit (C16:0), stearik asit (C18:0), oleik asit (C18:1ω9), linoleik asit (C18:2ω6) ve cis-11,14,17-eicosatrienoik asit (C20:3ω3) olduğu

belirlenmiştir. Benzer şekilde Özogul ve ark.(2008) kurbağa bacağı için, Tokur ve ark.(2008) kurbağa atığı unu için temel bileşenleri bu yağ asitlerinin oluşturduğunu belirtmişlerdir. Araştırmada ışınlama uygulamasının kurbağa bacaklarının temel yağ asidi bileşenleri üzerine önemli derecede etki yapmadığı ($p<0.05$) ve 4, 5 kGy dozlarda ışınlanmış olan kurbağa bacaklarının da temel yağ asitlerinin palmitik asit, stearik asit, oleik asit, linoleik asit ve cis-11,14,17-eicosatrienoic asit olduğu belirlenmiştir.

Toplam doymuş yağ asidi (SFA) oranları ışınlama uygulanmayan kontrol grubunda %31.26 olarak bulunurken, 4 ve 5 kGy dozda ışınlanmış kurbağa bacaklarında sırasıyla %33.41 ve %31.41 olarak belirlenmiştir. Doymuş yağ asitleri arasında en yüksek orana sahip yağ asitlerinin palmitik asit (%56.8-%59.7) ve stearik asit (%27-%28.2) olduğu bulunmuştur. Bundan dolayı bu yağ asitlerinin kurbağa bacağının temel doymuş yağ asitleri olduğu ve bu yağ asitlerinin 4 ve 5 kGy gama ışınlama sonrasında, oranlarının önemli derecede değişmediği bulunmuştur ($p>0.05$).

Toplam tek doymamış yağ asidi (MUFA) içerikleri kontrol grubunda % 23.34, 4 kGy dozda ışınlama uygulanan grupta %22.74 ve 5 kGy dozda ışınlama uygulanan grup da ise %23.82 olarak bulunmuştur. Toplam MUFA içerisinde en yüksek orana sahip yağ asidinin oleik asit olduğu ve toplam MUFA içeriğinin sırasıyla kontrol grubu, 4 ve 5 kGy dozlarda ışınlama uygulanan gruplarda %67.4, %63.1, %66.8'ini oluşturduğu belirlenmiştir. Araştırmada, ışınlama sonrasında oleik asit oranının önemli derecede değişmediği görülmüştür ($p>0.05$).

Toplam çok doymamış yağ asidi (PUFA) içerikleri kontrol grubunda % 40.11, 4 kGy dozda ışınlama uygulanan grupta %37.67 ve 5 kGy dozda ışınlama uygulanan grupta ise %37.9 olarak bulunmuştur. Araştırmada, toplam $\omega 6$ yağ asitleri içerisinde ve genelde de tüm yağ asitleri içerisinde en yüksek oranın % 17.13 -21.37 oranları ile linoleik yağ asidi olduğu bulunmuştur. Bundan dolayı kurbağa bacağı etinin yüksek linoleik asit içeriğiyle karakterize edilebileceği söylenebilmektedir.

Kurbağa bacağı PUFA oranları içerisinde toplam $\omega 6$ yağ asitlerinin (%20.29-%24.56) toplam $\omega 3$ yağ asitleri (%13.32-%16.89) oranından yüksek olduğu görülmektedir. Steffens (1997) tatlı su türlerinin toplam $\omega 3$ oranlarının, toplam $\omega 6$

oranlarından daha düşük olduğunu belirtmiştir. Kurbağa bacağı etinin bu özelliği ile tatlı su türlerine yakın olduğu görülmektedir.

Araştırmada kurbağa bacağı toplam $\omega 3$ yağ asitleri içerisinde en yüksek oranda bulunan yağ asitlerinin 20:3 $\omega 3$, 20:5 $\omega 3$ ve 22:6 $\omega 3$ olduğu bulunmuştur. İnsan sağlığı için son derece önemli olduğu bilinen EPA ve DHA yağ asitlerinin kontrol grubu kurbağa bacağına sırasıyla % 3.15, %3.75, 4 kGy de %4.62, % 4.49 ve 5 kGy’de %2.96, %3.28 olduğu, ve ışınlama sonrasında bu yağ asitlerinde önemli derecede bir değişimin olmadığı görülmüştür ($p>0.05$). Ackman (1995) pek çok balık yağının çok doymamış yağ asitlerinde $\omega 3$ serisi yağ asitlerinden EPA ve DHA yağ asitlerinin baskın olduğunu belirtmiştir. Elde edilen bu sonuçlara göre kurbağa bacağı etinin EPA ve DHA oranlarının genel olarak balık yağlarından düşük olduğu ancak birçok karasal kaynaklı gıdalardan yüksek olduğu görülmektedir. Bu yönüyle de kurbağa bacağı etinin insan beslenmesi için değerli bir besin kaynağı olduğu söylenebilmektedir.

Araştırmada, farklı dozlarda (4, 5 kGy) ışınlama sonrasında kurbağa bacağı etinin temel yağ asitleri oranlarında istatistiksel olarak önemli bir değişim olmadığı saptanmıştır ($p>0.05$). Erkan ve Özden (2007) farklı dozlarda (0, 2.5 ve 5 kGy) ışınlama uygulamasının çipuraların (*Sparus aurata*) yağ asidi kompozisyonu değişimi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar, SFA ve MUFA oranının kontrol ve 2.5 kGy dozda ışınlama uygulanan gruplarda düştüğünü, 5kGy dozda ışınlanan grupta arttığını, PUFA oranının ise ışınlama uygulanan gruplarda kontrol grubuna göre daha düşük olduğunu bulmuşlardır. Hau ve Liew (1993) karideste (*Penaeus monodon*) 10 kGy dozda ışınlamanın linoleik ve linolenik asit üzerine etkisini değerlendirmiş ve ışınlamanın linoleik asit oranını azalttığını, linolenik asit oranını ise etkilemediğini bildirmişlerdir. Mbarki ve ark. (2008)’da yaptıkları bir araştırmada çok doymamış yağ asitlerinden EPA ve DHA oranı değişiminin uygulanan ışınlama dozu ile negatif ilişkili olduğunu, 6 ve 7.5 kGy dozda ışınlamanın PUFA oranını önemli derecede azalttığını bildirmişlerdir. Yapılan bu çalışmada da, toplam PUFA oranının ışınlama uygulanan gruplarda zayıf bir düşüş olduğu ancak genel olarak ışınlama işleminin temel yağ asitleri oranı üzerinde önemli bir değişim yaratmadığı görülmüştür. Bu durumun kurbağa bacağı yağ

içeriğinin düşük olması ve uygulanan dozların düşük seviyede olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Araştırma sonucunda elde edilen bu verilerden, koruma amaçlı uygulanacak 5 kGy'e kadar olan ışınlama dozlarının, kurbağa bacağı temel yağ asiti bileşenlerinde önemli bir değişim yapmadan kullanılabileceği görülmüştür.

4.2. Farklı Dozlarda Işınlanmış Kurbağa Bacaklarının 2 °C'de Depolanması Süresince Kimyasal Kalite Kontrol Parametrelerinde Meydana Gelen Değişimler

4.2.1. pH

Farklı dozlarda ışınlanarak soğuk depolanan (2 °C) kurbağa bacaklarının depolanma süresince pH değerlerinde belirlenen değişimler Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Farklı Dozlarda Işınlanan Kurbağa Bacaklarının Soğuk Depolanması Süresince pH Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler

Depolama Süresi (gün)	Kontrol	4 kGy	5 kGy
0	6.54±0.16 ^{aA}	6.54±0.16 ^{aA}	6.54±0.16 ^{aA}
3	6.72±0.12 ^{abA}	6.59±0.12 ^{abA}	6.63±0.10 ^{abA}
7	6.97±0.04 ^{bcB}	6.75±0.00 ^{bcA}	7.01±0.01 ^{cB}
10	7.11±0.00 ^{cB}	6.95±0.06 ^{cdB}	6.53±0.64 ^{aA}
14		6.78±0.03 ^{bcA}	6.91±0.08 ^{bcB}
17		7.02±0.05 ^{dB}	6.86±0.25 ^{bcA}

Aynı sütunda yer alan farklı harfler (a-d) istatistiksel olarak farklılıkları göstermektedir (p < 0.05).

Aynı satırda yer alan farklı harfler (A-B) istatistiksel olarak farklılıkları göstermektedir (p < 0.05).

Değerler ortalama ve standart sapma olarak ifade edilmiştir, n=3.

Araştırmada, tüm gruplarda depolama sonunda belirlenen pH değerlerinin başlangıç değerinden istatistiksel olarak önemli derecede yüksek olduğu bulunmuştur (p<0.05). Depolama başlangıcında 6.54 olarak belirlenen pH değerinin depolamanın

10. gününde kontrol grubunda 7.11'e yükseldiği belirlenirken 4 ve 5 kGy ışınlama uygulanan gruplarda depolamanın 17. gününde sırasıyla 7.30 ve 7.02'ye arttığı belirlenmiştir. Depolamanın 3. gününde araştırma gruplarının pH değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark belirlenemezken ($p>0.05$), depolamanın 7. gününde 4 kGy ışınlama uygulanan grubun ve 10. günde 5 kGy ışınlama uygulanan grubun pH değerlerinin kontrol grubundan önemli derecede düşük olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Araştırmada elde edilen bu veriye göre, ışınlanmış olan kurbağa bacaklarında pH değerinin ışınlanmamış olan kontrol grubuna göre oldukça yavaş bir artış gösterdiği gözlenmiştir.

pH değerinde meydana gelen yükselmeler, bozulmanın başlamasıyla birlikte et'te proteinlerin parçalanması sonucu amonyak ve benzeri bazı uçucu baz bileşiklerin biriktiğini işaret etmektedir. Et'teki pH değerini belirlemenin önemli olduğu, çünkü düşük pH'nın daha yavaş bakteriyel dekompozisyonun göstergesi olduğu bilinmektedir (Connell,1980). pH'nın tek başına kalite kontrol kriteri olarak yeterli olmadığı bildirilmekle birlikte, genel olarak pH değerinin 7'ye ulaştığı durumlarda su ürünlerinin bozulmuş olabileceği belirtilmiştir (Oehlenschläger, 1992). Bu araştırmada, ışınlama uygulamasının yapılmadığı kontrol grubunun pH değerinin ışınlama uygulanan diğer gruplardan daha erken, sınır olarak belirlenen 7 değerine, ulaştığı gözlenmiştir. Cozzo-Siqueira ve ark (2003) 1, 2.2 ve 5 kGy dozlarda ışınladıkları tilapya balıklarının (*Oreochromis niloticus*) soğuk depolanmaları (0.5 °C ve -2 °C) sonrasında, pH değerlerinin ışınlama uygulanmayan kontrol grubu tilapya balıklarının pH değerinden önemli derecede düşük olduğunu bulmuşlardır. Öztaşiran ve ark (1989) da 1-3 kGy dozlarda ışınladıkları hamsilerin (*Engrailus encrasicolus*) pH değerlerinin kontrol grubundan daha düşük olduğunu ve 2 °C'de depolanma süresinin altı gün uzadığını belirtmişlerdir. Işınlama uygulamasının pH'nın artışı üzerine engelleyici etkisinin olduğu benzer sonuçlar, farklı dozlarda (2.5 ve 5 kGy) ışınlanmış levrek (*Dicentrarchus labrax*) ve çipura (*Sparus aurata*) için de bildirilmiştir (Özden ve ark., 2007 a,b).

4.2.2. Toplam Uçucu Bazik Nitrojen (TVB-N)

Araştırmada, farklı dozlarda ışınlanarak soğuk depolanan (2 °C) kurbağa bacaklarının toplam uçucu bazik nitrojen (TVB-N, mg/100g) miktarlarında zamana bağlı olarak meydana gelen değişimler Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Farklı Dozlarda Işınlanan Kurbağa Bacaklarının Soğuk Depolanması Süresince TVB-N (mg/100g) Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler

Depolama Süresi (gün)	Kontrol	4 kGy	5 kGy
0	6.88±0.08 ^{aA}	6.88±0.08 ^{aA}	6.88±0.08 ^{aA}
3	22.00±0.47 ^{bB}	15.98±0.79 ^{bA}	17.73±0.32 ^{bA}
7	30.74±0.05 ^{cB}	22.15±0.03 ^{cA}	21.17±0.72 ^{cA}
10	50.11±0.11 ^{dC}	36.74±0.78 ^{dB}	30.99±1.31 ^{dA}
14		42.22±0.58 ^{eB}	36.21±0.08 ^{eA}
17		48.08±0.84 ^{fB}	43.29±0.11 ^{fA}

Aynı sütunda yer alan farklı harfler (a-f) istatistiksel olarak farklılıkları göstermektedir (p< 0.05).

Aynı satırda yer alan farklı harfler (A-C) istatistiksel olarak farklılıkları göstermektedir (p < 0.05).

Değerler ortalama ve standart sapma olarak ifade edilmiştir, n=3.

Depolama başlangıcında 6.88 mg/100g olarak belirlenen TVB-N değerinin tüm gruplarda depolama süresince istatistiksel olarak önemli derecede arttığı belirlenmiştir (p<0.05). TVB-N değerinin kontrol grubunun duyusal değerlendirmede reddedildiği 10. günde 50.11 mg/100g’a, 4 ve 5 kGy dozlarında ışınlanan grupların reddedildiği 17. günde ise sırasıyla 48.08 ve 43.29 mg/100g’a yükseldiği bulunmuştur. Araştırmada, ışınlamanın uygulandığı ilk günden sonra kontrol grubu ve ışınlama uygulanan grupların TVB-N değerleri arasında istatistiksel olarak önemli derecede farklılıklar olduğu saptanmıştır (p<0.05).

TVB-N değeri su ürünlerinin kimyasal kalitesinin değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan bir indekstir. Bu değerin artışı bakterilerin ve endojen enzimlerin aktiviteleriyle ilişkilendirilmektedir (Ruiz-Capillas ve ark., 2005). Su ürünlerinin TVB-N değerleri göz önüne alarak yapılan tazelik sınıflandırmasında 25 mg/100g’a kadar “yüksek kalite” , 30 mg/100 g’a kadar “iyi kalite” , 35 mg/100 g’a

kadar “kabul edilebilirlik sınırı” ve 35 mg/100 g ve üzeri “bozulmuş” olarak değerlendirilmektedir (Lang, 1983). Ancak Moini ve ark (2009)’nın da belirttiği gibi farklı balık türleri, spesifik uygulamalar ve işleme şartları için farklı kabul edilebilirlik seviyeleri bildirilmektedir. Bu araştırmada, kurbağa bacaklarının duyuşal olarak reddedildiği kontrol grubunda 10. günde 50.11 mg/100 g olduğu, ışınlanmış gruplarda ise 17. günde TVB-N değeri 50 mg/100 g değeri ne yaklaştığı gözlenmektedir. TVB-N değeri ne, dereceli artışı ve diğeri kalite parametreleri ile gösterdiği paralellik nedeniyle (bölüm 4.3 ve 4.4), kurbağa bacaklarının tazelik değeri ne değerlendirilmesinde kullanılabilecek iyi bir bozulma indikatörü olduğu söylenebilir.

Araştırmada, ışınlama uygulanan grupların TVB-N değerlerinin kontrol gurubundan önemli derecede düşük olduğunun saptanması, ışınlamanın uçucu aminli bileşenler üzerine önemli derecede etkili olduğunu göstermektedir ($p<0.05$). TVB-N değerinin bakteriyel dekompozisyon sonucu açığa çıkan bileşenlerin artışıyla yükseldiği göz önüne alınırsa, depolama periyodu boyunca ışınlanmamış örneklerdeki yüksek canlı bakteri sayısındaki (TAMB, bölüm 4.3) artış ile ilişkilendirilebilmektedir.

Al-Kahtani ve ark (1996) 2°C’ de depolanmaları süresince 1.5 -10 kGy dozlarda ışınlanmış tilapia ve uskumru örneklerinin TVB-N değerlerinin ışınlama uygulanmayan gruptan daha düşük olduğunu rapor etmişlerdir. Moini ve ark (2009) soğuk depoladıkları gökkuşağı alabalık filetolarında (*Oncorhynchus mykiss*) 35 günün sonunda 1, 3 ve 5 kGy dozlarında ışınlanan grupların TVB-N değerlerinin sırasıyla 52.2, 39.4 ve 28.2 mg/100g, ışınlamanın yapılmadığı kontrol grubunda ise 79.8 mg/100 g olduğunu bulmuşlardır. Chouliara ve ark (2005) 1 ve 3 kGy dozlarında ışınladıkları çipuralar (*Sparus aurata*) üzerinde yaptıkları bir araştırmada ışınlama uygulanmayan kontrol grubunun buzdolabı şartlarında raf ömrünün 10 gün ve TVB-N değerinin 27.5 mg/100g olduğunu saptamışlardır. Araştırmacılar, 1 ve 3 kGy dozlarında ışınlanan çipuraların raf ömrünün ise 21 gün olduğunu ve TVB-N değerlerinin de 27.3 ve 25.1 mg/100 g olduğunu belirtmişlerdir. Mendes ve ark. (2005) 1 ve 3 kGy dozlarında ışınladıkları Atlantik uskumruların (*Trachurus trachurus*) TVB-N değerlerinin buzda depolamanın 20. gününde sırasıyla 13.6 ve 12.7 mg/100g olduğunu, buna karşın 12. günde ışınlama uygulanmayan kontrol

grubunun TVB-N sınır değerini çoktan aştığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde, ışınlama uygulamasını takiben TVB-N oluşumunun engellendiği, levrek ve çipura için Özden ve ark (2007a,b) tarafından da bildirilmiştir. Yapılan bu çalışmada da, ışınlama uygulanan grupların TVB-N değerlerinin kontrol grubundan önemli derecede düşük olduğunun saptanmasıyla, ışınlamanın TVB-N değeri üzerine önemli derecede etkili olduğu bulunmuştur.

4.2.3. Tiyoarbitürik Asit Sayısı

Tiyoarbitürik asit sayısı tayini (TBA, mg malonaldehit/kg), ikincil lipid oksidasyon derecesini değerlendirmek için yaygın olarak kullanılan bir indikatördür. Farklı dozlarda ışınlanarak soğuk depolanan (2 °C) kurbağa bacaklarının depolanma süresince TBA değişimleri Çizelge 4.5’da görülmektedir. Araştırmada tüm gruplarda başlangıçta 0.38 mg MA/kg olan TBA değerinin depolama süresince istatistiksel olarak önemli derecede arttığı belirlenmiştir ($p<0.05$). 4 ve 5 kGy dozlarda ışınlamanın kurbağa bacaklarının TBA değerleri üzerine etkileri istatistiksel olarak değerlendirildiğinde, bu grupların TBA değerlerinin ışınlama uygulanmayan kontrol grubu örneklerinden daha yüksek olduğu bulunmuştur ($p<0.05$).

Çizelge 4.5. Farklı Dozlarda Işınlanan Kurbağa Bacaklarının Soğuk Depolanması Süresince Tiyoarbitürik Asit Sayısı (TBA, mg MA/kg) Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler

Depolama Süresi (gün)	Kontrol	4 kGy	5 kGy
0	0.38±0.01 ^{aA}	0.38±0.01 ^{aA}	0.38±0.01 ^{aA}
3	0.39±0.00 ^{aA}	0.62±0.11 ^{aB}	0.63±0.04 ^{aB}
7	0.44±0.02 ^{bA}	1.18±0.10 ^{bB}	1.36±0.18 ^{bC}
10	0.56±0.04 ^{cA}	1.22±0.07 ^{bcB}	1.71±0.07 ^{cC}
14		1.46±0.21 ^{cdA}	2.02±0.18 ^{dB}
17		1.60±0.12 ^{dA}	1.95±0.08 ^{cdB}

Aynı sütunda yer alan farklı harfler (a-d) istatistiksel olarak farklılıkları göstermektedir ($p < 0.05$).

Aynı satırda yer alan farklı harfler (A-C) istatistiksel olarak farklılıkları göstermektedir ($p < 0.05$).

Değerler ortalama ve standart sapma olarak ifade edilmiştir, n=3.

Çok doymamış yağ asitlerinin temel kaynağı olan su ürünleri kolay bozulabilir gıdalardır. Pek çok araştırmacı, çok doymamış yağ asitlerinin doymuş analoglarına göre oksidasyona karşı çok daha hassas olduğunu ve sucul türlerin PUFA içeriklerinin işlenme ve depolamaları sırasında azaldığını belirtmişlerdir (Candella ve ark., 1998; Ohshima ve ark., 1996; Tarley ve ark., 2004). Kas dokuda meydana gelen lipid oksidasyonunu etkileyen en önemli faktörler; canlının kimyasal kompozisyonu, üretim şekli, türü, cinsiyeti, büyüklüğü, işlenme şekli ve yöntemi, depolama sıcaklığı ve zamanı ile kullanılan paketlenme materyalidir (Hultin 1988, Freeman 1990, Gatlin ve ark., 1992, Haard 1992, Erickson 1993, Polat ve Tokur, 2000).

Lipit oksidasyonun ikinci basamağında, acılaşmayı algılamamızı sağlayan aldehitler, ketonlar ve karboksilik asitler gibi ikincil ürünler ortaya çıkmaktadır (Porter ve ark., 1992). Bu yıkım ürünlerinden bir tanesi olan malonaldehit tiyobarbitürik asit (TBA) ile kolorimetrik olarak reaksiyona girdiğinden dolayı acılaşmanın seviyesi TBA analizi ile belirlenebilmektedir. Araştırma sonucunda elde edilen verilere göre kontrol ve ısıtılmış kurbağa bacaklarının TBA değerleri depolama süresince dereceli olarak artmış, ancak bu artışın ısıtılmış gruplarda daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Venugopal ve ark. (1999) ısıtılma işlemi sırasında açığa çıkan radyolitik ürünlerin lipidlerin oksidasyonuna yol açabileceğini belirtmişlerdir. Örneğin, ısıtılma sırasında güçlü bir prooksidan olan ozon, oksijenden türeyerek lipid ve miyogloblinlerin oksitlenmesine yol açabilmektedir. Bu araştırma sonucunda da muamele gruplarında görülen yüksek TBA değerinin ısıtlamadan kaynaklandığı düşünülmektedir. Benzer şekilde, Knatt ve ark. (2006) karides (*Penaeus indicus*) için, Chouliara ve ark. (2004) da çipura (*Sparus aurata*) için ısıtılma prosesinin lipid oksidasyonunu hızlandığını rapor etmişlerdir.

Moini ve ark. (2009) uygulanan yüksek dozların daha yüksek TBA değerlerinin elde edilmesine neden olacağını bildirmişlerdir. Yüksek yağ içerikli et ürünlerinin ısıtılma için uygun olmadığı, ısıtılma işleminin özellikle çok doymamış yağ asitleri yüksek olan gıdalarda lipid oksidasyonunu hızlandırdığı belirtilmektedir (Jo ve Ahn, 2000). Öztaşır ve ark (1989) %12 yağ içeriğine sahip hamsilerin (*Engrailus encrasicalus*) 2 ve 3 kGy dozlarda ısıtılmaları sonucunda yüksek TBA

değeri ile beraber acı tat ve kokuya sahip olduklarını, ancak 1 kGy dozda ışınlamanın herhangi bir olumsuz etkiye neden olmadığını belirtmişlerdir. Bu araştırma sonucunda da yağ içeriği oldukça düşük olan (%1.12) kurbağa bacaklarının ışınlama ve depolamanın etkisiyle TBA değerlerinde önemli artışlar olduğu ancak bu artışların Nunes ve ark., (1992)'nin belirttiği kabul edilebilirlik sınırının (5-8 mg MA/kg) altında olduğu bulunmuştur. Sonuç olarak ışınlamanın etkisiyle lipid oksidasyon değerleri yükselen kurbağa bacaklarında, bu artıştan dolayı her hangi bir olumsuz etki hem kimyasal hem de duyuşsal olarak (bölüm 4.4) belirlenememiştir.

4.3. Farklı Dozlarda Işınlanmış Kurbağa Bacaklarının 2 °C’de Depolanması Süresince Meydana Gelen Mikrobiyolojik Değişimler

Kurbağalar yaşadıkları çevresel ortam dolayısıyla patojenik mikroorganizmalarca kontaminasyon riski yüksek olan canlılardır. Özellikle *Salmonella* kontaminasyonu bu alanda karşılaşılan en önemli problemlerden birisidir. Yapılan bu çalışmada ışınlama uygulanmayan kontrol grubunda *Salmonella* spp. tespit edilmiş ancak 4 ve 5 kGy dozda ışınlanan diğer iki grupta *Salmonella* spp. belirlenmemiştir. Benzer şekilde, Tamburan ve ark. (1985)'nin klorlu su, dondurma ve 3-6 kGy doz aralığında ışınlama uyguladıkları kurbağa bacaklarında *Salmonella* dekontaminasyonunun sağlanabildiğini bildirmişlerdir. Nerkar ve Bandekar (1989) da dondurulmuş karideste 4 kGy doz ışınlamanın *Salmonella* eliminasyonunu sağladığını belirtmişlerdir.

Türk Gıda Kodeksi (Anonim, 2002) ışınlama yönetmeliğinde bazı patojen mikroorganizmaları azaltmak amacıyla “dondurulmuş kurbağa bacağına” uygulanacak ışınlama dozu için sınır değerin 5 kGy olduğu belirtilmiştir. Ancak literatürde taze kurbağa bacağının ışınlama yöntemiyle korunumu ile ilgili yapılmış yeterince araştırmaya ulaşılamamıştır. Yapılan bu çalışmayla birlikte 4 kGy dozda ışınlama uygulamasının, taze kurbağa bacaklarında *Salmonella* dekontaminasyonunun sağlanabilmesi için yeterli olduğu bulunmuştur.

Sommers ve Rajkowski (2011) deniz ürünlerine gıda kaynaklı patojenler (*Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* ve *Salmonella*) aşıladıktan sonra,

bu patojenlerin inaktivasyonunda ışınlamanın etkisini incelemişlerdir. Araştırmacılar D_{10} -değerinin (1 log birim mikroorganizmanın inaktivasyonunu sağlayabilmek için gerekli ışınlama dozu) deniz ürünleri ve patojenlere göre farklılık gösterdiğini bulmuşlardır. Bunun yanında, özellikle su ürünlerindeki patojenleri inaktive etmek için et ve sebzelerden daha düşük ışınlama dozlarına gereksinim olduğunu belirtmişlerdir.

Staphylococcus aureus insanlarda gıda kaynaklı intoksikasyona neden olduğu belirlenmiş önemli bir patojen bakteridir. Gıda güvenliğinin sağlanması amacıyla bu patojenin gıdada tespit edilememiş olması gereklidir. 1 g yiyecekte üreyen 1 milyon *Staphylococcus* bakterisi hastalık oluşturacak yeterli enterotoksini üretmektedir (Dinçer, 2009). Bu besinler yendikten birkaç saat sonra bulantı, kusma ve diare ile seyreden gıda zehirlenmesi ortaya çıkar. Bu çalışmada kontrol ve ışınlama uygulanan kurbağa bacaklarında *Staphylococcus aureus*'a rastlanmamıştır.

Farklı dozlarda (0, 4 ve 5 kGy) ışınlanan kurbağa bacaklarının toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) sayısı, toplam psikrofil bakteri sayısı ve toplam *Enterobacteriaceae* sayısı Çizelge 4.6.'de verilmiştir.

Çizelge 4.6. Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri, Psikrofil Bakteri, *Enterobacteriaceae* Canlı Sayımları (log kob/g)

	Depolama süresi						Grup
	0	3	7	10	14	17	
TAMB	3.83±0.25 ^{aA}	5.05±0.10 ^b	5.85±0.27 ^{cB}	7.90±0.04 ^{dC}	7.98±0.10 ^{dB}	—	Kontrol
	3.83±0.25 ^{bA}	—	2.48±0.10 ^{aA}	3.91±0.68 ^{bB}	5.12±0.42 ^{cA}	7.27±0.12 ^{dB}	4 kGy
	3.83±0.25 ^{bA}	—	—	2.73±0.26 ^{aA}	4.93±0.53 ^{cA}	6.11±0.03 ^{dA}	5 kGy
PB	3.02±0.09 ^{aA}	3.92±0.41 ^b	4.23±0.25 ^b	5.53±0.13 ^{cB}	7.71±0.07 ^{dB}	—	Kontrol
	3.02±0.09 ^{bA}	—	—	2.29±0.17 ^{aA}	3.25±0.29 ^{bA}	5.83±0.05 ^{cA}	4 kGy
	3.02±0.09 ^{aA}	—	—	—	3.07±0.04 ^{aA}	5.52±0.09 ^{bA}	5 kGy
Ent.	2.90±0.44 ^{aA}	4.32±0.08 ^b	5.42±0.01 ^c	6.43±0.00 ^{dC}	7.81±0.08 ^{eC}	—	Kontrol
	2.90±0.44 ^{bA}	—	—	1.84±0.09 ^{aB}	2.43±0.12 ^{abB}	3.15±0.15 ^{bB}	4 kGy
	2.90±0.44 ^{cA}	—	—	1.00±0.00 ^{aA}	1.48±0.00 ^{abA}	2.00±0.47 ^{bA}	5 kGy

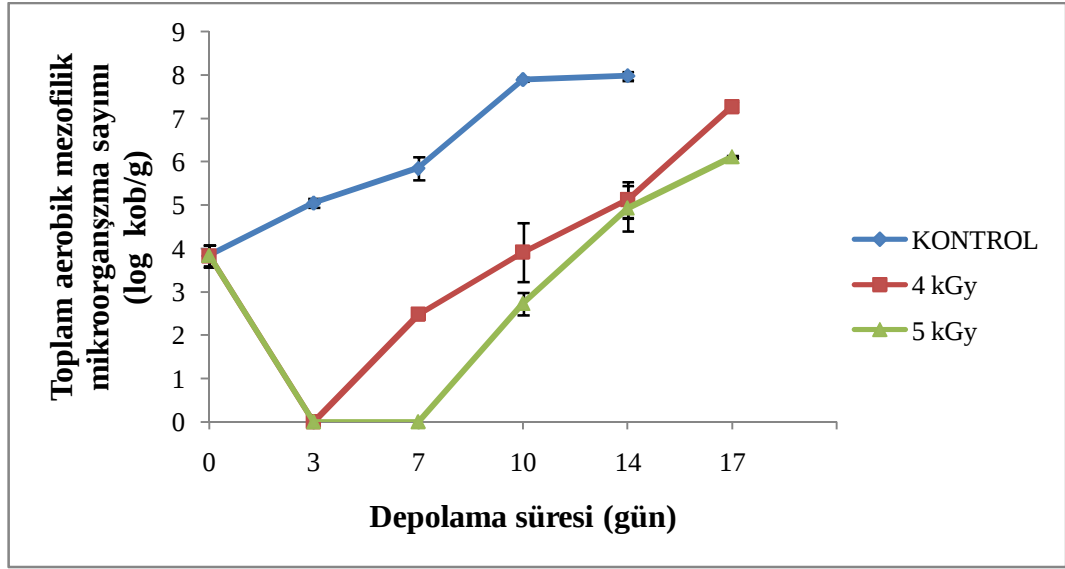
TAMB:Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri, PB:Psikrofil Bakteri, Ent.:*Enterobacteriaceae*, -:tespit edilmedi.

Aynı sütunda yer alan farklı harfler (A-C) istatistiksel olarak farklılıkları göstermektedir (p < 0.05).

Aynı satırda yer alan farklı harfler (a-e) istatistiksel olarak farklılıkları göstermektedir (p < 0.05).

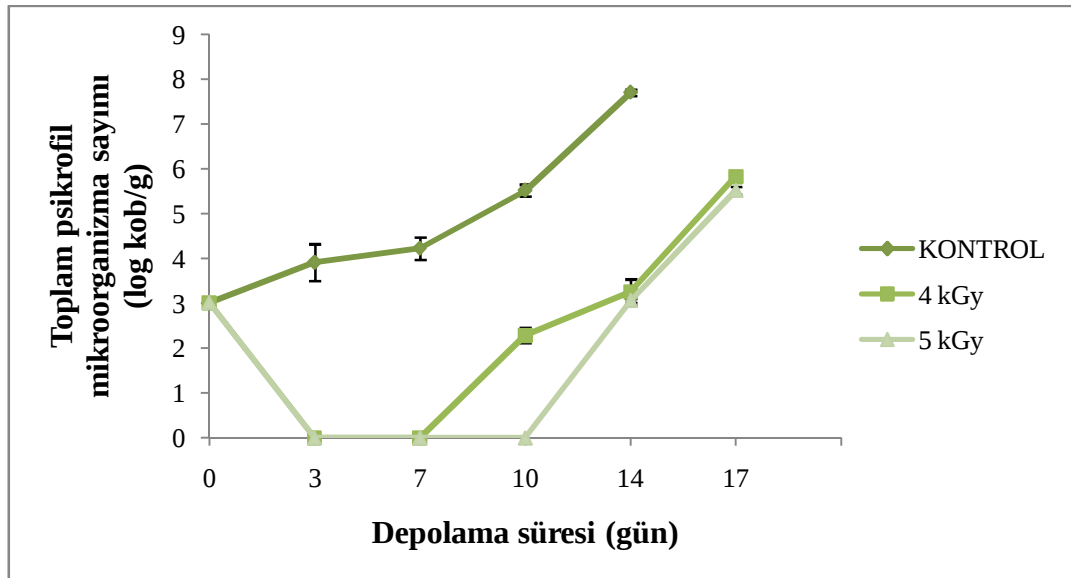
Değerler ortalama ve standart sapma olarak ifade edilmiştir, n=5.

Araştırmada, taze kurbağa bacaklarında depolama başlangıcında (0.gün) toplam canlı sayımı 3.83 log kob/g olarak bulunmuştur. Depolamanın 3. gününden sonra kontrol grubunda toplam canlı sayısında hızlı bir artış gözlenmiş olup, depolama sonunda TAMB sayısı 7.90 log kob/g olmuştur (Çizelge 4.6). Işınlama işleminin bakteriyel gelişimi önemli düzeyde düşürdüğü görülmüştür. Araştırmada, 5 kGy dozda uygulanan ışınlamanın 4 kGy doza oranla bakteriyel gelişimi daha yüksek düzeyde inhibe ettiği bulunmuştur. Kazanas ve ark. (1966)'nın tatlı su levreği (*Perca flavescens*) filetolarına ışınlama uygulamasının etkisini araştırdıkları bir çalışmada, 3 kGy ve 6 kGy dozda ışınlama uygulamasının toplam bakteri sayısını neredeyse %100 oranında azalttığını bildirmişlerdir. Kanatt ve ark. (2006) ise karides üzerinde yaptıkları bir araştırmada, ışınlamanın mikrobiyolojik kaliteyi geliştirdiğini ve toplam bakteri sayısı üzerinde doza bağlı olarak azalış sağladığını bildirmişlerdir. Benzer olarak yapılan bu çalışmada da ışınlamanın toplam canlı sayısı üzerine tamamen etkili olduğu bulunmuştur (Şekil 4.1). Araştırmada ışınlama uygulamasının hemen sonrasında, ışınlanmış gruplarda toplam canlı bakteri belirlenemezken, kontrol grubunda 5.05 log kob/g toplam bakteri sayısı bulunmuştur. Ayrıca, 4kGy doz uygulanan grupta depolamanın 7. gününde kontrol grubuna göre önemli derecede düşük (2.48 log kob/g) TAMB sayısı olduğu ($p<0.05$), depolamanın 10. gününe kadar 5 kGy doz uygulanan grupta ise herhangi bir bakteriyel gelişim gözlenmediği görülmüştür.



Şekil 4.1. Farklı Dozlarda Işınlanan Kurbağa Bacaklarının Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri (TAMB) Sayımı

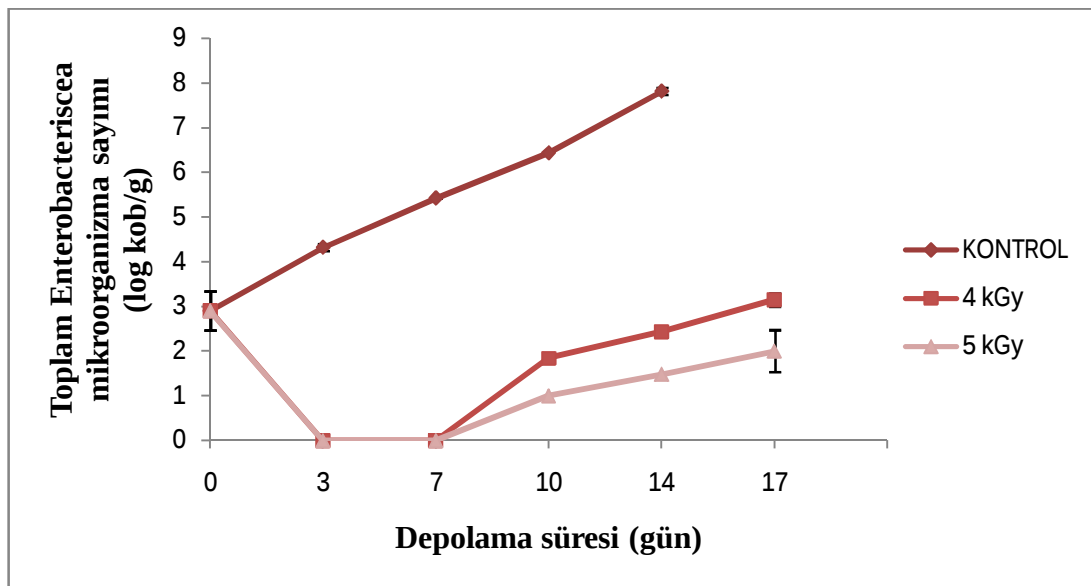
İngiltere Gıda Bilimi ve Teknolojisi Enstitüsü (IFST, 1999) gıdalarda toplam canlı sayısının (TAMB) 10^6 - 10^7 kob/g seviyelerine ulaştığında, gıdanın tüketilemez olduğunu bildirmişlerdir. Belirlenen bu limit değerlere kontrol grubun duysal olarak da reddedildiği 10. günde (7.90 log kob/g), 4 ve 5 kGy dozlarında ışınlanan grupların ise 17. günde (sırasıyla, 7.27, 6.11 log kob/g) ulaştığı bulunmuştur.



Şekil 4.2. Farklı Dozlarda Işınlanan Kurbağa Bacaklarının Toplam Psikrofil Bakteri (PB) Sayımı

Depolama başlangıcında kurbağa bacaklarında toplam psikrofil sayısı 3.02 log kob/g olarak bulunmuştur (Çizelge 4.6). Depolamanın 10. gününde duyuşal olarak da reddedilen kontrol grubunda psikrofil sayısının 5.53 log kob/g'a ulaştığı belirlenmiştir. Araştırmada, ışınlama işlemiyle psikrofil sayısında da önemli seviyede düşüş gözlenmiştir (Şekil 4.2). 4 kGy dozda ışınlama uygulanan grupta 10.güne kadar bakteriyel gelişim gözlenmez iken, ışınlama dozunun arttırıldığı 5 kGy dozda ışınlanan grupta ise bakteriyel gelişim 14.güne kadar inhibe edilmiştir. Özden ve ark. (2007a) ışınlama uygulamadıkları levreklerde (*Dicentrarchus labrax*) başlangıç psikrofil sayısını 4 log kob/g olarak belirlerken, 2.5 kGy ve 5 kGy dozda ışınlama uyguladıkları gruplarda bu değere depolamanın 9.gününde ulaştıklarını rapor etmişlerdir. Yapılan bu araştırmada, Lapa-Guimares ve ark. (2002)'nin toplam psikrofil sayısı için sınır olarak belirttikleri 6 log kob/g seviyesine, toplam aerobik mezofilik canlı sayımı sonuçlarına benzer olarak kontrol grubunda 10. günde, 4 kGy ve 5 kGy dozlarda ışınlanan gruplar da ise 17.günde yaklaştığı bulunmuştur (Şekil 4.2).

Farklı dozlarda (0, 4 ve 5 kGy) ışınlanan kurbağa bacaklarının toplam *Enterobacteriaceae* bakteri sayımı Şekil 4.3.'de verilmiştir.



Şekil 4.3. Farklı Dozlarda Işınlanan Kurbağa Bacaklarının Toplam *Enterobacteriaceae* Mikroorganizma Sayımı

Lindberg ve ark. (1998) özellikle kirli sulardan avlanan balıkların mikroflorasındaki *Enterobacteriaceae* varlığı ve bozucu potansiyelinin dikkate alınması gerektiğini bildirilmişlerdir. Araştırmada, depolama başlangıcında (0.gün) kurbağa bacaklarında toplam *Enterabactericaeae* sayımı 2.90 log kob/g olarak bulunmuştur. Depolamanın 3. gününden sonra kontrol grubunda toplam *Enterabactericaeae* sayısında hızlı bir artış gözlenmiş olup, depolama sonunda *Enterabactericaeae* sayısı 6.43 log kob/g'a ulaşmıştır. 4 ve 5 kGy dozda ışınlama uygulananın sonrasında depolamanın 10.gününe kadar *Enterobactericeae* gelişimi gözlenmemiştir. Depolama sonunda 5 kGy dozda (2.00 log kob/g) ışınlanan grubun *Enterobactericeae* seviyesinin 4 kGy dozdan (3.15 log kog/g) önemli derecede daha düşük olduğu ve bakteri seviyesinin ışınlama dozuna bağlı olarak azaldığı tespit edilmiştir. Benzer şekilde, Moini ve ark. (2009) ışınlamanın gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının kalitesi ve raf ömrü üzerine etkisi ile ilgili yaptıkları bir çalışmada, başlangıç *Enterobactericeae* sayısının 1.22 log kob/g olduğunu depolamanın sonunda kontrol, 1 kGy ve 3 kGy dozda ışınlanan gruplarda sırasıyla 3.29 log kob/g, 2.29 log kob/g ve 1.45 log kob/g olduğunu bulmuşlardır. Bununla beraber, 5 kGy dozda ışınlanan grupta *Enterobactericea* gelişimi gözlenmediğini bildirmişlerdir. Kasımoğlu ve ark. (2003) da vakum paketlenen sardalyalarda (*Sardina pichardus*) depolama başlangıcında *Enterobactericea* sayısının 3.33 log kob/g olduğunu ve soğuk depolama süresince *Enterobactericea* sayısının 1, 2 ve 3 kGy doz ışınlama uyguladıkları sardalyalarda kontrol grubuna göre önemli düzeyde düşük olduğunu belirlemişlerdir.

Araştırmada elde edilen sonuçlara bakıldığında, ışınlama uygulamasının çeşitli mikroorganizmaların gelişimini inhibe ederek taze kurbağa bacağına mikrobiyal kalitesini olumlu yönde etkilediği söylenebilir. Depolama süresince ışınlama uygulanmayan kontrol grubunun TAMB, toplam psikrofil bakteri ve toplam *Enterobactericeae* sayılarının ışınlama uygulanan diğer gruplarla karşılaştırıldığında önemli derecede düşük olduğu belirlenmiştir. Bunun yanında, kurbağalarda *Salmonella* kontaminasyonunun 4 ve 5 kGy dozda ışınlama işlemiyle birlikte engellendiği bulunmuştur.

4.4. Farklı Dozlarda Işınlanmış Kurbağa Bacaklarının 2 °C’de Depolanması Süresince Duyusal Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler

Farklı dozlarda (0, 4 ve 5 kGy) ışınlanarak soğuk depolanan (2 °C) kurbağa bacaklarının depolanma süresince renk, koku, lezzet, doku ve genel kabul edilebilirlik değerlerinde görülen değişimler Çizelge 4.7, 4.8 ve 4.9’da görülmektedir.

Çizelge 4.7 Farklı Dozlarda Işınlanan Kurbağa Bacaklarının Soğuk Depolanması Süresince Renk ve Koku Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler

Depolama süresi (gün)	Renk			Koku		
	Kontrol	4 kGy	5 kGy	Kontrol	4 kGy	5 kGy
0	9.00±0.00 ^{dA}	9.00 ±0.00 ^{cA}	9.00±0.00 ^{dA}	9.00±0.00 ^{dA}	9.00±0.00 ^{dA}	9.00±0.00 ^{dA}
3	8.00±0.00 ^{cB}	7.60±0.55 ^{bA}	7.80±0.45 ^{cA}	7.67±0.58 ^{cA}	7.88±0.25 ^{cA}	7.87±0.25 ^{cA}
7	6.25±0.50 ^{bA}	7.50±0.58 ^{bB}	7.60±0.48 ^{cB}	5.00±0.00 ^{bA}	7.50±0.58 ^{bcB}	7.50±0.58 ^{bcB}
10	1.50±0.58 ^{aA}	7.2 ±0.50 ^{abB}	7.25±0.50 ^{bcB}	1.00±0.00 ^{aA}	7.25±0.50 ^{bcB}	7.25±0.50 ^{bcB}
14		7.00±0.82 ^{abA}	7.00±0.00 ^{abA}		7.00±0.82 ^{bA}	7.00±0.00 ^{bA}
17		6.60±0.55 ^{aA}	6.60±0.58 ^{aA}		4.40±0.55 ^{aA}	4.40±0.55 ^{aA}

Aynı sütunda yer alan farklı harfler (a-d) istatistiksel olarak farklılıkları göstermektedir (p < 0.05).

Aynı satırda yer alan farklı harfler (A-B) istatistiksel olarak farklılıkları göstermektedir (p < 0.05).

Değerler ortalama ve standart sapma olarak ifade edilmiştir, n=6.

Çizelge 4.8. Farklı Dozlarda Işınlanan Kurbağa Bacaklarının Soğuk Depolanması Süresince Lezzet ve Doku Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler

Depolama süresi (gün)	Lezzet			Doku		
	Kontrol	4kGy	5 kGy	Kontrol	4 kGy	5 kGy
0	9.00±0.00 ^{dA}	9.00±0.00 ^{eA}	9.00±0.00 ^{dA}	9.00±0.00 ^{dA}	9.00±0.00 ^{dA}	9.00±0.00 ^{dA}
3	8.00±0.00 ^{cA}	7.88±0.25 ^{dA}	7.65±0.58 ^{cA}	8.00±0.00 ^{cA}	8.00±0.00 ^{cA}	8.00±0.00 ^{cA}
7	5.00±0.00 ^{bA}	7.75±0.50 ^{cdB}	7.25±0.50 ^{cB}	5.00±0.50 ^{bA}	7.75±0.00 ^{cB}	7.50±0.58 ^{cB}
10	1.00 ±0.00 ^{aA}	7.20±0.45 ^{bcB}	7.40±0.55 ^{cB}	1.25±0.50 ^{aA}	7.20±0.45 ^{bcB}	7.40±0.55 ^{cB}
14		6.80±0.45 ^{bA}	6.40±0.55 ^{bA}		6.40±0.55 ^{bA}	6.00±0.71 ^{bA}
17		4.00±0.71 ^{aA}	4.00±0.71 ^{aA}		4.20 ±0.84 ^{aA}	4.00±0.71 ^{aA}

Aynı sütunda yer alan farklı harfler (a-e) istatistiksel olarak farklılıkları göstermektedir (p < 0.05).

Aynı satırda yer alan farklı harfler (A-B) istatistiksel olarak farklılıkları göstermektedir (p < 0.05).

Değerler ortalama ve standart sapma olarak ifade edilmiştir, n=6.

Çizelge 4.9. Farklı Dozlarda Işınlanan Kurbağa Bacaklarının Soğuk Depolanması Süresince Genel Kabul Edilebilirlik Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler

Depolama süresi (gün)	Genel Kabul Edilebilirlik		
	Kontrol	4 kGy	5 kGy
0	9.00±0.00 ^{dA}	9.00 ±0.00 ^{cA}	9.00±0.00 ^{cA}
3	7.25±0.50 ^{cA}	7.50±0.41 ^{bA}	7.50±0.41 ^{bA}
7	5.00±0.82 ^{bA}	7.38±0.48 ^{bB}	7.25±0.50 ^{bB}
10	1.25±0.50 ^{aA}	7.25 ±0.29 ^{bB}	7.13±0.25 ^{bB}
14		7.13±0.25 ^{bA}	7.00±0.41 ^{bA}
17		3.10±0.22 ^{aA}	3.00±0.35 ^{aA}

Aynı sütunda yer alan farklı harfler (a-d) istatistiksel olarak farklılıkları göstermektedir ($p < 0.05$).

Aynı satırda yer alan farklı harfler (A-B) istatistiksel olarak farklılıkları göstermektedir ($p < 0.05$).

Değerler ortalama ve standart sapma olarak ifade edilmiştir, n=6.

Yapılan istatistiksel analizler sonucunda, tüm araştırma gruplarının başlangıçta yüksek olan duyuşal skorlarında istatistiksel olarak önemli derecede azalmalar olduğu kaydedilmiştir ($p < 0.05$). Duyuşal değerlendirmeye katılan panelistler, 4 ve 5 kGy dozlarda ışınlanmış kurbağa bacaklarının genel duyuşal özelliklerinin kontrol grubundan farklı olmadığını belirtmişlerdir. Işınlama yönteminin bazı gıdaların duyuşal özelliklerinde istenmeyen sonuçlara neden olduğu ve bu durumun söz konusu yöntemin kullanımını sınırlayan bir faktör olduğu belirtilmektedir (Farkas, 1998). Bazı araştırmacılar et ürünlerinde yüksek doz ışınlama uygun şekilde uygulanmadığında aroma bozukluklarının oluşabileceğini bildirmişlerdir (Lacroix ve Quattara, 2000; ACSH, 2003). Yüksek dozların gıdanın duyuşal özelliklerini etkilemesi, düşük dozların ise arzu edilen sanitasyonu sağlamama riskine karşı her bir gıda için optimum doz ve uygun şartların belirlenmesi gerekmektedir. Yapılan bu araştırmada uygulanan gama ışınlama dozlarının duyuşal açıdan her hangi bir olumsuzluğa neden olmadığı belirlenmiştir. Benzer şekilde Öztaşırın ve ark. (1989) depolama başlangıcında ışınlanmış (1, 2 ve 3 kGy) ve ışınlanmamış hamsiler arasında duyuşal açıdan önemli bir fark olmadığını belirtmişlerdir.

Araştırmada, ışınlama uygulaması yapılmadan soğuk depolanan kontrol grubunun başlangıçta 9 olan renk, koku, lezzet, doku ve genel kabul edilebilirlik değerlerinin depolamanın “10. gününde” sırasıyla 1.5, 1, 1, 1.25 ve 1.25 olduğu ve

bu grubun tüketilebilir özellikte olmadığı bulunmuştur (Çizelge 4.7, 8 ve 9). Buna karşın 4 ve 5 kGy dozlarda ışınlanan kurbağa bacaklarının duyuşal skorlarının depolanmanın “17. gününde” kabul edilebilirlik sınırının altına (5-6) düştüğü görülmüştür. Benzer şekilde, Icekson ve ark. (1996) 1.5 kGy dozda ışınlama uyguladıkları sazanların (*Cyprinus carpio*) 2 °C’de raf ömrünün 31 gün olduğunu, ışınlanmamış sazanların raf ömrünün ise 15 gün olduğunu rapor etmişlerdir. Chouliara ve ark. (2005) 1-3 kGy dozlarda ışınladıkları vakum paketli çipuraların (*Sparus aurata*) soğuk depolanmaları sonucu raf ömrünün, ışınlanmamış olanlara göre 9-10 gün daha uzun olduğunu bulmuşlardır. Jeevanandam ve ark. (2001) da aynı tür için 1 ve 2 kGy dozda ışınlamanın buzda depolanma ömrünü sırasıyla 4 ve 14 gün uzattığını belirtmişlerdir. Özden ve ark. (2007a,b) ise 2,5 ve 5 kGy dozlarda ışınladıkları levrek (*Dicentrarchus labrax*) ve çipuraların (*Sparus aurata*) 13 gün olan buzda depolanma ömrünü sırasıyla 2,5 kGy için 15 ve 5 kGy için 17 güne uzattığını rapor etmişlerdir. Yapılan bu araştırma sonucunda da, soğuk depolanmış kurbağa bacaklarının 4 ve 5 kGy dozda ışınlama ile raf ömrünün 7 gün uzadığı bulunmuştur.

Araştırmada, elde edilen kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçlarının duyuşal değerlendirme sonuçlarını desteklediği belirlenmiştir. Kimyasal analizlerden pH ve TVB-N sonuçlarının (sırasıyla 7.11 ve 50.11 mg/100g) kontrol grubunda 10. günde sınır değerlere ulaşarak duyuşal verilere paralellik gösterdiği bulunmuştur. Benzer şekilde 4 ve 5 kGy dozlarda ışınlanmış gruplarda da aynı parametreler 17. günde artış göstermiş (sırasıyla, 7.02, 6.86 ve 48.08, 43.29 mg/100g) ve duyuşal sonuçları desteklemiştir. Araştırmada mikrobiyolojik analiz sonuçlarına bakıldığında, ışınlanmış gruplarda toplam aerobik mezofilik mikroorganizma, psikrofil mikroorganizma, ve *Enterobacteriaceae* sayımlarının kontrol grubundan önemli derecede düşük olmasıyla duyuşal skorlara paralellik gösterdiği belirlenmiştir. Işınlamanın uygulanmadığı kontrol grubunda 10. günde ve ışınlanmış gruplarda 17. günde toplam canlı bakteri sayısı için belirlenen sınır değerlerin aşıldığı ve duyuşal verileri desteklediği görülmüştür.

Araştırma sonucunda elde edilen kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal değerlendirme verilerine göre, ışınlama işleminin kurbağa bacaklarının duyuşal

kalitelerine olumsuz bir etki yapmadan soğuk depolanama ömrünü 7 gün uzattığı belirlenmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, farklı dozlarda gama ışınlamanın soğukta depolanan (2°C) kurbağa bacaklarının (*Rana esculanta*) duyusal, kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular şu şekilde sıralanabilir.

- Farklı Dozlarda Işınlamanın Kurbağa Bacaklarının Biyokimyasal Kompozisyonu Üzerine Etkileri

I. Araştırma sonucunda, ışınlama uygulanmayan kontrol grubu, 4 kGy ve 5 kGy dozda ışınlama uygulanan gruplarda nem oranları sırasıyla %83.18, %81.60 ve %82.41 olarak belirlenmiştir. Kontrol (%0.65), 4 kGy (%0.72) ve 5 kGy (%0.71) doz ışınlama uygulanan kurbağa bacağı örneklerine ait ham kül değerleri arasında istatistiksel olarak farklılıklar bulunmamıştır ($p > 0.05$). Ham protein oranları kontrol grubunda %14.41, 4 kGy dozla ışınlanan grup da %15.99 ve 5 kGy dozla ışınlanan grup da %15.87 olarak bulunmuştur. Lipit oranları ise kontrol grubunda %1.12 iken, 4 kGy dozla ışınlanan grup da %0.91 ve 5 kGy dozla ışınlanan grup da %0.99 olarak bulunmuştur. Araştırmada, ışınlama yönteminin kurbağa bacağının nem, protein ve lipit gibi besin madde bileşenleri üzerinde farklılık yarattığı belirlenmesine rağmen, elde edilen verilerin genel olarak kurbağa için belirlenen sınırlar içerisinde olduğu görülmüştür.

II. Araştırmada sonucunda, ışınlama uygulanmayan kontrol grubu kurbağa bacaklarının temel yağ asitlerinin palmitik asit (C16:0), stearik asit (C18:0), oleik asit (18:1 ω 9), linoleik asit (18:2 ω 6) ve cis-11,14,17-eicosatrienoic asit (C20:3 ω 3) olduğu belirlenmiştir. Işınlama uygulamasının kurbağa bacaklarının temel yağ asidi bileşenleri üzerine önemli derecede etki yapmadığı ($p < 0.05$) ve ışınlanma uygulanan kurbağa bacaklarında temel yağ asitlerinin palmitik asit, stearik asit, oleik asit, linoleik asit ve cis-11,14,17-eicosatrienoic asit olduğu belirlenmiştir. Toplam doymuş yağ asitleri (SFA) kontrol grubunda %31.26, 4 ve 5 kGy dozda ışınlanmış kurbağa bacaklarında ise sırasıyla %33.41 ve %31.41 olarak belirlenmiştir. Doymuş

yağ asitleri arasında en yüksek orana sahip yağ asitlerinin palmitik asit (%56.8-%59.7) ve stearik asit (%27-%28.2) olduğu bulunmuştur. Tek doymamış yağ asitlerinin içerisinde en yüksek orana sahip yağ asidinin oleik asit olduğu ve toplam MUFA içeriğinin sırasıyla kontrol grubu, 4 ve 5 kGy dozlarda ıslanlama uygulanan gruplarda % 67.4, % 63.1, % 66.8 oluşturduğu belirlenmiştir. Çok doymamış yağ asitlerinden EPA ve DHA içeriğinin kontrol grubu kurbağa bacaklarında sırasıyla % 3.15, %3.75, 4 kGy de %4.62, % 4.49 ve 5 kGy’de %2.96, %3.28 olduğu, ve ıslanlama sonrasında bu yağ asitlerinde önemli derecede bir değişimin olmadığı görülmüştür ($p>0.05$) (Çizelge 4.2.).

- Farklı Dozlarda Işınlanmış Kurbağa Bacaklarının 2°C’de Depolanması Süresince Kimyasal Kalite Kontrol Parametrelerinde Meydana Gelen Değişimler
 - I. Işınlama uygulanan kurbağa bacaklarında pH değerinin ıslanmamış olan kontrol grubuna göre oldukça yavaş bir artış gösterdiği gözlenmiş, depolama süresi sonunda kontrol grubunda (10.gün) ve 4 ve 5 kGy ıslanlama uygulanan gruplarda (17.gün) tüketilebilirlik sınır değerlerine ulaştığı belirlenmiştir (Çizelge 4.3.).
 - II. TVB-N değerinin, depolama süresince dereceli artışı ve diğer kalite parametreleri ile gösterdiği paralellik nedeniyle, kurbağa bacaklarının tazelik değerlendirilmesinde kullanılabilecek iyi bir bozulma indikatörü olduğu beşirlenmiştir. Işınlama uygulanan grupların TVB-N değerlerinin kontrol gurubundan önemli derecede düşük olduğunun saptanmasıyla, ıslanmanın TVB-N değeri üzerine önemli derecede etkili olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.4.).
 - III. Araştırmada, kurbağa bacaklarının ıslanlama ve depolamanın etkisiyle TBA değerlerinde önemli artışlar olduğu ancak bu artışların kabul edilebilirlik sınırının altında olduğu bulunmuştur. Işınlamanın etkisiyle lipit oksidasyon değerleri yükselen kurbağa bacaklarında, bu artıştan dolayı her hangi bir olumsuz etki hem kimyasal hem de duysal olarak belirlenememiştir.

- Farklı Dozlarda Işınlanmış Kurbağa Bacaklarının 2°C’de Depolanması Süresince Meydana Gelen Değişimler Mikrobiyolojik Değişimler

Araştırmada, ışınlama uygulamasının çeşitli mikroorganizmaların mikrobiyal gelişimini azaltarak, taze kurbağa bacağına mikrobiyal kalitesini olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir. Bu çalışmayla birlikte 4 kGy dozda ışınlama uygulanan kurbağalarda *Salmonella* dekontaminasyonunun sağlanabildiği görülmüştür. Farklı dozlarda ışınlama uygulanan ve ışınlama uygulanmayan kurbağa etinde *Staphylococcus aureus*’a rastlanmamıştır. Depolama süresince ışınlama uygulanmayan kontrol grubunun TAMB, toplam psikrofil bakteri ve toplam *Enterobacteriaceae* sayılarının ışınlama uygulanan diğer gruplarla karşılaştırıldığında önemli derecede düşük olduğu belirlenmiştir.

- Farklı Dozlarda Işınlanmış Kurbağa Bacaklarının 2°C’de Depolanması Süresince Duyusal Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler

Araştırmada, depolama sonunda tüm araştırma gruplarının başlangıçta yüksek olan duyusal skorlarında istatistiksel olarak önemli derecede azalmalar olduğu kaydedilmiştir ($p<0.05$). Duyusal değerlendirmeye katılan panelistler, 4 ve 5 kGy dozlarda ışınlanmış kurbağa bacaklarının genel duyusal özelliklerinin kontrol grubundan farklı olmadığını belirtmişlerdir. Elde edilen duyusal değerlendirme verilerine göre, ışınlamanın uygulanmadığı kontrol grubunun 10. günde, ışınlanmış grupların ise 17. günde reddedildiği ve ışınlama işleminin kurbağa bacaklarının duyusal kalitelerine olumsuz bir etki yapmadan soğuk depolanma ömrünü 7 gün uzattığı bulunmuştur.

Kurbağalar yetiştirme koşullarında temin edilen besin (hayvan gübresi) nedeniyle ve doğal yaşam ortamlarında bulunan patojenik mikroorganizmalarca kontaminasyon yükü yüksek olabilen canlılardır. Taze olarak soğuk depolanan kurbağa bacaklarının raf ömrünü sınırlandıran bu önemli etkenin elemine edilmesinde, tüketici beklentileri doğrultusunda taze kurbağa bacağı tadını değiştirmeyen veya mümkün olduğunca az değiştiren bir koruma yöntemi olarak ışınlama’nın önemi öne çıkmaktadır. Yapılan bu araştırma sonucunda elde edilen tüm verilere göre, 4 ve 5

kGy dozlarda ışınlama uygulamasının kurbağa bacaklarının duyuşal, kimyasal ve mikrobiyolojik kalitelerini olumlu yönde etkileyerek raf ömrünü 7 gün uzattığı belirlenmiştir. Taze kurbağa bacaklarının raf ömrünü uzatma amacıyla farklı ışınlama dozlarının denenmesinin yanında, farklı paketleme tipleri, antioksidan maddelerin kullanımı gibi raf ömrü üzerine etkili diğer yöntemlerin de kullanımının etkili olacağı düşünülmektedir. Bu amaçla özellikle ışınlama yönteminin içinde bulunduğı kombine yöntemlerin araştırılması, taze kurbağa bacaklarının raf ömrünü uzatma üzerine önemli katkıları getirebilir.

KAYNAKLAR

- A.D.A., 2000. Position of the American Dietetic Association: Food Irradiation. ADA Reports. February 2000. 100, 246-252.
- ABU-TARBOUSH, H.M., AL-KAHTANI, H.A., ATIA, M., ABOU-ARAB, A.A., BAJABER, A.S., ve EL-MOJADDIDI, M.A. 1996. Irradiation and Postirridation Storage at 2 ± 2 °C of Tilapia (*Tilapia nilotica* $\times$ *T. aurea*) and Spanish mackerel (*Scomberomorus commerson*): Sensory and Microbial assessment. Journal of Food Protection, 9: 1041–1048.
- ACKMAN, 1995. Composition and Nutritive Value of Fish and Shellfish Lipids (Edited by A.Ruither). Fish and Fishery Products. CAB International, UK., pp.117-156.
- AHMED, I.O., ALUR, M.D., KAMAT, A.S., BENDEKAR, J.R., ve THOMAS, P. 1997. Influence of Processing on the Extension Shelf-life of Nagli-fish (*Sillago sihama*) by Gamma Irradiation. International Journal of Food Science and Technology, 32: 325–332.
- AL-KAHTANI H. A., ABU-TARBOUS H.M., BAJABER H.S., ATIA M., ABOU-ARAB A.A., ve EL-MOJADDIDI M.L. 1996. Chemical Changes After Irradiation and Post-Irradiation Storage in Tilapia and Spanish Mackerel, J Food Sci, 61(4): 729–733
- ALKAN H. 2002. Gıda Ürünlerinin Korunmasında ve Gıda Kaynaklı Hastalıkların Önlenmesinde Gıda Işınlama Yöntemi. <http://www.gammapak.com/teknik-dökümanlar.html>,
- American Council On Science And Health. (2003) http://www.acsh.org/docLib/20040331_irradiated.pdf
- ANONİM, 2002. Gıda Isınlama Yönetmeliği, Resmi Gazete, Tarih: 15.10.2002, sayı:24907.
- ANTONOCOPOULOS N., 1973. Bestmmung Des Flu“Chtigen Basenstickstoofs, Fische und Fischerzeugnisse, ed: Ludorf W., Meyer V., Aulageverlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, Pp. 224–225.

- AOAC, 1998. Official Methods of Analysis, Official Methods of Analysis of AOAC International, 16 th Ed, Chapter ed: Soderberg D L., ed: Cunniff P., Gaithersburg, MD,
- ASHIE I.N., SIMITH J.P., ve SIMPSON B.K., 1996. Spoilage and Shelf-Life Extension of Fresh Fish and Shellfish, Crit Rev Food Sci Nutr, 36: 87–121.
- BAYGAR, T., ve OZGUR, N. 2010. Sensory and Chemical Changes in Smoked Frog (*Rana esculanta*) Leg During Cold Storage (4°C±1) Journal of Animal and Veterinary Advances 9 (3): 588-593.
- BLIGH E.C., ve DYER W.J., 1959. A Rapid Method of Total Lipid Extraction and Purification, Can J Biochem Physiol, 37: 911–917.
- CANDELA M., ASTIASARAN I., ve BELLO J. 1998. Deep-fat frying modifies high-fat fish lipid fraction. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 46: 2793-2796.
- CHAWLA S.P., KIM D.H., JO C., LEE J.W., SONG H.P., ve BYUN M.W., 2003. Effect of Gamma Irradiation on The Survival of Pathogens in Kwamegi, a Traditional Korean Semidried Seafood, J Food Protect, 66 (11): 2093–2096.
- CHOULIARA I., SAVVAIDIS I.N., PANAGIOTAKIS N., ve KONTOMINAS M.G., 2004. Preservation of salted, vacuum-packaged, refrigerated sea bream (*Sparus aurata*) fillets by irradiation: microbiological, chemical and sensory attributes, Food Microbiol, 21: 351–359.
- CHOULIARA, I., SAWAIDIS, L.N., RIGANAKOS, K., ve KONTAMINAS, M.G., 2005. Shelf-life extension of vacuum-packaged sea bream (*Sparus aurata*) fillets by combined gamma-irradiation and refrigeration: microbiological, chemical and sensory changes. J. Sci. Food Agric. 85 (5): 779-784.
- COLLINS C.E., WES SCHILLING, M., ANDREWS, L.S., ve MARSHALL, D.L., 2010. Low-Dose X-Ray Treatment of Fresh Channel Catfish Fillets Does Not Affect Color, Texture, or Oxidation Journal of Aquatic Food Proudct Technology 19: 162-169.

- CONNELL, J.J., 1980. Control of Fish Quality, 2nd Edition. Fishing News Limited, Surrey, UK, pp. 76-92.
- COZZO-SIQUEIRA A., OETTERER M., ve GALLO C.R., 2003. Effects of Irradiation and Refrigeration on The Nutrients And Shelf-Life of Tilapia (*Oreochromis niloticus*), J Aquat Food Prod Technol, 12 (1): 85–101.
- ÇAKLI, Ş., KIŞLA, D., CADUN, A., DİNÇER, T., ve ÇAĞLAK, E., 2009. Determination of Shelf Life in Fried and Boiled Frog Meat Stored in Refrigerator in $3.2 \pm 1.08^{\circ}\text{C}$, E.U. Journal of Fisheries & Aquatic sciences 26:115-119.
- DİNÇER, S., 2009. Ç.Ü. Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Ders Notları
- ERKAN N., ve ÖZDEN Ö., 2007. The Changes Of Fatty Acid And Amino Acid Compositions in Sea Bream (*Sparus aurata*) During Irradiation Process. Rad Phys Chem, 76, 1636-1641.
- ERICKSON, M. C., 1993. Compositional Parameters and Their Relation to Oxidative Stability Channel Catfish. J. Agric. Food. Chem., 41:1213-1218.
- FARKAS, J., 1998. Irradiation as a method for decontaminating food A review. International Journal of Food Microbiology, 44:189–204.
- FDA, 1998. Enumeration of Escherichia coli and the Coliform Bacteria, Bacterial analytical manual, Revision A (8th ed.), AOAC International, Washington, DC.
- FREEMAN, D.W., 1990. Chemical and Dynamic Headspace Analyses of Oxidative Compounds in Selected Catfish (*Ictalurus punctatus*) Filet Tissues as Affected by Phosphate and Antioxidant Injection and Frozen Storage. PhD Thesis, Mississippi State Univ.
- GATLIN, D.M., BAI, S. ve ERICKSON, M.C., 1992. Effects of Dietary Vitamin E and Synthetic Antioxidants on Composition and Storage Quality of Channel Catfish (*Ictalurus punctatus*). Aquaculture, 106:323-332.
- GELOSA, L., 2001. Safety and Quality of Some Irradiated Foods. Ind Aliment, 40, 400: 149-151

- GÜNEŞ, G., ve TEKİN, M.D., 2006. Consumer Awareness and Acceptance of Irradiated Foods: Results of a Survey Conducted on Turkish Consumers, *Food Science and Technology*, 39: 444-448.
- HAARD, N.F., 1992. Control of Chemical Composition and Food Quality Attributes of Cultured Fish. *Food Res. Int.*, 25: 289-307.
- HAN, L.B., LIEW, M.H., ve YEH, L.T., 1992. Preservation of Grass Prawns by Ionizing Radiation. *J Food Protect*, 55: 198–202.
- HAU, L.-B., ve LIEW, M.S., 1993. Effects of gamma irradiation and cooking on vitamin B6 and B12 in grass prawns (*Penaeus monodon*). *Radiat.Phys. Chem.* 42: 297–300.
- HOSSAIN, M., MUNSHI M.K., SHILPI, R.Y., ve RASHID, H.O., 2008. Isolation of Food-Borne Microorganisms from Atlantic Mackerel and Disinfection of the Raw Fish by Radiation, Low Temperature and Combination Treatments *Bangladesh Journal of Microbiology* 25(2): 105-109.
- HULTIN, H.O., 1988. Potential Lipid Oxidation problems in Fatty Fish Processing (Edited by: N. Davis). *Fatty Fish Utilization: Upgrading from Feed to Food Processing of a National Technical Conference*, UNS Sea Grant Program, Raleigh, pp. 185-223.
- ICEKSON, I., PASTEUR, R., DRABKIN, V., LAPIDOT, M., EIZENBERG, E., KLINGER, I., ve GELMAN, A., 1996. Prolonging shelf-life of carp by combined ionizing radiation and refrigeration. *J. Sci. Food Agric.* 72: 353-358.
- ICHIHARA, K., SHIBAHARA, A., YAMAMOTO, K., ve NAKAYAMA, T., 1996. An Improved Method for Rapid Analysis of the Fatty Acids of Glycerolipids, *Lipids*, 31: 535–539.
- IFST., 1999. Development and Use of Microbiological Criteria in Foods. London: Institute of Food Science and Technology (UK).
- ITO, H., ADULYATHAM, P., SANGTHONG, N., ve ISHIGAKI, I., 1989. Effect of Gamma Irradiation on Frozen Shrimps to Reduce Microbial Contamination, *Radiat Phys Chem*, 34: 1009–1011.

- JEEVANANDAM, K., KAKATKAR, A., DOKE, S.N., BONGIWAR, ve V., VENUGOPAL, V., 2001. Influence of salting and gamma irradiation on the shelf-life extension of threadfin bream in ice. *Food Res. Int.* 34: 739-746.
- JO C., AHN D.U., 2000. Production of Volatiles Compounds from Irradiated Oil Emulsion Containing Amino Acids and Proteins, *J Food Sci*, 64, 641-643,
- JOSEPHSON, E.S., ve PETERSON, M.S., 1983. *Preservation of Food by Ionizing Radiation*, 3, CRC Press, Boca Raton, FL.
- KAMAT, A., ve THOMAS, P., 1998. Radiation Inactivation of Some Food-Borne Pathogens in Fish as Influenced by Fat Levels, *J Appl Microbiol*, 84: 478–484.
- KANATT, S.R., CHAWLA, S.P., CHANDER R., ve SHARMA, A., 2006. Developement of shelf-stable, ready-to-eat (RTE) shrimps (*Penaeus indicus*) using γ -radiation as one of the hurdles *LWT* 39: 621-626.
- KASIMOGLU, A., DENLİ, E., ve İÇ, E., 2003. The Extension of the Shelf-Life of Sardine Which Were Packaged in A Vacuum Stored Under Refrigeration, and Treated by D-Irradiation. *Int J Food Sci Technol*, 38: 529–535,
- KAZANAS, N., EMERSON, J.A., SEAGRAN, H.L., ve KEMPE, L.L., 1966. Effect of γ -İrradiation on tbw microflora of freshwater fish I.microbial load, lag period and rate of growth on yellow perch (*Perca flavescens*) fillets. *Applied Microbiology*, 14(2): 261-266.
- KIM, Y.H., NAM, K.C., ve AHN, D.U., 2002. Volatile profiles, lipid oxidation and sensory characteristics of irradiated meat from different animal species, *Meat Sci*, 61: 257–265.
- KOREL, F., ve ORMAN, S., 2005. Gıda Işınlaması, Uygulamaları ve Tüketicinin Işınlanmış Gıdaya Bakış Açısı, *Harran Üniversitesi Ziraat Fak. Der.*, 9:19-27.
- KUME, T., FRUTA, M., TODORIKI S., UENOYAMA, N., ve KOBAYASHI Y., 2009. Status of Food Irradiation in the Word. *Radiation Physics and Chemistry*, 78: 222-226.

- KWON J.H., BYUN, ve M.W., 1995. Gamma Irradiation Combined with Improved Packaging for Preserving and Improving the Quality of Dried Fish (*Engraulis encrasicolus*), Rad Phys Chem, 46: 725– 729.
- LACROIX, M., ve OUATTARA B., 2000. Combined industrial processes with irradiation to assure innocuity and preservation of food products — a review. Food Research International, 33: 719-724.
- LAKSHMANAN, R., VENUGOPAL, V., ve RAO, B.Y.K., 1999. Bongirwar D.R., Stability of Lipids of Indian Mackerel to Gamma Irradiation. J Food Lipids, 6: 277–285.
- LANG, K., 1983. Der flüchtige basenstickstoff (TVB-N) bei im binnenland in den verkehr gebrachten frischen seeficchen. 11. Mitteilung. *Archiv für Lebensmittelhygiene*, 34: 7-10.
- LAPA-GUIMARAES, J., APARECIDA AZAVEDO DA SILVA, M., EDUARDO DE FELICIO, P., ve CONTRERAS GUZMAN, E., 2002. Sensory colour and psychrotrophic bacterial analyses of squids (*Loligo plei*) during storage in ice. Lebensm. Wiss. Technol. 35: 21–29.
- LAWLESS A., 2007. Food Irradiation, What’s the big deal? Food Regulation in the United States, <http://www.gao.gov/new.items/rc00217.pdf>,
- LINDBERG, A.-M., A. LJUNGH, S. AHRNE´, S. LO´DFHAHL, ve G. MOLIN. 1998. Enterobacteriaceae found in high numbers in fish, minced meat and pasteurized milk or cream and the presence of toxin encoding genes. *Food Microbiol.* 39: 11–17.
- MBARKI R., MILOUD N.B., SELMI S., DHIB S., ve SADOK S., 2009. Effect of Vacuum Packaging and Low-Dose Irradiation on The Microbial, Chemical and Sensory Characteristics of Chub Mackerel (*Scomber japonicus*), Food Microbiol, 26: 821–826.
- MBARKI, R., SADOK S., ve BARKALLAH I., 2008. Influence of Gamma Irradiation on Microbiological, Biochemical, and Textural Properties of Bonito (*Sarda sarda*) During Chilled Storage, Food Sci Tech Int, 14: 367–373.

- MENDES, R., SILVA, H.A., NUNES, M.L., ve EMPIS, J.M.A.E., 2005. Effect of Low-Dose Irradiation and Refrigeration on The Microflora, Sensory Characteristics and Biogenic Amines of Atlantic Horse Mackerel (*Trachurus trachurus*). Eur Food Res Technol 221: 329–335.
- MOINI S., TAHERGORABI R., HOSSEINI S.V., RABBANI, M., TAHERGORABI, Z., FEAS, X., ve AFLAKÍ, F., 2009. Effect of Gamma Radiation on the Quality and Shelf Life of Refrigerated Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Fillets. J Food Protect, 72: 1419–1426.
- NERKAR, D.P. ve BANDEKAR J.R., 1989. Elimination of *Salmonella* From Frozen Shrimp by Gamma Radiation. Journal of Food Safety, 10(3): 175-180.
- NERKAR, D.P., ve LEWIS N.F., 1982. Radicidation for Elimination of *Salmonellae* in Frog Legs. J Food Protect, 45: 820-823.
- NOUCHPRAMOUL K., 1985. Elimination of *Salmonella* in frozen shrimp by radiation treatment. Food Irradiat Newsl, 8 (1): 14–15.
- NUNES, M.L., CARDINAL, M., MENDES, R., MORAO CAMPOS,R., BANDARRA, N.M., LOURENÇO, H. ve JEROME, M., 1992. Effect of Season and Storage on Proteins and Lipids of Sardine (Sardine pilchardus) Minces and Surimi. (Edited by H.H.Huss et al.) Quality Assurance in the Fish Industry,pp. 73-81.
- OEHLENSCHLAGER, J., 1992. In: Huss, H.H., Jakobsen, M., Liston, J. (Eds.), Quality Assurance in Fish Quality. Elsevier Science, Amsterdam, pp. 339-350.
- OHSHIMA, T., SHOZEN, K., USIO, H., ve KOIZUMI, C., 1996. Effects of grilling on formation of cholesterol oxides in seafood products rich in polyunsaturated fatty acids. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie – Food Science and Technology, 29: 94-99.
- OLSON, DG., 1998. Scientific Status Summary, Irradiation of Food. A Publication of the IFT Expert Panel on Food Safety and Irradiation. Food Technology, 52: 56-62.

- ÖZDEN, O., İNUĞUR, M., ve ERKAN, N., 2007a. Effect of Different Dose Gamma Radiation And Refrigeration on The Chemical and Sensory Properties and Microbiological Status of Aquacultured Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*). Rad Phys Chem, 76: 1169–1178.
- ÖZDEN, O., İNUĞUR, M., ve ERKAN, N., 2007b. Preservation of Iced Refrigerated Sea Bream (*Sparus aurata*) by Irradiation: Microbiological, Chemical and Sensory Properties and Attributes. Eur Food Res Tech, 225: 797-805.
- ÖZGÜR, N., 2005. Kurbağa (*Rana spp.*) Bacağının Fume Olarak Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- ÖZOGUL F., ÖZDEN, Ö., ÖZOĞUL, Y., ve ERKAN, N., 2010. The Effects Of Gamma-Irradiation on The Nucleotide Degradation Compounds in Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) Stored in Ice. Food Chem, 122: 789-794.
- ÖZOĞUL, F., ÖZOĞUL, Y., OLGUNOĞLU, I., ve BOGA, E.K., 2008. Comparison of fatty acid, mineral and proximate composition of body and legs of edible frog (*Rana esculenta*). International Journal of Food Sciences and Nutrition 59(7-8): 558-565.
- ÖZTAŞIRAN, I., MUTLUER, B., ERSEN, S., KAYA, B., AKKUŞ, M., ve SİYAKUŞ, G., 1989. Effects of Radurization and Packing on the Shelf-life and Quality of the Anchovy (*Engraulis encrasicolus*), Ankara Üniversitesi Veteriner Fak. Der., 35:238-245.
- ÖZYURT, G., ve POLAT, A., 2006. Amino acid and fatty acid composition of wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*): a seasonal differentiation Eur Food Res Technol 222: 316-320.
- PAULUS, K., ZACHARIAS, R., ROBINSON L., ve GEIDEL H., 1979. Kritische Betrachtungen Zur “Bewetenden Prüfung Mit Skale” Als Einem Wesentlichen Verfahren Der Sensorischen Analyse, LWT, 12: 52-61.
- POLAT A. ve TOKUR, B., 2000. Balıklarda Pro-oksidan ve Antioksidanların Lipit Oksidasyonuna Etkileri. Ege Üniv, Su Ürünleri Dergisi, 17 (3-4): 299-310.

- PORTER, P.J., KENNISH J.M. ve KRAMER, D.E., 1992. The Effects of Exsanguination of Sockeye Salmon on the Changes in the Lipid Composition During Frozen Storage (Edited by: E.G. Bligh). Seafood and Tech, Fishing News Boks, pp. 76-84.
- PRINCIPE, F., PEREZ, M., ve CROCI, C., 2009. Stability of Lipids and Fatty Acids in Frozen and Gamma Irradiated Patagonian Toothfish (*Dissostichus eleginoides*) from the Southwestern Atlantic. LWT-Food Sci Technol, 42: 1308–1311.
- REALE, A., 2008. SORRENTINO E., IAFFALDANO N., ROSATO M.P., RAGNI P., COPPOLA R., CAPITANI D., SOBOLEV A.P., TREMONTE P., SUCCI M., ve MANNINA L., Effects of Ionizing Radiation and Modified Atmosphere Packaging on The Shelf Life of Aqua-Cultured Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*). World J Microbiol Biotechnol, 24: 2757–2765.
- RUIZ-CAPILLAS, C., ve MORAL, A., 2005. Sensory and biochemical aspect of quality of whole bigeye tuna (*Thunnus obesus*) during bulk storage in controlled atmospheres. Food Chemistry, 89: 347-354.
- SATIN, M., 1993. Food Irradiation a Guidebook, Technomic Publishing Co. Inc., Lancaster, PA.
- SOMMERS CHRISTOPHER H. ve RAJKOWSKI KATHLEEN T., 2011. Radiation Inactivation of Foodborne Pathogens on Frozen Seafood Product. Journal of Food Protection, 74 (11): 641-644.
- STEFFENS, W., 1997. Effects of variation in essential fatty acids in fish feeds on nutritive value of freshwater fish for humans. Aquaculture 151: 97–119.
- TAMBURAN, P., 1985. Elimination of *Salmonella* in Frog Legs by Irradiation, Food Irradiation Newsl., 9: 5.
- TARLADGIS, B., WATTS, B.M., ve YONATHAN, M., 1960. Distillation Method for Determination of Malonaldehyde in Rancid Food. J American Oil Chem Soc, 37(1): 44–48.

- TARLEY, C.R.T., VISENTAINER, J.V., MATSUSHITA, M., ve DE SOUZA, N.E., 2004. Proximate composition, cholesterol and fatty acids profile of canned sardines (*Sardinella brasiliensis*) in soybean oil and tomato sauce. Food Chemistry, 88: 1-6.
- THAYER, D.W., 1995. Use of Irradiation to Kill Enteric Pathogens on Meat and Poultry, Journal of Food Safety, 15: 181–192.
- TOKUR, B., GÜRBÜZ, R.D., ve ÖZYURT, G., 2008. Nutritional composition of frog (*Rana esculanta*) waste meal. Bioresource Technology 99: 1332-1338.
- VENUGOPAL, V., DOKE S.N., THOMAS P., 1999. Radiation processing to improve the quality of fishery products. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 39: 391–440.

ÖZGEÇMİŞ

1986 yılında Ankara’ da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Ankara’da tamamladı. 2005 yılında Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesini kazandı. 2009 yılında mezun oldu. Aynı yıl Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Ana Bilim Dalında, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümünde yüksek lisans eğitimine başladı.

EKLER

EK 1: Kullanılan dozimetrenin özellikleri



HARWELL AMBER 3042 DOSIMETERS

SPECIFICATION

Harwell Amber 3042 Dosimeters for the measurement of radiation dose.

Material:	A single batch of Amber 3042 Perspex cast polymethylmethacrylate sheets.
Dimensions:	30 mm x 11 mm. Thickness 3 ± 0.55 mm.
Measurement Reproducibility:	Coefficient of variation of specific absorbance measurements on sets of dosimeters from the batch, simultaneously irradiated together, in a radiation field uniform within $\pm 1\%$, is $\leq 2.5\%$ over the ranges 1 to 10 kGy at 603nm wavelength and 10 to 30 kGy at 651nm.
Calibration Quality:	Over the calibrated range, all mean specific absorbance data points are within 3% of a fourth-order polynomial least-squares fit to the data.
Traceability:	Harwell calibration is traceable to the UK standard of absorbed dose at the National Physical Laboratory (NPL). Calibration performance of each batch is verified by NPL inter-comparison.
Packaging:	Sealed in labelled sachets made of polyester/aluminium foil/polyester/polythene laminate, packed 1000 per carton. Packing to defined AQL's checked to BS6001 (ISO 2859-1), single normal inspection, level II.



EK 2: Kullanılan dozimetre için spesifik absorbans değerleri

Harwell Amber 3042R - January 2004

Specific absorbance versus dose table **603nm**

Doses are quoted to two decimal places to take account of computer rounding and do not imply that the uncertainty is less than the quoted value of +/- 2.5% at one sigma

Abs. cm-1	Dose kGy	Abs. cm-1	Dose kGy	Abs. cm-1	Dose kGy
0.36	1.00	0.78	1.80	1.20	2.74
0.37	1.02	0.79	1.82	1.21	2.76
0.38	1.03	0.80	1.84	1.22	2.79
0.39	1.05	0.81	1.86	1.23	2.81
0.40	1.07	0.82	1.89	1.24	2.83
0.41	1.09	0.83	1.91	1.25	2.86
0.42	1.11	0.84	1.93	1.26	2.88
0.43	1.12	0.85	1.95	1.27	2.91
0.44	1.14	0.86	1.97	1.28	2.93
0.45	1.16	0.87	1.99	1.29	2.95
0.46	1.18	0.88	2.01	1.30	2.98
0.47	1.20	0.89	2.04	1.31	3.00
0.48	1.21	0.90	2.06	1.32	3.03
0.49	1.23	0.91	2.08	1.33	3.05
0.50	1.25	0.92	2.10	1.34	3.08
0.51	1.27	0.93	2.12	1.35	3.10
0.52	1.29	0.94	2.14	1.36	3.12
0.53	1.31	0.95	2.17	1.37	3.15
0.54	1.32	0.96	2.19	1.38	3.17
0.55	1.34	0.97	2.21	1.39	3.20
0.56	1.36	0.98	2.23	1.40	3.22
0.57	1.38	0.99	2.26	1.41	3.25
0.58	1.40	1.00	2.28	1.42	3.27
0.59	1.42	1.01	2.30	1.43	3.30
0.60	1.44	1.02	2.32	1.44	3.32
0.61	1.46	1.03	2.35	1.45	3.35
0.62	1.48	1.04	2.37	1.46	3.37
0.63	1.50	1.05	2.39	1.47	3.40
0.64	1.52	1.06	2.41	1.48	3.42
0.65	1.54	1.07	2.44	1.49	3.45
0.66	1.56	1.08	2.46	1.50	3.47
0.67	1.58	1.09	2.48	1.51	3.50
0.68	1.60	1.10	2.51	1.52	3.52
0.69	1.62	1.11	2.53	1.53	3.55
0.70	1.64	1.12	2.55	1.54	3.57
0.71	1.66	1.13	2.57	1.55	3.60
0.72	1.68	1.14	2.60	1.56	3.63
0.73	1.70	1.15	2.62	1.57	3.65
0.74	1.72	1.16	2.64	1.58	3.68
0.75	1.74	1.17	2.67	1.59	3.70
0.76	1.76	1.18	2.69	1.60	3.73
0.77	1.78	1.19	2.72		

Note : Calibration data, in the form of graphs or tables are generated at Harwell for QA purposes. They are supplied to users as examples, or for comparing with users own data. It is essential that users perform their own separate calibration for their own instrumentation and conditions of use. See Harwell literature and ASTM Standard E1276.

Harwell Amber 3042R - January 2004

Specific absorbance versus dose table 603nm

Doses are quoted to two decimal places to take account of computer rounding and do not imply that the uncertainty is less than the quoted value of +/- 2.5% at one sigma

Abs. cm-1	Dose kGy
1.61	3.75
1.62	3.78
1.63	3.81
1.64	3.83
1.65	3.86
1.66	3.88
1.67	3.91
1.68	3.94
1.69	3.96
1.70	3.99
1.71	4.01
1.72	4.04
1.73	4.07
1.74	4.09
1.75	4.12
1.76	4.14
1.77	4.17
1.78	4.20
1.79	4.22
1.80	4.25
1.81	4.28
1.82	4.30
1.83	4.33
1.84	4.36
1.85	4.38
1.86	4.41
1.87	4.44
1.88	4.46
1.89	4.49
1.90	4.52
1.91	4.54
1.92	4.57
1.93	4.60
1.94	4.63
1.95	4.65
1.96	4.68
1.97	4.71
1.98	4.73
1.99	4.76
2.00	4.79
2.01	4.82

Abs. cm-1	Dose kGy
2.02	4.84
2.03	4.87
2.04	4.90
2.05	4.93
2.06	4.95
2.07	4.98
2.08	5.01
2.09	5.04
2.10	5.06
2.11	5.09
2.12	5.12
2.13	5.15
2.14	5.17
2.15	5.20
2.16	5.23
2.17	5.26
2.18	5.28
2.19	5.31
2.20	5.34
2.21	5.37
2.22	5.40
2.23	5.42
2.24	5.45
2.25	5.48
2.26	5.51
2.27	5.54
2.28	5.56
2.29	5.59
2.30	5.62
2.31	5.65
2.32	5.68
2.33	5.70
2.34	5.73
2.35	5.76
2.36	5.79
2.37	5.82
2.38	5.85
2.39	5.87
2.40	5.90
2.41	5.93
2.42	5.96

Abs. cm-1	Dose kGy
2.43	5.99
2.44	6.02
2.45	6.05
2.46	6.07
2.47	6.10
2.48	6.13
2.49	6.16
2.50	6.19
2.51	6.22
2.52	6.25
2.53	6.27
2.54	6.30
2.55	6.33
2.56	6.36
2.57	6.39
2.58	6.42
2.59	6.45
2.60	6.48
2.61	6.50
2.62	6.53
2.63	6.56
2.64	6.59
2.65	6.62
2.66	6.65
2.67	6.68
2.68	6.71
2.69	6.74
2.70	6.77
2.71	6.80
2.72	6.82
2.73	6.85
2.74	6.88
2.75	6.91
2.76	6.94
2.77	6.97
2.78	7.00
2.79	7.03
2.80	7.06
2.81	7.09
2.82	7.12
2.83	7.15

Note : Calibration data, in the form of graphs or tables are generated at Harwell for QA purposes. They are supplied to users as examples, or for comparing with users own data. It is essential that users perform their own separate calibration for their own instrumentation and conditions of use. See Harwell literature and ASTM Standard E1276.

Harwell Amber 3042R - January 2004

Specific absorbance versus dose table **603nm**

Doses are quoted to two decimal places to take account of computer rounding and do not imply that the uncertainty is less than the quoted value of $\pm 2.5\%$ at one sigma

Abs. cm ⁻¹	Dose kGy	Abs. cm ⁻¹	Dose kGy	Abs. cm ⁻¹	Dose kGy
2.84	7.18	3.25	8.40	3.66	9.68
2.85	7.21	3.26	8.43	3.67	9.69
2.86	7.24	3.27	8.46	3.68	9.72
2.87	7.26	3.28	8.49	3.69	9.75
2.88	7.29	3.29	8.52	3.70	9.79
2.89	7.32	3.30	8.55	3.71	9.82
2.90	7.35	3.31	8.58	3.72	9.85
2.91	7.38	3.32	8.61	3.73	9.88
2.92	7.41	3.33	8.64	3.74	9.91
2.93	7.44	3.34	8.67	3.75	9.94
2.94	7.47	3.35	8.70	3.76	9.97
2.95	7.50	3.36	8.74	3.77	10.01
2.96	7.53	3.37	8.77	3.78	10.04
2.97	7.56	3.38	8.80	3.79	10.07
2.98	7.59	3.39	8.83	3.80	10.10
2.99	7.62	3.40	8.86	3.81	10.13
3.00	7.65	3.41	8.89	3.82	10.16
3.01	7.68	3.42	8.92	3.83	10.19
3.02	7.71	3.43	8.95	3.84	10.23
3.03	7.74	3.44	8.98	3.85	10.26
3.04	7.77	3.45	9.01	3.86	10.29
3.05	7.80	3.46	9.04	3.87	10.32
3.06	7.83	3.47	9.07	3.88	10.35
3.07	7.86	3.48	9.10	3.89	10.39
3.08	7.89	3.49	9.13	3.90	10.42
3.09	7.92	3.50	9.16	3.91	10.45
3.10	7.95	3.51	9.20	3.92	10.48
3.11	7.98	3.52	9.23	3.93	10.51
3.12	8.01	3.53	9.26	3.94	10.54
3.13	8.04	3.54	9.29	3.95	10.58
3.14	8.07	3.55	9.32	3.96	10.61
3.15	8.10	3.56	9.35	3.97	10.64
3.16	8.13	3.57	9.38	3.98	10.67
3.17	8.16	3.58	9.41	3.99	10.70
3.18	8.19	3.59	9.44	4.00	10.74
3.19	8.22	3.60	9.47	4.01	10.77
3.20	8.25	3.61	9.51	4.02	10.80
3.21	8.28	3.62	9.54	4.03	10.83
3.22	8.31	3.63	9.57	4.04	10.87
3.23	8.34	3.64	9.60	4.05	10.90
3.24	8.37	3.65	9.63	4.06	10.93

Note : Calibration data, in the form of graphs or tables are generated at Harwell for QA purposes. They are supplied to users as examples, or for comparing with users own data. It is essential that users perform their own separate calibration for their own instrumentation and conditions of use. See Harwell literature and ASTM Standard E1276.

Harwell Amber 3042R - January 2004

Specific absorbance versus dose table **603nm**

Doses are quoted to two decimal places to take account of computer rounding and do not imply that the uncertainty is less than the quoted value of $\pm 2.5\%$ at one sigma

Abs. cm-1	Dose kGy	Abs. cm-1	Dose kGy	Abs. cm-1	Dose kGy
4.07	10.96	4.46	12.25	4.85	13.59
4.08	10.99	4.47	12.28	4.86	13.63
4.09	11.03	4.48	12.31	4.87	13.68
4.10	11.06	4.49	12.35	4.88	13.70
4.11	11.09	4.50	12.38	4.89	13.74
4.12	11.12	4.51	12.42	4.90	13.77
4.13	11.16	4.52	12.45	4.91	13.81
4.14	11.19	4.53	12.48	4.92	13.84
4.15	11.22	4.54	12.52	4.93	13.89
4.16	11.25	4.55	12.55	4.94	13.91
4.17	11.28	4.56	12.59	4.95	13.95
4.18	11.32	4.57	12.62	4.96	13.99
4.19	11.35	4.58	12.65	4.97	14.02
4.20	11.38	4.59	12.69	4.98	14.06
4.21	11.42	4.60	12.72	4.99	14.10
4.22	11.45	4.61	12.76	5.00	14.13
4.23	11.48	4.62	12.79	5.01	14.17
4.24	11.52	4.63	12.83	5.02	14.20
4.25	11.55	4.64	12.86	5.03	14.24
4.26	11.58	4.65	12.89	5.04	14.28
4.27	11.61	4.66	12.93	5.05	14.31
4.28	11.65	4.67	12.96	5.06	14.35
4.29	11.68	4.68	13.00	5.07	14.39
4.30	11.71	4.69	13.03	5.08	14.42
4.31	11.75	4.70	13.07	5.09	14.46
4.32	11.78	4.71	13.10	5.10	14.50
4.33	11.81	4.72	13.14	5.11	14.53
4.34	11.85	4.73	13.17	5.12	14.57
4.35	11.88	4.74	13.21	5.13	14.61
4.36	11.91	4.75	13.24	5.14	14.65
4.37	11.95	4.76	13.28	5.15	14.68
4.38	11.98	4.77	13.31	5.16	14.72
4.39	12.01	4.78	13.35	5.17	14.76
4.40	12.05	4.79	13.38	5.18	14.79
4.41	12.08	4.80	13.42	5.19	14.83
4.42	12.11	4.81	13.45	5.20	14.87
4.43	12.15	4.82	13.49	5.21	14.91
4.44	12.18	4.83	13.52	5.22	14.95
4.45	12.21	4.84	13.56	5.23	14.98
				5.24	15.02

Note : Calibration data, in the form of graphs or tables are generated at Harwell for QA purposes. They are supplied to users as examples, or for comparing with users own data. It is essential that users perform their own separate calibration for their own instrumentation and conditions of use. See Harwell literature and ASTM Standard E1276.

