

T.C.
MUĞLA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

OZON UYGULANAN LEVREK (*Dicentrarchus labrax*) BALIKLARININ
+4±2 °C' DE DEPOLANMASI SIRASINDA KALİTESİNDE MEYDANA
GELEN DEĞİŞİMLER VE RAF ÖMRÜNÜN TESPİTİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DUYGU YILDIZ

OCAK 2011
MUĞLA

T.C.
MUĞLA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

OZON UYGULANAN LEVREK (*Dicentrarchus labrax*) BALIKLARININ
+4±2 °C' DE DEPOLANMASI SIRASINDA KALİTESİNDE MEYDANA
GELEN DEĞİŞİMLER VE RAF ÖMRÜNÜN TESPİTİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Duygu YILDIZ

MUĞLA 2011

T.C.
MUGLA ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü

Doç. Dr. Taçnur BAYGAR danışmanlığında Duygu YILDIZ tarafından hazırlanan **Ozon Uygulanan Levrek (*Dicentrarchus labrax*) Balıklarının +4±2 °C' de Depolanması Sırasında Kalitesinde Meydana Gelen Değişimler ve Raf Ömrünün Tespiti** başlıklı tez, 21.../.../...2011... tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak oybirliği ile kabul edilmiştir.

Başkan	: Doç. Dr. Nurgay Erkan Önder	İmza : 
Üye	: Doç. Dr. Taçnur BAYGAR	İmza : 
Üye	: Doç. Dr. Mehmet Uğurel	İmza : 
Üye	:	İmza :
Üye	:	İmza :

Bu çalışma Muğla Üniversitesi Bilimsel Araştırma Birimi (BAP) Tarafından Desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tez çalışmamın yürütülmesinde bilgi ve birikimlerini benimle paylaşan danışman hocam Doç. Dr. Taçnur BAYGAR' a, Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü Öğretim Üyesi Doç Dr. Mehmet UĞURLU ve Uzman Hamdi KARAOĞLU' na, laboratuvar çalışmalarım boyunca yardımlarını esirgemeyen Uzman Tuba BAYGAR ve Araş. Gör. Hatice HASANHACIOĞLU' na, Doktora Öğrencisi Yunus ALPARSLAN ve Yüksek lisans öğrencisi Ayşe DEMİRBAŞ' a, her türlü maddi ve manevi destek sağlayan canım aileme ayrıca yüksek lisans tez çalışmamı proje olarak destekleyen Muğla Üniversitesi Bilimsel Araştırma Yürütücü Sekreterliği' ne ve bana destek olan herkese teşekkürü borç bilirim.

	Sayfa No
İÇİNDEKİLER	
ÖNSÖZ	I
İÇİNDEKİLER	II
ÖZET	IV
ABSTRACT	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
TABLolar DİZİNİ	X
1. GİRİŞ	1
1.1. Ozon Kullanımının Tarihçesi	3
1.2. Ozonun Genel Özellikleri	4
1.3. Ozon Eldesi ve Etki Mekanizması	5
1.4. Ozonun Klora Göre Avantaj ve Dezavantajları	6
1.5. Ozonun Kullanım Alanları	7
1.6. Ozonun Gıdalarda Kullanımı	8
1.7. Su Ürünleri Sektöründe Ozon Kullanımı	10
1.8. Ozon Uygulanışı Sırasında Dikkat Edilecek Noktalar	11
1.9. Levrek Balığı Hakkında Genel Bilgiler	11
1.10. Levreğin Türkiye ve Dünya Ekonomisindeki Yeri ve Pazar Durumu	12
2. LİTERATÜR BİLGİSİ	15
3. MATERYAL-METOT	18
3.1. Materyal	18
3.2. Metot	19
3.2.1. Deneme örneklerinin hazırlanması	20
3.2.2. Levrek balıklarına ozon uygulama işlem aşamaları	21
3.2.3. Çalışma sırasında yapılan analizler	22
3.2.3.1. Duyusal analiz	22
3.2.3.2. Kimyasal analizler	24
3.2.3.2.1. Besin içeriği analizleri	24
3.2.3.2.1.1. Ham Yağ Tayini	24
3.2.3.2.1.2. Ham protein tayini	25
3.2.3.2.2. pH ölçümü	26
3.2.3.2.3. TVB-N (Toplam Uçucu Bazik Azot) tayini	26

3.2.3.2.4. TMA-N (Trimetilamin Azot) tayini	27
3.2.3.2.5. TBA (Tiyobarbitürük asit) tayini	27
3.2.3.2.6. Mikrobiyolojik analizler	28
3.2.3.2.6.1. Örneklerin hazırlanması	28
3.2.3.2.6.2. Toplam Mezofilik Bakteri Sayımı	29
3.2.3.2.6.3. Psikrofilik Bakteri Sayımı	29
3.2.3.2.6.4. Toplam Koliform Bakteri Sayımı	30
3.2.3.2.7. İstatistiksel Analiz	31
4. BULGULAR	32
4.1. Duyusal Analiz Sonuçları	32
4.2. Ham Protein Analiz Sonuçları	48
4.3. Yağ Analiz Sonuçları	48
4.4. pH Analiz Sonuçları	49
4.5. TVB-N Analiz Sonuçları	50
4.6. TMA-N Analiz Sonuçları	50
4.7. TBA analiz sonuçları	51
4.8. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları	52
4.8.1. Toplam mezofilik bakteri sayımı	52
4.8.2. Psikrofilik bakteri sayımı	53
4.8.3. Toplam koliform bakteri sayımı	53
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	54
5.1. Ham protein ve Ham Yağ Analiz Sonuçları	54
5.2. Duyusal Analiz Sonuçları	55
5.3. Kimyasal Analiz Sonuçları	58
5.3.1. pH Analiz Sonuçları	58
5.3.2. TVB-N Analiz Sonuçları	59
5.3.3. TMA-N Analiz Sonuçları	61
5.3.4. TBA Analiz Sonuçları	63
5.4. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları	64
KAYNAKLAR	70
ÖZGEÇMİŞ	78

**OZON UYGULANAN LEVREK (*Dicentrarchus labrax*) BALIKLARININ
+4±2 °C' DE DEPOLANMASI SIRASINDA KALİTESİNDE MEYDANA
GELEN DEĞİŞİMLER VE RAF ÖMRÜNÜN TESPİTİ**

(Yüksek Lisans Tezi)

Duygu YILDIZ

**MUĞLA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

2011

ÖZET

Ozonlama teknolojisi ile su ürünlerinin ilk günlük tazeliğine yakın bir ürün elde edilmesinin yanında, balıkların raf ömrünün uzatılması üzerinde de oldukça etkilidir. Su ürünlerinin raf ömrünü uzatmak amacıyla ozonlanması, bozulma ve ekonomik kaybın en aza indirilmesinin yanı sıra halk sağlığı problemleri ve gıda kaynaklı patojenlerin kontrol edilmesinde de önem arz etmektedir. Ozonlanmış ürünler, diğer yöntemlerle muhafaza edilmiş ürünler ile karşılaştırıldığında besin değerleri açısından daha yüksek kaliteye sahiptir.

Bu çalışma ile ozon uygulanan levrek balıklarının (*Dicentrarchus labrax*) +4±2 °C' de depolanması sırasında kalitesinde meydana gelen değişimler ve raf ömrünün tespit edilmesi amaçlanmıştır. Levrek balıklarına farklı konsantrasyonlarda (0.5, 1, 2 ppm) ozon uygulaması yapılmış ve buzdolabı şartlarında (4±2 °C) depolanmıştır. Kimyasal analizler olarak Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N), Tiyobarbitürikasit (TBA), Trimetilamin Azot (TMA-N), pH, hamprotein ve % yağ, duyu ve mikrobiyolojik analizler (Toplam mezofilik bakteri, psikrofilik bakteri, koliform bakteri) yapılmıştır.

Taze levrek balıkları, başlangıç kabul edilebilirlik duyu değerleri olarak panelistler tarafından 3.58 ±0.14 puan ile değerlendirilmiş olup pH değeri 6.49 ± 0.003, TVB-N değeri 18.48 ± 0.36 mg/100 g balık eti, TMA-N değeri 1.01 ± 0.127 mg/100 g balık eti, TBA değeri 0.43 ± 0.023 mg malonaldehit/kg balık eti, yağ içeriği %2.79 ± 0.13, hamprotein içeriği ise % 18.81 ± 0.379 olarak tespit edilmiştir. Mikrobiyolojik olarak ise mezofilik bakteri sayısı 4.65 log/CFU, psikrofilik bakteri sayısı 4.81 log/CFU ve koliform bakteri sayısı ise 2.70 log/CFU olarak saptanmıştır.

Elde edilen bulgulara göre levrek balıklarına uygulanan ozonun duyusal açıdan balıkların muhafazası üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu söylenebilir. Ozon uygulanmış gruplardaki balıkların duyusal açıdan raf ömrü olarak ozon uygulanmamış kontrol grubuna göre daha uzun süre olduğu panelistler tarafından yapılan değerlendirmelerde belirlenmiştir. Bütün gruplar 18. Güne kadar deri, göz, solungaç, et kokusu, et kıvamı, et dokusu ve genel kabul edilebilirlik değerlerince kabul edilebilir değerlerde olup, 20. günden sonra bir kısım özelliklerde kabul edilemezlik durumu meydana gelmiştir. Ozonun başlıca balıklarda gösterdiği duyusal açıdan olumsuzlukların başında balıkların solungaçlarında ve gözlerinde meydana gelen hoş karşılanmayan renk değişiklikleri gelmektedir. TVB-N ve TMA-N başta olmak üzere kimyasal analiz sonuçlarına göre de ozon uygulanmış örnekler ozon uygulanmamış kontrol grubuna oranla daha uzun süre muhafaza edilmişlerdir. Mikrobiyolojik analiz sonuçları ele alınacak olduğunda kontrol grubu örneklerimizin 9. güne kadar, 1. gruptaki örnekler 12. güne kadar, 2 ve 3. gruptaki levrek örneklerinin ise 16. güne kadar tüketilebilir özelliklerini koruduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Ozon, levrek balığı, kalite, raf ömrü

Sayfa adedi : 78

Tez yöneticisi : Dr. Taçnur BAYGAR

**THE SHELF LIFE AND CHEMICAL CHANGES OF OZONE TREATED
SEA BASS (*Dicentrarchus labrax*) DURING +4±2 °C STORAGE**

(M. Sc.Thesis)

Duygu YILDIZ

**MUĞLA UNIVERSITY
INSTITUTE of SCIENCE and TECHNOLOGY**

2011

ABSTRACT

Ozone treatment is an effective method that improves the microbiological and chemical qualities of seafood and extends the shelf life. Ozone application to increase the shelf life has many advantages such as decreasing the economical losses, preventing from spoilage, controlling the food-borne pathogens and protecting the human health. Ozone treated products have nutritionally high quality when comparing to the products treated with other methods.

In this study, it was aimed to detect the shelf life and chemical changes of ozone treated sea bass (*Dicentrarchus labrax*) during +4±2 °C storage. Ozone was applied in different concentrations (0.5, 1, 2 ppm) and sea bass were stored in refrigerator (+4±2 °C). Sensory, chemical [pH, total volatile basic nitrogen (TVB-N), trimethylamine (TMA-N), thiobarbituric acid (TBA)], chemical composition (crude protein % and lipid) and microbiological (total mesophilic bacteria, total psychrophilic bacteria and coliform bacteria) analyses were carried out.

Initial sensory acceptability values of fresh sea bass were evaluated as 3.58 ± 0.14 by panellists. Initial pH, TVB-N, TMA-N, TBA, lipid and crude protein % values were detected as 6.49 ± 0.003 , 18.48 ± 0.36 mg/100 g fish, 1.01 ± 0.127 mg/100 g fish, 0.43 ± 0.023 mg malonaldehyde/kg fish, 2.79 ± 0.13 and 18.81 ± 0.379 , respectively. Total mesophilic bacteria, psychrophilic bacteria and coliform bacteria counts were detected as 4.65 log/CFU, 4.81 log/CFU and 2.70 log/CFU for fresh sea bass, respectively.

According to the obtained results, it was seen that ozone application has sensorially positive effects on fish conservation. Evaluating the sensorial aspects of

panellists, the shelf life of ozone treated sea bass was detected to be longer than the control group. All groups were in acceptability values until the 18th day in terms of skin, eye, fin, odour, texture and general acceptability values, Some non-acceptable situations occurred after 20th day. The main disadvantage of ozone treatment especially for fish is undesirable colour changes in fins and eyes of fish. According to the chemical analyses results, mainly TVB-N and TMA-N, ozone treated samples were conserved longer than the control group samples. When checking the microbiological analyses results, it was detected that the control group samples were consumable until 9th day, 1.group were consumable until 12th day and 2.group were consumable until 16th day.

Key Words : Ozone, sea bass, quality, shelf life.

Page number : 78

Adviser : Assoc. Prof. Dr. Taçnur BAYGAR

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Sayfa No
Şekil 1.1. Ozonun oluşum mekanizması	5
Şekil 1.2. Deniz levreği (<i>Dicentrarchus labrax</i>)	12
Şekil 3.1. Balıkların kutu içerisinde görünümü	18
Şekil 3.2. Analiz edilecek balıkların orta nokta sıcaklığının ölçülmesi	18
Şekil 3.3. Ozon jeneratörü	19
Şekil 3.4. Kullanılan buz ve buz makinası	19
Şekil 3.5. Balıklara ozon uygulaması	20
Şekil 3.6. Ozon uygulanmış balıklar	20
Şekil 3.7. Çalışmada uygulanan işlem basamakları	21
Şekil 3.8. % Yağ analiz aşaması	25
Şekil 3.9. % Ham protein analiz aşaması	26
Şekil 3.10. Çalışma örneklerinde TVB-N analiz aşaması	27
Şekil 3.11. Çalışma örneklerinde TMA-N analiz aşaması	27
Şekil 3.12. Çalışma örneklerinde TBA analiz aşaması	28
Şekil 3.15. Mikrobiyolojik analizler için ön işlem aşamaları	28
Şekil 3.16. Toplam Mezofilik Bakteri Sayımı	29
Şekil 3.17. Toplam Mezofilik Bakteri kolonileri	29
Şekil 3.18. Psikrofilik Bakteri Sayımı	30
Şekil 3.19. Psikrofilik Bakteri kolonileri	30
Şekil 3.20. Toplam Koliform Bakteri Sayımı	31
Şekil 3.21. Toplam Koliform Bakteri Sayımı	31
Şekil 4.1. 0. gün duyusal analiz sonuçları	32
Şekil 4.2. 1. gün duyusal analiz sonuçları	33
Şekil 4.3. 5. gün duyusal analiz sonuçları	34
Şekil 4.4. 9. gün duyusal analiz sonuçları	35
Şekil 4.5. 12. gün duyusal analiz sonuçları	36
Şekil 4.6. 16. gün duyusal analiz sonuçları	37
Şekil 4.7. 18. gün duyusal analiz sonuçları	38

Şekil 4.8. 20. gün duyusal analiz sonuçları	39
Şekil 4.9. 22. gün duyusal analiz sonuçları	40
Şekil 4.10. Levrek gruplarının duyusal olarak deri açısından değerlendirilmesi grafiği	42
Şekil 4.11. Levrek gruplarının duyusal olarak göz açısından değerlendirilmesi grafiği	42
Şekil 4.13. Levrek gruplarının duyusal olarak koku değişimi değerlendirilmesi grafiği	43
Şekil 4.12. Levrek gruplarının duyusal olarak solungaçlarının değerlendirilmesi grafiği	43
Şekil 4.14. Levrek gruplarının duyusal olarak kıvam yönünden değerlendirilmesi grafiği	44
Şekil 4.15. Levrek gruplarının duyusal olarak doku açısından değerlendirilmesi grafiği	44
Şekil 4.16. Duyusal olarak genel ortalama analiz sonuçları	45
Şekil 4.17. Levrek gruplarının duyusal olarak aroma, lezzet ve tekstür açısından değerlendirilmesi grafiği	46
Şekil 4.18. Protein analiz sonuçları	48
Şekil 4.19. Ham yağ analiz sonuçları	48
Şekil 4.20. pH analiz sonuçları	49
Şekil 4.21. TVB-N analiz sonuçları	50
Şekil 4.22. TMA-N analiz sonuçları	50
Şekil 4.23. TBA analiz sonuçları	51
Şekil 4.24. Toplam Mezofilik Bakteri Sayımı sonuçları	52
Şekil 4.25. Psikrofilik Bakteri Sayımı	53
Şekil 4.26. Toplam Koliform Bakteri Sayımı sonuçları	53

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo No	Sayfa No
Tablo 1.1. Türkiye yetiştiricilik üretim miktarları	13
Tablo 1.2. Türkiye’de yetiştiriciliği yapılan su ürünleri için 2008 yılı ihracat rakamları	13
Tablo 3.1. Taze levreklerin duyuusal analiz değerlendirme tablosu	22
Tablo 3.2. Pişirilmiş levreklerin duyuusal olarak tazelik değerlendirmesi	23
Tablo 4.2. Pişirme sonrasında örneklerin duyuusal analiz sonuçları ortalaması	41
Tablo 4.1. Taze örneklerde duyuusal analiz sonuçları ortalaması	41
Tablo 4.3. Kimyasal analiz sonuçları ortalaması	47
Tablo 4.4. Mikrobiyolojik analiz sonuçları tablosu	52

1. GİRİŞ

Günümüzde insanların yaşadığı en önemli problemlerin başında sağlıklı ve dengeli beslenememeleri gelmektedir. Dengeli beslenme, sağlıklı bir yaşam ve insan vücudunun fizyolojik gelişimi için vazgeçilmez bir öneme sahiptir. Artan nüfus, farklılaşan yaşam koşulları ve zihinsel faaliyet gerektiren işlerde çalışan kişilerin artması sonucunda yükselen dengeli ve sağlıklı beslenme ihtiyacı, besin değeri yüksek gıdaların tüketimine olan talebi de beraberinde getirmiştir. Aynı zamanda, zamanla değişen ekonomik koşullar, insanları hem ekonomik hem de besleyici gıdaları tüketmeye yöneltmiştir. (Doğan, 1993; Metin ve Varlık, 1997). Günümüzde gıda maddesinin hijyenik ve ekonomik olmasının yanında protein, yağ, karbonhidrat, vitamin ve mineral maddeleri de dengeli oranda içermesi arzu edilmektedir. Bu isteğe cevap veren tek gıda maddesi ise su ürünleri olup, bu gıda grubu içinde de ön sırayı balık almaktadır. Balıketi besin değeri ve özellikle protein kalitesi yüksek, vitamin, mineral ve büyüme faktörü içermesi açısından mükemmel bir gıdadır (Varlık ve ark, 2004).

Su ürünleri, besinsel ve biyolojik değerinin yüksek olmasının yanı sıra, mikrobiyolojik, enzimatik ve fiziksel bozulmalara karşı hassas olması nedeniyle üretiminden tüketimine kadar geçen süre içerisinde özelliklerinin korunması bakımından dikkat edilmesi gereken gıda maddeleri içerisinde yer almaktadır. Bu yüzden balıklar, insan tüketimi için çabuk bozulabilir önemli bir protein kaynağını oluştururlar. Depolama sırasında meydana gelen mikrobiyel ve biyokimyasal reaksiyonlar (enzimatik ve otolitik) su ürünlerinin kalitesini düşürmektedir. Balıkta ortaya çıkan metabolitlerin [toplam uçucu bazik azot (TVB-N), trimetilamin (TMA-N), tiyobarbitürikasit (TBA) vb] konsantrasyonlarındaki artışlar, istenmeyen duyuşsal (koku, renk, doku), fiziksel ve kimyasal değişimlere (örneğin koku ve tekstür) yol açmaktadır. Bununla birlikte su ürünlerinin tazeliğinin belirlenmesinde duyuşsal analiz sonuçları en güvenilir kriterlerden birisidir. Kalite parametreleri bakımından kabul edilebilir özellikte olan bir ürün, duyuşsal özellikler açısından kabul edilemez nitelik taşıyorsa bu ürünün tüketilmesi uygun olmamaktadır. Duyuşsal kalite kontrol analizlerinin fiziksel, kimyasal ve

mikrobiyolojik yöntemlerle de desteklenmesi gerekmektedir (Kietzmann vd., 1969; Varlık vd., 2000; Köse ve Erdem, 2001).

Balık etlerindeki bozulmanın en önemli sebeplerinden birisi de yağ asitlerinin, özellikle de çoklu doymamış yağ asitlerini etkileyen yağların oksidasyonudur. Yağların otooksidatif bozulması, ürünlerde renk, aroma, tat, tekstür ve besinsel değer gibi gıda kalitesindeki değişimler olarak ortaya çıkmaktadır. Et ve et ürünlerindeki lipit oksidasyonun ölçülmesinde, peroksit değeri, Kreis (acılık) testi, toplam ve uçucu karbonil bileşikleri, TBA testi gibi kimyasal metotlar ve polarografi, infrared spektroskopi, refraktometri, floresans ve konjuge diene metot gibi fiziksel metotlar kullanılmaktadır (Fernandez vd., 1997). Balık ve ürünlerinin tazelik belirlemelerinde çok fazla kullanılan kimyasal değişkenlerinden biri olan TVB-N değeri, depolama sırasında bozulmaya bağlı olarak artış eğilimi gösteren önemli bir parametredir (Gökoğlu ve Varlık, 1992; Bilgin, 2003). TMA, pek çok deniz balığı türünün canlı dokularında doğal olarak bulunan TMAO' nun bakteriler tarafından indirgenmesi sonucu bozulmaya başlamış balıklarda bulunan bir bileşiktir. TMAO kokusuz bir bileşik olmasına rağmen TMA çok küçük değerlerde bile bayat balık ve balıkthane kokusu vermektedir. TMA balık dokusundaki yağlarla tepkimeye girdiği zaman bozulmuş balık kokusundan sorumlu hale gelmektedir (Shahidi, 1998; Serdaroğlu ve Deniz, 2001). Bu maddenin bozulma bakterilerinin etkinliği sonucu oluştuğu düşünülmeyle birlikte, bakteri sayısı ile TMA arasında açık bir ilişki bulunamamıştır. Bu olağan dışı durumun, her zaman toplam bakteri florasının büyük bir bölümünü temsil etmeyen fakat ürünlerin bozulmasının temel sebebi olan, az miktardaki özel bozulma bakterilerinin ortamda bulunmasından kaynaklandığı sanılmaktadır (Huss, 1995). Diğer kimyasal değişimlerden birisi de balığın pH' sında meydana gelen değişimlerdir. Enzim ve bakterilerin etkisiyle oksidoredüksiyon dengesi bozulmakta ve serbest hidrojen ve hidroksil iyonlarının konsantrasyonunda değişiklikler meydana gelmektedir. Bu durum pH değerinde değişikliklere neden olmaktadır. Balık etinin pH değeri balık cinsine özel olmayıp avlama şekline, avlamadan sonra balığa uygulanan işlemlere göre değişmektedir. Balıklarda pH değeri cinsler arasında farklar gösterdiğinden tazelik yada kalitenin belirlenmesinde kesin kriter olmayıp diğer kalite kontrol parametrelerinin destekleyicisi olarak kullanılmaktadır (Ludorff ve Meyer, 1973; Varlık vd., 1993).

Su ürünleri, besinsel ve biyolojik değerinin yüksek olmasının yanı sıra, mikrobiyolojik, enzimatik ve fiziksel bozulmalara karşı duyarlı olmaları nedeniyle üretiminden tüketimine kadar geçen süre içerisinde özelliklerinin korunması bakımından dikkat edilmesi gereken gıda maddeleri içerisinde yer almaktadır. Balıketi, diğer su ürünlerinde olduğu gibi, içerdiği zengin besin maddeleri nedeniyle çoğu mikroorganizmanın yaşayıp çoğalabileceği bir ortamdır. Balığın mikroflorası, içinde bulunduğu çevre şartlarının etkisi ile oluşmakta, yakalandıktan sonra ise taşıma ve işleme tekniklerinin etkisi ile yeniden belirlenmektedir. Balıklar, hijyenik olmayan koşullarda işlendikleri veya taşındıkları zaman insan sağlığı açısından risk taşıyan bakterilerle kontamine olabilmektedirler (Çolakoğlu vd., 2006). Mikrobiyal etmenlerden mezofilik ve psikrofilik bakteri grupları insan sağlığı açısından önemli parametrelerdir. Mezofilik bakteri, insanlarda ve hayvanlarda hastalık yapan bakterilerin büyük bir kısmını oluşturmakta ve 20 ile 45 °C arasındaki sıcaklıklarda üreyebilmektedirler. Toplam bakteri sayımı genel olarak hijyen kontrolü amacıyla yapılır. Psikrofilik bakteri ise daha çok su ve toprakta yaşayabilen saprofit bakterileri kapsamaktadır. Genellikle -8 ile 15°C arasında üreyebilmektedirler. Su ürünleri mevcut besin maddeleri içinde en hızlı bozunan besin maddesidir ve hijyeni tam olarak sağlanmalıdır. Sağlıklı beslenme açısından ürün sanitasyonu önemli olup bu konuda çeşitli dezenfektanlara ihtiyaç duyulmaktadır. Son zamanlarda gıda endüstrisinde uygulanan alternatif dezenfektan olan ozonlama teknikleri sanitasyon amaçlı kullanılabilmektedir.

1.1. Ozon Kullanımının Tarihçesi

İlk olarak 1840 yılında Schönbein tarafından keşfedilen ozon, 1903-1906 yılları arasında Amerika'da bitkiler için su arıtımı alanında kullanılmıştır. Bu zaman aralığı klorun ilk defa kullanım zamanına da denk gelmektedir. 1940' larda ozon, içme suyu arıtımında kullanılır hale gelmiştir. Ancak o yıllarda ozon üretimi zor ve pahalı bir yöntemdi. 1980'lere gelindiğinde ozon kullanımı, teknolojinin gelişmesiyle artarak kullanım alanları çoğalmıştır.

Ozon 1856 yılında ise ameliyathane dezenfeksiyonunda kullanılmıştır. 1860' da Monaco' da suların ozonla temizlenmesine başlanmıştır. Ozonun, bakteri ve virüsleri

öldürmesinin yanı sıra sudaki koku ve kötü tadı da ortadan kaldırdığı görülmüştür. 1900 yılında Nicola Tesla, ilk ozon jeneratörünün patentini almış, 1902' de H.J. Clarke ozonu anemi, kanser, diyabet, influenza ve morfin zehirlenmesinde kullanmıştır. 1915' de, Dr. Albert Wolf, I. Dünya Savaşı sırasında kangren ve yaraları ozonla tedavi etmiştir. 1926' da Dr. Otto Warburg Berlin'de kanserin hücre düzeyinde oksijen azlığından meydana geldiğini bildirip, bu saptaması ile 1931 ve 1944 Nobel ödülleri almıştır. 1957' de Dr. J. Hansler kendi medikal ozon jeneratör patentini almıştır. 1961' de Hans Wolf' ün tanıttığı major ve minör otohemoterapi teknikleri kullanılmaya başlanmıştır. 1977' de Dr. Renate Viebahn ozonun vücuttaki etkilerini teknik olarak açıklamıştır. 1979' da Dr. George Freibott ilk AIDS hastasını ozonla tedaviye almıştır. 1980' de Dr. Horst Kief, ozonla AIDS tedavisinde başarı kazandığını öne sürmüştür. Ozon, 1992'den bu yana da Rusya'da yanık tedavilerinde kullanılmaktadır (Anonim, 2009a).

1.2. Ozonun Genel Özellikleri

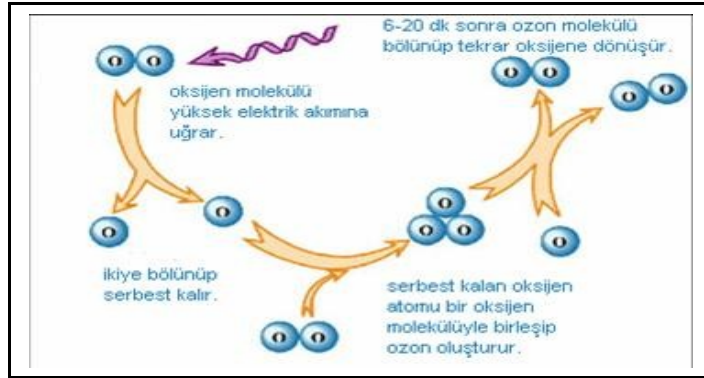
Ozon, son on yıldır pek çok ülkenin gıda sanayinde kullanılmakta ve özellikle son zamanlarda güvenilir (generally recognized as safe-GRAS) kabul edilmesi nedeniyle daha fazla kullanım alanı bulmaktadır. 1982 yılında Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından GRAS olarak kabul edilerek şişe sularında dezenfektan olarak kullanımına izin verilmiş, 2001 yılı Haziran ayından itibaren ise yine FDA tarafından ozonun gıda sanayinde gıda muhafazasında değişik amaçlarla kullanımına izin vermiştir. Bu izinle birlikte bu tarihe kadar sadece şişe sularının dezenfeksiyonunda kullanımı resmileşen ozonun gıda sanayinde muhafaza amacıyla da kullanım yolu açılmıştır (Anonim, 2009b). Kısaca ozonun genel özellikleri;

- Mevcut en güçlü oksidan olması,
- Çevre dostu olması,
- Kullanımında kimyasal madde gerektirmemesi,
- Bakteri, küf, spor, jerm ve mantarları anında okside etmesi,
- Havadan üreyen bakteri oluşumunu engellemesi,
- Kimyasal maddelerden kalan atıkları yok etmesi,
- Klordan % 52 daha etkili olması,

- Böcek popülasyonunu azaltması,
- Uygulama sonrası hemen etki etmesi,
- Kalıntı bırakmaması,
- Gıdalarda kullanımının güvenli olması olarak avantaj teşkil etmektedir (Anonim, 2009c).

1.3. Ozon Eldesi ve Etki Mekanizması

Ozon, doğada güneşin UV ışınları ve yüksek enerji boşalımıyla oluşmaktadır (Şekil 1). İlk önce yüksek enerjili mor ötesi ışınlar bir oksijen molekülüne (O_2) çarpması sonucu oksijen molekülü iki serbest oksijen atomuna ayrılmaktadır. Serbest kalan oksijen atomları, oksijen molekülleriyle birleşerek ozon molekülü (O_3) oluşmaktadır (Anonim, 2008).



Şekil 1.1. Ozonun oluşum mekanizması

Ozonun etki mekanizması, mikroorganizmaların hücrelerini parçalayıp hücre yapısına hasar vermesi şeklinde olmaktadır. Bu işlemler sırasında, hücrenin enzim sistemini etkileyip hücre solunumunu durdurması ile mikroorganizma ölümünün gerçekleşmesine neden olmaktadır. Ozonun mikroorganizmalar üzerindeki etki mekanizması, ozonla reaksiyona girebilecek maddelerin ortamdaki varlığına, ozonun uygulama şekline, konsantrasyonuna, ortam sıcaklığına, pH ve nem durumu gibi faktörlerin yanında mikroorganizmaların tür, sayı, yaş gibi diğer bazı kriterlerine bağlı olarak da değişiklik gösterebilmektedir (Kuşçu ve Pazır, 2004).

Ozon gazı düşük konsantrasyonda kullanılması ve temas süresinin kısa olması durumunda dahi bakteri, küf, maya, parazit ve virüslere karşı antimikrobiyal etki göstermektedir. Mikroorganizmaların ozona karşı duyarlılıkları kültürün fizyolojik durumuna, ortam nemi, pH sı ve sıcaklığına ve buna ilaveten ortamda asitler, surfektanlar ve şekerler gibi bazı katkı maddelerinin ya da koruyucuların varlığına bağlıdır (Anonim, 2009b).

1.4.

Ozonun Klora Göre

Avantaj ve Dezavantajları

Gıda endüstrisinin uzun süren tarihi boyunca klor kullanımının bakteri çoğalmasını kontrol etmede etkili olmadığı ortaya çıkmıştır. Bu durum da kısa raf ömrü ile sonuçlanmış ve tüketicilerin zararlı kimyasallara maruz kalmasına neden olmuştur (Kuşçu ve Pazır, 2004). Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (UJEPA), son yıllarda klorun toplum tarafından kullanılan su rezervlerinde kullanımının azaltılması konusunda kararlar almıştır. Bunun başlıca sebebi, su rezervlerinde bulunan organik maddeler, bakterilerin kontrolü amacı ile kullanılan klor ile birleştiklerinde trihalomethanları (THM) oluşturmasındandır. THM komplekslerinin insanlar için önemli kanserojen etkilerinin olduğu kanıtlanmıştır. Bu bileşenler, doğal biçimlerinde bir kez oluştuktan sonra yok edilmesi ya da değiştirilmesi çok güçtür. Gıda endüstrisinde bu bileşenlerin oluşma potansiyeli önemlidir ve klorun dışında başka bir oksitleyicinin (örneğin, ozon) alternatif kullanımı ile bu durum kontrol edilebilmektedir (Brooks, 1990).

Klor yiyecekler üzerinde bulunan mikropların öldürülmesi için yaygın olarak en çok kullanılan maddedir. Ancak klordioksit, hipoklor ve trisodyum fosfat da gıda ürünlerinin dezenfekte edilmesi için yıkama suyunda kullanılması da aynı zamanda çalışılmaktadır. İlave olarak bazı gıdalarda kimyasalların ve böcek ilaçlarının etkisiz hale getirilmesinde ve olgunlaşma ve çürüme sonucu ortaya çıkan gazlardan oluşan kötü tadın yok edilmesinde ozonun tercih edilmesi ve tadını arttırmasına yol açtığını da göstermektedir (Majchrowicz, 1998).

Gıda işlemede ozonun potansiyel faydası klordan % 52 daha güçlü bir oksidant olmasından kaynaklanmaktadır (Hampson ve Fiori, 1997). Klor, her zaman tercih

edilen bir oksidan olmasına karşın reaksiyon zamanının yavaş olması dezavantajdır. Klorun kendisinin çalışanlar için tehdit olmasının yanı sıra fazla enjeksiyon yapılması durumunda da kullanıcılar için tehdit oluşturmaktadır. Buna karşılık ozon, klorun yaratmış olduğu olumsuzlukların hiçbirisini göstermeyip faydaları oldukça fazladır. Örnek olarak öldürme etkinliğinin fazla olması, kullanıcılar için tehdit oluşturmaması, maliyetinin daha düşük olması verilebilir. Sudaki ozonun, hipokloritten önemli avantajları ise bakteri, protozoa kistleri, virüsler ve fungal sporlara karşı daha güçlü olması, dezenfektan yan ürünlerinin az olması, çöküntü bırakmaması ve oksijene kolayca dönüşmesidir. Ozon birçok organik karışımı oksitleyebilir. Özellikle bunların yapılarındaki doymamış bağlar veya fenolik halkalar, işleme suyundaki pestisit kalıntılarını ve dayanıklı maddelerdeki mikotoksinleri azaltmada önemli rol oynayabilir. Ozonun gram pozitif (spor formları dâhil) ve gram negatif bakterilere karşı da etkili olduğu belirtilmektedir (Silva, 1998; Smilanick, 2004).

1.5. Ozonun Kullanım Alanları

Ozon, bakteri, mantar, küf, virüs gibi mikroorganizmaların sebep olduğu hastalıkların önlenmesinde oldukça yararlı bir bileşiktir. Aynı zamanda ozon gazı, bazı tarımsal ürünlerdeki pestisit kalıntılarının ve mikotoksinlerin eliminasyonunda ve detoksifikasyonunda yararlıdır (Kim ve ark, 1999).

Ozon günümüzde başlıca havuz, soğutma sistemleri ve kaplıcalarda kullanılmaktadır. Aynı zamanda ozon çeşitli endüstrilere girerek burada kullanım alanlarını arttırmıştır. Suyun geri kullanımı, siyanürlü gazların yok edilmesi gibi hem maddi açıdan kâr, hem de sağlık açısından yarar sağlayan alanlarda kullanılmıştır. Büyük ölçekte ilk olarak Los Angeles da ozonu şehir suyu arıtmasında kullanmaya başlanmıştır. Ozonla yapılan çeşitli çalışmalar ve deneyler sonucunda, ozonun güçlü bir oksitleyici olması sayesinde suda havada koku giderici, mikrop kırıcı, ortamı kirleten pek çok organik molekülün yok edicisi olarak kullanılabilceği anlaşılmış ve kabul görmüştür. Ozon, başlıca gaz ve sıvı fazda yüzey alanları başta olmak üzere değişik alanlara uygulanabilmektedir (Anonim, 2009a). Ozon başlıca;

- Suların dezenfeksiyonunda,

- Tat ve koku gideriminde,
- Renk gideriminde,
- Bulanıklık gideriminde,
- Metallerin uzaklaştırılmasında,
- Bakteri ve virüslerin dezenfeksiyonunda,
- Nitrik ve amonyak gideriminde,
- Hava ile bulaşan hastalıkların gideriminde,
- Gıda endüstrisinde şişe ve yemek kaplarının dezenfeksiyonunda,
- Tarımsal ilaç kalıntılarının temizlenmesinde,
- Soğuk hava depolarında,
- Veterinerlik,hayvancılıkta enfeksiyon giderilmesinde,
- Alfa toksin arındırılmasında ,
- Gıda ve havada kükürt giderilmesinde,
- Klima sistemlerinde,
- Yüzme havuzlarında,
- İnsan kanında bulunan virüs gideriminde,
- Zayıflamada,
- Cilt hastalıklarında,
- Virüslerin sebep olduğu hastalıklarda,
- Dolaşım bozukluklarında,
- Kronik yorgunlukta,
- Akne, sedef dirençli mantar gibi cilt hastalıklarında,
- Migren ve multipl skleroz gibi nörolojik hastalıklarda,
- Zor iyileşen enfekte yaralarda,
- Hastane, hava alanı, otel, hamam gibi klimalı sistemi olan yerlerde,
- Havalandırma, boyler, soğutma kuleleri, nemlendirme sistemlerinde
- Ölümle sonuçlanan lejyoner hastalığın yok edilmesinde vb kullanılmaktadır.
(Anonim, 2010a; Anonim, 2009d)

1.6. Ozonun Gıdalarda Kullanımı

Ozon güçlü bir sanitasyon maddesi olduğundan gıda endüstrisinde uygulaması her geçen gün artmaktadır. Son yirmi yılda yapılan araştırmalar sonucunda, gıdaların işlenmesinin her bir safhasında ozon kullanımının hem üretici, hem de tüketici için büyük faydalar sağladığı gözlemlenmiştir. Ozon, gıda endüstrisinde özellikle kuru gıda, sebze, balık, meyve, yumurta, tavuk ürünleri ve et gibi gıdaların üzerindeki kontaminant mikrofloranın inaktive edilmesi için diğer ajanlarla birlikte kullanılmaktadır. Aynı zamanda gıda sanayinde kullanılan içme sularının dezenfeksiyon, kırmızı ve beyaz etlerin yıkanmasında, gıda ekipmanlarının yıkanması ve dezenfekte edilmesinde de kullanılmaktadır. (Çatal, 2008). Ayrıca bu gaz bazı zirai ürünlerden pestisit kalıntılarının eliminasyonunda ve mikotoksinlerin detoksifikasyonunda da kullanılabilir. Ancak ozon gazının gıdalarda aşırı miktarlarda kullanımı durumunda gıda yüzeyinden bazı ingredientler okside olmakta buda gıdada renk ve lezzet açısından bazı istenmeyen durumların ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Kim vd.,1999; Anonim, 2009b).

Ozon, gıda depolama odalarının sterilize edilmesi ve taşınma sırasında gıdaların bozulmasını önlemek ve depolanması sırasında böceklerin kontrol edilmesine yardımcı olabilecek olan maddelerin paketlenmesi ve gıdaların depo edilmesinde de uygulanabilmektedir. Gaz durumundaki ozon aynı zamanda taze meyve ve sebzeler için gıda güvenliği risklerini en aza indirilmesinde başvurulacak AB rehber kitabında olduğu gibi çilek ve frambuaz gibi, suya duyarlı ürünler için alternatif bir dezenfektan olarak da listelenmektedir. Ozon, çok sayıda sterilize gıda içerikleri işlemleri için kullanılan, incelenen veya gıda güvenliğinin geliştirilmesi için önerilen tek madde olmakla birlikte aşırı miktarda kullanılması sonucunda gıda yüzeyinde bazı içeriklerde oksidasyon görülmekte ve bu durum, gıdanın lezzetinde bozulma ve renk kaybına neden olmaktadır (Kim vd., 1999).

Gıdaların raf ömrünün uzatılmasında ozon kullanımının (özellikle düşük sıcaklıkta) 1909 yılında başladığına inanılmaktadır. FDA (Food and Drug Administration) ve ADEC (Australian Drug Evaluation Committee) gıda işletmelerinde sanitasyon elemanı olarak ozon kullanımını onaylamıştır. FDA ozonun gaz ve su uygulama yöntemlerini gıda üstünde (kırmızı et ve kümes hayvanları dahil) anti mikrobiyel ajan olarak kabul etmiştir. FDA 26 Haziran 2001'de ozonun bir gıda içeriği olarak kabulünü açıklamıştır. FDA ozonun ham ziraat

ürünleri üstünde hazırlama, paketlenme ve saklama aşamalarında içerik olarak kullanımını da kabul görmüştür. 1999 yılında USDA (United States Department of Agriculture) tarafından etlerde ozon kullanımı üzerine hazırlanan protokol, 1982 yılında FDA' nın "ozonun sudaki kullanımı dışındaki tüm kullanımları, Food Additive Petition tarafından düzenlenmelidir" ifadesi sebebiyle reddetilmiştir. 2000 yılında Food Additive Petition, ozonun hem suda hem havada kullanımı gösteren hazırlıklar yapmıştır. 2002 yılında USDA' nın ozon sonuç raporunda, ozonun gıdada sıvı çözelti ve gaz halindeki kullanımına geniş yer vermiştir (Anonim, 2009d).

1.7. Su Ürünleri Sektöründe Ozon Kullanımı

Ozon uygulaması soğukta muhafaza edilen (+4°C) balıkların raf ömrünü uzatmak amacıyla kullanılabilir. Depolama öncesi uygun ozon uygulanması sonucunda balık türlerinin mikrobiyal ve biyokimyasal kaliteleri düzeltilebilmektedir (Aberomund, 2010).

Su ürünleri işletmelerinde ürünlerin depolanması ve nakliyesi sırasında kullanılan buzun ozonlanması, işletmelerde ekipmanların dezenfeksiyonu, taşıma araçlarının ve ekipmanlarının ozon içeren su ile yıkanması gibi ozon uygulamaları bulunmaktadır. Ozonun balıkların birkaç günlük soğuk depolama süresinde yüzey kontaminantlarını azalttığı, ayrıca trimetilamin oluşumunu azaltarak, balığın duyu kalitesini arttırdığı saptanmıştır (Anonim, 2009d).

Ozonun olumlu etkilerinden balık ve balık ürünleri ile ilgili çalışmalarda da söz edilmektedir. İç organları çıkarılmış taze istavritin (*Trachurus trachurus*) ozonla muhafazası üzerine yapılan bir çalışmada % 3 NaCl ve 0.6 ppm ozon içeren solüsyonla 30-60 dakika muamele edilmesi durumunda toplam canlı sayısında 2-3 logaritmik ünitelik azalmalar saptanmıştır. Balıklarda depolama ömrünün ozon uygulaması ile % 20 ile 60 oranında arttığı saptanmıştır. Ozonun özellikle destile suda hazırlanmış formlarının daha etkili olduğunu ve bu şekilde hazırlanan % 3 NaCl içeren ozonlu suyun *Vibrio cholera*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, *Vibrio parahaemolyticus* ve *Staphylococcus aureus* gibi bakterileri inaktive ettiği belirtilmektedir. Aynı zamanda ozon uygulamasının balıklarda trimetilamin oluşumunu engellediği dolayısıyla duyu kalite üzerinde olumlu etkilerinin olduğu

bildirilmektedir. Balıkların nakliyesi sırasında ozon uygulamasının balıklardaki mikrobiyal yükü azalttığı ve sonuçta balığın raf ömrünü 1.5 gün dolaylarında uzattığı belirtilmektedir (Anonim, 2009b). Ayrıca Gonçalves (2009), ozonu ileriki yıllarda geniş spektrumlu bir dezenfeksiyon ajanı olarak geniş kullanım alanları bulacağını belirtmektedir.

1.8. Ozon Uygulanışı Sırasında Dikkat Edilecek Noktalar

Ozon toksik bir madde olduğundan düşük konsantrasyonları bile (>0.1 ppm) burun, boğaz ve gözlerde tahrişe neden olmaktadır. Çalışma alanlarında 0.1 ppm (8 saat/gün olması) ozon kullanımı Amerikan Hijyen Kongresi'nde uygun görülmüştür. Kısa süreli kullanımlarda ise 0.3 ppm (15 dk) kabul görmektedir. Ozon gazının etkisini gösterdiği ilk yer akciğerler olup, solunum sisteminde kanama ve iltihaba ilave olarak akciğerde ödem oluşumuna neden olmaktadır. Ozona maruz kalma süresi arttıkça ozon, alveollerden geçerek kan hücrelerinde ve serum proteinlerinde hasara neden olabilmektedir (Kuşçu ve Pazır, 2004). Gıda işleyen fabrikalarda çalışan işçilerin güvenliği açısından gaz filtreli maskelerin kullanılması, personelin çıkabilecek kaza ve aksaklıklara karşı iyi eğitilmesi gerekmektedir. Aynı zamanda ozon uygulama ortamının iyi havalandırılması gerekmektedir. Ozon uygulanan odalarda 0.01 ile 100 ppm aralığında ölçüm yapabilen ultraviyole detektörleri bulunmalı ve bu cihaz, havanın ozon içeriği 0.1 ppm' i geçtiğinde ışıklı ve sesli uyarı yaparak ikaz etmelidir (Kuşçu ve Pazır, 2004).

1.9. Levrek Balığı Hakkında Genel Bilgiler

Ülkemizde Marmara, Karadeniz, Ege ve Akdeniz'de sıklıkla görülen, ülkemiz balık ihtiyacının önemli bir bölümünü karşılayan ve eti çok lezzetli olan levrek balığının Ege ve Akdeniz kıyılarında yoğun olarak yetiştiriciliği yapılmaktadır.

Deniz levreğinin sistematikteki yeri;

Şube	Chordata
Sınıf	Osteichthyes
Aile	Moranidae

Cins	Dicentrarchus
Tür	<i>Dicentrarchus labrax</i> (Linne,1758) (Anonim, 2007a).



Şekil 1.2. Deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*)

1.10. Levreğin Türkiye ve Dünya Ekonomisindeki Yeri ve Pazar Durumu

Levrek, eti beyaz, hafif ve düşük yağ içeriğine sahip bir balık olup dünya çapında ekonomik değeri yüksek ve popüler bir balıktır. Özellikle Türkiye, Yunanistan, İtalya ve İspanya gibi Akdeniz ülkelerinde üretimi yapılan ekonomik açıdan kültürü yapılan önemli bir türdür (Tablo 1). Taze levreğin pazar talebi geçmiş on yıl üzerinden belirgin şekilde artmıştır. Kuzey Avrupa ülkeleri tarafından Akdeniz kıyılarında ki bu balık için talepte artış, daha rekabetçi bir Pazar ortaya çıkarmıştır (Tablo 2). Bu yüzden, yakalandıktan sonra dağıtım esnasında ve buzda depolanması süresince kültür ve doğa levreğinin tazelik kalitesinin araştırılması üretici endüstriler, perakendeciler ve tüketicilerin oldukça ilgisini çekmiştir Levrek üretimi için farklı yetiştirme sistemleri ve beslenme rejimlerinin kullanılması et kalitesini, özellikle yağ konsantrasyonu ve kalite açısından etkileyebilmektedir (Alasalvar vd., 2002; Çaklı vd., 2006).

Ülkemizin üç tarafı denizlerle çevrili olmasına rağmen yeterli balık üretim ve tüketimine sahip bulunmamaktadır. Hızla doğal kaynaklar azalırken, nüfusumuzda artmaktadır. Dünyada da Türkiye’de de doğal balıkçılığın yerini kültür balıkçılığının aldığı görülmektedir. Dünyada ve Türkiye’de sağlıklı yaşam önem kazanmaya ve buna karşılık balık ve diğer beyaz et ürünlerine yönelik başlamıştır. Türkiye’de de buna bağlı olarak balık ve tavuk tüketimi artmaktadır. Ülkemizde daha çok doğal balıkçılık ürünleri ve taze balık tüketilmektedir. Ancak son yıllarda çupra, levrek ve

alabalık gibi türler de sıkça tercih edilmeye başlanmıştır (Anonim, 2009e). Denize kıyıları olan gelişmiş ülkelerle kıyaslandığında, Türkiye’de su ürünü tüketiminin en alt sıralarda yer aldığı gözlemlenmektedir. Örneğin, Fransa’da kişi başına düşen su ürünü tüketimi 28.7 kg/yıl, İtalya’da 23.5 kg/yıl, ABD’de 20.3 kg/yıl, İngiltere’de 22.1 kg/yıl, Almanya’da 14.6, Yunanistan’da 26.7 kg/yıl iken, Türkiye’de bu oran 6.9 kg/yıl ile sınırlı kalmaktadır (Çadircı vd., 2008).

Tablo 1.1. Türkiye yetiştiricilik üretim miktarları (Anonim, 2010b)

Türkiye su ürünleri yetiştiricilik üretim miktarları										
Ton										
Balık türü	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Toplam	79 031	67 244	61 165	79 943	94 010	118 277	128 943	139 873	152 186	158 729
İçsu										
Alabalık	42 572	36 827	33 707	39 674	43 432	48 033	56 026	58 433	65 928	75 657
Aynalımsazan	813	687	590	543	683	571	668	600	629	591
Deniz										
Alabalık	1 961	1 240	846	1 194	1 650	1 249	1 633	2 740	2 721	5 229
Çipura	15 460	12 939	11 681	16 735	20 435	27 634	28 463	33 500	31 670	28 362
Levrek	17 877	15 546	14 339	20 982	26 297	37 290	38 408	41 900	49 270	46 554
Midye	321	5	2	815	1 513	1 500	1 545	1 100	196	89
Karides	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diğer	-	-	-	-	-	2 000	2 200	1 600	1 772	2 247

Kaynak: Yetiştiricilik ürünlerine ait veriler, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı'ndan alınmaktadır.

2003 ve 2004 yılları arasında Türkiye’de, sırasıyla 700 ton ve 628 ton doğal levrek avcılığı yapılmasına rağmen 1980’ lerin ortasından 2004 yılına kadar ki

süreçte kültür levreği üretimi 60.000 tonlara ulaşmıştır. FEAP (Avrupa Su Ürünleri Üreticileri Federasyonu)'na göre 2005 yılı Avrupa'daki levrek üretimi 60.000 tonlar civarındadır. Aynı yıl Yunanistan 35.000 tonla en büyük üretici, bu üretimi 20.900 ton ile Türkiye, 9.800 ton ile İtalya ve 6.130 ton ile de İspanya izlemektedir. 1996 yılında 5.404 ton olan taze/soğutulmuş levrek ithalatı 2005 yılında 40.126 tona ulaşmıştır (Tablo 2) (Anonim, 2007b).

Tablo 1.2. Türkiye'de yetiştiriciliği yapılan su ürünleri için 2008 yılı ihracat rakamları (Yavuzcan vd., 2010)

Tür	Ürün çeşidi	Miktar (kg)	Değer (USD)
Levrek	Canlı	504.976	3.139.662
	Taze/soğutulmuş	13.362.872	71.831.117
	Dondurulmuş	54.065	2.920.619
Çipura	Canlı	36.823	1.338.904
	Taze/soğutulmuş	7.705.032	28.459.693
Alabalıklar	Filetoları (dondurulmuş)	325.703	1.834.015
	Tütsülü	2.127.326	19.705.982
	Sakatları (dondurulmuş)	3.298.018	11.672.951
Mavi yüzgeçli orkinos	Taze/soğutulmuş	5.140.898	107.896.721
Sarı yüzgeçli orkinos	Dondurulmuş	55.840	49.139
Mytilus cinsi midyeler	Canlı/taze/soğutulmuş	516.947	3.614.497
	Diğer hallerde	60.000	199.068

2. LİTERATÜR BİLGİSİ

Su ürünlerinin soğukta depolanması ve ozon uygulamaları ile ilgili yapılan başlıca çalışmalar şu şekildedir.

Nerantzaki (2005)' e göre, Haraguchi vd. (1969), iç organları alınmış istavrit (*Trachurus trachurus*) ve çizgili istavrit (*Caranx mertensi*) balıklarında ozonun balıkların raf ömrüne etkilerini tespit etmek üzere yaptıkları çalışmalarında 0.6 ppm ozon içeren % 3'lük NaCl solüsyonu içerisinde 30-60 dakika süreyle tutulmuş balıklarda toplam mezofilik bakteri sayısının 2-3 log düşüş gösterdiğini belirtmektedirler.

Neve (1982) çalışmasında, taze Alaska balıklarında ozonlu (0.5ppm) buz kullanılması sonucunda balıkların raf ömrünün 6 gün kadar uzadığı ayrıca balıkların bakteri yüklerinin de azalış gösterdiğini bildirmiştir.

DeWitt vd. (1984), karidesler üzerinde yaptığı çalışmada farklı konsantrasyonlarda ozon ile ozonun biyosülfat kombinasyonlarını karideslere uygulayıp çalışma sonucunda ozon uygulamasının karideslerin kararması üzerinde etkili olmadığı tespit edilmiştir. Aynı şekilde çalışmanın tek başına uygulanan ozon karideslerin raf ömrünü uzatmazken, biyosülfatlı ozonlu buzun raf ömrünü uzatmada etkili olduğu belirlenmiştir.

Kim vd. (1999), et, tavuk, balık, meyve, sebze ve kuru gıdalarda mikrobiyal kontaminasyonunu önlemek amacıyla ozonlu bileşikler başarılı bir şekilde kullanılabilirdiğini ayrıca gıdaların işlenmesi sırasında uygulanan ozonun antimikrobiyal etki gösterdiğini yaptıkları çalışmada belirtmektedirler.

Chytiri vd. (2004), gökkuşuğu alabalığının (*Onchorynchus mykiss*) buzda depolanması ile mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşal kalite parametrelerinde oluşan değişiklikleri incelemişlerdir. Temizlenmemiş bütün ve fileto edilmiş balıklarda mezofilik bakteri sayısı sırasıyla buzda depolamanın 10. ve 18. gününden sonra 7 log cfu/cm²'yi aştığını belirtmişlerdir

Carmo vd. (2004) çalışmalarında işlenmemiş deniz ürünleri uygulanan 0.6-1.5 ppm konsantrasyonundaki ozonlu suyun bakteriler üzerine etkisini değerlendirmişlerdir. Dondurulmuş yumurta ve balık filetolarına uygulanan

sanitasyon amaçlı ozonlu suyun (0.6-1.5 ppm) balık filetolarında bozulmayı hızlandırdığı ve sonuçta ta raf ömrünü kısalttığını saptamışlardır.

Manousaridis vd. (2004) yaptıkları çalışmalarında değişik konsantrasyonlarda ozon (1 mg/l, 60 ve 90 dk) uygulamasının soğukta depolanan vakum paketlenmiş midyelerin raf ömrü üzerine olan etkilerini araştırmışlardır.

Campos vd. (2005), ozonlanmış yaprak buzla muamele edilen sardalye (*Sardina pilchardus*) balığının duyusal ve mikrobiyal kalitesine olan etkileri çalışmışlardır.

Nerantzaki vd. (2005), 4° C' de ozon uygulandıktan sonra vakum ambalaj altında depolanmış gökkuşağı alabalıklarının raf ömrü üzerine olan etkilerini tespit etmişlerdir.

Özoğul vd. (2005), doğal levrek (*Dicentrarchus labrax*) balıklarını alüminyum folya ve strech film kullanarak buzdolabı şartlarında (+4 °C) depolamışlardır.

Campos vd. (2006), ozonlu su ve buz kullanımı ile kültür kalkan balığının depolanması üzerine yaptıkları çalışmada, balığın kas ve derisinde bulunan toplam aerobik ve psikrofilik bakterilere olan etkisini tespit etmişlerdir.

Glatman vd. (2006), canlı tilapyaaların yaşadığı su ortamı ve dondurularak depolanması aşamasında ozon uygulamalarının balıkların duyusal, kimyasal, fiziksel ve bakteriyolojik kalitesi üzerine olan etkilerini araştırmışlardır.

Erkan ve Özden (2006), buz içerisinde depolanan temizlenmiş ve temizlenmemiş (bütün) deniz levreğini duyusal, kimyasal ve mikrobiyal (toplam aerobik, psikrofilik bakteri, H₂S üreten bakteri ve Pseudomonas) açıdan karşılaştırmışlardır.

Çaklı vd. (2007), solungaçları alınmış ve bütün olarak buzda depolanan levrek ve çipura balıklarında meydana gelen kalite farklılıklarını belirledikleri çalışmalarında başlıca pH, TBA, TVB-N ve TMA-N değerlerini tespit etmişlerdir.

Cantalejo (2007), ozon gazı ile işlem görmüş taze morina filetolarının mikrobiyal içeriğinde meydana gelen değişimleri incelemiştir.

Chavla (2007) karidesler üzerine farklı konsantrasyonlarda ve farklı yöntemlerle ozon uygulamasının karideslerin et kalitesinde meydana getirdiği değişimleri tespit etmişlerdir.

Pastoriza vd. (2008), dondurulmuş taze balık etinde steril ve ozonlu su kullanılması sonucunda et kalitesi üzerine olan etkilerini araştırmışlardır.

Gange vd. (2007), kentsel atık sularda ilk arıtımın toksik etkilerini ozon ile muamelenin öncesinde ve sonrasında tatlı su midyeleri (*Elliptio complanata*) üzerine olan etkilerini araştırmışlardır.

Alvarez vd. (2008), çiftlikte yetiştirilen çipura (*Pagellus bogaraveo*)' nın normal buz ve ozonlu buzda depolanmasıyla ilgili yaptıkları çalışmalarında meydana gelen kalite değişimlerini araştırmışlardır.

Yong-jun vd. (2009), taze midyelerin raf ömrünün uzatılmasında ozonun etkilerini araştırmışlardır.

Dehkordi vd. (2010), alabalık örneklerini su ortamında 2 saat ozona maruz bıraktıkları çalışmaları sonrasında balıkların mikrobiyal gelişme ile biyokimyasal değerlerini tespit etmişlerdir.

3. MATERYAL-METOT

3.1. Materyal

Çalışmada materyal olarak İzmir ilindeki ağ kafeslerde üretimi yapılan $350 \text{ g} \pm 10$ porsiyonluk boydaki kültür deniz levreği (*Dicentrarchus labrax* L.1758) kullanılmıştır. Balıklar 10' ar kg.lık strafor kutular içerisinde yaprak buz uygulanmış bir şekilde Muğla Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İşleme Teknolojisi Laboratuvarına getirilerek analize hazırlanmışlardır (Şekil 3-4).



Şekil 3.1. Balıkların kutu içerisinde görünümü



Şekil 3.2. Analiz edilecek balıkların orta nokta sıcaklığının ölçülmesi

3.2. Metot

Balıklar laboratuara getirilinceye kadar ozon jeneratörü (Ozon Marine Hikoneb Oxybreath) ile içerisinde 10 lt buzlu su bulunan 25 lt hacimli kapaklı ve koyu plastik bidonlarda ozon uygulanmıştır.



Şekil 3.3.
Ozon

jeneratörü



Şekil 3.4. Kullanılan buz ve buz makinası

Laboratuara getirilen balıklar dört gruba ayrılmıştır. İlk grup kontrol grubudur. İkinci grup 10 litre %60 su+%40 buz karışımı içerisinde 875mv (0.5 ppm) ozon uygulanarak 20 dakika bekletilmiş, üçüncü grup 10 litre %60 su+%40 buz karışımı içerisinde 925mv (1 ppm) ozon uygulanarak 20 dakika bekletilmiş ve dördüncü grup ise 10 litre %60 su+%40 buz karışımı içerisinde 975mv (2 ppm) ozon uygulanarak 20

dakika bekletilmiş balık grubudur. Her grup strafor kutulara dizilerek üzerlerine makine üretimi kırık buz ilave edilmiş ve buzlar düzenli olarak yenilenmiştir.



Şekil 3.5. Balıklara ozon uygulaması



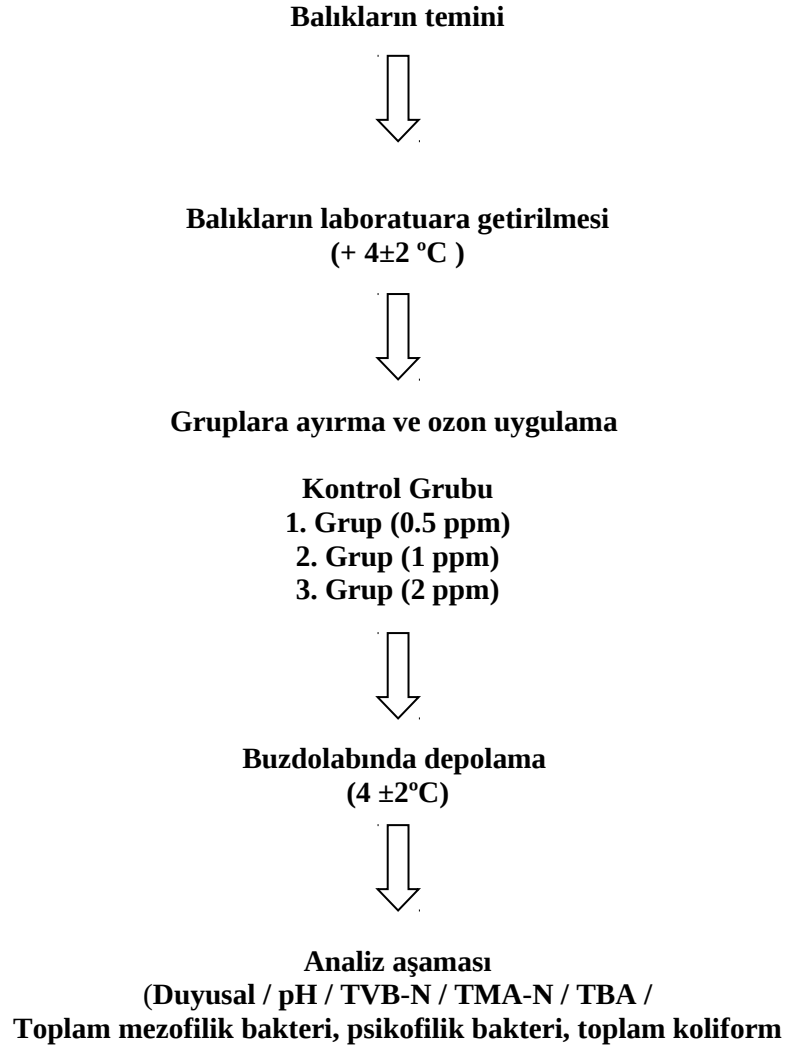
Şekil 3.6. Ozon uygulanmış balıklar

3.2.1. Deneme örneklerinin hazırlanması

Laboratuara getirilen balık örneklerinde ilk olarak (başlangıç analizleri) duyusal, pH, Toplam uçucu bazik azot (TVB-N), Trimetilamin azot (TMA-N), Tiyobarbitürikasit (TBA), ham protein, % yağ analizleri ve mikrobiyolojik analizler (Toplam mezofilik bakteri, psikrofilik bakteri, koliform bakteri) yapılmıştır. Sonraki analiz aşamasında ise örnekler dört grup (Kontrol grubu, 0.5 ppm ozon uygulanan grup (I. Grup), 1 ppm ozon uygulanan grup (II. Grup), 2 ppm ozon uygulanan grup

(III. Grup)) olarak strafor kutularda üzeri parça buz ile buzlanarak buzdolabında ($+4 \pm 2$ °C) depolamaya alınmışlardır.

3.2.2. Levrek balıklarına ozon uygulama işlem aşamaları



Şekil 3.7. Çalışmada uygulanan işlem basamakları

3.2.3. Çalışma sırasında yapılan analizler

3.2.3.1. Duyusal analiz

Çiğ balıkların duyusal analizleri 6 panelist tarafından Tablo 3.1.' e göre değerlendirilmiştir (Aubourg, 2001). Bu tabloda tazelik derecesine göre 3–4 puan arası “**çok iyi kalite**”, 2–2,9 puan arası “**iyi kalite**”, 1–1,9 puan arası “**kabul edilebilir kalite**”, 1 puanın altında kalanlar ise “**kabul edilemez**” olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 3.1. Taze levreklerin duyusal analiz değerlendirme tablosu

Nitelikleri	En İyi Kalite (4 puan)	İyi Kalite (3 puan)	Orta Kalite (2 puan)	Kabul Edilmeyen (1 puan)
Deri	Çok yoğun pigmentasyon Saydam mukus	Önemsiz pigmentasyon kayıpları Az bulanık mukus	Pigmentasyon renksiz ve bulanık Süt görünümlü mukus	Önemli pigmentasyon kayıpları Mat mukus
Göz	Dış bükey Saydam kornea Parlak ve siyah gözbebeği	Dış bükey ama biraz çökük Hafif saydam kornea Siyah fakat bulanıklaşmaya başlamış göz bebeği	Düz Az saydam kornea Mat göz bebeği	İç bükey Sütümsü kornea Grileşmiş göz bebeği
Solungaç	Parlak kırmızı Koku oluşumu mevcut değil Flamentlerin tek tek açılımı çok iyi	Gül rengine çalan kırmızı Koku oluşumu mevcut değil Flamentler açılıyor ama birleşmeye başlamış	Soluk kırmızı Balıksı koku Flamentler birleşmiş	Grimsi-sarımsı renk değişimi Keskin amonyak kokusu Flamentler tamamen yapışmış
Et kokusu	Keskin yosun ve deniz ürünü kokusu	Zayıf yosunumsu ve deniz ürünü kokusu	Ekşi ve acımtırak koku	Keskin ekşi ve iyice acılaşmış koku
Et kıvamı	Ölüm sertliği belirtileri henüz başlamamış	Sert ve elastik doku El ile dokunulduğunda et kıvamı eski haline gelebiliyor	El ile dokunulduğunda et kıvamı eski haline gelmiyor Esneklik gözle görülebilir azalmış	Önemli şekil değişiklikleri mevcut olup mekanik işlemler için uygunsuz
Et dokusunun görünümü	Çok sulu ve pembemsi Kas yapısı normal görünümde	Sululuğunu ve pembeliğini koruyor Kas yapısı normal görünümde	Az sulu ve soluk görünümlü Kaslar yumuşamaya/birleşmeye başlamış	Sarımsı ve kuru Kaslar tamamen yumuşamış/birleşmiş

Piştirilmiş levrek balıklarının duysal değerdirmesi Papadopulus vd. 2003 hedonik skalaya göre değerdendirilmiştir. Beğeni cetveli 10'dan 0'a kadar değerdeler kullanılmış, 10 kesinlikle tazeyi temsil ederken, 7 puan ve altı tamamen bozulmuş balığı temsil etmektedir. Balık filetoları (her örnekleme aşamasında) mikrodalga fırında 3 dakika piştirilmiş (800 W) ve panelistlere 5 dakika sonra servis edilmiştir. Balıklar aroma, lezzet ve tekstür parametreleri bakımından değerdendirmeye alınmıştır. Aroma, lezzet ve tekstür değerdendirmelerinin karşılaştırmalı ortalamaları alınıp hesaplanmış ve bunlar duysal veri ile bağlantılı olarak kullanılmıştır. Torry'nin orijinal skalası panelistlerin algılarına bağılı olarak buzla saklama süresi boyunca doğıal ve kültürel levrek balıklarına da uyarlanmıştır.

Tablo 3.2. Piştirilmiş levreklerin duysal olarak tazelik değerdendirmesi

Puanlama	Aroma	Lezzet	Tekstür
10	Önce hafif bir tatlı, nişasta aroması, daha sonra bu aromaların kuvvetlenmesi, yosun aroması	Sulu, metalik, nişastalı, Başlangıçta tatlılık yok ancak et lezzeti algılanabilir	Kuru, kısa lifli, sert lifler
9	Haşlanmış kabuklu deniz ürünleri, deniz yosunu, haşlanmış et, haşlanmış süt, haşlanmış patates	Tatlı, etli, kremalı, yeşil bitki	Kuru, kısa lifli
8	Koku kaybı, haşlanmış süt, haşlanmış patates	Hafif tatlı, hafif metalik, hafif kremalı ancak yoğunluğu azalmış	Kısa lifli
7	Zayıf koku, haşlanmış patates	Nötr	Biraz kuru ve lifli
6	Yoğunlaştırılmış süt, karamel	Tatsız	Kısmen kuru, biraz daha az sulu, yapışkan, lifli
5	Süt kokusu gibi	Hafif burukluk, tadı bozulmaya başlamış	Biraz kuru, daha az lifli
4	Laktik asit, ekşi süt ve bayat çim kokusunu benzer	Hafif acı, ekşi, tadı bozulmuş	Başlangıç sertliği depolama ile yumuşamış
3	Serbest yağ asitleri (asetik asit veya bütirik asitler), çürümüş çimen gibi	Acı kauçuk, güçlü sülfid, kokmuş	Başlangıç sertliği depolama ile yumuşamış

3.2.3.2. Kimyasal analizler

3.2.3.2.1. Besin içeriği analizleri

3.2.3.2.1.1. Ham Yağ Tayini

Ham yağ analiz tayini için Bligh ve Dyer (1959)'ın metodu esas alınmıştır. Örneklerin lipit analizi için önceden homojenize edilmiş olan örneklerden yaklaşık 5 g örnek, 0.1 mg duyarlı hassas terazide tartılmıştır. Her bir tekrür gurubuna ait örneklerden 3 paralel yapılmıştır. Örnekler üzerine 1:2 oranında 100 ml metanol+kloroform karışımı eklenerek tekrar homojenize edilmiştir. Daha sonra bu örnekler üzerine % 0.4' lük CaCl₂ solüsyonundan 20 ml eklenerek bir süzme kağıdında (Schleicher & Schuell, 5951/2 185 mm) süzülen örnekler, 105 °C'de 2 saat etüvde bekletilip darası alınmış olan balonlara süzdürülmüştür. Bu balonlar ağızları hava almayacak şekilde kapatılarak bir gece karanlık bir ortamda bekletilmiş ve ertesi gün metanol+sudan oluşan üst tabaka, ayırma hunisi yardımıyla atılmıştır. Balon içinde kalan solüsyondaki kloroform+lipit kısmından kloroform, 60 °C' de su banyosu yardımıyla rotary evaporatör (Heidolph evaporatör) 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 kullanılmış, önce paralellere ait oranlar, daha sonrada tekrürlerin ortalaması hesaplanmıştır. Tekrürlerin ortalamasından da ortalama lipit oranları (%) bulunmuştur.

$$\% \text{ Ham yağ} = [(A-B) / C] \times 100$$

A: Boş balon darası (g) **B:** Balon+Lipit ağırlığı (g) **C:** Örnek miktarı (g)



Şekil 3.8. Ham Yağ analiz aşaması

3.2.3.2.1.2. Ham protein tayini

Balık örneklerindeki ham protein analizleri AOAC (2002)'ye göre kjeldahl metodu esas alınarak yapılmıştır. Homojen hale getirilen örneklerden yaklaşık 1g tartılarak kjeldahl tüplerine aktarılmış ve üzerine iki adet katalizör (Kjeldahl tableti) eklenmiştir. Daha sonra 10 ml % 98' lik H₂SO₄ ilave edilerek tüpler yakma ünitesinde 420 °C' de tüpler içindeki örnekler yeşil-sarı saydam bir renk alıncaya kadar yakılmıştır, yakma işlemi sonrasında ise tüpler oda sıcaklığına kadar soğutulmuş ve üzerine 75 ml distile su eklenerek distilasyon ünitesine aktarılmıştır. Distilasyon ünitesinde tüplerin içerisine 50 ml % 40' lık NaOH ve 25 ml % 3 lük borik asit otomatik olarak eklenmiştir. Yaklaşık 200 ml destilat toplanıncaya kadar destile edilip indikatör ilavesinden sonra 0.2 N HCl ile titre edilerek örneklerdeki % N miktarı hesaplanmıştır.

$$\% N = [14.01 \times (A - B) \times N] / W \times 100$$

A : Titre edilen asit miktarı (ml) **B :** Kör deneme için kullanılan asit miktarı (ml)

N : Asitin normalitesi **W :** Numune ağırlığı (g)

Protein faktörü hayvansal ürünlerde 6.25 olup elde edilen % N miktarı 6.25 ile çarpılarak % ham protein oranı belirlenmiştir.

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



Şekil 3.9. % Ham protein analiz aşaması

3.2.3.2.2. pH ölçümü

pH analizleri Manthey vd. (1988)'e göre, pH metre (Hanna 211 microprocessor pH meter) ile ölçülmüştür. Ölçüm işlemi 10 g balık örneği tartılıp 1:1 sulandırıldıktan sonra homojenize edilerek probun bu çözelti içerisine daldırılması yöntemine göre yapılmıştır.

3.2.3.2.3. TVB-N (Toplam Uçucu Bazik Azot) tayini

TVB-N analizi Antonocoupoulos (1973)' e göre yapılmıştır. Homojenize edilen 10 gr et tartılıp kayıt edilmistir. Üzerine yaklaşık bir çay kaşığı 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 HCl ile titre edilmiştir. Örneklerin toplam uçucu bazik azot miktarları aşağıdaki formülde verildiği şekilde hesaplanmıştır.

$$\text{TVB-N (mg N/100 g Örnek)} = (A \times 1.4 \times 100) / B$$

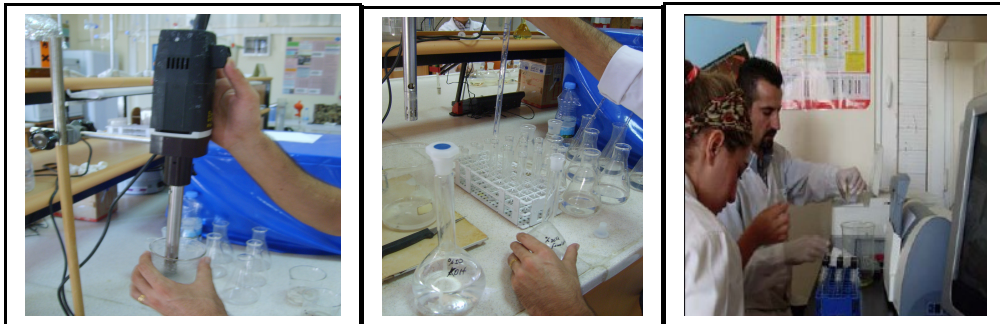
A: ml olarak harcanan 0.1 N HCl sarfiyatı **B:** Örneğin tartım miktarı



Şekil 3.10. Çalışma örneklerinde TVB-N analiz aşaması

3.2.3.2.4. TMA-N (Trimetilamin Azot) tayini

Homojenize edilen örnek içerisindeki TMA-N, Schormüller (1968)'e göre, triklorasetikasit ile ekstrakte edilerek, elde edilen ekstrakt içerisindeki bazların formaldehit ile toplanması ve pikrikasit uygulamasından sonra 410 nm dalga boyundaki spektrofotometrede ölçülmesi sonucu TMA-N miktarı mg/100g balıketi olarak hesaplanmıştır.

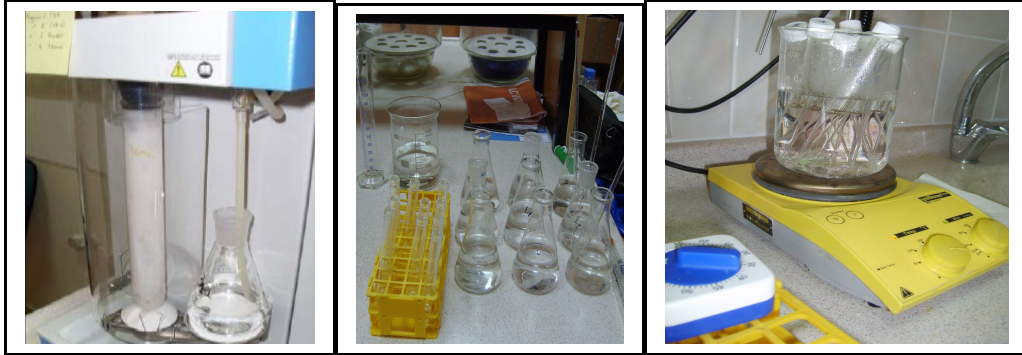


Şekil 3.11. Çalışma örneklerinde TMA-N analiz aşaması

3.2.3.2.5. TBA (Tiyobarbitürik asit) tayini

TBA tayini Tarladgis vd. (1960)'a göre spektrofotometrik yöntem kullanılarak yapılmıştır. Homojenize edilmiş olan örneklerden 10 g örnek kjeldahl tüpüne tartılmış ve üzerine 2.5 ml 1:2' lik HCl, 97.5 distile su eklenmiştir. Daha sonra 200 ml distilat 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 dakika 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.

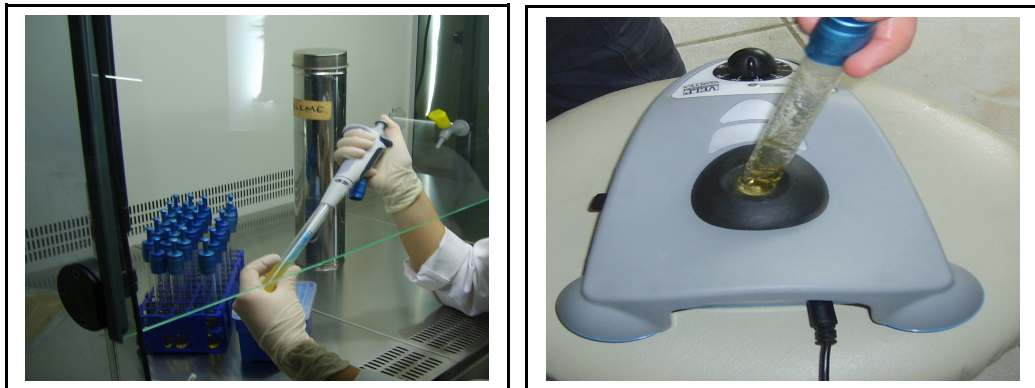


Şekil 3.12. Çalışma örneklerinde TBA analiz aşaması

3.2.3.2.6. Mikrobiyolojik analizler

3.2.3.2.6. 1. Örneklerin hazırlanması

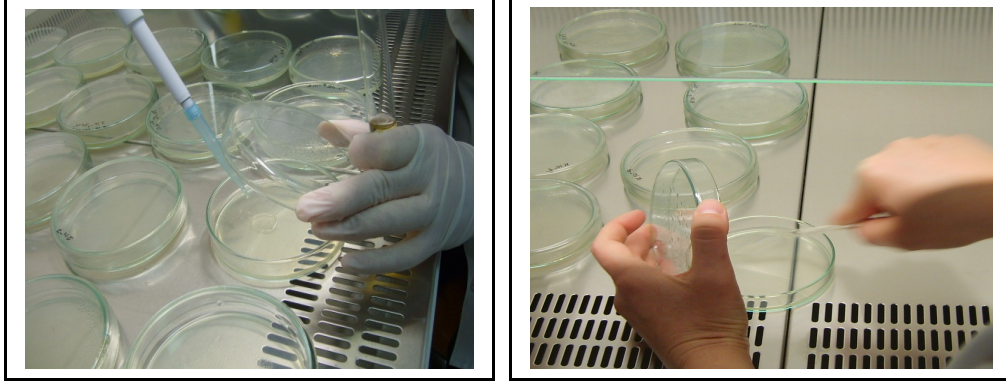
Analizler için aseptik koşullarda balık dorsal kas etinden 10 g alınarak 90 ml % 0.1 steril peptonlu su (Merck) ile stomacher (Bagmixer intersince) de homojenize edilmiştir. Homojenizasyonu takiben 9'ar ml steril peptonlu su içeren tüplere her bir önceki numunedan 1 er ml eklenerek dilüsyon yapılmıştır. Tüpler vortex (X620 CAT) ile iyice çalkalandıktan sonra dilüsyonlar hazırlanmıştır.



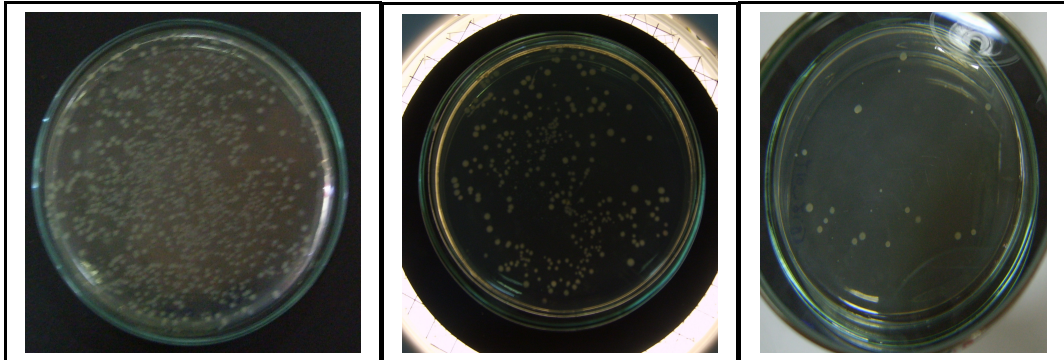
Şekil 3.15. Mikrobiyolojik analizler için ön işlem aşamaları

3.2.3.2.6.2. Toplam Mezofilik Bakteri Sayımı

Hazırlanan seyreltmelerden 0.1 ml steril pipet ile alınarak Plate Count Agar (PCA)'ya (Merck) yayma plak yöntemiyle paralelli ekim yapılmıştır. Petriler 37 °C' de 24-48 saatlik inkübasyona bırakıldıktan sonra mikrobiyolojik sayım yapılmıştır (FAO, 1992).



Şekil 3.16. Toplam Mezofilik Bakteri Sayımı



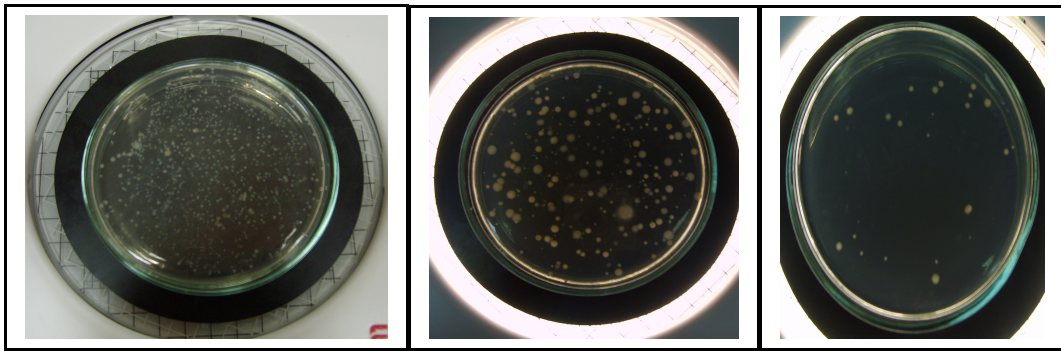
Şekil 3.17. Toplam Mezofilik Bakteri kolonileri

3.2.3.2.6.3. Psikrofilik Bakteri Sayımı

Hazırlanan seyreltmelerden 0.1 ml steril pipet ile alınarak Plate Count Agar (PCA)'ya (Merck) plak yöntemiyle paralelli ekim yapılmıştır. Petriler 5-7 °C' de 7-10 gün inkübasyona bırakıldıktan sonra mikrobiyolojik sayım yapılmıştır (FAO, 1992).



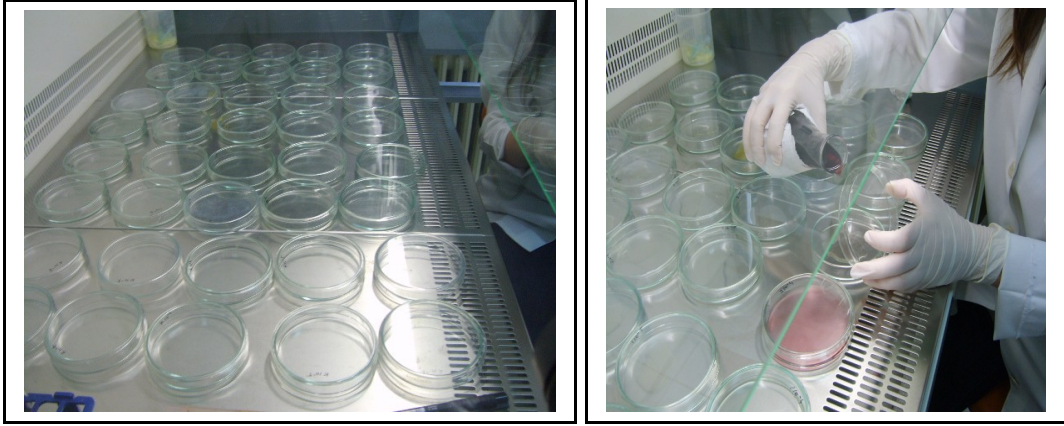
Şekil 3.18. Psikrofilik Bakteri Sayımı



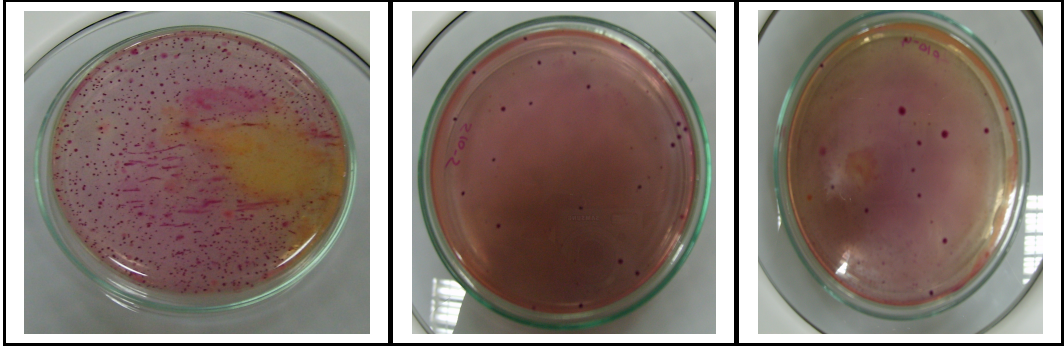
Şekil 3.19. Psikrofilik Bakteri kolonileri

3.2.3.2.6.4. Toplam Koliform Bakteri Sayımı

Analizler için steril warning blender’da öğütülen balık dorsal kas etinden 10 g alınarak 90 ml % 0.1 steril peptonlu su ile stomacher de homojenize edilmiştir. Homojenizasyonu takiben 9’ar ml steril peptonlu su içeren tüplere her bir önceki numunedan 1 er ml eklenerek dilüsyonlar hazırlanmıştır. Seyreltimlerden 1’er ml numune ile Violet Red Bile Agar (VRBA)’ a (Merck) çift katlı dökme plak yöntemi kullanılarak ekim yapılmıştır. Petriler 37 °C’de 24 saat inkübasyona bırakıldıktan sonra mikrobiyolojik sayım yapılmıştır (FAO, 1992) (Şekil 23-24).



Şekil 3.20. Toplam Koliform Bakteri Sayımı



Şekil 3.21. Toplam Koliform Bakteri Sayımı

3.2.3.2.7. İstatistiksel Analiz

Çalışma sonunda elde edilen veriler SPSS 16 paket programı kullanılarak bilgisayar ortamında değerlendirilmiştir. Farklı konsantrasyonlarda ozon uygulamaları ve balık grupları arasındaki fark Tek Yönlü Varyans analizi ve Çoklu Karşılaştırma (LSD) testleri uygulanarak bulunmuştur.

4. BULGULAR

4.1. Duyusal Analiz Sonuçları:

Çalışma sırasında depolanan levrek balıklarının depolama günlerine bağlı duyuşal özelliklerinde meydana gelen değişimler görölmektedir. Aynı zamanda duyuşal analiz verilerine ait sonuçlar Tablo ve grafikler de verilmiştir.



Şekil 4.1. 0. gün duyuşal analiz sonuçları



Şekil 4.2. 1. gün duyusal analiz sonuçları



Şekil 4.3. 5. gün duyusal analiz sonuçları



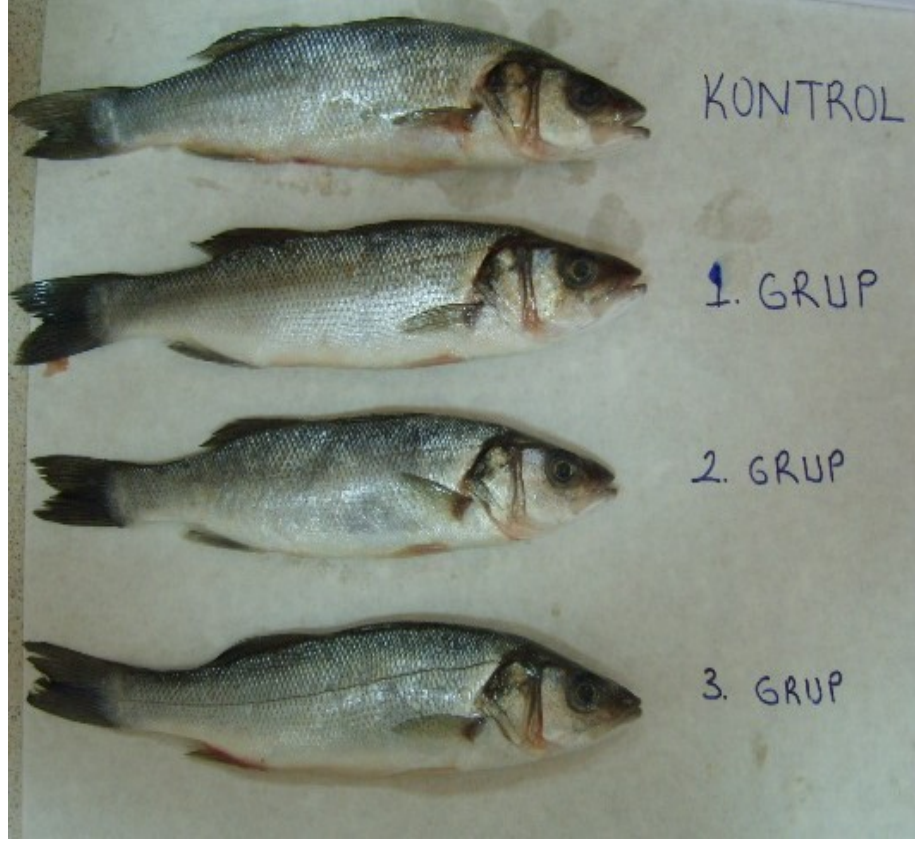
Şekil 4.4. 9. gün duyuusal analiz sonuçları



Şekil 4.5. 12. gün duyuşal analiz sonuçları



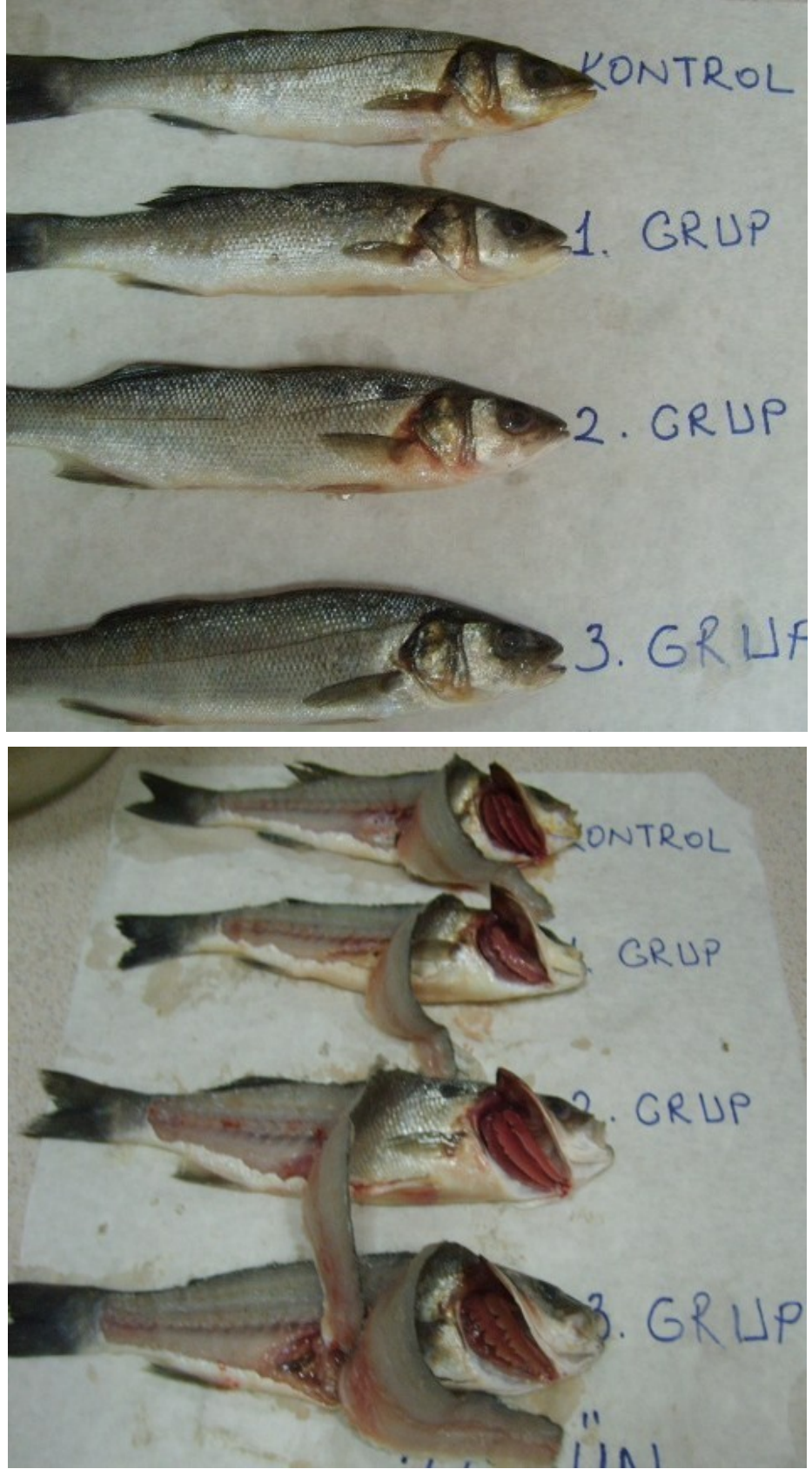
Şekil 4.6. 16. gün duyuşal analiz sonuçları



Şekil 4.7. 18. gün duyusal analiz sonuçları



Şekil 4.8. 20. gün duyusal analiz sonuçları



Şekil 4.9. 22. gün duyusal analiz sonuçları

Tablo 4.1. Taze örneklerde duyu analizi sonuçları ortalaması

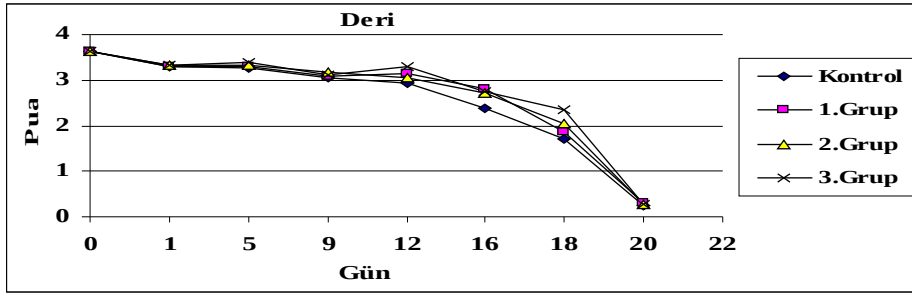
		Analiz Günleri							
Duyusal Özellikler	Gruplar	0	1	5	9	12	16	18	20
Deri	Kontrol	3.62 ± 0.29 ^a	3.30±0.12 ^a	3.28±0.36 ^a	3.04±0.44 ^{ab}	2.94±0.36 ^b	2.38±0.52 ^{bc}	1.70±0.53 ^c	0.68±0.24 ^d
	1.Grup	3.62 ± 0.29 ^a	3.30±0.12 ^a	3.30±0.20 ^a	3.08±0.36 ^{ab}	3.14±0.31 ^{ab}	2.82±0.40 ^b	1.86±0.45 ^c	1.10±0.32 ^d
	2.Grup	3.62 ± 0.29 ^a	3.34±0.11 ^a	3.34±0.22 ^a	3.18±0.42 ^a	3.06±0.40 ^{ab}	2.72±0.33 ^b	2.06±0.38 ^c	1.40±0.27 ^d
	3.Grup	3.62 ± 0.29 ^a	3.32±0.16 ^a	3.40±0.19 ^a	3.10±0.44 ^a	3.30±0.31 ^a	2.76±0.38 ^b	2.34±0.39 ^b	1.48±0.26 ^c
Göz	Kontrol	3.57 ± 0.12 ^a	3.42±0.11 ^a	2.94±0.51 ^b	2.26±0.85 ^c	2.82±0.53 ^b	1.86±0.82 ^c	1.58±0.72 ^c	0.50±0.08 ^d
	1.Grup	3.57 ± 0.12 ^a	3.26±0.32 ^a	3.08±0.45 ^a	2.50±0.59 ^b	2.96±0.53 ^b	2.18±0.65 ^c	2.00±0.64 ^c	0.88±0.24 ^d
	2.Grup	3.57 ± 0.12 ^a	3.28±0.18 ^a	3.02±0.52 ^a	2.40±0.72 ^b	2.54±1.03 ^b	2.19±0.63 ^b	2.02±0.62 ^c	0.98±0.21 ^d
	3.Grup	3.57 ± 0.12 ^a	3.44±0.15 ^a	3.10±0.37 ^a	2.52±0.49 ^b	2.72±0.85 ^b	2.18±0.54 ^b	2.16±0.54 ^b	1.15±0.26 ^c
Solungaç	Kontrol	3.28 ± 0.12 ^a	3.18±0.44 ^a	2.84±0.70 ^a	2.18±0.44 ^b	2.30±0.32 ^b	1.48±0.64 ^c	1.52±0.64 ^c	0.60±0.18 ^d
	1.Grup	3.28 ± 0.12 ^a	3.16±0.34 ^a	2.54±0.65 ^b	2.08±0.43 ^b	2.22±0.33 ^b	1.72±0.58 ^c	1.78±0.48 ^c	0.69±0.22 ^d
	2.Grup	3.28 ± 0.12 ^a	3.10±0.35 ^a	2.44±0.51 ^b	2.14±0.47 ^b	2.32±0.34 ^b	1.18±0.57 ^c	1.80±0.34 ^b	0.95±0.26 ^c
	3.Grup	3.28 ± 0.12 ^a	3.22±0.36 ^a	2.54±0.58 ^a	2.10±0.49 ^b	2.26±0.38 ^b	2.00±0.64 ^b	1.74±0.34 ^b	0.85±0.24 ^c
Et Kokusu	Kontrol	3.68 ± 0.15 ^a	3.16±0.27 ^a	3.20±0.64 ^a	2.80±0.44 ^b	2.80±0.52 ^b	1.54±0.72 ^c	1.28±0.42 ^c	0.73±0.52 ^d
	1.Grup	3.68 ± 0.15 ^a	3.28±0.19 ^a	3.26±0.49 ^a	3.00±0.19 ^a	2.92±0.40 ^b	2.00±0.50 ^c	1.68±0.54 ^c	0.83±0.35 ^d
	2.Grup	3.68 ± 0.15 ^a	3.30±0.10 ^a	3.24±0.46 ^a	3.12±0.19 ^a	2.88±0.53 ^b	2.06±0.54 ^c	1.84±0.30 ^c	0.98±0.17 ^d
	3.Grup	3.68 ± 0.15 ^a	3.20±0.12 ^a	3.34±0.46 ^a	3.06±0.13 ^a	3.14±0.27 ^a	2.14±0.50 ^b	2.06±0.29 ^b	1.20±0.14 ^c
Et Kıvamı	Kontrol	3.67 ± 0.24 ^a	3.32±0.40 ^a	3.26±0.61 ^a	2.86±0.18 ^b	3.18±0.41 ^a	2.15±0.72 ^b	1.58±0.68 ^c	0.73±0.38 ^d
	1.Grup	3.67 ± 0.24 ^a	3.42±0.33 ^a	3.32±0.50 ^a	3.10±0.17 ^a	3.22±0.26 ^a	2.61±0.57 ^b	2.22±0.19 ^b	1.18±0.25 ^c
	2.Grup	3.67 ± 0.24 ^a	3.48±0.34 ^a	3.34±0.55 ^a	3.06±0.22 ^a	3.30±0.27 ^a	2.66±0.62 ^b	2.05±0.38 ^c	1.20±0.08 ^d
	3.Grup	3.67 ± 0.24 ^a	3.42±0.29 ^a	3.30±0.51 ^a	2.98±0.20 ^b	3.36±0.23 ^a	2.74±0.64 ^b	2.42±0.22 ^b	1.34±0.19 ^c
Et Dokusu	Kontrol	3.67 ± 0.15 ^a	3.12±0.26 ^a	3.30±0.47 ^a	3.08±0.23 ^{ab}	2.92±0.13 ^{bc}	2.12±0.61 ^c	1.36±0.42 ^d	1.18±0.43 ^d
	1.Grup	3.67 ± 0.15 ^a	3.22±0.18 ^a	3.34±0.36 ^a	3.18±0.20 ^{ab}	3.06±0.17 ^b	2.46±0.51 ^c	1.58±0.41 ^d	1.08±0.05 ^d
	2.Grup	3.67 ± 0.15 ^a	3.38±0.31 ^a	3.34±0.25 ^a	3.12±0.26 ^a	3.14±0.11 ^a	2.51±0.42 ^b	2.00±0.26 ^b	1.26±0.05 ^c
	3.Grup	3.67 ± 0.15 ^a	3.38±0.31 ^a	3.30±0.29 ^a	3.18±0.29 ^a	3.18±0.15 ^a	2.52±0.40 ^b	2.20±0.26 ^b	1.35±0.10 ^c
Genel Ortalama	Kontrol	3.58 ± 0.14 ^a	3.25±0.23 ^a	3.14±0.53 ^{ab}	2.70±0.32 ^b	2.83±0.26 ^b	1.92±0.56 ^c	1.50±0.47 ^c	0.73±0.08 ^d
	1.Grup	3.58 ± 0.14 ^a	3.27±0.18 ^a	3.14±0.38 ^{ab}	2.82±0.24 ^b	2.92±0.22 ^b	2.29±0.37 ^c	1.85±0.31 ^c	0.96±0.17 ^d
	2.Grup	3.58 ± 0.14 ^a	3.31±0.17 ^a	3.12±0.38 ^a	2.84±0.24 ^b	2.87±0.30 ^b	2.32±0.35 ^c	1.96±0.14 ^c	1.13±0.13 ^d
	3.Grup	3.58 ± 0.14 ^a	3.34±0.13 ^a	3.16±0.35 ^{ab}	2.82±0.25 ^b	2.99±0.23 ^b	2.39±0.34 ^c	2.15±0.12 ^c	1.23±0.10 ^d

*n:6 (aritmetik ortalama±sd). Aynı sırada aynı harf ile gösterilen ortalama değerler p<0.05 önem seviyesinde önemli fark göstermemiştir.

Tablo 4.2. Pişirme sonrasında örneklerin duyu analizi sonuçları ortalaması

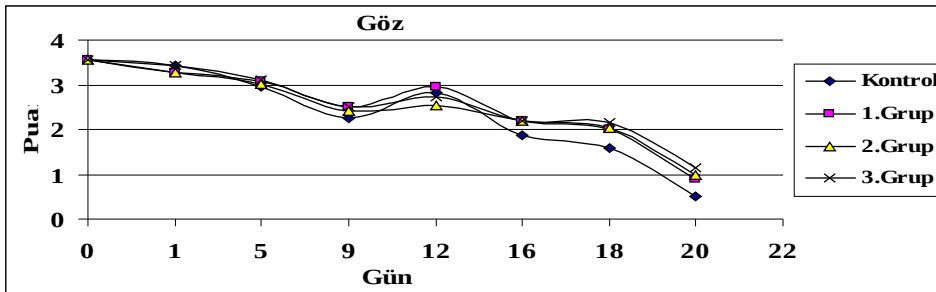
		Analiz Günleri							
Duyusal Özellikler	Gruplar	0	1	5	9	12	16	18	20
Aroma	Kontrol	8.48±0.88 ^a	7.85±1.25 ^a	9.23±0.46 ^a	8.33±0.84 ^a	7.92±0.89 ^a	-	-	-
	1.Grup	8.48±0.88 ^a	8.78±0.26 ^a	9.33±0.21 ^a	8.50±0.62 ^a	7.98±0.82 ^a	7.64±1.11 ^a	-	-
	2.Grup	8.48±0.88 ^a	8.08±0.81 ^a	9.23±0.30 ^a	8.70±0.70 ^a	8.06±1.04 ^a	7.06±1.23 ^{ab}	6.44±1.04 ^b	-
	3.Grup	8.48±0.88 ^a	8.18±0.81 ^a	9.03±0.25 ^a	8.93±0.66 ^a	8.08±0.86 ^a	7.62±1.28 ^{ab}	6.72±0.53 ^b	-
Lezzet	Kontrol	7.98±1.15 ^a	7.45±1.04 ^{ab}	9.10±0.36 ^b	8.33±0.62 ^a	7.88±0.92 ^a	-	-	-
	1.Grup	7.98±1.15 ^a	8.35±0.62 ^a	8.83±0.57 ^a	8.60±0.47 ^a	7.72±0.91 ^a	7.60±1.22 ^a	-	-
	2.Grup	7.98±1.15 ^a	7.93±0.64 ^a	9.03±0.31 ^a	8.63±0.70 ^a	7.84±1.11 ^a	7.06±1.10 ^b	6.00±1.07 ^b	-
	3.Grup	7.98±1.15 ^a	7.90±0.67 ^a	8.93±0.40 ^b	8.80±0.36 ^b	8.16±0.58 ^a	7.64±1.04 ^a	6.78±0.37 ^c	-
Tekstür	Kontrol	8.32±0.79 ^a	7.93±0.29 ^a	9.10±0.47 ^b	8.05±0.84 ^a	8.00±0.90 ^a	-	-	-
	1.Grup	8.32±0.79 ^a	8.03±0.37 ^a	9.33±0.29 ^b	8.40±0.54 ^a	7.94±0.69 ^{ac}	7.22±1.18 ^c	-	-
	2.Grup	8.32±0.79 ^a	7.93±0.41 ^a	9.08±0.43 ^b	8.50±0.83 ^{ab}	7.82±1.36 ^{ab}	6.84±1.23 ^c	6.40±1.21 ^c	-
	3.Grup	8.32±0.79 ^{ab}	7.83±0.57 ^a	8.90±0.56 ^b	8.73±0.59 ^b	8.04±0.72 ^a	7.56±0.92 ^a	6.90±0.33 ^c	-

*n:6 (aritmetik ortalama±sd). Aynı sırada aynı harf ile gösterilen ortalama değerler p<0.05 önem seviyesinde önemli fark göstermemiştir. ('-' ifadesi analizin o gün bittiğini göstermektedir).



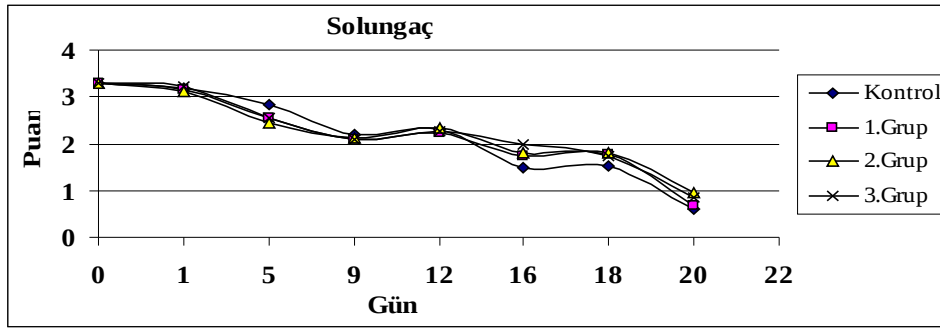
Şekil 4.10. Levrek gruplarının duyuşal olarak deri açısından değerlendirilmesi grafiği

Çiğ balıkların derinin genel değerlendirmesine panelistler tarafından depolamanın başlangıcında 3.62 ± 0.29 puan verilirken, depolamanın 20. gününde kontrol grubu örnekler kabul edilemezlik sınır değeri olan 1 puanın altında (0.68 ± 0.24 puan ile) değerlendirilmiştir. Depolamanın 20 gününde 1. Grup rnekler 1.10 ± 0.32 , 2. Grup rnekler 1.40 ± 0.27 , 3. Grup rnekler ise 1.48 ± 0.26 puan ile değerlendirilmişlerdir. İstatistiksel olarak duyuşal özelliklerden balığın derisinin değerlendirilmesi açısından gruplar arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($P > 0.05$).



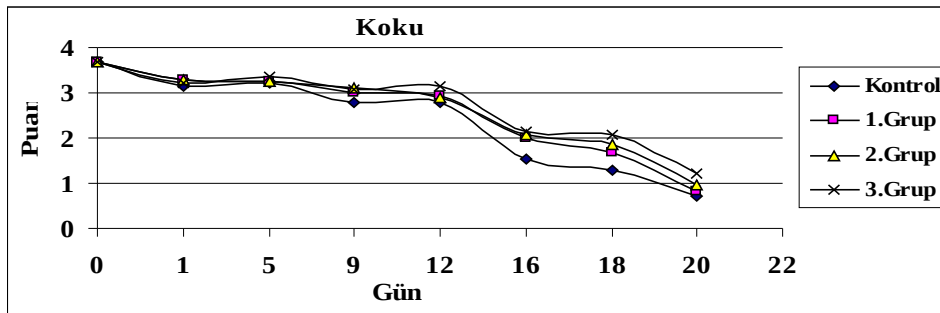
Şekil 4.11. Levrek gruplarının duyuşal olarak göz açısından değerlendirilmesi grafiği

Dyuşal parametrelerden gzn durumu panelistler tarafından depolamanın başlangıcında 3.57 ± 0.12 puan ile değerlendirilmiştir. Buna karşılık depolamanın 20. gününde kontrol grubu rnekler 0.50 ± 0.08 , 1. Grup rnekler 0.88 ± 0.24 , 2. Grup rnekler ise 0.98 ± 0.21 puan ile kabul edilemezlik sınır değeri olan 1 puanın altında, 3. Grup rnekler de 1.15 ± 0.26 puan ile değerlendirilmişlerdir. İstatistiksel analiz olarak duyuşal özelliklerden balıkların göz durumu açısından gruplar arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($P > 0.05$).



Şekil 4.12. Levrek gruplarının duyuşal olarak solungaçlarının değeriendirilmesi grafiği

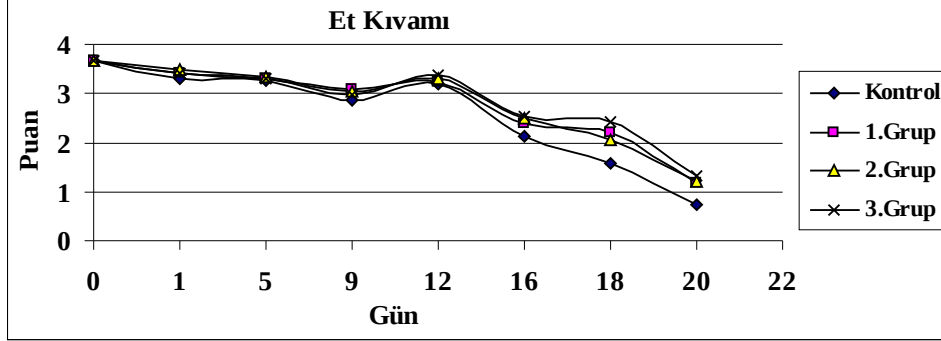
Balıkların duyuşal olarak solungaç durumunun değeriendirilmesinde panelistler tarafından başlangıç değeri olarak verilen 3.28 ± 0.12 puanı verilmiştir. Depolamanın 20. gününde bütün gruplar 1 puanın altında değeriendirilmişlerdir. Sırasıyla 20. günde Kontrol, 1, 2 ve 3. Gruptaki örneklerin puanları 0.60 ± 0.18 , 0.69 ± 0.22 , 0.95 ± 0.26 ve 0.85 ± 0.24 olarak değeriendirilmişlerdir. İstatistiksel olarak duyuşal özelliklerden balığın solungaç değeriendirilmesi açısından gruplar arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($P > 0.05$).



Şekil 4.13. Levrek gruplarının duyuşal olarak koku değerişimi değeriendirilmesi grafiği

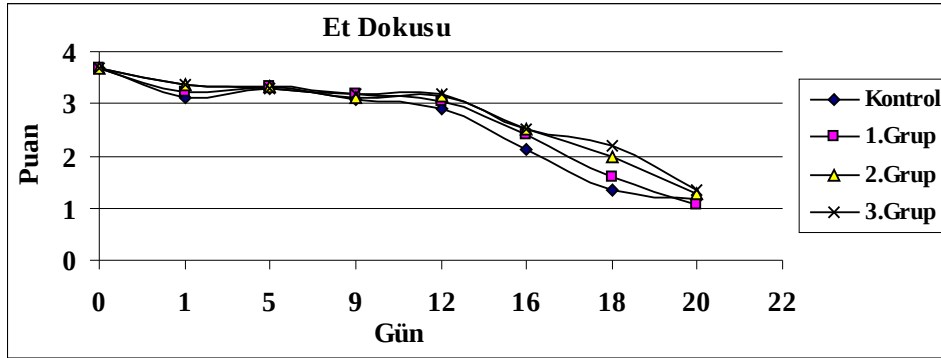
Çiğ balıkların duyuşal parametrelerden balık kokusunun değeriendirilmesinde panelistler tarafından depolama başlangıcında bu parametre 3.68 ± 0.15 puanı ile değeriendirilirken, depolamanın 20. gününde kontrol grubu örnekler 0.73 ± 0.52 , 1. grup örnekler 0.83 ± 0.35 , 2. grup örnekler ise 0.98 ± 0.17 puan ile kabul edilemezlik sınır değeri olan 1 puanın altında, 3. grup örnekler ise 1.20 ± 0.14 puan ile

değerlendirilmişlerdir. İstatistiksel analiz olarak duyu özelliklerinden balıkların koku durumu açısından gruplar arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$).



Şekil 4.14. Levrek gruplarının duyu olarak kıvam yönünden değerlendirilmesi grafiği

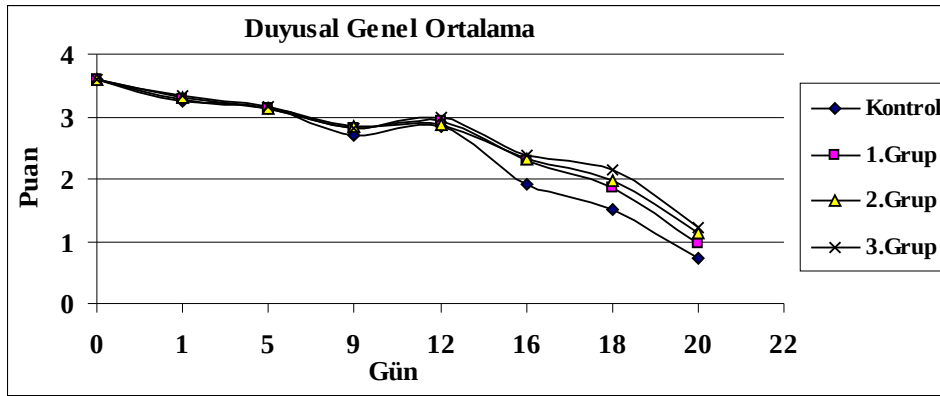
Duyusal parametrelerden balık eti kıvamı depolamanın başlangıcında 3.67 ± 0.24 puan ile değerlendirilmiştir. Depolamanın 20. gününde kontrol grubu örnekler 0.73 ± 0.38 puan ile kabul edilmezlik sınır değeri olan 1 puanın altında, 1. grup örnekler 1.18 ± 0.25 , 2. grup örnekler 1.20 ± 0.08 ve 3. grup örnekler ise 1.34 ± 0.19 puan ile kabul edilebilir kalitede değerlendirilmişlerdir. Duyusal özellik olarak et kıvamı açısından gruplar arasındaki fark istatistiksel bakımdan önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$).



Şekil 4.15. Levrek gruplarının duyu olarak doku açısından değerlendirilmesi grafiği

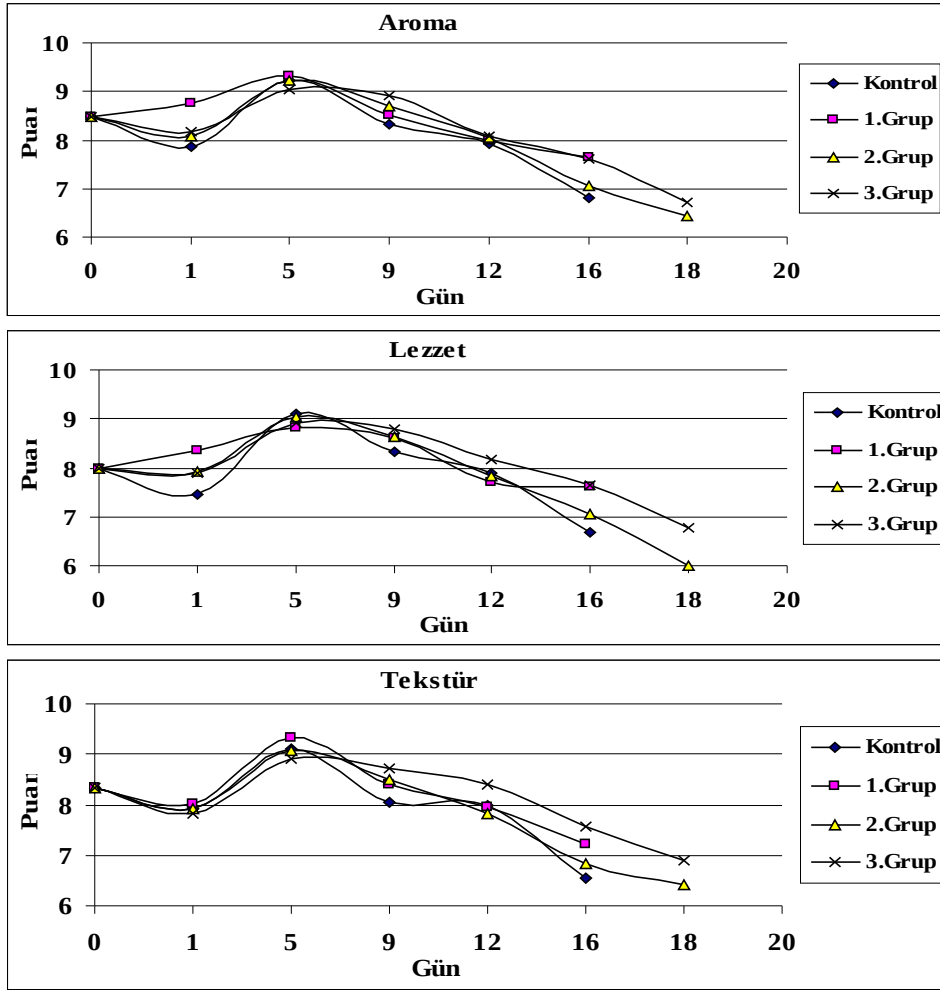
Çiğ balıkların duyu parametrelerinden et dokusunun durumunun değerlendirilmesinde panelistler tarafından başlangıç değeri olarak 3.67 ± 0.15 ile

değerlendirilmesine karşılık depolamanın 20. gününde bütün gruplar 1 puanın üstünde değerlendirilmişlerdir. Depolamanın 20. gününde çalışma sonuçlarına göre kontrol grubu örnekler 1.18 ± 0.43 , 1. grup örnekler 1.08 ± 0.05 , 2. grup örnekler 1.26 ± 0.05 ve 3. grup örnekler ise 1.35 ± 0.10 puan ile değerlendirilmişlerdir. Duyusal özellik olarak et dokusu açısından gruplar arasındaki fark istatistiksel bakımdan önemsiz bulunmuştur ($P > 0.05$).



Şekil 4.16. Duyusal olarak genel ortalama analiz sonuçları

Balıkların yukarıda tek tek değerlendirilen duysal parametrelerinin ortalaması alınarak yapılan genel durum değerlendirilmesinde panelistler tarafından balıklara başlangıç değeri olarak 3.58 ± 0.14 puanı verilirken, depolamanın 20. gününde kontrol grubu örneklerin 0.73 ± 0.08 , 1. grup örneklerin ise 0.96 ± 0.17 puan ile kabul edilemezlik sınır değeri olan 1 puanın altında değerlendirildiği, 2. grup örneklerin 1.13 ± 0.13 ve 3. grup örneklerin ise 1.23 ± 0.10 puan ile kabul edilebilir kalitede değerlendirildiği belirlenmiştir. Duyusal özellik olarak genel değerlendirme açısından gruplar arasındaki fark istatistiksel bakımdan önemsiz bulunmuştur ($P > 0.05$).



Şekil 4.17. Levrek gruplarının duysal olarak aroma, lezzet ve tekstür açısından değerlendirilmesi grafiği.

Piştirilmiş örneklerde yapılan duysal değerlendirme mikrobiyolojik bozulmanın başladığı günlere kadar devam ettirilmiş ve bu günlerden itibaren kesilmiştir. Bu bağlamda kontrol grubu örnekler depolamanın 12. gününden sonra, 1. grup örnekler 16. günden sonra, 2 ve 3. grup örnekler ise 18. günden sonra değerlendirilmeye tabi tutulmamışlardır. Gruplardan hiçbirisinde belirtilen depolama zamanları boyunca bozulma belirtisine rastlanmamıştır. Aroma, lezzet ve tekstür açısından levrek grupları istatistiksel açıdan incelendiğinde bütün gruplar arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($P > 0.05$).

Tablo 4.3. Kimyasal analiz sonuçları ortalaması

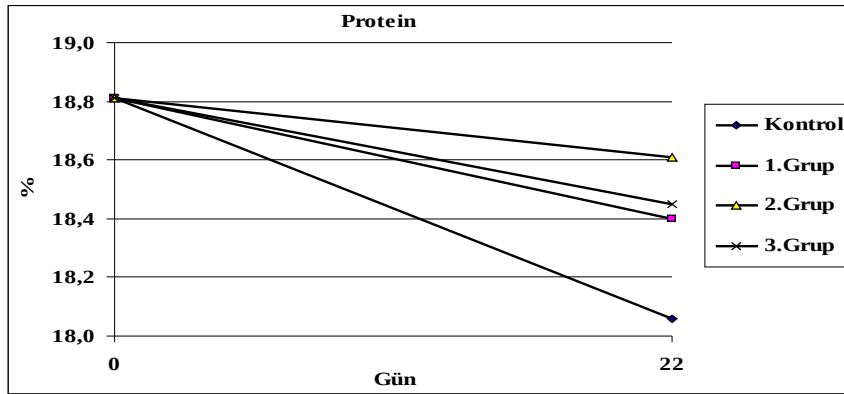
Kimyasal Analizler	Gruplar	Analiz Günleri								
		0	1	5	9	12	16	18	20	22
YAĞ (%)	Kontrol	2.79 ± 0.13 ^a	3.05 ± 0.11 ^a	3.52 ± 0.19 ^a	3.71 ± 0.19 ^a	3.18 ± 0.27 ^a	3.42 ± 0.19 ^a	3.3 ± 0.37 ^a	2.56 ± 0.15 ^a	1.56 ± 0.13 ^b
	1.Grup	2.79 ± 0.13 ^a	3.33 ± 0.08 ^{ab}	3.14 ± 0.21 ^a	2.75 ± 0.26 ^a	3.4 ± 0.54 ^{ab}	4.53 ± 0.33 ^b	3.02 ± 0.23 ^a	2.34 ± 0.01 ^a	2.7 ± 0.40 ^a
	2.Grup	2.79 ± 0.13 ^a	3.31 ± 0.16 ^a	3.44 ± 0.39 ^a	3.31 ± 0.46 ^a	3.19 ± 0.37 ^a	3.02 ± 0.19 ^a	2.9 ± 0.12 ^a	2.96 ± 0.13 ^a	2.88 ± 0.16 ^a
	3.Grup	2.79 ± 0.13 ^a	2.51 ± 0.35 ^{ab}	3.29 ± 0.23 ^a	1.64 ± 0.11 ^b	3.2 ± 0.17 ^a	2.22 ± 0.11 ^b	2.79 ± 0.28 ^a	3.36 ± 0.00 ^a	2.99 ± 0.22 ^a
HAM PROTEİN (%)	Kontrol	18.81 ± 0.379 ^a	-	-	-	-	-	-	-	18.06 ± 0.266 ^a
	1.Grup	18.81 ± 0.379 ^a	-	-	-	-	-	-	-	18.4 ± 0.404 ^a
	2.Grup	18.81 ± 0.379 ^a	-	-	-	-	-	-	-	18.61 ± 0.110 ^a
	3.Grup	18.81 ± 0.379 ^a	-	-	-	-	-	-	-	18.45 ± 0.087 ^a
pH	Kontrol	6.49 ± 0.003 ^a	6.68 ± 0.002 ^{ab}	6.65 ± 0.004 ^{ab}	6.58 ± 0.003 ^a	6.86 ± 0.003 ^b	6.75 ± 0.002 ^b	7.07 ± 0.006 ^c	7.01 ± 0.011 ^{bc}	7.26 ± 0.003 ^d
	1.Grup	6.49 ± 0.003 ^a	6.79 ± 0.005 ^b	6.73 ± 0.002 ^b	6.74 ± 0.004 ^b	6.78 ± 0.002 ^b	6.83 ± 0.003 ^b	6.99 ± 0.003 ^{bc}	6.91 ± 0.007 ^b	7.05 ± 0.003 ^c
	2.Grup	6.49 ± 0.003 ^a	7 ± 0.008 ^b	6.84 ± 0.004 ^b	6.82 ± 0.003 ^b	6.95 ± 0.005 ^b	6.91 ± 0.005 ^b	6.84 ± 0.003 ^b	6.83 ± 0.003 ^b	6.94 ± 0.001 ^b
	3.Grup	6.49 ± 0.003 ^a	6.97 ± 0.003 ^b	6.85 ± 0.004 ^b	6.94 ± 0.003 ^b	6.85 ± 0.003 ^b	7.08 ± 0.007 ^{bc}	7.02 ± 0.003 ^b	6.96 ± 0.006 ^b	7.13 ± 0.002 ^c
TVB-N (mg/100 g)	Kontrol	18.48 ± 0.36 ^a	18.41 ± 0.38 ^a	17.71 ± 0.38 ^a	17.67 ± 0.13 ^a	17.93 ± 0.49 ^a	20.53 ± 0.64 ^a	30.77 ± 1.54 ^b	35.7 ± 0.41 ^b	-
	1.Grup	18.48 ± 0.36 ^a	18.29 ± 0.38 ^a	17.29 ± 0.42 ^a	17.15 ± 0.17 ^a	16.2 ± 0.31 ^a	21.59 ± 0.67 ^{ab}	22.28 ± 0.34 ^{ab}	25.27 ± 0.02 ^b	33.59 ± 0.07 ^c
	2.Grup	18.48 ± 0.36 ^a	16.63 ± 0.46 ^a	17.01 ± 0.41 ^a	16.52 ± 0.53 ^a	16.18 ± 0.19 ^a	23.78 ± 0.98 ^b	25.45 ± 0.79 ^b	28.74 ± 0.71 ^{bc}	33.02 ± 0.54 ^c
	3.Grup	18.48 ± 0.36 ^a	16.83 ± 0.43 ^a	18.34 ± 0.38 ^a	18.15 ± 0.18 ^a	17.84 ± 0.43 ^a	20.16 ± 0.54 ^a	21.98 ± 1.05 ^a	28.14 ± 1.13 ^b	35.16 ± 0.23 ^c
TMA-N (mg/100 g)	Kontrol	1.01 ± 0.127 ^a	1.94 ± 0.146 ^a	2.19 ± 0.073 ^a	3.8 ± 0.253 ^b	4.39 ± 0.292 ^b	4.81 ± 0.67 ^b	18.18 ± 1.826 ^c	-	-
	1.Grup	1.01 ± 0.127 ^a	1.43 ± 0.193 ^a	1.94 ± 0.146 ^{ab}	2.57 ± 0.263 ^b	3.08 ± 0.193 ^b	3.25 ± 0.318 ^b	12.1 ± 0.407 ^c	-	-
	2.Grup	1.01 ± 0.127 ^a	2.11 ± 0.193 ^a	2.11 ± 0.263 ^a	2.07 ± 0.073 ^a	2.53 ± 0.127 ^b	5.19 ± 0.253 ^c	14.34 ± 1.015 ^d	-	-
	3.Grup	1.01 ± 0.127 ^a	2.49 ± 0.193 ^{ab}	2.28 ± 0.552 ^a	2.7 ± 0.193 ^b	3.21 ± 0.387 ^b	4.3 ± 0.438 ^b	7.72 ± 0.127 ^c	11.77 ± 0.253 ^d	-
TBA (mgMA/100 g)	Kontrol	0.43 ± 0.023 ^a	0.55 ± 0.008 ^a	0.58 ± 0.024 ^a	0.73 ± 0.023 ^a	0.81 ± 0.012 ^a	1.09 ± 0.146 ^d	1.41 ± 0.083 ^b	1.57 ± 0.047 ^b	1.69 ± 0.02 ^b
	1.Grup	0.43 ± 0.023 ^a	0.57 ± 0.008 ^a	0.61 ± 0.016 ^a	0.61 ± 0.005 ^a	0.58 ± 0.023 ^a	1.01 ± 0.047 ^a	1.14 ± 0.02 ^{ab}	1.29 ± 0.021 ^b	1.54 ± 0.016 ^b
	2.Grup	0.43 ± 0.023 ^a	0.56 ± 0.012 ^a	0.6 ± 0.027 ^a	0.62 ± 0.005 ^a	0.57 ± 0.023 ^a	0.59 ± 0.016 ^a	0.95 ± 0.039 ^a	1 ± 0.016 ^{ab}	1.28 ± 0.03 ^b
	3.Grup	0.43 ± 0.023 ^a	0.63 ± 0.052 ^a	0.6 ± 0.016 ^a	0.69 ± 0.008 ^a	0.66 ± 0.014 ^a	0.72 ± 0.032 ^a	0.85 ± 0.057 ^a	0.88 ± 0.02 ^a	0.98 ± 0.016 ^a

*n:6 (aritmetik ortalama±sd).

Aynı sırada aynı harf ile gösterilen ortalama değerler p<0.05 önem seviyesinde önemli fark göstermemiştir.

('-' ifadesi analizin o gün bittiğini göstermektedir)

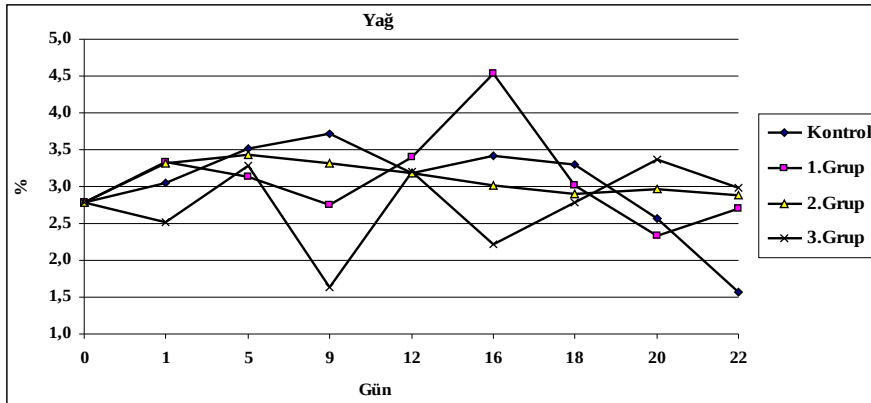
4.2. Ham Protein Analiz Sonuçları



Şekil 4.18. Protein analiz sonuçları

Başlangıç ve 22 günlük depolama süresi sonunda grupların protein içeriğinde fazla bir değişim meydana gelmemiştir. Levrek balığının başlangıç protein değeri % 18.81' den, depolamanın 22. günü itibari ile en düşük değer 18.06 ± 0.266 ile kontrol grubuna, en yüksek değer ise 18.61 ± 0.110 ile 2. gruba ait olarak tespit edilmiştir.

4.3. Ham yağ analiz sonuçları

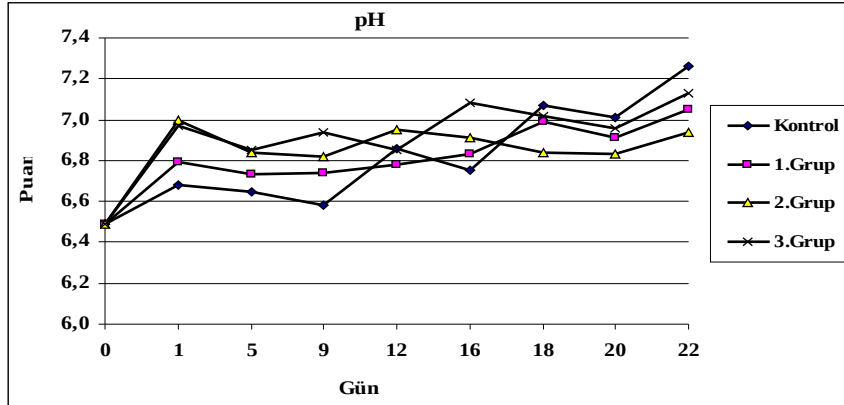


Şekil 4.19. Ham yağ analiz sonuçları

Şekilde görüldüğü üzere başlangıçta 2.79 ± 0.13 olan yağ içeriği 22. gün sonunda en düşük 1.56 ± 0.13 değer ile kontrol grubuna aitken, en yüksek 2.99 ± 0.22 değer ile 3. gruba ait olarak bulunmuştur. Analiz boyunca elde edilen yağ değerlerinde 1. Grup ile 3. Grup ve 2. Grup ile 3. Grup arasında önemli bir farkın ($p < 0.05$) olduğu

saptanmıştır. Diğer gruplar arasındaki fark ise önemsiz olarak tespit edilmiştir ($P>0.05$).

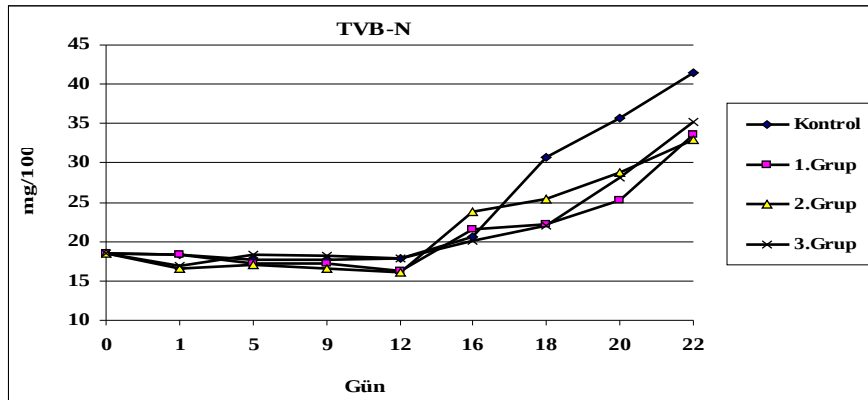
4.4. pH Analiz Sonuçları



Şekil 4.20. pH analiz sonuçları

Kontrol grubu ve ozon uygulanmış balık örneklerinin pH değerleri genel olarak depolama günlerindeki artışa paralel hızlı bir artış göstermiştir. Levrek balıklarının başlangıç pH analiz bulguları sonucu 6.49 olarak bulunmuştur. Kontrol grubu örneklerde 18. gün sonunda (7.07), 1. grupta 22. gün sonunda (7.05), 3.grup örneklerde ise 16. günün sonunda (7.08) pH sınır değeri 7 değeri aşılrken 2.grup örneklerde 22 günlük depolama süresince bu değere ulaşılammıştır. Kontrol Grubu ile 3. grup arasında ve 1. grup ile 3. grup arasında önemli farklılık tespit edilirken ($p<0.05$), Kontrol grubu ile 1 ve 2. grup arasındaki farklılık ise önemsiz olarak tespit edilmiştir ($P>0.05$).

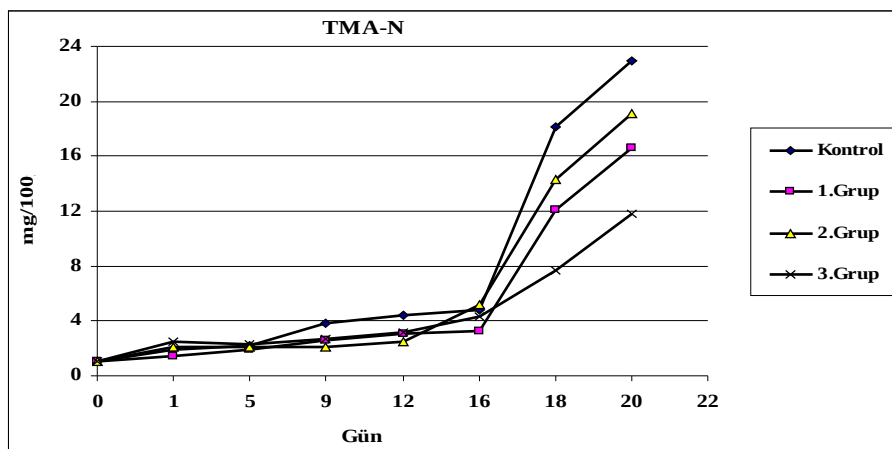
4.5. TVB-N Analiz Sonuçları



Şekil 4.21. TVB-N analiz sonuçları

Grafikte görüldüğü gibi TVB-N içeriği 16. güne kadar bir miktar azalma ve sonrasında hızlı bir artış göstermiştir. Başlangıç levrek balıklarının TVB-N analiz değerleri 18.48 mg/100g' dan, kontrol grubu örneklerde 18. gün sonunda 30.77 ± 1.54 mg/100g, 2 ve 3. grupta 20. gün sonunda sırasıyla 28.74 ± 0.71 mg/100g ve 28.14 ± 1.13 mg/100g değerine ulaşılırken, 1. grup örneklerde ise 22 günlük depolama süresi sonunda 33.59 ± 0.07 mg/100g değerine ulaşılmıştır. Depolama süresi boyunca elde edilen TVB-N değerlerinde gruplar arasındaki farkın önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($P>0.05$).

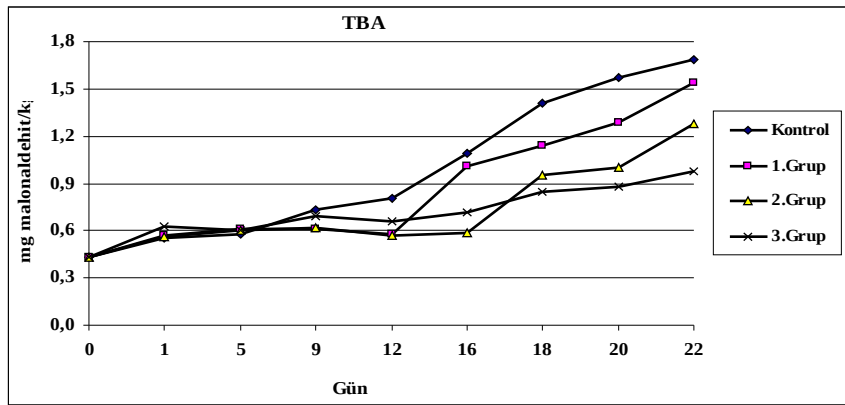
4.6. TMA-N Analiz Sonuçları



Şekil 4.22. TMA-N analiz sonuçları

Şekilde görüldüğü gibi kontrol ve ozon uygulanmış levrek örneklerinin TMA-N içeriği depolamanın 16. güne kadar fazla bir artış göstermezken sonrasında hızlı bir artış göstermiştir. TMA-N analiz sonuçlarına göre örneklerin başlangıç TMA-N değeri 1.01 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Kontrol, 1 ve 2. grup örneklerde 20. gün sonunda (sırasıyla 18.18 ± 1.826 , 12.1 ± 0.407 ve 14.34 ± 1.015 mg/100g), 3. Grupta ise 22. Günün sonunda (11.77 ± 0.253 mg/100g), 10 mg/100 g olan bozulmuşluk değerine ulaşılmıştır. Analiz boyunca elde edilen TMA-N değerlerinde gruplar arasındaki farkın önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($P > 0.05$).

4.7. TBA Analiz Sonuçları



Şekil 4.23. TBA analiz sonuçları

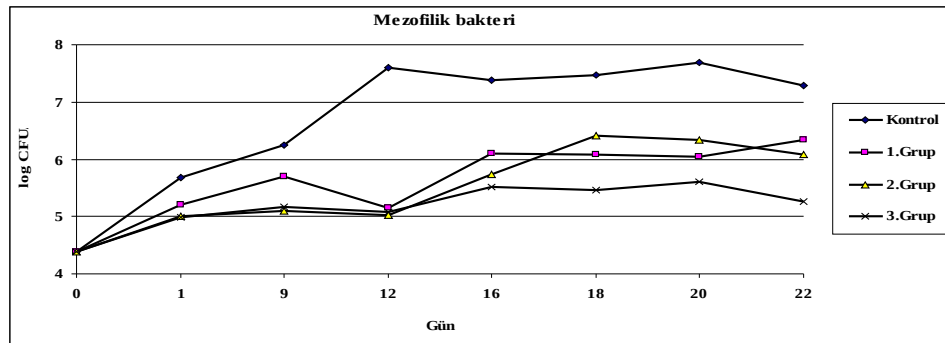
Levrek balıklarının depolamanın başlangıcında ölçülen TBA değeri 0.43 mg malonaldehit/100g olarak bulunmuştur. Depolama sonunda en yüksek TBA değeri 1.69 ± 0.02 mg malonaldehit/100 g ile kontrol grubunda ölçülürken, en düşük TBA değeri ise 0.98 ± 0.016 mg malonaldehit/100 g ile 3. Gruptaki örneklerde görülmüştür. Kontrol Grubu ile 2. ve 3. Grup arasındaki fark önemli olurken aynı şekilde 2. Grup ile 3. Grup arasındaki fark ta önemli tespit edilmiştir ($P < 0.05$). Diğerleri arasındaki fark ta önemsiz bulunmuştur ($P > 0.05$).

4.8. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

Tablo 4.4. Mikrobiyolojik analiz sonuçları tablosu

Mikrobiyolojik Analizler	Gruplar	Analiz Günleri							
		0	1	9	12	16	18	20	22
Mezofilik Bakteri (log kob/ cm ²)	Kontrol	4.65	5.67	6.24	7.60	7.38	7.47	7.69	7.28
	1.Grup	4.65	5.20	5.70	5.15	6.10	6.09	5,70	6.34
	2.Grup	4.65	5.01	5.10	5.03	5.73	5,76	6.18	6.07
	3.Grup	4.65	4.98	5.17	5.08	5.52	5,46	5.77	5.30
Psikrofilik Bakteri (log kob / cm ²)	Kontrol	4.81	4.59	5.81	6.36	6.36	7.18	7.21	8.19
	1.Grup	4.81	5.42	6.08	5.98	6.10	7.04	7.37	8.25
	2.Grup	4.81	4.91	6.63	6.71	6.69	6.85	7.25	8.24
	3.Grup	4.81	4.59	6.51	6.05	6.29	6.44	7.15	8.23
Koliform Bakteri (log kob / cm ²)	Kontrol	2.70	3.13	3.38	4.16	4.15	4.23	4.82	5.88
	1.Grup	2.70	3.27	3.26	3.65	4.09	3.33	4.20	5.03
	2.Grup	2.70	3.29	3.52	3.39	3.98	3.38	4.70	4.82
	3.Grup	2.70	3.06	3.48	3.30	3.82	3.20	4.03	4.15

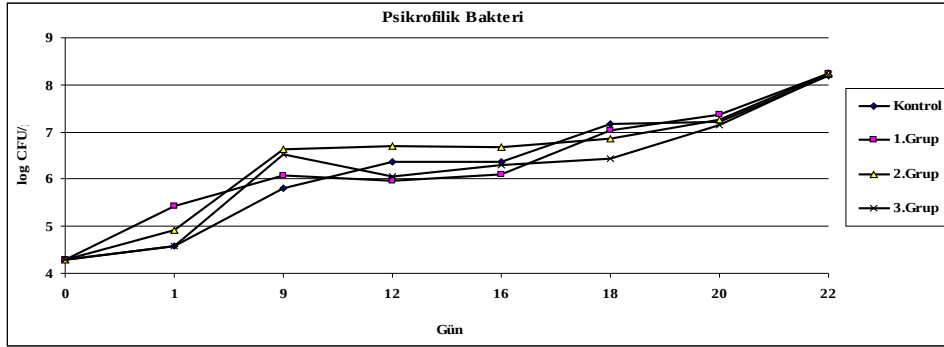
4.8.1.Toplam mezofilik bakteri sayımı



Şekil 4.24. Toplam Mezofilik Bakteri Sayımı sonuçları

Mezofilik bakteri analiz sonuçları değerlendirildiğinde levrek balıklarının depolama başlangıcında 4.65 log kob/cm² bakteri yüküne sahip olduğu görülmüştür. Depolama boyunca bu yük tüm gruplarda artış göstermiştir. Kontrol grubu örneklerde 12. gün sonunda (7.60 log kob/cm²) 7 log kob/cm² değeri olan limit değeri aşılmışken, 1, 2 ve 3.grup örneklerde (sırasıyla 6.34, 6.07 ve 5.30 log kob/cm²) 22 günlük depolama boyunca bu değere ulaşamadığı tespit edilmiştir.

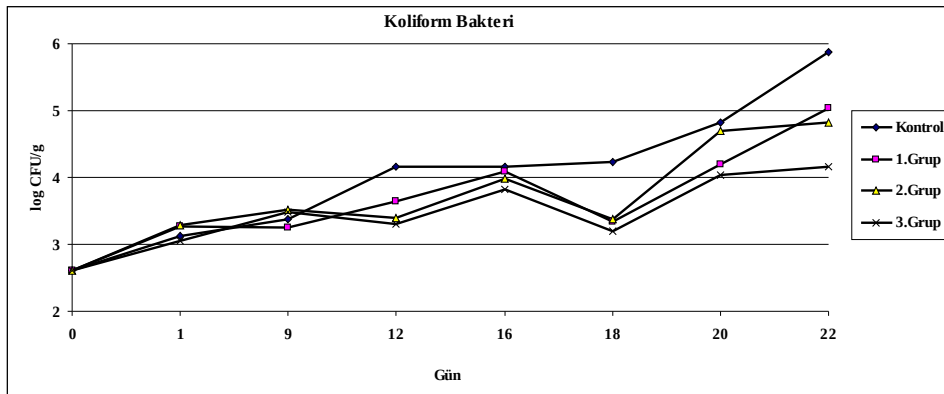
4.8.2. Psikrofilik bakteri sayımı



Şekil 4.25. Psikrofilik Bakteri Sayımı

Psikrofilik bakteri yükü levrek örneklerinde depolamanın başlangıcında 4.81 log kob/cm² olarak bulunurken, mezofilik bakteri yükü gibi depolama boyunca artış göstermiştir. Kontrol ve 1.grup örneklerde 18. gün sonunda (sırasıyla 7.18 ve 7.04 log kob/cm²), 2 ve 3.grup örneklerde ise 20. gün sonunda (sırasıyla 7.25 ve 7.15 log kob/cm²) 7 log kob/cm² değerinin aşıldığı tespit edilmiştir.

4.8.3. Toplam koliform bakteri sayımı



Şekil 4.26. Toplam Koliform Bakteri Sayımı sonuçları

Koliform bakteri analiz sonuçlarımız değerlendirildiğinde levrek balıkları başlangıçta 2.70 log kob/cm² koliform yüküne sahip olduğu görülmüştür. Kontrol grubu örneklerde 12. gün sonunda (4.16 log kob/cm²), 1. Grupta 16. gün sonunda (4.09 log kob/cm²) 2 ve 3.grup örneklerde ise 20. gün sonunda (sırasıyla 4.70 ve 4.03 log kob/cm²) 4 log kob/cm² değerini aştığı tespit edilmiştir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

5.1. Ham protein ve Ham yağ Analiz Sonuçları

Balık etinin protein miktarı oldukça sabit olup türler arasında çok büyük sapmalar göstermemekle birlikte balığın avlandığı bölge, avlanma mevsimi ve cinsel olgunluk gibi nedenlerden dolayı değişebilmektedir (Şentürk vd., 2002). Aynı şekilde balıkların kimyasal kompozisyonu üzerinde de balığın yaş, boy, seksüel olgunluğu, av sezonu, çevre şartları oldukça etkili olup bu faktörler balıkların lezzeti, dokusu, kokusu, rengi ve dış görünümünde de önemli rol oynamaktadırlar (Özoğul vd. , 2005).

Protein ve yağ içerikleri başlangıç örneklerinde % 18.81 ve % 2.79 ± 0.13 olarak bulunmuştur. Yağ içeriği 22. gün sonunda en düşük 1.56 ± 0.13 değer ile kontrol grubuna aitken, en yüksek 2.99 ± 0.22 değer ile 3. gruba ait olarak bulunmuştur. Başlangıç ve 22 günlük depolama süresi sonunda grupların protein içeriğinde fazla bir değişim meydana gelmemiştir. Levrek balığının başlangıç protein değeri % 18.81' den, depolamanın 22. günü itibari ile en düşük değer 18.06 ± 0.266 ile kontrol grubuna, en yüksek değer ise 18.61 ± 0.110 ile 2. gruba ait olarak tespit edilmiştir.

Taşkaya vd. (2003) yılında yapmış oldukları çalışmalarında buzdolabı şartlarında depoladıkları levrek balıklarının başlangıç yağ değerini %4.92 olarak saptamışlardır. Özoğul vd. (2005), buzda depoladıkları doğal levreğin başlangıç yağ değerini % 1.7 olarak tespit etmişlerdir. Özden ve Erkan (2007), yapmış oldukları çalışmalarında deniz kültür levreğinin (*D. labrax*) başlangıç protein ve yağ değerini % 21.70 ve % 6.5 olarak bulmuşlardır. Aynı şekilde kültür deniz levreğinin protein ve yağ değerleri üzerine yapılan diğer çalışmalarda Kyrana ve Lougovois (2002) %20.39 ve %3.90, Erkan ve Özden (2006) ise %21.26 ve % 5.60 olarak tespit etmişlerdir. Orban vd. (2003) doğal ve çiftlik levrek ve çipurasının lipit parçalanmasının kalite farklılıklarını incelemişlerdir. Lipit içeriği karşılaştırıldığında çiftlik balıkları daha yüksek değerlere ulaşmıştır. Çiftlik levreklerinin başlangıç protein oranını %19.58, yağ oranını %9.36, pH içeriğini ise 6.27 olarak bulmuşlardır.

5.2.Duyusal Analiz Sonuçları

Su ürünleri heterojen bir yapıya sahip olduklarından içermiş oldukları maddeler ile yıkım ürünleri; avlama yöntemi, avlama bölgesi, beslenme, olgunluk siklusu, yaş, cinsiyet, hastalık, depolama, işleme ve nakliye koşullarından etkilenmektedir. Bunun sonucunda fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik yöntemlerle tam bir değerlendirme yapmak her zaman kolay olmamaktadır. Tüm bu nedenlerden dolayı duyusal analiz bulguları, diğer analiz bulgularına göre karar vermede daha önemli bir parametre olmaktadır. Gıdaların depolanmasında ürünün kalitesini belirleyen en önemli kriter duyusal analiz sonuçları olup duyusal analiz sonuçları uygun olmayan bir ürün tüketilemeyeceği bildirilmektedir (Şentürk vd., 2002; Varlık vd., 2007).

Çalışmamızda kullanmış olduğumuz levrek balıkları üzerinde uygulanan ozonun duyusal açıdan genelde olumlu olduğu söylenebilir. Ozon uygulanmış gruptaki balıkların duyusal açıdan raf ömrü olarak ozon uygulanmamış kontrol grubuna göre daha uzun süre olduğu panelistler tarafından yapılan değerlendirmelerde belirlenmiştir. Özellikle balıkların mikrobiyolojik bozulmasının görüldüğü depolama gününe kadar grupta gerek taze gerekse de pişirilmiş örneklerde duyusal açıdan bozulma belirtileri görülmemiştir. Bütün gruplar 18. Güne kadar deri, göz, solungaç, et kokusu, et kıvamı, et dokusu ve genel kabul edilebilirlik değerlerince kabul edilebilir değerlerde olup, 20. günden sonra bu parametrelerde kabul edilemez kalite tespit edilmiştir. Ozonun başlıca balıklarda gösterdiği olumsuzlukların başında balıkların solungaçlarında ve gözlerinde meydana getirdiği hoş karşılanmayan renk değişiklikleri gözlenmiştir.

Ozon uygulaması yapılmamış literatür çalışmaları incelendiğinde aşağıdaki literatür sonuçlarına levrek balıklarının raf ömrünün oldukça kısa olduğu görülmektedir. Çaklı vd. (2007), buzda depolanan levrek balıklarındaki raf ömrünü 15 gün olarak belirlemişlerdir. Papadopoulos vd. (2003), buzda depolanan kültür levreğinin (*Dicentrarchus labrax*) iç organ çıkarma işleminin balık kalitesi üzerine olan etkisini inceledikleri çalışmalarında balığın tadı ve dokusunda depolama zamanına bağlı olarak bir azalma meydana geldiğini belirlemişlerdir, iç organları alınmış ve bütün deniz levreğinin raf ömrünü 13 ve 8 gün olarak tespit etmişlerdir. Erkan ve Özden (2006), buz içerisinde depolanan iç organları alınmış ve alınmamış

deniz levreğinin duyusal olarak depolamanın 11. günden sonra tüketilemeyecek kaliteye ulaştığını belirtilmektedirler.

0,5 ppm ozon içeren sudan üretilen buz ile kaplanarak muhafaza edilen Alaska salmon balıklarının raf ömrünün kontrol grubu örneklerle oranla 6 gün kadar daha uzattığı tespit edilmiştir (Neve, 1982). Normal buz, 0.5 ppm ozon ile hazırlanmış buz ve 2 ppm ozon ile hazırlanmış buzda depoladıkları karideslerin raf ömürlerinin uzatılmasında ozonlu buzun etkili olmadığını, ancak ozonlu su içerisinde karideslerin bekletilmesi ile özellikle karideslerin kararma mekanizmasını engellenmesi konusunda etkili olduğu gibi raf ömrü üzerinde bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir (DeWitt vd., 1985) . Ravesi vd. (1987), ozonlu buzlu su içerisinde bekletilme işlemine tabi tutulan Atlantik morina (*Gadus morhua*) balığının raf ömrü üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmada ilk 7 günde gruplar arasında farklılığın gözlenmediği, 7 ve 11. günlerde ise lezzet ve koku açısından ozonlu balıkların daha iyi kalitede olduğu, sonraki günlerde de farklılığın olmadığı belirlenmiştir. Kötters vd. (1997), kaya balıkları üzerine yaptıkları çalışmalarının sonucunda duyusal olarak 9. Gün sonunda lezzet ve aromadaki değişimin önemli bir farklılık yaratmadığı ve sonuç olarak ta balıkların yakalanmasından sonraki aşamada uygulanacak olan ozonun balıkların depolama sürelerini uzattığını belirlemişlerdir. Brooks vd. (1990), kedi balığının raf ömrü üzerine ozonun etkisini inceledikleri çalışmalarında bütün olarak ozonlanmış balıklardan elde ettikleri filetoları fileto makinelerinde ozonlanmış sprey kullandıktan sonra ozonlu buz uygulayarak vakum paketlemişlerdir. Çalışma sonucuna göre ise ozon uygulanan balıkların raf ömrü 14 gün olarak tespit edilirken, kontrol gruplarında raf ömrünün 4-6 gün arasında değiştiği belirlenmiştir. Benzer şekilde Da-Silva vd. (1998) ozon uygulmasının istavrit balıklarının dayanım ömrünü uzattığını belirtmişlerdir. Yapılan diğer bir çalışmada 4 °C de depolanan kedi balığı filetolarında hidrojen peroksit (HP), ozonlu su (kontrol, 5 ppm ve 10 ppmlik gruplar), askorbik asit ve tuz (AS) ve tuz solüsyonu uygulaması yapılmış ve depolama ömrüne etkisi karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda balıkların renk kalitesi olarak depolama boyunca 10 ppm ozon uygulanan grubundaki balıklarında daha iyi sonuç tespit edilirken, kontrol grubu örnekler depolamanın 9. günden sonra kabul edilemez kalitenin altına düşmüştür. 10 ppm ozon uygulanan kedi balığı filetolarının raf ömrünün % 25 daha uzatıldığı belirlenmiştir (Kim vd., 2000).

Carpo vd. (2004), dondurulmuş yumurta ve balık filetolarına uygulanan sanitasyon amaçlı ozonlu suyun (0.6-1.5 ppm) balık filetolarında bozulmayı hızlandırdığı ve sonuçta ta raf ömrünü kısalttığını saptamışlardır. Campos vd. (2005), parça buz, sıvı buz ve ozonlu sıvı buzun kombinasyonlarını kullanarak depoladıkları sardalye balıklarında ozon kullanımı ile balığın raf ömrünün uzadığı tespit edilmiştir. Nerantzaki vd. (2005) buzdolabı şartlarında ($4\pm 0.5^{\circ}\text{C}$) depoladıkları vakum paketli gökkuşuğu alabalıklarında uygulanan ozonun raf ömrü üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında kontrol grubu örneklerin 12 gün, ozon uygulanmış örneklerin ise 15 gün boyunca raf ömrünü koruduklarını tespit etmişlerdir. Duyusal özellikler açısından ise koku, tat ve tekstür bulgularının kendi aralarında benzer korelasyonlar gösterdiğini belirlemişlerdir. Cantalejo (2007), farklı konsantrasyonlarda (0.15, 0.2 ve 0.25 ppm) ve farklı zaman aralıklarında (1, 1.5, 2 ve 3 saatlik periyotlarda) ozon uygulanmış ve vakum paketlenmiş taze morina filetolarında mikrobiyal ve duysal kalitelerinin raf ömrüne etkileri gözlemlemişlerdir. Vakum paketlenmiş örneklerin duysal açıdan raf ömürlerinin 7 gün ile sınırlı kaldığı ve bu konsantrasyonlardaki ozonun balıkların raf ömrü üzerinde duysal olarak olumlu etki etmediği tespit edilmiştir. Dehkordi vd. (2010), su içerisinde 2 saat ozon uyguladıkları alabalık örneklerinin kimyasal analizlere göre raf ömrünün 4 günden 6 güne çıktığı, duysal olarak ta renk ve lezzet açısından ozonun balık etinde gözle görülebilir değişikliğe neden olmadığını saptamışlardır. Bu konuda yapılan diğer bir çalışmada Campos vd. (2006), ozonlu sıvı buzda depolanan kalkan balığı örneklerinin raf ömrünün 14 güne kadar uzadığı, diğer grup sıvı buzda ise sadece 7 gün bu kaliteyi koruyabildiğini tespit etmişlerdir. Soğutucu ortamında ozonlu sıvı buzda depolanan kalkan balıklarının ise 21. güne kadar iyi kalitede olduklarını bulmuşlardır. Vaz-Velho vd. (2006), soğuk dumanlanmış alabalıklarda *Listeria innocua* bakterisi üzerine ozonun etkisini araştırdıkları çalışmalarında balıkları 21 gün vakumlu paketlerde 5°C ' de depolamışlar ve duysal olarak ozonlu ve ozonsuz örnekler arasında bir farklılığın olmadığını tespit etmişlerdir. Yong-jun vd. (2009), midyelerin 4°C ' de muhafazası sırasında ozon uygulanmış örneklerde raf ömrünün 4 günden 8 güne çıktığını tespit etmişlerdir. Manousaridis vd. (2004), soğukta depolanan vakum paketli midyelerin raf ömrü üzerinde ozonun suyun (1 mg/l, 60 ve 90 dk) etkisini araştırdıkları çalışmalarında pişmiş midyelerde duysal olarak (koku, tat ve tekstür) bakteriyal

popülasyonla birlikte iyi korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir ve duyuşal olarak kontrol grubu örnekler için raf ömrü 9 gün, 90 dk ozon uygulanmış vakum paketli örneklerin için de 12 gün raf ömrüne sahip oldukları bulunmuştur. Rong vd. (2010), $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ ' de depolanan Pasifik midyelerinde (*Crassostrea gigas*) ozon ve kitosanın etkilerini araştırdıkları çalışmada kontrol grubu örneklerin raf ömrü 8-9 gün, ozonlu su ile işlem görmüş gruptaki örneklerin 10-12 gün, kitosan ile işlem görmüş grup örneklerin 14-15 gün ve ozon-kitosan kombinasyonu ile işlem görmüş örneklerin ise 20-21 gün olarak tespit edilmiştir. Losada vd. (2004), Sardalya balıklarında sıvı buz ve ozonlu sıvı buz ile geleneksel parça buz uygulaması 22 gün depolama boyunca ayrı ayrı kontrol etmiştir. Duyusal analizlere göre ozon uygulanan grup 8 günden fazla iyi kalite göstermiştir. Bu zamandan sonra duyuşal kalite düşmüş ve 19. gün kabul edilemez kaliteye ulaşmıştır.

5.2. Kimyasal Analiz Sonuçları

5.3.1. pH Analiz Sonuçları

pH değerleri türlere bağılı olarak değışmektedir. Depolama sırasında, depolama süresine bağılı olarak Enzim ve bakterilerin sebep olduğı bozulmalar sonucunda pH değerinde yükselmeler olur. Fakat balıkların tazeliğinin belirlenmesinde pH değeri kesin bir kriter olmayıp her zaman duyuşal ve kimyasal testlerle tamamlanması gerekmektedir. pH değeri taze balık eti için 6-6.5 olup, tüketilebilirlik sınır değeri 6.8-7 olarak bildirilmektedir (Şentürk vd., 2002).

Levrek balıklarının pH değeri depolama başlangıcında 6,49 olarak ölçülmüştür, tüketilebilir sınır değeri kontrol grubu örneklerde depolamanın 18. Gününde, 1. Grup örneklerde depolamanın 22. Gününde, 3. Grup örneklerde ise depolamanın 16. Gününde aşılrken, 2. Grup örneklerde bu limit depolama süresince aşılmamıştır.

Çaklı vd. (2006), sıvı buz ve yaprak buz kullanarak levrek balıklarının raf ömrünü belirledikleri çalışmalarında balıkların pH değerinin başlangıçta 6.2'den, 13 günlük depolama süresinin sonunda sıvı buz uygulanmış örneklerde 6.35, yaprak buz uygulanmış örneklerde ise 6.42' e ulaştığını tespit etmişlerdir. Taşkaya vd. (2003), yılında yapmış oldukları çalışmalarında buzdolabı şartlarında depoladıkları levrek

balıklarının başlangıç pH değerlerini 6.45 olarak tespit ederken 7. Gün sonunda 6.59'a yükseldiğini saptamışlardır. Ravesi vd. (1987), ozonlu buzlu su içerisinde depoladıkları Atlantik morina balığının raf ömrü üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmalarında kontrol ve ozon uygulanmış olan gruplarda pH değerinin kademeli olarak artış gösterdiğini gözlemlemişlerdir. Da-Silva vd. (1998) istavrit balıkları üzerinde ozon uyguladıkları çalışmalarında örneklerin pH değerleri ile kontrol grubu örnekler arasında önemli bir farkın olmadığı gözlemlenmiştir. Campos vd. (2005), parça buz, sıvı buz ve ozonlu sıvı buzun kombinasyonlarını kullanarak depoladıkları sardalye balığındaki pH içeriğinin önemli ölçüde azaldığı tespit edilmiştir.

5.3.2. TVB-N Analiz Sonuçları

Balık ve ürünlerinin tazeliğinin belirlenmesinde kullanılan kimyasal yöntemlerden en fazla tercih edilenin TVB-N yöntemi olduğu belirtilmektedir. Balık ve balık ürünlerindeki TVB-N yönünden kalite sınıflandırılması 25 mg./100 g.'a kadar "Çok İyi", 25-30 mg./100 g. arası "İyi" , 30-35 mg./100 g. arası "Pazarlanabilir", 35mg./100 g. ve üstü "Bozulmuş" olarak kabul edilmektedir (Baygar, 2002). Türk gıda mevzuatı su ürünleri yönetmeliğine göre ise balıklarda TVB-N kabul edilebilirlik değeri 20-28 mg./100 g iken, 28 mg./100 g'ı aşan değerlerde balıklar tüketilemez durumdadır (Su Ürünleri Yönetmeliği, 1995). TVB-N içeriği 16. güne kadar bir miktar azalma ve sonrasında hızlı bir artış göstermiştir. Başlangıç levrek balıklarının TVB-N analiz değerleri 18.48 mg/100g' dan, kontrol grubu örneklerde 18. gün sonunda (30.77 ± 1.54 mg/100g), 2 ve 3. grupta 20. gün sonunda sırasıyla 28.74 ± 0.71 mg/100g ve 28.14 ± 1.13 mg/100g değerine ulaşılırken, 1. grup örneklerde ise 22 günlük depolama süresi sonunda 33.59 ± 0.07 mg/100g değerine ulaşılmıştır.

Çaklı vd. (2007) tarafından, solungaçları alınmış bütün halde buzda depolanan levreklerin başlangıç TVB-N değerleri 17.11 mg/100 g iken 18 günlük depolama sonunda ise 39.89 mg/100 olarak bulunmuştur. Papadopoulos vd. (2003), buzda depolanan kültür levreğinin TVB N değerleri açısından da 16. gün sonunda bütün temizlenmemiş deniz levreğinde önemli bir artış görülmediğini, temizlenen balıklarda ise 36.9 mg gibi yüksek bir değere ulaşıldığını belirtmişlerdir. Taşkaya vd.

(2003), yılında yapmış oldukları çalışmalarında buzdolabı şartlarında depoladıkları levrek balıklarının başlangıç TVB-N değerini 17.5 mg' dan, 7. Gün sonunda 20.6 mgN/100g' a çıktığını saptamışlardır. Özoğul vd. (2005), doğal levrek (*Dicentrarchus labrax*) balıklarını alüminyum folyo ve strech film kullanarak buzdolabı şartlarında (4 °C) depoladıkları çalışma sonucunda TVB-N açısından depolama başlangıcında fazla bir değişim olmadığını, 12 günlük depolamanın sonunda ise 41.6 mg TVB-N 100g değerine ulaştığını belirtmektedirler. Erkan ve Özden (2006), buz içerisinde depolanan deniz levreğinin TVB-N değerlerinde depolama boyunca önemli bir artış göstermediğini saptamışlardır. Campos vd. (2005), parça buz, sıvı buz ve ozonlu sıvı buzun kombinasyonlarını kullanarak depoladıkları sardalye gruplarında sardalya bozulmasında TVB-N formasyonunun etkisinin çok sınırlı olduğunu belirtmektedir. Nerantzaki vd. (2005) ozon uygulandıktan sonra buzdolabı şartlarında vakum paketli olarak depoladıkları gökkuşuğu alabalıklarının TVB-N içeriği depolamanın 11. gününe kadar 20-25 mg N/100 g değerlerinde kalmakla birlikte 15. depolama gününde sırasıyla kontrol, 60dk ozonlu ve 90 dk ozon uygulanan balık etinde 61.1, 37.6 ve 39.4 mg N/100g değerlerine yükseldiğini tespit etmişlerdir. Campos vd. (2006), kültür kalkan balığının depolanması üzerine yapılan bir çalışmada, ozonlu su ve buz kullanımı sonucunda TVB N oluşumunun değerlendirilmesinde, iki depolama sistemi arasında her iki grupta da önemli bir farkın olmadığı gözlemlenmiştir. Tüm örneklerdeki TVB-N içeriği balık etinde 25 mg/100g.ın altında kaldığı belirtilmektedir. Alvarez vd. (2008), kültür çipura balıklarının (*Pagellus bogaraveo*) normal buz ve ozonlu sulu buzda depolanma çalışmasında TVB-N içeriğinde önemli değişiklikler olmadığı gözlemlenmiştir. Manousaridis vd. (2004), soğukta depolanan vakum paketli midyelerin raf ömrü üzerinde ozonun suyun (1 mg/l, 60 ve 90 dk) etkisini araştırmışlar ve TVB-N değerleri açısından 6 güne kadar benzer şekilde nispeten düşük (≤ 20 mg N/100g) ve 12 günde midye etinde kontrol ile 60 ve 90 dk ozon uygulanan örneklerde sırasıyla 31.9, 24.2 ve 26.9 mg N/100g değerine yükseldiği belirlenmiştir. Rong vd. (2010), $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ ' de depolanan Pasifik midyelerinde ozon ve kitosanın etkilerini araştırdıkları çalışmada TVB-N değerleri olarak ilk gün bir farklılık oluşmazken, depolama boyunca kontrol grubu değerleri hızla yükselmiştir. İşlem görmüş örneklerde ise ilk gün daha yavaş yükselme gösterirken, ozon ve

kitosan uygulanmış örneklerde yaklaşık 2 gün sonra, her ikisinin bir arada uygulandığı örneklerde ise 4 gün sonra en yüksek miktara ulaştığı gözlenmiştir.

Çalışma sonuçlarına göre uygulamış olduğumuz ozon konsantrasyonlarının TVB-N değeri üzerinde kontrol grubu örneklere oranla daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

5.3.3. TMA-N Analiz Sonuçları

Balık ve ürünlerinin tazeliğinin belirlenmesinde kullanılan kimyasal yöntemlerden birisi de TMA-N miktarının tayinidir. TMA-N miktarı, balığın avlanma yerine, türüne ve depolama koşullarına bağlı olarak farklılıklar gösterebilmektedir. TMA-N, TMA-O' nun enzim ve bakterilerin etkisi ile indirgenmesi sonucu oluşur ve deniz balıkları için tazelik indeksi olarak sık sık kullanılan yöntemlerden birisidir (Şentürk vd., 2002). TMA-N miktarı, deniz balıklarında mikrobiyel bozulma düzeyini göstermesi bakımından oldukça önemlidir. Deniz balıklarında ve işlenmiş ürünlerindeki TMA-N limit değerleri olarak 4 mg/100 g altı taze, 10 mg/100 g.a kadar tüketilebilir ya da pazarlanabilir, 12 mg/100 g TMA-N değeri ise bozulmuş olarak değerlendirilmektedir (Ludorf ve Meyer, 1973; Baygar, 1999). Serdaroğlu ve Deniz (2001) ise morina ve mezigit balıkları için TMA-N limit değerlerini 1. sınıf balıklar için: 0-1 mg TMA-N / 100 g, 2. sınıf balıklar için: 1-5 mg TMA-N/ 100 g satılabilir kalitede, 3. sınıf balıklar için ise: >5 mg TMA-N / 100 g taze ya da dondurulmuş olarak işlemeye uygun olmadığını belirtmektedirler.

Çaklı vd. (2007) tarafından bütün halde buzda depolanan levreklerin başlangıç TMA-N değerleri 0.273 mg/100 g iken 18 günlük depolama sonunda ise 5.08 mg/100g olarak bulunmuştur. Papadopoulos vd. (2003), buzda depolanan kültür levreğinin TMA değerini iç organları alınmamış balıklarda yavaş bir şekilde arttığını belirtmektedirler. Erkan ve Özden (2006), buz içerisinde depolanan temizlenmemiş (bütün) deniz levreğinin TMA-N değerleri açısından 13. günün sonunda 3.38 mg/100g'a yavaşça arttığı belirtmiştir. Campos vd. (2005), parça buz, sıvı buz ve ozonlu sıvı buzun kombinasyonlarını kullanarak depoladıkları sardalye balığındaki TMA-N içeriğinin önemli ölçüde düştüğü tespit edilmiştir. Ravesi vd. (1987), Atlantik morinalarını normal su içerisinde, ozonlu su içerisinde 1 dakika bekletilerek sıvı buzda depolanmış grup ve ozonlu buz içerisinde depolanmış grup olmak üzere

üç gruba ayırdıkları çalışmalarında her üç gruptaki balıkların TMA-N değerlerinin 5. günden sonra bir artış gösterdiğini, 13. günden sonra ise 1 dakika ozonda bekletilmiş balıklarda kontrol grubundan daha yüksek TMA-N değerinin oluştuğu ve 2 ile 3. grup arasında ise TMA-N açısından önemli bir farklılık bulunmadığını tespit etmişlerdir. Sonuç olarak ise ozonlu grupta TMA değerinin daha hızlı yükseliş gösterdiğini belirlemişlerdir. Kötters vd. (1997), ozon uygulanmış kaya balıklarının TMA-N içeriğinin kontrol grubuna nispeten 9. günde daha düşük değerde bulunduğunu belirtmektedirler. Alvarez vd. (2008), kültür çipuralarının (*Pagellus bogaraveo*) normal buz ve ozonlu sulu buzda depolanması sırasında balıkların TMA-N içeriğinin 16. gün sonunda ozonlu buz koşullarına göre hala kabul edilebilir değerlerde olduğu belirtilmektedir. Nerantzaki vd. (2005), ozon uygulaması sonrasında buzdolabı şartlarında depoladıkları vakum paketli gökkuşaağı alabalıklarının TMA içeriğinin tüm gruplarda 11. güne kadar düşük (<3 mg N/100g) kalmasının ardından sırasıyla kontrol, 60 dk ozonlu ve 90 dk ozonlu örneklerde 12.2, 8.9 ve 4.7 mg N/100g değerlerine artış gösterdiğini tespit etmişlerdir. Campos vd. (2006), kültür kalkan balığının depolanması sırasında ozonlu su ve buz kullanımı sonucunda TMA-N içeriğinde 21. güne kadar aralarında bir fark gözlemlenmemiştir. Bununla birlikte 21. günden sonra normal sıvı buzda depolanan kalkan balığında hızlı bir artış olmuştur. Sonuç olarak ozonlu sıvı buzda depolanan grupta böyle bir artış gözlemlenmemiştir. Buna rağmen TMA-N içeriğinin her iki grupta da dikkat çekecek kadar düşük olduğu vurgulanmaktadır. Aynı zamanda ozon varlığı TBA reaktif maddelerinin oluşumunu azaltmıştır. Bu sonucun ise depolamanın 21. gününden sonra daha dikkate değer bulunduğu belirtilmiştir. Manousaridis vd. (2004), soğukta depolanan vakum paketli midyelerin raf ömrü üzerinde ozonun suyun (1 mg/l, 60 ve 90 dk) etkisini araştırmışlar ve TMA değerleri açısından tüm midye örneklerinin depolama periyodu boyunca nispeten daha düşük TMA değeri verdiği tespit edilmiştir.

Çalışmada yüksek ozon (2 ppm) uygulanan grubun TMA-N limit değerine diğer gruplara oranla 2 gün daha geç ulaştığı saptanmıştır. Ozon uygulanmış 2. grupta 16. günde TMA-N değeri 5.19 ± 0.253 mg/100g olmuş ve 2. sınıf balık grubuna girmiştir. Kontrol ve ozon uygulanmış levrek örneklerinin TMA-N içeriği depolamanın 16. güne kadar fazla bir artış göstermezken sonrasında hızlı bir artış

göstermiştir. TMA-N analiz sonuçlarına göre örneklerin başlangıç TMA-N değeri 1.01 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Kontrol, 1 ve 2. grup örneklerde 20. gün sonunda sırasıyla 18.18 ± 1.826 , 12.1 ± 0.407 ve 14.34 ± 1.015 mg/100g, 3. Grupta ise 22. Günün sonunda 11.77 ± 0.253 mg/100g ile 10 mg/100 g olan bozulmuşluk değerine ulaşılmıştır.

5.3.4. TBA Analiz Sonuçları

Balıkların bozulmasına neden olan etkenlerden biri de yağ oksidasyonudur. Okside olmuş ürünlerde acımsı bir tat ve sarı bir renk oluşmaktadır. Yağ oksidasyonu olarak bilinen bu kriterlerden biri de tiyobarbiturik asit (TBA) sayısıdır. TBA miktarlarının değişiminde balığın türü, yağ miktarı, mevsim vs. gibi faktörler etkili olmaktadır. TBA sayısı, çok iyi bir materyalde 3'ten az, iyi bir materyalde 5'ten fazla olmamalı, tüketilebilirlik sınır değeri ise 7-8 arasında bulunmalıdır (Varlık vd., 2004; Öksüztepe ve ark, 2010).

Levrek balıklarının depolama başlangıcında TBA değeri 0.43 mg Malonaldehit/100g' dan, 22 günlük depolama süresince hiçbir grupta 8 mg malonaldehit/100 g değerine ulaşmamıştır. 22. Gün sonunda en yüksek TBA değeri 1.69 mg malonaldehit/100 g ile kontrol grubundayken en düşük TBA değeri ise 0.98 mg malonaldehit/100 g ile 3. Gruptaki örneklerde görülmüştür.

Çaklı vd. (2006), sıvı buz ve yaprak buz kullanarak levrek balıklarının raf ömrünü belirledikleri çalışmalarında balıkların TBA değerinin başlangıçta sırasıyla 0.62 ve 0.73 mg'dan, 13 günlük depolama süresinin sonunda 2.60 ve 2.66 mg malonaldehit/kg' e ulaştığını tespit etmişlerdir. Diğer bir çalışmalarında Çaklı vd. (2007), solungaçları alınmış bütün halde buzda depolanan levreklerin başlangıç TBA değerini 0.259 mg malonaldehit/kg iken 18 günlük depolama sonunda ise 1.415 mg malonaldehit/kg olarak artış gösterdiğini tespit etmişlerdir. Chytiri vd. (2004), Gökkuşluğu alabalığının buzda depolanması sırasında TBA değerleri yönünden iç organları alınmamış (bütün) alabalıkların filetolara göre daha yavaş arttığını tespit etmişlerdir (16.21 ve 19.41 mg MA/g). Da-Silva vd. (1998) istavrit balıkları üzerinde ozon uyguladıkları çalışmalarında örneklerin TBA değerleri ile kontrol grubu örnekler arasında önemli bir farkın olmadığını gözlemlemişler ve TBA

değerlerinin depolama periyodu boyunca tüm balıklar için oksidasyon sonucu oluşan az miktardaki yağ asitlerinden dolayı düşük seviyede kaldığını vurgulamışlardır. Manousaridis vd. (2004), soğukta depolanan vakum paketli midyelerin raf ömrü üzerinde ozonun suyun (1 mg/l, 60 ve 90 dk) etkisini araştırdıkları çalışmalarında TBA değerleri midye etinde sürpriz bir şekilde yüksek (30-35 mg MA/kg) çıktığı ve 12 günde kontrol ile 60 ve 90 dk ozon uygulanan örneklerde sırasıyla 23.0, 21.7 ve 13.3 mg MA/kg değerine düştüğü saptanmıştır. Nerantzaki vd. (2005), ozon uygulaması sonrasında buzdolabı şartlarında depoladıkları vakum paketli gökkuşaağı alabalıklarının TBA içeriğinin tüm gruplarda 12. güne kadar 1-3 mg MA/ kg değerleri arasında kaldığını 15. depolama gününde ise kontrol, 60 dk ozon ve 90 dk ozon uygulanmış gruplarda ise sırasıyla 8.4, 6.4 ve 3.8 mg MA/ kg değerlerine yükseldiğini belirtmektedirler. Alvarez vd. (2008), kültür çipura balıklarının normal buz ve ozonlu sulu buzda depolanması sırasında yağlardan kaynaklanabilecek oksidasyonun 16. güne kadar uzadığı gözlemlenmiştir.

Depolama süresi sonunda TBA açısından balık grupları arasında bir bozulma sözkonusu olmasa bile uygulamış olduğumuz ozon konsantrasyonlarının kontrol grubu örneklerdeki TBA değerine oranla daha düşük çıktığı tespit edilmiştir.

5.3. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

Mikroorganizmalar kendi gelişimlerini sağlayabilmek için gıdaları besin kaynağı olarak kullanmaktadırlar. Gıdalara bulaştıktan sonra hızla çoğalıp, besin öğelerini tüketerek renk, tat ve aromada birtakım bozulmalara neden olabilirler. Gıdada bulunan mikrobiyal yük, insan sağlığı açısından risk oluşturmaktadır ve her gıdadaki farklı mikroorganizmaların farklı limit değerleri bulunmaktadır. Balıklarda en önemli bozulma nedeninin başında bakteri faaliyetleri gelmektedir. Balık yüzeyinde, solungaçlarında, mide ve bağırsak sisteminde milyonlarca mikroorganizma bulunmaktadır. Avlama sonrasında bakteriler, solungaçlardan ve karın bölgesinden, kan damarları yolu ile balık etine ulaşarak balıgımsı kokunun oluşmasına neden olurlar (Serdaroğlu ve Deniz, 2001).

Koliform bakteriler temiz sularda avlanan balıkların deri ve kaslarında bulunmazlar. Çünkü işlem görmemiş balık eti steril kabul edilmektedir. Bu grup

bakterilerin varlığı, balığın ya fekal kontaminasyonlu sulardan avlandığını, ya da avlandıktan sonra uygulanan işlemlere bağlı olarak bulaştığını gösterir. Toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı, ICMSF tarafından tatlı su ve deniz balıkları için kabul edilebilirlik üst limiti olarak 7 log kob/cm² kabul edilmektedir (Nerantzaki ve ark 2005; Manousaridis vd. 2005; Öksüztepe vd., 2010). Türk Gıda Kodeksine göre taze, soğutulmuş ve dondurulmuş su ürünlerinde aerobik mezofilik bakteri sayısının 10⁶-10⁷ kob/g, Koliform bakterilerin ise 160-210 ems/100ml. olması gerektiği bildirilmektedir (Anonim, 1991).

Çalışmamızın mezofilik bakteri analiz sonuçlarına göre başlangıçta levrek balıklarının 4.65 log kob/cm² mezofilik bakteri yüküne sahip olduğu görülmüştür. Kontrol grubu örneklerde depolamanın 12. günün sonunda (7.60 log kob/cm²) 7 log kob/cm² değerini aşıırken, 1, 2 ve 3.grup örneklerde sırasıyla 6.34, 6.07 ve 5.30 log kob/cm² 22 günlük depolama boyunca bu değere ulaşamadığı tespit edilmiştir. Psikrofilik bakteri analiz sonuçlarımıza göre levrek balıklarının başlangıç yükü 4.81 log kob/cm² iken, bu değer kontrol ve 1.gruptaki örneklerde 18. gün sonunda sırasıyla 7.18 ve 7.04 log kob/cm², 2 ve 3.grup örneklerde ise 20. gün sonunda sırasıyla 7.25 ve 7.15 log kob/ cm² 7 log kob/ cm² değerini aştığı tespit edilmiştir.

Koliform bakteri analiz sonuçlarımıza göre levrek balıklarında depolama başlangıcında 2.70 log kob/cm², kontrol grubunda 12. gün sonunda (4.16 log kob/cm²), 1. Grupta 16. gün sonunda (4.09 log kob/cm²) 2 ve 3.grup örneklerde ise 20. gün sonunda (sırasıyla 4.70 ve 4.03 log kob/cm²) 4 log kob/cm² değerini aştığı tespit edilmiştir. Her üç mikrobiyolojik analiz sonucuna göre sonuçlar ele alınacak olursa kontrol grubu örneklerimizin 9. güne kadar, 1. Gruptaki örnekler 12. güne kadar, 2 ve 3. Gruptaki levrek örneklerinin ise 16. güne kadar tüketilebilir özelliklerini koruduğu tespit edilmiştir.

Papadopoulos vd. (2003), buzda depolanan kültür levreğinin (*Dicentrarchus labrax*) mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşal özellikleri temizlenmemiş bütün levrek balığı için mezofilik bakteri sayımında 15. günden sonra 7 log kob/cm² aştığını belirtmişlerdir. Çaklı vd. (2007), buzda depolanan temizlenmemiş bütün levrek balığının depolama periyodu boyunca toplam canlı mezofilik ve psikrofilik bakteri sayısı sırasıyla 2.78 log kob/cm² ve 2.47 log kob/cm² olmuştur. Mezofilik bakteri sayısı depolamanın 12. gününden sonra 7.03 log kob/cm² olarak artmıştır.

Depolamanın 15. gününden sonra psikrofilik bakteri sayısı $7.31 \log \text{ kob/cm}^2$ olarak değişim göstermiştir. Erkan ve Özden (2006), buz içerisinde depolanan temizlenmiş ve temizlenmemiş (bütün) deniz levreğinin mikrobiyal içeriğinde depolama boyunca bütün ve temizlenmiş levrek için önemli bir artış olduğu gösterilmiştir. Bütün ve temizlenmiş levrekler arasında mikrobiyal sayımlarda meydana gelen farklılıkların balık temizlenirken çevresel bulaşmadan ya da temizleme prosedürlerinde meydana gelen çapraz bulaşmadan kaynaklandığı belirtilmiştir. Alaska salmon balıkları üzerine yapılan bir çalışmada, ozondan (0.5 ppm) üretilmiş olan buzun balıkların mikroorganizma yükünü önemli ölçüde azalttığı tespit edilmiştir (Neve, 1982). Ravesi vd. (1987), ozonlu buzlu su içerisinde depoladıkları Atlantik morina balığının raf ömrü üzerindeki etkisini inceledikleri çalışma sonucunda Toplam mezofilik bakteri miktarı açısından gruplar arasında önemli bir farkın tespit edilmediği belirtilmektedir. Diğer bir çalışmada Kötters vd. (1997), kaya balıklarını taşıyan araç ve laboratuarda ozonlama yaptıkları çalışmalar sonunda balıkların başlangıç bakteri yükünün kontrol ve ozonlu örnek grupları ile benzer olduğu, işlemeye alınan balıklarda uygulanan ozonlama işleminin ise balıkların yüzeyindeki bakteri filmini azalttığı belirtilmektedir. Da-Silva vd. (1998) istavrit balıkları üzerinde ozon uyguladıkları çalışmalarında ozonun bakteriler üzerinde antimikrobiyal etkiye sahip olduğu gözlenmiştir. Yapılan diğer bir çalışmada Kim vd. (2000), 4°C de depolanan kedi balığı filetolarında hidrojen peroksit (HP), ozonlu su (OZ, kontrol, 5 ppm ve 10 ppmlik gruplar), askorbik asit ve tuz (AS) ve tuz solüsyonu (BR) ile işlem yapmışlardır. Çalışma sonucunda psikrofilik ve toplam koliform miktarı üzerinde 5 ppm OZ etki etmezken, 10 ppm ozonlu su uygulaması sırasıyla 0.77 ve 0.52 $\log \text{ kob/cm}^2$ azaltmıştır. Carpo vd. (2004), işlenmemiş deniz ürünlerine uygulanan sanitasyon amaçlı ozonlu suyun (0.6-1.5 ppm) bakteriyel ajanlara etkisini değerlendirdikleri çalışmalarında ozonun kesme tahtası ve çelik bıçak yüzeylerinde bakteri seviyesini oldukça azalttığını saptamışlardır. Gıda yüzeyine aşılana *Listeria innocua* seviyesinin klor gibi ozonun da düşürdüğü, yüksek organik koşullarda klorlu suyun ozondan biraz daha fazla etkili olduğunu saptamışlardır. Bakteriyel kontrol için ozonlu su uygulamasının balık filetoları ve yumurtalarında etkili olmadığı bunun nedeninin de özellikle filetolardaki organik materyalin varlığının ozonun etkisini düşürdüğü dile getirmektedir. Campos vd. (2005), parça buz, sıvı buz ve ozonlu sıvı

buzun kombinasyonlarını kullanarak depoladıkları sardalye (*Sardina pilchardus*) balığının duyuşal ve mikrobiyal kalitesi üzerine olan etkisini tespit ettikleri çalışmada mezofilik ve psikrofilik bakteri yükünün parça buz kullanımında 2 hafta sonra 10^6 - 10^7 kob/cm² değerine ulaştığını, koliform mikroorganizma yükü yönünden ise depolama periyodu sonunda parça buzda 10^4 kob/cm² altında iken, sıvı buzun normal ve ozonlu kombinasyonunun her ikisinde 10^2 kob/cm² altına düştüğünü tespit etmişlerdir. Ozonlu ve normal sıvı buzla kombine edilen örneklerin 12 günlük depolanmaları sonunda mikrobiyal yüklerinde bir azalma saptamışlardır. Parça buzla karşılaştırılan sıvı buzun her bir grubunda (ozonlu ve ozonsuz) sardalya kas ve derisinde tüm mikrobiyal yükte önemli düşüşler saptamışlardır. Aynı zamanda parça buzla karşılaştırılan sıvı buzun her bir grubunda (ozonlu ve ozonsuz) sardalya kas ve derisinde tüm mikrobiyal yükte önemli düşüşler saptamışlardır. Cantalejo (2007), farklı konsantrasyonlarda (0.15, 0.2 ve 0.25 ppm) ve farklı zaman aralıklarında (1, 1.5, 2 ve 3 saatlik periyotlarda) taze morina filetolarında mikrobiyal ve duyuşal kalitelerinin raf ömrüne etkileri gözlemlemişlerdir. Arkasından ozon uygulamasından sonra filetolar vakum paketlenme yapıp 2-3 °C' de depolanmış, uygulama yapılmayan morina filetoları ise kontrol amacıyla kullanılmıştır. Ozona maruz kalma süresine bağılı olarak aerob mezofilik bakteri sayılarında azalma gözlenmiştir. Depolama boyunca 1 saat 0.2 ppm ozonlanmış örneklerde en düşük sayıda mezofilik ve psikrofilik bakteri rastlanırken 2 ve 3 saat 0.2 ppm ozonlanmış örneklerde ise en yüksek sayıda rastlanmıştır. Chavla (2007), çalışmasında farklı konsantrasyonlarda ve farklı yöntemlerle karidesler üzerine ozon uygulanarak karideslerin et kalitesinde meydana gelen değışimleri araştırdığı çalışmasında karides örneklerine spreyle 20, 40 ve 60 saniye süreyle 1, 2 ve 3 ppm ozon uygulaması yapılmıştır. Ozon uygulanan örneklerde bakteri yükü 16 günde 10^7 kob/cm² değerine ulaşırken, ozon uygulanmayan örnekler 12. günde bu değere ulaştığı ayrıca 40 ve 60 saniye ozon uygulamasının 20 saniye ozon uygulamasından daha iyi sonuç verdiği belirlenmiştir. Başka bir çalışmada buzdolabı şartlarında (4±0.5°C) depoladıkları vakum paketli gökkuşuğı alabalıklarında uygulanan ozonun raf ömrü üzerine etkisinde toplam mezofilik bakteri sayımı kontrol grubunda 8, 60 dakika ozon uygulamasında 10, 90 dakika ozon uygulamasında ise 11 günde 7 log kob/cm² değerini aştığını belirtmektedirler (Nerantzaki vd. 2005). Kültür kalkan balığının depolanması üzerine

yapılan bir çalışmada, ozonlu su ve buz kullanımı sonucunda balığın kas ve derisindeki toplam aerobik ve psikrofilik bakterilerin önemli ölçüde azaldığı tespit edilmiştir. 14, 21 ve 28. günlerde kalkan balığının derisindeki sırasıyla aerobik bakteri sayısı 1.23, 1.63 ve 1.79 log kob/cm², psikrofilik bakteri için ise 0.21, 1.79 ve 1.79 log kob/cm² olarak bulunmuştur. Balık kasında 28 gün sonra aerobik bakteri sayısı normal gruplarda 10⁶ kob/cm² üzerinde iken ozonlu gruplarda 10⁵ kob/cm² altında kalmıştır. Aynı şekilde balık kasındaki psikrofilik bakteri sayısının 28 gün depolama boyunca ozonlu sıvı buzda depolanan gruplarda daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Campos vd. 2006). Normal buz ve ozonlu sudan üretilen buzda, kültür çipuraların (*Pagellus bogaraveo*) depolanmasına yönelik çalışma sonucunda ozon varlığının balıklardaki toplam bakteri ve psikrofil bakteri sayısı üzerinde mikrobiyal gelişimi azaltmada etkili olduğu saptanmıştır. Mezofilik sayımlar 16 gün sonra ozonlu buz ve normal buzda sırasıyla 1.00-3.53 ve 1.60-4.04 log kob/cm² iken psikrofilik sayımlar sırasıyla 1.00-3.10 ve 1.10-3.29 log kob/cm² olarak bulunmuştur (Alvarez vd. 2008). Alabalık örneklerinin sulu ortamda 2 saat ozona maruz bırakıldığı çalışma sonucunda mikrobiyel yükün kontrol grubunda hızla yükselmesine karşılık, ozonlu grupta ise tam tersi olarak yavaş bir gelişme gösterdiği belirtilmektedir (Dehkordi vd. 2010). Manousaridis vd. (2004), soğukta depolanan vakum paketli midyelerin raf ömrü üzerinde ozonun suyun (1 mg/l, 60 ve 90 dk) etkisini araştırdıkları çalışmalarında uygulanan ozon konsantrasyonlarının aerobik bakteri (0.7-2.1 log) ve enterobakter (0.5-1.5 log) sayısının azalmasında olumlu yönde etkilediğini bulmuşlardır. Yong-jun vd. (2009), farklı konsantrasyonlarda uygulanan ozonun midyelerin 4 °C' de muhafazası boyunca kalitesinde meydana getirdiği değişimlerin incelendiği çalışmada daha uzun uygulama zamanı ve yüksek içerikli ozon uygulamasının daha iyi sonuç verdiğini belirtmektedirler. Aynı zamanda ozonun midyelerde bakteriyel yönden güvenilir sanitasyon sağladığı, 15 dk 3.36 mg/l ozonlu suya daldırma uygulamasında ise %93.2 başarı sağlandığı tespit edilmiştir. Vaz-Velho vd. (2006), soğuk dumanlanmış alabalıklarda *Listeria innocua* bakterisi üzerine ozonun etkisini araştırdıkları çalışmalarında ozonun *Listeria innocua* üzerinde de fazla bir etkisinin bulunmadığını saptamışlardır. Yine gruplar arasındaki mezofilik bakteri sayısında da bir farklılık olmadığı belirtilmektedir. Rong vd. (2010), 5±1°C' de depolanan Pasifik midyelerinde (*Crassostrea gigas*) ozon ve

kitosanın etkilerini araştırdıkları çalışmada Toplam mezofilik bakteri limit değerine kontrol grubu örneklerde 8 gün, ozonlu su ile işlem görmüş örneklerde ise 10 gün olarak belirlenmiştir.

Sonuç olarak; çalışmamızda levrek balıklarına uygulanan ozonun balıkların muhafazası üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Özellikle uygulanan ozon konsantrasyonunun artması ile balıkların muhafaza sürelerinde de paralel olarak bir artış meydana gelmiştir. Ozon uygulanmış gruplardaki balıkların duyuasal açıdan raf ömrü, ozon uygulanmamış kontrol grubuna göre daha uzun süre olduğu panelistler tarafından yapılan değerlendirmelerde belirlenmiştir. Ozonun başlıca balıklarda gösterdiği duyuasal açıdan olumsuzlukların başında balıkların solungaçlarında ve gözlerinde meydana gelen panelistler tarafından hoş karşılanmayan renk değişiklikleri olmuştur. Kimyasal analiz sonuçlarına göre ise TVB-N ve TMA-N değerleri başta olmak üzere ozon uygulanmış örnekler, ozon uygulanmamış kontrol grubu örneklerine oranla daha uzun süre muhafaza edildikleri tespit edilmiştir. Mikrobiyolojik analiz sonuçları ele alınacak olduğunda kontrol grubu örneklerimizin 9. güne kadar, 1. gruptaki örnekler 12. güne kadar, 2 ve 3. gruptaki levrek örneklerinin ise 16. güne kadar tketelebilir özelliklerini koruduğu saptanmıştır.

Çalışma sonucunda ozon uygulama işleminin balıkların raf ömrü üzerinde olumlu etki sağladığı fakat taze bütün olarak işlem yapılmamış balıkların solungaç ve gözleri gibi duyuasal özelliklerinde bulanıklık ve renk değişimleri gibi istenmeyen birtakım olumsuzluklara sebep olduğu için kafa ve solungaçları alınmış fileto haldeki su ürünlerine ozon uygulamanın daha doğru olacağı düşünülmektedir. Aynı zamanda yüksek ozon konsantrasyonunda yapılacak uygulamaların balıkların raf ömrü üzerinde olumlu etkisi göstermesine rağmen ozon üretimi, sağlık açısından sakıncalar bulunacağından bu odalarda ortamın devamlı havalandırılması ya da bu işi yapacak olan kişilerin sık sık temiz havaya çıkmaları gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Aberoumand, A., 2010. Use of Modified Atmosphere and Ozone Treatment in Fish Preservation. *World J. Fish Marine Sci.* 2 (3): 254-257.
- Alasalvar C., Taylor K.D.A., Öksüz A., Shahidi F., and Alexis M., 2002. Comparison of Freshness Quality of Cultured and Wild Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*), *J. Food Sci.*, Vol. 67, Nr. 9.
- Alpbaz, A.G., 1990. Deniz Balıkları Yetiştiriciliği. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Yüksekokulu Yayınları, No:20, 355s. İzmir.
- Álvarez, V., Feás, X., Barros-Velázquez, J., Aubourg, S. P., 2009. Quality Changes of Farmed Blackspot Seabream (*Pagellus bogaraveo*) Subjected to Slaughtering and Storage Under Flow Ice and Ozonised Flow Ice. *Int. J. Food Sci. Tech.* 1561-1571 (11).
- Anonim, 2007a. www.taxonomy.nl/taxonomicon/TaxonTree.aspx?id=190538.
- Anonim, 2007b. Marketing Of Aquacultured Seabass and Seabream From The Mediterranean Basin, Studies and Reviews. General Fisheries Commission for the Mediterranean. No. 82. Rome, FAO. 50p. ISBN 978-92-5-105668-4.
- Anonim, 2008. http://www.aflon.net/ozon_olusum.html
- Anonim, 2009a. <http://www.alarko-leroy.com.tr/ichaber.asp?no=1028>
- Anonim, 2009b. <http://www.fulyaturantas.com/Bilimsel/ozonbeyazet.doc>
- Anonim, 2009c. <http://www.ozonuygulamalari.com/nedenozone.htm>
- Anonim, 2009d. <http://www.ozonoks.com.tr/uygulamalarimiz>
- Anonim, 2009e. <http://www.hayatadestekozon.com/bilimsel.html>
- Anonim, 2010a. http://www.mikronozon.com/ozon_uygulama_alanlari.html
- Anonim, 2010b. <http://www.tuik.gov.tr/balickilikdagitimapp/balickilik.zul>
- Antonocopoulos, N., 1973. Bestimmung des flüchtigen Basenstickstoffs. In: LudorfW, Meyer V, Fische und Fischerzeugnisse. Aulage Verlag Paul Parey, Berlin, 224–225.
- AOAC, 2002. Protein content in meat. 928.08. Official Method of Analysis (17th ed.). Gaithersburg, Maryland: Assoc. Of. Anal. Chem.
- Aubourg, S.P., 2001. Chilled Storage of Horse Mackerel. *JAACS*, 78(8), 857-862.

- Baygar, T., 1999. Ton Balıklarının (*Katsuwonus pelamis*, L. 1758) Konserveye İşlenmesi Sırasında Besin içeriği ve Kalitesinde Meydana Gelen Değişimlerin Belirlenmesi. İ.Ü. Fen Bil. Enst. Dokt. Tezi. İstanbul.
- Bilgin, Ş., 2003. Farklı İşleme Yöntemlerine Göre Dağ Alabalığı (*Salmo trutta magrostigma*, DUMERİL 1858)'nın Kimyasal Yapısındaki Değişimler. S.D.Ü. Fen Bilim. Enst., Doktora Tezi, Isparta, 130s, Isparta.
- Bligh, E.G., Dyer, W.J., (1959). A rapid Method of Total Lipit Extraction and Proficiation. *Can. J. Biochem. Physiol.* 37 : 911-917.
- Brooks, G.M., Pierce, S.W., 1990. Ozone Applications for Commerical Catfish Processing. Mississippi State University.
- Cantalejo, M.J., 2007. Effects of Gaseous Ozone on Quality and Shelf-life of Fresh Cod (*Gadus morhua*). IOA Conference and Exhibition Valencia Spain.
- Chawla, A., Bell, J. W. and Marlene, E. J., 2007. Optimization of Ozonated Water Treatment of Wild-Caught and Mechanically Peeled Shrimp Meat, *J. Aquat. Food Prod. Technol.*, 16(2): 41-56.
- Chytiri, I., Clhouliara, I., Savvaidis, N., Kontominas, M.G., 2004. Microbiological, Chemical and Sensory Assessment of Iced Whole and Filleted Aquacultured Rainbow Trout. *Food Microbiol.*, 21, 157–165.
- Compos C.A., Rodriguez O., Losada V., Aubourg S.P., Barros-Velazquez J., 2005. Effects of storage in ozonised slurry ice on the sensory and microbial quality of sardine (*Sardina pilchardus*). *Int. J. Food Microbiol.* 103, 121– 130.
- Compos, C.A., Losada, V., Rodríguez, O., Aubourg, S.P., Barros-Velázquez, J., 2006. Evaluation of an Ozone–Slurry Ice Combined Refrigeration System for the Storage of Farmed Turbot (*Psetta maxima*). *Food Chem.* 97 223–230.
- Connell, J.J., 1995. Control of Fish Quality, Fishing News Books, A Division of Blackwell Science Ltd., 256.
- Crapo, C., Himelbloom, B., Vitt, S., Pedersen, L., 2004. Ozone Efficacy as a Bactericide in Seafood Processing. *J. Aquat. Food Prod. Technol.* 111-123.
- Çadircı, Ö., Göncüoğlu, M., 2008. Balıkların Raf Ömürlerinin Uzatılmasında Uygulanan Teknikler. *Vet. Hekim Der. Derg*, 79(4): 23-28.
- Çaklı, S., Kılnc, B., Cadun, A., Tolasa, S., 2006. Effect of Ungutting on Microbiological, Chemical and Sensory Properties of Aquacultured Sea Bream

- (*Sparus aurata*) and Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) Stored in Ice. *Eur. Food Res. Technol.* 222: 719–726.
- Çaklı, S., Kılınç, B., Cadun, A., Tolasa, Ş., 2007. Quality Differences of Whole Ungutted Sea Bream (*Sparus aurata*) and Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) While Stored in Ice. *Food Control.* 18, 391–397.
- Çaklı, S., Kılınç, B., Dinçer, T., Tolasa, S., 2006. Effects of Using Slurry Ice During Transportation on the Microbiological, Chemical, and Sensory Assessments of Aquacultured Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) Stored at 4°C, *Critical Reviews in Food Sci. Nutrition*, 46:6, 453 — 458.
- Çatal, H., İbanoglu, E., İbanoglu, S., 2008. Gıdaların Ozonlanması. Türkiye 10. Gıda Kongresi, Erzurum.
- Çolakoğlu, F., Ova, G., Köseoğlu, B., 2006. Taze ve İşlenmiş Gümüş Balığının (*Atherina boyeri* Risso, 1810) Mikrobiyolojik Kalitesi, *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi* 2006 Cilt 23, Ek (1/3): 393-395.
- Dehkordi, M.B., Zokaie, N., 2010. Extension of Fish Shelf Life by Ozone Treatment. *Int. J. Chem. Biol. Eng.* 3:2.
- DeWitt, B.J., McCoid, V., Holt, B.L., Ellis, D. K., Finne, G. ve Nickelson, R., 1984. The Potential Use Of Ozone Ice For On Board Storage Of Gulf Of Mexico Shrimp, *Seafood Technol. Section An. Sci. Dep.*, Texas.
- Doğan, K., 1993. Türkiye’de Su Ürünleri Politikası ve Su Ürünleri Sektöründe Yatırım Uygulamalarına İlişkin Bir Örnek, Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. İşletme İktisadi Enstitüsü.
- Erkan, N., Özden, Ö., 2006. Guttred and Un-Guttred Sea bass (*Dicentrarchus labrax*) Stored in Ice: Influence on Fish Quality and Shelf-Life, *Int. J. Food Prop.*, 9:2, 331-345.
- FAO, 1992. Manual of Food Quality Control. 4. Rev. 1. “Microbiological Analysis”. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome, pp 43-56.
- Fernández, J., Pérez-Alvarez, J.A., Fernández-López, J.A., 1997. Thiobarbituric Acid Test for Monitoring Lipid Oxidation in Meat. *Food Chem.*, 59(3), 345-353
- Gagné, F., André, C., Cejka, P., Gagnon, C., Blaise, C., 2007. Toxicological Effects of Primary-treated Urban Wastewaters, Before and After Ozone Treatment, on

Freshwater Mussels (*Elliptio complanata*), *Comp. Biochem. Physiol.*, Part C 145 542–552.

Glatman, L., Sachs, O., Khanin, Y., Drabkin, V., Gelman, A., 2006. Ozone Action on Survival and Storage Life of Live and Chilled Tilapia. *The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh* 58(3), 147-156.

Gonçalves, A.A., 2009. Ozone – an Emerging Technology for the Seafood Industry. *Braz. Arch. Biol. Technol.* v.52 n.6: 1527-1539,

Goulas, A.E., Kontominas, M.G., 2005. Effect of Salting and Smoking-Method on The Keeping Quality of Chub Mackerel (*Scomber japonicus*): Biochemical and Sensory Attributes. *Food Chem.*, 93(3), 511-520.

Gökoğlu N., Varlık, C., 1992. Dumanlanmış Gökkuşığı Alabalığının (*Salmo gairdneri* R. 1836) Raf Ömrü Üzerine Araştırma. *Gıda Derg.*, 17(1), 61-65.

Hampson, B.C., Fiori, S., 1997. Application of Ozone in Food Processing Operations. Proc. of 1997 IOAPAG Conf. (Int Ozone Assoc., Pan American Group), Lake Tahoe, Nev., pp. 261-267.

Huss, H.H., 1995. Quality and Quality Changes in Fresh Fish. *FAO Fisheries Technical*, 348, Rome.

Khadre, M.A., Yousef, A.E., Kim, J.-G., 2001. Microbiological aspects of ozone applications in food: A review. *J. Food Sci.* 66:1242-1252.

Kietzmann, U., Priebe, K., Rakou, D., Reichstein, K. 1969. Seefisch als Lebensmittel. Paul Parey Verlag Hamburg- Berlin. s. 63-79, 99-100

Kim, J.G., Yousef, A., Dave, S., 1999. Application of ozone for enhancing the microbiological safety and quality of foods : A Review. *Department Food Sci. Technol.*

Kim, M.Y., Joeng, W.S., Chung, S.K., 2002. The Physicochemical Quality Characteristics of Charcoal Grilled Mackerels, *J. Food Sci.*, 67(3), 1255-1259.

Kim, T.J., Silva, L., Chamul, R.S., Chen, T.C., 2000. Influence of Ozone, Hydrogen Peroxide or Salt on Microbial Profile, TBARS and Color of Channel Catfish Fillets. *J. Food Sci.* Vol.65, No.7.

Köse, S., Erdem, M.E., 2001. Quality Changes of Whiting (*Merlangius merlangus euxinus*, N. 1840) Stored at Ambient and Refrigerated Temperatures. *Turkish J. Aquatic Sci.*, 1, 59-65.

- Kötters, J., Prahast, A., Skura, B., Rosenthal, H., Black, E.A. and Rodrigues-Lopez, J., 1997. Observations and Experiments on Extending Shelf-Life of 'Rockfish' (*Sebastes spp.*) Products With Ozone. *J. Appl. Ichthyol.* 13, 1-8.
- Kuşçu, A., Pazır, F., 2004. Gıda Endüstrisinde Ozon Uygulamaları. *Gıda* 29(2):123-129.
- Kyranas, V.R., Lougovois, V.P., 2002. Sensory, chemical and microbiological assessment of farm-raised European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) stored in melting ice. *Int. J. Food Sci. Technol.* 37:319_328.
- Lopez-Caballero, M.E., Perez-Mateos, M., Montero, P., Borderias, A.J., 2000. Oyster Preservation by High-Pressure Treatment. *J. Food Pro.*, 63(2), 196-201.
- Losada, V., Barros-Velazquez, J., Gallardo, M.J., Aubourg, S.P., 2004. Effect of Advanced Chilling Methods on Lipid Damage During Sardine (*Sardina pilchardus*) Storage. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 106, 844-850.
- Ludorff, W., Meyer, V., 1973. Fische und Fischerzeugnisse. Paul Parey Verlag. Hamburg. Berlin. 95-111, 176-269.
- Majchrowicz, Alex., 1998. Food Safety Technology: A Potential for Ozone?, *Agricultural Outlook*, U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service, 13-15.
- Manousaridis, G., Nerantzaki, A., Paleologos, E.K., Tsiotsias, A., Savvaidas, I.N., Kontominas, M.G., 2004. Effect of Ozone on Microbial, Chemical and Sensory Attributes of Shucked Mussels. *Food Microbiol.* 22, 1-9.
- Manthey, M., Karnop, G., Rehbein, H., 1988. Quality Changes of European Catfish (*Silurus glanis*) from Worm-Water Aquaculture During Storage Ice. *Int. J. Food Sci. Tech.*, 23: 1-9.
- Metin, S., Varlık, C., 1997. Taze ve Soğukta Depolanan Gökkuşluğu Alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*, WALBAUM, 1792) Fiziksel ve Kimyasal Parametrelerinin İncelenmesi, II. Soğukta Depolanan Gökkuşluğu Alabalığının Fiziksel ve Kimyasal Parametrelerinin Belirlenmesi, *Gıda ve Tekn.*, 2 (1), 5-10.
- Nerantzaki, A., Tsiotsias, A., Paleologos, E.K., Savvaidis, I.N., Bezirtzoglou, E., Kontominas, M.G., 2005. Effects of Ozonation on Microbiological, Chemical and Sensory Attributes of Vacuum-packaged Rainbow Trout Stored at 4±0.5°C. *Eur. Food Res. Technol.* 221: 675–683.

- Neve, R. A. 1982. Final Report of Study Using Ozonated Ice to Extend Shelf Life of Fresh Alaska Salmon. Office of Comm. Fish. Dev. Bull. Anchorage, AK: Dept. of Commerce and Economic Development.
- Orban, E., Nevigato, T., Di Lena, G., Casini, I., and Marzetti, A., (2003). Differentiation in the Lipid Quality of Wild and Farmed Seabass (*Dicentrarchus labrax*) and Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*), *J. Food Sci.*, Vol. 68, Nr. 1.
- Öksüztepe, G., Çoban, Ö.E., Güran, H.Ş., 2010. Sodyum Laktat İlavesinin Taze Gökkuşluğu Alabalığından (*Oncorhynchus mykiss* W.) Yapılan Köftelere Etkisi. *Kağkas Univ. Vet. Fak. Derg.*, 16: S65-S72.
- Özden, Ö., Erkan, N., 2007. Comparison of biochemical composition of three aqua cultured fishes (*Dicentrarchus labrax*, *Sparus aurata*, *Dentex dentex*). *International J. Food Sci. Nut.*, 1 – 13.
- Özogul, Y., Özogul, F., Gökbulut, C., 2005. Quality Assessment of Guttled Wild Sea Bass (*Dicentrarchus Labrax*) Stored in Ice, Cling Film and Aluminum Foil. *Eur. Food Res. Technol.*, 220:292–298.
- Pala, M., Karakuş, M., 1991. Gıda Sanayinin Gelişme Perspektifinde Yeni Yönetimler. Bursa II. Ulusal Gıda Sempozyumu. Tarım ve Köy işleri Bakanlığı. Gıda Teknolojisi Araştırma Enstitüsü. 1–3 Ekim, Bursa, 1-14.
- Papadopoulos, V., Chouliara, I., Badeka, A., Savvaidis, I.N., Kontominas, M.G., 2003. Effect of Gutting on Microbiological, Chemical, and Sensory Properties of Aquacultured Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) Stored in Ice. *Food Microbiol.*, 20(4), 411–420.
- Pasinler, A., 1999. Balık ve Olta. Remzi Kitapevi Yayınları, 372s, İstanbul.
- Pastoriza, L., Bernárdez, M., Sampedro, G., Cabo, M. L. and Herrera, J. J. R., 2008. Use of Sterile and Ozonized Water as a Strategy to Stabilize the Quality of Stored Refrigerated Fresh Fish. *Food Control*, 19: 772–780.
- Polat, H., 2009. Dezenfeksiyon amaçlı ozon kullanımı. SÜMAE Yunus Araştırma Bülteni, 9:2.
- Ravesi, E.M., Licciardello, J.J., Racicot L.D., 1987. Ozone Treatments of Fresh Atlantic Cod, *Gadus moruha*. *Mar. Fish. Rev.* 49(4).

- Rong, C., Qi, L., Bang-zhong, Y., Lan-lan, Z., 2010. Combined Effect of Ozonated Water and Chitosan on the Shelf-life of Pasific Oyster (*Crassostrea gigas*). *Innov. Food Sci. Emerging Technol.* 11, 108-112.
- Schormüller, J., 1968. Handbuch der Lebensmittel Chemie. Band III/2 Teil. Tierische Lebensmittel Eier, Fleisch, Fisch, Buttermilch. Springer-Verlag.: 1341-1392.
- Serdaroğlu, M., Deniz, E.E., 2001. Balıklarda ve Bazı Su Ürünlerinde Trimetilamin (TMA) ve Dimetilamin (DMA) Oluşumunu Etkileyen Koşullar. *E.Ü. Su Ür. Der.* 18 (3-4), 575-581.
- Shahidi, F., Durnford E., 1998. Flavor of fish meat. In: Flavor of meat, meat products and seafoods. (Shahidi, F., -ed.) *Blackie Academic Professional*, 131-152, London.
- Silva, M.V. da, Gibbs, P.A., Kirby, R.M., 1998. Sensorial and Microbial Effects of Gaseous Ozone on Fresh Scad (*Trachurus trachurus*). *J. Appl. Microbiol.* 84, 802–810.
- Smilanick, J.L., 2003. Use of Ozone in Storage and Packing Facilities. Washington Tree Fruit Postharvest Conferance. Dec 2-3, 2004, Wenatchee, WA, 1-10.
- Şentürk, A., Baygar, T., Gökoğlu, N., Kaplan, M., Şentürk, İ., 2002. Konserveye İşlenen Sarı Kanat Orkinos Balığı (*Thunnus albacares*, L.1758)' nın Besin Bileşimindeki Değişimlerinin Tespiti. *İst. Üni. Su Ür. Der.* 14:49-58.
- Tarladgis, B.G., Watts, B.M., and Yonathan M., 1960. Distillation Method for the Determination of Malonaldehyde in Rancid Foods. *J. American Oil Chem. Soci.*, 37(1): 44–48.
- Taşkaya, L., Çalkı, Ş., Çelik, U., 2003. A Study on the Quality Changes of Cultured Gilthead Seabream (*Sparus aurata* L., 1758) and Seabass (*Dicentrarchus labrax* L., 1758) under the Market Conditions. *E.Ü. Su Ür. Der.* Cilt/Volume 20, Sayı/Issue (1-2): 313 – 320.
- Türk Gıda Mevzuatı Su Ürünleri Yönetmeliği 1995. Yayımlandığı R. Gazete: 22223.
- Varlık, C., Baygar, T., Özden, Ö., Erkan, N., Metin, S., 2000. Soğukta Depolanan Karideslerin (*P.longirostris*, LUCAS 1846) Bazı Duyusal, Fiziksel ve Kimyasal Parametrelerinin Belirlenmesi. *Turk J. Vet. Anim. Sci.*, 24, 181-185.

- Varlık, C., Erkan, N., Özden, Ö., Mol, S., Baygar, T., 2004. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri İşleme Teknolojisi Ana Bilim Dalı, 7. Baskı, İstanbul Üniversitesi Basımevi, İstanbul
- Varlık, C., Özden, Ö., Erkan, N., Uçok, D., 2007. Su Ürünlerinde Temel Kalite Kontrol . İstanbul, S: 202.
- Varlık, C., Uğur, M., Gökoğlu, N., Gün, H., 1993. Su Ürünlerinde Kalite Kontrol İlke ve Yöntemleri. *Gıda Teknol. Dern.* Yayın No, 17. İstanbul.
- Vaz-Velho, M., Silva, M., Peso, J., Gibbs, P., 2006. Inactivation by Ozone of *Listeria innouca* on Salmon-trout During Cold-Smoke Processing. *Food Control.* 17, 609-616.
- Yavuzcan, H., Pulatsü, S., Demir, N., Kırkağaç, M., Bekcan, S., Topçu, A., Doğankaya, L., Başçınar, N. 2010. Türkiye’de Sürdürülebilir Su Ürünleri Yetiştiriciliği. TMMOB Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, Bildiriler Kitabı-2, 767-789.
- Yong-jun, Y., Yu-bo, L., Wei, C., Xiang-yang, Q., Chao-jun, Y., Li-jin H., 2009. Study on Preservation of Oyster by Ozone and Low Temperature Treatment. *CNKI:SUN: SSPJ.0.10-048*

ÖZGEÇMİŞ

1985'te Aydın'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Muğla'da tamamladı. 2004 yılında Muğla Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesini kazanıp, 2008 yılında mezun oldu ve aynı yıl Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Fakültesinde Yüksek Lisans eğitimine başladı.