

CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İZMİR BALIK HALI'NDE SATILAN KİMİ BALIK ÇEŞİTLERİNİN GIDA
GÜVENLİĞİ AÇISINDAN İRDELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gıda Mühendisi Asuman BAYTAR AKTAŞ

Danışman: Prof. Dr. Akif KUNDAKÇI

Anabilim Dalı: Gıda Mühendisliği

Programı: Gıda Teknolojisi

Manisa 2012

CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İZMİR BALIK HALI'NDE SATILAN KİMİ BALIK ÇEŞİTLERİNİN GIDA
GÜVENLİĞİ AÇISINDAN İRDELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gıda Mühendisi Asuman BAYTAR AKTAŞ

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 21.09.2012

Tezin Savunulduğu Tarih : 19.10.2012

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Akif KUNDAKÇI

Diğer Jüri Üyeleri : Yrd. Doç. Dr. Halil TOSUN

Yrd. Doç Dr. Abdullah KIRAN



Manisa 2012

İÇİNDEKİLER	SAYFA
Şekil Listesi	III
Çizelge Listesi	IV
Ekler Listesi	V
Teşekkür.....	VI
Özet.....	VII
Abstract	VIII
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. Balık Hali Temizliği	2
2.1.1. Balık Hallerinde Kayıtların Tutulması.....	3
2.1.2. İzmir Balık Hali ve Genel Özellikleri	3
2.2. Balık ve Deniz Ürünlerinde Mikrobiyolojik Kalite	8
2.2.1. Balıklarda Mikroflora ve Bozulma.....	9
2.2.1.1. Balık ve Diğer Deniz Ürünlerine Mikroorganizmaların Bulaşma Yolları.....	9
2.2.1.2. Balık ve Diğer Deniz Ürünlerinin Mikrobiyal Bozulmasındaki Değişimler	9
2.2.2. Balık ve Diğer Deniz Ürünlerinde Soğuk Muhafazanın Önemi	10
2.3. Canlılarda Ağır Metal Bulaşması.....	11
2.3.1. Ağır Metallerin Canlı Vücuduna Alımı	12
2.3.2. Canlı Vücudunda Ağır Metallerin Bağlandığı Biyomoleküller	14
2.3.3. Ağır Metallerin Organizmadan Atılması	15
2.3.4. Ağır Metallerin Zararlı Etkileri.....	15
3. MATERYAL VE YÖNTEMLER.....	17
3.1. Materyal.....	17
3.2. Yöntemler	17
3.2.1. Mikrobiyolojik Analizler	17
3.2.1.1. Toplam Aerobik Mezofil ve Psikrofil Mikroorganizmaların Sayımı	17
3.2.1.2. Koliform Mikroorganizmaların Sayımı	18
3.2.1.3. <i>Staphylococcus aureus</i> Tayini	18
3.2.1.4. <i>Salmonella spp</i> Tayini	18
3.2.2. Ağır Metal Analizleri	19
3.2.2.1. Balık Örneklerinin Yakılması	19
3.2.2.2. Mikrodalga Yakma Sistemi.....	19
3.2.2.3. Kalibrasyon Eğrisinin Hazırlanması	19

3.2.2.4. Analiz.....	20
3.2.2.5. Hesaplama	21
3.2.2.6. Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi	21
3.2.3. Genel Bileşim Analizleri	22
3.2.3.1. Nem Tayini	22
3.2.3.2. Kül Tayini.....	22
3.2.3.3. Yağ Tayini	22
3.2.3.4. Protein Tayini	23
3.2.3.5. pH Tayini	23
3.3. Değerlendirme Yöntemleri.....	23
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	24
4.1. Örneklerde Mikrobiyoloji Analizi Sonuçları.....	24
4.1.1. Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri.....	25
4.1.2. Psikrofil Bakteri	27
4.1.3. Koliform Bakteri.....	28
4.1.4. <i>Salmonella spp</i> Varlığı	29
4.1.5. <i>Staphylococcus aureus</i> Varlığı.....	30
4.2. Balıklarda Ağır Metal Düzeyleri.....	31
4.2.1. Kurşun (Pb) Düzeyleri	31
4.2.2. Kadmiyum (Cd) Düzeyleri	34
4.2.3. Civa (Hg) Düzeyleri	37
4.2.4. Arsenik (As) Düzeyleri.....	39
4.3. Balıkların Genel Bileşimleri	41
4.3.1. % Nem İçeriği	41
4.3.2. % Kül İçeriği	44
4.3.3. % Yağ İçeriği	45
4.3.4. % Protein İçeriği	47
4.3.5. pH.....	49
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	51
6. KAYNAKLAR.....	54
Ekler	61
Özgeçmiş.....	68

ŞEKİL LİSTESİ

ŞEKİL	SAYFA
Şekil 2.1.2.1. İzmir Balık Halinde En Çok Satışı Gerçekleştirilen Balık Türleri	5
Şekil 2.1.2.2. İzmir Balık Halinde Satışa Sunulan Balıkların Avlanma Alanları	5
Şekil 2.1.2.3. İzmir Balık Halinde Hijyen Koşullarından Memnuniyet Düzeyi	7
Şekil 2.1.2.4. İzmir Balık Halinde Yapılan Denetimlerde Memnuniyet Oranı	7
Şekil 2.3.1.1. Ağır Metallerin Vücuda Alınımı ve Dağılımı	13
Şekil 4.1.1.1. Balık Türlerinin Avlanma Yerlerine Göre Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Yüğü.....	25
Şekil 4.2.1.1. Balık Türlerinin Avlanma Yerlerine Göre Pb Konsantrasyonu	32
Şekil 4.2.2.1. Balık Türlerinin Avlanma Yerlerine Göre Cd Konsantrasyonu	35
Şekil 4.2.3.1. Balık Türlerinin Avlanma Yerlerine Göre Hg Konsantrasyonu	38
Şekil 4.3.1.1. Balık Türlerinin Avlanma Yerlerine Göre % Nem Kompozisyonları	42
Şekil 4.3.2.1. Balık Türlerinin Avlanma Yerlerine Göre % Kül Kompozisyonları.....	44
Şekil 4.3.3.1. Balık Türlerinin Avlanma Yerlerine Göre % Yağ Kompozisyonları	46
Şekil 4.3.4.1. Balık Türlerinin Avlanma Yerlerine Göre % Protein Kompozisyonları	48
Şekil 4.3.5.1. Balık Türlerinin Avlanma Yerlerine Göre pH Değerleri	49

ÇİZELGE LİSTESİ

ÇİZELGE

SAYFA

Çizelge 4.1.1. İzmir Balık Hali'nde Satılan Bazı Balık Türlerinin Mikrobiyolojik Analizleri Sonucu Elde Edilen Bulgular	24
Çizelge 4.2.1. İzmir Balık Hali'nde Satılan Bazı Balık Türlerinin Ağır Metallere İlişkin Analiz Bulguları	31
Çizelge 4.3.1. İzmir Balık Hali'nde Satılan Bazı Balık Türlerinin Kimyasal Analizlerinin Sonucunda Elde Edilen Bulgular	41

EKLER LİSTESİ

ÇİZELGE	SAYFA
Çizelge Ek 1. İstatistiksel Analiz Sonuçlarına İlişkin ANOVA Verileri	61
Çizelge Ek 1.1. Farklı Yerlerden Avlanan Balık Türlerinin Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri (TMAB) Yüklerine İlişkin ANOVA Verileri	61
Çizelge Ek 1.2. Farklı Yerlerden Avlanan Balık Türlerinin Pb Düzeyine İlişkin ANOVA Verileri.....	61
Çizelge Ek 1.3. Farklı Yerlerden Avlanan Balık Türlerinin Cd Düzeyine İlişkin ANOVA Verileri	62
Çizelge Ek 1.4. Farklı Yerlerden Avlanan Balık Türlerinin Hg Düzeyine İlişkin ANOVA Verileri	62
Çizelge Ek 1.5. Farklı Yerlerden Avlanan Balık Türlerinin Nem İçeriğine İlişkin ANOVA Verileri....	63
Çizelge Ek 1.6. Farklı Yerlerden Avlanan Balık Türlerinin Kül İçeriğine İlişkin ANOVA Verileri	63
Çizelge Ek 1.7. Farklı Yerlerden Avlanan Balık Türlerinin Yağ İçeriğine İlişkin ANOVA Verileri.....	64
Çizelge Ek 1.8. Farklı Yerlerden Avlanan Balık Türlerinin Protein İçeriğine İlişkin ANOVA Verileri	64
Çizelge Ek 1.9. Farklı Yerlerden Avlanan Balık Türlerinin pH'sına İlişkin ANOVA Verileri.....	65
Çizelge Ek 1.10. Farklı Yerlerden Avlanan Balık Türlerinin Farklı Analiz Değerleri İçin Yapılan Varyans Analizlerinde Elde Edilen Varyans Oranları (F Değerleri)	65
Çizelge Ek 2. İstatistiksel Analiz Sonuçlarının Duncan Testine Göre Dağılımları	66
Çizelge Ek 2.1. Balık Türlerindeki Cd İçeriklerinin Duncan Testine Göre Dağılımları	66
Çizelge Ek 2.2. Balıkların Avlanma Yerleri ile Nem İçeriklerinin Duncan Testine Göre Dağılımları	66
Çizelge Ek 2.3. Balık Türlerindeki Nem İçeriklerinin Duncan Testine Göre Dağılımları	67
Çizelge Ek 2.4. Balık Türlerindeki Kül İçeriklerinin Duncan Testine Göre Dağılımları.....	67
Çizelge Ek 2.5. Balıkların Avlanma Yerleri ile Yağ İçeriklerinin Duncan Testine Göre Dağılımları .	67

TEŞEKKÜR

Yapmış olduğum bu yüksek lisans çalışmasında rehberlik eden danışmanım Sayın Prof. Dr. Akif KUNDAKÇI' ya, analizlerimi yaparken yardımlarını esirgemeyen Sayın Yrd. Doç. Dr. Bülent ERGÖNÜL' e, örnek temininde yardımlarını gördüğüm Gıda Mühendisi Tolga Sinan ALP' e ve İzmir Balık Hali çalışanlarına, çalışmamı maddi yönden destekleyen Celal Bayar Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğüne özellikle Zeynep AKSOY' a, sevgi ve destekleri ile her zaman yanımda olan aileme içtenlikle teşekkür ederim.

ÖZET

İnsan diyeti ve sağlığı açısından büyük öneme sahip olan su ürünleri; kentleşme, turizm, endüstri ve teknolojiadaki gelişmeler sonucunda suların hızla kirlenmesi ile insan sağlığını tehdit eder hale gelmiştir. Bu tehlikelerin başında ağır metaller ve mikroorganizma kirliliği gelmektedir. Bu araştırmada her iki kirliliğin İzmir Balık Hali'nde satışa sunulan kimi balık türlerinde, gıda güvenliğine ve gıda kalitesine etkileri irdelenmiştir.

İzmir Balık Hali'nden temin edilen açık deniz ve körfezden avlanmış kefal (*Mugil cephalus* L., 1758), sardalya (*Sardina pilchardus* W. 1792), levrek (*Dicentrarchus labrax* L., 1758), çipura (*Sparus aurata* L., 1758) balıklarında ve iki farklı çiftlikten avlanmış çipura (*Sparus aurata* L., 1758) ve levreklerde (*Dicentrarchus labrax* L., 1758) toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı, toplam psikrofil bakteri sayımı, toplam koliform ve fekal koliform bakterileri analizi, *Escherichia coli*, *Salmonella spp*, *Staphylococcus aureus* bakterilerinin analizleri olmak üzere mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Ağır metal analizlerini yapmak amacıyla mikrodalga yakma ünitesinde yakılan balık örneklerinde atomik absorpsiyon spektrofotometresi kullanılarak kurşun, kadmiyum, arsenik ve civa analizleri yapılmıştır. Ek olarak balık örneklerinin kimyasal kompozisyonlarını belirleyebilmek amacıyla pH, nem, kül, yağ ve protein olmak üzere kimyasal analizleri gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın sonucunda toplam mezofilik aerobik bakteri yükü açık denizden avlanmış balık türlerinde $2,48 \pm 0,25 - 2,77 \pm 0,66$ log kob/g aralığında; körfezden avlanmış balık türlerinde $2,36 \pm 0,02 - 3,01 \pm 0,86$ log kob/g aralığında; çiftlik balıklarında $2,09 \pm 0,12 - 3,07 \pm 0,32$ log kob/g aralığında tespit edilmiştir. Çalışmamızda kullandığımız balık örneklerinin hiçbirinde psikrofil bakteri, *Salmonella spp*, *Staphylococcus aureus*, toplam koliform, fekal koliform ve *Escherichia coli* saptanmamıştır. Yapılan ağır metal analizleri sonucunda açık denizden avlanan balıklarda Pb konsantrasyonu T.E- $0,14 \pm 0,07$ µg/g, Cd konsantrasyonu T.E- $0,06 \pm 0,02$ µg/g, Hg konsantrasyonu $0,04 \pm 0,03 - 0,32 \pm 0,08$ µg/g olarak belirlenmiş olup As ($<0,1$ µg/g) ise tespit edilememiştir. Körfezden avlanan balıklarda Pb ($<0,08$ µg/g) ve As ($<0,1$ µg/g) ağır metalleri tespit edilememiş, Cd konsantrasyonu T.E- $0,06 \pm 0,03$ µg/g, Hg konsantrasyonu $0,02 \pm 0,00 - 0,145 \pm 0,08$ µg/g olarak saptanmıştır. Çiftlik balıklarında ise Pb konsantrasyonu T.E- $0,15 \pm 0,14$ µg/g, Cd konsantrasyonu T.E- $0,04 \pm 0,03$ µg/g, Hg konsantrasyonu $0,03 \pm 0,01 - 0,47 \pm 0,6$ µg/g olarak belirlenmiş, As ($<0,1$ µg/g) tespit edilememiştir. Çalışmamızda İzmir Balık Hali'nde satışa sunulan analizlerini yaptığımız balık türlerinin mikrobiyolojik ve ağır metal içeriği kapsamında gıda güvenliği açısından risk teşkil etmedikleri, yapılan kimyasal kompozisyon analizleri ile insan beslenmesinde önem arz eden protein ve yağ gibi besin öğeleri bakımından önemli bir kaynak oldukları ortaya konulmuştur.

Anahtar sözcük: İzmir Balık Hali, balık, mikrobiyoloji, kadmiyum, civa, arsenik, kurşun, kimyasal kompozisyon

ABSTRACT

Seaproducts which have high importance for people diet and health become the situation of the menace to people health as a result of developments of rapid urbanization, tourism, industry and technology. Heavy metals and microbiological pollution come the head of these hazards. In this research the effects of these pollutions of some fish species which are sold in İzmir Fish Market on the food safety and food quality is searched.

Microbiology analyzes including total mesophile aerobe bacteria load, total psychrotrophic bacteria load, total coliform and fecal coliform bacteria analyzes, *Escherichia coli*, *Salmonella spp*, *Staphylococcus aureus* analyzes were done at gray mullet (*Mugil cephalus* L., 1758), sardine (*Sardina pilchardus* W. 1792), perch (*Dicentrarchus labrax* L., 1758), gilt-head bream (*Sparus aurata* L., 1758) which were caught offshore (Aegean Sea) and bay (İzmir Bay) provided İzmir Fish Market and perch (*Dicentrarchus labrax* L., 1758), gilt-head bream (*Sparus aurata* L., 1758) which were caught two different fish farms provided İzmir Fish Market. After fish samples were burned in the microwave oven; lead, cadmium, arsenic and mercury analyzes were done by using atomic absorption spectrophotometer for heavy metal analyzes. Additionally for determining chemical composition of fish samples; pH, moisture, ash, lipid and protein analyzes were performed.

Total mesophile aerobe bacteria load was found at fish species were caught offshore $2,48\pm 0,25$ - $2,77\pm 0,66$ log kob/g, at fish species were caught bay $2,36\pm 0,02$ - $3,01\pm 0,86$ log kob/g, at fish species were caught fish farms $2,09\pm 0,12$ - $3,07\pm 0,32$ log kob/g. Total psychrotrophic bacteria load, total coliform and fecal coliform bacteria, *Escherichia coli*, *Salmonella spp*, *Staphylococcus aureus* were not detected at any of the fish samples. As a result of heavy metal analyzes; Pb concentration was found T.E- $0,14\pm 0,07$ µg/g, Cd concentration was found T.E- $0,06\pm 0,02$ µg/g, Hg concentration was found $0,04\pm 0,03$ - $0,32\pm 0,08$ µg/g and As was not detected ($<0,1$ µg/g) at fish species which were caught offshore, Pb ($<0,08$ µg/g) and As ($<0,1$ µg/g) were not detected, Cd concentration was found T.E- $0,06\pm 0,03$ µg/g, Hg concentration was found $0,02\pm 0,00$ - $0,145\pm 0,08$ µg/g at fish species which caught bay. Pb concentration was found T.E- $0,15\pm 0,14$ µg/g, Cd concentration was found T.E- $0,04\pm 0,03$ µg/g, Hg concentration was found $0,03\pm 0,01$ - $0,47\pm 0,6$ µg/g and As was not detected ($<0,1$ µg/g) at fish species which were caught fish farms. According to the results; analyzes of fish species which are sold in İzmir Fish Market involve any risk with regard to food safety within microbiology and heavy metals and the research shows that fishes which have been analyzed are important source of nutrition with regard to involving significant nutrients for human such as proteins and lipits.

Key words: İzmir Fish Market, fish, microbiology, cadmium, mercury, arsenic, lead, chemical composition

1. GİRİŞ

Hızlı nüfus artışına karşın gıda kaynaklarının giderek azalması, obezitenin küresel bir sorun olması, insanların kültür düzeylerinin gelişmesi sağlıklı ve dengeli beslenmeye verilen önemin her geçen gün daha da artmasına neden olmuştur.

Balık eti sindiriminin kolaylığı, düşük enerji düzeyine sahip olması, yüksek düzeyde protein, yağ, vitamin ve mineral madde ihtiva etmesi bakımından çok iyi bir gıdadır. Su ürünleri özellikle balık ve balık yağı çok eski dönemlerden beri sağlığı korumak ve birçok hastalığı tedavi etmek amacıyla kullanılmaktadır. Birçok gelişmiş ülkede insanların çağdaş tıp uygulamalarını tamamlayıcı olarak doğal ürünlere yöneldikleri, bu ürünlerin arasında su ürünlerinin önemli bir yer tuttuğu görülmektedir. Dünyanın karşı karşıya olduğu açlık sorunu ve balığın insan sağlığı üzerine olumlu katkı yapması besin olarak önemini daha da arttırmaktadır.

Dünya nüfusunun hızla artması nedeni ile artan protein ihtiyacının karşılanmasında önemi giderek artan su; hızlı kentleşme, turizm, endüstriyel ve teknolojik gelişmeler ve diğer kirletici etmenlerle kirletilmektedir. Bu kirlilik sucul canlıların sağlığını ve güvenliğini etkilemekte, kirletilmiş sularda yaşayan su ürünlerinin tüketilmesi sonucu vücuda alınan mikroorganizmalar ve ağır metaller ise insan sağlığını tehdit etmektedir.

Değişik yollarla sulara bulaşan mikroorganizmaların kendileri ve ürettikleri toksinleri hastalık oluşumuna ve ölümlere neden olabilmektedir. Ağır metaller ise hayvansal organizmada birikerek sınır değerleri aştıklarında toksik etki meydana getirebilmekte ve dokularda tahribata yol açarak doku ve organların görev yapmalarını engelleyebilmektedir. Halk sağlığını korumak amacıyla mikrobiyolojik ve ağır metal tespit çalışmaları yapılarak alınması gerekli önlemlerin belirlenmesi gerekmektedir. Bu çalışma ile elde edilen sonuçlar örneklerin alındığı yörelerin insan sağlığı açısından bir tehlike oluşturup oluşturmadığını gösterecektir.

Bu çalışmada, İzmir Balık Hali'nden alınan kefal (*Mugil cephalus* L., 1758), sardalya (*Sardina pilchardus* W. 1792), çipura (*Sparus aurata* L., 1758) ve levrek (*Dicentrarchus labrax* L., 1758) balıklarının kas dokularındaki ağır metal birikim düzeylerinin (kurşun, arsenik, civa ve kadmiyum) tespiti ve mikrobiyolojik analizleri yapılmıştır. Kimyasal kompozisyonları da incelenmiştir. Analizler sonucunda elde edilen değerler SAS istatistik programı ile değerlendirilmiş, ölçüm duyarlılığının üzerinde tespit edilen ağır metal birikim bulguları kabul edilebilir değerler ile karşılaştırılmıştır. Haldeki balıkların mikrobiyolojik kalitesinin ve ağır metal içeriklerinin halk sağlığı açısından tehdit oluşturup oluşturmadığı saptanmaya çalışılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Balık Hali Temizliği

Balık hallerinin gıda güvenliği açısından satış alanları kapalı olmalı; kuş, kedi ve köpek gibi hayvanlar girememelidir. Giriş ve ıkışlar tamamen kontrol edilebilmeli, satış öncesi ve sonrası balık girişleri kayıt altında tutulmalı ve kontrol edilmelidir. Hal içinde indirme, bindirme ve taşıma işlemleri makinalarla yapılmalıdır. Balıkthane temizliğinde temiz su kullanılmalı, deniz suyu kullanılmamalıdır. Her satış sonrası ortam dezenfekte edilmeli, atık su dezenfektan havuzlarında toplanmalıdır. Satış alanı içerisinde p bidonları bulunmamalıdır. Araçların giriş ve bekleme yapacağı yeterli alanlar planlanmalıdır. Müzayede salonuna alınacak balıklar için yeterli indirme ve yükleme rampaları olmalı, büyük haller için yk asansörleri yerleştirilmelidir. Hallerde tahta kasalar yerine yıkanabilen, çok kullanımlı plastik kasalar kullanılmalıdır (DPT, 2007-2013).

Su rnleri hallerinde ürünle ilgili olarak kesme, i organlarını alma, temizleme, yıkama gibi işlemlerin yapılacağı ve ürünlerin paketleneyeği bir değerlendirme ve paketleme nitesi, paketleme ve ambalaj malzemelerinin depolanacağı bir yer olmalıdır. Paketleme ve değerlendirme yapılmayacak ise bu ünite aranmamaktadır (TKB, 2002).

Balık hallerinde su ürünlerinin, satış işlemleri dışında veya değerlendirme ve paketleme sonrası muhafazalarına imkan verebilen uygun teknik ve hijyen koşullarına sahip soğuk muhafaza odaları olmalıdır. Bu odaların fiziki büyüklüğü, muhafaza edilen ürün miktarı ile uyumlu olmalı ve ürün formuna göre uygun soğutma sistemine sahip olmalıdır. Bu nite; kolayca temizlenip, dezenfekte edilebilen, suyun kolayca drenajını sağlayacak veya suyu tahliye edecek teçhizatla donatılmış, rahat hareket edilebilen, kaymaz bir zemine sahip olmalıdır. Soğuk muhafaza odalarının kolayca okunabilecek bir yerinde sıcaklık göstergeleri bulunmalıdır. Göstergeler soğutmayı sağlayan sistemin veya ekipmanın bulunduğu yere göre en uzak mesafeye yerleştirilmelidir (TKB, 2002).

Su rnlerinin soğutulmasında ve soğuk muhafazasında birim ürün ağırlığa karşılık 1 kg balık için yaklaşık 0,8 kg oranında buz kullanılması gerektiğinden uygun kapasitede, bakanlıkça belirlenmiş olan kriterlere uygun su veya deniz suyundan imal edilecek buz üretimine ve dağıtımına imkan sağlayan buz üretim nitesi olmalıdır. Buzun dışarıdan temin edilmesinin gerektiği durumlarda buz bakanlıkça onaylanan buz üretim yerlerinden alınmalıdır (Kundakçı, 1989).

2.1.1. Balık hallerinde kayıtların tutulması

Hale gelen ürünler tür ve miktar olarak tespit edilmektedir. Uygulamada miktar tespitleri kasa, adet, çift ve kg olarak yapılmaktadır. Örneğin lüfer adet olarak; palamut, torik çift olarak; diğer ürünler ise kasa olarak tespit ve kayıt edilmekte çipura, levrek ve kalkan gibi bazı ürünlerin de kg olarak tespiti ve kaydı yapılmaktadır. Daha sonra bu ürünler çarpan değerleri ile kg olarak değerlendirilip, değerler istatistiklere yansıtılmaktadır. Ağırlık (kg) değerleri sadece istatistik kayıtlarını hazırlamak için yapılmaktadır ve veriler düzenli olarak Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) ve Tarım İl Müdürlüğü'ne bildirilmektedir (DPT, 2007-2013).

Bu işlemde yapılan iki yanlış vardır. Örneğin kalkan balığında ağırlık tespiti tamamen tahmini değerler üzerinden yapılmaktadır. Kasa tespiti yapılan ürünlerde ise ürüne ait ortalama kg değerleri tespit edilmektedir (1 kasa \cong 20 kg gibi). Balık haline gelen ürünlerin kasalarında kg standardı olmadığı için sapmalar olabilmektedir. Herhangi bir nedenle tespiti yapılamayan ürünler kayıtlara girmemektedir. Ayrıca ürünün izlenebilirliği mevcut değildir (DPT, 2007-2013).

2.1.2. İzmir balık hali ve genel özellikleri

Birçok balık türünün üreme, beslenme ve gelişme alanı olan İzmir Körfezi, Ege Denizi'nin en verimli alanlarından biridir. Körfez ve civarında yıl boyunca yoğun balıkçılık faaliyetleri gerçekleştirilmektedir. Uygun balıkçılık alanlarına ve çok sayıda teknenin barındığı limanlara sahip olması nedeniyle körfezde balıkçılık önemli bir sektör durumundadır. Artan nüfus ve toplumun gıdayı doğal durumda tüketme yönündeki tercihi özellikle taze balığa olan talebi de her geçen gün arttırmaktadır.

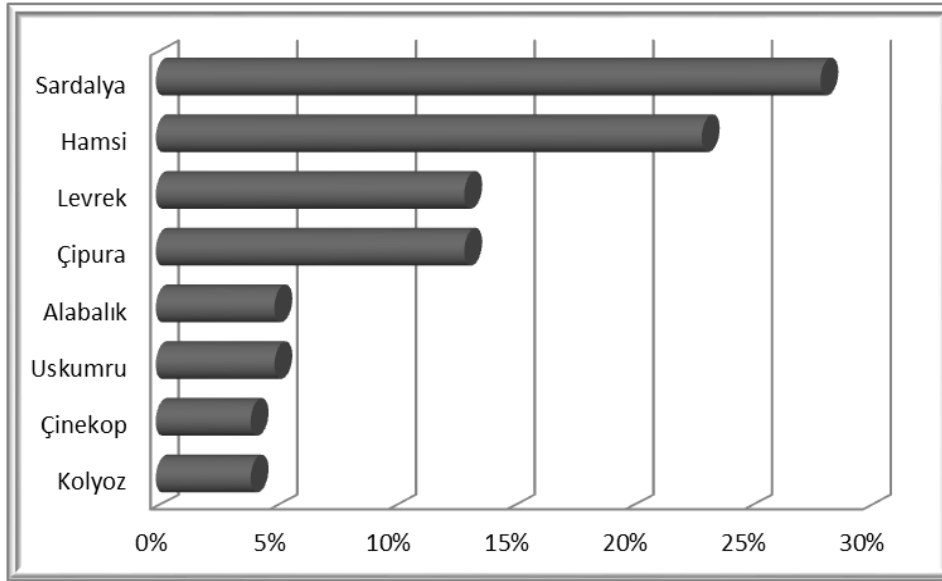
İzmir'in başlıca balıkçılık merkezleri kuzeyden güneye doğru: Dikili, Çandarlı, Aliağa, Foça, Homa Dalyanı, Bostanlı, Sahilevleri, Güzelbahçe, Kalabak, Urla, Özbek, Mordoğan, Karaburun, Yeni Liman, Dalyanköy, Çeşme, Sığıracık, Gümüldür, Özdere olarak sıralanabilir (Akyol ve Perçin, 2005).

Bu merkezler içinde önemli bir yeri olan Aliağa; gemi söküm tesisleri, Tüpraş gibi işletmeler nedeniyle deniz kirliliğine maruz kalmaktadır. Bu işletmelerin atık giderme tesisleri olmasına karşın zaman zaman olan sızıntılar denizin doğal dengesini bozmaktadır (Katalay ve ark., 2005). Aliağa bölgesinde kurulması planlanan yedi adet kömürle çalışan termik santral riski daha da arttıracaktır. Güllük körfezi Ege Denizi'ndeki su ürünleri bakımından önemli bir alandır. Körfez, turizm aktiviteleri, evsel atık sular, tarım aktiviteleri, Güllük Limanı aktiviteleri ve limandan açık denize transfer olan madencilik çalışmaları gibi kaynaklar tarafından kirlenmektedir (Dalman ve ark., 2006).

Ege'nin en önemli doğal körfezlerinden biri olan İzmir Körfezi'ne akarsular ve birçok evsel atıklar boşaltılmaktadır. Bölgedeki başlıca endüstri kuruluşları gıda işleme, petrokimya tesisleri, içecek imalatı, şişeleme, dericilik, yağ, sabun ve boya imalatı, tekstil endüstrisi, metal imalatı ve kereste üretimidir. Önceki yıllarda 105000 m³/gün endüstrisel ve 308000 m³/gün evsel atık sular arıtma olmaksızın körfeze boşaltılmaktaydı. 2000'li yılların başlarında arıtma sistemi tesisinin kurulması ile atık sular arıtmaya başlanmıştır (Küçüksezgin ve ark., 2006).

İzmir genelindeki tüm evsel ve endüstriyel atık suları toplayarak biyolojik arıtmaya tabi tuttukten sonra körfeze deşarj etmek ve İzmir Körfezi'nin kirlilik yüklerini azaltarak ona yeniden doğal canlılığını kazandırmak amacıyla 2000 yılında başlatılan çalışmanın; sucul yaşama, mikrobiyolojik yönden ve ağır metaller yönünden deniz kirlilik yükünün azaltılmasına olumlu katkı yaptığı belirlenmiştir (Anonim, 2007; Anonim, 2007-2009).

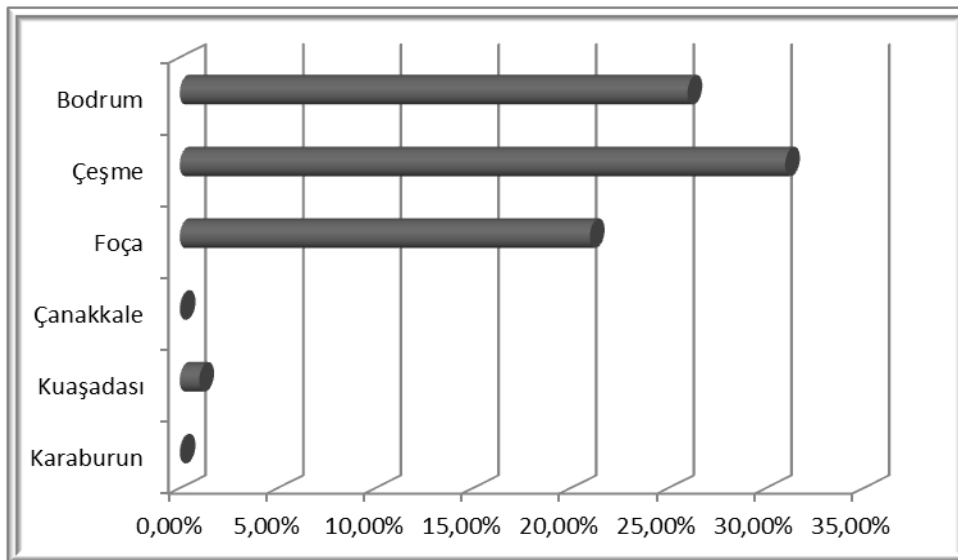
Körfezde avcılığı yapılan türler pelajik ve ekonomik değeri yüksek olan demersal türlerdir. Başta sardalya (*Sardina pilchardus*) olmak üzere çipura (*Sparus aurata*), mercan (*Pagellus erythrinus*), barbunya (*Mullus barbatus*), tekir (*Mullus surmuletus*), kefal (*Mugil spp.*), izmarit (*Spicara smaris*), kupes (*Boops boops*), istavrit (*Trachurus trachurus*), ahtapot (*Octopus vulgaris*) ve kalamar (*Loligo vulgaris*) gibi türlerin avcılığı yaygındır (Hoşsucu ve ark., 2001).



Şekil 2.1.2.1. : İzmir Balık Halinde En Çok Satışı Gerçekleştirilen Balık Türleri (Uğur, 2005)

İzmir Balık Halinde işlem gören balığın %72' si Ege'den, %18' i Marmara'dan, %7' si Akdeniz'den ve %3' ü Karadeniz'den gelmektedir (Akyol ve Perçin, 2005).

Diğer bir kaynağa göre balık halinde satışa sunulan balıkların %31' i Çeşme, %26' sı Bodrum, %21' i Foça, %1' i Kuşadası, %1' i ise Karaburun ve Çanakkale yöresinden avlanmaktadır (Uğur, 2005).



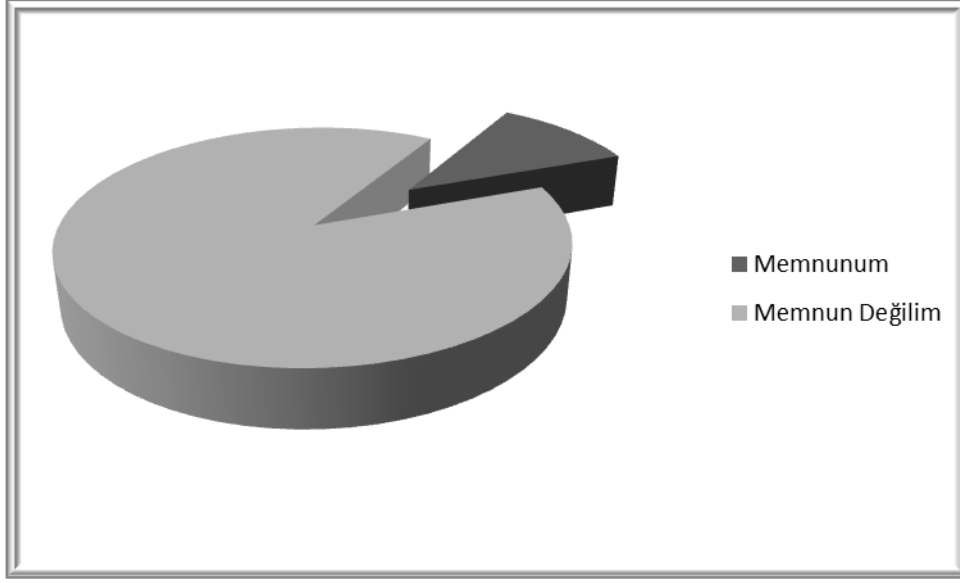
Şekil 2.1.2.2. : İzmir Balık Halinde Satışa Sunulan Balıkların Avlanma Alanları (Uğur, 2005)

Balıkhanede satışlar sabah saat 05.00'de başlamaktadır. Bir gece önceden balıkhaneye gönderilen balıklar veteriner tarafından dış bakı ile muayene edilir ve satışa uygun olanlar komisyoncular ve kooperatif birlikleri tarafından açık arttırma ile satışa sunulur. Satış sırasında tespit memurları balıkların cinsini, miktarını ve fiyatını saptamakta; günlük satış kartlarına işlemektedirler. Her komisyoncu için ayrı ayrı işlenen bu satış bilgileri daha sonra günlük balık satış defterlerine işlenir. Günlük satış defterlerine işlenen bilgiler ile günlük hasılat ve satış çizelgeleri oluşturulur. Günlük hasılat çizelgesinin oluşturulması ile her komisyoncunun toplam satış bedelleri belirlenmiş olur. Toplam satış bedellerinin %3' ü alınarak her komisyoncunun ödemesi gereken rüsum kesintileri tahakkuk ettirilir. Bu tahsildar tarafından toplanarak günlük olarak gelir müdürlüğüne teslim edilir. Oluşturulan günlük satış çizelgeleri istatistik birimine ulaştırılır. Balığı satın alanlar arasında manavlar, pazarcılar, perakendeciler, restoranlar, oteller ve bazı dönemlerde de ihracatçılar bulunur (Hoşsucu ve ark., 2001).

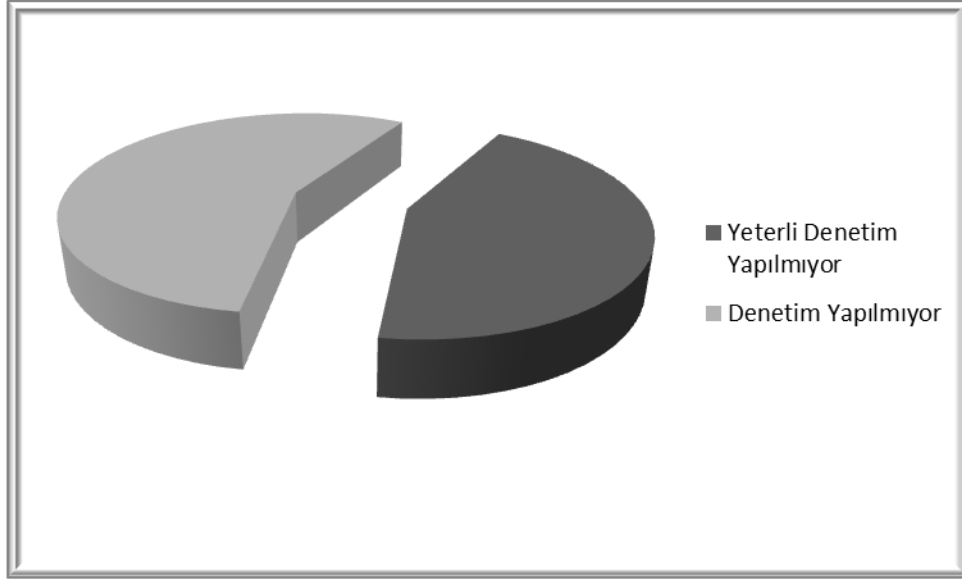
Satış fazlası balıklar soğuk muhafazaya alınır (Hoşsucu ve ark., 2001). Ürünlerin satış saatleri dışında soğuk depo tesislerinde bulundurulmaları zorunludur. Su ürünlerinin nakliyesinde kullanılan araçlar ürün formuna uygun sıcaklığı muhafaza edebilecek donanımına sahip olmalıdır. Gelen su ürünlerinin ve boş kasaların hızla muntazam şekilde istif edilmesi zorunludur. Boş kasaların, konulmasına izin verilen yerlerin dışında tutulması yasaktır. Su ürünleri hali içinde mevcut olan buzcuların dışında, yazıhane sahibi dahi olsalar hiç kimse dışarıdan buz getiremez (İBB Hal Yönetmeliği).

İZTO tarafından yapılan anket sonuçlarına göre İzmir balık halindeki balıkçıların % 89'u balık halinde sağlık ve hijyen koşullarına uyularak satış yapılmadığı kanaatindedir. Bu durumun sağlık ve hijyen koşullarına uyulmamasından ve yeterli denetim yapılmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Balıkçıların %56' sı balık halinde hiç denetim yapılmadığını belirtirken, %44' ü ise yeterli denetim yapılmadığını ifade etmektedirler (Uğur, 2005).

Balık halinde gıda güvenliği ve hijyen koşullarının sağlanması için çözülmesi gereken sorunları vardır. Bu kapsamda mezat alanına yakın bir yere kapalı alanı olan bir kafeterya inşa edilmesi; trafo arızası nedeniyle meydana gelen elektrik kesintilerinin önlenmesi, idari bina için oluşturulan jeneratör sistemine tüm balık halinin dahil edilmesi; halde çalışanların elbise değiştirebileceği, duş alabileceği yerlerin oluşturulması; iş kazaları ve hastalıklara karşı acil müdahale odası oluşturulması; hal içindeki kedi ve köpeklerin toplanması ve tesislere tekrar girişlerinin önlenmesi amacıyla önlem alınması; deprem ya da başka bir nedenden dolayı kırılmalara karşı özellikle çatı kenarlarındaki camların filim şeritle kaplanması gerekmektedir (Boran, 2012).



Şekil 2.1.2.3. : İzmir Balık Halinde Hijyen Koşullarından Memnuniyet Düzeyi (Uğur, 2005)



Şekil 2.1.2.4. : İzmir Balık Halinde Yapılan Denetimlerde Memnuniyet Oranı (Uğur, 2005)

2.2. Balık ve Deniz Ürünlerinde Mikrobiyolojik Kalite

Çiğ ya da ısıtılmış işlem görmüş olan gıdalar bünyelerinde mikroorganizma içerir. Mikroorganizmalar gıda maddelerinin doğal mikroflorasında bulunabildikleri gibi; üretim, pazarlama ve benzeri faaliyetler sırasında da gıdalara bulaşabilmektedir. Bu mikroorganizmalar türlerine göre ya insan sağlığını tehdit etmekte ya da gıdanın kalitesinde önemli kayıplara neden olmaktadır. Gıdaların mikrobiyolojik kalitesi ve güvenilirliğini sağlamak için gıdanın üretim, dağıtım, depolama ve hazırlık aşamalarında kritik risk noktaları tanımlanmalı ve sağlıklı üretim, dağıtım koşulları sağlanmalıdır.

Gıda yoluyla vücuda alınan mikroorganizmaların oluşturdukları sağlık tehlikelerinin dereceleri 15 sınıf içerisinde değerlendirilebilir (Genç, 2006):

- Gıdaların dayanma gücünü ve süresini kısaltmayan aerobik koloni sayısı (ACC): Tehlike derecesi: 1-3
- Düşük patojeniteye sahip indikatör mikroorganizmalar yani koliformlar: Tehlike derecesi: 4-6
- İkinci bir geçişte kısmen muhtemel orta derecede patojeniteye sahip olanlar. *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus aureus* gibi mikroorganizmalar: Tehlike dereceleri: 7-9
- İkinci bir geçişte yüksek bir ihtimalle az veya çok enfeksiyon yapanlar *Salmonella*, *Shigella* gibi mikroorganizmalar: Tehlike dereceleri: 10-12
- Büyük olasılıkla öldürücü olanlar: *Clostridium botulinum* gibi mikroorganizmalar: Tehlike derecesi: 13-15

Gıdalar bu mikroorganizmaları içermelerine ve bu mikroorganizmaların üremelerine uygunluklarına göre risk derecelerine ayrılır. Halk sağlığı açısından su ürünleri tehlikeli gıdalar sınıfı içerisinde yer almaktadır (Genç, 2006).

Balık ve diğer su ürünleri yaşadıkları su ortamında bulunan mikroorganizmalar ile taşıma, depolama ve işleme sırasında bulaşabilecek birçok mikroorganizma içerirler ve otolitik, oksidatif ve bakteriyel etkinlikler sonucu bozulurlar (Ünlütürk, 1999). Bu gıdalar yüksek düzeyde su içermeleri, azotlu besin maddeleri ve diğer gelişme faktörlerince zengin olmaları nedeniyle mikroorganizmaların gelişmesi için elverişli bileşime sahiptirler (Genç, 2006).

2.2.1. Balıklarda mikroflora ve bozulma

Yeni yakalanan sağlıklı balıkların genellikle vücut sıvısı ve kasları sterildir. Fakat balığın deri ve koruyucu yapışkan mukus tabakasında değişik sayılarda mikroorganizma bulunur. Balık avlandıktan sonra vücut savunma mekanizmasının çökmesinin ardından uygulanan işlemlere, muhafaza edildiği sıcaklık derecesine ve süresine bağlı olarak mikroorganizmalar kısa sürede solungaç, deri ve bağırsaklardan kasa geçer. Bunlara bağlı olarak balık eti yüksek oranda mikroorganizma içerebilir (Ataşoğlu, 2007).

2.2.1.1. Balık ve diğer su ürünlerine mikroorganizmaların bulaşma yolları

Su ürünlerine mikroorganizmalar iki yolla bulaşmaktadır (Genç, 2006):

1. Canlıların yaşadıkları deniz, göl ve akarsu gibi ortamlardan bulaşma olur. Bu durum özellikle az hareket eden türlerde aynı zamanda bunların yaşadıkları su ortamının bakteriyolojik özelliklerini de yansıtmaktadır. Bu nedenle su ürünleri avlandıkları çevrenin mikrobiyal popülasyonuna ve mikroorganizma yüküne bağlı olarak belirli düzeylerde mikroorganizma içerir. Aynı mevsimde aynı yerde yakalanan farklı balık türleri benzer bakteriyel floraya sahipken, bazen farklı çevrelerden yakalanan aynı tür balıklar geniş ölçüde değişebilen floraya sahip olabilmektedir. Bu durum aynı tür balığın yaşama ortamının sonucudur.

2. Avlama, işleme, taşıma ve pazarlama sırasında insanlardan veya temas ettiği ekipman ve malzemeden bulaşma meydana gelir. Balıkların yaşam ortamlarının mikrobiyal durumu kadar depolama, taşıma ve işleme sırasındaki hijyenik kalite de gıda güvenliği açısından önemlidir.

2.2.1.2. Balık ve diğer su ürünlerinin mikrobiyal bozulmasındaki değişimler

Mikrobiyal bozulma mikroorganizmaların salgıladıkları enzimlerin gıdadaki proteolitik ve lipolitik etkileriyle gerçekleşir. Mikrobiyal bozulmada fiziksel ve kimyasal değişimler söz konusudur. Fiziksel değişimler gıdanın rengini ve şeklini etkiler. Aerobik ya da anaerobik bakterilerin etkisiyle meydana gelen bozulma sonucunda mukozal oluşumlar, hoş olmayan tat, koku, renk değişimleri ve yağların parçalanması ile mumsu, ekşimsi veya tebeşirimsi tatlar, çürüme, ekşime meydana gelir (Üçok, 2003).

Kimyasal değişimler balıklardaki lipaz, proteaz ve benzeri endojen ve mikrobiyal enzimler yolu ile karbonhidrat, protein, protein olmayan azotlu bileşikler gibi kompleks moleküllerin yıkılması sonucunda gerçekleşir. Bu enzimler kompleks molekülleri hidrolize eder. Mikroorganizmalar bu hidrolize uğramış molekülleri besin olarak kullanır (Üçok, 2003).

Su ürünlerinde insan sağlığını tehdit eden iki önemli bakteri grubu vardır. Bunlardan biri suda doğal olarak bulunan bakteriler; diğeri evsel ve endüstriyel atıklar ile bulaşan bakterilerdir. Suyun doğal ortam florasında bulunarak sağlık açısından risk taşıyan bakteriler *Aeromonas hydrophila*, *Clostridium botulinum*, *Vibrio parahymoliticus*, *Vibrio cholera*, *Vibrio vulnificus* ve *Listeria monocytogenes*' dir. Doğal ortamda bulunmayarak ortama başka kaynaklardan bulaşan ve sağlık tehlikesi meydana getirebilecek bakteriler Enterobacteriaceae familyası üyelerinden *Esherichia coli*, *Salmonella* ve *Shigella spp.*' dir (Genç, 2006). Koliform grubunun ve fekal streptokok bakterilerinin balıkta bulunması, onun kirlenmiş sulardan yakalandığını ya da nakil, işleme gibi işlemler sırasında bulaşmanın olduğunu gösterir (Çolakoğlu ve ark., 2006).

Besin maddelerindeki mikroorganizma sayıları o besinin kalitesini ve insan sağlığına etkisini göstermesi bakımından önemlidir. İnsan veya hayvan kaynaklı patojen mikroorganizmalarının pek çoğunun mezofilik karakter göstermesi ve aerobik ya da fakültatif anaerobik oluşları nedeniyle gıdada güvenlik ve sanitasyonun belirlenmesi için aerobik mezofilik bakteri sayılarına başvurulur. Toplam canlı bakteri sayımları gıda işletmelerinde sanitasyonun yeterli olup olmadığını; gıdanın işlenmesi, taşınması ve depolanması sırasında uygun sıcaklıklarda tutulup tutulmadığını; kontrolsüz çözündürme olup olmadığını belirtir ve ürünün raf ömrünü tahmin etmeye yardımcı olur (Genç, 2006). Soğukta muhafaza edilen gıdaların mikrobiyolojik kalitesini saptamada toplam psikrofil aerobik mikroorganizma sayısı dikkate alınır (Ünlütürk ve Turantaş, 2002).

2.2.2. Balık ve diğer su ürünlerinde soğuk muhafazanın önemi

Balık etinin tüketiciye sağlıklı, temiz ve kaliteli olarak ulaşması için soğuk muhafazanın önemi büyüktür. Avlanmalarının hemen sonrasında balıkların sıcaklıkları 0°C civarına düşürülerek enzimatik ve mikrobiyal bozulma hızları sağlanabildiğince yavaşlatılmalıdır. Kolaylıkla bozulan bir besin olan balık etinin kalitesini daha uzun süre koruyabilmek ve tüketiciye güvenli bir şekilde ulaştırabilmek için ülke düzeyinde etkin bir soğuk zincir gerçekleştirilmelidir. Soğuk zincirde yer alan balıkçı teknesinde buzlama, üretici hal ve kooperatif depoları, işleyici, toptancı, perakende satıcı ve tüketici soğutucuları ile bunlar arasında yapılan soğutmalı araçlarla taşıma işlemleri belirli bir düzen ve etkinlikte yapılmalıdır (Kundakçı ve Ergönül, 2009).

Su ürünlerinde soğutma iki şekilde uygulanır. Bunlar buz ile soğutma ve soğutulmuş deniz suyu ile soğutmadır. İki sistem beraber de kullanılabilir. Buz ve soğutulmuş deniz suyu psikrotrof organizmalar tarafından kontamine olmuş olabilir. Bu nedenle bu aşamada yapılacak kontrol soğutma işleminin bir saat içinde ve içilebilir sudan elde edilmiş buz veya kirletilmemiş bölgelerden temin edilen soğutulmuş deniz suyu kullanılarak uygulanıp uygulanmadığının takibi şeklinde gerçekleştirilmelidir. Periyodik olarak koliform ve diğer indikatör mikroorganizma analizlerinin yapılması yoluyla doğrulama faaliyetleri gerçekleştirilebilir (Üçok, 2003).

Doğu Karadeniz'de yaygın olarak taze tüketime sunulan ve hiçbir soğuk sistem uygulanmaksızın satışa sunulan mezgit, istavrit ve palamut balıklarında toplam mezofil bakteri, fekal koliform izolasyonu yapılmıştır. Araştırma sonucunda kısa süre içerisinde tüketilmek üzere soğutulmaksızın doğrudan pazara sunulan balıklarda, bünyelerindeki mikrobiyolojik ve enzimatik aktivitenin artmasıyla kısa zamanda bozulma ve kokuşma meydana geldiği belirlenmiştir. Bunu önlemek için balıkların avlandığı andan itibaren buz ile soğutulması yararlıdır (Genç, 2006).

Balıklar genellikle 0-5°C sıcaklıkta, %90-95 nem içeren soğuk ortamlarda 5-20 gün süresince muhafaza edilebilmektedir. Ayrıca yağ oranı az olan su ürünleri yağlı olanlara göre daha uzun süre muhafaza edilebilmektedir. (Metin, 1995). Su ürünlerinin avlandıktan sonra yıkanması önemlidir. Özellikle balıkların yüzeyindeki mukoz sıvının uzaklaştırılması ile sıvının içindeki mikroorganizmaların balık etini kokuşturmaları engellenmiş olur (Üçok, 2003).

2.3. Canlılarda Ağır Metal Bulaşması

Canlı organizmalar Fe, Co, Zn, Mn, Cr, Mo, Se, Ni ve Sn gibi enzim aktivitesi için gerekli olan iz elementlere ihtiyaç duyar (Özan, 2005). Bu elementlerden bir veya birkaçı hücrede yüksek konsantrasyonlara eriştiğinde vücudun fizyolojik fonksiyonlarını değiştirirler ve yüksek konsantrasyonlarda toksik etki meydana getirebilirler (Çalta ve Canpolat, 2002; Sivaperumal ve ark., 2007). Besin zinciriyle canlı bünyelerine girip doğal fizyolojik mekanizmalarla atılmadıkları için birikime uğrayan ve bünyede belirli konsantrasyonları aşmaları halinde toksik etki meydana getiren Cd, Hg, Pb ve As gibi metaller ise ağır metallerdir. Bu metallerin sularda birikimi sonucunda balıklar ve suda yaşayan diğer canlılar ölebilir. Hatta bu tür su ürünleriyle beslenen insanların yaşamı tehlikeye girebilir. (Çalta ve Canpolat, 2002).

Genellikle ağır metaller toksik etkilerini organik bileşiklerle kompleks oluşturarak yaparlar. Bu metaller O, S ve N grupları ile bağ yaptıklarında, önemli enzim sistemlerinin aktifliğini bozabilir veya protein yapısını etkileyebilir. Bunun sonucunda biyolojik moleküller fonksiyonlarını yerine getirebilmek için birtakım özelliklerini kaybeder ve sonuçta etkilenmiş hücrelerin ölümü gerçekleşir (Sütbeyaz ve ark., 2008).

Balıklarda doku ve organlarda metal birikim miktarı metalle temas süresine ve ortamdaki metal derişimine bağılı olarak artmaktadır (Canpolat ve Çalta, 2001). Suyun sıcaklığı, oksijen miktarı, sertliği, organik bileşimi, pH değeri ve canlının genel fizyolojik davranışı, yaşam döngüsü, mevsimsel değişiklikler, beslenme alışkanlığı da birikimde etkilidir (Ekici ve Yarsan, 2009).

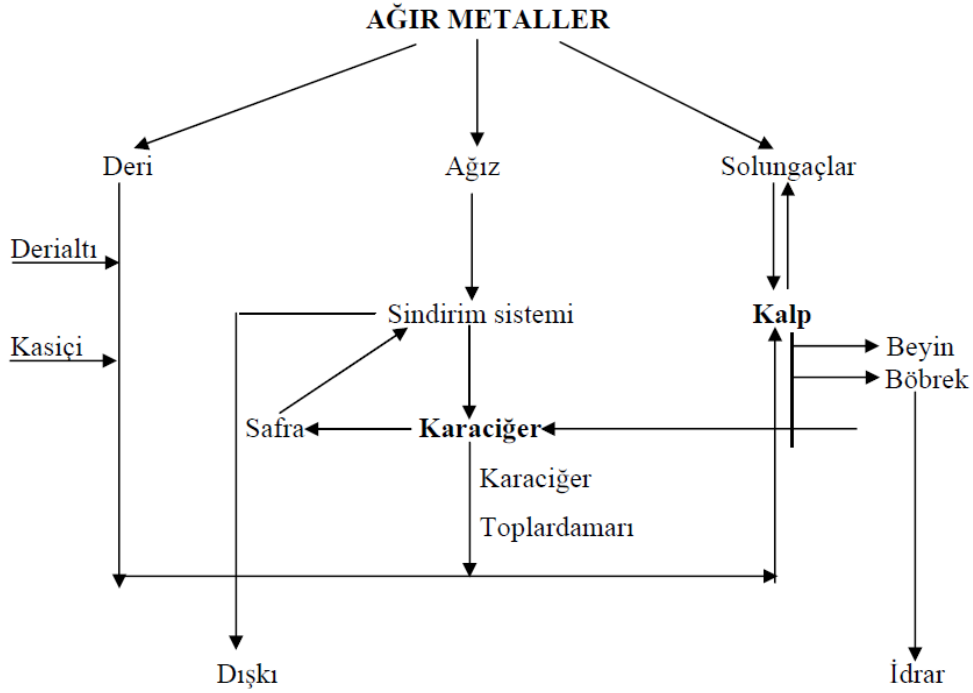
Kas, böbrek, karaciğer gibi balık dokuları deniz ortamındaki metal konsantrasyonunun derecesini belirlemek için indikatör olarak kullanılmaktadır (Olsvik, 2001). Ege Denizi'nde mercan balığının (*Pagellus erythrinus*) çeşitli organlarındaki ağır metal seviyeleri incelenmiş, en yüksek metal konsantrasyonu karaciğer dokusunda gözlenmiştir. Bu durum karaciğerin birikim ve detoksifikasyondaki rolünü göstermektedir. Bununla birlikte insanlar tarafından tüketildiğı ve sağılık riski taşıdığı için kas dokusu analizinin yapılması gereklidir (Katalay ve ark., 2005). Göksu ve ark. (2003) ise ağır metal birikim saptama çalışmalarında özel organları yardımıyla aktif olarak hareket edebilen canlılarda, canlı hareketinden dolayı örnek alma bölgesinin önemli olmadığını belirtmişlerdir.

Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü Su Ürünleri Yönetmeliğı'ne ve Türk Gıda Kodeksi'ne göre balık dokularındaki ağır metallerin tüketilebilir üst sınırları Cd 0,05 µg/g (sardalya (*Sardina pilchardus*) için 0,10 µg/g); Hg 0,50 µg/g; As 1,0 µg/g ve Pb 0,30 µg/g olarak belirlenmiştir (Kayhan ve ark., 2006; Tüzen 2009).

2.3.1. Ağır metallerin canlı vücuduna alımı

Balıklar ağır metalleri vücut yüzeyinden, solungaçlardan ve sindirim sisteminden olmak üzere 3 yoldan alır (Özan, 2005). Bunlardan en önemli olanı solungaçlardan absorpsiyondur. Ağır metallerin vücut yüzeyinden alınması ise oldukça azdır (Türkmen ve ark., 2009).

Metaller kan yolu ile böbrek ve karaciğer gibi diğer hedef organlara transfer edilmektedir (Türkmen ve ark., 2009).



Şekil 2.3.1.1.: Ağır Metallerin Vücuda Alınımı ve Dağılımı (Özan, 2005)

1. Solungaçlardan absorpsiyon: Balıklar, ağız yoluyla alınan sudaki oksijenin solungaçlardaki kılcıl damarlardan geçmesi sırasında suda çözülmüş veya askıda bulunan materyalleri de alır. Bu sırada suda bulunan ağır metaller de solungaçlardaki lameller tarafından vücut içerisine alınır (Özan, 2005).

2. Sindirim sisteminden absorpsiyon: Balıklarda en çok zehirlenmeler ağız yoluyla alınan toksik maddelerle olmaktadır. Bu nedenle gastrointestinal absorpsiyon oldukça önemlidir. Sindirim kanalında absorbe olan toksik madde, kan dolaşımı yolu ile tüm vücuda dağılarak zehirlenmeye yol açabilir. Bu zehirlenme; zehrin türüne, gücüne ve absorbe konsantrasyonuna bağlı olarak değişiklik gösterir. Ağız yoluyla vücuda giren toksik maddelerin absorpsiyonlarının fazla olduğu yer ince bağırsaklardır (Özan, 2005). Bağırsak mukozasının absorpsiyon alanının içerdiği valvül, villus ve mikrovillusların mideye oranla daha yaygın olması, toksik maddelerin burada daha uzun süre kalmalarına, dolayısıyla mukozalarla daha çok temas etmelerine neden olmaktadır (Karadede, 1997).

3. Deriden absorpsiyon: Deri genellikle toksik maddelerle temas halindedir. Ancak derinin ağır metallerle karşı fazla geçirgen olmayışı nedeniyle canlıların bu yolla zehirlenmeleri daha az görülür. Deride epidermis bölgesinde bulunan stratum corneum tabakası epidermik bir bariyer olarak birçok kimyasal maddenin geçişini önlemektedir (Özan, 2005).

Bir metalin kimyasal formu, su sertliği, ortamda başka metallerin bulunması veya kompleks maddeler, sıcaklık ve pH değişimi, canlıların büyüklüğü ve açıklıkları metallerin absorpsiyonunu etkiler. Örneğin suda artan Ca konsantrasyonu; Cu, Cd ve Zn' nun alımını azaltır (Karadede, 1997; Ersoy, 2006).

2.3.2. Canlı vücudunda ağır metallerin bağlandığı biyomoleküller

- *Proteinlerdeki amino asitlerin yan zincirleri:* Proteinlerdeki aminoasitlere metallerin bağlanacağı en uygun yan zincirleri sisteinin tiyolat (SH)'ı, histidinin imidazolu, glutamik ve aspartik asitlerin karboksil grupları ve tirozinin fenol grubu oluşturmaktadır. Tirozin ve metiyonin hariç, her amino asit iki tane ağır metali bağlayabilme kapasitesine sahiptir.
- *Nükleik asitlerin bazıları:* Nükleik asitler RNA ve DNA'da ribonükleotit ve deoksiribonükleotitlerin polimerleridir. Nükleik asit yapısında nükleosit bazlarının metal bağlama bölgeleri genellikle endosiklik (halkasal) azot atomlarıdır.
- *Küçük hücresel sitoplazmik elemanlar:* Ribozom, mitokondri ve endoplazmik ritikulum yanında hücre membranları ve virüsler gibi biyomoleküller de metal bağlamaktadır.
- *Kofaktörler:* Hücrelerde yer alan organik kofaktörler metalleri bağlama özelliğine sahiptir. Örneğin hem gibi prostetik gruplar, vitamin B₁₂ metal bağlayabilme özelliğine sahiptir (Karadede, 1997).

Ağır metallerin balık dokularındaki dağılımını üzerinde yapılan araştırmalar, bu bileşiklerin karaciğer, böbrek ve solungaç gibi aktif organlarda daha çok metalotiyonein adı verilen proteinlere bağlı olarak biriktiğini göstermiştir (Karadede, 1997).

Metalotiyoneinler (Metal Bağlayan Proteinler): Biyolojik sistemlerde birçok element eser halde buldukları için, bunları toksik olmayan bir formda taşımak ve depolamak için gerekli homeostatik mekanizmalar geliştirilmiştir. Bu taşıma ve depolama işini çoğunlukla proteinler yapmaktadır. Ağır metale maruz kalmış erişkin hayvanlarda, metalotiyoneinlerin en yüksek konsantrasyonları bu canlıların karaciğerlerinde bulunmaktadır (Karadede, 1997).

2.3.3. Ağır metallerin organizmadan atılması

Metaller balıkların vücudunda belirli dokularda depolanabileceği gibi vücut yüzeyi ve solungaçlar yoluyla veya boşaltım yoluyla atılabilir (Akgün, 2006).

Ağır metaller sulara ayrışamadıklarından veya zor ayrıştıklarından organizmaların dokularında büyük yoğunluklarda birikir. Emilmeyen ağır metaller boşaltım sırasında vücuttan atılır. Eğer boşaltım işlemi bunun için yeterli değilse toksik ağır metaller toksik olmayan bileşikler içinde biçim değiştirerek karaciğer ve böbrekte depolanır (Loumbourdis ve ark., 2007).

2.3.4. Ağır metallerin zararlı etkileri

Kadmiyum toprak ve suda birikerek sudaki organizmalara, oradan da besin zinciri ile balıklara ve insanlara geçmektedir. Gıdalarla yüksek düzeylerde kadmiyum alımına bağlı olarak akciğer hastalıkları, kardiovasküler sistemde ve iskelet sisteminde bozukluklar oluşur (Baş ve Demet, 1992). Kadmiyumun en önemli etkisi hipertansiyona neden olmasıdır (Vural H., 1993).

Civa, yer kabuğunun oluşumuna katılan temel elementlerden biridir. Su, toprak, hava ve canlılarda iz halde civaya rastlamak mümkündür. Normal şartlarda doğal çevre ile canlılar arasında dengeli bir civa sirkülasyonu vardır ve civa değerlerinde bir değişme olmadığı sürece organizma civa yükü de canlı için sakıncasız bir düzeyde kalır (Baş ve Demet, 1992). Metilciva formundaki civa merkezi sinir sistemini etkilemesi nedeniyle aşırı derecede toksiktir (Karadede, 2002).

Kurşun günümüzde boya, pil, seramik, porselen ve kauçuk sanayide, matbaacılıkta, oyuncak yapımında ve benzin katkı maddesi olarak kullanılmakla beraber neden olduğu kirliliğin büyük bölümü motorlu araçlardan kaynaklanmaktadır (Baş ve ark., 1992; Vural, 1993). Kurşun vücutta başlıca iskelet sisteminde birikir. Yoğun olarak bulunduğu diğer birikim yeri yumuşak dokudur. Yaşa bağlı olarak kemikteki birikimi artar. Absorbe olan kurşunun atılımı çok yavaştır ve hayat boyu birikir. En önemli biyokimyasal etkisi kansızlığa (anemiye) sebep olmasıdır. Kurşun erkek ve dişi bireylerde üremeyi etkilemektedir (Baş ve ark., 1992; Karadede, 1997). Hamile kadınlarda plesanta yoluyla bebek kanına geçer (Akgün, 2006). Kurşuna karşı en hassas bireyler çocuklardır (Akgün, 2006). Kurşun birikmesi genellikle çocuklarda yazın görülür. Bu mevsimde güneş ışığının bol oluşu sebebiyle vücutta D vitamini çoğalır. Bu vitaminin bağırsaklarda kurşunun emilimini artırıcı etki yaptığı sanılmaktadır (Sütbeyaz ve ark., 2008).

Arsenik yer kabuğunun doğal oluşumuna katılan elementlerdendir. Pestisit, herbisit ve akarisit formülasyonlarında, yağlı boya sanayinde, seramikçilik ve ağaç prezevatifi olarak ve sülfirik asit üretiminde kullanılmaktadır. İnsanlar tarafından yüksek dozda alınan arsenik (70-180 mg/kişi) öldürücü nitelikte olabilir (Baş ve Demet,1992). Arsenik bir dereceye kadar yumuşak dokularda birikir. Arsenaminler kemiklerde, tüm arsenik bileşikleri ise keratince zengin dokular olan saç ve tırnaklarda birikir. Arseniğe maruz kalınmasından 6 hafta sonra tırnaklarda Mee's çizgileri görülür. Tırnaklardaki bu beyaz bandın tırnak dibine olan uzaklığı ölçülerek arseniğe ne zaman maruz kalındığı belirlenebilir (Sütbeyaz ve ark., 2008). İnsanlarda gıdalarla alınan arseniğin deri kanseri ve angiosarkom, solunum yolu ile alınan arseniğin ise akciğer kanseri oluşumunda rol aldığı belirlenmiştir (Baş ve Demet,1992). Arsenik en çok deniz ürünlerinde bulunmaktadır. Yapılan çalışmalar gıda maddeleriyle alınan arseniğin büyük kısmının et, balık ve tavuktan kaynaklandığını göstermektedir (Vural, 1993).

3. MATERYAL VE YÖNTEMLER

3.1. Materyal

Bu çalışmada deney materyali olarak İzmir Balık Hali'nden temin edilen, açık deniz ve körfezden avlanmış kefal (*Mugil cephalus* L., 1758), sardalya (*Sardina pilchardus* W. 1792), çipura (*Sparus aurata* L., 1758) ve levrek (*Dicentrarchus labrax* L., 1758) balıkları kullanılmıştır. Sardalya ve kefal türlerinde açık deniz ve körfez balıkları, çipura ve levrek türlerinde ise açık deniz ve körfez balıklarının yanı sıra çiftlik balıkları da incelenmiştir. Alınan balık örnekleri soğuk koşullarda buz içinde laboratuvara getirilmiş, mikrobiyolojik analizleri hemen yapılmıştır. Ağır metal analizlerinin yapılacağı örnekler donmuş olarak derin dondurucuda tutulmuşlardır.

Halden temin edilen açık deniz balıkları Ege Denizi'nden, körfez balıkları İzmir Körfezi'nden, çiftlik balıkları ise iki ayrı çiftlikten elde edilmişlerdir.

3.2. Yöntemler

3.2.1. Mikrobiyolojik analizler

Soğuk muhafaza ile buzda depolanarak laboratuvara getirilen kefal, sardalya, levrek ve çipura balıklarından kılçıksız ve derisiz, fileto edilmiş 10 g et örneği aseptik koşullarda steril stomaker torbalarına alınarak üzerine % 0,1' lik peptonlu sudan 90 ml eklenip stomaker ile 60 saniye homojenize edilmiştir. Elde edilen 10^{-1} lik homojenizattan 10^{-2} lik dilüsyon serisi hazırlanmıştır.

3.2.1.1. Toplam aerobik mezofil ve psikrofil mikroorganizmaların sayımı

Toplam aerobik mezofil ve psikrofil bakteri sayımları ISO 4833 ve ISO 17410 standartlarına göre yapılmıştır. Her bir dilüsyondan 1 ml alınarak dökme plak yöntemi ile 44-46°C' ye kadar soğutulmuş Plate Count Agar besiyerine ekim yapılmış, besiyeri katılaştıktan sonra petri kutuları ters çevrilmiş ve mezofilik aerobik bakteri sayımı için 35-37°C' de 24-48 saat, toplam psikrofil aerob bakteri sayımı için 4°C' de 14 gün inkübe edilmiştir (Anonim, 2005).

3.2.1.2. Koliform mikroorganizmaların sayımı

Koliform bakteri sayımı ISO 4832 standardına uygun olarak yapılmıştır. Her bir dilüsyondan 1 ml alınarak dökme plak yöntemi ile 44-46⁰C' ye kadar soğutulmuş Violet Bile Red (VRB) Agar besiyerine ekim yapılmış, besiyeri katılaştıktan sonra petri kutuları ters çevrilerek 37⁰C' de 24 saat inkübe edilmiştir (Anonim, 2005).

Örneklerimizde toplam koliform mikroorganizmalar saptanmadığı için fekal koliform ve *Escherichia coli* analizleri yapılmamıştır.

3.2.1.3. *Staphylococcus aureus* tayini

Balık numunelerinde *Staphylococcus aureus* tayini ISO 6888 standardına göre gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan dilüsyonlardan Baird Parker Agar (BPA) yüzeyine yayma plak yöntemine göre ekim yapılmış, petriler 37 °C'de 24-48 saat inkübe edilmiştir (Anonim, 2005).

3.2.1.4. *Salmonella spp* tayini

Salmonella spp analizi ISO 6579-2002 standardına uygun olarak yapılmıştır. 25 gr örnek 225 ml peptonlu su ile aseptik koşullarda homojenize edilmiş, hazırlanan homojenizat 37⁰C' de 18 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyondan sonra Rappaport Vassiliadis Soy Broth (RVS) selektif zenginleştirme besiyerine ekim yapılmış; 10 ml RVS Broth' a ön zenginleştirme kültüründen 0,1 ml eklenip 42-43⁰C' de 24 saat inkübasyon gerçekleştirilmiştir. Paralel olarak 10 mL Muller Kauffmann Tetrathionate Novobiocin Broth (MKTTn)' a ön zenginleştirme kültüründen 1 mL eklenip 37 °C'de 24 saat inkübasyon yapılmıştır. İnkübasyondan sonra her iki selektif zenginleştirme kültüründen bir öze dolusu alınarak; içerisinde Xylose-Lysine-Desoxycholate Agar (XLD-Agar) bulunan petrilere çizim yöntemi ile ekim yapılmıştır. Petriler 37 °C'de 24 saat inkübe edilmişlerdir (Anonim, 2005).

3.2.2. Ağır metal analizleri

3.2.2.1. Balık örneklerinin yakılması

Hassas terazi yardımıyla bütün numunelerden yaklaşık 0,5 g alınarak her biri mikrodalga tüplerine yerleştirilmiştir. Her bir tüpün üzerine önce 5 ml derişik nitrik asit (HNO_3), daha sonra 2 ml hidrojen peroksit (H_2O_2) eklenmiştir. 20 dakika çeker ocakta bekletilen tüpler süre sonunda kapakları kapatılarak mikrodalga yakma ünitesinin döner tablasına yerleştirilmiş ve yakma işlemine maruz bırakılmıştır. Balık numunelerinin yakılması için Berghof MWS-3 model mikrodalga yakma ünitesi kullanılmıştır. Örnekler 40 psi basınçta, 200°C sıcaklıkta, 40 dakika boyunca yakılmıştır. Yakma işleminin sonunda yakma ünitesinden çıkarılan tüpler yirmi dakika çeker ocakta bekletilip soğutulduktan sonra içerikleri dereceli plastik tüplere boşaltılmıştır.

3.2.2.2. Mikrodalga yakma sistemi

Mikrodalga enerji spektrumunda IR ve radyo dalgaları arasında kalan bölgedir. Dalga boyu 1mm-1 m olan bu enerji klasik ısıtma tekniklerindeki gibi bir kütleyi dıştan içe doğru tabaka tabaka ısıtmak yerine tüm kütlenin aynı anda ısınmasını sağlar. Böylelikle mikrodalga yakma sistemleri, hedef kütledeki molekülleri aynı anda etkileyerek klasik tekniklerin konveksiyon ısıtmasına göre çok daha kısa bir sürede işlemi tamamlamakta aynı zamanda kullanılan asit tüketimini azaltarak ve metal kaybını önleyerek çok büyük avantajlar sağlamaktadır (Karadede, 1997).

Dereceli plastik tüplerin içerisindeki numuneler Pb, Cd ve Hg ölçümü için saf su ile 10 ml' ye tamamlanmış; As ölçümü için ise üzerlerine 3 ml hidroklorik asit (HCl) ve 1 ml potasyum iyodür (KI) eklenerek saf su ile 20 ml' ye tamamlanmıştır. Hg ölçümü için numunelerin üzerine atomik absorpsiyon spektrofotometresinde ölçüm yapmadan önce 1 damla potasyum permanganat (KMnO_4) eklenmiştir.

3.2.2.3. Kalibrasyon eğrisinin hazırlanması

Pb için; 1 ppm'lik standart çalışma çözeltisinden 10 ml'lik beş ayrı tüpe sırasıyla 50 μl , 200 μl , 500 μl , 700 μl ve 1000 μl konulup % 2' lik HNO_3 ile 10 ml' ye tamamlanmıştır. Sonuç olarak 5 ppb, 20 ppb, 50 ppb, 70 ppb ve 100 ppb olmak üzere beş farklı konsantrasyonda Pb çözeltileri elde edilmiştir.

Cd için; 0,1 ppm'lik standart çalışma çözeltisinden 10 ml'lik beş ayrı tüpe sırasıyla 100 µl, 300 µl, 500 µl, 700 µl ve 1000 µl konulup % 2' lik HNO₃ ile 10 ml' ye tamamlanmıştır. Sonuç olarak 1 ppb, 3 ppb, 5 ppb, 7 ppb ve 10 ppb olmak üzere beş farklı konsantrasyonda Cd çözeltileri elde edilmiştir.

Hg için; 0,1 ppm'lik standart çalışma çözeltisinden 10 ml'lik beş ayrı tüpe sırasıyla 100 µl, 300 µl, 500 µl, 700 µl ve 1000 µl konulup % 3' lük HCl ile 10 ml' ye tamamlanmıştır. Sonuç olarak 1 ppb, 3 ppb, 5 ppb, 7 ppb ve 10 ppb olmak üzere beş farklı konsantrasyonda Hg çözeltileri elde edilmiştir. Elde edilen çözeltilerin üzerine 1 damla KMnO₄ damlatılır.

As için; 1 ppm'lik standart çalışma çözeltisinden 20 ml'lik beş ayrı tüpe sırasıyla 100 µl, 200 µl, 400 µl, 600 µl ve 800 µl konulup 3 ml HCl, 1 ml KI ve saf su ile 20 ml' ye tamamlanmıştır. Sonuç olarak 5 ppb, 10 ppb, 20 ppb, 30 ppb ve 40 ppb olmak üzere beş farklı konsantrasyonda As çözeltileri elde edilmiştir.

Hazırlanan standart çözeltiler atomik absorpsiyon spektrofotometresinin otosampler'ına yerleştirilmiştir. Cihazda yapılan okuma ile her bir konsantrasyona karşı elde edilen absorbans değeri okunmuş ve kalibrasyon eğrisi cihaz tarafından oluşturulmuştur.

3.2.2.4. Analiz

Ağır metal analizleri İzmir'de, Edge Gıda Yem Çevre Sağlığı Analiz ve Laboratuvar Hizmetleri Araştırma Geliştirme ve Danışmanlık Hizmetleri San. ve Tic. Ltd. Şirketi işbirliği ile yapılmış, analizler Aybak Natura Analiz Laboratuvar Hizmetleri San ve Tic. Ltd. Şirketi laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

Cihaza verilen numuneler Pb için 220.353 nm, Cd için 228.802 nm, Hg için 253.652 nm ve As için 193.696 nm dalga boylarında okunmuştur. Pb ve Cd ölçümlerinde atomik absorpsiyon spektrofotometresine nebulizer, As ve Hg ölçümlerinde cihaza hidrür sistem bağlanmıştır. Hidrür sistem için 1 g sodyumborohidrür (NaBH₄), 2 katı sodyumhidroksit (NaOH) saf su ile 500 ml' ye tamamlanarak çözündürülüp sisteme bağlanmıştır. Analizlerimizde Perkin Elmer ICP-OES Optima 2100 DV model atomik absorpsiyon spektrofotometresi kullanılmıştır.

3.2.2.5. Hesaplama

Kalibrasyon eğrisi kullanılarak analiz edilen numunelerin Pb, Cd, Hg ve As miktarları hesaplanmıştır.

Analiz miktarı (ppm) = $KD \times SF / 1000 \times M$

KD = ICP 'de okunan konsantrasyon miktarı ($\mu\text{g} / \text{L}$)

SF = Seyreltme faktörü

M= Tartılan örnek miktarı (g)

3.2.2.6 Atomik absorpsiyon spektrofotometresi

Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi gaz haldeki nötral atomlar tarafından ultraviyole ve görünür bölge ışınlarının absorpsiyonuyla ilgilidir. Atom halindeki elementlerin gaz fazından görünür ya da ultraviyole ışınlar geçirilirse, bu ışınlar atomlar tarafından soğurulur. Bu soğuma atomların en dıştaki elektronlarının uyarılması sonucunda oluşur. Elektronlar alt düzeylerden uyarılmış düzeylere geçerler. Çözeltilerde iyon ya da moleküllerin karşılıklı etkileşimleri nedeniyle soğurma bantları geniştir. Gaz halindeki atomların ise karşılıklı etkileşimleri yok sayıldığından soğurma bantları dardır (Hışıl, 2004).

Atomik absorpsiyon spektrofotometresinde tayin edilecek element; elemental duruma indirgenmiş, buhar fazında ve ışın kaynağından gelen ışına maruz bırakılmış olmalıdır. Bu işlem, örneğin ince bir borudan (kapiler) çekilip sis halinde alev içerisine püskürtülmesiyle gerçekleştirilir. Buhar fazında uyarılmış bir atomun yayabildiği dalga uzunlukları yine aynı sıcaklık derecesinde soğurulur. Bu ilkeye dayanarak atomik absorpsiyon spektrofotometresinde alev veya buhar faz içerisine oyuk katot lambaları ile metal atomunun emisyon taryfına uyan dalga uzunluğunda, bir ışın demeti gönderilir. Yani alevdeki atomlar, lamba katodunun yapıldığı elementten çıkan ışınları soğururlar (Hışıl, 2004).

Atomik soğurma çizgilerinin çok dar ve bu enerjinin her element için farklı olması, kalitatif ve kantitatif analiz için istenen bir özelliktir. Öte yandan eğer ölçüm sistemimiz bu dar çizgileri ayırabilirse bir anlam taşır. Oysa ki hiçbir monokromatör kesiksiz bir ışınımı bu kalınlıkta (0,02-0,05 Å) bantlara ayıramaz. Bu sorunun çözümü oyuk katot lambaları denilen emisyon lambaları ile çözümlenmiştir. Bu lambalar ışın kaynağı olarak kullanılırsa, katodun yapıldığı elementin adını taşıyan ve alev ortamında bulunan atomlar bu lambadan çıkan ışınları kolaylıkla soğururlar (Hışıl, 2004).

3.2.3. Genel bileşim analizleri

3.2.3.1. Nem tayini

Nem analizi için kullanılacak olan petri kapları 105 °C' deki etüvde 1 saat kurutulduktan sonra desikatörde 30 dakika kadar soğutulmuş ve boş daraları alınmıştır. Sabit tartıma getirilen petrilere 5' er gram örnek konularak tartımları yapıldıktan sonra 105°C' deki etüvde 3-4 saat bekletilmişler, sonra yeniden tartılarak sonuçlar aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Kaya, 2009).

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

3.2.3.2. Kül tayini

Kül analizi için 1 saat süre ile fırında yakılan porselen krozeler, desikatörde soğutulduktan sonra daraları alınmıştır. Krozelerin her birine 2' şer gram örnek tartılıp, kül fırınında 550 °C'de 3-4 saat yakılarak kül rengine dönüşmesi sağlanmış daha sonra desikatörde soğutulularak tartımları yapılmıştır (Kaya, 2009).

$$\% \text{ Kül miktarı} = (\text{Son tartım} - \text{İlk tartım}) (\text{g}) \times 100 / \text{Örnek ağırlığı} (\text{g})$$

3.2.3.3. Yağ tayini

Yağ analizi için örneklerden 10' ar g alınıp özel asbest kartuşlar içine bırakılmış ve kartuşların ağzı temiz bir pamukla tıkandıktan sonra Soxhlet silindirlerine konulmuştur. Sonra silindirlerin alt ucuna, 105 °C' deki etüvde bekletilip desikatörde soğutulduktan sonra daraları alınmış Soxhlet balonları takılmıştır. Silindirin kapasitesinin en az bir buçuk katı hegzan konduktan sonra silindirler soğutucuya bağlanıp, balonlarda ısıtıcı düzen üzerine yerleştirilmiştir. Isıtıcılar çalıştırılarak ekstraksiyona başlanmıştır. Ekstraksiyon sona erince balonlar 105 °C' ye duyarlı etüvde 1 saat kurutulup desikatörde soğutulduktan sonra 0,001 g duyarlı terazide tartılmışlardır. Elde edilen değerler yardımıyla yağ madde üzerinden % yağ miktarı hesaplanmıştır (Karaton, 2008).

$$\% \text{ Yağ miktarı} = (\text{Son tartım} - \text{İlk tartım}) (\text{g}) \times 100 / \text{Örnek ağırlığı} (\text{g})$$

3.2.3.4. Protein tayini

Protein analizinde kullanılmak üzere homojenize edilmiş balık örneklerinden yaklaşık 1'er g örnek, hassas terazide tartılarak Kjeldahl tüplerine konulmuş, bunun üzerine 1 adet katalizör tablet ($K_2SO_4+Cu_2SO_4$) ve 15 ml derişik H_2SO_4 eklenerek, Kjeldahl yaş yakma ünitesine yerleştirilmiştir. Tüplerin içindeki örnekler yeşil saydam renk oluşuncaya kadar $420^\circ C$ ' de yaş yakma işlemine devam edilmiştir. Yakma işleminin ardından tüpler oda sıcaklığında soğumaya bırakılmış, soğuyan tüplere 25 ml saf su ve 50 ml % 35'lik NaOH ilave edilerek distilasyon ünitesine yerleştirilmiştir. 25 ml % 4'lük borik asit içeren ve distilasyon ünitesinin çıkışına yerleştirilen dereceli bir erlen içinde destilat toplanmıştır. Erlen içerisindeki toplam hacim 150 ml oluncaya kadar distilasyon işlemine devam edilmiş, işlem tamamlandığında elde edilen destilata 10 damla belirteç çözeltisi (metil kırmızısı + bromokresol yeşili) damlatılarak destilatın rengi, yeşil renkten mor-kırmızı renk oluşuncaya kadar 0,2 M HCl ile titre edilmiştir. % protein miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Kaya, 2009).

$$\% \text{ Azot (\% N)} = (0,014 \times (V_1 - V_0) \times N \times 100) / M$$

$$\% \text{ Ham Protein} = \% \text{ N} \times 6,25$$

$$V_1 = \text{Titrasyonda harcanan } 0,2 \text{ M HCl hacmi (ml)}$$

$$V_0 = \text{Kör deneme titrasyonunda harcanan } 0,2 \text{ M HCl hacmi (ml)}$$

$$N = \text{Kullanılan HCl'nin normalitesi}$$

$$M = \text{Kullanılan örnek miktarını (g)}$$

$$0,014 = \text{Azotun miliekivalent ağırlığı}$$

$$6,25 = \%16 \text{ azot içeren proteine sahip gıdalar için protein katsayısı}$$

3.2.3.5. pH tayini

Balık etinde pH değeri pH metre ile ölçülmüştür. Homojenize edilmiş balık örnekleri 1:10 oranında örnek saf su ile sulandırılmış, çözeltilerin pH'sı elektrot daldırılarak oda sıcaklığında ölçülmüştür (Kaya, 2009).

3.3. Değerlendirme Yöntemleri

Çalışmamızda elde edilen verilerin istatistiksel yönden değerlendirilmesinde SAS (Statistical Analysis System) istatistik paket programı kullanılarak varyans analiz testi ve duncan yöntemi uygulanmıştır (SAS, 2001). Sonuçlar $\alpha=0,05$ ve $\alpha=0,01$ aralığında analiz edilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Örneklerde Mikrobiyoloji Analizi Sonuçları

Açık deniz ve körfezden avlanan kefal, sardalya, levrek ve çipura balıkları ile iki farklı çiftlikten avlanan levrek ve çipura balıklarında yaptığımız mikrobiyolojik analizlerin sonuçları Çizelge 4.1.1.'de belirtilmiştir.

Çizelge 4.1.1.: İzmir Balık Hali'nde Satılan Bazı Balık Türlerinin Mikrobiyolojik Analizleri Sonucu Elde Edilen Bulgular (Ortalama \log_{10} kob/g \pm SS*)

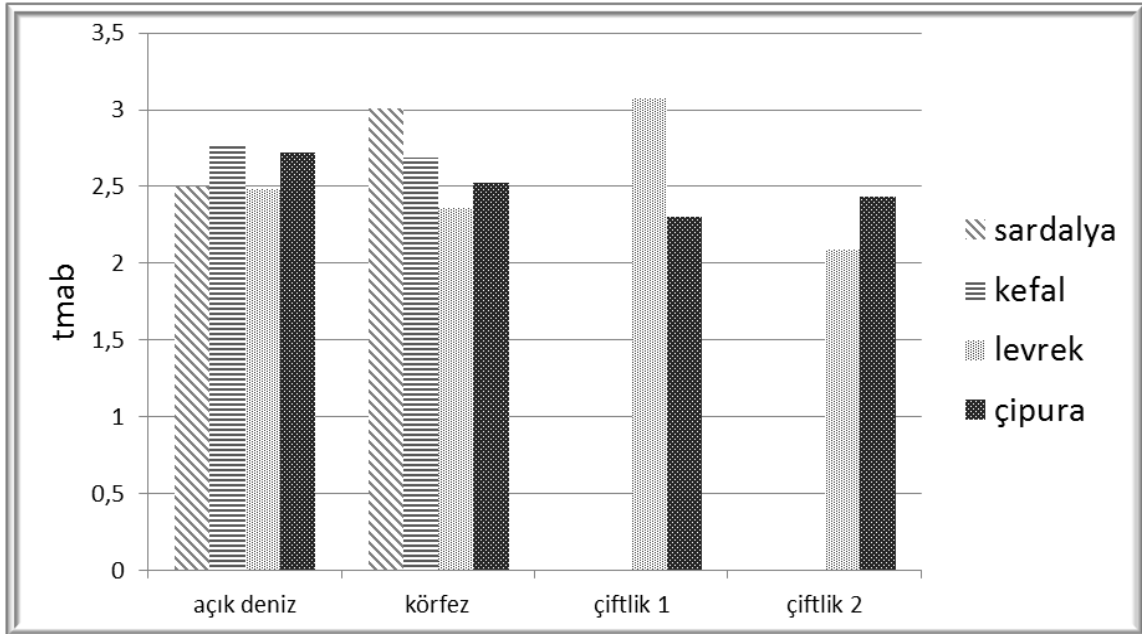
Analiz	Balık türü	Açık deniz	Körfez	Çiftlik 1	Çiftlik 2
Toplam mezofil aerob bakteri sayısı (log kob/g)	Kefal	2,77 \pm 0,66	2,69 \pm 0,30	-	-
	Sardalya	2,50 \pm 0,28	3,01 \pm 0,86	-	-
	Levrek	2,48 \pm 0,25	2,36 \pm 0,02	3,07 \pm 0,32	2,09 \pm 0,12
	Çipura	2,72 \pm 1,02	2,52 \pm 0,11	2,30 \pm 0,00	2,43 \pm 0,61
Toplam psikrofil aerob bakteri sayısı (log kob/g)	Kefal	T.E	T.E	-	-
	Sardalya	T.E	T.E	-	-
	Levrek	T.E	T.E	T.E	T.E
	Çipura	T.E	T.E	T.E	T.E
Koliform	Kefal	T.E	T.E	-	-
	Sardalya	T.E	T.E	-	-
	Levrek	T.E	T.E	T.E	T.E
	Çipura	T.E	T.E	T.E	T.E
Salmonella	Kefal	T.E	T.E	-	-
	Sardalya	T.E	T.E	-	-
	Levrek	T.E	T.E	T.E	T.E
	Çipura	T.E	T.E	T.E	T.E
Staphylococcus aureus	Kefal	T.E	T.E	-	-
	Sardalya	T.E	T.E	-	-
	Levrek	T.E	T.E	T.E	T.E
	Çipura	T.E	T.E	T.E	T.E

SS*: Standart sapma T.E: Tespit edilmedi

4.1.1. Toplam mezofilik aerobik bakteri

Toplam mezofilik aerobik bakteri yükü $2,77 \pm 0,66$ log kob/g olarak açık deniz kefalinde, $2,69 \pm 0,30$ log kob/g olarak körfez kefalinde tespit edilmiştir. Açık deniz levreğinde $2,48 \pm 0,25$ log kob/g olarak tespit edilen toplam mezofilik aerob bakteri yükü, körfez levreğinde $2,36 \pm 0,02$ log kob/g; açık deniz çipurasında $2,72 \pm 1,02$ log kob/g, körfez çipurasında ise $2,52 \pm 0,11$ log kob/g olarak belirlenmiştir. Körfez sardalyasında toplam mezofilik aerobik bakteri yükü $3,01 \pm 0,86$ log kob/g olarak saptanmış olup, açık denizden avlanan sardalyalarda bu değer $2,50 \pm 0,28$ log kob/g olarak tespit edilmiştir. Açık denizden avlanan kefal, levrek ve çipura balıklarının körfezden avlanana göre daha yüksek sayıda toplam mezofilik aerobik bakteri içermesi balıkların sahile gelinceye kadar uzun süre soğutulmaksızın bekletilmesi veya balıkların avlandıktan sonra hale gelinceye kadar daha uzun süre geçmesi nedeniyle olabilir.

Toplam mezofilik aerobik bakteri yükü birinci ve ikinci çiftlik levreklerinde sırasıyla $3,07 \pm 0,32$ log kob/g; $2,09 \pm 0,12$ log kob/g olarak birinci ve ikinci çiftlik çipuralarında ise sırasıyla $2,30 \pm 0,00$ log kob/g; $2,43 \pm 0,61$ log kob/g olarak belirlenmiştir. Çiftlik balıkları açık deniz ve körfezden avlanan balıklara göre genel olarak daha düşük sayıda toplam mezofilik aerobik bakteri içermektedir. Bu durum bu balıkların temiz bir ortamda üretilerek yoğun bir kontaminasyona maruz kalmadığını ve havuzdan alındıktan hemen sonra buzlu olarak hale taşındığını göstermektedir.



Şekil 4.1.1.1. : Balık Türlerinin Avlanma Yerlerine Göre Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri (TMAB) Yükü

Analizi yapılan balık türlerindeki toplam mezofilik aerobik bakteri yükü üzerine balık türlerinin ve avlanma yerlerinin etkisi incelendiğinde her ikisinde $p=0,05$ ve $p=0,01$ düzeylerinde etkili olmadığı görülmüştür (Çizelge Ek 1.1.).

Taze balık, yumuşakça ve kabuklular için toplam mezofilik aerobik bakteri yükü sınır değeri 10^6 sayı/g (6,00 log kob/g) 'dır (Üçok, 2003). İzmir Balık Hali'nden temin edilen balık örneklerinde tespit edilen toplam mezofilik aerobik bakteri yükü ise genel olarak 3,00 log kob/g' ın altındadır. Bu durumda analizi yapılan balıklar için toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları bakımından güvenilir ve kaliteli balıklardır denilebilir.

Balık ve su ürünlerindeki toplam bakteri seviyesi çoğunlukla 10^4 - 10^5 /g arasında olmasına rağmen 10^6 - 10^8 /g mikroorganizma bulunan deniz ürünleri de mevcuttur (Kaya, 2009). Uluslararası Mikrobiyolojik Standartlar Komisyonu (ICMSF) standartlarına göre balıklarda en fazla olması gereken toplam aerobik bakteri sayısı 10^6 - 10^7 adet/g (6 log kob/g- 7 log kob/g)' dir (Erdoğan ve Bülbül, 2006). Bu çalışmada incelenen balık türlerinde saptanan toplam mezofilik aerobik bakteri sayısına ilişkin elde edilen bulgular 10^4 - 10^5 /g (4 log kob/g-5 log kob/g) değerlerinin altında olup, örnek balıklar güvenle tüketilebilecek ürün sınıfında yer almaktadır.

Kılınç (1998) tarafından İzmir'in Urla ilçesindeki balıkçılardan temin edilen sardalya balıklarında toplam canlı sayısı 6×10^6 /g (6,8 log kob/g) olarak belirlenmiştir. Kılınç (2003) dondurulmuş sardalyalarda toplam canlı sayısını $4,5 \times 10^4$ kob/g (4,65 log kob/g) olarak tespit etmiştir. Bu sayım, bu çalışmada analizi yapılan sardalyalarda elde edilen sonuçlardan daha yüksek düzeydedir. Kültür levreği ve kültür çipurasında ham materyalde toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı çipurada 3,68 log kob/g, levrekte 3,54 log kob/g olarak tespit edilmiştir (Kaya, 2009). Bu sonuçlar ile bu çalışmadaki çiftlik çipura ve çiftlik levreklerinde elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında, İzmir Balık Hali'nden temin edilen balık örnekleri toplam mezofilik aerobik bakteri yükünü daha az içermektedir. Akar (2009) tarafından İzmir İç Körfez' de kara midyelerde toplam bakteri sayısı en yüksek $6,0 \times 10^6$ kob/100 g (6,8 log kob/100 g) olarak tespit edilmiştir. İzmir Balık Hali'nden temin edilen İzmir Körfezi'nden avlanmış balık türlerinde tespit edilen toplam canlı sayıları Akar (2009) tarafından yapılan çalışmadan daha düşük düzeydedir. Balık örneklerinin hazırlanması sırasında balıkların yıkanarak kaba kirlere uzaklaştırılması mikrobiyal yükte azalma meydana getirmiş olabilir.

İstanbul Balık Hali'ndeki balıklarda yapılan kapsamlı çalışmada en yüksek toplam mezofilik aerobik bakteri yükü 5,06 log kob/g olarak, en düşük toplam mezofilik aerobik bakteri yükü ise 2,69 log kob/g olarak tespit edilmiştir. En yüksek toplam mezofilik aerobik bakteri yükü 6,33 log kob/g olarak ayıklanmış midyede saptanmıştır (Üçok, 2003). Bu sonuçlar İzmir Balık Hali'nden temin edilmiş balık örneklerinde tespit edilen sonuçlardan daha yüksek miktarlardadır. Bu durum İstanbul Balık Hali'nin daha büyük ve kontrolünün daha zor olması, avlanma ve taşıma sırasında gerçekleştirilen uygulamalardaki etkinlikten kaynaklanabilir.

Üçok (2003) eylül ayında avlanan balıklardaki bakteriyel yükün hava sıcaklığının yüksek olmasına bağlı olarak daha yüksek olduğunu belirlemiştir. Akar (2009) kara toplam bakteri sayısının yaz mevsiminde diğer mevsimlerden belirgin bir farkla yüksek olduğunu belirlemiştir. Benzer şekilde Ataşoğlu (2007) Sinop piyasasında satılan mezzit balıklarında toplam aerobik mezofil mikroorganizma sayısının su sıcaklığının ve ortam sıcaklığının nispeten daha az olduğu kış ve ilkbahar aylarında daha düşük olduğunu saptamıştır. Taze tüketime sunulan bazı balık ürünlerinde ortam sıcaklığı ve deniz suyu sıcaklığı toplam mezofil bakteri sayısı ve fekal koliform sayısı üzerinde etkilidir (Genç, 2006). Sıcaklık arttıkça mikroorganizma sayısı artmaktadır. Bu nedenle balıkların avlanmalarından hale getirilmelerine kadar soğuk zincirin korunması önemli olup, balık halinin ortam sıcaklığı da bir o kadar önemlidir. İzmir Balık Hali'nden temin edilen balıklar ile gerçekleştirilen bu çalışmada, balık örneklerinin halden laboratuvardaki analiz yapılma anına kadar olan süreç içerisinde soğuk zincirini koruyarak içerdikleri mikroorganizmaların sayılarının aşırı artmasının önüne geçilmiştir.

Soğutmada kullanılan buzun kalitesi de ortam sıcaklığı kadar önemlidir. Buz yapımında içilecek kalitedeki su veya temiz deniz suyu tercih edilmelidir. Aksi halde buz balığı kontamine etmekte ve ürünün bakteriyolojik yükü artmaktadır (Üçok, 2003). İzmir Balık Hali'nde su ürünleri buz içerisinde satışa sunulmakta ve kullanılan buzun periyodik olarak analizi yapılmaktadır.

4.1.2. Psikrofil bakteri

Bu çalışmada açık deniz, körfez ve çiftliklerden avlanan kefal, sardalya, levrek ve çipura balıklarında psikrofil bakteri tespit edilmemiştir.

Bu çalışma ile aynı balık türleriyle yapılan çalışmalardan Kılınç (2003) tarafından dondurulmuş sardalyalarda yapılan analizlerde psikrofil bakteri sayısı $7,6 \times 10^4$ kob/g (4,88 log kob/g) olarak; Özeren (2004) tarafından kefal balıklarında yapılan analizlerde depolamanın ilk günü toplam psikrofilik bakteri sayısı 4,51 log kob/g olarak; Kaya (2009) tarafından kültür çipurası ve kültür levreğinde yapılan analizlerde toplam psikrofil bakteri sayısı sırasıyla 3,54 log kob/g ve 3,58 log kob/g olarak tespit edilmiştir. İzmir Balık Hali'nden temin edilen balık örnekleri

ile gerçekleştirilen bu çalışmada balık örneklerinin yıkandıktan sonra derisinden ayrılarak fileto yapılması örneklerin yüzeyindeki psikrofil bakterileri uzaklaştırmış olabilir.

4.1.3. Koliform bakteri

Bu çalışmada kullanılan balık numunelerinin hiçbirinde koliform bakteri dolayısıyla fekal koliform ve *Escherichia coli* tespit edilmemiştir.

İzmir'in Urla ilçesindeki balıkçılardan temin edilen sardalya balıklarında koliform bakteri sayısı 450-1100/g olarak tespit edilmiştir (Kılınç, 1998). Bostanlı İskele, Pasaport İskele, Üçkuyular İskele ve Yenikale istasyonları olmak üzere İzmir İç Körfez' de Akar (2009) tarafından tespit edilen fekal koliform bakteri sayısı deniz suyunda en yüksek $7,0 \times 10^2$ kob/100 ml, kara midyelerde en yüksek $3,5 \times 10^4$ EMS/100 ' dir. Sonuçlara göre kara midye örneklerinde *Escherichia coli* tespit edilmiştir. Araştırma sonucuna göre kanalizasyon arıtma çalışmalarıyla deniz suyu kalitesinin kabul edilebilir düzeyde olduğunu ancak saptanan değerlerin sınırları geçme tehlikesiyle karşı karşıya olduğu belirtilmiştir. İzmir Körfezi'nde İnciraltı istasyonundan toplanan midyelerde fekal koliform ve *Escherichia coli* düzeyi 9 adet/g bulunmuş; Urla istasyonunda bu mikroorganizmalardan hiçbirine rastlanmamış olup sonuçların sağlık açısından risk taşımadığı gözlenmiştir. (Esen, 2006).

İzmir Körfezi kirliliğinin önlenmesi ve iyileştirilmesi amacıyla başlatılmış olan arıtma çalışmasının sonuçlarına göre iç körfezde 2004, 2005 ve 2007 yıllarında izlenen fekal koliform yoğunlukları Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'nde belirtilen standart değerlerin altında bulunmuş olup, fekal kirliliğin önemli oranda ortadan kalktığı ve orta körfezde fekal kirliliğin söz konusu olmadığı belirlenmiş, dış körfezde ise fekal kirlilik saptanmamıştır (Anonim, 2007).

İstanbul Balık Hali'nde balık örneklerinde toplam koliform bakteri sayısı en yüksek 4,04 log EMS/g; fekal koliform bakteri sayısı en yüksek 2,38 log EMS/g olarak tespit edilmiş olup halde satış sırasında buzlama yapılmasının uygun olacağı belirlenmiştir (Üçok, 2003). Bu çalışmada balık örneklerinde koliform mikroorganizma tespit edilmemiş; bu durum balık örneklerinin kontaminasyona uğramamış olması, buzlama yapılması, ortam sıcaklığının satış için uygun olması ve balık örneklerinin hazırlanması sırasında derisinin ayrılıp kaba kirlilerden uzaklaştırılması ile ilişkilendirilmiştir.

Su ürünlerinde fekal koliform tipi mikroorganizmaların bulunması balığın avlandığı suyun, soğutmada kullanılan deniz suyunun ya da buzun dışkı, kanalizasyon gibi bulaşmalara uğradığını gösterir (Üçok, 2003).

Kahramanmaraş halinden satın alınan balıklarda; koliform bakteri, *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus* yüksek düzeyde bulunmuş, bu durum balıkların avlanma sahasından, tüketiciye sunulmasına kadarki süreçte bulaşma olduğunu göstermiştir. Kahramanmaraş balık halinde satışa sunulmak üzere getirilen balıkların altlarına bir örtü açılmadan ayakkabılarla basılan zemin üzerine boşaltılmakta olduğu; terazi, balık temizlemede kullanılan bıçak, tahta, fırça, tezgah ve personel önlüğünün kirli olduğu; personelin maske ve eldiven kullanmadığı, personelin kullandığı tuvaletin uyulması gereken hijyen ve sanitasyon kurallarına uymadığı ve balık halinin doğal balık kokusu dışında hoş olmayan bir koku içinde olduğu üzerinde durulmuştur. (Erdoğrul ve Bülbül, 2006).

Fekal koliform bakterilerle bulaşma, deniz suyu ve avlama sonrasında kullanılan buzun kalitesi, çalışanların kişisel hijyenlerine dikkat etmemeleri, taşıma ve satış süresince yapılan yanlış uygulamalar gibi dış ortam şartlarına bağlı olarak gelişmektedir. Bu çalışmada balık örneklerinde fekal koliform tespit edilmemesi; körfez, açık deniz ve çiftlikten avlanan balık türlerimizin kontaminasyona uğramadığını; çalışanlardan, buzdan, satış öncesi ve sonrası koşullardan kontaminasyon meydana gelmediğini göstermektedir.

4.1.4. *Salmonella spp* varlığı

Bu çalışmada açık deniz, körfez ve çiftliklerden avlanan kefal, sardalya, levrek ve çipura balıklarında *Salmonella spp* tespit edilmemiştir.

Gıdalarda çok düşük düzeyde bile *Salmonella spp* bulunması riskli kabul edilir. Dolayısıyla gıdalarda, içme ve kullanma sularında *Salmonella spp* bulunmasına izin verilmez (Ataşoğlu, 2007). Sucul ortamların doğal florasının bir parçası olmayıp, hatalı hijyen uygulamalarından dolayı su ürünlerinde bulunmakta olan *Salmonella spp*' nin, bu çalışmada izole edilmemesinden dolayı balıkların *Salmonella spp* açısından sağlık riski oluşturmadığı söylenebilir. Ancak araştırma balığın yenilebilen kısımları ile gerçekleştirildiğinden, balıklar doğrudan bir sağlık riski taşımamakla birlikte mide, bağırsak, solungaç gibi organlarda *Salmonella* bulunması durumunda primer ve sekonder kontaminasyon oluşması, bu durumda da balıklarda bozulma ve gıda kaynaklı zehirlenmelerin meydana gelmesi söz konusu olabilir.

Esen (2006)' in de, İzmir Körfezi'nde İnciraltı ve Urla istasyonlarından toplanan midyelerde *Salmonella spp* tespit etmemiş olması körfez kirliliğinin önemli ölçüde ortadan kalktığını işaret etmektedir.

4.1.5. *Staphylococcus aureus* varlığı

Bu çalışmada açık deniz, körfez ve çiftliklerden avlanan kefal, sardalya, levrek ve çipura balıklarında *Staphylococcus aureus* tespit edilmemiştir.

Stafilokoklar balığın normal florasına ait olmayıp doğada yaygın olarak bulduklarından gıdalarda ve ekipmanlarda bu bakteri ya da enteretoksinleri ile karşılaşılması zayıf sanitasyon göstergesidir. Bu çalışmada balık örneklerinde stafilokok mikroorganizma tespit edilmemesi; körfez, açık deniz ve çiftlikten avlanan balık örneklerinin çalışanların ya da ekipmanların kontaminasyonuna uğramadığını veya balık örneklerinin hazırlanması sırasında yıkanıp derisinden ayrılan balıkların kaba kirlere uzaklaştırılması ile yüzeysel kontaminasyonun engellenmiş olabileceğini göstermektedir.

Çiftlik balıkları için kullanılan yemlerin sıklıkla kontrol ve analiz edilmesi gereklidir. Erzurum yöresinde altı farklı gökkuşuğu alabalığı işletmesinde alabalık derilerinde ve yem örneklerinde fekal kontaminasyon önemli düzeylerde tespit edilmiş, bu işletmelerde hijyenik ve teknolojik kurallara uyulması, içme sularının sıklıkla kontrol edilmesi ve yemlerin mikrobiyolojik analizlerinin yapılması gerekliliği üzerinde durulmuştur (Çarbaş ve ark., 2008).

4.2. Balıklarda Ağır Metal Düzeyleri

Açık deniz, körfez ve çiftlikten avlanan kefal, sardalya, levrek ve çipura balıklarında yapılan ağır metal analizlerinin sonuçları Çizelge 4.2.1. 'de verilmektedir.

Çizelge 4.2.1. : İzmir Balık Hali'nde Satılan Bazı Balık Türlerinin Ağır Metallere İlişkin Analiz Bulguları ($\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık)

Avlanma Yeri	Balık türü	Pb	Cd	Hg	As
Açık Deniz	Kefal	T.E	0,03±0,02	0,04±0,03	T.E
	Sardalya	0,14±0,07	0,06±0,02	0,065±0,007	T.E
	Levrek	T.E	T.E	0,32±0,08	T.E
	Çipura	0,10±0,07	T.E	0,09±0,09	T.E
Körfez	Kefal	T.E	T.E	0,02±0,00	T.E
	Sardalya	T.E	0,03±0,007	0,045±0,007	T.E
	Levrek	T.E	T.E	0,145±0,08	T.E
	Çipura	T.E	0,06±0,03	0,065±0,06	T.E
Çiftlik 1	Levrek	0,11±0,014	T.E	0,035±0,007	T.E
	Çipura	0,15±0,14	0,04±0,03	0,47±0,6	T.E
Çiftlik 2	Levrek	T.E	T.E	0,055±0,007	T.E
	Çipura	0,12±0,08	T.E	0,03±0,01	T.E

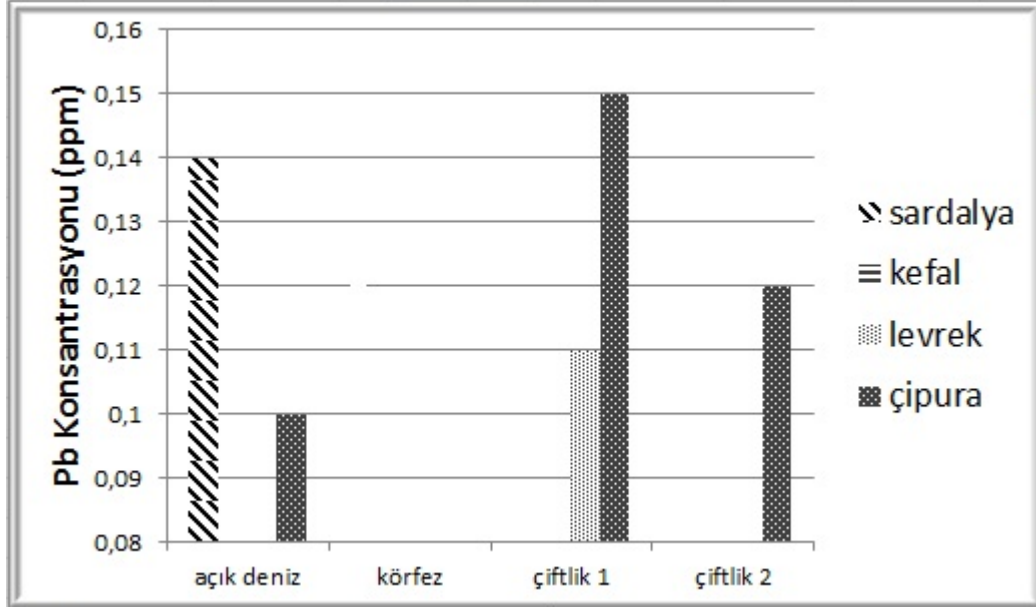
T.E: Tespit edilmedi (Ölçümler Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresinin duyarlılığının altındadır.)

Teşhis Limiti (LOQ): Pb için 0.08 ppm, Cd için 0.02 ppm; Hg için 0.02 ppm ve As için 0.1 ppm' dir.

4.2.1. Kurşun (Pb) düzeyleri:

Açık denizden avlanan balıklarda yapılan Pb ölçümlerinde en yüksek Pb değeri $0,14\pm 0,07 \mu\text{g/g}$ (yaş ağırlık) olarak sardalyada tespit edilmiştir. Pb konsantrasyonu açık deniz balıklarından çipurada $0,1\pm 0,07 \mu\text{g/g}$ (yaş ağırlık) olarak tespit edilmiş olup kefal ve levrekte Pb konsantrasyonu spektrofotometrede ölçüm duyarlılığının altında kaldığından tespit edilmemiştir ($<0,08 \mu\text{g/g}$). Körfezden avlanan kefal, sardalya, çipura ve levrek balıklarında Pb konsantrasyonu atomik absorpsiyon spektrofotometresinde ölçüm duyarlılığının ($<0,08 \mu\text{g/g}$) altında kalmıştır. Çiftlikten avlanan balıklardan en yüksek Pb konsantrasyonu çipurada tespit edilmiş olup birinci çiftlikte $0,15\pm 0,14 \mu\text{g/g}$ (yaş ağırlık) olarak, ikinci çiftlikte ise $0,12\pm 0,08 \mu\text{g/g}$ (yaş ağırlık) olarak saptanmıştır. Levrek balıklarında birinci çiftlikte Pb konsantrasyonu

0,11±0,014 µg/g (yaş ağırlık) olarak belirlenmiş, ikinci çiftlikte Pb değeri spektrofotometrenin duyarlılığının altındadır (<0,08 µg/g).



Teşhis Limiti (LOQ): Pb için 0.08 ppm

Açık deniz ve körfez kefalı; açık deniz, körfez ve ikinci çiftlik levreği; körfez sardalyası; körfez çipurası spektrofotometrenin ölçüm duyarlılığının altındadır.

Şekil 4.2.1.1. : Balık Türlerinin Avlanma Yerlerine Göre Pb Konsantrasyonu

Analizi yapılan balık türlerindeki Pb düzeyi üzerine balık türlerinin ve avlanma yerlerinin etkisi incelendiğinde her ikisinde p=0,05 ve p=0,01 düzeylerinde etkili olmadığı görülmüştür (Çizelge Ek 1.2.).

Türk Gıda Kodeksine ve Su Ürünleri Yönetmeliğine göre balık dokularında Pb konsantrasyonu için tüketilebilirlik üst sınırı 0,30 µg/g (yaş ağırlık)' dır. Açık deniz, körfez ve çiftlikten avlanan kefal, sardalya, çipura ve levrek balıklarının Pb ağır metali bakımından kabul edilebilir seviyede oldukları tespit edilmiştir.

Karadeniz'de balık örneklerinde Pb konsantrasyonu en yüksek 0,6 µg/g (kuru ağırlık) olarak tespit edilmiştir (Topçuoğlu ve ark., 2002). Karadeniz'deki başka bir araştırmada balıkların kas dokusundaki Pb seviyesi en yüksek 0,85 µg/g olarak belirlenmiştir (Tüzen, 2003). Karadeniz'deki bazı balık türlerindeki kurşun miktarı Tüzen (2009) tarafından en yüksek 0,87 µg/g olarak, Mendil ve ark., (2010) tarafından ise ortalama 0,64 µg/g olarak saptanmıştır. Orta Karadeniz'de avlanan hamside ve mezgitte 2009 yılında Pb miktarı sırasıyla 0,4 µg/g (kuru ağırlık) ve 0,9 µg/g (kuru ağırlık) olup 2010 yılında Pb her iki balık türünde de tespit edilmemiştir

(Aygün ve Abanoz, 2011). Bu sonuçlar ile çalışmanın sonuçları karşılaştırıldığında İzmir Balık Hali'nden temin edilen balık örneklerinin içerdiği Pb konsantrasyonunun daha düşük seviyelerde olduğu görülmektedir. Karadeniz'den avlanan balıkların İzmir Balık Hali'nden temin edilen Ege Denizi'nden avlanmış açık deniz balıklarından ve İzmir Körfezi'nden avlanmış körfez balıklarından daha yüksek düzeyde Pb içerdiği görülmektedir. Karadeniz, evsel ve endüstriyel atıklar ile kirlenmiş nehirler, atıklarını arıtılmaksızın denize boşaltan endüstri tesisleri, deniz kıyısında gerçekleştirilen tarımsal faaliyetler nedeniyle ağır metal kirliliğine maruz kalmaktadır. Bunun yanında Karadeniz, Tuna nehrinin getirdiği endüstriyel atıklar, boğazlardan geçen gemi ve tankerlerin deniz sularına dökülen atıkları ve petrol kökenli kimyasal maddeler ile kıyısındaki ülkeler ve diğer ithalatçı ve ihracatçı ülkeler tarafından kirlenmektedir. İstanbul atık su deşarjının boğazın alt akıntısına yapılması yoluyla Karadenize taşınan kirlilikler de ağır metal kaynaklarındandır.

Akdeniz'de çipura, kefal ve sardalya balıklarının kas dokularındaki Pb konsantrasyonları sardalyada 5,57 µg/g (kuru ağırlık), çipurada 5,54 µg/g (kuru ağırlık), kefalde 5,32 µg/g (kuru ağırlık) olarak belirlenmiştir (Canlı ve Atlı, 2003). İskenderun Körfezi'nde Yılmaz (2003) tarafından kefal balıklarının kas dokusundaki Pb konsantrasyonu 7,45 µg/g (yaş ağırlık) olarak, Türkmen ve ark. (2009) tarafından Antalya Körfezi'nde balıklardaki Pb konsantrasyonu 0,66 µg/g (yaş ağırlık) olarak, İskenderun Körfezi'nde bazı balık türlerinin içerdiği Pb konsantrasyonu 0,84 µg/g (yaş ağırlık) olarak, Türkmen ve ark. (2005) tarafından çipura balıklarının kas dokusundaki Pb konsantrasyonu ortalama 2,314 µg/g (kuru ağırlık) olarak tespit edilmiştir. Akdeniz'de altı demarsal balık türünün kas dokularında tespit edilen en yüksek Pb konsantrasyonu 0,58 µg/g (yaş ağırlık)'dır (Ersoy ve Çelik, 2010). Yapılan başka bir çalışmada ise İskenderun Körfezi'nde demarsal balık türlerinin kas dokularında en yüksek Pb miktarı 0,39 µg/g (yaş ağırlık) şeklindedir (Yılmaz ve ark., 2010). Yılmaz ve Yılmaz (2007) bazı balık türlerinin kas dokularında Pb miktarını en yüksek 0,6 µg/g (yaş ağırlık) olarak tespit etmiştir. Akdeniz Körfezlerinde tespit edilen bu değerler İzmir Balık Hali'nden temin edilen balık örneklerinde elde edilen değerlerden daha yüksek düzeydedir. Türkiye Denizleri'nden avlanan dil balığının kas dokusundaki Pb miktarı en düşük Mersin Körfezi'nde 0,17 µg/g olarak, en yüksek Yalova'da 1,13 µg/g olarak tespit edilmiştir (Türkmen, 2011). Mersin Körfezi'nde tespit edilen değerler bu çalışmanın sonuçlarına yakındır. Belediyelerin atık yönetimi; kentsel atıklar ve turizm faaliyetleri; tarımsal faaliyetler; İskenderun, Mersin gibi endüstrisi gelişmiş şehirlerden denize boşaltılan sanayi atıkları ve bu faaliyetlerin bir sonucu olarak değişen bitki örtüsü nedeni ile ortaya çıkan erozyon Akdeniz'in kirlilik nedenleri arasında yer almakta; endüstri kuruluşlarının mutlaka arıtma tesislerine sahip olması; turizm ve kent atıklarının arıtmaya tabii tutulması kirliliğin önlenmesi için önem taşımaktadır.

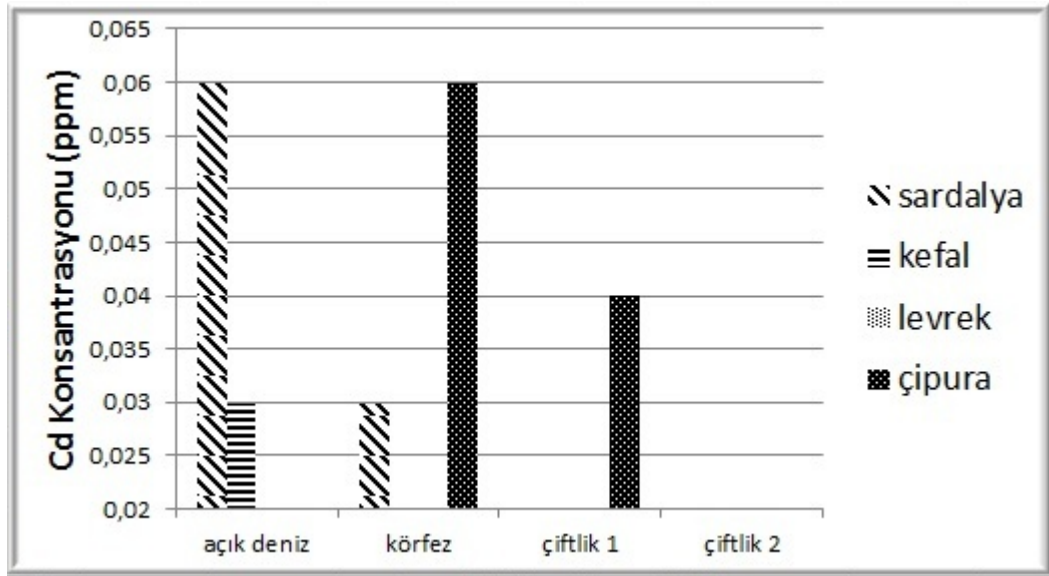
Bu çalışmada Ege Denizi'nden avlanmış balık türlerinde tespit edilen Pb konsantrasyonu en yüksek 0,14 µg/g (yaş ağırlık) olarak sardalyadadır. Sunlu (1994) tarafından Dalyan'da yakalanan balıkların etlerindeki Pb konsantrasyonu ortalama 0,87 µg/g (yaş ağırlık) olarak, Ege Denizi'nin güneydoğusunda (Güllük Körfezi) balıkların kas dokusundaki en yüksek Pb seviyesi 0,4 µg/g (kuru ağırlık) olarak tespit edilmiştir (Dalman ve ark., 2006). Ege Denizi'nde mercan balığının kas dokusunda ortalama Pb miktarı 0,399 µg/g (yaş ağırlık) olarak belirlenmiştir (Uluturhan ve Küçüksezgin, 2007). Ege Denizi'nde kırma mercanın kas dokusundaki Pb konsantrasyonu en yüksek 1,397 µg/g (yaş ağırlık) olarak bulunmuştur (Uluturhan ve ark., 2005). Türkmen ve ark. (2009) tarafından Ege Denizi'nde Pb konsantrasyonu 0,65 µg/g (yaş ağırlık) olarak tespit edilmiştir. Bu değerler İzmir Balık Hali'nden temin edilmiş balık örneklerinde tespit edilen Pb konsantrasyonlarından yüksektir. Ege Denizi'nde Küçüksezgin ve ark (2001) tarafından barbun balığının kas dokusunda en yüksek 0,207 µg/g (yaş ağırlık) olarak tespit edilen Pb konsantrasyonu bu çalışma sonuçları ile yakın olup, Çelik (2003) tarafından Homo Dalyanı'ndan avlanan çipura balıklarının yenilebilir kısımlarında 6,34 ppb olarak tespit edilen Pb konsantrasyonu da bu çalışmadaki çipuralarda tespit edilen değerler ile yakındır.

İzmir Körfezi'nde Sunlu (1994) tarafından balık etlerindeki Pb konsantrasyonu ortalama 1,41 µg/g (yaş ağırlık) olarak, Küçüksezgin ve ark. (2002) tarafından İzmir Körfezi'nden yakalanan balıkların yenilebilir dokularındaki en yüksek Pb değeri 0,943 µg/g (yaş ağırlık) olarak, Çelik (2003) tarafından mırmır balığının yenilebilir kısımlarındaki Pb değeri 383 ppb olarak, Aközcan (2009) tarafından İzmir Körfezi'nden avlanan sardalya örneklerinde Pb konsantrasyonu en yüksek 1,6 µg/g (kuru ağırlık) olarak tespit edilmiştir. Esen (2006) tarafından İnciraltı Plajı'ndan toplanan midyelerde (*Mytilus galloprovincialis*) Pb konsantrasyonu 0,13 µg/g olarak tespit edilmiştir. Küçüksezgin ve ark. (2004 ve 2006) tarafından 1996-2002 yılları arasında yapılan çalışmada İzmir Körfezi'ndeki barbun balığında ölçülen maksimum kurşun konsantrasyonunun giderek azaldığı; 0,918 µg/g'dan 0,218 µg/g' a düştüğü belirlenmiştir. Bu çalışmada İzmir Körfezi'nden avlanan balık türlerinde Pb konsantrasyonu spektrofotometrenin ölçüm duyarlılığının altında olup (<0,08 µg/g) tespit edilmemiştir.

4.2.2. Kadmiyum (Cd) düzeyleri:

Açık denizden avlanan balıklarda yapılan Cd ölçümlerinde en yüksek Cd değeri 0,06±0,03 µg/g (yaş ağırlık) olarak sardalyada tespit edilmiştir. Cd konsantrasyonu açık deniz balıklarından kefalde 0,03±0,02 µg/g (yaş ağırlık) olarak tespit edilmiş olup, levrek ve çipurada Cd konsantrasyonu spektrofotometrenin ölçüm duyarlılığının altında (<0,02 µg/g) kalmıştır. Körfezden avlanan balıklarda en yüksek Cd konsantrasyonu 0,06±0,03 µg/g (yaş ağırlık) olarak

çipurada tespit edilmiştir. Körfez sardalyasında tespit edilen Cd konsantrasyonu $0,03 \pm 0,007$ $\mu\text{g/g}$ (yaş ağırlık) olup, kefal ve levrek balıklarında Cd ölçüm duyarlılığının altında ($<0,02$ $\mu\text{g/g}$) dir. Çiftlikten avlanan balıklarda tespit edilen Cd konsantrasyonu $0,04 \pm 0,03$ $\mu\text{g/g}$ (yaş ağırlık) olarak birinci çiftlik çipurasında belirlenmiş, diğer çiftlik balıklarında Cd konsantrasyonu spektrofotometrenin ölçüm duyarlılığının altında kalmıştır ($<0,02$ $\mu\text{g/g}$).



Teşhis Limiti (LOQ): Cd için 0.02 ppm

Açık deniz, körfez, birinci ve ikinci çiftlik levreği; açık deniz ve ikinci çiftlik çipurası, körfez kefalı spektrofotometrenin ölçüm duyarlılığının altındadır.

Şekil 4.2.2.1. : Balık Türlerinin Avlanma Yerlerine Göre Cd Konsantrasyonu

Analizi yapılan balık türlerindeki Cd düzeyi üzerine balıkların avlanma yerleri $p=0,05$ ve $p=0,01$ düzeylerinde etkili değildir (Çizelge Ek 1.3.). Cd düzeyi üzerine balık türünün etkisinin ise $p=0,05$ düzeyinde önemli olduğu görülmüştür (Çizelge Ek 1.3.). Sardalya balıkları ile levrek balıklarının Cd konsantrasyonu bakımından $p=0,05$ önem düzeyinde istatistiksel olarak farklı oldukları belirlenmiştir (Çizelge Ek 2.1.).

Türk Gıda Kodeksine ve Su Ürünleri Yönetmeliğine göre balık dokularında Cd konsantrasyonu için tüketilebilirlik üst sınırı $0,05$ $\mu\text{g/g}$ (yaş ağırlık) olup, sardalya için bu değer $0,1$ $\mu\text{g/g}$ şeklindedir. Buna göre açık deniz ve çiftlikten avlanan kefal, sardalya, çipura ve levrek balıklarının, körfezden avlanan kefal, sardalya ve levrek balıklarının Cd bakımından kabul edilebilir seviyede oldukları tespit edilmiştir.

Topçuoğlu ve ark. (2002) tarafından Karadeniz'de balık örneklerinde Cd konsantrasyonu en yüksek 0,24 µg/g (kuru ağırlık) olarak, Tüzen (2003) tarafından balıkların kas dokusundaki Cd seviyesi en yüksek 0,48 µg/g olarak saptanmıştır. Tüzen (2009) ve Mendil ve ark. (2010) tarafından Karadeniz'de çalışılan balık türlerindeki en yüksek Cd miktarı 0,35 µg/g olarak saptanmıştır. Orta Karadeniz'de avlanan balıklarda Cd miktarları hamside ve mezgitte 2009 yılında 0,2 µg/g olarak saptanmış, 2010 yılında ise tespit edilmemiştir (Aygün ve Abanoz, 2011). Bu çalışmaların sonuçlarına göre Karadeniz'den avlanan balıkların kas dokularında tespit edilen Cd konsantrasyonları İzmir Körfezi ve Ege Denizi'nden avlanan balıklara göre daha yüksek düzeydedir.

Türkmen ve ark., (2008) tarafından Marmara, Ege ve Akdeniz'deki yirmi farklı balık türünün yenilebilir kısımlarında Cd konsantrasyonu en düşük Yalova'da 0,02 µg/g (yaş ağırlık), en yüksek Mersin Körfezi'nde 0,37 µg/g (yaş ağırlık) olarak tespit edilmiştir. Türkmen ve ark. (2009) Ege Denizi'nde Cd konsantrasyonunu 0,09 µg/g (yaş ağırlık) olarak; Antalya Körfezi'nde Cd konsantrasyonunu 0,39 µg/g (yaş ağırlık) olarak; İskenderun Körfezi'nde Cd konsantrasyonunu 0,31 µg/g (yaş ağırlık) olarak tespit etmişlerdir. İskenderun Körfezi'nden altı demarsal balık türünün kas dokularında en yüksek Cd konsantrasyonu 0,20 µg/g (yaş ağırlık) olarak tespit edilmiştir (Ersoy ve Çelik, 2010). Yılmaz ve ark. (2010) tarafından demarsal balık türlerinin kas dokularında en yüksek Cd değeri 0,04 µg/g (yaş ağırlık) olarak belirlenmiştir. Türkiye Denizleri'nden avlanan dil balığının (*Solea solea*) kas dokularındaki Cd düzeyleri en düşük 0,02 µg/g olarak Yalova'da, en yüksek 0,38 µg/g olarak Mersin Körfezi'nde bulunmuştur (Türkmen, 2011). Akdeniz Körfezlerinden elde edilen bu sonuçlar genel olarak İzmir Balık Halî'nden temin edilmiş balık örneklerinde tespit edilen Cd konsantrasyonlarından yüksek düzeydedir.

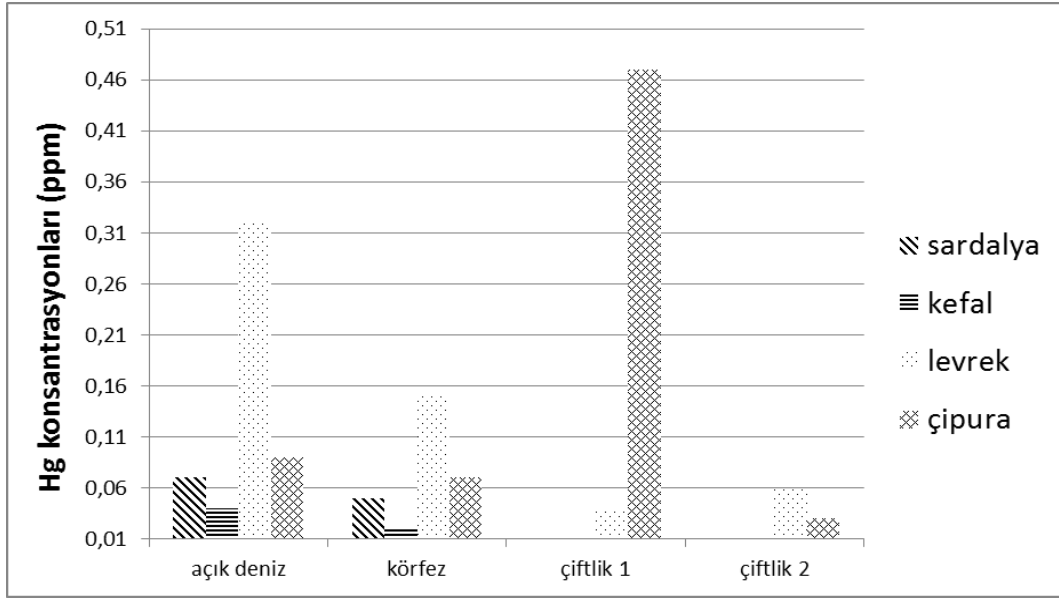
Bu çalışmada Ege Denizi'nden avlanan balıklarda Cd konsantrasyonu en yüksek 0,06 µg/g (yaş ağırlık) olarak sardalyada belirlenmiştir. Sunlu 1994 yılında yaptığı çalışmada balık etlerinde Cd konsantrasyonunu Homa Dalyanı'nda ortalama 0,17 µg/g (yaş ağırlık) olarak tespit etmiştir. Sunlu (1994) tarafından elde edilen Cd konsantrasyonu bu çalışmada saptanmış Cd konsantrasyonundan daha yüksek düzeydedir. Ege Denizi'nde barbun balığında Cd konsantrasyonu 0,57-4,5 ppb aralığında belirlenmiştir (Küçüksezgin ve ark., 2001). Kıрма mercanın kas dokusundaki Cd konsantrasyonu en yüksek 0,0096 µg/g (yaş ağırlık) olarak saptanmıştır (Uluturhan 2004). Petrol rafinerisinin yer aldığı Aliğa Körfezi'nde yaşayan kaya balıklarının karaciğer dokusunda en yüksek Cd konsantrasyonu 0,036 µg/g (yaş ağırlık) olarak belirlenmiştir (Katalay ve ark., 2005). Ege Denizi'nin güneydoğusunda balıkların kas dokusundaki en yüksek Cd seviyesi 0,04 µg/g (kuru ağırlık) olarak tespit edilmiştir (Dalman ve ark., 2006). Ege Denizi'nde mercan balığının kas dokusundaki Cd miktarı ortalama 0,0091 µg/g

(yaş ağırlık) olarak bulunmuştur (Uluturhan ve Küçüksezgin, 2007). Bu çalışmalardan elde edilenler İzmir Balık Hali'nden temin edilmiş balık örneklerinde tespit edilen Cd konsantrasyonlarına yakın verilerdir.

Sunlu (1994) tarafından İzmir Körfezi'nden avlanan balıkların etlerinde Cd konsantrasyonu ortalama 0,28 µg/g (yaş ağırlık) olarak tespit edilmiş olup, bu çalışmada körfez balıklarından elde edilen Cd konsantrasyonundan daha yüksek düzeyde bulunmuştur. Bu fark o yıllarda İzmir Körfezi'ne verilen evsel ve endüstriyel atık suların temizlenmeden körfeze verilmesinden kaynaklanabilir. Küçüksezgin ve ark. (2002) tarafından balıkların yenilebilir dokularında en yüksek Cd miktarı 0,010 µg/g (yaş ağırlık) olarak, aynı bölgeden avlanan sivriburun karagözün yenilebilir kısımlarında Cd konsantrasyonu Çelik (2003) tarafından 14,22 ppb olarak tespit edilmiştir. İnciraltı Plajı'ndan toplanan midyelerde yapılan ağır metal analizlerinde Cd konsantrasyonu 0,02 µg/g olarak tespit edilmiştir (Esen, 2006). İzmir Balık Hali'nden temin edilmiş İzmir Körfezi'nden avlanan balık türlerinde en yüksek Cd konsantrasyonu 0,06 µg/g olup bu çalışmaların sonuçlarına yakın sonuçlar tespit edilmiştir. Küçüksezgin ve ark. (2004-2006) tarafından 1996-2002 yılları arasında İzmir Körfezi'nde yapılan çalışmada maksimum Cd seviyesinin dış körfezde 0,23 µg/g'dan 0,07 µg/g'a, orta ve iç körfezde 0,82 µg/g'dan 0,36 µg/g'a düştüğü, giderek azalan bu konsantrasyonların sanayi atık sularının arıtılarak denize verilmesi nedeni ile olduğu ve zaman içinde giderek azalmasının beklendiği belirtilmiştir.

4.2.3. Civa (Hg) düzeyleri:

Açık denizden avlanan balıklarda yapılan Hg ölçümlerinde en yüksek Hg değeri 0,32±0,08 µg/g (yaş ağırlık) olarak levrekte tespit edilmiştir. Hg konsantrasyonu açık deniz balıklarından çipurada 0,09±0,09 µg/g (yaş ağırlık), sardalyada 0,065±0,007 µg/g (yaş ağırlık), kefalde 0,04±0,03 µg/g (yaş ağırlık) olarak belirlenmiştir. Körfezden avlanan balıklarda en yüksek Hg konsantrasyonu 0,145±0,08 µg/g (yaş ağırlık) olarak levrekte tespit edilmiştir. Diğer balıklarda tespit edilen Hg konsantrasyonları körfez çipurasında 0,065±0,06 µg/g (yaş ağırlık), körfez sardalyasında 0,045±0,007 µg/g (yaş ağırlık) ve körfez kefalinde 0,02±0,00 µg/g (yaş ağırlık) şeklindedir. Çiflikten avlanan balıklarda tespit edilen en yüksek Hg konsantrasyonu 0,47±0,6 µg/g (yaş ağırlık) olarak birinci çiftlik çipurasında, en düşük Hg konsantrasyonu 0,03±0,01 µg/g (yaş ağırlık) olarak ikinci çiftlik çipurasında tespit edilmiştir.



Teşhis Limiti (LOQ): Hg için 0.02 ppm

Şekil 4.2.3.1. : Balık Türlerinin Avlanma Yerlerine Göre Hg Konsantrasyonu

Analizi yapılan balık türlerindeki Hg düzeyi üzerine balık türlerinin ve avlanma yerlerinin etkisi incelendiğinde her ikisinde $p=0,05$ ve $p=0,01$ düzeylerinde etkili olmadığı görülmüştür (Çizelge Ek 1.4.).

Türk Gıda Kodeksine ve Su Ürünleri Yönetmeliğine göre balık dokularında Hg konsantrasyonu için tüketilebilirlik üst sınırı $0,50 \mu\text{g/g}$ (yaş ağırlık) dır. Açık deniz, körfez ve çiftlikten avlanan kefal, sardalya, çipura ve levrek balıklarının Hg bakımından tüketilebilir seviyede oldukları tespit edilmiştir.

Tüzen (2009) tarafından Karadeniz'de bazı balık türlerindeki en yüksek Hg miktarı $0,084 \mu\text{g/g}$ olarak tespit edilmiştir. Bu çalışma ile Ege Denizi ve İzmir Körfezi'nden avlanan balık örneklerinde tespit edilen Hg konsantrasyonları birbirlerine oldukça yakındır.

Ege Denizi'nden avlanan balık türlerindeki Hg konsantrasyonu en yüksek $0,32 \mu\text{g/g}$ (yaş ağırlık) olarak levrekte belirlenmiştir. Küçüksezgin ve ark. (2001) tarafından Ege Denizi'nde barbun balığının kas dokusundaki Hg konsantrasyonu $0,016-0,2 \mu\text{g/g}$ (yaş ağırlık) olarak, Uluturhan ve Küçüksezgin (2007) tarafından Ege Denizi'nde mercan balığının kas dokusunda Hg konsantrasyonu $0,41 \mu\text{g/g}$ (yaş ağırlık) olarak tespit edilmiştir. İzmir Balık Hali'nden temin edilmiş balık örnekleri ile gerçekleştirilen Hg analizi sonuçları ile bu çalışmaların sonuçları yakındır.

İzmir Körfezi' nde Kontaş (1997) tarafından en yüksek Hg konsantrasyonu 0,91 µg/g (yaş ağırlık) olarak, Küçüksezgin ve ark. (2002) tarafından balıkların yenilebilir dokularında en yüksek Hg miktarı 0,829 µg/g (yaş ağırlık) olarak saptanmıştır (Gönül, 2006; Gönül ve Küçüksezgin, 2007). İzmir Balık Hali'nden temin edilmiş İzmir Körfezi'nden avlanan balık türlerinde en yüksek Hg konsantrasyonu 0,145 µg/g (yaş ağırlık) olup, bu değer yapılan çalışmalardan daha düşük miktardadır. Küçüksezgin ve ark. (2004-2006) tarafından yapılan çalışmada maksimum civa seviyesinin 1997-2002 yılları arasında dış körfezde 0,96 µg/g'dan 0,27 µg/g' a, orta ve iç körfezde 0,99 µg/g'dan 0,51 µg/g'a düştüğü; giderek azalan bu konsantrasyonların sanayi atık sularının arıtılarak denize verilmesi nedeni ile olduğu ve zaman içinde giderek azalması beklenildiği belirtilmiştir. Esen (2006) İzmir Körfezi İnciraltı Plajı'ndan toplanan midyelerde Hg konsantrasyonunu 0,003 µg/g olarak tespit etmiştir. Gönül (2006) tarafından balıklarda en yüksek civa konsantrasyonu Foça-Gediz'de 0,132 µg/g (yaş ağırlık); Gülbahçe'de 0,221 µg/g (yaş ağırlık); Uzunada'da 0,158 µg/g (yaş ağırlık); Güzelbahçe'de ise 0,0495 µg/g (yaş ağırlık) olarak saptanmıştır. Bu değerler ile bu çalışmada İzmir Körfezi'nden avlanan balık örneklerinde saptanan değerler birbirlerine yakındır ve körfezin giderek temizlendiğini işaret etmektedir.

4.2.4. Arsenik (As) düzeyleri:

Açık deniz, körfez ve çiftlikten avlanan kefal, sardalya, çipura ve levrek balıklarında As konsantrasyonu spektrofotometrenin ölçüm duyarlılığının (<0,1 µg/g) altındadır.

Balık dokularında As konsantrasyonu için tüketilebilirlik üst sınırı 1,0 µg/g (yaş ağırlık) dır (Özan 2005). Açık deniz, körfez ve çiftlikten avlanan kefal, sardalya, çipura ve levrek balıklarının As bakımından kabul edilebilir seviyede oldukları tespit edilmiştir.

Karadeniz'de bazı balık türlerindeki arsenik miktarı 0,11-0,32 µg/g aralığında tespit edilmiştir (Tüzen, 2009). İskenderun Körfezi'nden demarsal balık türlerinin kas dokularında en yüksek As miktarı 1,74 µg/g (yaş ağırlık) olarak belirlenmiştir (Yılmaz ve ark., 2010). İzmir Körfezi İnciraltı Plajı'ndan toplanan midyelerde As konsantrasyonu 1,03 µg/g olarak tespit edilmiştir (Esen, 2006). İstanbul Balık Hali'nde Akdeniz midyelerindeki en yüksek arsenik konsantrasyonu 0,098 µg/g olarak, en düşük As konsantrasyonu 0,019 µg/g olarak saptanmıştır (Kayhan ve ark., 2006).

İzmir Körfezi kirliliğinin önlenmesi ve iyileştirilmesi amacıyla başlatılmış olan Büyük Kanal Projesi sonuçlarına göre; 1998-2007 yılları arasında deniz tabanındaki sedimentte ölçülen ağır metal seviyelerinin civa için değişim göstermediği, buna karşılık kadmiyum ve kurşunun azaldığı gözlenmiştir. Bu duruma benzer şekilde bu çalışmada tespit edilen civa konsantrasyonu kurşun ve kadmiyum konsantrasyonundan daha yüksek düzeydedir. 2007 yılında barbun balığı örneklerinde en yüksek civa ve kadmiyum konsantrasyonu Uzunada civarında ve en yüksek kurşun ise Gülbahçe civarında ölçülmüştür. Ölçülen civa konsantrasyonunun Akdeniz ülkeleri için deniz organizmalarında müsaade edilen miktarın oldukça altında olduğu, kadmiyum konsantrasyonunun dünya sağlık örgütünün belirttiği değerlerin altında olduğu belirlenmiştir (Anonim, 2007).

Proje etkinliğinin takibi amacıyla yapılan bilimsel araştırmalarda İzmir Körfezi'nde yapılan incelemelerde ve video çekimlerinde toplam 57 canlı türüne rastlanmış, kirliliği bir deniz ekosistemi içinde bulunması mümkün olmayan canlılardan deniz kestanesi, deniz iğnesi, istiridye, yengeç, kaya balığı ve çok sayıda kabuklu canlı ile monoalglerin varlığı gözlenmiş, kefal ve dil balığı türlerinin sayısının arttığı belirlenmiştir. Bu durum Çiğli Atıksu Arıtma Tesisinin devreye girmesine ve İzmir Körfezi'ne gelen atıksu girişinin kesilmesi sonucu körfezde iyileşme olmasına bağlanmıştır (Anonim, 2007-2009).

Bu çalışmada ağır metal analiz sonuçlarına göre avlanma bölgelerinde arsenik spektrofotometrenin ölçüm duyarlılığının altında ($<0,1$ ppm) olduğundan tespit edilmezken; civa, kadmiyum ve kurşun seviyeleri açık deniz balıklarında körfez balıklarından daha yüksek miktarlarda belirlenmiştir. Su sirkülasyonunun az, kirlenme oranının daha yüksek olması sebebi ile ağır metal seviyelerinin açık denize oranla daha yüksek olması beklenen körfez balıklarının daha düşük miktarda ağır metal içermeleri; balıkların körfeze açık denizden girdiklerinin, kirliliğin önlenmesi ve iyileştirilmesi amacıyla körfezde gerçekleştirilen faaliyetler ile kurulan atık su arıtma tesisinin körfezin ağır metal kirliliğinin azalmasına katkısı olduğunun göstergesi olabilir. Körfezin temizliğinin gerçekleştirilmesinin yanında yağmur ve derelerden gelen alüvyonlar ile yüksek yoğunluklu ağır metallerin yoğun olarak bulunacağı taban çamurunun, çalışmaların başladığı zamandan bu yana doğal olarak kapanması da bu duruma neden olarak gösterilebilir. Ayrıca İzmir limanından Bostanlı, Sazburnu ile Üçkuyular vapur iskelesi arasında çekilen hattın doğusunda kalan iç körfez kısmında av yasağının olması (Resmi Gazete, 2008) sebebi ile balıkların daha yoğun kirliliğin olabileceği bu bölgeden avlanmamış olması halden temin edilen balık örneklerimizde daha yüksek seviyeki ağır metal tespitini önlemiş olabilir. Açık denizde kurulmuş olan balık çiftliklerinde yetiştirilen balıklarda yapılan ağır metal analizleri, açık deniz balıklarında tespit ettiğimiz değerler ile genel olarak benzerlik göstermektedir.

4.3. Balıkların Genel Bileşimleri

Açık deniz, körfez ve çiftlikten avlanan kefal, sardalya, levrek ve çipura balıklarında yaptığımız kimyasal analizlerin sonuçları Çizelge 4.3.1. 'de belirtilmiştir.

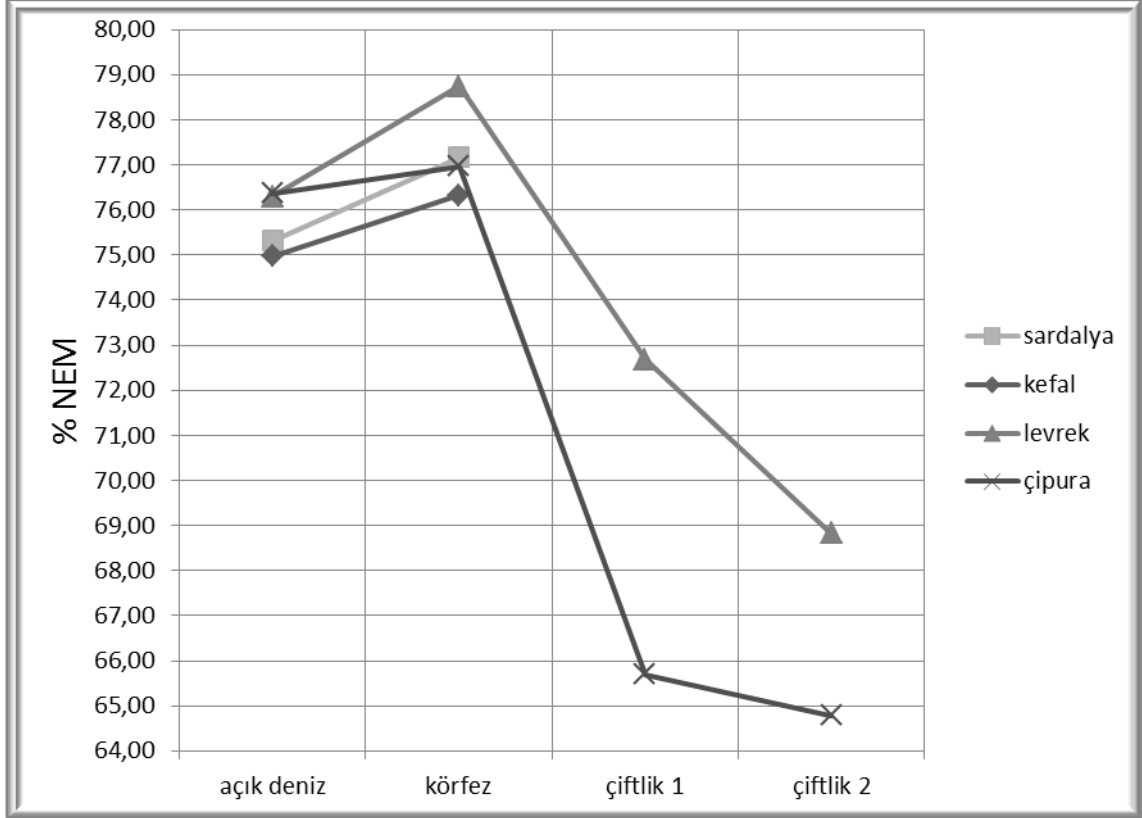
Çizelge 4.3.1. : İzmir Balık Hali'nde Satılan Bazı Balık Türlerinin Kimyasal Analizlerinin Sonucunda Elde Edilen Bulgular (%)

Balık türü	Avlanma yeri	% Nem	% Kül	% Yağ	% Protein	pH
Kefal	Açık deniz	74,98±2,57	1,32±0,13	1,12±1,35	19,29±1,20	6,44±0,08
	Körfez	76,33±1,06	1,49±0,24	1,26±1,01	18,94±0,26	6,30±0,38
Sardalya	Açık deniz	75,31±0,82	1,59±0,05	0,91±0,46	19,27±0,39	6,47±0,00
	Körfez	77,17±2,96	1,74±0,10	0,76±0,37	19,20±0,19	6,40±0,11
Levrek	Açık deniz	76,30±1,64	1,32±0,12	1,14±0,78	18,08±0,13	6,52±0,25
	Körfez	78,74±0,10	1,33±0,02	1,37±0,32	18,66±0,35	6,71±0,23
	Çiftlik 1	72,68±1,11	1,50±0,35	2,16±0,93	19,01±0,05	6,32±0,17
	Çiftlik 2	68,83±5,43	1,29±0,03	2,45±1,59	18,35±0,18	6,34±0,04
Çipura	Açık deniz	76,37±5,06	1,44±0,22	1,74±2,05	18,61±0,38	6,60±0,05
	Körfez	76,96±1,36	1,54±0,10	1,16±0,66	18,41±0,74	6,51±0,01
	Çiftlik 1	65,69±1,30	1,36±0,09	3,31±2,20	20,54±1,88	6,45±0,05
	Çiftlik 2	64,78±2,48	1,52±0,09	3,59±0,20	19,78±0,83	6,38±0,17

4.3.1. % Nem içeriği

Açık deniz, körfez ve çiftlikten avlanan kefal, sardalya, levrek ve çipura balıklarındaki % nem miktarları Çizelge 4.3.1.' de verilmiştir. Bu çizelgede görüldüğü gibi % nem içerikleri açık denizden avlanan kefalde 74,98±2,57; sardalyada 75,31±0,82; levrekte 76,30±1,64; çipurada ise 76,37±5,06 olarak; körfezden avlanan kefalde 76,33±1,06; sardalyada 77,17±2,96; levrekte 78,74±0,10; çipurada ise 76,96±1,36 olarak tespit edilmiştir. Çiftlikte yetiştirilen levrek ve çipura balıklarında ise % nem içeriği sırasıyla 72,68±1,11 ile 68,83±5,43 ve 65,69±1,30 ile 64,78±2,48 olarak bulunmuştur.

Bu çalışmada balık türlerinde en yüksek nem içeriği körfez balıklarında, en düşük nem içeriği ise çiftlik balıklarında saptanmıştır. Balık türlerine göre yapılacak karşılaştırmada en yüksek nem içeriği körfez levreğinden, en düşük nem içeriği ise ikinci çiftlik çipurasından elde edilmiştir (Şekil 4.3.1.1.).



Şekil 4.3.1.1.: Balık Türlerinin Avlanma Yerlerine Göre % Nem Kompozisyonları

Analizi yapılan balık türlerindeki nem içeriği üzerine balıkların avlanma yerinin etkisinin $p=0,05$ ve $p=0,01$ düzeylerinde önemli olduğu görülmüştür (Çizelge Ek 1.5.). Buna göre körfez balıkları ile açık deniz balıkları istatistiksel olarak birbirine benzerken, birinci ve ikinci çiftlikten avlanan balıklar istatistiksel olarak birbirine benzemektedir. (Çizelge Ek 2.2.). Bu durum çiftlik balıkları ile körfez ve açık denizden avlanan balıklar arasındaki beslenme farklılığından kaynaklanmış olabilir. Analizi yapılan balık türlerindeki nem içeriği üzerine balık türünün etkisinin $p=0,05$ düzeyinde önemli olduğu görülmüştür (Çizelge Ek1.5.). Buna göre $p=0,05$ düzeyinde sardalya ve kefal birbirine benzerken, çipura ile aralarındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (Çizelge Ek 2.3.).

Su ürünlerinde nem oranı türlere, cinsiyete ve yaşlara göre farklılık göstermektedir. Genelde balık etinde su miktarı % 60-80 arasında değişmektedir (Özeren, 2004). Bu araştırmada elde edilen sonuçlar bu bilgiyi doğrulamaktadır.

Akçay ve Egemen (2006) tarafından İzmir Körfezi'nden avlanan sardalyalarda nem içeriği en yüksek % 73,90 olarak, Ayas (2006) tarafından yapılan araştırmada ise sardalyanın nem içeriği % 75,5 olarak bulunmuştur. Bu değerler halden temin edilen sardalyalarda bulunan nem içeriklerine; alden temin edilen kefallerde elde edilen nem değerleri, Özeren (2004) tarafından kefallerde elde edilen % 76,68 nem içeriğine yakındır. Bu araştırmada birinci çiftlik levreğinde tespit edilen nem içeriği (Kaya, 2009) tarafından kültür levreklerinde saptanan % 74.16 nem içeriği ile benzerlik göstermektedir. İkinci çiftlik levreği ise bu değerden farklıdır. Bu durum balıklara verilen yemin bileşim farkından kaynaklanmış olabilir. Açık deniz ve körfez çipuralarında tespit edilen nem içeriği; Ersoy (2006) tarafından Kuzeydoğu Akdeniz Bölgesi'nden avlanan çipuralarda en yüksek %76,85 ve en düşük % 74,32 olarak saptanan değerler ile yakınken, çiftlik çipuraları ile farklılık göstermektedir. Kaya (2009) kültür çipuraları ile yaptığı nem analizlerinde çipuralardaki nem içeriğini % 65,29 olarak belirlemiştir. Bu sonuçlar ile halden temin edilen çiftlik çipuralarından elde edilen nem değerleri birbirlerine yakındır. Özyurt ve ark. (2004) İskenderun Körfezi'nden avlanmış doğal çipuralarda tespit edilen en yüksek % 76.36 nem içeriği ile açık deniz ve körfezden avlanan çipuralarda belirlenen nem içeriği birbirine yakındır.

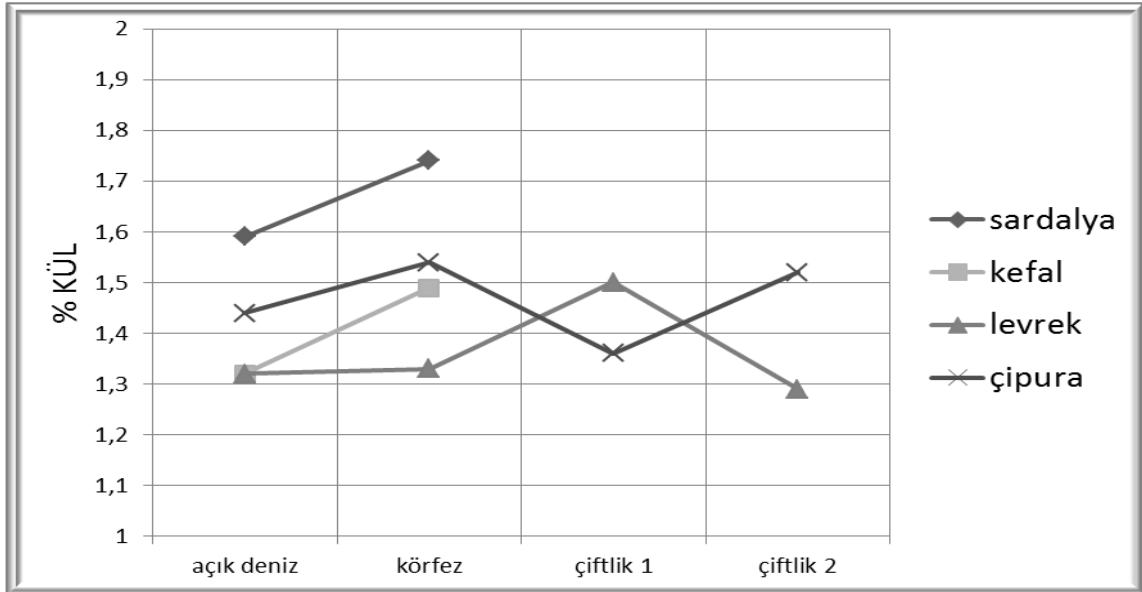
Nem yüzdesi balık etindeki yağ miktarında artışa koşut olarak azalma eğilimi göstermektedir (Kılınç, 1998). Bu araştırmanın sonuçları bu bilgiyi doğrular niteliktedir. Bu çalışmada yağ içeriği en yüksek olan çiftlik çipuralarının nem içeriklerinin en düşük düzeyde olduğu görülmektedir.

Ersoy (2006) balık fletolarındaki nem miktarında görülen farklılığın balığın beslenme rejiminden ve balık büyüklüğünden kaynaklandığını, buna göre balığın beslenmesinin yoğun olduğu aylarda beslenmeye bağlı olarak etteki kuru madde ve yağ miktarının arttığını ve buna karşılık nem oranının azaldığını belirtmiştir. Buna göre çiftlik levrek ve çipuralarında nem içeriğinin düşük, kuru madde ve yağ miktarının ise fazla olmasının nedeni balığın çiftlikteki beslenme rejimi olabilir.

4.3.2. % Kül içeriği

Açık deniz, körfez ve çiftlikten avlanan kefal, sardalya, levrek ve çipura balıklarındaki % kül miktarları Çizelge 4.3.1.' de verilmiştir. Bu çizelgede görüldüğü gibi % kül içeriği açık denizden avlanan kefalde $1,32\pm 0,13$; sardalyada $1,59\pm 0,05$; levrekte $1,32\pm 0,12$; çipurada ise $1,44\pm 0,22$ olarak; körfezden avlanan kefalde $1,49\pm 0,24$; sardalyada $1,74\pm 0,10$; levrekte $1,33\pm 0,02$; çipurada ise $1,54\pm 0,10$ olarak tespit edilmiştir. Çiftlikte yetiştirilen levrek ve çipura balıklarında ise % kül içerikleri sırasıyla $1,50\pm 0,35$ ile $1,29\pm 0,03$ ve $1,36\pm 0,09$ ile $1,52\pm 0,09$ şeklindedir.

Bu araştırmanın sonuçlarına göre çalışılan balık türlerinde en yüksek kül içeriği sardalya, çipura ve kefalde körfezden avlanarlarda, levrekte ise birinci çiftlikten avlananda saptanmış olup; kül içeriği en yüksek balık türü körfezden avlanan sardalya, en düşük olan balık türü ise ikinci çiftlikten avlanan levrektir (Şekil 4.3.2.1.).



Şekil 4.3.2.1.: Balık Türlerinin Avlanma Yerlerine Göre % Kül Kompozisyonları

Analizi yapılan balık türlerindeki kül içeriği üzerine balıkların avlanma yerinin $p=0,05$ ve $p=0,01$ düzeylerinde etkisinin olmadığı, kül içeriği üzerine balık türünün etkisinin ise $p=0,05$ düzeyinde önemli olduğu görülmüştür (Çizelge Ek 1.6.). Buna göre $p=0,05$ düzeyinde kül içeriği bakımından levrek ve kefal birbirine benzerken, sardalya ile aralarındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (Çizelge Ek 2.4.).

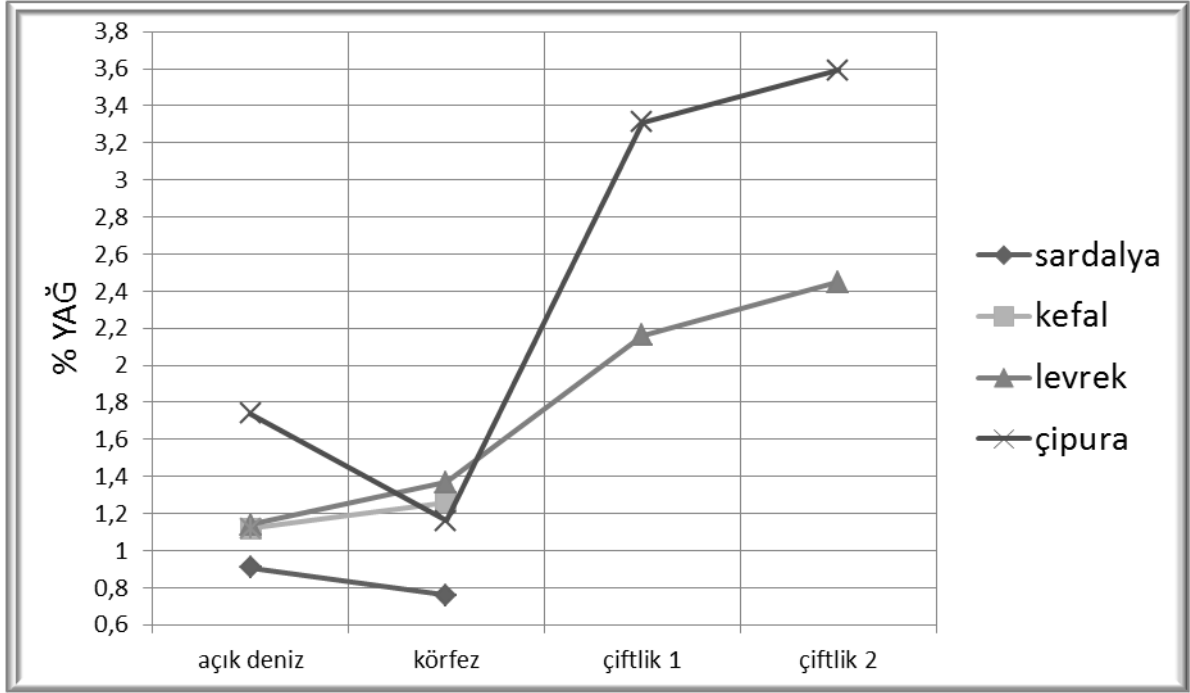
Balıklarda ham kül oranı % 0,2-2 arasında değişmektedir (Özeren, 2004). Bu çalışmada elde edilen değerler bu değer aralığı ile uyum içerisindedir.

Kılınç (1998) tarafından sardalyanın kül içeriği % 1,67 olarak tespit edilmiş olup halden temin edilen sardalyalarda tespit edilen kül içeriği ile yaklaşık olarak yakın sonuçlar bulunmuştur. Kefallerde elde edilen kül içerikleri ile Özeren (2004) tarafından kefallerde elde edilen % 1,25 kül değeri birbirlerine yaklaşık olarak yakındır. Çiftlik levreklerinde bulunan kül içeriklerini Kaya (2009) tarafından kültür levreklerinde yapılan kül analizlerinin sonuçları ile karşılaştırıldığında, bulunan % 1,08 olan kül içeriği ikinci çiftlikten avlanan levreğin kül içeriği ile yaklaşık olarak benzerdir. Ersoy (2006) tarafından Kuzeydoğu Akdeniz Bölgesi'nde yakalanan çipuraların kül içeriği en yüksek % 1,54 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuç ile halden temin edilmiş çipuralarda tespit edilen kül içerikleri yakındır.

4.3.3. % Yağ içeriği

Açık deniz, körfez ve çiftlikten avlanan kefal, sardalya, levrek ve çipura balıklarındaki % yağ miktarları Çizelge 4.3.1.' de verilmiştir. Bu çizelgede görüldüğü gibi % yağ içeriği açık denizden avlanan kefalde $1,12\pm 1,35$; sardalyada $0,91\pm 0,46$; levrekte $1,14\pm 0,78$; çipurada ise $1,74\pm 2,05$ olarak; körfezden avlanan kefalde $1,26\pm 1,01$; sardalyada $0,76\pm 0,37$; levrekte $1,37\pm 0,32$; çipurada ise $1,16\pm 0,66$ olarak tespit edilmiştir. Çiftlikte yetiştirilen levrek ve çipura balıklarında ise % yağ içerikleri sırasıyla $2,16\pm 0,93$ ile $2,45\pm 1,59$ ve $3,31\pm 2,20$ ile $3,59\pm 0,20$ şeklindedir.

Bu araştırmanın sonuçlarına göre çalışılan balık türlerinde en yüksek yağ içeriği çipura ve levrekte ikinci çiftlikten, sardalyada açık denizden, kefalde ise körfezden avlanan balıklarda saptanmış olup, yağ içeriği en yüksek balık türü ikinci çiftlikten avlanan çipura, en düşük olan balık türü ise körfezden avlanan sardalyadır (Şekil 4.3.3.1.).



Şekil 4.3.3.1. : Balık Türlerinin Avlanma Yerlerine Göre % Yağ Kompozisyonları

Analizi yapılan balık türlerindeki yağ içeriği üzerine balık türlerinin $p=0,05$ ve $p=0,01$ düzeylerinde etkisinin olmadığı, yağ içeriği üzerine balıkların avlanma yerlerinin etkisinin ise $p=0,05$ düzeyinde önemli olduğu görülmüştür (Çizelge Ek 1.7.). Buna göre $p=0,05$ düzeyinde yağ içeriği bakımından açık deniz ve körfez balıkları birbirine istatistiksel olarak benzerken, ikinci çiftlikten avlanan balıklar arasındaki fark önemlidir (Çizelge Ek 2.5.). Bu durum açık deniz ve körfez balıklarına kıyasla çiftlik balıklarının yağ içeriği yüksek yem ile beslenmesinden ileri gelmiş olabilir.

Balıklardaki yağ oranı balığın türüne, cinsiyetine, yaşına, beslenme durumuna ve yaşadığı ortama bağlı olarak değişir. Balıklar yağlı ve yağsız balıklar olarak ikiye ayrılmaktadır. %5'den az yağ içerenler yağsız, %5-30 arasında yağ içerenler yağlı balık olarak değerlendirilir (Tulgar, 2008). Bu çalışmada açık deniz, körfez ve çiftliklerden avlanan kefal, sardalya, çipura ve levrek balıkları yağsız kategorisinde bulunmuştur.

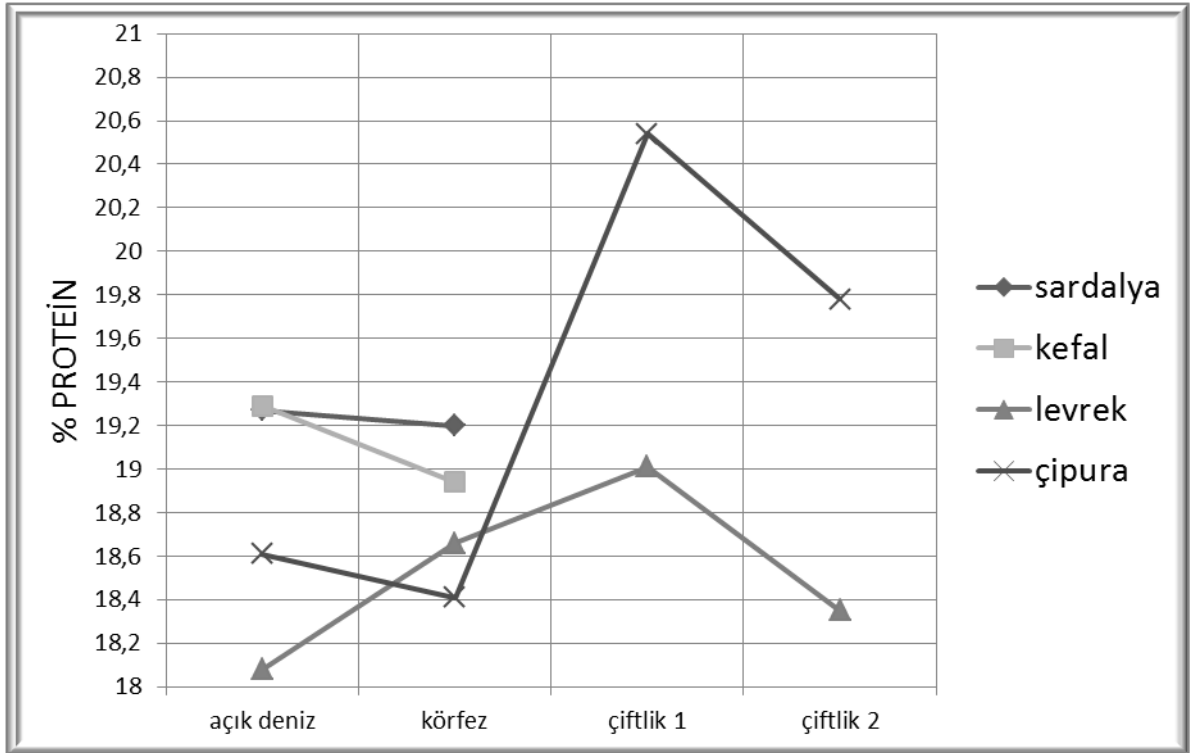
Kılınç (2003) dondurulmuş sardalyalarda yağ içeriğini % 3,60 olarak sardalyalarda saptanan yağ içeriklerinden, Özeren (2004) kefallerde yağ içeriğini % 2,22 olarak kefallerde tespit edilen yağ içeriklerinden fazla miktarda bulmuşlardır. Çiftlik levreklerinde bulunan yağ içerikleri Kaya (2009) tarafından kültür levreklerinde yapılan yağ analizleri sonuçları ile karşılaştırıldığında, bulunan % 4,73 yağ içeriği çiftlik levreklerinden daha yüksektir. Ersoy (2006) tarafından Kuzeydoğu Akdeniz Bölgesi'nde yakalanan çipuraların yağ içeriği en yüksek % 1,75 olarak açık denizden avlanan çipuralarda tespit edilen yağ içeriğine benzer sonuçlar bulunmuştur. Özyurt ve ark. (2004) tarafından İskenderun Körfezi'nden avlanan çipuranın en yüksek yağ içeriğini % 3,01 olarak belirlenmiş olup çiftlik çipuralarında tespit edilen yağ içeriği ile yaklaşık olarak benzer sonuçlar saptanmıştır.

Yapılan araştırmalarda kültür çipuralarının ortalama lipit içeriklerinin doğadan avlanana göre 2-3 kez daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Metin, 1995). Bu çalışmada da çiftlik çipuralarının ve çiftlik levreklerinin lipit içerikleri açık deniz ve körfezden avlanan çipura ve levreklerle kıyasla daha yüksektir. Bu durum yemle beslenmenin, yemdeki yağ oranının bir sonucudur.

4.3.4. % Protein içeriği

Açık deniz, körfez ve çiftlikten avlanan kefal, sardalya, levrek ve çipura balıklarındaki % protein miktarları Çizelge 4.3.1.' de verilmiştir. Bu çizelgede görüldüğü gibi % protein içeriği açık denizden avlanan kefalde $19,29 \pm 1,20$; sardalyada $19,27 \pm 0,39$; levrekte $18,08 \pm 0,13$; çipurada ise $18,61 \pm 0,38$ olarak; körfezden avlanan kefalde $18,94 \pm 0,26$; sardalyada $19,20 \pm 0,19$; levrekte $18,66 \pm 0,35$; çipurada ise $18,41 \pm 0,74$ olarak tespit edilmiştir. Çiftlikte yetiştirilen levrek ve çipura balıklarında ise % protein içerikleri sırasıyla $19,01 \pm 0,05$ ile $18,35 \pm 0,18$ ve $20,54 \pm 1,88$ ile $19,78 \pm 0,83$ şeklindedir.

Bu araştırma sonuçlarına göre en yüksek protein içeriği çipurada ve levrekte birinci çiftlikte, sardalyada ve kefalde açık denizde tespit edilmiştir. Balık türlerine göre yapılacak karşılaştırmada en yüksek protein içeriği birinci çiftlik çipurasında, en düşük protein içeriği ise açık deniz levreğinde bulunmuştur (Şekil 4.3.4.1.).



Şekil 4.3.4.1. : Balık Türlerinin Avlanma Yerlerine Göre % Protein Kompozisyonları

Analizi yapılan balık türlerindeki protein içeriği üzerine balık türlerinin ve avlanma yerlerinin etkisi incelendiğinde her ikisinde $p=0,05$ ve $p=0,01$ düzeylerinde etkili olmadığı görülmüştür (Çizelge Ek 1.8.).

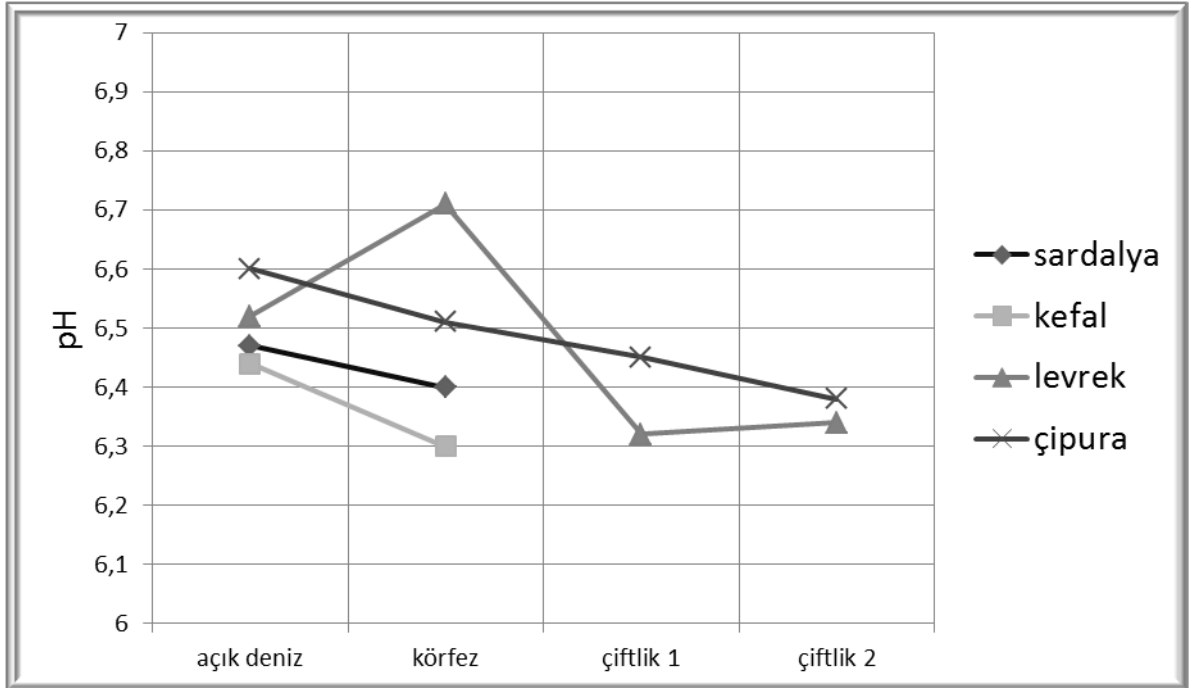
Balıklardaki protein oranı %15-24 arasında değişmektedir (Özeren, 2004). Bu değer balığın cinsine, yaşına, beslenme ortamına, üreme ve göç mevsimine göre değişiklikler gösterebilir. Bu araştırmanın sonuçları bu değer aralığı ile uyumludur.

Kılınç (1998) tarafından sardalyalarda protein içeriği % 18,4 olarak, Ayas (2006) tarafından sardalyanın protein içeriği % 19 olarak bulunmuş olup bu sonuç halden temin edilmiş sardalyalarda belirlenen protein oranı ile benzerlik göstermektedir. Bu çalışmada elde edilen değerler, Özeren (2004) tarafından kefallerde elde edilen % 19,66 protein içeriği ile, Karaton (2008) tarafından Keban Baraj Gölü'nde tatlı su kefallerinde dişilerde % 18,08 ve erkeklerde % 18,01 olarak tespit edilen protein içeriği ile benzerlik göstermektedir. Bu çalışmada çiftlik levreklerinde protein içeriği Kaya (2009) tarafından kültür levreklerinde saptanan % 18,99 protein içeriği ile yakınlık göstermektedir. Özyurt ve ark. (2004) tarafından İskenderun Körfezi'nden avlanan doğal çipuraların en yüksek protein içeriği % 19,86 olarak bulunmuş olup bu çalışmada çipuralardan elde edilen protein değerleri ile yakın bir sonuç bulunmuştur.

4.3.5. pH

Açık deniz, körfez ve çiftlikten avlanan kefal, sardalya, levrek ve çipura balıklarındaki pH' ları Çizelge 4.3.1.' de verilmiştir. Bu çizelgede görüldüğü gibi pH değerleri açık denizden avlanan kefalde $6,44 \pm 0,08$; sardalyada $6,47 \pm 0,00$; levrekte $6,52 \pm 0,25$; çipurada ise $6,60 \pm 0,05$ olarak; körfezden avlanan kefalde $6,30 \pm 0,38$; sardalyada $6,40 \pm 0,11$; levrekte $6,71 \pm 0,23$; çipurada ise $6,51 \pm 0,01$ olarak tespit edilmiştir. Çiftlikte yetiştirilen levrek ve çipura balıklarında ise pH değerleri sırasıyla $6,32 \pm 0,17$ ile $6,34 \pm 0,04$ ve $6,45 \pm 0,05$ ile $6,38 \pm 0,17$ şeklindedir.

Bu araştırmanın sonuçlarına göre en yüksek pH değeri levrekte körfezde; sardalya, çipura ve kefalde açık denizde tespit edilmiştir. Balık türlerine göre yapılacak karşılaştırmada en yüksek pH' ya sahip balık türü körfez levreği, en düşük pH' ya sahip balık türü ise körfez kefalidir (Şekil 4.3.5.1.).



Şekil 4.3.5.1. : Balık Türlerinin Avlanma Yerlerine Göre pH Değerleri

Analizi yapılan balık türlerindeki pH değeri üzerine balık türlerinin ve avlanma yerlerinin etkisi incelendiğinde her ikisinde $p=0,05$ ve $p=0,01$ düzeylerinde etkili olmadığı görülmüştür (Çizelge Ek 1.9.).

Akçay ve Egemen (2006) tarafından İzmir Körfezi'nden avlanan sardalyalar ile yapılan bir çalışmada pH değeri 6,0-6,5 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuç sardalyalarda tespit edilen pH değeri ile genel olarak yakındır. Bu araştırmada çiftlik levreklerinde belirlenen pH değeri ile (Kaya, 2009) tarafından kültür levreklerinde saptanan 6,04 pH değeri, kültür çipuralarında belirlenen pH değeri ile Kaya (2009) tarafından kültür çipuralarında saptanan 6,09 pH değeri yakın değerlerdir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada İzmir Balık Hali'ndeki balıkların gıda güvenliği ve kalitesini belirlemek amacıyla açık deniz, körfez ve çiftlikten avlanan kefal, sardalya, çipura ve levrek balıklarının mikrobiyolojik ve ağır metal analizleri yapılmıştır. Böylece haldeki balıkların kaliteleri ve sağlık açısından güvenilirlikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmada balıkların kimyasal kompozisyonları da araştırılmış, bu amaçla kimyasal analizler gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda varılan sonuçlar ve öneriler aşağıda özetlenmiştir.

1. Bu araştırmada ülkemizdeki tüketim alışkanlıkları ön planda tutularak balığın yenilen kısımları üzerinde çalışılmıştır. Denizlerimizde birçok türün avcılığı yapılırsa da; hamsi, istavrit, kolyoz, palamut, mezzit, sardalya, lüfer, barbun ve kefal avcılığı ilk sıralarda yer almaktadır (Anonim, 2008). Ülkemiz açısından çipura ve levrek balıkları da su ürünleri deniz yetiştiricilik sektörünün önde gelen iki önemli türünü oluşturmaktadır. Türkiye'de çipura-levrek yetiştiriciliğine yaklaşık 20 yıl önce başlanmış ve bugün Avrupa'nın Yunanistan'dan sonra en fazla üretim yapan 2. ülkesi durumuna gelinmiştir. Bununla beraber yurt dışına olan ihracatı taze veya soğutulmuş olarak yapılmaktadır (Kaya, 2009).

2. Mikroorganizmaların su ürünlerine bulaşma düzeyi çevre ve sanitasyon koşullarına bağlıdır. İzmir Balık Hali'nde yapılan mikrobiyal analizlerin sonucunda elde edilen değerler kritik limitlerin altında çıkmış, gıdalarda bulunması istenmeyen mikroorganizmalar halden temin edilen balık örneklerinde tespit edilmemiştir. Çalışılan balık türlerinde sonuçların insan sağlığına ve gıda kalitesine zarar vermeyecek düzeyde olduğu görülmüştür.

3. İzmir Balık Hali'nde gıda güvenliğinin, hijyen ve sanitasyon koşullarının sağlanmasının yanında bu koşulların sürekliliğinin gerçekleştirilebilmesi önemlidir. Bu amaçla su ürünleri sektöründe çalışan tüm personel hijyen ve sanitasyon kuralları konusunda eğitilmeli, bu kurallar tüm personel tarafından bilinmeli ve uygulanmalıdır. Hal alanı, satış tezgahları, kullanılan alet ve ekipmanlar düzenli olarak temizlenmeli ve dezenfeksiyonları yapılmalıdır. Alet ve ekipmanlar kolay temizlenebilecek malzemelerden yapılmış olmalı, tahta kasalar yerine plastik kasalar kullanılmalıdır. Kasalar yer ile temas etmemelidir. Kullanılan buzlar içme suyundan elde edilmiş olmalıdır. İçme suyunun ve çiftlik balıklarında kullanılan yemlerin mikrobiyolojik analizleri düzenli olarak yapılmalıdır. Balıkların avlanılıp soğutulduktan sonra balık haline getirilene kadar soğuk zincirin kırılmamasına dikkat edilmeli, soğuk zincir koşullarında taşıma ve depolama yapılmalıdır. Depolama sıcaklıkları soğutulmuş balıkları saklamaya uygun ve sabit olmalıdır.

4. Avlama sırasında ve sonrasında yüzeysel bakteri sayısını arttırmamak için balıkların pul ve iç organlarının temizlenmesi ve işlenmesi sırasında hijyene büyük önem verilmeli, ayıklanan organ parçalarının temiz balık kasını kontamine etmesine engel olunmalıdır. Avdan sonra kasalarda taşıma sırasında ezilme ve darbe sonucunda hasar gören balıkların iç organları dağılarak taşıma kasalarını ve kaplarını kontamine etmesi ve bu kasalara daha sonra konulan su ürünlerine bulaşması mümkündür. Bu duruma engel olunması için taşıma kaplarına aşırı yükleme yapılmaması ve tek kullanımlık taşıma kaplarının tercih edilmesi gerekir.

5. İzmir İli kapsamında sürdürülen balıkçılık faaliyetleri sonucu elde edilen balıkların; dağınık bir şekilde karaya çıkarılıyor olmasının yanında, uygun olmayan paketlenme ve nakliye sistemi ve balık halinin denizden oldukça uzak bir alanda kurulmuş olması gibi önemli sorunları vardır (Akyol ve Perçin, 2005). Bu şartlar altında ürünlerin karaya çıkarılmalarından itibaren balık haline götürülmeleri sırasında gıda güvenliği açısından problem yaşanabilme ihtimalinin olması bu konuya önem verilmesi gerektiğini göstermektedir.

6. Bu çalışmada balık halindeki açık deniz ve körfezden avlanan kefal, sardalya, çipura ve levrek balıklarının kas dokularında ve iki farklı çiftlikten avlanan çipura ve levrek balıklarının kas dokularında tespit edilen ağır metal miktarları Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Su Ürünleri Yönetmeliği' nde ve Türk Gıda Kodeksi' nde belirtilen balık dokularındaki ağır metallerin tüketilebilirlik sınırlarına göre bu balıkların besin olarak kullanılmasında herhangi bir sakınca olmadığı belirlenmiştir. Ağır metal düzeyleri risk oluşturmasada, elde edilmiş verilerin ileride yapılacak çalışmalara ışık tutması mümkündür.

7. Sucul ortamlarda meydana gelen en büyük kirlilik evsel ve endüstriyel işletmelerden kaynaklanmaktadır. İşletmelerin arıtma tesislerinin olmaması veya mevcut arıtma sistemlerinin maliyet sebebi ile çalıştırılmaması sonucu oluşan bu kirlilik problemine, endüstri kuruluşlarına arıtma tesisi kurmalarının zorunlu tutulması ve arıtma tesislerinin yetkili kuruluşlarca düzenli olarak kontrol edilmesi ile çözüm getirilebilir. Atmosferdeki kurşun salınımı kurşunun önemli kaynaklarından olan motorlu taşıtlarda kullanılan benzin türevleri yerine kurşunsuz benzin kullanımının yaygınlaştırılması ile azaltılabilir.

8. Metal kirliliğinin giderilmesinde kullanılan kimyasal ve fiziksel yöntemlerin tesis, ekipman ve malzeme açısından pratik ve ekonomik olmaması ve arıtılan bu metallerin daha sonra başka bir tür kirliliğe neden olması sebebiyle bu yöntemlere alternatif yöntemler düşünülmektedir. Yapılan çalışmalarda denizler, göller ve diğer sularda bol miktarda bulunan su sümbülü (*Eichhornia crassipes*); su kadifesi (*Azola pinnata R.Br*); *Lemna minör*, *Dunaliella viridis*, *Chlorella vulgaris* gibi algler; aktif çamur ortamında oldukça çok üreyen *Zoogle ramigera* gibi bakteriler, kontrollü

su bitkisi kültürleri ağır metal iyonlarının giderilmesinde başarıyla kullanılabilir. Bu şekilde ağır metal kirliliği doğal sistemlerle kaynağında giderilebilecektir. Sucul ortamlarda kirliliği gidermek için kullanılan sucul ya da yarı sucul vasküler bitkiler kökleri ve yumruları ile ortamda bulunan metalleri bünyelerinde biriktirebilmektedir. Bu konuda yapılan çok sayıda araştırma göstermiştir ki, bu uygulamalar sucul ortamlardan ağır metallerin uzaklaştırılmasında kullanılan çökeltme, sedimentasyon, iyon değiştiriciler, absorpsiyonla uzaklaştırma gibi yöntemlere göre daha iyi sonuç vermektedir (Akgün, 2006).

İzmir genelindeki tüm evsel ve endüstriyel atık suları toplayarak biyolojik arıtmaya tabi tuttuktan sonra körfeze deşarj etmek ve Türkiye'nin en büyük doğal körfezi olan İzmir Körfezi'nin kirlilik yükünü azaltarak ona yeniden doğal canlılığını kazandırmak amacıyla 2000 yılında İzmir Büyük Kanal Projesi başlatılmıştır. Proje devreye girdikten sonraki sürecin izlenmesi amacıyla yapılan "İzmir Körfezi denizel ortamdaki fiziksel, kimyasal, biyolojik ve mikrobiyolojik etki ve sonuçlarının izlenmesi çalışması" sonucu 2007 yılında yayınlanan bilimsel kurul raporuna göre ışık geçirgenliği değerlerinde arıtma tesisinin olumlu etkisi ile gözle görülür bir iyileşme olduğu, 1998-2007 yılları arasında deniz tabanındaki sedimentte ölçülen ağır metal seviyelerinin civa için değişim göstermediği, buna karşılık kadmiyum ve kurşunun azaldığı, mikrobiyolojik çalışmalar sonucunda fekal kirliliğin önemli oranda ortadan kalktığı, 2007 yılında barbun balığında ölçülen civa ve kadmiyum konsantrasyonlarının müsaade edilen miktarların altında olduğu, körfezde yapılan incelemelerde ve video çekimlerinde kirli bir deniz ekosistemi içinde bulunması mümkün olmayan canlılardan deniz kestanesi, deniz iğnesi, istiridye, yengeç, kaya balığı ve çok sayıda kabuklu canlı ile monoalglerin varlığının gözlemlendiği, kefal ve dil balığı türlerinin sayısının arttığı belirlenmiştir (Anonim, 2007; Anonim, 2007-2009).

9. Günümüzde besinlerin sahip oldukları içerikleri ve sağlığa olan faydaları incelenen konuların başında gelmekte, tüketiciler besinlerin sadece tatlarının iyi olmasıyla değil besin değerlerinin yüksek olmasıyla da ilgilenmektedirler. Balık eti tekstürü, hoş giden tadı ve kokusunun yanında yüksek besin değeri içeriğinden dolayı tercih edilmekte; yüksek miktarda su, protein, yağ ve değişik vitaminler içermektedir. Bu nedenle beslenmemize önemli katkı sağlayan balık ve diğer su ürünlerinin tüketiciler tarafından, gerek mikrobiyolojik gerekse ağır metal içerikleri bakımından risk teşkil etmeden, sağlıklı tüketimleri büyük önem taşımaktadır. Yapılan kimyasal analizler sonucunda bu çalışmada incelenen balık türlerinin insan beslenmesinde önem arz eden protein ve yağ gibi besin öğeleri bakımından da önemli bir kaynak olduğu ortaya konmuştur. Su ürünleri potansiyeli oldukça yüksek olan ülkemizde kaliteli ve güvenilir ürün tüketilmesi için bu gibi çalışmaların sık aralıklarla yapılması uygun olacaktır.

6. KAYNAKLAR

1. **Akar, S., 2009.** İzmir İç Körfezi' nde, Kıyı Sularında ve Kara Midyelerde (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819) Fekal Koliform Bakterilerin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye.
2. **Akçay, S., Egemen, Ö., 2006.** İzmir Körfezinde Avlanan Bazı Balık Türlerinin Kimyasal Değişimleri Üzerine Bir Araştırma, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 23(1-2): 117-120.
3. **Akgün, M., 2006.** Sakarya Nehri Çeltikçi Çayı'ndaki Tatlı Su Kefallerinin (*Leuciscus cephalus* L., 1758) Dokularındaki Ağır Metal Birikiminin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
4. **Aközcan, 2009.** Didim ve İzmir Körfezi Sediment, Deniz Suyu ve Farklı Deniz Organizmalarında Bazı Radyonüklid ve Ağır Metal Düzeylerinin İzlenmesi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye.
5. **Akyol O., Perçin F., 2005.** İzmir Balık Halinde 1994- 2001 Yılları Arasında Pazarlanan Balıklar Üzerine Bir Araştırma, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, (22)1-2: 125-128.
6. **Anonim, 2005.** Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları, Ed; A.K. Halkman, Başak Matbaacılık Ltd. Şti., Ankara, 358 sayfa.
7. **Anonim, 2007.** İzmir Körfezi Denizel Ortamındaki Fiziksel, Kimyasal, Biyolojik ve Mikrobiyolojik Etki ve Sonuçlarının İzlenmesi Projesi, Havza Yönetimi.
8. **Anonim, 2008.** http://www.tarim.gov.tr/E_kutuphane,tarim_sektoru_su.html
9. **Anonim, 2007-2009.** İzmir Körfezinde Büyük Kanal Projesi Sonrasında Biyokimyasal Süreçlerinin İncelenmesi ve Görsel Durumunun Ortaya Konulması.
10. **Ataşoğlu, G., 2007.** Sinop Piyasasında Satılan Mezgit (*Merlangius merlangus euxinus* Nordmann, 1840) Balıklarında Mikrobiyal Floranın Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, Türkiye.
11. **Ayas, D., 2006.** Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*), Hamsi (*Engraulis encrasicolus*) ve Sardalya (*Sardina pilchardus*)'nın Sıcak Tütsülenmesi Sonrasındaki Kimyasal Kompozisyon Oranlarındaki Değişimleri , Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 23(1/3): 343-346.
12. **Aygün, Ş.F., Abanoz, F.A., 2011.** Determination of Heavy Metal in Anchovy (*Engraulis encrasicolus* L 1758) and Whiting (*Merlangius merlangus euxinus* Nordman, 1840) Fish in The Middle Black Sea, Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 17: 145-152.
13. **Baş L., Demet Ö., 1992.** Çevresel Toksikoloji Yönünden Bazı Ağır Metaller, Ekoloji Dergisi: 2(5): 42-46.
14. **Boran, Ş., 2012.** İzmir'in Su Ürünleri Sektöründeki Yeri, Sorunları ve Çözüm Önerileri, Ar&Ge Bülten, İzmir Ticaret Odası, İzmir.

- 15. Canlı, M., Atlı, G., 2003.** The Relationships between Heavy Metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) Levels and The Size of Six Mediterranean Fish Species, Environmental Pollution, 121: 129-136.
- 16. Canpolat, Ö., Çalta, M., 2001.** Keban Baraj Gölü'nden (Elazığ) Yakalanan *Acanthobrama marmid* (Heckel,1843)' de Bazı Ağır Metal Düzeylerinin Belirlenmesi, Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 13 (2): 263-268.
- 17. Çalta M., Canpolat Ö., 2002.** Hazar Gölü'nden Yakalanan *Capoeta Capoeta Umbla* (Heckel, 1843)'da Bazı Ağır Metal Miktarlarının Tespiti, Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 14(1): 225-230.
- 18. Çarbaş, A., Yanık, T., Kaya, M., 2008.** Erzurum İlindeki Bazı Ticari Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Çiftliklerinin Yetiştiricilik Suyu, Yem ve Balıklarının Mikrobiyolojik Yönden İncelenmesi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 39(1): 55-60.
- 19. Çelik , U., 2003.** Determination of Lead and Cadmium Burden in Some Northeast Atlantic and Eastern Mediterranean Fish by Means Voltammetric Method, Ege University, Doctorate Thesis. Bornova, İzmir, Türkiye.
- 20. Çolakoğlu F., Ova G., Köseoğlu B., 2006.** Taze ve İşlenmiş Gümüş Balığının (*Atherina boyeri* Risso, 1810) Mikrobiyolojik Kalitesi, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 23(1/3); 393-395.
- 21. Dalman, Ö., Demirak, A., Balcı, A. 2006.** Determination of Heavy Metals (Cd, Pb) and Trace Elements (Cu, Zn) in Sediments and Fish of The Southeastern Aegean Sea (Turkey) by Atomic Absorption Spectrometry, Food Chemistry, 95: 157–162.
- 22. Devlet Planlama Teşkilatı (DPT), 2007-2013.** Dokuzuncu Kalkınma Planı Balıkçılık Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Yayın No: DPT 2719; ÖİK 672, Ankara.
- 23. Ekici, H., Yarsan, E., 2009.** Akuakültür Canlılarında Zehirli Etki Oluşturabilecek Maddeler, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, Cilt:26, 3: 229-233.
- 24. Erdoğan, Ö., Bülbül., O., 2006.** Kahramanmaraş Balık Halinde Satılan *Acanthobrama marmid* (Heckel, 1843) ve Halin Genel Hijyenik Durumunun Mikrobiyolojik Yönden Değerlendirilmesi, KSU Fen ve Mühendislik Dergisi, 9: 2.
- 25. Ersoy, B., 2006.** Kuzeydoğu Akdeniz (Adana/Karataş) Bölgesi'nde Avlanma Mevsiminde Tüketilen Balıkların Besin Kompozisyonu ve Ağır Metal İçerikleri, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, Türkiye.
- 26. Ersoy, B., Çelik, M., 2010.** The Essential and Toxic Elements in Tissues of Six Commercial Demersal Fish from Eastern Mediterranean Sea, Food and Chemical Toxicology, 48:1377–1382.

- 27. Esen, Ö., 2006.** İzmir Körfezindeki Kara Midye *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1989'de Bulunan Toksik Maddelerin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bornova, İzmir.
- 28. Genç, S., 2006.** Taze Tüketime Sunulan Balık Türlerinde *Listeria monocytogenes*, *Vibrio parahymoliticus*, Toplam Mezofil Bakteri ve Fekal Koliform Bakteri Sayılarının Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye.
- 29. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Su Ürünleri Yönetmeliği.**
http://www.kkgm.gov.tr/yonetmelik/su_urunleri_yonetmeli.pdf
- 30. Göksu M.Z.L., Çevik F., Fındık Ö., Sarıhan E., 2003.** Seyhan Baraj Gölü'ndeki Aynalı Sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758) ve Sudak (*Stizostedion lucioperca* L., 1758)'larda Fe, Zn, Cd Düzeylerinin Belirlenmesi, Ege Su Ürünleri Dergisi, 20(1-2): 69-74.
- 31. Gönül, T., 2006.** An Assessment of Mercury Accumulation and Speciation in Marine Organisms from İzmir Bay, Dokuz Eylül University Graduate School of Natural and Applied Sciences, İzmir, Türkiye.
- 32. Gönül, L.T., Küçüksezgin, F., 2007.** Mercury Accumulation and Speciation in The Muscle of Red Mullet (*Mullus barbatus*) and Annular Sea Bream (*Diplodus annularis*) from İzmir Bay (Eastern Aegean), Marine Pollution Bulletin, 54: 1962-1989.
- 33. Hışıl Y., 2004.** Enstrümental Gıda Analizleri-Labaratuar Deneyleri, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir, 27-28.
- 34. Hoşsucu, H., Tokaç, A., Kınacıgil, T., Tosunoğlu, Z., Akyol, O., Özekinci, U., Ünal, V., 2001.** Balıkçılık Sektörünün İzmir İli İçindeki İşleyişi ve Güncel Sorunlar, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, Cilt:18, (3-4): 437-444.
- 35. İzmir Büyükşehir Belediyesi Su Ürünleri Hali Yönetmeliği.**
(<http://www.izmir.bel.tr/yonetmelikler.asp>)
- 36. Karadede, H., 1997.** Atatürk Baraj Gölü'nde Su, Sediment ve Balık Türlerinde Ağır Metal Birikiminin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır, Türkiye.
- 37. Karadede, H., 2002.** Dicle Nehri'nde Su, Sediment ve Bentik Bazı Canlı Organizmalardaki Ağır Metal Birikiminin Araştırılması, Dokora Tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır, Türkiye.
- 38. Karaton, 2008.** Tatlı Su Kefali (*Squalius cephalus*)'nin Et Verimi ve Kimyasal Bileşimi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, Türkiye.
- 39. Katalay S., Parlak H., Arslan Ö., 2005.** Ege Denizinde Yaşayan Kaya Balıklarının (*Gobius niger* L., 1758) Karaciğer Dokusunda Bazı Ağır Metallerin Birikimi, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 22(3-4): 385-388.

- 40. Kaya, G.K., 2009.** Marine Edilmiş Levrek (*Dicentrarchus labrax* (L., 1758)), Çipura (*Sparus aurata* (L., 1758)) ve Karabalıkta (*Clarias gariepinus* (Burchell, 1822)) Depolama Süresince Duyusal, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Değişimler, Doktora Tezi, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin.
- 41. Kayhan, F.E., Belkis, N., Aksu, A., 2006.** İstanbul Balık Hali'nden alınan Akdeniz Midyelerinde (*Mytilus galloprovincialis*) Arsenik Düzeyleri, Ekoloji, 61:1-5.
- 42. Kılınc, B., 1998.** Dondurularak Depolanmış Sardalya Balıklarında (*Sardina pilchardus*, W. 1792) Kimyasal, Fiziksel, Duyusal ve Mikrobiyolojik Değişimler, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- 43. Kılınc, B., 2003.** Sardalya Balığından (*Sardina pilchardus* W., 1792) Marinat Üretimi ve Raf Ömrü Üzerine Bir Araştırma, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bornova, İzmir.
- 44. Kontaş, 1997.** İzmir Körfezi'nde Civa (Hg) Dağılımı, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye.
- 45. Kundakçı, A. 1989.** Gıdaların Soğukta Muhafazası (Soğuk Tekniği ve Teknolojisi), Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 39, Bursa.
- 46. Kundakçı, A., Ergönül, B., 2009.** Su Ürünlerinde Soğuk Zincir Etkinliğinin Önemi ve Ürün Kalitesi ile Olan İlişkisi. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 4 (1): 21-28.
- 47. Küçüksezgin, F., Altay, O., Uluturhan, E., Kontaş, A., 2001.** Trace Metal and Organochlorine Residue Levels in Red Mullat (*Mulus barbatus*) from The Eastern Aegean, Turkey, at. Res. Cilt: 35, No:9, 2327-2332.
- 48. Küçüksezgin, F., Uluturhan, E., Kontaş, A., Altay, O., 2002.** Trace Metal Concentrations in Edible Fishes from Izmir Bay, Eastern Aegean, Marine Pollution Bulletin, 44: 816-832.
- 49. Küçüksezgin F., Kontaş, A., Altay, O., Uluturhan, E., Darılmaz, E. 2004.** İzmir Körfezi'nin Kimyasal Özelliklerine Genel Bakış, Turkish Journal of Aquatic Life, 2(3).
- 50. Küçüksezgin, F., Kontaş, A., Altay, O., Uluturhan, E., Darılmaz, E., 2006.** Assessment of Marine Pollution in Izmir Bay: Nutrient, Heavy Metal and Total Hydrocarbon Concentrations, Environmental International, 32:41-51.
- 51. Loumbourdis, N.S., Kostaropoulos, I., Theodoropoulou, B., Kalmanti, D. 2007.** Heavy Metal Accumulation and Metallothionein Concentration in The Frog *Rana ridibunda* After Exposure To Chromium or A Mixture of Chromium and Cadmium, Environmental Pollution 145: 787-792.
- 52. Mendil, D., Demirci, Z., Tüzen, M., Soylak, M., 2010.** Seasonal Investigation of Trace Element Contents in Commercially Valuable Fish Species from The Black Sea, Turkey, Food and Chemical Toxicology, 48: 865-870.

- 53. Olsvik, P.A., P.Gundersen, R.A Andersen., K.E. Zachariassen, 2001.** Metal accumulation and metallothionein in *Brown trout, Salmo trutta*, from two Norwegian rivers differently contaminated with Cd, Cu and Zn, *Comp. Biochem. and Phsiol*, 128:189-201.
- 54. Özan S. T., 2005.** Beyşehir Gölü'nde Yaşayan Sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758) ve Kadife Balığı (*Tinca tinca* L., 1758)'ndaki Parazitlerin ve Ağır Metal Birikiminin Araştırılması, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, Türkiye.
- 55. Özeren, A., 2004.** Buzda Depolanan Kefallerin (*Mugil auratus*, Risso, 1810) Biyokimyasal, Duysal ve Mikrobiyolojik değişimlerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniverisitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay.
- 56. Özyurt, G., Polat, A. And Özkütük, S., 2005.** Seasonal Changes in the Fatty Acids of Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*) and White Sea Bream (*Diplodus sargus*) Captured in Iskenderun Bay, Eastern Mediterranean Coast of Turkey. *Eur Food res Technol.*, 220: 120-124.
- 57. Resmi Gazete, 2008.** 2/1 Numaralı Ticari Amaçlı Su Ürünleri Avcılığını Düzenleyen Tebliğ, 2008/48. Sayı: 26974.
- 58. SAS, 2001.** SAS/STAT User's Guide (8.02), SAS Institute Inc, Cary, NC, USA.
- 59. Sivaperumal, P., Sankar, T.V., Viswanethan Nair, P.G., 2007.** Heavy Metal Concentrations in Fish, Shellfish and Fish Products from İnternal Markets of India Vis-A-Vis İnternational Standards, 102: 612-620.
- 60. Sunlu U., 1994.** SÜFA (Homa) Dalyanı ve Ege Denizinin Farklı Bölgelerindeki Kirlenme Durumu ile Ekonomik Balık Türlerinde Ağır Metal Düzeylerinin Araştırılması, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye.
- 61. Sütbeyaz, Y., Kaya, M., Yanık, T., ve ark., 2008.** Su Ürünlerinde Uygulamalı Moleküler Biyoloji Teknikleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları No: 237, Erzurum.
- 62. Terzi, G., 2004.** Ankara Yöresindeki Alabalık Çifliklerinde *Salmonella* Varlığı, Ankara Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 51: 87-91.
- 63. TKB 2002.** Su Ürünleri Toptan ve Parekende Satış Yerleri Yönetmeliği, Türkiye.
- 64. Topçuoğlu, S., Kırbaşoğlu, C., Güngör, N. 2002.** Heavy Metals in Organisms and Sediments from Turkish Coast of the Black Sea, 1997–1998. *Environment International*, 27: 521-526.
- 65. Tulgar, A., 2008.** Saroz Körfezi'nde Avlanan Bazı Ekonomik Balık Türlerinin Besin Kompozisyonunun Mevsimsel Değişimi, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- 66. Türk Gıda Kodeksi, 2008.** Gıda Maddelerindeki Bulaşanların Maksimum Limitleri Hakkında Tebliğ, Tebliğ No: 2008/26.

- 67. Türkmen, A., Türkmen, M., Tepe, Y., Akyurt, İ., 2005.** Heavy Metals in Three Commercially Valuable Fish Species from Iskenderun Bay, Northern East Mediterranean Sea, Turkey, Food Chemistry, 91: 167-172.
- 68. Türkmen, M., Türkmen, A., Tepe, Y., Ateş, A., Gökkuş, K., 2008.** Determination of Metal Contaminations in Sea Foods from Marmara, Aegean and Mediterranean seas: Twelve Fish Species, Food Chemistry, 108: 794-800.
- 69. Türkmen M., Türkmen A., Tepe Y., Töre Y., Ateş A., 2009.** Determination of metals in fish species from Aegean and Mediterranean seas, Food Chemistry 113: 233–237.
- 70. Türkmen, A., 2011.** Türkiye Denizleri'nden Yakalanan Dil Balığı (*Solea solea* L., 1758) Türünün Kas ve Karaciğer Dokularında Ağır Metal Düzeylerinin Belirlenmesi, Cilt:1, 3: 139-151.
- 71. Tüzen, M. 2003.** Determination of Heavy Metals in Fish Samples of The Middle Black Sea (Turkey) by Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometry, Food Chemistry, 80: 119-123.
- 72. Tüzen, M., 2009.** Toxic and Essential Trace Elemental Contents in Fish Species from The Black Sea, Turkey, Food and Chemical Toxicology, 47: 1785–1790.
- 73. Uğur, E., 2005.** İzmir Balık Hali Töptancılarının Sorunları ve Çözüm Yolları, A&G Bülten, İzmir Ticaret Odası, İzmir.
- 74. Uluturhan, E., Küçüksezgin, F., 2007.** Heavy Metal Contaminants in Red Pandora (*Pagellus erythrinus*) Tissues from The Eastern Aegean Sea, Turkey, Water Research, 41: 1185-1192.
- 75. Üçok, D., 2003.** İstanbul Balık Hali'nin Hijyenik Koşullarının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- 76. Ünlütürk, A. 1999.** Gıda Mikrobiyolojisi, Mengi Tan Basımevi, İzmir 3: 266-269.
- 77. Ünlütürk, A., Turantaş, F., 2002.** Gıdaların Mikrobiyolojik Analizi, Düzeltilmiş İkinci Baskı, Meta Basımevi, Bornova, İzmir.
- 78. Vural H.; 1993.** Ağır Metal İyonlarının Gıdalarda Oluşturduğu Kirlilikler, Çevre Dergisi, 8:3-8.
- 79. Yılmaz, A.B., 2003.** Levels of Heavy Metals (Fe, Cu, Ni, Cr, Pb and Zn) in Tissue of *Mugil cephalus* and *Trachurus mediterraneus* from Iskenderun Bay, Turkey, Environmental Research, 92: 277-281.
- 80. Yılmaz, A.B., Yılmaz, L., 2007.** Influences of sex and seasons on levels of heavy metals in tissues of green tiger shrimp (*Penaeus semisulcatus* de Hann, 1844), Food Chemistry, 101: 1664-1669.

- 81. Yılmaz, A.B., Sarigün, M.K., Yağlıoğlu, D., Turan, C., 2010.** Metals (Major, Essential to Non-Essential) Composition of The Different Tissues of Three Demarsal Fish Species from Iskenderun Bay, Turkey, Food Chemistry, 123: 410-415.

EKLER**Çizelge Ek 1. İstatistiksel Analiz Sonuçlarına İlişkin ANOVA Verileri****Çizelge Ek 1.1. Farklı Yerlerden Avlanan Balık Türlerinin Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri (TMAB) Yüklerine İlişkin ANOVA Verileri**

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F Değeri
Avlanma yeri	3	0.37829375	0.12609792	0.51
Balık türü	3	0.19500625	0.06500208	0.27
Avlanma yeri* Balık türü etkileşimi	5	1.11799375	0.23359875	0.91
Hata	12	2.93825000	0.24485417	
Toplam	23	4.62954375		

Çizelge Ek 1.2. Farklı Yerlerden Avlanan Balık Türlerinin Pb Düzeyine İlişkin ANOVA Verileri

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F Değeri
Avlanma yeri	3	0.01623363	0.00541121	1.47
Balık türü	3	0.01011512	0.00337171	0.92
Avlanma yeri* Balık türü etkileşimi	5	0.00437325	0.00087465	0.24
Hata	12	0.04419350	0.00368279	
Toplam	23	0.0749155		

Çizelge Ek 1.3. Farklı Yerlerden Avlanan Balık Türlerinin Cd Düzeyine İlişkin ANOVA Verileri

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F Değeri
Avlanma yeri	3	0.00038219	0.00012740	0.46
Balık türü	3	0.00242531	0.00080844	2.93
Avlanma yeri* Balık türü etkileşimi	5	0.00303669	0.00060734	2.20
Hata	12	0.00331450	0.00027621	
Toplam	23	0.00915869		

Çizelge Ek 1.4. Farklı Yerlerden Avlanan Balık Türlerinin Hg Düzeyine İlişkin ANOVA Verileri

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F Değeri
Avlanma yeri	3	0.09967775	0.03322592	0.98
Balık türü	3	0.05435825	0.01811942	0.54
Avlanma yeri* Balık türü etkileşimi	5	0.24637825	0.04927565	1.46
Hata	12	0.40595200	0.03382933	
Toplam	23	0.80636625		

Çizelge Ek 1.5. Farklı Yerlerden Avlanan Balık Türlerinin Nem İçeriğine İlişkin ANOVA Verileri

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F Değeri
Avlanma yeri	3	352.2040250	117.4013417	16.41
Balık türü	3	46.6413250	15.5471083	2.17
Avlanma yeri* Balık türü etkileşimi	5	27.9744875	5.5948975	0.78
Hata	12	85.8336000	7.1528000	
Toplam	23	512.6534375		

Çizelge Ek 1.6. Farklı Yerlerden Avlanan Balık Türlerinin Kül İçeriğine İlişkin ANOVA Verileri

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F Değeri
Avlanma yeri	3	0.04770000	0.01590000	0.65
Balık türü	3	0.24145000	0.08048333	3.27
Avlanma yeri* Balık türü etkileşimi	5	0.09270000	0.01854000	0.75
Hata	12	0.29510000	0.02459167	
Toplam	23	0.67695		

Çizelge Ek 1.7. Farklı Yerlerden Avlanan Balık Türlerinin Yağ İçeriğine İlişkin ANOVA Verileri

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F Değeri
Avlanma yeri	3	9.52001406	3.17333802	2.27
Balık türü	3	2.53026719	0.84342240	0.60
Avlanma yeri* Balık türü etkileşimi	5	1.30741719	0.26148344	0.19
Hata	12	16.79286250	1.39940521	
Toplam	23	30,15056094		

Çizelge Ek 1.8. Farklı Yerlerden Avlanan Balık Türlerinin Protein İçeriğine İlişkin ANOVA Verileri

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F Değeri
Avlanma yeri	3	4.83331875	1.61110625	2.85
Balık türü	3	4.79290625	1.59763542	2.83
Avlanma yeri* Balık türü etkileşimi	5	2.31121875	0.46224375	0.82
Hata	12	6.78225000	0.56518750	
Toplam	23	18.719696875		

Çizelge Ek 2. İstatistiksel Analiz Sonuçlarının Duncan Testine Göre Dağılımları

Çizelge Ek 2.1. Balık Türlerindeki Cd İçeriklerinin Duncan Testine Göre Dağılımları

Balık örnekleri	Ortalama	Gruplar
Kefal	0,021	BA
Sardalya	0,04	A
Levrek	0,01062	B
Çipura	0,02975	BA

P<0,05'e göre incelenmiştir.

Çizelge Ek 2.2. Balıkların Avlanma Yerleri Bakımından Nem İçeriklerinin Duncan Testine Göre Dağılımları

Avlanma yeri	Ortalama	Gruplar
Açık deniz	75,738	A
Körfez	77,299	A
Birinci çiftlik	69,183	B
İkinci çiftlik	66,805	B

P<0,05' e göre incelenmiştir.

Çizelge Ek 2.3. Balık Türlerindeki Nem İçeriklerinin Duncan Testine Göre Dağılımları

Avlanma yeri	Ortalama	Gruplar
Kefal	74,650	A
Sardalya	76,238	A
Levrek	74,138	BA
Çipura	70,949	B

P<0,05' e göre incelenmiştir.

Çizelge Ek 2.4. Balık Türlerindeki Kül İçeriklerinin Duncan Testine Göre Dağılımları

Avlanma yeri	Ortalama	Gruplar
Kefal	1,40250	B
Sardalya	1,66250	A
Levrek	1,36000	B
Çipura	1,46750	BA

P<0,05' e göre incelenmiştir.

Çizelge Ek 2.5. Balıkların Avlanma Yerleri Bakımından Yağ İçeriklerinin Duncan Testine Göre Dağılımları

Avlanma yeri	Ortalama	Gruplar
Açık deniz	1,2250	B
Körfez	1,1381	B
Birinci çiftlik	2,7375	BA
İkinci çiftlik	3,0175	A

P<0,05' e göre incelenmiştir.

ÖZGEÇMİŞ

Doğum Tarihi: 28 Şubat 1987

Doğum Yeri: Kütahya

Öğrenim Durumu

2009-.....: Celal Bayar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Gıda Teknolojisi Yüksek Lisans

2005-2009: Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Lisans

2001-2005: Kütahya Ali Güral Anadolu Lisesi

İş Deneyimleri

Temmuz 2011 - Kasım 2011: Aydoğan Turz. A.Ş. Gold Island Hotel / Kalite Kontrol ve Hijyen Sorumlusu

Temmuz 2011 - Kasım 2011: Aydoğan Turz. A.Ş. Hotel G / Kalite Kontrol ve Hijyen Sorumlusu

Eylül 2011 - Ocak 2012: Aydoğan Turz. A.Ş. Goldcity Turizm Kompleksi / Kalite Kontrol ve Hijyen Sorumlusu