

**ALABALIK YETİŞTİRİCİLİĞİNDE KULLANILAN
YEMLERİN AĞIR METAL ve AFLATOKSİN
İÇERİĞİNİN BELİRLENMESİ**

KORCAN MERAĞO
Yüksek Lisans Tezi
Zootekni Anabilim Dalı
Danışman: Yrd. Doç. Dr. Cemal POLAT

2010

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ALABALIK YETİŞTİRİCİLİĞİNDE KULLANILAN YEMLERİN
AĞIR METAL ve AFLATOKSİN İÇERİĞİNİN BELİRLENMESİ

KORCAN MERAKO

ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Yrd. Doç. Dr. CEMAL POLAT

TEKİRDAĞ-2010

Yrd. Doç. Dr. Cemal POLAT danışmanlığında, Korcan MERAÑO tarafından hazırlanan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından. Zootekni Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Yrd. Doç. Dr. Cemal POLAT

İmza :

Üye : Yrd. Doç. Dr. İsmail YILMAZ

İmza :

Üye : Yrd. Doç. Dr. M. Levent ÖZDÜVEN

İmza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Adnan ORAK
Enstitü Müdürü V.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Alabalık Yetiştiriciliğinde Kullanılan Yemlerin Ağır Metal ve Aflatoksin İçeriğinin Belirlenmesi

Korcan MERA KO

Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Zootekni Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Cemal POLAT

Bu araştırmada, Trakya yöresinde faaliyet gösteren alabalık çiftliklerinde kullanılan üç ayrı ticari yemin aflatoksin ve ağır metal düzeylerinin saptanması bu düzeylerin yasal tolerans sınırlarını aşp aşmadığının belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada materyal olarak Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında üç farklı ticari yemden üç farklı dönem için (Başlatma, Büyütme, Semirtme) toplam 27 yem örneği kullanılmıştır.

Alabalık üretme çiftliklerinden toplanan 27 adet yem örneğinde aflatoksin analizleri yüksek basınçlı likit kromatografi (HPLC) ile yapılmıştır. Yem örneklerinin tamamında aflatoksin değerleri tespit edilebilir değerin altında olduğu bulunmuştur.

Yem örneklerinde ağır metal analizleri indüktif kuplajlı plazma-optik emisyon spektrometresi (ICP-OES) cihazı ile yapılmıştır. Yem örneklerinin % 11' inde Arsenik (As), % 78'inde Kadmiyum (Cd), % 22'sinde Kurşun (Pb), % 100'ünde Bakır (Cu) ve Çinko (Zn) belirlenmiş olup, yem örneklerinin ikisinde Kurşun (Pb) içeriği yemlerde bulunması gereken limit değerlerinin üstünde bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Balık yemi, aflatoksin, ağır metal

2010, 75 sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

Determination of the Heavy Metal and Aflatoxin Content of the Trout Feeds Used in Trout Aquaculture

Korcan MERAÑO

Namık Kemal University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Animal Science

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Cemal POLAT

In this research it has been aimed to determine the aflatoxin and heavy metal levels of three different types of commercial feeds used in fish farms which have been located in Thrace region and to determine whether these levels have exceeded the legal limit of tolerance. In this study, in June, July and August, 27 feed samples from 3 different commercial feeds have been used for 3 different periods (starter, fingerling, growing).

Aflatoxin analysis has been performed by high pressurized liquid chromatography (HPLC) in 27 different feed samples which have been collected from trout breeding farms in all feed samples which have been collected from trout breeding farms. In all feed samples, the aflatoxin levels are found to be under the identifiable level.

Heavy metal analysis of the samples of feed has been performed with inductive coupling plasma-optic emission spectrometer (ICP-OES) device. 11% of the samples have been determined to contain Arsenic (As), 78% have been determined to contain Cadmium (Cd), 22% have been determined to contain Lead (Pb), 100% have been determined to contain Copper (Cu) and Zinc (Zn). Two of the samples have been determined to contain higher levels of Lead (Pb) than needed limits in feeds.

Keywords: Fish feed, aflatoxin, heavy metal

2010, 75 pages

ÖNSÖZ

Su ürünleri, dünyada ve ülkemizde insanların beslenmesinde önemli bir hayvansal protein kaynağı oluşturmaktadır. Doğal kaynaklardaki balık popülasyonlarının azalmasına bağlı olarak balık yetiştiriciliği özellikle son yıllarda tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de hızla artmaktadır.

Ülkemizde ilk olarak 1970'li yıllarda başlayan alabalık üretimi, modern yetiştiricilik tekniklerinin kullanılması ve tercih edilen bir su ürünü olması nedeni ile oldukça önemlidir.

2008 yılında yetiştiricilik üretiminin miktar olarak %43,73'ü iç sularda, %56,27'i ise denizlerde gerçekleştirilmiştir. Yetiştirilen en önemli türler iç sularda %43,32 ile alabalık olmuştur (Tuik 2009).

Ülkemizde su ürünleri üretiminde ilk sıralarda yer alan alabalık yetiştiriciliğinde genel olarak hazır karma yemler kullanılmaktadır. Üretimde istenen sonucun elde edilmesi ve alabalık tüketen insanların daha güvenli gıdalara ulaşması, yemlerde oluşabilecek istenmeyen durumların kontrol edilmesine ve ortadan kaldırılmasına bağlıdır.

Bu çalışmada, denizlerimizde av yasağı dolayısıyla yaz aylarında balık tüketiminin önemli bir bölümünü oluşturan alabalığın yetiştirilmesinde kullanılan farklı besleme dönemleri yemlerinde aflatoksin ve ağır metal gibi yemler içerisinde istenmeyen durumların varlığının araştırılması hedef alınmıştır.

Bu çalışmanın oluşturulmasında emeği geçen ve katkıda bulunan herkese sonsuz teşekkürü bir borç bilirim.

Korcan MERAKO
Ocak 2010, Tekirdağ

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
1.GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	4
2.1. Mikotoksinler	4
2.2. Mikotoksin Oluşumunu Etkileyen Faktörler.....	6
2.2.1. Bağıl Nemin ve Su Aktivitesinin (aw) Etkisi	6
2.2.2. Sıcaklığın Etkisi	6
2.2.3. pH'nın Etkisi.....	7
2.2.4. Işık, Oksijen ve Karbondioksit'in Etkisi.....	7
2.2.5. Yem Maddelerinin Yapısı ve Bileşiminin Etkisi.....	7
2.3. Aflatoksinlerin Özellikleri.....	8
2.4. Aflatoksinlerin Canlılara Etkileri	10
2.5. Aflatoksin – Alabalıklar İlişkisi Üzerine Önceki Çalışmalar.....	12
2.6. Ağır Metaller	16
2.6.1. Ağır Metallerin Etkileri	16
2.6.2. Ağır Metallerin Besin Zinciri ile Alımı	19
2.6.3. Ağır Metallerin Vücut İçerisine Alınımı.....	20
2.6.3.1. Solungaçlardan Emilim.....	21
2.6.3.2. Sindirim Sisteminden Emilim.....	21
2.6.3.3. Deriden Emilim.....	22
2.6.4. Ağır Metallerin Dokulardaki Dağılımı.....	22
2.7. Çalışmaya Konu Teşkil Eden Metaller Hakkında Genel Bilgiler.....	23
2.7.1. Arsenik (As).....	23
2.7.2. Kadmiyum (Cd)	24
2.7.3. Kurşun (Pb)	24
2.7.4. Bakır (Cu)	25
2.7.5. Çinko (Zn).....	26

2.8. Ağır Metaller ve Akuatik Canlılar İlişkisi Üzerine Önceki Çalışmalar.....	27
2.9. Yem Yönetmeliklerine Göre Yasal Sınırlamalar.....	32
2.9.1. Aflatoksin	32
2.9.2. Ağır Metaller	33
2.9.3. Balıkların Beslenmesinde İz Elementler.....	35
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	37
3.1. Materyal	37
3.2. Yöntem.....	38
3.2.1. Analiz Yöntemleri ve Yeri	38
3.2.2. Örneklerin Analiz Yöntemleri.....	38
3.2.2.1. Kuru Madde Analizleri.....	38
3.2.2.2. Aflatoksin Analizleri	39
3.2.2.2.1. Aflatoksin Analizlerinde Kullanılan Alet ve Ekipmanlar.....	39
3.2.2.2.2. Analiz Örneklerinin Hazırlanması ve Aflatoksinlerin Belirlenmesi.....	39
3.2.2.3. Ağır Metal Analizleri	41
3.2.2.3.1. Ağır Metallerin Analizinde Kullanılan Alet ve Ekipmanlar.....	41
3.2.2.3.2. Analiz Örneklerin Hazırlanması ve Ağır Metallerin Belirlenmesi.....	41
3.2.2.4. Araştırmada Kullanılan İstatistiksel Analizler.....	42
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	44
4.1. Yem Örneklerinde Kuru Madde ve Nem Analizleri Bulguları.....	44
4.2. Aflatoksin Analizleri Bulguları.....	48
4.3. Ağır Metal Analizleri Bulguları.....	53
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	68
6.KAYNAKLAR.....	70
ÖZGEÇMİŞ.....	75

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ppm	: miligram/ kilogram
ppb	: mikrogram/ kilogram
ppt	: nanogram/ kilogram
µg	: mikrogram
µg/kg	: mikrogram/kilogram
Ca	: Kalsiyum
Mg	: Magnezyum
Na	: Sodyum
K	: Potasyum
Mn	: Mangan
Cu	: Bakır
Zn	: Çinko
Fe	: Demir
Mo	: Molibden
Co	: Kobalt
Se	: Selenyum
P	: Fosfor
Cd	: Kadmiyum
Ni	: Nikel
Hg	: Civa
Pb	: Kurşun
CO ₂	: Karbon dioksit
O ₂	: Oksijen
a _w	: Su aktivitesi
°C	: Selsiyus cinsinden sıcaklık birimi
DNA	: Deoksiribonükleik asit
LD ₅₀	: Organizmaların %50 'sinin ölümüne sebep olan konsantrasyon.
TEDB	: Tespit Edilebilir Düzeyde Bulunamamıştır.
HPLC	:Yüksek performanslı sıvı kromatografisi
ICP – OES	: İndüktif Kuplajlı Plazma-Optik Emisyon Spektrometresi
ELISA	: Enzyme – Linked Immunosorbent Assay
PVC	: Poli Vinil Klorür

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. <i>Aspergillus flavus</i> 'un Sınıflandırılması ve Görüntüsü.....	4
Şekil 2.2. Bazı Aflatoksinlerin Kimyasal Yapıları.....	9
Şekil 2.3. Alabalıkların Doğal Beslenme Basamakları	20
Şekil 2.4. Ağır Metallerin Vücuda Alınımı ve Dağılımı.....	21
Şekil 4.1. A Firması Yem Örneklerinin Kuru Madde (%) İçeriği.....	45
Şekil 4.2. A Firması Yem Örneklerinin Nem (%) İçeriği.....	46
Şekil 4.3. B Firması Yem Örneklerinin Kuru Madde (%) İçeriği.....	46
Şekil 4.4. B Firması Yem Örneklerinin Nem (%) İçeriği.....	47
Şekil 4.5. C Firması Yem Örneklerinin Kuru Madde (%) İçeriği.....	47
Şekil 4.6. C Firması Yem Örneklerinin Nem (%) İçeriği.....	48
Şekil 4.7. Yem Örneklerinde Tespit Edilen Arsenik (As) Değerleri.....	55
Şekil 4.8. A Firması Yem Örneklerinde Tespit Edilen Bakır (Cu) Değerleri.....	55
Şekil 4.9. B Firması Yem Örneklerinde Tespit Edilen Bakır (Cu) Değerleri.....	56
Şekil 4.10. C Firması Yem Örneklerinde Tespit Edilen Bakır (Cu) Değerleri.....	56
Şekil 4.11. A Firması Yem Örneklerinde Tespit Edilen Çinko (Zn) Değerleri.....	57
Şekil 4.12. B Firması Yem Örneklerinde Tespit Edilen Çinko (Zn) Değerleri.....	57
Şekil 4.13. C Firması Yem Örneklerinde Tespit Edilen Çinko (Zn) Değerleri.....	58
Şekil 4.14. Yem Örneklerinde Tespit Edilen Kurşun (Pb) Değerleri.....	59
Şekil 4.15. A Firması Yem Örneklerinde Tespit Edilen Kadmiyum (Cd) Değerleri.....	60
Şekil 4.16. B Firması Yem Örneklerinde Tespit Edilen Kadmiyum (Cd) Değerleri.....	60
Şekil 4.17. C Firması Yem Örneklerinde Tespit Edilen Kadmiyum (Cd) Değerleri.....	61

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Alabalık Yetiştiriciliğinde Kullanılan Yemlerin Genel Sınıflandırılması	1
Çizelge 2.1. Gıda ve Yemlerde Görülen Başlıca Mikotoksin Üreten Fungus Cinsleri ve Ürettikleri Mikotoksinler.....	5
Çizelge 2.2. <i>Aspergillus</i> Soyuna Bağlı Küflerin Gelişme Değerleri	8
Çizelge 2.3. Bazı Canlı Türlerinde Aflatoksinlerin LD ₅₀ Değerleri	11
Çizelge 2.4. Doğada Bulunan İz Elementler ve Etkileri	17
Çizelge 2.5. İnsanlarda Kanser Oluşturan Metaller.....	18
Çizelge 2.6. Deney Hayvanlarında Metallerin Karsinojenik Etkileri	19
Çizelge 2.7. Stres Etkeni Olarak Görülen Bazı Ağır Metaller Ve Bileşikleri Tarafından Etkilenen Doku Ve Organlarda Görülen Biyolojik Yanıtları.....	30
Çizelge 2.8. Ülkemizde Hayvan Beslemede Kullanılan Yemlerde Aflatoksin B ₁ Sınırlamaları.....	32
Çizelge 2.9. Ülkemizde Hayvan Beslemede Kullanılan Yemlerde Ağır Metal Sınırlamaları.....	34
Çizelge 2.10. Balık Beslemesinde Kullanılan Minerallerin Yemlerde Bulunma Değerleri.....	35
Çizelge 2.11. Ülkemizde Hayvan Beslemede Kullanılan Yemlerde İz Element Sınırlamaları.....	36
Çizelge 3.1. Materyal Olarak Kullanılan Yemlerin Numune No ve Açıklamaları.....	37
Çizelge 3.2. Analiz Yöntemine Göre Aflatoksinlerin Teşhis Limitleri.....	39
Çizelge 3.3. Analiz Yöntemine Göre Ağır Metallerin Teşhis Limitleri.....	41
Çizelge 4.1. Yem Örneklerinin Kuru Madde (%) ve Nem İçeriği (%).....	44
Çizelge 4.2. Yem Örneklerinin Aflatoksin B ₁ ,B ₂ ,G ₁ ,G ₂ Ve Toplam Aflatoksin İçeriği	49
Çizelge 4.3. Alabalık Yem Örneklerinin Firmalara Göre Aflatoksin Düzeylerinin İstatistikî Değerlendirilmesi.....	50
Çizelge 4.4. Yem Örneklerinin Ağır Metal (Arsenik, Kadmiyum, Kurşun, Bakır, Çinko) Analizleri Sonuçları	54
Çizelge 4.5. Alabalık Yem Örneklerinin Firmalara Göre Ağır Metal Düzeylerinin İstatistikî Değerlendirilmesi.....	62
Çizelge 4.6. Alabalık Yem Örneklerinin Besleme Dönemlerine Göre Ağır Metal Düzeylerinin İstatistikî Değerlendirilmesi	62
Çizelge 4.7. Alabalık Yem Örneklerinin Aylara Göre Ağır Metal Düzeylerinin İstatistikî Değerlendirilmesi.....	63

1. GİRİŞ

Alabalık, Ülkemizde su ürünleri içerisinde hayvansal protein kaynağı olarak en çok tercih edilen balık türlerinden biridir. İnsan kontrolünde iç sularda (tatlı su) ve denizlerde kurulan alabalık çiftliklerinde büyük kapasitelerde üretimi yapılmaktadır.

Ülkemizde alabalıklar porsiyonluk tabir edilen 3-4 tanesi 1 kg gelen ortalama 250 gr ağırlıkta iken pazarlanmaktadır. Yetiştiricilikte en çok tercih edilen alabalık türü olan Gökkuşluğu alabalıkları bu ağırlığa 10-12 ayda ulaşabilmektedir (Alpbaz 2005).

Çizelge 1.1. Alabalık Yetiştiriciliğinde Kullanılan Yemlerin Genel Sınıflandırılması (Erdem 2001)

Yem Tipi	Başlatma Yemleri			Büyütme Yemleri			Semirtme (Geliştirme) Yemleri			
	Granüle, Yavru yemi			Pelet, Fingerling yemi			Pelet, Sofralık balık yemi			
Balık Ağırlığı (gr)	<0,5	0,5-2	2-8	8-12	12-18	18-30	30-50	50-100	100-200	200-500
Yem Boyutları	150 mikron- 1mm			1,2mm- 4mm			5mm-12mm			

Çizelge 1.1’de alabalık yetiştiriciliğinde farklı besleme dönemlerinde balıkların canlı ağırlıklarına göre kullanılan yem boyutları belirtilmiştir.

Üretilen balıkların güvenilir şekilde yetiştirilip ve pazarlanmaları için, çiftlikteki tüm balıkların yaşaması, büyümesi, üremesi, hastalık ve zararlılara karşı dayanıklı olacak şekilde balık türüne uygun yeterli ve kaliteli yemlerle beslenmeleri gerekmektedir (Erdem 2001).

Tüm hayvancılık işletmelerinde olduğu gibi alabalık işletmelerinde de toplam giderlerin %60-75’ lik kısmını yem harcamaları oluşturmaktadır. Bu nedenle bir işletmeden istenilen verimin alınabilmesi için beslemede sorun yaratmayan, kaliteli ve hijyenik yemler kullanılmalıdır. Su ürünlerindeki gelişimle birlikte daha kaliteli yem arayışı, karma yem sanayinin teknolojik ve üretim miktarı bakımından gelişimini getirmiştir. Karma yem sanayisindeki gelişimin sonucu olarak ham maddelerin fabrikaya girişinden, paketleme aşamasına kadar olan süreçte kalite kontrolün yapılması zorunluluk halini almış; başta besin

madde içeriği olmak üzere tüm olumlu ve olumsuz özelliklerin belirlenmesi gerekliliğini oluşturmuştur (Kop ve Hoşsu 2000).

Yemlerde hayvan ve insan sağlığı açısından sorun oluşturan ağır metaller ve bazı mantar turlerinin oluşturduğu kũfleri önleme çalışmaları önem kazanmıştır.

Yapılan tahminlere göre, dünya genelinde üretilen besin ve diğer tarım ürünlerinin %5-10'u kũfler tarafından insan ve hayvanların tketemeyecekleri düzeyde bozulmaya uğratılmaktadır. Yem ve yem ham maddelerini kũflerden uzak tutmak neredeyse olanaksızdır. Hızla gelişip çoğalabilen zararlı kũfler, insan ve hayvanlarda doğrudan veya metabolitleri aracılığıyla sağaltımı zor sorunlara neden olan canlılardır (Topal 1993).

Son yıllarda bir mikotoksin çeşidi olan aflatoksinle kontamine olmuş yemlerin özellikle alabalık yetiştiriciliğinde çeşitli sorunlara yol ağtığı, çok düşük düzeyde (ppb = $\mu\text{g}/\text{kg}$) olsa bile aflatoksin içeren yemlerle beslenen balıklarda iştahsızlığa, hastalıklara hatta lme bile neden olduğu saptanmıştır. Balık retim tesislerinde uygun koşullarda (nem, sıcaklık, vb.) depolanmayan yemlerde bir süre sonra kũf oluşumu başlayacaktır. Bu yemlerin uzun süre alımı sonucunda balıklarda hastalık semptomları ile birlikte aflatoksikozise, balık verimliliğinin düşmesine ve toplu ölümlere yol açabilir. Bütün bu nedenlerle, gıda ve yemlerde aflatoksin oluşumunun önlenmesi büyük önem taşımaktadır (şahin ve Korukluoğlu 2000).

Ağır metaller ise endüstriyel teknolojinin gelişmesine paralel olarak su, hava ve toprağa daha yoğun bir şekilde bulaşarak son yıllarda önemli bir toksikolojik sorun olarak insanlığın karşısına çıkmıştır. retimini aşırı şekilde artması, doğanın kendini yenileme kapasitesinin üstüne çıkıldığından evre kirlenmesi başlamaktadır (Dökmeci 1988).

evre kirliliğine bağlı olarak ağır metallerin besin zincirine girişi hayvan ve insan sağlığı yönünden önem taşımaktadır. Canlı organizmalar besin zinciri içerisinde bünyelerine biriken ağır metalleri, birbirine taşıyabildikleri gibi ortamda hiçbir şekilde yok olmayıp, bir takım yollarla insanlara ulaşabilmekte ve insan sağlığını tehdit edip, bazen tehlikeli boyutlara erişebilmektedir. Birçoğu canlı yaşamı için gerekli elementler olup eksikliklerinde çeşitli septomatik bozukluklara yol açarlar. Fakat belirli sınırların üzerinde olduklarında ise toksik etki yapıp organizmayı bozarlar. Bu ağır metallerden mineral olarak bilinen ve organizmada birçok biyokimyasal reaksiyonlar için fonksiyonel rol oynayan Ca, Mg, Na, K, Mn, Cu, Zn,

Fe, Mo, Co, Se ile endüstri atıkları sonucu ortama giren ve canlı organizmada kuvvetli etkiye sahip Cd, Ni, Hg ve Pb gibi ağır metaller belirli limitlerin dışına çıkıldığında toksik etki yapmakta ve organizmanın canlılığına son vermektedir (Sarıyüpoğlu ve Say 1991).

Akuatik bir canlı olan balıklarda ağır metaller beslenme ve absorpsiyon yolu ile vücutlarında birikebilmektedir. Beslenme zinciri ile ağır metaller ya direkt olarak kullanılan yemler, plankton ve sudaki diğer tüketici organizmalar ile balıklara geçebilmektedir. Ağır metallerin balıklardaki konsantrasyonu, balık türlerinin beslenme alışkanlığı ile ilgili olup, balığın dokuları ve organları arasında da ayrım göstermektedir (Kargın ve Erdem 1991).

Aflatoksin ve ağır metallerin, oluşturduğu olumsuz durumlar nedeniyle tüketicinin korunması kapsamında çiftlikten sofraya güvenli gıda üretimi içerisinde birçok ülkede bazı sınır değerleri getirilmiştir. Bu sınır değerleri tartışılabilir ve gerektiğinde değiştirilebilir değerler olmakla beraber, önemli olan uluslar arası gıda ve yem ticaretinde ortak normlara yaklaşılması, ticarete rekabet koşullarının bozulmasının önlenmesi, hayvan sağlığının ve tüketicilerin korunmasıdır (Anonymous 2003).

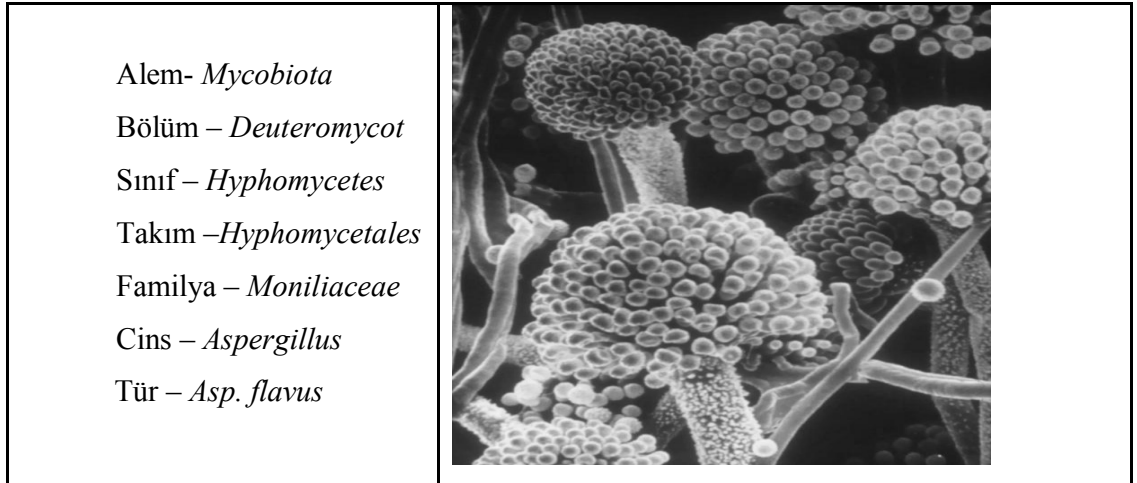
Ülkemizde birçok alabalık çiftliği ve Trakya yöresinde alabalık üretiminde faaliyet gösteren alabalık çiftlikleri, denizlerimizde su ürünleri mevzuatına göre av yasağının bulunduğu yaz döneminde oldukça önemli bir tüketici kitlesine ulaşmaktadır. Ayrıca; yaz ayları aflatoksin gelişmesi yönünden oldukça uygun sıcaklık değerlerine sahiptir. Alabalık üretiminde kullanılan yemlerin aflatoksin ve ağır metal limitlerinin araştırılması amacıyla yapılan bu çalışmada yemlerdeki aflatoksin ve ağır metal durumlarının belirlenmesi bakımından mevcut durumlarının tespiti amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Mikotoksinler

Funguslar, genellikle üstün antibiyotik kaynakları olarak tanınmakta insan ve hayvanlarda toksik etki gösteren metabolitleri ürettikleri daha az bilinmektedir. Antibiyotikler gibi fungusların ikincil metabolizmaları sonucu sentezlenen toksik maddelere genel olarak “mikotoksin” denilmektedir. Mikotoksinler, esas olarak protein yapısında ve antijen özelliğe sahip olan bakteriyel toksinlerin aksine, çok çeşitli kimyasal yapı ve biyolojik aktiviteye sahip maddelerdir (Özkaya ve Temiz 2003).

Küflerin, hemen her yerde bulunabilmeleri ve birçok gıda ve yem maddesinde gelişerek toksinlerini oluşturabilmeleri nedeniyle mikotoksinler çok önemli doğal toksinler olarak kabul edilmektedir. Üzerinde en çok çalışılmış mikotoksin grubu olan aflatoksinler 1960 yılında keşfedilmiş ve 1962 yılında da güçlü bir “hepatotoksik” ve “hepatokarsinojen” etkisi olduğu anlaşılmıştır. Aflatoksinler, *Aspergillus flavus*’un bazı suşları, *Aspergillus parasiticus*’un ise hemen hemen bütün suşları tarafından üretilmektedir. Ancak; 1987 yılında *A.flavus*’a fenotipik olarak benzeyen *Aspergillus nomius* ve son olarak da *Aspergillus pseudotamarii* olarak isimlendirilen bir türünde aflatoksin ürettikleri belirlenmiştir (Özkaya ve Temiz 2003).



Şekil 2.1. *Aspergillus flavus*’un Sınıflandırılması ve Görüntüsü (Anonymous 2007)

Şekil 2.1’ de *Aspergillus flavus*’un elektron mikroskopundan elde edilmiş görüntüsü ve sınıflandırılması belirtilmiştir.

Çizelge 2.1. Gıda ve Yemlerde Görülen Başlıca Mikotoksin Üreten Fungus Cinsleri ve Ürettikleri Mikotoksinler (Tunail 2000)

<i>Aspergillus</i> toksinleri	<i>Penicillium</i> toksinleri	<i>Fusarium</i> toksinleri	<i>Alternaria</i> Toksinleri
<u>Aflatoksinler</u>	Sitrinin	Zearalenon (F-2 toksin)	Alternariol
AFB ₁	Okrotoksin A	Triketesener	Alternariolmono- metil-eter
AFB ₂			
AFG ₁			
AFG ₂	Sitreoviridin	Deoksinivalenol	Altertoksin
AFM ₁	Rubratoksin A	Nivalenol	Tenuazonikasit
AFM ₂	Rubratoksin B	Diasetoksisirpenol	
AFB _{2a}	Patulin	T-2 toksin	
AFG _{2a}	Penisilikasit	HT-2 toksin	
AFB ₃	P-R (Pen. requeforti)-toksin	Tremortin	
Aspertoksin	Luteosikrin	Fusarin-C	
	İzlanditoksin	Fumonisin B ₁	
	Ksantosilin-X	Moniliformin	
Sitrinin	Siklopiazonikasit		
Sterigmatosistin	Sitromisetin		
Okrotoksin A	Rugulosin		
Patulin	Ksantomegnin		
Penisilikasit	Rugulovasin A		
	Rugulovasin B		
	Verrukulotoksin		
	Emodin		

Yukarıda belirtilen Çizelge 2.1’de başlıca fungus cinslerinin ürettikleri mikotoksin çeşitleri verilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi aflatoksin, mikotoksinler içerisinde oldukça çeşitlilik gösteren bir gruptur.

2.2. Mikotoksin Oluşumunu Etkileyen Faktörler

Mikotoksin oluşumunu etkileyen birçok faktör bulunmakla beraber bunların başında çevresel faktörler gelir. Tarım ürününün veya gıdanın çeşidi, kimyasal kompozisyonu, ürünün yetiştirildiği klima zonu, ürünün olgunluk durumu, hasat, uygulanan işlemler, depolama, bulaşan küflerin spektrumuna etki eden diğer faktörlerdir. Kontamine küfler mikotoksin üreticisi olsalar bile toksinin sentezlenmesine; ürünün nem içeriği, sıcaklık, işleme ve depolamada havanın bağıl nemin etken olduğu bilinmektedir (Tunail 2000).

Aflatoksin oluşumunun önlenmesinde öncelikle hammaddenin tarlada gelişimi, hasatı, depolanması, nakliyesi, ham maddelerin işlenmesi ve ürün elde edilmesi aşamalarındaki küf kontaminasyonunun engellenmesi veya en aza indirilmesi önem taşımaktadır (Özkaya ve Temiz 2003).

2.2.1. Bağıl Nemin ve Su Aktivitesinin (a_w) Etkisi

Fungusların gıda maddeleri üzerinde gelişebilmeleri ve toksin oluşturmaları atmosferin bağıl nem oranı arttıkça kolaylaşır. Bağıl nem arttıkça gıda ve yem üzerindeki su buhar basıncı da artar, buna bağlı olarak gıdanın a_w değeri yükselir. Optimum gelişmeleri için minimum a_w : 0,97 – 0,99 değerlerini talep etmelerine karşın minimum a_w : 0,80 – 0,85 değerlerinde de rahatlıkla çimlenebilir ve gelişebilirler (Tunail 2000).

Küfler genellikle ortamın relatif rutubetinin %50–60, gıdalardaki rutubet oranının da %9 ve üzeri olması halinde kolayca gelişerek mikotoksin sentezleyebilirler. *Aspergillus* soyuna bağlı küf türleri genellikle %18–30 oranında rutubet içeren yemlerde kolayca gelişip çoğalabilmektedir (Barnett ve Hunter 1998, Le Bars 1998).

2.2.2. Sıcaklığın Etkisi

Funguslar, genellikle geniş sıcaklık aralığında gelişirler. Aflatoksin üreten küfler minimum 6-8 °C' lerde, maksimum 50-60 °C' lerde üreyebildikleri halde toksin oluşumu için minimum 10-13 °C ve maksimum 42 °C sıcaklık isterler. Maksimum toksin konsantrasyonuna 25-30 °C' de ulaşılır. *Penicillium* ve *Fusarium*' ların düşük sıcaklıklarda (<5 °C) gelişebilmelerine karşılık *Aspergillus* türleri bu sıcaklıklarda üreyemez ve toksin oluşturamaz (Tunail 2000).

2.2.3. pH'nın Etkisi

Fungusların gelişebilmek için daha fazla asit ortamları tercih ettikleri, bununla beraber pH 1,5 – 8,5 arasında gelişebildikleri de bilinmektedir. Aflatoksin üreticileri pH 2,5 – 6,0 arasında toksin oluştururlar. *Aspergillus flavus* ve *Aspergillus parasiticus* 33 °C ve 0,99 a_w değeri ile 5 pH değerine sahip ortamda maksimum gelişme gösterirler (Jay 1992) .

2.2.4. Işık, Oksijen ve Karbondioksit'in Etkisi

Laboratuvarlarda *Aspergillus flavus'* un besiyeri üzerinde gelişmesi ve toksin oluşturması üzerine ışığın etkisinin araştırıldığı denemelerde, aflatoksinin karanlıkta daha fazla sentezlendiği bulunmuştur. Küfler, gelişebilmeleri ve mikotoksin sentezleyebilmeleri için bol miktarda O₂'e ihtiyaç duyarlar. Ortamdaki serbest O₂'i azaltarak, yani ortamdaki CO₂ seviyesini arttırarak küflerin gelişmeleri ve buna bağlı olarak da mikotoksin sentezlemeleri engellenebilir. Ortamdaki CO₂ yoğunluğu %20'nin üzerine çıktığı durumlarda küflerin üremesi engellenmektedir (Tunail 2000).

2.2.5. Yem Maddelerinin Yapısı ve Bileşiminin Etkisi

Küflerin gelişmesi yem maddelerinde bulunan moleküllerin yoğunluğuna, organik karbonlara ve diğer enerji kaynaklarına bağlıdır. Glikoz ve diğer düşük molekülü maddeler olan monosakkaritleri, suda çözünebilir organik maddeleri kısa süre içerisinde tüketirler. Küfler gelişebilmek için ayrıca K, Ca, Fe, Mg, P, Zn vb. elementlere de ihtiyaç duyarlar. Azot kaynağı olarak da pepton, polipeptit ve aminoasit gibi organik maddelerden yararlanırlar (Barnett ve Hunter 1998).

Özellikle karbonhidrat ve yağ bakımından zengin tarım ürünleri küflerin üremesi ve aflatoksin sentezlemeleri için uygun ortam oluştururlar (Pittet 1998).

Balık yemleri aflatoksinlerin gelişmesi için oldukça uygun bir ortamdır. İşletmede kullanılacak olan yemin depolama koşulları, kullanılma süresi de hastalıklar açısından önemli bir faktör olarak ortaya çıkmaktadır. Çünkü yemlerde ve yem ham maddelerinde olan ransidite ve oksidasyonlar sonucu mantarlaşma başlar. Belirli sıcaklık ve nemlilik koşullarında mantarlar mikotoksin üretirler. Böyle hammaddeler karmaya sokulur veya yemler balığa verilirse, çeşitli sağlık sorunları ortaya çıkmaktadır (Kop ve Korkut 2002).

Aspergillus soyuna bağlı küfler, spesifik depo kfleri olup, özellikle mısır, pamuk tohumu, ayçiçeği, soya fasulyesi unu, arpa, buğday ve yer fıstığı gibi yağlı tohumlarda sıklıkla küflenme sorunlarına neden olurlar (Pittet 1998).

Çizelge 2.2. *Aspergillus* Soyuna Bağlı Küflerin Gelişme Değerleri (Jay 1992)

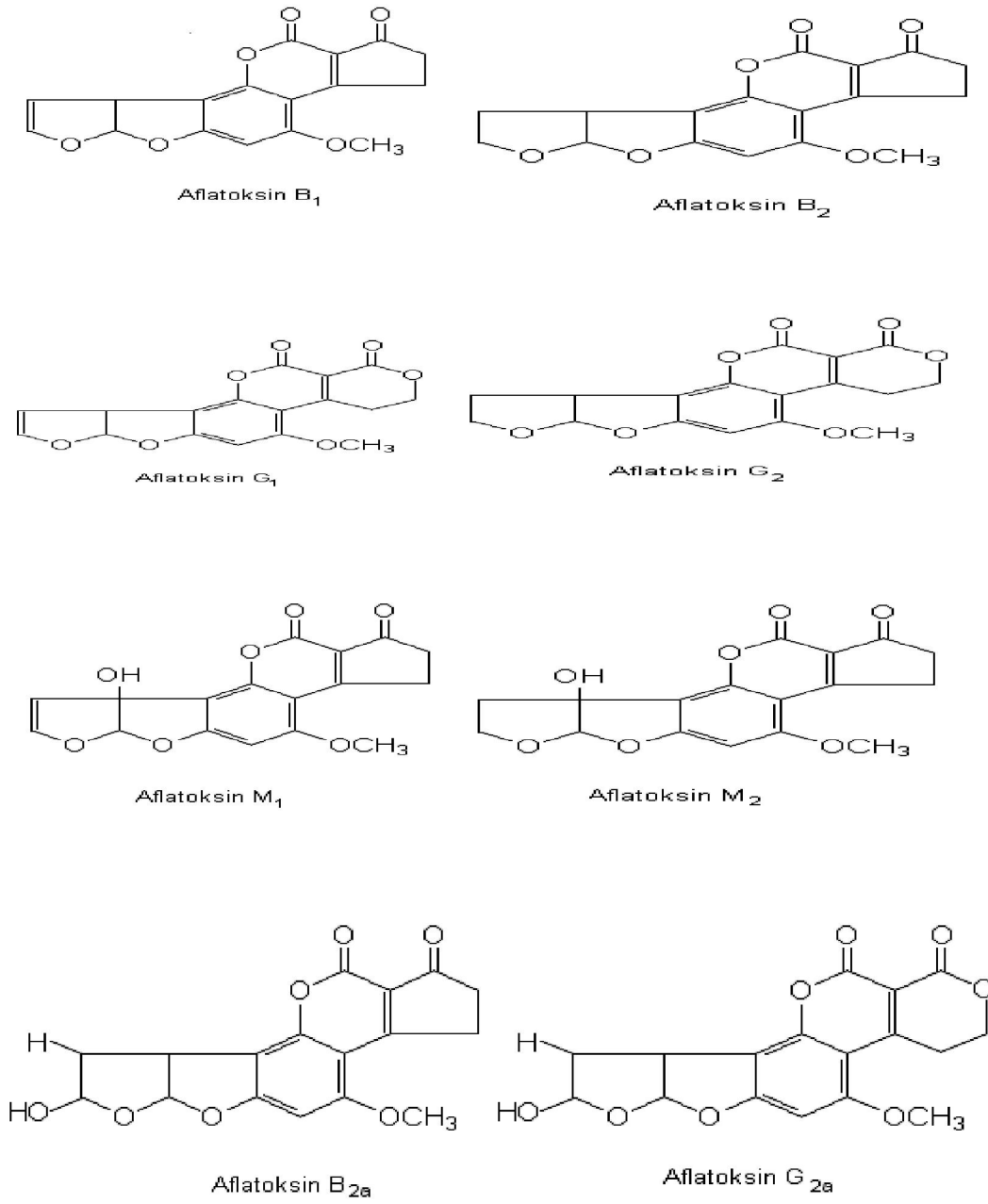
Etken	Uygun Değerler
Sıcaklık	10– 45 °C
a_w	0,8 ve üzeri
pH	1,6–9,3
Relatif Rutubet	%60 ve zeri

Yukarıdaki Çizelge 2.2’de *Aspergillus* soyuna bağlı küflerin gelişmesinde etkili sıcaklık, a_w , pH, relatif rutubet değerleri belirtilmiştir.

2.3. Aflatoksinlerin zellikleri

Aflatoksin, filamentli funguslardan *Aspergillus* cinsine ait üç tür ve iki alt tür tarafından oluşturulur. Aflatoksinler; Aflatoksin B₁, B₂, G₁, G₂, M₁ ve M₂ olmak üzere başlıca altı ana birleşikten oluşurlar. Aflatoksinler, ultraviole ışık altında gösterdikleri floresan özelliğe göre ikiye ayrılır. Mavi floresan verenler Aflatoksin B₁ ve B₂, yeşil floresans verenler ise Aflatoksin G₁ ve G₂ olarak isimlendirilir. Aflatoksin M₁ ve M₂ aflatoksinin süt ile atılan türevleri olup bu nedenle adlandırmada “Milk toksin” anlamına gelen “M” harfi kullanılmıştır (Pittet 1998).

Aflatoksinler kimyasal olarak bifuran halkası ve lakton bağı içeren kumarin türevleridir. Aflatoksinler, methanol, kloroform ile asetonda erirken su ve petrol eterde erimezler. Sodyum hipoklorit, amonyak ve potasyum permanganat gibi kuvvetli alkali ve oksitleyici maddeler ile süratle parçalanırlar ve ışıktan da etkilenirler. Aflatoksinler, ısıtmaya son derece dayanıklı olup tamamen parçalanmaları için 300 °C ’nin üzerinde sıcaklığa gerek vardır (Tunail 2000).



Şekil 2.2. Bazı Aflatoxinlerin Kimyasal Yapıları (Başkaya ve Atasever 2005)

Yukarıdaki Şekil 2.2'de Bazı Aflatoxinlerin kimyasal yapıları belirtilmiştir. Aflatoxin B₂ toksini B₁' in, G₂ toksini G₁' in dihidro formları, M₁ ve M₂ ise B₁ ve B₂' nin OH içeren formları olduğu görülmektedir.

2.4. Aflatoksinlerin Canlılara Etkileri

Mikotoksinler içinde yüksek organizmalara en etkili olanlar; aflatoksinler, *Fusarium* türlerinin oluşturduğu trikotesenler, fumonisinler ve okratoksin A' dır. Aflatoksinler yüksek dozlarda akut, sub-letal dozlarda ise kronik toksisite göstermektedirler. Vücuda alınan aflatoksinin (özelikle Aflatoksin B₁) neden olduğu akut, subakut ve kronik olarak seyreden mikotoksikosis, aflatoksikosis denir. Düşük dozda sürekli alımları, birçok hayvan denemesinde karsinojen etki ile sonuçlanmıştır. Aflatoksinler içerisinde en yüksek toksisiteyi Aflatoksin B₁ göstermektedir. Tarımsal ürünlerde, gıdalarda ve yemlerde en sıklıkla görülen aflatoksinlerin toksisite sıralaması; Aflatoksin B₁>M₁=G₁>B₂>G₂>M₂ şeklindedir. Aflatoksinlerden hayvanların birçoğu etkilenmektedir, ancak duyarlılık türden türe değişmektedir ve aynı türün genç olanları yaşlı olanlardan daha duyarlıdır. Ayrıca toksik etki, tüketilme miktarı ve sıklığına, hayvanın cinsine, yaşına, cinsiyetine, sağlık durumuna ve beslenmesine bağlı olarak değişmektedir (Özkaya ve Temiz 2003).

Düşük proteinli gıdalarla beslenenlerde, yüksek proteinli gıdalarla beslenenlere oranla daha fazla karaciğer hasarı görüldüğü, ayrıca diyetteki Vitamin - A eksikliğinde de ratlarda aflatoksinin karaciğer kanseri oluşturma riskinin arttığı bildirilmiştir (Hamilton 1982).

At, sığır, domuz, koyun, keçi, köpek, maymun, rat, fare, hindi, tavuk, ördek, hindi yavrusu, sülün palazı ve bıldırcın gibi hayvanlar aflatoksine duyarlıdır. İçlerinde en duyarlı hayvan ördek yavruları olduğundan aflatoksin ve türevlerinin toksisitelerinin belirlenmesinde genellikle bu hayvanlardan yararlanır (Tunail 2000).

Hayvanların çoğunda gözlenen akut aflatoksikozisin klinik bulguları; iştah azalması, ağırlık kaybı, nörolojik anormallikler, mukoz membranlarda sarılık, kasılma ve sonunda ölümdür. Karaciğerde rengin açılması veya tamamen renksizleşme ve yağ birikimi belirgin olarak görülür. Vücut boşluklarında sıvı birikimi ile böbrek ve bağırsaklarda kanama da meydana gelebilmektedir (Bullerman 1979).

Balıklar, aflatoksin zehirlenmelerine karşı yüksek derecede duyarlı türler arasındadır. “80 ppb” ve üzerinde aflatoksin içeren yemlerle beslenen alabalıklarda 3-10 gün içinde toksik etki ve ölüm kaydedilmiştir. Aflatoksin zehirlenmeleri karaciğerde büyük tümörler oluşturmakta özellikle gökkuşuğu alabalıklarında ölümlere neden olmaktadır (Korkut ve ark. 2002).

Çizelge 2.3. Bazı Canlı Türlerinde Aflatoksinlerin LD₅₀ Değerleri (Jay 1992)

Hayvan Türleri	LD ₅₀ Değerleri
<u>Çiftlik Hayvanları</u>	
Aflatoksin B ₁	12–18,2 µg
Aflatoksin B ₂	172,5 µg
Aflatoksin M ₁	16 µg
Aflatoksin M ₂	61,4 µg
Aflatoksin G ₁	39,2 µg
Aflatoksin G ₂	0,4 mg/kg
Rodent, Aflatoksin B ₁	7 mg/kg
Rat, Aflatoksin B ₁	5 mg/kg
Kobay, Aflatoksin B ₁	1,4 mg/kg
Ördek Palazı (1 Günlük), Aflatoksin B ₁	0,37 mg/kg
Hamster, Aflatoksin B ₁	10,2 mg/kg
Tavşan, Aflatoksin B ₁	0,5 mg/kg
Köpek, Aflatoksin B ₁	0,5–1 mg/kg
Alabalık, Aflatoksin B ₁	0,5 mg/kg

Çizelge 2.3’te aflatoksinlerin bazı canlı türleri için LD₅₀ değerleri verilmiştir. Alabalık için aflatoksin B₁ çok küçük miktardaki 0,5 mg/kg’lık değerinin ölümcül etkili olduğu görülmektedir.

2.5. Aflatoksin – Alabalıklar İlişkisi Üzerine Önceki Çalışmalar

Balıklar üzerinde aflatoksinlerin etkisini araştırılması çalışmaları, 1960 yılında gökkuşuğu alabalığında görülen karaciğer kanseri vakaları ile başlamıştır. 1960 yılında birçok ülkede gökkuşuğu alabalığı üretim tesislerinde görülen karaciğer kanseri vakalarından sonra olası bir etmen olarak pamuk tohumu küspesi düşünülmüştür. Başlangıçta pamuk tohumu küspesinin rasyondan ayrılması ile kanser oluşumunun azaldığı gözlenmiştir (Kaymak 2000).

Daha sonra, Sinhuber ve ark. (1968) tarafından yürütülen araştırmalarda pamuk tohumu küspesinin İngiltere’ de hindilerde büyük çapta ölümlere yol açan yemler içinde bulunduğu belirlenmiş ve balıklardaki karaciğer kanserinin pamuk tohumu küspesinden değil, pamuk tohumu küspesi içinde bulunan *Aspergillus flavus* tarafından üretilen aflatoksin B₁ olarak adlandırılan bir floresans maddeden kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Sinhuber ve ark. (1968a) gökkuşuğu alabalığının mikotoksinlere, özellikle aflatoksin B₁’ in hepatokarsinogenik etkisine duyarlılığını tespit etmek amacıyla yaptıkları çalışmada; gökkuşuğu alabalığının aflatoksinlere çok duyarlı olduklarını, rasyonlarındaki 1 ppb’den düşük düzeydeki aflatoksin B₁’in bile büyümede yavaşlamaya, yem alımlarında azalmaya neden olduğunu, rasyonda 8-20 ppb düzeyinde aflatoksin B₁ bulunduğunda ise 4-6 ay içinde büyümenin yavaşladığını, ölüm oranlarında artış gözlendiğini ve gözle görülebilir düzeyde hepatoma meydana geldiğini tespit etmişlerdir.

Halver (1968) yapmış olduğu çalışmada aflatoksin B₁’in gökkuşuğu alabalığında karaciğer kanseri oluşturan bir etkiye sahip olduğunu saptamıştır.

Bailey ve ark. (1988) gökkuşuğu alabalığının, aflatoksinlerin DNA’ya bağlanma durumunu inceleyerek, aflatoksin ve aflatoksikolün farklılığını belirlemeye çalışmışlardır. Bu amaçla, iki farklı yol izlenmiş, birincisinde aflatoksinler embriyoya direkt enjekte edilmiş, ikincisinde balıklara yemler ile verilmiştir. Sonuç olarak değişik uygulama yollarının, iki aflatoksinin karsinogen oranlarını da değiştirdiğini, buna karşın her iki aflatoksinin tümör başlatmada eşit ölçüde etkili olduğunu, her ikisinin de kuvvetli bir şekilde karaciğer ve kolon kanserini gösteren fenotipik değişikliklere ve tümöre yol açtığını belirlemişlerdir.

Hendricks ve Barley (1989) yaptıkları çalışmada, gökkuşığı alabalığının bir yıl boyunca rasyonlarda aflatoksin B₁ bulunan yemlerle beslendiklerinde hepatik tümörlerin oluştuğunu, karaciğerin zarar gördüğünü, solungaçların solgun bir renk aldığını ve kandaki kırmızı kan hücrelerinin oranlarının azaldığını belirlemişler ve çalışmalarının devamında aflatoksin zehirlenmelerine gökkuşığı alabalıklarının daha duyarlı olduklarını gözlemlemişlerdir.

Nakatsuru ve ark. (1990) gökkuşığı alabalığında aflatoksinlerin etkilerini tespit etmek amacıyla yaptıkları bir çalışmada; gökkuşığı alabalığını farklı (1-5-10-20 ve 30 gün) süre ile “20 ppb” Aflatoksin B₁ içeren yemler ile beslenmişler ve bir yıl sonra sırasıyla %3, %12, %10, %40 ve %36 oranında hepatoma gözlemlemişlerdir. Ek olarak bu çalışmada, rasyonlardaki “0,4 ppb” gibi düşük düzeylerdeki Aflatoksin B₁ içeren rasyon ile uzun süre beslenen gökkuşığı alabalıklarında, önemli oranda karaciğer kanseri saptamışlardır.

Nakatsuru ve ark. (1990a) tarafından gerçekleştirilen başka bir çalışmada, gökkuşığı alabalıklarının, aflatoksinlere karşı duyarlılığını tespit etmek amacı ile “0,4 ppb” ($\mu\text{g}/\text{kg}$) Aflatoksin B₁ içeren rasyonlarla balıkların uzun süre beslenmesi sonucunda; karaciğer hücrelerinde nekroz, pankreas dokularında ve böbreklerde dejenerasyon oluştuğunu, karaciğer renginin solgunlaştığını, eritrosit, lökosit sayılarının azaldığını, hemotokrit ve hemoglobin değerlerinin düştüğünü saptamışlardır. Bu çalışmada gökkuşığı alabalığının, aflatoksin B₁ için 10 günlük oral LD₅₀ değerini 0,5 mg/kg vücut ağırlığı olarak bulmuşlardır.

Nigetthe ve ark. (1992) gökkuşığı alabalığında mikotoksin ile ilgili yaptıkları çalışmada, oral yolla alımdan sonra yüksek oranda absorbe edilmenin söz konusu olduğunu ve en yüksek konsantrasyona karaciğerde ulaşıldığını saptamışlardır.

Curtis ve ark. (1995) canlı ağırlığı 4,5 gr olan gökkuşığı alabalığını bir ay boyunca 11 °C, 18 °C ve 14,5 °C sıcaklıkta beslemişlerdir. Bu sürenin sonunda, 0,08 – 0,12 ppm aralıklarında Aflatoksin B₁'i banyo yoluyla 30 dakika süreyle uygulamışlardır. 8 aylık besleme sonunda en düşük düzeyde tümör oluşumu düşük sıcaklıkta beslenen grupta olduğunu saptamışlardır.

Cengizler (2000) yapmış olduğu çalışmalarda balık yemlerindeki ppb düzeylerindeki aflatoksinlerin malign tümörlere neden olduğunu bildirmiştir.

Şanlı (2000) tarafından yapılan çalışmada özellikle hayvan beslemede yoğun olarak kullanılan mısır, buğday, pamuk tohumu küspesi, soya fasulyesi küspesi, ayçiçeği tohumu küspesi, hayvansal kökenli maddeler (et-kemik unu, balık unu) ve karma yemlerin 24-25 °C çevre sıcaklığında ürünün nem içeriğine göre, 3-4 gün içerisinde yoğun bir küflenmeye maruz kalabildiğini, küf olgusuna neden olan mantar sayısı veya koloni genişliğiyle aflatoksinlerin oluşma düzeyleri arasında doğrusal bir ilişki olmadığını saptamıştır. Genellikle ürünün ve ortamın giderek azalan nem içeriği, kullanılabilir besin madde kompozisyonu, aşırı sporlanma, küflenme süresi ve iklim koşulları aflatoksin oluşum düzeyini sınırladığını tespit etmiştir. Bu nedenle ağır bir biçimde küflenmiş yemlerde 0,01-15,00 ppm arasında aflatoksin bulunabilirken, dikkati çekmeyecek düzeyde ve az küflü ürünlerde 1,000 ppm'e kadar Aflatoksin B₁ bulunabildiğini saptamıştır.

Kaymak (2000) yaptığı araştırmada, 2000 yılında Türkiye'deki balık yemi üreten yem fabrikalarından alınan alabalık yemlerini aflatoksin B₁, B₂, G₁, G₂ düzeyleri yönünden incelenmiştir. Çalışmada 8 ay boyunca 2 aylık periyodik dönemlerde Türkiye'nin çeşitli bölgelerinde bulunan alabalık yemi üreten yem fabrikalarındaki değişik üretim devrelerine ait alabalık yemlerinden alınan örnekleri immunoaffiniti kolon yöntemiyle, yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) kullanılarak analiz etmiştir. Analiz edilen 59 adet yem numunesinden 29'unda (%49,1) 0,48– 3,46 ppb düzeylerinde toplam aflatoksin değerleri belirlemiştir. Bu değerlere göre de aflatoksin gözlenen örneklerden hiçbirinin ülkemiz aflatoksin limitlerini aşmadığını bildirmiştir.

Arana ve ark. (2002) yaptıkları çalışmada triploid alabalıkların birçok hastalığa ve bazı ters su kültürü şartlarına karşı diploid alabalıklardan daha dayanıklı olduklarını; yemlerinde aflatoksin olmayan diploid ve triploid alabalıkların oluşturduğu kontrol grubu ile yemlerinde 80 ppb aflatoksin/kg olan diploid ve triploid alabalıkların oluşturduğu deney gruplarında deneme yaparak büyüme performansıyla ilgili karşılaştırma Aflatoksin B₁'in diploid alabalıklarda büyümeyi etkilediğini saptamışlardır, Triploid alabalıkların ise etkilemediğini belirlemişlerdir.

Altuğ ve Beklevik (2003) farklı kaynaklardan sağladıkları balık yemlerinde, insan ve hayvanlar için toksik metabolitler olan aflatoksin düzeylerini belirlemek amacı ile aflatoksin analizleri yapmışlardır. Çalışmalarında, 1998, 1999, 2000 yıllarında balık üretim işletmeleri, yem fabrikaları ve yurtdışı kaynaklı yemlerden oluşan 85 adet örnek kullanmışlardır. Analiz yöntemi olarak ince tabaka kromatografisi ve ELISA yöntemleri kullanılmıştır. Analizler

sonucunda, 85 adet örnekten 20'sinde, 21,2 – 42,4 ppb aralığında total aflatoksin tespit etmişlerdir. 22 adet örnekte 5,0 – 20,0 ppb aralığında total aflatoksin bulunurken, 43 adet örnekte önemli düzeyde aflatoksin'e rastlamamışlardır. 20 ppb'nin üstünde total aflatoksin tespit edilen örneklerde Aflatoksin B₁ analizleri yapıldığında, total aflatoksin miktarının tamamına yakınının 18,4 – 42,4 ppb aralığında bulunan Aflatoksin B₁ den oluştuğunu saptamışlardır. Balık üretim işletmelerinden sağlanan (depolanan) yemlerde aflatoksin düzeylerinin, fabrika kaynaklı ve yurtdışı kaynaklı yemlere göre daha yüksek bulunduğunu belirtmişlerdir.

Royes ve Yanong (2004)'a göre aflatoksin B₁'in hayvanlarda kansere neden olan en yaygın ve doğal olarak ortaya çıkan bir madde olduğunu aflatoksin bulaşmış olan ve çığitle hazırlanan yemlerle beslenen çelikle baş alabalıklarda karaciğer tümörleri oluştuğunu ve bu üretim tesislerinde balıkların %85'ine varan bir bölümünün öldüğünü belirlemişlerdir. Yemlerin kötü bir şekilde depolanmasının aflatoksinde etkilenmeye yol açabildiğini tespit etmişlerdir.

Aktüre (2005) Adana ve ilçelerinde kullanılan alabalık yemlerinde *Aspergillus flavus* ve aflatoksin araması üzerine yürüttüğü çalışmada; Adana'da faaliyet gösteren alabalık üretim çiftliklerinden farklı aylarda topladığı 33 adet yem örneğinde Aflatoksin B₁ ve toplam Aflatoksin (B₁+B₂+G₁+G₂) varlığının tespit edilmesinde HPLC yöntemi kullanarak gerçekleştirmiş. Örneklerin 8 tanesinde Aflatoksin B₁ varlığına rastlanmakla birlikte araştırma sonucu olarak alabalık yemlerinin hiçbirisinde ülkemizde kabul edilebilir aflatoksin limitlerini aşmadığını belirtmiştir.

Yaroğlu (2007) tarafından Erzurum İli piyasasında tüketime sunulan yavru alabalık yemlerinde Aflatoksin B₁ varlığının araştırılması üzerine yürüttüğü çalışmada; materyal olarak Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında toplam 40 adet granül yem örneği kullanmıştır. Alabalık yemlerinin Aflatoksin B₁ yönünden incelenmesi ELISA metodu ile gerçekleştirmiştir. Bu çalışmada yemlerde belli oranlarda Aflatoksin B₁ ile kontaminasyonu tespit edilmiş olmakla beraber kirlilik düzeylerinin, yem örneklerinin büyük bir kısmında ülkemizde belirlenen limit değerlerin altında olduğu saptanmıştır.

2.6. Ağır Metaller

İnsanlar ve hayvanlar için hayati önemi olan metaller, endüstri ve uygarlığın temelini de oluştururlar. Farklı şekillerde tanımlanan ağır metal kavramı en çok “nispeten yüksek yoğunluğa sahip ve düşük konsantrasyonlarda bile toksik veya zehirleyici olan metal” olarak açıklanır. Gerçekte ağır metal tanımı fiziksel özellik açısından yoğunluğu 5 gr/cm³ ten daha yüksek olan metaller için kullanılır. Bu gruba kurşun, kadmiyum, krom, demir, kobalt, bakır, nikel, civa ve çinko olmak üzere 60’tan fazla metal girmektedir (Kahvecioğlu ve ark. 2004).

Ağır metaller canlıların yaşamlarını sürdürdükleri hava, su, topraktan oluşan ekosistem içerisine, doğal çevrimlerden daha çok insanın neden olduğu etkiler nedeniyle yayılımı söz konusu olduğu görülmektedir. Ağır metallerin çevreye yayılımında etken olan en önemli endüstriyel faaliyetler çimento üretimi, demir çelik sanayi, termik santraller, cam üretimi, çöp ve atık çamur yakma tesisleridir (Kahvecioğlu ve ark. 2004).

2.6.1. Ağır Metallerin Etkileri

Ağır metaller biyolojik proseslere katılma derecelerine göre yaşamsal ve yaşamsal olmayan olarak sınıflandırılırlar. Yaşamsal olarak tanımlananların organizma yapısında belirli bir konsantrasyonda bulunmaları gereklidir ve bu metaller biyolojik reaksiyonlara katıldıklarından dolayı düzenli olarak besinler yoluyla alınmaları zorunludur. Örneğin bakır hayvanlarda ve insanlarda kırmızı kan hücrelerinin ve birçok oksidasyon ve redüksiyon prosesinin vazgeçilmez parçasıdır. Buna karşın yaşamsal olmayan ağır metaller çok düşük konsantrasyonda dahi psikolojik yapıyı etkileyerek sağlık problemlerine yol açabilmektedirler. Bu gruba en iyi örnek kükürtlü enzimlere bağlanan civadır. Bir ağır metalin yaşamsal olup olmadığı dikkate alınan organizmaya da bağlıdır. Örneğin, nikel bitkiler açısından toksik etki gösterirken, hayvanlarda iz element olarak bulunması gerekir (Kahvecioğlu ve ark. 2004).

Çizelge 2.4. Doğada Bulunan İz Elementler ve Etkileri (Karadede 1997)

Element	Kaynaklar	Etki ve Önemleri
Arsenik	Madencilikte yan ürün, peptisitler, kimyasal atıklar,	Toksik, muhtemelen kansirojen
Kadmiyum	Endüstriyel madencilik, metal kaplamacılık	Biyokimyasal olarak çinko ile yer değiştirir, toksik,
Kurşun	Endüstriyel madencilik, sıvı yakıt ve kurşun kaplamacılığında	Toksik, yabani hayata zarar
Bakır	Metal kaplamacılık, endüstriyel atık, madencilik	Hayvanlarda çok toksik değil, alg ve bitkiler için toksik
Çinko	Endüstriyel atıklar, metal kaplamacılık	Esansiyel element, yüksek seviyelerde fitotoksik
Krom	Metal kaplamacılık	Muhtemelen kansirojen
Florür	Doğal, endüstriyel, içme suyuna ilave	1 mg/lt civarında diş çürümelerini, 5 mg/lt civarında ise kemik hasarını önler
İyot	Endüstriyel, doğal ve deniz suyundan	Guatr'ı önler
Demir	Demir kaynakları, maden suyu	Çok toksik değil, demir oksitlerinden dolayı elbise ve banyo eşyalarının hasara uğraması,
Mangan	Mangan kaynakları, endüstriyel atık	Çok toksik değil, mangan oksitlerinden dolayı elbise ve banyo eşyalarının hasara uğraması,
Civa	Endüstriyel atıklar madencilik, kömür	Akut ve kronik toksisite
Molibden	Endüstriyel atık, doğal kaynaklar	
Gümüş	Doğal jeolojik kaynaklar, fotoğrafik işlemler için elektro kaplamacılık	Derinin, mukoz mebranlarının ve gözlerin mavi-gri renksizleşmesine sebep olur.

Yukarıda verilen Çizelge 2.4 ağır metallerin doğaya yayılımını hızlandıran faaliyetleri ve canlılarda oluşturdukları hasarları belirtmektedir.

Ağır metaller içerisinde çevresel etki açısından en yüksek yayılıma sahip olan kurşun, toksikolojik olarak en büyük hasara yol açan kadmiyum ve yaşamsal özellik göstermesine rağmen aldığı farklı değerliğe göre kansirojen özellik gösteren krom ekosistemde aldıkları rollerinden dolayı önemlidirler. Ağır metallerin insan metabolizmasında fizyolojik ve taşınım sistemlerine, kimyasal reaksiyonlara, alerjen, hormon ve enzimlerin aktivitelerine, kansirojen ve mutajen olarak oluşturduğu olumsuz etkiler bulunmaktadır (Kahvecioğu ve ark. 2004).

Çizelge 2.5. İnsanlarda Kanseri Oluşturan Metaller (Klaassen 2001)

Metal ve kaynağı	Kanser Türü
Bakır rafineleri Arsenik peptisitleri Kimyasal tesisler İçme suyu (oral) Sigara dumanı	Pulmoner karsinoma Lenfoma, lösemi Dermal karsinoma Hepatik anjiyosarkoma
Kadmiyum Kadmiyum rafineleri	Pulmoner karsinoma
Krom Krom rafineleri Krom retimi Kromant pigmentleri	Pulmoner karsinoma Gastrointestinal karsinoma
Nikel Nikel rafineleri	Pulmoner karsinoma Nazolarenks karsinoma Gastrik ve renal karsinoma

Yukarıda verilmiş olan izelge 2.5'te insanlarda kanser oluşumuna neden olan ağır metaller ile bu ağır metallerin kaynakları ve oluşturduğu kanser türleri belirtilmiştir.

Çizelge 2.6. Deney Hayvanlarında Metallerin Karsinojenik Etkileri (Klaassen 2001)

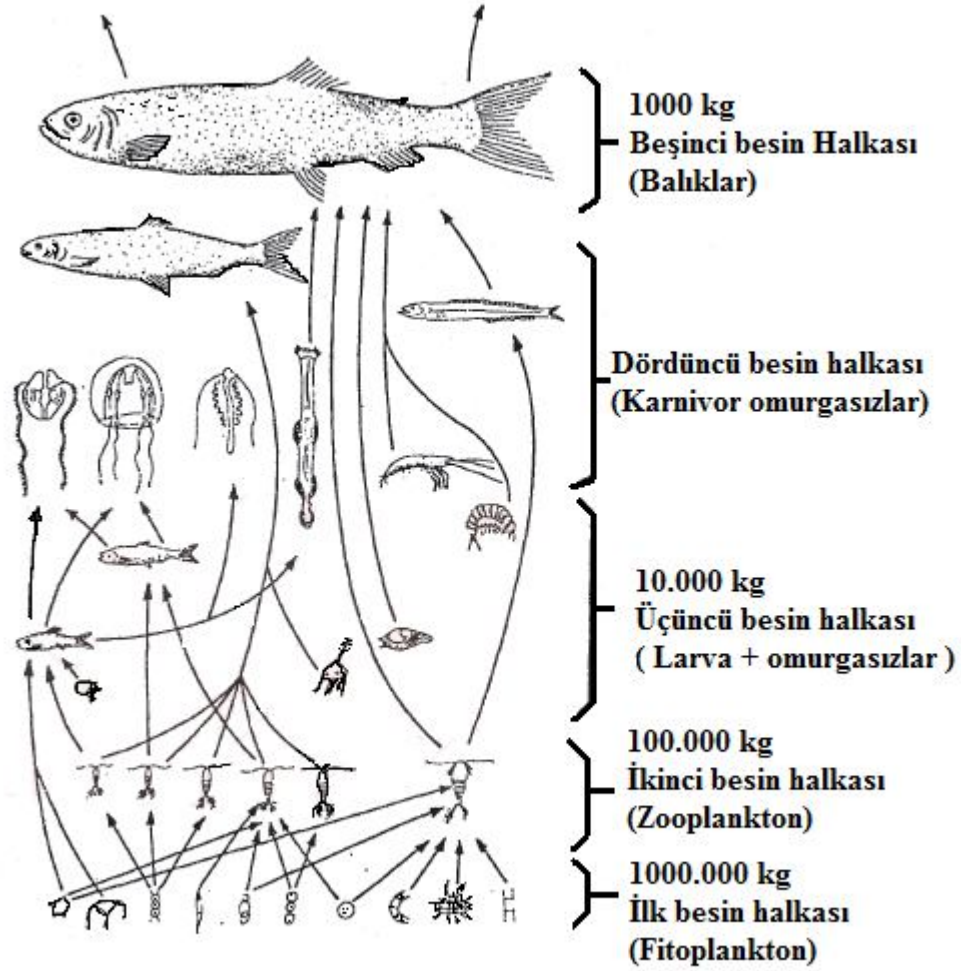
Metal	Deney Hayvanı	Tümör	Bölge
Berilyum	Fare, sıçan, maymun	Osteosarkom Karsinoma	Kemik, Akciğer
Kadmiyum	Fare, sıçan, tavuk	Sarkoma, Teratoma	Enjeksiyon bölgesi, Testisler
Kobalt	Sıçan, tavşan	Sarkoma	Enjeksiyon bölgesi
Krom	Fare, sıçan, tavşan	Sarkoma Karsinoma	Enjeksiyon bölgesi Akciğer
Demir	Hamster, fare, sıçan, tavşan	Sarkoma	Enjeksiyon bölgesi
Nikel	Fare, sıçan, kedi hamster, tavşan kobay,sıçan	Sarkoma Karsinoma Karsinoma	Enjeksiyon bölgesi Akciğer Böbrek
Kurşun	Fare, sıçan	Karsinoma	Böbrek
Titanyum	Sıçan	Sarkoma	Enjeksiyon bölgesi
Çinko	Tavuk, sıçan, hamster	Karsinoma Teratoma	Testisler

Çizelge 2.6’da farklı deney hayvanlarında kansinojenik etkilere sahip ağır metallerin etkiledikleri vücut bölgeleri ve oluşturdukları kanser tümörleri belirtilmiştir.

2.6.2. Ağır Metallerin Besin Zinciri ile Alımı

Bir ekosistemdeki madde iletimi canlılar arasındaki besin zinciri ile sağlanır. Besin zinciri bir canlının diğeri üzerinden beslenmesi sonucu oluşan bir piramittir. Ağır metaller beslenme zinciri ile balıklara geçmektedirler. Ağır metallerin balıklardaki konsantrasyonu balık türünün beslenme alışkanlıkları ve vücuda alınan metallere bağlı olup, balığın doku ve organlarında da ayırım göstermektedir. Karnivor balıklardaki konsantrasyon, herbivor balıklardaki konsantrasyondan daha yüksek değerlerdedir. Beslenme mevsimine bağlı olarak ağır metal konsantrasyonlarında önemli değişimler görülür (Aksun 1986).

Alabalık üretme tesislerinde havuz ortamında doğal besin zinciri basamaklarının tamamı görülmemektedir. Ağır metallerin besin zinciri yolu ile alımında alabalık üretme çiftliklerinde en önemli girdi, rasyondaki metal içerikleridir.

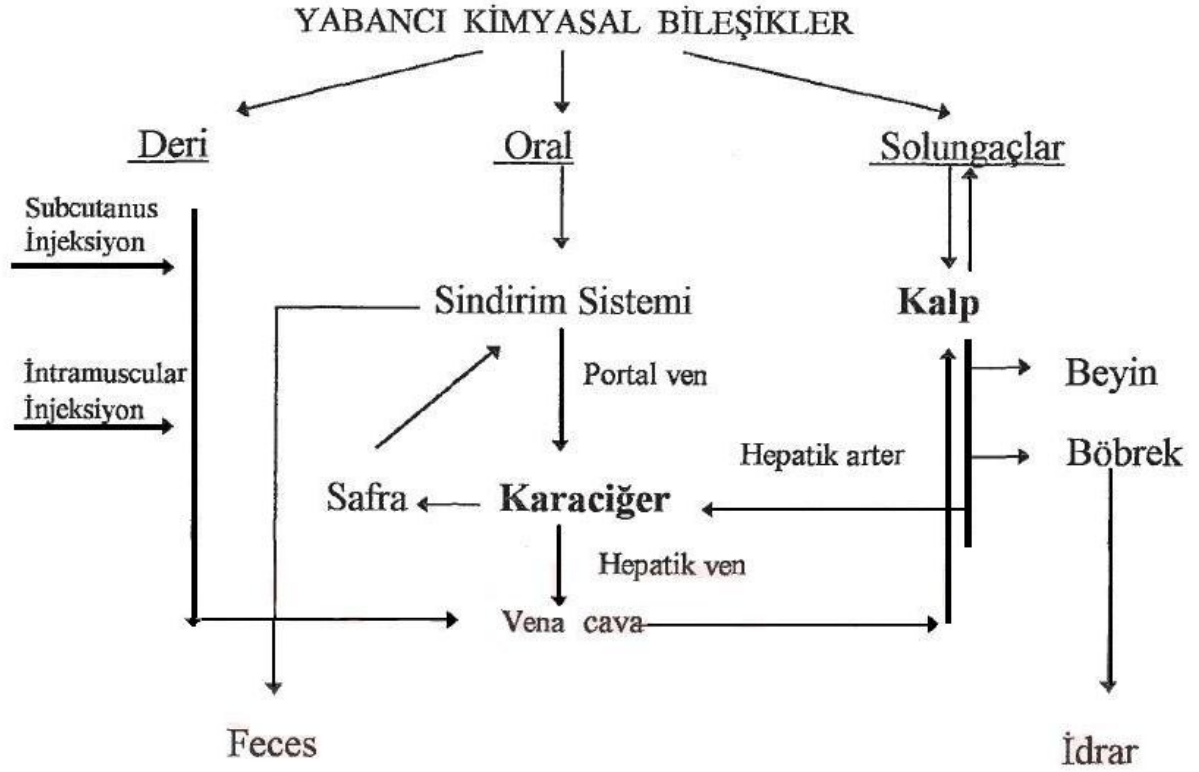


Şekil 2.3. Alabalıkların Doğal Beslenme Basamakları (Tanyolaç 1993)

Şekil 2.3'te alabalıklarda doğal beslenme basamakları görülmektedir. Fitoplankton grubundan başlayarak birçok sucul canlı ile beslenen alabalıklar bu tip beslenme ile alt basamaklardan yukarı doğru birçok birikim gösteren maddeleri de vücutlarına almaktadır.

2.6.3. Ağır Metallerin Vücut İçerisine Alınımı

Akuatik canlılarda, ağır metallerin alınması ile birikimi, suyun ve sedimentin, kimyasal, fiziksel özelliklerine bağlıdır. Sudaki artan kalsiyum konsantrasyonu bakır, kadmiyum ve çinko'nun alınımını azalttığı bildirilmiştir. Akuatik canlılar grubu içindeki balıkların ağır metal alınım yolları solungaçlar ve bağırsaklar aracılığı ile olduğu görülmektedir (Hogstrand ve Haux 1991).



Şekil 2.4. Ağır Metallerin Vücuda Alınımı ve Dağılımı (Dökmeci 1988)

Şekil 2.4'te balıkların vücutlarına temel olarak üç farklı yol ile girebilen ağır metal gibi yabancı kimyasal maddelerin çeşitli organlarda izledikleri yollar ve sindirim sistemi, böbrekler ile vücut dışına atılışı görülmektedir.

2.6.3.1. Solungaçlardan Emilim

Balıklar, ağız yolu ile alınan sudaki oksijenin solungaçlardaki kılcal damarlardan alınması sırasında suda çözülmüş yâda askıda bulunan diğer materyalleri de alırlar. Balıklar solunum hareketleri sırasında ağır metalleri de solungaçlardaki lameller tarafından vücut içersine almaktadırlar (Heath 1987).

2.6.3.2. Sindirim Sisteminden Emilim

Balıklarda en fazla görülen zehirlenmeler ağız yolu ile alınan toksik maddelerle olmaktadır. Bu nedenle sindirim sisteminden emilim oldukça önemlidir. Ağız yolu ile alınan toksik maddelerin en fazla emiliminin olduğu yer ince bağırsaklardır. Sindirim sisteminden

emilen toksik maddeler, kan dolaşımı yolu ile tüm vücuda dağılarak bir zehirlenme tablosu ortaya çıkarır. Bu tip zehirlenme, toksik maddenin türüne ve vücut tarafından emilen miktarına bağlı olmaktadır (Dökmeci 1988).

2.6.3.3 Deriden Emilim

Akuatik ortamlarda yaşayan balıkların derileri genellikle toksik maddelerle temas halindedir, bu durum balıkların sudaki çözünmüş durumda bulunan ağır metallerin deriden emilimini arttırmaktadır (Dökmeci 1988).

2.6.4. Ağır Metallerin Dokulardaki Dağılımı

Ağır metaller, canlı metabolizması tarafından emildikten sonra vücut ağırlığının büyük bir bölümünü oluşturan sıvı bölüme geçer. Kandan sıvı bölümlere geçiş genellikle pasif difüzyon yardımı ile olmaktadır. Birçok metal, canlı vücudunda genellikle özel dokularda depolanırlar. Bazıları yüksek konsantrasyonlarda bir dokuda depolanıp toksik etkinin dokuların bulunduğu organda ortaya çıkmasına yol açarlar. Bazı metaller ise depolandığı doku ve organların dışında toksik etki yaparlar. Örneğin, kurşun kemiklerde depolanmasına karşın zehirlenme belirtilerini yumuşak dokularda gösterir (Dökmeci 1988).

Vücut içerisindeki toksik maddelerin merkezi sinir sistemine geçişlerinde kan-beyin engeli sınırlayıcı faktörü rol oynamaktadır. Kan-beyin engeli tam olarak gelişmeyen yavru balıklarda ağır metaller daha çok etkilidir. Örneğin, kurşun yavru balıklarda oldukça etkili olurken gelişmiş balıklarda daha az etkilidir (Timbrell 1991).

Canlılar tarafından alınan ağır metallerin dağılım yerleri oldukça farklılık gösterir. Balıklarda, bakır daha çok karaciğerlerde akümüle olurken, çinko birincil olarak deride ve kaslarda gözlenir. Kadmiyum, balıklarda yavaş birikir, özellikle böbrek ve karaciğerde birikme özelliği bulunmaktadır (Hogstrand ve Haux 1991).

Bazı ağır metaller vücuttaki en yüksek konsantrasyona gelince depolanmaktadır. Vücut içindeki toksik madde belirli limiti aşmadığı sürece zehirlilik özelliğini göstermemektedir. Balıklarda doku ve organlarda biriken metal, etkide kalınan süreye ve ortam konsantrasyonuna bağlı olarak artmaktadır. Genellikle en yüksek birikim karaciğerde olurken en düşük birikim kas dokularında görülür. Bunun en önemli nedeni ağır metallerin

lethal olmayan konsantrasyonlarda balıkların metabolik olarak daha aktif organlarında birikmesidir (Kargın ve Erdem 1992).

Ortamda birden fazla metalin bulunduğu durumlarda bu metallerin toksikolojik etkilerinde artma veya azalma, metallerin toksik mekanizmalarının farklı olmasıyla, organizmaya bağlı olarak değişim göstermektedir. Örneğin bakır-çinko karışımında bakırın etkisi, salt bakıra göre daha azdır. Ortamda bakırın birikmesi çinko birikimini etkilememiştir (Kargın ve Erdem 1992).

2.7. Çalışmaya Konu Teşkil Eden Metaller Hakkında Genel Bilgiler

2.7.1 Arsenik (As)

Arsenik, çevrede çok yaygındır. Özellikle +5 değerlikli bileşikleri toprakta bulunur. Besinlerdeki miktarı, topraktan geçen arsenik nedeni ile yüksek düzeylere ulaşabilir. Kırsal bölgelerde havadaki ortalama toplam arsenik konsantrasyonu 0,02 ile 4 ng/m³ arasında değişirken bu miktarlar kentsel bölgelerde 3 ile 200 ng/m³ arasındadır. Okyanusa açık deniz suyunda arsenik konsantrasyonu 1-2 µg/litre civarındadır. Arsenik, yeryüzü sularına geniş oranda yayılmış olup nehir ve göllerdeki konsantrasyonu genelde 10 µg/litre'nin altındadır. Yeraltı sularındaki arsenik seviyesi, volkanik kayalar ve sülfürlü minerallerin depolandığı yerler hariç, ortalama 1-2 µg/litre'dir (Kahvecioğlu ve ark. 2004).

Arsenik bileşikleri, solunum ve gastrointestinal yolla vücuda alınabilir. Ayrıca ciltle de emilir. Pratikte her türü ve bileşiği zararlı olan arsenik, aslında biyolojide hiç istenmez. Arsenik, bir dereceye kadar yumuşak dokularda birikir. Arsenaminler kemiklerde, tüm arsenik bileşikleri ise saç ve tırnaklarda birikir. Tırnaklarda arsenik Mee's çizgileri oluşturur. Maruz kalınmasından 6 hafta sonra bu çizgiler görülmektedir. Başlıca atılım yolu böbreklerdir. Organizmada arsenik böbrek, karaciğer, kalp, beyin gibi bütün yumuşak dokulara dağılır. Özellikle keratine zengin dokulara (saç, tırnak, deri) ilgisi fazladır. Saç ve kılda toplanan arsenik yavaş bir şekilde idrarla atılır (Denizli 2008).

Arsenik organizmalarda birikimi ve etkileri, arseniğin bileşiminin özelliklerine bağlı olup, embriyolarda kronik etkilere, DNA hasarlarına veya kanserlere sebep olabilir (Dons ve Beck 1993, Berg ve ark. 1997).

2.7.2 Kadmiyum (Cd)

İnsan faaliyetlerinin artması ile günümüzde kadmiyumunda çevre kirliliğine sebep olan ağır metaller arasında yerini almıştır. Kadmiyumun, yıllık doğaya yayılım miktarı 25000 – 30000 tondur ve bunun 4000 –13000 tonu insan faaliyetlerine bağlı olarak ortaya çıkar (Kahvecioğlu ve ark. 2004).

İç sularda, kadmiyum miktarı 0,2 ppb olarak belirtilmiş olup, taban suyunda genel olarak <5 çoğunlukla <1, akarsu ve göllerde 0,07- 4,9 deniz suyunda 0,01- 1,0 ppb bulunabileceği bildirilmiştir (Uslu ve Türkman 1987). Genel olarak çiftlik sularında 0,01 hayvan içme sularında ise <0,01 ppb kadmiyum bulunması gerektiği yapılan çalışmalarda vurgulanmıştır (Parker 1972).

Kadmiyum, canlı organizmalar için önemli enzim ve organ fonksiyonlarında çinkonun yerini alabilmektedir. Bu özelliği ile çinkonun fonksiyonlarını gerekli şekilde gerçekleştirmesini engellemektedir. Çinko ve kadmiyum'un vücut içindeki oranları kadmiyum zehirlenmesi çinko yetersizliğiyle arttığından önemlidir. Kadmiyum diğer ağır metallerle içinde suda çözünme özelliği en yüksek olan elementtir. Suda çözünebilir özelliğinden bitki ve deniz canlıları tarafından biyolojik sistemlere alınır ve akümüle olma özelliğine sahiptir. Suda çözünen kadmiyum solungaçlar yolu ile kana geçerken, suda çözünmeyenler sindirim kanalı ile vücut içerisine alınmaktadır. Bu nedenle doğada yayılım hızı yüksektir ve insan yaşamı için gerekli elementlerden değildir. Kadmiyum ve bileşikleri genellikle böbrekler ve karaciğerde birikirler ve ilerleyen yaşlarla böbreklerdeki birikim yüksek tansiyona da sebep olabilmektedir. Kronik kadmiyum zehirlenmesinde ortaya çıkan en önemli etki özellikle akciğer ve prostat kanseridir (Kahvecioğlu ve ark. 2004).

2.7.3 Kurşun (Pb)

Kurşun, insan faaliyetleri ile ekolojik sisteme en önemli zararı veren ilk metal olma özelliği taşımaktadır. Kurşun, atmosfere metal veya bileşik olarak yayıldığından ve her durumda toksik özellik taşıdığından çevresel kirlilik yaratan en önemli ağır metaldir. Özellikle endüstriyel ve şehir merkezlerine yakın yerlerde yetişen yiyecekler; tahıllar, baklagiller, bahçe meyveleri ve birçok gıda ve et ürünü bünyesinde normal seviyelerin üzerinde kurşun bulundurur. Su borularında kullanılan kurşun kaynaklar ve eski evlerde bulunan su tesisatlarında, kurşunun suya karışmasına neden olabilmektedir. Kozmetik

malzemelerde bulunan birçok pigment ve diğer ana maddelerde kurşun bulundurulur. Diğer taraftan sigara ve böcek ilaçları da kurşun kaynakları arasında sayılabilirler (Kahvecioğlu ve ark. 2004).

Çeşitli besin maddeleri değişen miktarlarda kurşun içerir. Artan sıraya göre yetiştiği toprağa bağlı olarak bitkisel kaynaklı besinlerde, balık ve deniz ürünlerinde, et ve yumurtada kurşun bulunmaktadır. Özellikle evlerde kurşun içerikli boyaların kullanımı toksik etkilere sebep olur (Denizli 2008).

Kurşun, başlıca sindirim, solunum ve deri yoluyla vücuda alınır. Sindirim yoluyla kurşun alınımı yavaştır. Kurşun kimyasal olarak kalsiyuma benzemektedir ve vücut kurşunu kalsiyummuş gibi kullanır. Kalsiyumun önemli rol oynadığı yerlere dağılır. Özellikle diş ve kemik gelişiminin önemli olduğu yerlerde sorunlar yaratır. Kemikler dışında böbrek ve karaciğerdeki kurşun konsantrasyonu önemlidir. Kan yoluyla alınan kurşun, alyuvar hücreleriyle ekstraselüler sıvı arasındaki su-elektrolit alışverişini bozarak, alyuvar hücrelerinin su ve potasyum kaybetmelerine neden olur. Alyuvar hücrelerinin zar bütünlüğü bozulur, parçalanmaları kolaylaşır. Bunun sonucunda anemi oluşur (Denizli 2008).

Besin zincirinde kurşun yayılımını genellikle midye türü kalsiyumlu kabuklular üzerinden ve kalsiyuma bağlı olarak gerçekleşir. Tek hücreli canlıların ve balıkların 0,04 – 0,198 mg/litre inorganik kurşun içeren suları tolere edebildikleri ancak daha düşük miktarlarda kurşunun besin yoluyla alınmasında akut zehirlenme gösterdikleri bilinmektedir (Kahvecioğlu ve ark. 2004).

2.7.4 Bakır (Cu)

Bakır, doğaya yayılımı açısından “Atmofil” (hava sever) grupta yer almasına rağmen, havada bulunan bakır konsantrasyonu üretim yapan sanayi birimine uzaklığına bağlıdır. Bakır, “Lithofil” (kaya sever) elementler gibi suda çözünerek geniş bir alana dağılır bu nedenle de çevresel açıdan iki grubun arasında değerlendirilir. Atmosfere yayılan bakırın ancak %1’i biyolojik kullanılabilir iyon halinde kalırken diğer kısım sedimente çöker. Endüstriyel olarak kirletilmemiş bölgelerdeki deniz suyundaki bakır konsantrasyonu 0,15 µg/litre ve tatlı suda ise 1-20 µg/litre’dir. Deniz dibinde ortalama 2 - 740 mg/kg (kuru ağırlık) bakır bulunur. Bakırın, bitkiler ve canlılar üzerindeki etkisi, kimyasal formuna ve canlının

büyüklüğüne göre değişir. Küçük ve basit yapılı canlılar için zehir özelliği gösterirken büyük canlılar için temel yapı bileşenidir (Kahvecioğlu ve ark. 2004).

Bakır, eksikliğine bağlı olarak hayvanlarda ve insanlarda anormallikler, büyümede gecikme, solunum sisteminde enfeksiyonlar, kemik erimesi, anemi, saç ve deride renk kaybı, sinir sisteminde bozukluklar, kansızlık gibi rahatsızlıklar kendini gösterir. Birçok enzim ve proteinin yapısında bulunan bakır, demirin fonksiyonlarını yerine getirmesinde aktivatör görevi üstlenir. Akut bakır zehirlenmesi seyrek olarak gözlenir (Kahvecioğlu ve ark. 2004).

2.7.5 Çinko (Zn)

Toprak içerisinde fazla miktarda bulunan çinko, bitkilere ve mikroorganizmalara toksik etki yapmaktadır. Endüstride oldukça yaygın olarak kullanılan çinko hava yolu ile çevreye dağılır. Atık suların ırmaklara verilmesiyle ırmak ağızlarında yığılan sedimentlerde çok aşırı miktarda çinko birikir. Kirlenmiş sedimentlerde kilogram kuru ağırlıkta yaklaşık 90 – 100 mg çinko olmasına rağmen, liman sedimentleri ile zenginleşmiş yerlerde bu değer 2500 mg, hatta ekstrem durumlarda 6000 mg düzeyine kadar çıkmaktadır (Özbek ve ark. 1993).

Çinko metali ve birçok bileşiği diğer ağır metallerle karşılaştırıldığında düşük zehirlilik etkisi gösterirler. Çinko tuzlarının toksikliği çinkodan daha fazla, yapısında bulunduğu bileşiğin anyonik kısmının toksikliğine bağlıdır (Kahvecioğlu ve ark. 2004).

Çinko, birçok canlı için önemli ve yaşamsal elementlerden biridir. Çinko, kan harici dokularda ve vücut sıvılarında rastlanan en yaygın metal iyonudur. Gelişme, deri bütünlüğü ve fonksiyonu, yumurta olgunlaşması, bağışıklık gücü, yara iyileşmesi ve karbonhidrat, yağ, protein, nükleik asit sentezi ya da degradasyon gibi çeşitli metabolik prosesler için gereklidir. Fizyolojik miktarlardaki çinko, diğer ağır metal iyonlarının zehirleyici etkilerini azaltmaktadır. Çinko yetersizliği, gelişim bozuklukları, cinsiyet ve iskeletin gelişmemesi, kol ve bacak gibi uzuvlarda ve açık yerlerde deri iltihabı, ishal, kellik, iştah azalması ve davranışlarda değişikliklere yol açmaktadır (Kahvecioğlu ve ark. 2004).

Çinkonun toksikolojik belirtileri; diare ve mide krampları, şeklinde gözlenmektedir. Deneysel hayvanları üzerinde kanserojenik etkisi saptanmıştır (Belliles 1975).

2.8. Ağır Metaller ve Akuatik Canlılar İlişkisi Üzerine Önceki Çalışmalar

Şentürk (1993) tarafından yapılan çalışmada Marmara Denizi'nin değişik bölgelerinden avlanan midye ve istiridyelerde ağır metal birikimini incelemeyi amaçlamış. Midye ve istiridyelerdeki civa, kadmiyum ve kurşun seviyelerini araştırmıştır. Marmara Denizi'nin çeşitli bölgelerinden avladıkları 17 numunede ortalama değerler olarak 0,46 mg/kg civa, 0,25 ppm kadmiyum ve 0,304 ppm kurşun verilerini elde etmiştir. Bu değerler su ürünlerinde kabul edilebilir ağır metal değerleri limitlerinin altında olmakla beraber bu canlıların ağır metaller tarafından kirletildiği gerçeğini de görmemizi sağlamıştır.

Canlı ve ark. (1998) Seyhan Nehri'nde yaşayan balıkların (*Cyprinus carpio*, *Barbus capito*, *Chondrostoma regium*) dokularında ağır metal (kadmiyum, kurşun, bakır, krom ve nikel) düzeylerini araştırmışlardır. Dokulardaki ağır metal düzeyleri örnek istasyonları arasında genellikle önemli oranlarda değişim gösterdiğini belirtmişler, özellikle hastane akıntılarının bulaştığı düşünülen bir örnek istasyonunda en yüksek değerleri gösterdiğini vurgulamışlardır. Bazı metallerin derişimleri bazı dokularda insan tüketimi için kabul edilebilir değerleri aşmıştır ve biyolojik gereksinimleri ne olursa olsun bütün balıkların yüksek düzeylerde metal derişimleri gösterdiğini belirtmişlerdir.

Bat ve ark. (1999) Karadeniz'in Sinop kıyılarından toplanan midyelerin dokularında bakır, çinko, kurşun ve kadmiyum konsantrasyonları kıyusal suların metal kirliliğini belirlemek amacıyla ile yaptıkları çalışmalarında; Elde ettikleri ağır metal konsantrasyonları örneklenen üç istasyon arasında istatistiksel olarak farklılık göstermiştir. Bu çalışmaya göre yaz ve sonbahar aylarında kurşun miktarları 1-1,3 mg/litre olarak gözlemlenirken, kurşun ve kadmiyum miktarlarının yılın ikinci yarısından itibaren ilk yarısına oranla daha yüksek olduğu belirtmişlerdir.

Çiçek ve Koparal (2001) Porsuk Baraj Gölü'nde Yaşayan *Cyprinus carpio* ve *Barbus plebejus*'da kurşun, krom ve kadmiyum seviyeleri araştırılmasında balıklarda ve baraj suyunda ağır metalleri incelenmiştir. Balık dokularında kurşun ve krom, ölçüm duyarlılığının altında olduğunu tespit etmiştir. Kadmiyum değerleri ise Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı'nın 1991 yılı ve 20884 sayılı Resmi Gazetede yayınladığı, balık ve yumuşakçalar için önerdiği kabul edilebilir ağır metal değerlerinin üzerinde bulunmuştur.

Çatla ve Canpolat (2002) Hazar Gölü'nden Yakalanan (*Capoeta capoeta umbla*) bazı ağır metal miktarlarının tespiti çalışmasında Hazar Gölü (Elazığ)'nden yakalanan 200 adet *Capoeta capoeta umbla*'da kas, solungaç, deri, karaciğer, gonad ve böbreğinde ve balıkların yakalandığı bölgeden alınan su örneklerinde bazı ağır metallerin birikim düzeylerini araştırmıştır. Atomik Absorpsiyon Spektrofotometre ile yapılan analiz sonuçlarına göre tespit edilebilen ağır metaller (Bakır, demir, mangan ve çinko) en yüksek karaciğerde, en düşük ise kas dokusunda bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar Tarım Bakanlığı'nca belirtilen ağır metaller için kabul edilebilir değerler ile karşılaştırılmış ve bu balığın besin olarak tüketildiğinde insan sağlığı açısından bir risk oluşturmadığı belirtilmiştir.

Yazkan ve ark. (2004) çalışmalarında Antalya körfezinde 2000 yılı Ocak, Şubat ve Mart aylarında avlanan bazı yumuşakça türlerinde kurşun ve kadmiyum içeriklerini belirlemişlerdir. Bu çalışmaya göre ağır metaller arasında insan sağlığı açısından önemli olan kurşun ve kadmiyum yumuşakçalarda sırasıyla 0,00-0,35 mg/kg kurşun ve 0,26-0,28 mg/kg kadmiyum olarak saptamışlardır. İncelenen türlerde analiz edilen ağır metaller açısından henüz ciddi bir tehlike olmadığını bildirmişlerdir.

Arslan ve ark. (2006) tarafından *Clarias lazera* ile yapılan araştırmada, balıklar 7, 15 ve 30 gün sürelerle bakırın 0,1, 0,5 ve 1,0 ppm ortam derişimlerinin etkisinde bırakılarak, metalin karaciğer ve kas dokularındaki glikojen düzeyi ile serum glukoz düzeyi üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlamıştır. Doku glikojen düzeyinin belirlenmesinde Antron, serum glukoz düzeyinin belirlenmesinde ise O-Toluidin yöntemi kullanılmıştır. İncelenen bakır derişimlerinin, belirlenen sürelerde *Clarias lazera*'nın doku glikojen ve serum glukoz düzeylerini etkileyerek karbonhidrat metabolizmasında önemli değişimlere neden olduğu saptamıştır.

Toprak (2007) karma yemlerde bulunan ağır metallerin mevcut durumu ve hayvan besleme üzerine etkileri, üzerine yürüttüğü çalışmasında Tekirdağ ili civarından aldığı farklı çiftlik hayvanlarına ait yem örneklerinde ağır metal içeriklerini incelemiş ve yapmış olduğu araştırmaların sonucunda yemler içinde limit değerlerin üzerinde ağır metal içeriğine rastladığını vurgulamıştır.

Köse ve Uysal (2008) pullu sazanlarda ağır metal akümülyasyon oranlarının karşılaştırılması çalışmalarında, ağırlıklı olarak kaplıca suları ile beslenen Enne Baraj Gölü (Kütahya)'nde yaşayan cinsi olgunluğa erişmemiş pullu sazanların (*Cyprinus carpio*) kas, deri

ve solungacında ağır metal biyoakümülyasyon oranları araştırılmıştır. Ağır metal analizleri İndüktif Eşleşmiş Plazma-Optik Emisyon Spektroskopisi (ICP-OES), ve kadmiyum analizleri ise Atomik Absorbsiyon Spektrofotometri (AAS) ile gerçekleştirmişlerdir. Kas dokunun metal seviyeleri solungaçlardan önemli derecede düşük bulunmuştur ($p<0.05$). Bor, suda magnezyum ve kalsiyumdan sonra üçüncü derecede yüksek konsantrasyona sahipken hiçbir dokuda ölçülebilecek derecede akümüle olmamıştır. Tespit edilen elementlerin dokulara akümülyasyon sırası; kasta $Ca>Mg>Zn>Fe>Cd$, solungaçta $Ca>Mg>Zn>Fe>Cd$ ve deride $Ca>Mg>Fe>Zn>Cd$ olarak bulunmuştur.

Tufan (2008) Tekirdağ İlinde üretilen yem hammaddelerinin ağır metal düzeylerinin belirlenmesi araştırmasında, hayvan beslemede büyük önemi olan yem hammaddelerindeki kirlilik düzeyinin hangi derecede olduğu ve il içinde nasıl değişim gösterdiğini incelemiştir. Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi (AAS) ile ağır metallerden kurşun (Pb), arsenik (As), bakır (Cu), çinko (Zn), demir (Fe) içerikleri belirlemiştir. Sonuç olarak ağır metal analizinde yemlerin %50'sinde kurşun, %100'sinde bakır, %100'inde çinko, %100'inde demir bulunmuş olup Tarım ve Köyşleri Bakanlığı Tebliği'ndeki değerlerini hiçbirini aşmamıştır, yem hammaddelerinin tümünde ise arsenik düzeyinin tespit limitinin altında kaldığını belirtmiştir.

Kayhan ve ark. (2009) bazı ağır metallerin sucul organizmalar üzerinde yarattığı stres ve biyolojik yanıtlar adlı derleme makalede sucul organizmalarda, ağır metallerin etkilerini araştırarak önceki çalışmaları bir tablo haline getirmişlerdir. Bu makalede çevre kirliliğinin bir göstergesi olarak canlılarda ölçülen metalik kirleticilerin özellikle su ürünlerinde yüksek seviyelere ulaşabileceğini ve besinlerle birlikte düşük düzeylerde olsa sürekli olarak alınan civa, kadmiyum ve kurşun gibi metal kalıntıları çevre ve insan sağlığını önemli derecede etkilediğine dikkat çekmişlerdir.

Çizelge 2.7. Stres Etkeni Olarak Görülen Bazı Ağır Metaller ve Bileşikleri Tarafından Etkilenen Doku ve Organlarda Görülen Biyolojik Yanıtları (Kayhan ve ark. 2009)

STRES ETKENİ	SUCUL ORGANİZMA	ORGAN DOKU	GÖRÜLEN BİYOLOJİK YANITLAR	KAYNAK
NaAsO ₂	<i>Lepomis macrochirus</i> (Mavi solungalı güneş balığı)	Ovaryum	Sitoplazmik kümeler, Yumurtanın karyolizi	Gilderhaus 1966
Kadmiyum klorür	<i>Salvenilus fontinalis</i> (Kaynak alabalığı)	Testis	Testis boyunca mor-kahve beneklenme, Tübüler sınır hücrelerinin nekrozu, Kanama, vazodilatasyon	Sangalang ve O'Halloran 1972
Kadmiyum Klorür	<i>Salvenilus fontinalis</i> (Kaynak alabalığı)	Testis	Leydig hücrelerinde nekroz, Germinal epitelyum deformasyonu, Normal primordiyal germ Hücreleri	Sangalang ve O'Halloran 1974
Kadmiyum	<i>Carassius auratus</i> (Japon balığı)	Kan	Eritrosit oluşumunun Engellenmesi	Houston ve Keen 1984
Kadmiyum	<i>Cyprinus carpio</i> (Sazan balığı)	Kan	Düşük Hemoglobin ve hematokrit, Anemik belirtiler, Karaciğerde doku hasarı	Koyana ve Ozaki 1984
Kurşun ve Kadmiyum	<i>Clarias batrachus</i> (Yürüyen kedi balığı)	Testis	Testiküler hasar, Spermatogenezin yavaşlaması (Cd), Üreme kapasitesinde düşüş (Pb)	Kati ve Sathyanesan 1985
Kadmiyum	<i>Salmo gairdneri</i> (Gökkuşluğu alabalığı)	Kan Karaciğer	Kanda glikojen seviyesinde azalma, karaciğerde büyüme	Larsson 1985
Kadmiyum	<i>Perca fluviatilis</i> (Tatlısu levreği)	Kan	Normastik ve Normokromik anemi	Lowe-Jinde ve Nimi 1986
Kadmiyum	<i>Mytilus galloprovincialis</i> (Akdeniz midyesi)	Larva	Larvaların %97'sinde gelişim bozukluğu	Varlık 1991
Civa klorür Metil civa	<i>Clarias batrachus</i> (Yürüyen kedi balığı)	Testis	Seminifer tübüllerde küçülme, Leydig hücrelerinde piknosis, Gonadal aktivitenin engellenmesi (Hg)	Kirubagaran ve Joy 1992

Kadmiyum	<i>Cyprinus carpio</i> (<i>Sazan balığı</i>)	Karaciğer Böbrek Kas	Karaciğer ve böbrekte en kısa sürede, Kas dokuda en uzun sürede etki	De Conto 1999
Bakır ve Kadmiyum karışımı	<i>Oreochromis Niloticus</i> (<i>Tatlısu çipurası</i>)	Solungaç Karaciğer Böbrek Kas	En fazla karaciğerde, en az kas dokuda ağır metal birikimi.	Sağlamtimur ve ark., 2003
Kadmiyum	<i>Palaemon serratus</i> (<i>Teke karidesi</i>)	Yumuşak doku ve Kabuk	Kabuklarda, dokulara göre daha fazla kadmiyum birikimi	Egemen ve Sunlu 2003
Kadmiyum, Çinko ve Bakır	<i>Carassius auratus</i> (<i>Japon balığı</i>)	Testis	Ortama farklı metallerin katılması durumunda fizyolojik etkilerin artması	Atamanalp ve ark., 2003
Kadmiyum	<i>Gobius niger</i> (<i>Kömürcü kaya balığı</i>)	Kan	Eritrositlerde fusiform ve küresel şekil görülmesi, Dikensi hücre zarı	Katalay ve Parlak 2004
Kadmiyum	<i>Cyprinus carpio</i> (<i>Sazan balığı</i>)	Kan Serum	Serum aspartat aminotransferaz, Alanin Aminotransferaz ve glukoz düzeylerinde değişmeler	Karataş ve ark., 2005
Bakır	<i>Clarias lazera</i>	Karaciğer Kas Serum	Doku glikojen ve serum glukoz değerlerinin etkilenmesi ve karbonhidrat metabolizmasında önemli değişiklikler	Arslan ve ark., 2006
Kadmiyum	<i>Lymnaea auricularia</i> (<i>Yumuşakça</i>)	Embriyo	Embriyolarda gelişim bozukluğu	Wadaan ve ark., 2005
Gümüş, krom, nikel, kurşun, demir ve çinko	<i>Penaues semisulcatus</i> (<i>Yeşil kaplan karidesi</i>)	Kas, solungaç, hepatopankreas ve gonad	Yaşa ve cinsiyete bağlı olarak dokularda artan birikim oranları	Yılmaz ve ark., 2007

Kayhan ve ark tarafından daha önceki çalışmalardan derlenen Çizelge 2.7’de ağır metallerin değişik sucul organizmalarda oluşturduğu biyolojik yanıtları, etkilediği organlar ve istenmeyen durumlara neden olan ağır metaller belirtilmiştir.

2.9. Yem Yönetmeliklerine Göre Yasal Sınırlamalar

2.9.1. Aflatoksin

Aflatoksinlerin gıdalarda ve hayvan yemlerinde bulunma düzeyleri, gerek halk sağlığı gerekse oluşturdukları olumsuz durumların ekonomik kayıplara neden olması; çeşitli ülkelerin sorumlu resmi kurumları tarafından dikkatle ele alınmakta ve aflatoksinlerin en az hasarı vermesi amacıyla sınır değerleri getirilmiştir. Günümüzde birçok ülkede aflatoksinler için tolerans düzeyleri gıda maddelerinde 5-25 µg/kg (ppb) sınırlarında olup yemlerde genellikle daha yüksek tolerans düzeyleri bulunmaktadır (FAO 1990).

Çizelge 2.8. Ülkemizde Hayvan Beslemede Kullanılan Yemlerde Aflatoksin B₁ Sınırlamaları (ppm) (Anonymous 2005)

İstenmeyen Madde	Hayvan Beslemede Kullanılan Yemler	Kabul edilebilir en çok miktar mg/kg (ppm) (%12 nem içeren yeme göre)
Aflatoksin B₁	-Yem maddeleri	0.02
	-Sığır, koyun ve keçi tam yemleri; aşağıdakiler dışında:	0.02
	-Süt sığırları için tam yemler	0.005
	-Buzağı ve kuzular için tam yemler	0.01
	-Kanatlı ve domuz tam yemleri (genç hayvanlar hariç):	0.02
	-Diğer Tam Yemler	0.01
	-Sığır, koyun ve keçi tamamlayıcı yemleri (süt hayvanları, buzağı ve kuzu yemleri hariç):	0.02
	-Kanatlı ve domuz tamamlayıcı yemleri (genç hayvanlar hariç):	0.02
	-Diğer Tamamlayıcı Yemler	0.005

Çizelge 2.8'e göre farklı çiftlik hayvanlarının beslenmesinde kullanılan %12 nem içeriğine sahip karma yemler içerisinde bulunabilecek en fazla aflatoksin B₁ miktarları

verilmiştir. Türlerle göre aflatoksin sınır miktarları değişmektedir. Hayvan beslemede kullanılan tam yemlerin aflatoksin B₁ içerikleri 0,01 ppm olduğu görülmektedir.

Ülkemizde'de 1990-1991 yıllarında gıda ve yem maddelerinde bulunabilecek aflatoksin miktarıyla ilgili sınır değerler yasal olarak belirlenmiş olup en toksik olan aflatoksin B₁'in gıda ve yemlerdeki sınır değerleri ayrı bir öneme sahiptir. Yem maddeleri ve yemlerde yalnızca aflatoksin B₁ dikkate alınmıştır. Yavru hayvanların karma yemlerinde genelde ergin hayvanların yemlerinde öngörülen sınır değerlerin yarısına izin verilmiştir (Anonymous 2005).

2.9.2. Ağır Metaller

Mineral maddeler, insan ve hayvanlar için uygun limitlerin üzerinde vücuda alındığı zaman çeşitli sağlık sorunlarına yol açabilmektedir. Oluşturdukları sağlık sebeplerinden dolayı ağır metallerin gıdalardaki miktarı belli limitlerle sınırlandırılmıştır (Anonymous 2005).

Ülkemizde hayvan beslemede kullanılan yemler içerisinde ağır metaller için en çok kabul edilebilir miktarları aşağıda Çizelge 2.9'da verilmiştir. Buna göre çalışmanın konusu olan ağır metallerden arsenik için en çok kabul edilebilir miktar olarak balık yemleri için "6 ppm" kurşun için en çok kabul edilebilir miktar olarak tam yemlerde bulunması gereken "5 ppm" ve kadmiyum için en çok kabul edilebilir miktar olarak balık yemlerinde "1 ppm" değerleri olduğu görülmektedir.

Çizelge 2.9. Ülkemizde Hayvan Beslemede Kullanılan Yemlerde Ağır Metal Sınırlamaları (mg/kg) (Anonymous 2005)

İstenmeyen Maddeler	Hayvan Beslemede Kullanılan Yemler	Kabul edilebilir en çok miktar mg/kg (ppm) (%12 rutubet içeren yeme göre)
Arsenik (As)	Yem maddeleri; aşağıdakiler dışında:	2
	-Balık ve diğer deniz hayvanlarının işlenmesinden elde edilen yemler	15
	-Deniz yosunu ve deniz yosunundan elde edilen yem maddeleri	40
	Tam yemler; aşağıdaki dışında:	2
	-Balıklar için ve kürk hayvanları için tam yemler	6
	Tamamlayıcı yemler; aşağıdaki dışında:	4
	-Mineral yemler	12
Kurşun (Pb)	Premiksler	200
	Tamamlayıcı yemler; aşağıdaki dışında:	10
	-Mineral yemler	15
	-Tam yemler	5
Kadmiyum (Cd)	Bitkisel kökenli yem maddeleri	1
	Hayvansal kökenli yem maddeleri	2
	Ev hayvanları için tamamlayıcı yemler	2
	Aşağıdakiler hariç sığır, koyun ve keçi tam yemleri ve balık yemleri	1
	-Buzağı, kuzu, oğlak tam yemleri ve diğer tam yemler	0,5

2.9.3. Balıkların Beslenmesinde İz Elementler

Balıkların vücutlarında bütün mineraller bulunmadığından ihtiyaç duydukları bu mineralleri beslenme yoluyla elde ederler. Ayrıca balıklar suda erimiş haldeki mineralleri aldıklarından yemler içerisinde tüm minerallerin bulunması diğer çiftlik hayvanları kadar önemli değildir (Erdem 2001).

Çizelge 2.10. Balık Beslenmesinde Kullanılan Minerallerin Yemlerde Bulunma Değerleri (Erdem 2001)

Mineraller			
Makromineraler		Mikromineraler	
Mineral Adı	Yemdeki İçeriği	Mineral Adı	Yemdeki İçeriği
Kalsiyum (Ca)	5 g/kg	Demir (Fe)	30 mg/kg
Fosfor (P)	3-5 g/kg	Bakır (Cu)	1-4 mg/kg
Magnezyum (Mg)	300-500 mg/kg	Manganez (Mn)	2-54 mg/kg
Sodyum (Na)	1-55 g/kg	Çinko (Zn)	20-50 mg/kg
Potasyum (K)	1-55 g/kg	Selenyum (Se)	30-100 mg/kg
Klor (Cl)	1-55 g/kg	Flor (F)	1,3 mg/kg
Sülfür (S)	3-5 g/kg	İyot (I)	0,6 – 1,1 mg/kg

Çizelge 2.10’da balık beslemede kullanılan makromineraler ve mikromineralerin rasyonlara katılma durumları belirtilmiştir. Çalışmanın konusunu oluşturan bakır ve çinko ağır metallerinin balık yemlerinde belirli oranlarda rasyonlara besleyici özelliğinden dolayı katıldığı görülmektedir.

Ülkemizde hayvan beslemede kullanılan iz elementler için en çok bulunması gereken miktarlar aşağıdaki Çizelge 2.11’de verilmiştir. Bu çizelgede belirtildiği gibi karma yemler içerisinde en fazla bulunması gereken bakır miktarı “35 ppm” çinko miktarı içinde karma yemler içindeki toplam miktar olarak “250 ppm” olduğu görülmektedir.

Çizelge 2.11. Ülkemizde Hayvan Beslemede Kullanılan Yemlerde İz Element Sınırlamaları (mg/kg) (Anonymous 2007a)

İz mineraller	Mineral Kaynağı Mik.(Toplam) (en çok miktar mg/kg)	Karma Yemdeki Element	Diğer Şartlar	
Bakır (Cu)	-Domuzlar için:			
	16.Haftaya kadar	175		
	16.Haftadan sonra	35		
	-Buzağılar için:			
	Buzağı maması	30		
	Diğer yemler	50		
	-Koyunlar için :	15		
	-Diğer hayvan türleri :	35		
	Bakır asetat 1 sulu (Cu (CH ₃ OO) ₂ . H ₂ O)			
	Bazık Bakır Karbonat 1 sulu (Cu CO ₃ Cu (OH) ₂ . H ₂ O			
	Bakır Klorür 2 sulu (Cu Cl ₂ .2H ₂ O)			
	Bakır Metionat (Cu (C ₅ H ₁₀ NO ₂ S) ₂			
	Bakır Oksit (Cu O)			
	Bakır Sülfat 1-5 sulu (Cu SO ₄ .H ₂ O - Cu SO ₄ .5H ₂ O)			
	Amino asit-Bakır şelatı Cu(X)1-3.nH ₂ O			Yemdeki amino asit-bakır şelatlarından gelen bakır miktarı 20mg/kg yemden fazla olmamalıdır.
Bakır-Lysine sülfat Cu(C ₆ H ₁₃ N ₂ O ₂) ₂ .SO ₄			Yemdeki bakır-lysine sülfattan gelen bakır miktarı 50mg/kg yemden fazla olmamalıdır.	
Çinko (Zn)	Çinko Laktat 3 sulu (Zn (C ₃ H ₅ O ₃) ₂ .3H ₂ O)	(toplam) 250		
	Çinko Asetat 2 sulu (Zn (CH ₃ COO) ₂ . 2H ₂ O)			
	Çinko Karbonat (ZnCO ₃)			
	Çinko Klorür - 1 sulu (ZnCl ₂ . H ₂ O)			
	Çinko Oksit (ZnO)		Maksimum kurşun miktarı: 600 mg/kg	
Amino asit-Çinko şelat Zn(X)1-3.nH ₂ O			Yemdeki Amino asit-çinko şelat'dan gelen çinko miktarı 80 mg/kg yemden fazla olmamalıdır.	

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmanın temel materyalini Trakya yöresinde aktif olarak alabalık yetiştiriciliği yapmakta olan üretim çiftliklerinden yaz dönemi içerisinde üç ay boyunca üç farklı ticari yemden başlatma, büyütme ve semirtme (geliştirme) yemleri şeklinde toplam 27 farklı yem örneği alınarak oluşturulmuştur. Alabalık üretim çiftliklerinden örneklenen ticari yemler ülkemizdeki diğer alabalık çiftliklerinde de en fazla kullanılan karma yemleri oluştururlar. Yemlerde istenilen analizlerin yapılabilmesi amacıyla yem örneklerinin tümü yemlerde örnek alma kurallarına uygun olarak 500'gr paketler şeklinde alınmıştır. Çizelge 3.1 'de yem örneklerine verilen numaraların açıklamaları bulunmaktadır. Alınan yem örnekleri analiz standartlarının muhafaza edilmesi amacı ile derin dondurucuda muhafaza edilmiştir.

Çizelge 3.1. Materyal Olarak Kullanılan Yemlerin Numune No ve Açıklamaları

Numune No	Yemin Özelliği	Açıklaması
1.	150 mikron, granüle	A firması - Başlatma yemi Haziran ayı örneği
2.	1,2 mm, granüle	A firması - Büyütme yemi Haziran ayı örneği
3.	5 mm, pelet	A firması - Semirtme yemi Haziran ayı örneği
4.	800 mikron, granüle	A firması - Başlatma yemi Temmuz ayı örneği
5.	1 mm, granüle	A firması - Büyütme yemi Temmuz ayı örneği
6.	6 mm, pelet	A firması - Semirtme yemi Temmuz ayı örneği
7.	800 mikron, granüle	A firması - Başlatma yemi Ağustos ayı örneği
8.	1 mm, granüle	A firması - Büyütme yemi Ağustos ayı örneği
9.	9 mm, pelet	A firması - Semirtme yemi Ağustos ayı örneği
10.	800 mikron, granüle	B firması - Başlatma yemi Haziran ayı örneği
11.	3 mm, pelet	B firması - Büyütme yemi Haziran ayı örneği
12.	6 mm, pelet	B firması - Semirtme yemi Haziran ayı örneği
13.	800 mikron, granüle	B firması - Başlatma yemi Temmuz ayı örneği
14.	4 mm, pelet	B firması - Büyütme yemi Temmuz ayı örneği
15.	6 mm, pelet	B firması - Semirtme yemi Temmuz ayı örneği
16.	800 mikron, granüle	B firması - Başlatma yemi Ağustos ayı örneği
17.	2 mm, pelet	B firması - Büyütme yemi Ağustos ayı örneği
18.	9 mm, pelet	B firması - Semirtme yemi Ağustos ayı örneği
19.	500 mikron, granüle	C firması - Başlatma yemi Haziran ayı örneği
20.	1,5 mm, granüle	C firması - Büyütme yemi Haziran ayı örneği
21.	9 mm, pelet	C firması - Semirtme yemi Haziran ayı örneği
22.	1,200 mikron, granüle	C firması - Başlatma yemi Temmuz ayı örneği
23.	2 mm, pelet	C firması - Büyütme yemi Temmuz ayı örneği
24.	5 mm, pelet	C firması - Semirtme yemi Temmuz ayı örneği
25.	500 mikron, granül	C firması - Başlatma yemi Ağustos ayı örneği
26.	3 mm, pelet	C firması - Büyütme yemi Ağustos ayı örneği
27.	6 mm, pelet	C firması - Semirtme yemi Ağustos ayı örneği

3.2. Yöntem

3.2.1. Analiz Yöntemleri ve Yeri

Çalışmada kullanılan yem örneklerinde aflatoksin ölçümleri IAC-HPLC-FD (İmmunoaffinity Kolon-Yüksek Basınçlı Sıvı Kromatografi-Florasana Dedektör) sistemi, ağır metal içeriklerinin belirlenmesinde ICP – OES (İndüktif Kuplajlı Plazma-Optik Emisyon Spektrometresi) yöntemi kullanılmıştır.

Yem örneklerinin analizleri 2009 yılı Ağustos ayında son örneğin alınması ile başlatılmıştır. Yem örneklerinde aflatoksin ve ağır metal analizleri T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Koruma Kontrol Genel Müdürlüğü İzmir İl Kontrol Laboratuvarı Müdürlüğü'nde yürütülmüştür. Yem örneklerinin kuru madde ve nem analizleri Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Yemler ve Hayvan Besleme Ana Bilim Dalı laboratuvarında yapılmıştır.

3.2.2. Örneklerin Analiz Yöntemleri

3.2.2.1. Kuru Madde Analizleri

Yaş veya havada kuru yem örneklerinin ağırlığı belli bir miktarın, belirli bir sıcaklık derecesinde ısıtılarak suyu uçurulmasından sonraki ağırlığının alınması ile ilk ağırlık ile son ağırlık arasındaki farkın bulunup, yüzde olarak hesaplanması temeline dayanır (Karabulut ve Canbolat 2005).

Kullanılan Araç- Gereçler:

- Yem öğütücü, hassas laboratuvar terazisi, kuru madde kapları, elektrikli otomatik kurutma dolabı ve desikatör.

Yemler öğütme işleminden sonra elde edilen daha önceden kurutulmuş ve kapağı ile birlikte 0,0001 gr yaklaşımla tartılarak darası alınmış kurutma kabına yaklaşık 5 gr Örnek hızlı bir şekilde tartıldı. Örnekler kapağı açık olacak şekilde kurutma dolabına yerleştirildi. Kurutma dolabının sıcaklığı 130 °C (\pm 3°C) ye ulaştıktan sonra 2 saat kurutmaya bırakıldı; 2 saatin sonunda kurutma kapları hızla desikatöre alınarak oda sıcaklığına gelinceye kadar desikatörde bekletilerek tartım yapılmıştır (Karabulut ve Canbolat 2005).

3.2.2.2. Aflatoksin Analizleri

Hayvan yemlerinde aflatoksin miktarlarının belirlenmesinde IAC-HPLC-FD (İmmunoaffinity Kolon-Yüksek Basıncılı Sıvı Kromatografi-Fluoresan Dedektör) sistemi kullanılmıştır (Vicam 1999). Bu yöntemle göre aflatoksinler için yapılan analizlerde teşhis limitleri µg/ kg bazında Çizelge 3.2’de belirtilmiştir.

Çizelge 3.2. Analiz Yöntemine Göre Aflatoksinlerin Teşhis Limitleri

Aflatoksin Türü	Teşhis Limiti
Aflatoksin B ₁	1,00µg/ kg
Aflatoksin B ₂	0,40µg/ kg
Aflatoksin G ₁	1,00µg/ kg
Aflatoksin G ₂	0,60µg/ kg

3.2.2.2.1. Aflatoksin Analizlerinde Kullanılan Alet ve Ekipmanlar

Araştırmada genel laboratuvar alet ve malzemeleri kullanılmıştır. Bunların yanı sıra; blender (alınan yem örneklerinin öğütülmesi ve kullanılan kimyasallarla homojen hale getirilmesi için), kaba terazi, analitik terazi, otomatik pipet, süzme amacıyla filtre kağıdı (24 cm), mikrofiber filtre kağıdı (11 cm), enjektör 50 (ml), vakum manifoldu ve pompası, HPLC (numune ekstraktının enjeksiyonu yapılarak miktar tayininin elde edilmesinde), immunoaffinity kolon (antijen ve antikor reaksiyonları teknolojisine göre aflatoksinler için özel antikorlarla üretilmiş hazır kolonlar olup, ekstraksiyon işlemine kullanılır) cihazları kullanılmıştır.

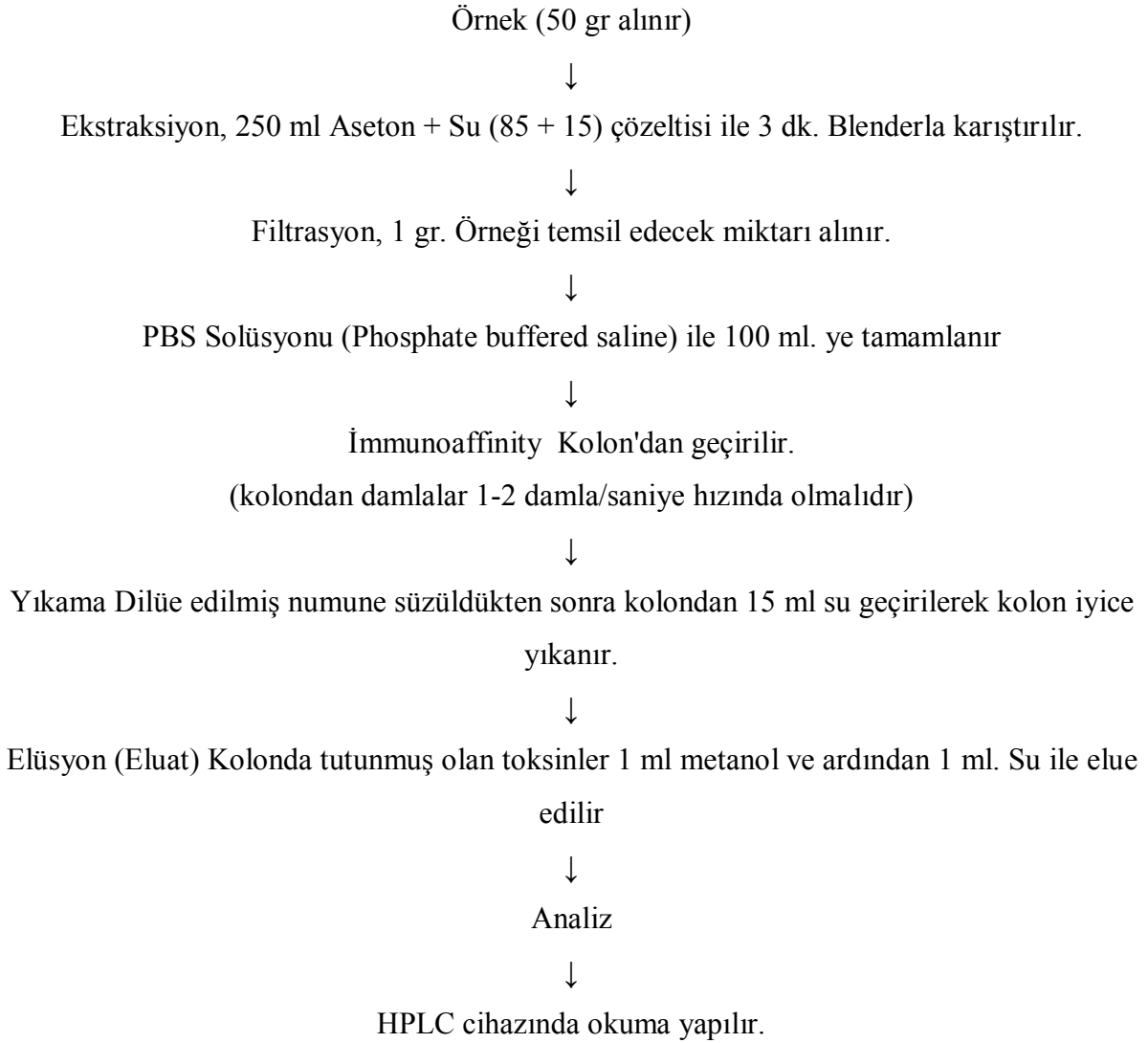
Kullanılan Kimyasallar: NaCl, KBr, Acetonitrile (CH₃CN), Methanol (CH₃OH), Aseton (CH₃COCH₃), PBS, %65 HNO₃, Toluene dir.

3.2.2.2.2. Analiz Örneklerinin Hazırlanması ve Aflatoksinlerin Belirlenmesi

Aflatoksin analizlerinde temel kural analiz numunesinin tane iriliğinin yeterince küçük olması ve numunenin yeterince homojen hale getirilmesidir. Bu nedenle analiz için alınan

örnek yemler laboratuara getirilen yem örnekleri analiz edilmeden önce toz haline gelinceye kadar öğütüp, paçal usulü bölünerek homojen edilerek ekstraksiyon işlemine hazır hale getirilmiştir.

Aflatoksin tayini:



Mobil faz = Su : Metanol : Asetonitril (60 : 30 : 20), mobil faz türevlendirmesi için mobil fazın 1 lt'sine 120 mg KBr ve 350µl (% 65'lik) HNO₃ ilave edilmiştir. HPLC kolonu = C18, Akış hızı = 1 ml / dakika, sıcaklık 25 °C, basınç= <300 bar, Dedektör = Floresans (Ex : 360, Em :440) Çarpım faktörü (multiplier) = 2 değerleri uygulanmıştır. Cihaza seyreltme faktörü yazılır ve çıkan pikin integrasyonu alınarak sonuç ppb olarak bulunur.

3.2.2.3. Ağır Metal Analizleri

Bu analizde örneklerdeki ağır metal miktarlarının belirlenmesinde kimyasal elementin eser, minör ve majör konsantrasyon düzeylerinin analizine olanak tanıyan, hızlı bir şekilde ölçülebilmesine imkan veren ve çevresel analizler için etkin ve tercih nedeni olan ICP – OES (İndüktif Kuplajlı Plazma-Optik Emisyon Spektrometresi) kullanılmıştır. Metod, yem örneklerinin basınç altında mikrodalga fırında yaş yakmadan sonra ICP_OES ile arsenik (As), kurşun (Pb), çinko (Zn), bakır (Cu), ve kadmiyum (Cd) içeriklerinin TSE 8225'e göre belirlenmiştir (Anonymous 1987). Yapılan analiz yöntemine göre ağır metaller için belirlenmiş teşhis limitleri mg/lt olarak Çizelge 3.3'te verilmiştir.

Çizelge 3.3. Analiz Yöntemine Göre Ağır Metallerin Teşhis Limitleri

Ağır Metalin Türü	Teşhis Limiti
As (Arsenik)	1 mg/litre
Cd (Kadmiyum)	0,4 mg/litre
Cu (Bakır)	0,5 mg/litre
Pb (Kurşun)	1 mg/litre
Zn (Çinko)	0,5 mg/litre

3.2.2.3.1. Ağır Metallerin Analizinde Kullanılan Alet ve Ekipmanlar

Örneklerin hazırlanmasında 900 Watt'lık mikrodalga fırın, MARS5 (Microwave Accelerated Reaction System) mikrodalga çözünürleştirme hücreleri, genel laboratuvar alet ve malzemeleri ile birlikte, hazırlanan örneklerin ölçümleri için ICP-OES cihazı kullanılmıştır. Analiz sırasında kimyasal maddelerden Nitrik asit (HNO_3), metal iyonu standartları ise İzmir Tarım İl Müdürlüğü tarafından önceden temin edilmiş standart kit çözeltilerdir. Ayrıca deneylerde ultra saf su kullanılmıştır.

3.2.2.3.2. Analiz Örneklerin Hazırlanması ve Ağır Metallerin Belirlenmesi

Ağır metal analizlerinde öğütülmüş yem örneklerinin mikro dalga fırında yaş yakma metodu ile yakılıp, numune çözeltilerinin saf su ile seyreltikten sonra süzme işleminden

geçirilerek numunedeki metal konsantrasyonunun belirlenmesi amacıyla ICP-OES cihazında okuma yapılmıştır (Anonymous 1987).

Yaş yakma (kül etme) işlemi organik yapıları örneklerin kuvvetli asit ya da yükseltgeyici asit karışımları ile parçalama işlemidir. Bu yöntem ile yem içindeki bor dışında kalan bütün makro ve mikro elementler belirlenebilmektedir. Mineral maddeler, yem örneklerinde bulunan organik maddenin yakılmasından sonra belirlenir. Yaş yakma işlemi organik yapıları içeriğinin yakılmasında kullanılan yöntemlerin başında gelir. Yaş yakma yönteminde, organik aksamın parçalanması ve yakılması, sıvı bir ortamda erlenmayer içerisinde ve sıcak yüzey üzerinde (Kaçar 1972, Zarcinas ve ark. 1987) basınca dayanıklı kapalı bir kaptaki veya mikrodalga fırında basınçlı ya da basınçsız olarak (Miller 1998) gerçekleşmektedir.

Yem örneklerinden uygun şekilde öğütülmüş örneği temsil edecek miktar 0,0001 gr hassasiyetli terazi ile 1 gr tartım yapılarak MARS5 (Microwave Accelerated Reaction System) sisteminin yakma haznelere (yakma hazneleri 100 ml civarında 1.4 MPa, 200 psi basınca dayanıklı) konarak, üzerlerine 8 ml derişik nitrik asit ilave edilip hücre kapakları kapatılarak mikrodalga fırında belli zaman, güç ve sıcaklık aralıklarında uygun şekilde yanması sağlanmıştır. Yanma işlemi bittikten sonra mikrodalga fırından çıkarılan hücrelerin yeteri kadar soğutulduktan sonra çözünen örnekler ultra saf su ile 50-100 ml'ye seyreltilerek balon jodelere aktarılmıştır.

Analiz edilecek elementlerin (As, Cu, Zn, Pb, Cd) önce standart aralığı belirlenmiştir. Bu standartların derişimi 1, 5, 10, 25, 50 ppm lik standartlar olarak hazırlanmış ve bu standartlarla kalibrasyon doğrusu oluşturulmuştur. Belirli derişimlerdeki standart çözeltileri hazırlamak için Merck marka 1000 ppm'lik stok standartlar kullanılmıştır. Örneklerden hazırlanmış olan çözeltiler; As: 193,7 nm, Cu: 324,8 nm, Zn: 213,9 nm, Pb: 217/283.3 nm, Cd: 228,804 nm dalga boylarında ICP-OES'de okutulmuştur. Ağır metal seviyeleri yem örneklerinde mg/litre (ppm) yaş ağırlık olarak belirlenmiştir (Anonymous 1988).

3.2.2.4. Araştırmada Kullanılan İstatistiksel Analizler

Çalışmada yem örneklerinin analiz sonuçlarından elde edilen verilerin istatistikî değerlendirilmeleri istatistiksel analize yönelik bir bilgisayar programı olan "SPSS 15 for Windows Standart Version" paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Analiz

sonuçlarına göre farklı dönem yemleri, aylar ve farklı ticari yem grupları arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla  veya daha fazla grubun aritmetik ortalamalarını kümülatif olarak karşılaştıran; “Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA)” ve post-test olarak “Duncan’s Multiple Range Test” uygulanmıştır (Gonzalez-Andreas ve Ceresuela 1998). Elde edilen veriler ortalamaları \pm standart hatalarıyla ifade edilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Yem Örneklerinde Kuru Madde ve Nem Analizleri Bulguları

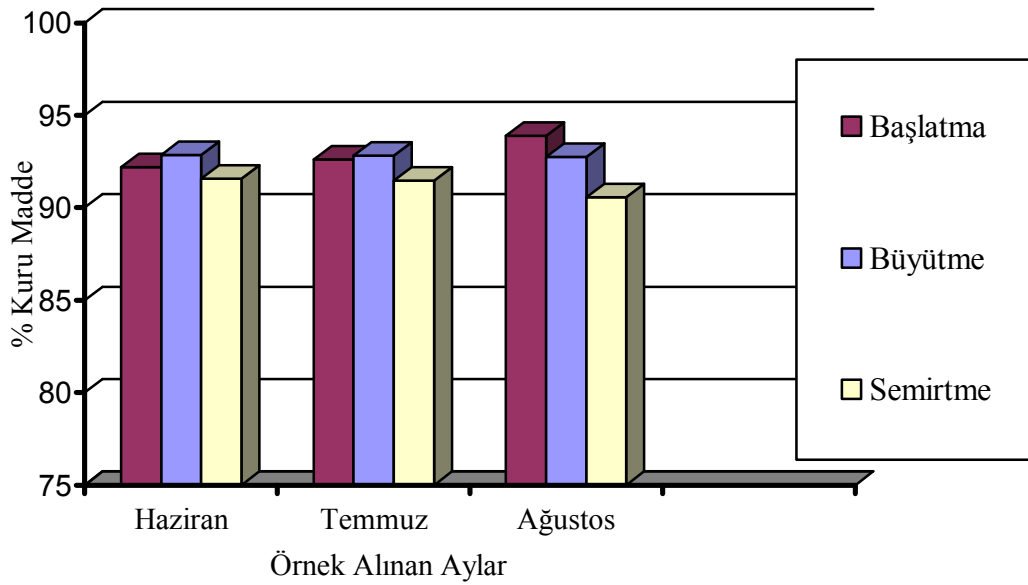
Örneklerde yapılan kuru madde ve nem analizlerinin sonuçları Çizelge 4.1’de toplu halde verilmiştir.

Çizelge 4.1. Yem Örneklerinin Kuru madde (%) ve Nem İçeriği (%)

Numune No	Kuru Madde Miktarı (%)	Nem (%)
1.	92,20	7,8
2.	92,85	7,15
3.	91,57	8,43
4.	92,62	7,38
5.	92,81	7,19
6.	91,48	8,52
7.	93,90	6,1
8.	92,75	7,25
9.	90,57	9,43
10.	90,56	9,44
11.	93,42	6,58
12.	90,73	9,27
13.	91,67	8,33
14.	92,82	7,18
15.	91,93	8,07
16.	90,73	9,27
17.	90,66	9,34
18.	93,16	6,84
19.	93,90	6,1
20.	91,89	8,11
21.	92,45	7,55
22.	93,87	6,13
23.	91,31	8,69
24.	92,65	7,35
25.	92,29	7,71
26.	92,33	7,67
27.	92,63	7,37

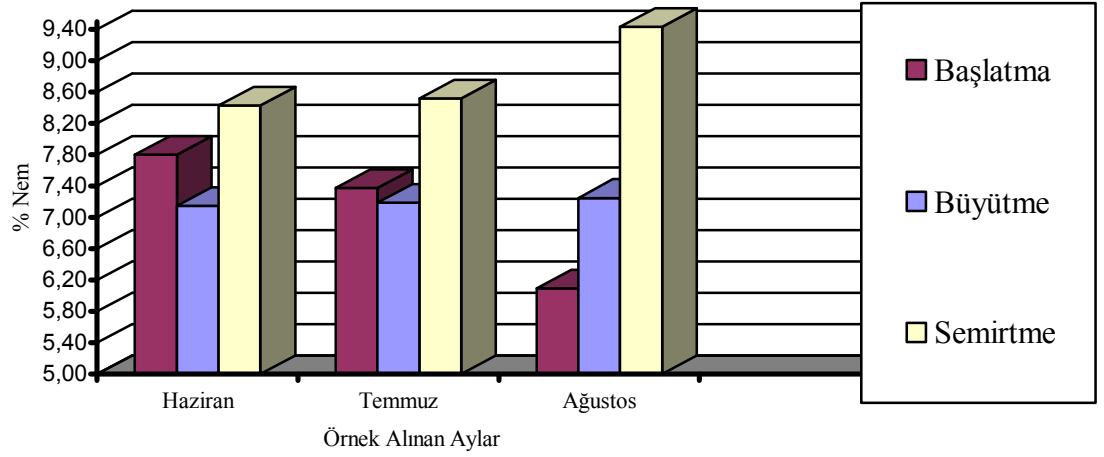
Yemlerde yapılan kuru madde ve nem analizleri sonucunda tüm örneklerin Çizelge 4.1'e göre %90-94 arasında kuru madde içeriği, bununla beraber nem içeriklerinin %6-10 arasında olduğu tespit edilmiştir.

Su ürünleri yetiştiriciliği yapan işletmelerde genel olarak kullanılan karma yemler granül, pelet ve ekstruder özellikli yemler olup, temel olarak kuru ve yaş karma yemler olarak iki sınıfa ayrılır. Karma yemler içindeki kuru yemler en fazla %12 nem içeriği bulundurlar. Yemler içerisindeki kuru madde, suyun haricinde kalan ve beslenen canlının gerçekten yararlandığı kısım olarak tanımlanmaktadır. Su ürünleri yetiştiriciliğinin daha ekonomik olabilmesi ve yemlerin %40 gibi yüksek protein içeriklerinin korunması için balık yemlerinde %90 kuru madde ve %10 nem içermesi arzu edilmektedir (Anonymous 2006).



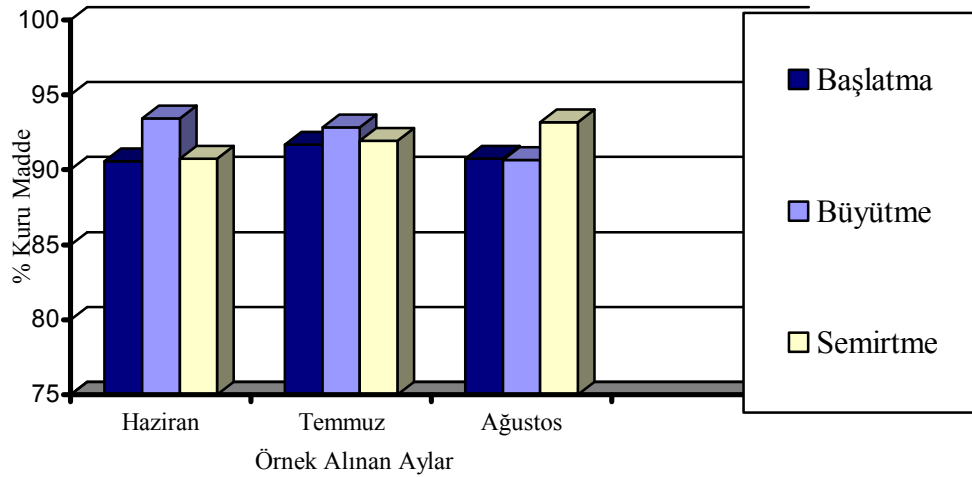
Şekil 4.1. A Firması Yem Örneklerinin Kuru Madde (%) İçeriği

A firmasına ait yem örneklerinin kuru madde içerikleri Şekil 4.1'de verilmiştir. Buna göre en az kuru madde içeriği %90,57 ile Ağustos ayında örneklenen semirtme (geliştirme) yeminde bulunurken, en fazla kuru madde içeriği %93,90 ile Ağustos ayında örneklenen başlatma (yavru) yeminde olduğu tespit edilmiştir.



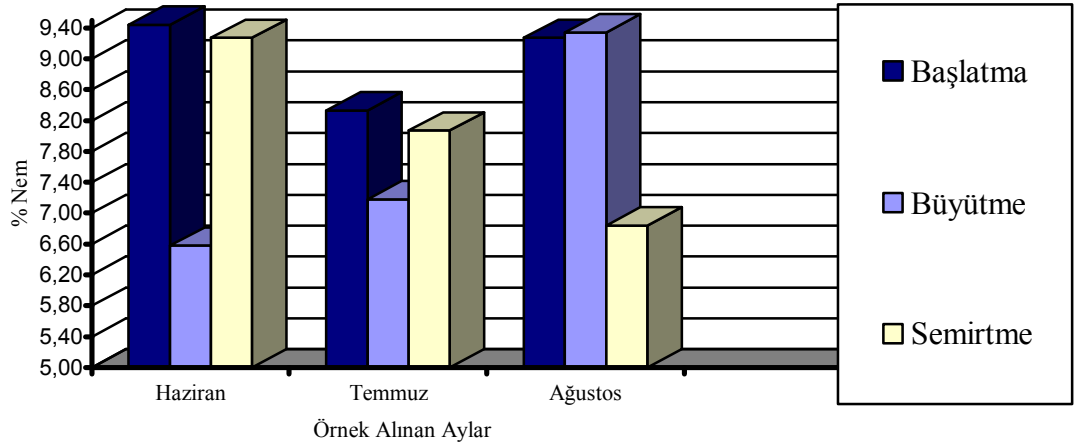
Şekil 4.2. A Firması Yem Örneklerinin Nem (%) İçeriği

A firmasına ait nem içerikleri Şekil 4.2’de verilmiştir. Buna göre en az nem tespit edilen alabalık yem örneği %6,1 nem içeriği ile Ağustos ayında örneklenen başlatma (yavru) yemi olarak bulunmuştur. En fazla nem içeriği %9,43 ile Ağustos ayında örneklenen semirtme (geliştirme) yeminde gözlenmiştir.



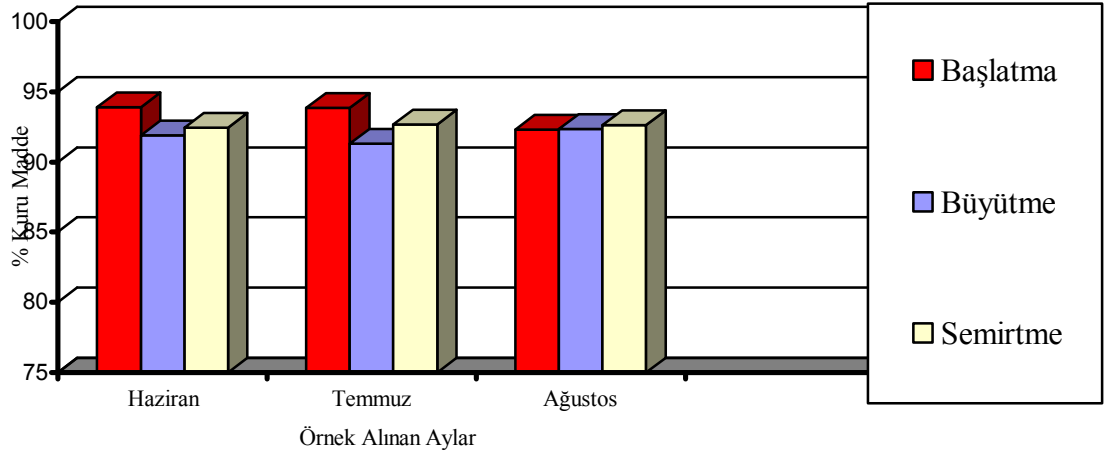
Şekil 4.3. B Firması Yem Örneklerinin Kuru Madde (%) İçeriği

B firması yem örneklerinin kuru madde içerikleri Şekil 4.3’te görüldüğü gibi en az kuru madde içeriği %90,56 ile Haziran ayında örneklenen başlatma (yavru) yemi verirken, en fazla kuru madde içeriği %93,42 ile Haziran ayında örneklenen büyütme yemi olarak bulunmuştur.



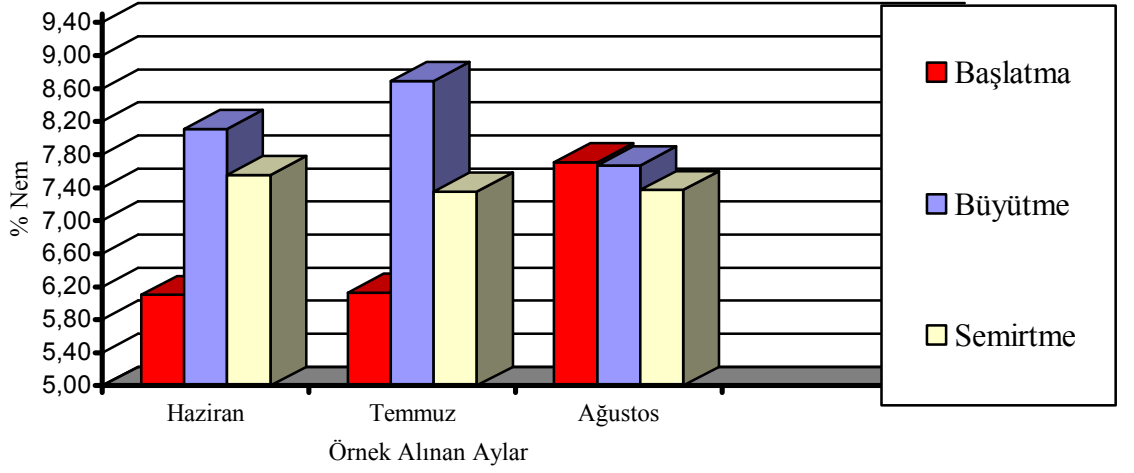
Şekil 4.4. B Firması Yem Örneklerinin Nem (%) İçeriği

B firması yem örneklerinin nem içerikleri Şekil 4.4'te verilmiştir. Buna göre en fazla nem içeriği %9,44 nem içeren ile Haziran ayında örneklenen başlatma (yavru) yemi olduğu tespit edilirken, en az nem içeriği %6,58 ile Haziran ayında örneklenen büyütme yeminde tespit edilen değerdir.



Şekil 4.5. C Firması Yem Örneklerinin Kuru Madde (%) İçeriği

C firması yem örneklerinin kuru madde içeriği Şekil 4.5'te verilmiştir. Buna göre en az kuru madde içeriği %91,36 ile Temmuz ayında örneklenen büyütme yemi verirken, en fazla kuru madde içeriği %93,90 ile Haziran ayında örneklenen başlatma (yavru) yeminde tespit edilen değerdir.



Şekil 4.6. C Firması Yem Örneklerinin Nem (%) İçeriği

C firması yem örneklerinin nem içeriği Şekil 4.6'da verilmiştir. Buna göre en fazla nem tespit edilen örnek %8,69 ile Temmuz ayında örneklenen büyütme yeminde, en az nem içeriğinin ise %6,1 nem içeriği ile Haziran ayında örneklenen başlatma (yavru) yeminde olduğu gözlenmiştir.

Çalışmada kuru madde ve nem analizi yapılan yem örneklerinde kuru madde ve nem değerleri firmalarca etiketlerinde belirtilen değerlere uygun bulunmuştur. Yemlerin tümünün etiketlerinde belirtilen maksimum nem içeriğinin (Max=%11) altında nem taşıdıkları tespit edilmiştir.

Bostan (2008)'a göre alabalık yem örneklerinde rutubetin beyanlardan düşük çıkmasının yemin içerisindeki protein, yağ, selüloz, kül, organik madde miktarlarının oranının artmasına olumlu katkısının yanında yemlerin bozulmadan daha uzun süre muhafazasını, ayrıca suda daha uzun süre askıda kalarak balık tarafından daha fazla tüketilmesini sağlamaktadır.

4.2. Aflatoksin Analizleri Bulguları

Gıda ve yemlerde önemli sağlık sorunu oluşturan küflenme olgusu ve buna bağlı aflatoksin kontaminasyonu, hayvan beslemede yemlerin besin madde kalitesini düşürmelerinin yanı sıra hayvanlarda verim kaybı ve ölümlere neden olabilecek zehirlenmelere yol açabilmektedir. Alabalık yem örneklerinde yapılan aflatoksin analiz sonuçları aşağıda belirtilmiştir.

Çizelge 4.2. Yem Örneklerinin Aflatoksin B₁,B₂,G₁,G₂ ve Toplam Aflatoksin İçeriği (ppb)

Numune No	Aflatoksin B1	Aflatoksin B2	Aflatoksin G1	Aflatoksin G2	Toplam Aflatoksin
1.	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B
2.	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B
3.	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B
4.	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B
5.	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B
6.	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B
7.	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B
8.	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B
9.	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B
10.	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B
11.	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B
12.	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B
13.	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B
14.	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B
15.	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B
16.	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B
17.	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B
18.	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B
19.	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B
20.	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B
21.	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B
22.	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B
23.	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B
24.	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B
25.	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B
26.	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B
27.	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B

TEDB: Tespit Edilebilir Düzeyde Bulunmamıştır.

Çizelge 4.2' de yem örneklerinin tamamında yapılan aflatoksin analizleri sonuçları verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre yem örneklerinin %100'ünde tespit edilebilir düzeylerde aflatoksin (B₁,B₂,G₁,G₂ ve Toplam Aflatoksin) varlığına rastlanılmamıştır.

Kaymak (2000) yapmış olduğu çalışmasında alabalık yeminin aflatoksinleri oluşturan *Aspergillus flavus* için uygun bir ortam olup olmadığını tespit etmek amacıyla bir deneme gerçekleştirmiş. Alabalık yemi örneğini yeterli ölçüde nemlendirdikten sonra *Aspergillus parasiticus* NRRL 2999 suş' u ile aşlamış ve 28°C'de 20 gün inkübasyondan sonra aflatoksin yönünden analiz etmiştir. Bu denemenin sonucunda, alabalık yemlerinde *Aspergillus parasiticus*'un gelişebildiğini ve toksin oluşturabildiğini bildirmiştir.

Bu açıdan balık yemlerinde en fazla zarar veren toksin grubu olarak aflatosinleri gösterebiliriz. Yemde 1µg/kg'dan daha az miktarda aflatoksin bulunması bile alabalıklarda uzun süreli beslenmede karaciğerde tümörlerin oluşumuna neden olmaktadır. Aflatoksin daha çok ham maddelerin yanlış işlenmesi, nemli ortamda muhafaza edilmesiyle oluşur (Hunter ve ark.).

Trakya yöresindeki alabalık üretim çiftliklerinin kullandığı alabalık karma yemlerinden yaz dönemi içerisinde alınan 27 farklı örnek üzerinde yapılan aflatoksin (B₁,B₂,G₁,G₂ ve Total Aflatoksin) analizleri sonuçlarına göre örneklerin %100'ünde aflatoksin varlığı tespit edilebilir düzeyde değildir.

Çizelge 4.3. Alabalık Yem Örneklerinin Firmalara Göre Aflatoksin Düzeylerinin İstatistikî Değerlendirilmesi

	A	B	C	p
Nem	7,694 ± 0,325	8,257±0,384	7,408 ± 0,280	0,207
Aflatoksin B₁	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	-
Aflatoksin B₂	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	-
Aflatoksin G₁	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	-
Aflatoksin G₂	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	-
TotalAflatoksin	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	-

Aflatoksin içerikleri tespit edilemediğinden p değeri hesaplaması gerçekleştirilememiştir.

Yem örnekleri üzerinde yapılan aflatoksin ve nem analizlerinin firmalar bazında değerlendirilmesi Çizelge 4.3'te verilmiştir. Buna göre, yem örneklerindeki değişen nem

içeriğine rağmen aflatoksinler arasındaki farklılıklar önemli değildir. Aflatoksin analiz sonuçlarına göre yem örneklerinde aflatoksin tespit edilememiştir. Alabalık üretim çiftliklerinde kullanılan yemlerde aflatoksinler içerisinde en fazla toksik etkiyi gösteren aflatoksin B₁ varlığına da rastlanılmamıştır.

Çalışmanın materyali olan yem örneklerindeki aflatoksin içeriklerinin, Ülkemizde belirlenen yemlerde bulunabilecek aflatoksin limitleri ile karşılaştırıldığında; incelenen örneklerin tamamında aflatoksin tespit edilebilir düzeylerde olmayıp limitleri aşmadığı görülmektedir. Alabalık yemlerinin çoğunda aflatoksin değerinin tespit edilebilir limitin altında olması, yem hijyen ve kalitesi, alabalıkların sağlığı, üretimi yapanlar ve tüketiciler açısından da olumlu bir bulgudur.

Doğan ve Bayezit (1999) Kars yöresindeki yemlerde aflatoksin B₁ düzeylerini tespit etmek amacıyla 100 adet yem örneği kullanmıştır. Bu örneklerin 40 adedini besi yemi, 20 adedini karma yem, 20 adedini süt yemi ve 20 adedini de ot örnekleri oluşturmuştur. Örneklerin çeşitliliği ve sayısının fazlalığı açısından önem taşıyan bu çalışmada yürüttükleri analizlerin sonuçlarına göre örneklerin %30'unda aflatoksin tespit edilemezken, %62'sinde 10 ppb'nin altında ve %8'inde 10 ppb'nin üstünde aflatoksin B₁ tespit etmişlerdir. Bu değerlere göre bu yemlerin %92'sinin hayvanlar tarafından tüketilmesinin herhangi bir zararı olmazken, %8'lik dilime giren yemlerin hayvanlar tarafından tüketilmesinde aynı durumun gözlenemeyeceği sonucuna varmışlardır.

Kaymak (2000) ülkemizde balık yemi fabrikalarından örneklediği 59 yemde HPLC yöntemi ile aflatoksin analizlerini gerçekleştirmiş yaptığı analiz sonuçlarına göre yem örneklerinin %47,45 'inde aflatoksin tespit edilememişken, %52,50 sinde değişik düzeylerde aflatoksin varlığına rastlamıştır. Balık yemlerinde tespit edilen aflatoksin değerlerinin ise ülkemiz aflatoksin limitlerini aşmadığını belirtmiştir. Çalışmasında ayırmış olduğu dönemler içindeki incelemede ise en yüksek aflatoksin varlığını Kasım ayında olduğunu saptamıştır.

Aktüre (2004) Adana ve ilçelerindeki alabalık üretme çiftliklerinde kullanılan alabalık yemleri üzerinde Temmuz-Aralık ayları döneminde örneklediği 33 yemde, aflatoksin B₁ ve toplam aflatoksin içeriğinin HPLC ile araştırmış ve yapmış olduğu analiz sonuçlarına göre 25 yem örneğinde aflatoksin düzeylerini tespit edilebilir limitin altında bulurken 8 adet yem örneğinde aflatoksin tespit edilmiştir. Temmuz ayında örneklediği alabalık yemlerinde aflatoksin varlığına rastlanmazken; Ağustos ayında örneklenen yem örnekleri içinde tespit

edilebilir düzeyde aflatoksin varlığı bulunmuştur. Ağustos ayında tespit edilen değerin 0,21 ppb olarak saptanırken, en yüksek aflatoksin varlığı olarak Aralık ayında tespit edilen 0,90 ppb'lik değer olduğunu belirtmiştir. Aktüre, yem numunelerinde bulunan aflatoksin B₁ düzeylerinin ve toplam aflatoksin düzeylerinin Eylül ve Aralık dönemlerinde gözle görülür bir artış olduğunu vurgulamıştır. Ayrıca, örneklerde tespit edilen aflatoksin değerlerinin ülkemizde kabul edilen aflatoksin limitlerini aşmadığını belirtmiştir.

Yaroğlu (2007) Erzurum İli piyasasında tüketime sunulan yavru alabalık yemlerinin aflatoksin B₁ varlığının ELISA yöntemi kullanılarak araştırmıştır. Ağustos-Aralık ayları döneminde örneklediği 40 adet, yavru alabalık yeminde yapmış olduğu analizlerin sonuçlarına göre; granül 2 yemlerde; Ağustos ve Eylül ayında alınan numunelerin birer tanesinde limit değerin üstünde, diğerlerinde ise limit değerin altında aflatoksin B₁ tespit etmiş. Granül 3 yemlerde ise; Ağustos ayı numunesinde 2 adet ve Eylül ayı numunelerinde ise 1 adet limit değerin üstünde diğerlerinde ise limit değerin altında aflatoksin B₁ tespit etmiştir. Çalışmada elde ettiği değerlere göre aflatoksin düzeyleri baz alındığında istatistiksel analiz sonucu ($p<0,01$) göre zaman faktörünün yemdeki aflatoksin miktarı ve rutubet miktarı üzerine etkisi çok önemli olduğunu vurgulamıştır.

Bununla birlikte Ekim, Kasım ve Aralık aylarında aflatoksin B₁ düzeyleri arasında istatistik olarak fark olmadığı tespit etmiştir. Yem numunelerinin aflatoksin B₁ düzeyleri tespit edilmiş ancak bu düzeylerin çoğunlukla kabul edilebilir aflatoksin B₁ değerinin (20 ppb) altında olduğunu vurgulamıştır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar göre Erzurum İlinde alabalık yemi satışı yapan yerlerdeki yemlerin sürekli sirkülasyon halinde fazla bekletilmeden satışa sunuldukları bu nedenle de yüksek oranda küf infestasyonuna maruz kalmadıkları ve sonuçta da aflatoksin kontaminasyonlarının düşük seviyelerde kaldığı değerlendirilmesini yapmıştır.

Ülkemizde daha önce yapılmış çalışmalar ve yapmış olduğumuz çalışmada analiz edilen alabalık yemlerinin aflatoksin düzeyleri hiçbirinin ülkemizde kabul edilen aflatoksin limitlerini aşmadığını göstermektedir. Aktüre'nin (2004) çalışmasında yaz aylarındaki aflatoksin düzeylerine bakılacak olursa Temmuz ayı örneklerinde tespit edilebilir aflatoksin değeri yoktur. Ağustos ayında örneklenen yemlerde ise yalnızca bir adet tespit edilebilir aflatoksin olduğu vurgulanmıştır. Yaroğlu (2007) çalışmasında ise Ağustos ayı örneklerinde 3 tanesinde aflatoksin B₁ varlığına rastlamıştır. Aktüre ve Yaroğlu'nun açıklamalarında Ekim - Aralık dönemindeki yemlerin aflatoksin içeriklerinin yükseldiği vurgulanmaktadır. Trakya

yöresinden elde edilen alabalık yemleri için yapmış olduğumuz çalışmada da yaz aylarında Haziran, Temmuz, Ağustos dahil örneklenen yemlerde diğer çalışmalara benzer sonuçlar olduğu görülmektedir. Örneklenen yemlerin tamamında aflatoksin içerikleri tespit edilebilir düzeyde değildir.

Çalışmanın analiz sonuçlarına göre Ülkemizde alabalık üretiminde oldukça yaygın olarak kullanılan ve Trakya yöresinde alabalık üretim çiftliklerinde tercih edilen yemlerin aflatoksin (B₁,B₂,G₁,G₂ ve Total Aflatoksin) içerikleri tespit edilebilir limitlerin altında olmasına önceki çalışmalardan yola çıkılarak mevsimin etkisi olabileceği gibi son dönemde balık yemi üreten firmalarında teknolojik gelişmeler yanında hijyenik yem üretimlerine de önem vermesi, küf olgusunu gideren önlemlerin alınması ve katkıların kullanılmasının etkisinin olduğu düşünülebilir. Ayrıca alabalık yemlerinin bozulmaları hızlı olduğundan dolayı üreticinin depo şartlarına dikkat etmeleri, yemlerde oluşabilecek kontaminasyonların ve bozulmaları en aza indirecek ambalajlama yöntemlerinin gelişmesi, aflatoksin gelişmelerine izin vermeden yemlerin tüketilmesi, yemlerde hızlı bir sirkülasyon olması çiftliklerin yem yönetimini başarılı bir şekilde gerçekleştirmeleri aflatoksin değerlerinin tespit edilebilir limitlerin altında olmasına etken olarak gösterilebilir.

4.3. Ağır Metal Analizleri Bulguları

Çalışmanın, ikinci aşamasını oluşturan alabalık yemlerinde bulunan ağır metal miktarlarının tespit edilmesi ve sınır değerler ile karşılaştırılması için gerçekleştirilen analizlerin sonuçları aşağıda belirtilmiştir. Elde edilen analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde yem firmalarına, besleme dönemlerine ve örnek alınan aylara göre istatistiksel analizler gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçlarının üç farklı şekilde istatistiki olarak değerlendirilmesi çalışmanın daha iyi yorumlana bilmesi açısından yapılmıştır.

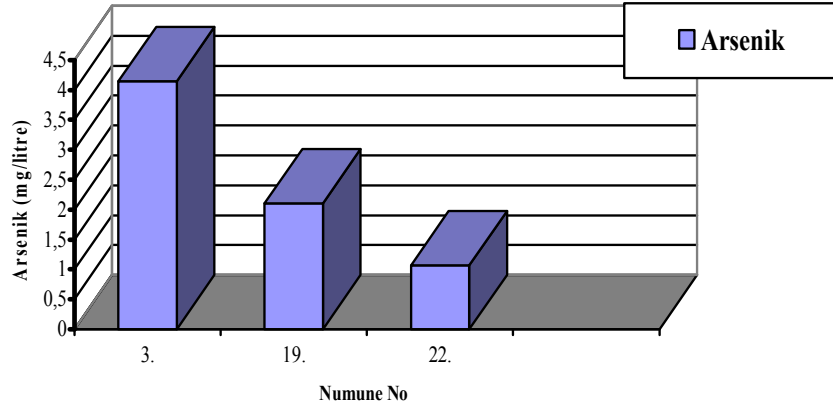
Yem örneklerinde yapılan ağır metal analizleri sonuçları toplu olarak Çizelge 4.4'te verilmiştir. Ağır metal analizlerinin teşhis limitleri arsenik ve kurşun için 1 mg/litre, kadmiyum için 0,4 mg/litre, bakır ve çinko için, 0,5 mg/litre dir.

Çizelge 4.4. Yem Örneklerinin Ağır Metal (Arsenik, Kadmiyum, Kurşun, Bakır, Çinko) Analizleri Sonuçları (mg/litre)

Numune No	Arsenik	Kadmiyum	Kurşun	Bakır	Çinko
1.	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	6,765	194,52
2.	T.E.D.B	0,417	T.E.D.B	12,179	95,634
3.	4,145	0,424	7,301	15,249	106,15
4.	T.E.D.B	0,461	1,411	20,875	175,12
5.	T.E.D.B	0,431	T.E.D.B	13,213	94,876
6.	T.E.D.B	0,527	T.E.D.B	14,675	105,986
7.	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	7,866	184,13
8.	T.E.D.B	0,427	T.E.D.B	11,455	96,124
9.	T.E.D.B	0,534	T.E.D.B	15,240	130,84
10.	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	4,675	113,74
11.	T.E.D.B	T.E.D.B	2,668	17,607	143,26
12.	T.E.D.B	0,501	10,133	23,688	170,35
13.	T.E.D.B	0,459	2,257	7,020	192,27
14.	T.E.D.B	0,617	1,891	8,653	95,424
15.	T.E.D.B	0,695	T.E.D.B	9,575	93,932
16.	T.E.D.B	T.E.D.B	T.E.D.B	4,703	112,603
17.	T.E.D.B	0,749	T.E.D.B	14,397	149,21
18.	T.E.D.B	0,683	T.E.D.B	10,097	85,266
19.	2,105	T.E.D.B	T.E.D.B	10,288	142,87
20.	T.E.D.B	0,503	T.E.D.B	13,485	114,0
21.	T.E.D.B	0,432	T.E.D.B	6,189	132,71
22.	1,068	0,645	T.E.D.B	3,646	88,488
23.	T.E.D.B	0,655	T.E.D.B	9,947	146,79
24.	T.E.D.B	0,439	T.E.D.B	10,671	71,934
25.	T.E.D.B	0,641	T.E.D.B	10,168	139,67
26.	T.E.D.B	0,631	T.E.D.B	10,400	98,834
27.	T.E.D.B	0,443	T.E.D.B	6,087	129,80

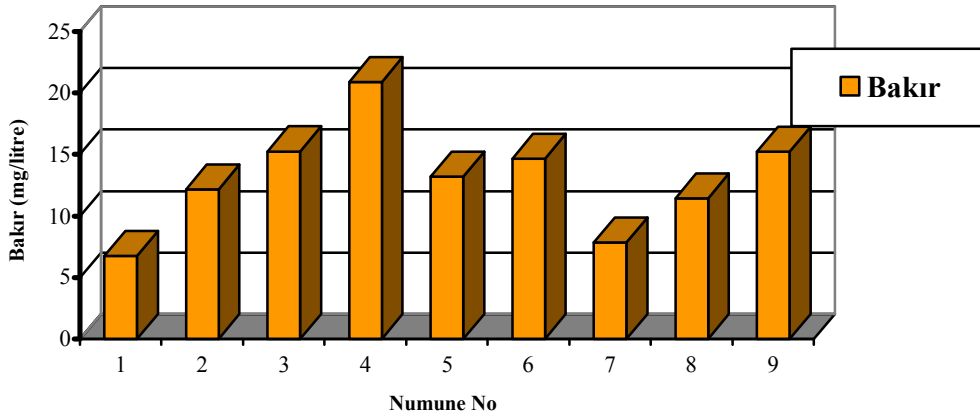
TEDB: Tespit Edilebilir Düzeyde Bulunamamıştır.

Yem örneklerinde yapılan ağır metal analizleri sonuçlarına göre, Çizelge 4.4'te belirtildiği gibi 27 örnek içerisinde, 3'ünde arsenik, 21'inde kadmiyum, 6 tanesinde kurşun tespit edilebilir düzeyde bulunmuştur. Yem örneklerinin tamamında balıkların beslenmesinde rasyonda mineral olarak kullanılan bakır ve çinko olduğu saptanmıştır.



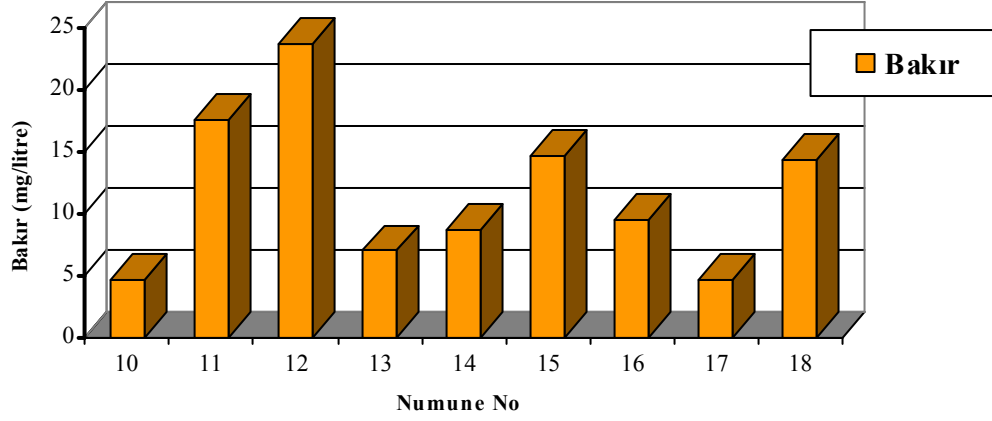
Şekil 4.7. Yem Örneklerinde Tespit Edilen Arsenik (As) Değerleri (mg/litre)

Analizi yapılan 27 farklı alabalık yem örneği içerisinde Arsenik tespit edilen yem sayısı Şekil 4.7’de görüldüğü gibi üç adettir. Tespit edilen arsenik değerleri, Haziran ayında örneklenen A firması geliştirme (semirtme) yeminde (3. numune), 4,145 mg/litre ve C firması başlatma (yavru) yeminde (19.numune) 2,105 mg/litre olarak saptanmıştır. Temmuz ayında örneklenen C firması başlatma (yavru) yeminde (22. numune), ise tespit edilen arsenik 1,068 mg/litre olarak bulunmuştur. Analizi yapılan diğer 24 yem örneğinde arsenik değeri tespit edilebilir düzeyde değildir.



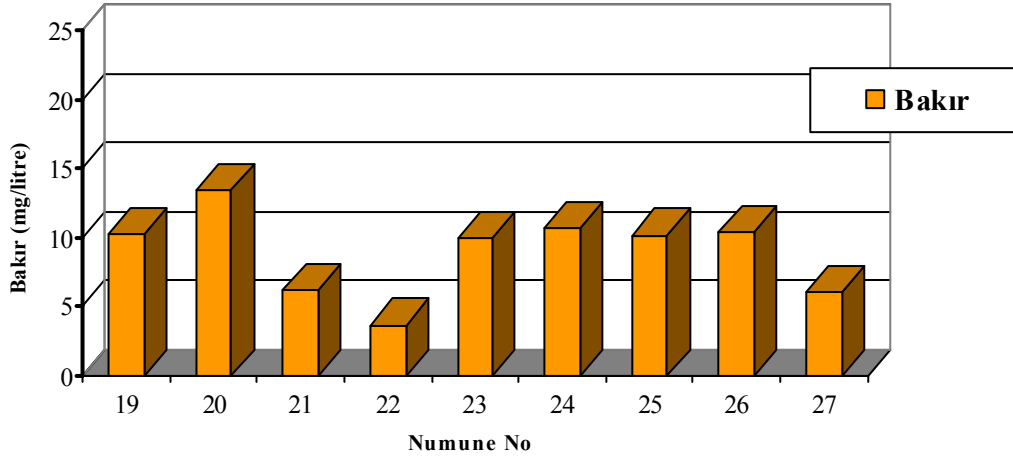
Şekil 4.8. A Firması Yem Örneklerinde Tespit Edilen Bakır (Cu) Değerleri (mg/litre)

Alabalık yem örnekleri içerisinde A firması, hazır granül ve pelet alabalık yem örneklerinin bakır içeriği değerleri Şekil 4.8’de görüldüğü gibi Temmuz ayında örneklenen başlatma (yavru) yemi örneği (4. numune) 20,875 mg/litre bakır içeriği değeri ile en yüksek bakır içeren yem olarak bulunmuştur. En düşük bakır içeriğine sahip yem 6,765 mg/litre ile Haziran ayında örneklenen başlatma (yavru) yemi örneği (1. numune) olduğu tespit edilmiştir.



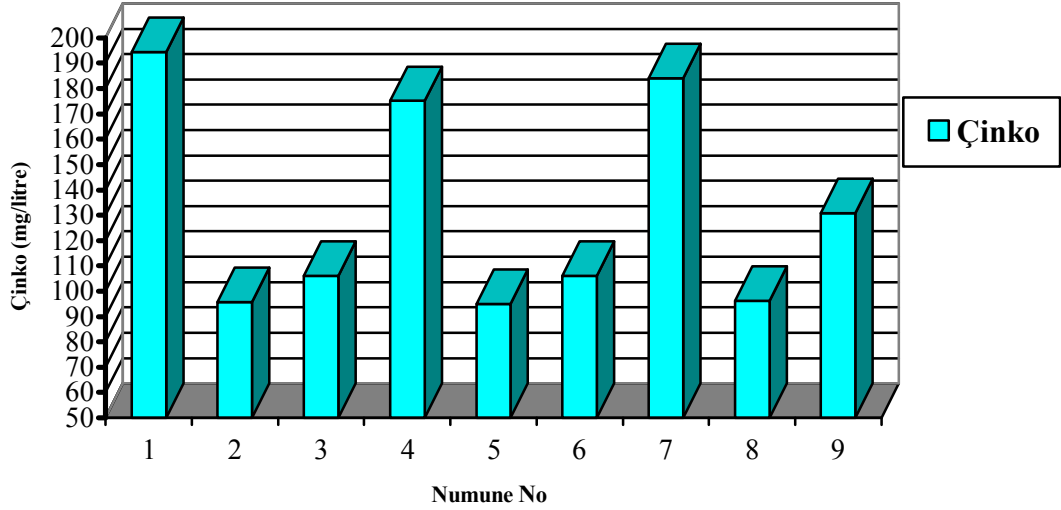
Şekil 4.9. B Firması Yem Örneklerinde Tespit Edilen Bakır (Cu) Değerleri (mg/litre)

Alabalık yem örneklerinde B firması, hazır granül ve pelet alabalık yem örneklerinin, bakır içeriği değerleri Şekil 4.9’da görüldüğü gibi Haziran ayında örneklenen geliştirme (semirtme) yemi örneği (12. numune) 23,688 mg/litre olarak en yüksek bakır değeri içeren yem olduğu saptanmıştır. Bu örnek grupta en düşük bakır içeriğine sahip olan yem olarak 4,675 mg/litre ile Haziran ayında örneklenen başlatma (yavru) yemi örneği (10. numune) olduğu tespit edilmiştir.



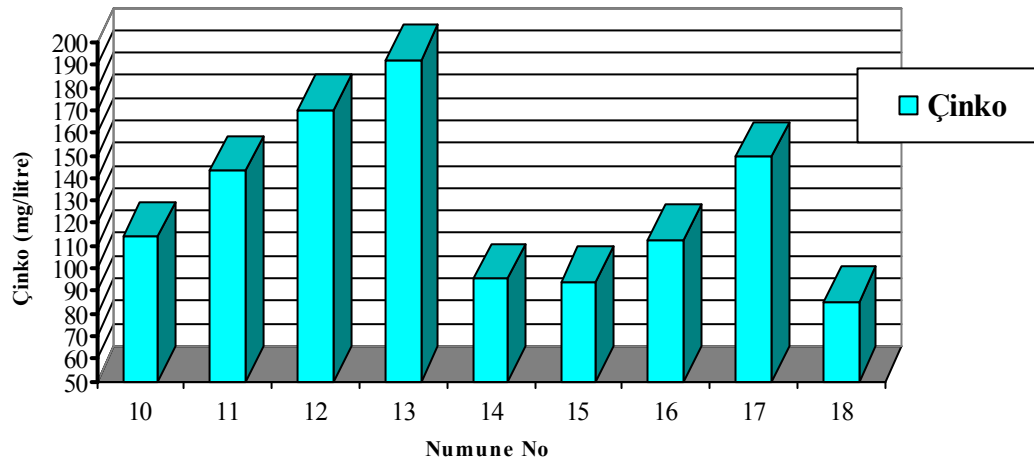
Şekil 4.10. C Firması Yem Örneklerinde Tespit Edilen Bakır (Cu) Değerleri (mg/litre)

Alabalık yem örneklerinde C firması, hazır granül ve pelet alabalık yem örneklerinin, bakır içeriği değerleri Şekil 4.10’da görüldüğü gibi Haziran ayında örneklenen büyütme yemi örneği (20. numune) 13,485 mg/litre en yüksek bakır değeri içeren yem olarak bulunmuştur. Bu yem örnekleri içinde en düşük bakır içeriğine sahip olan yem olarak 3,646 mg/litre ile Temmuz ayında örneklenen başlatma (yavru) yemi örneği (22. numune) olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.11. A Firması Yem Örneklerinde Tespit Edilen Çinko (Zn) Değerleri (mg/litre)

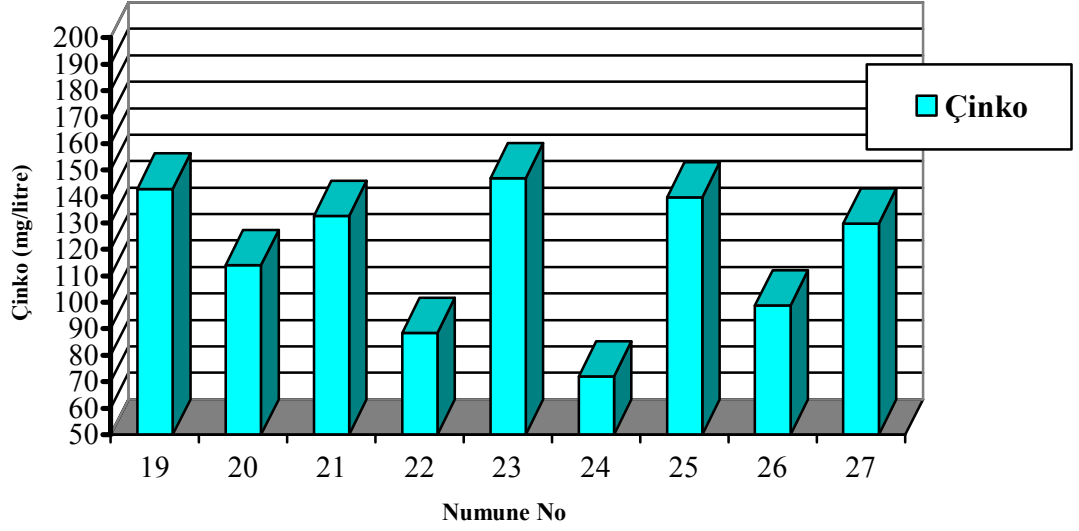
A firmasına ait, hazır granül ve pelet alabalık yem örneklerinin çinko içeriği değerleri Şekil 4.11’de verilmiştir. Bu yemler içinden Haziran ayında örneklenen başlatma (yavru) yemi (1. numune) 194,52 mg/litre olarak en yüksek çinko değeri içeren yem olarak bulunmuştur. Çinko değeri en düşük olan Temmuz ayında örneklenen büyütme yeminde (5. numune) 94,876 mg/litre olarak tespit edilen değerdir.



Şekil 4.12. B Firması Yem Örneklerinde Tespit Edilen Çinko (Zn) Değerleri (mg/litre)

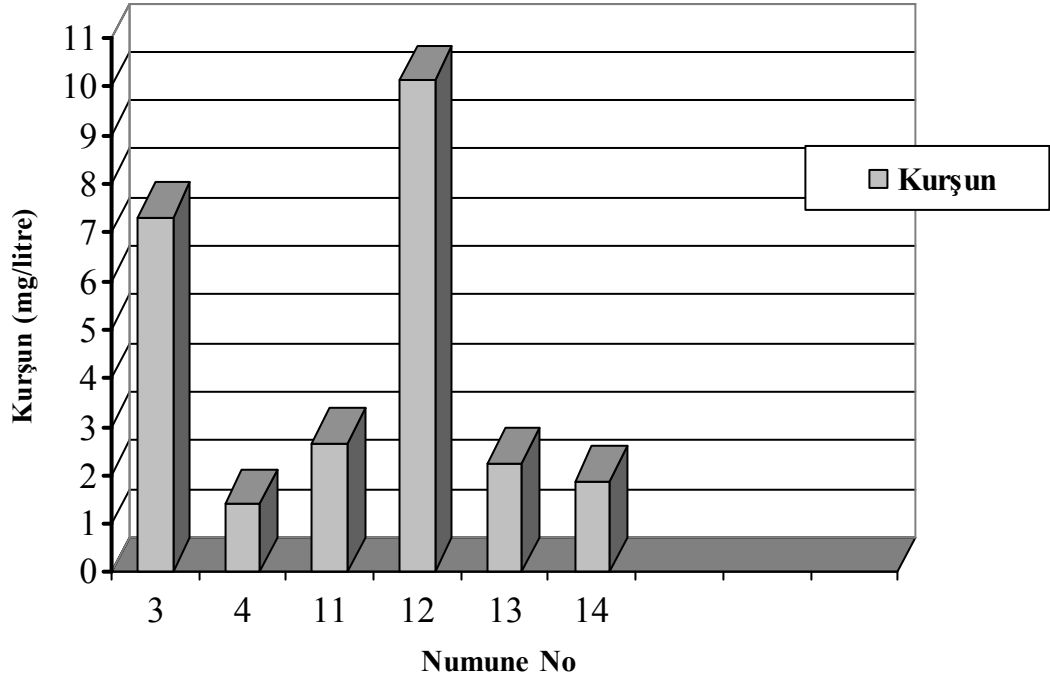
B firması hazır granül ve pelet alabalık yem örneklerinin, çinko içeriği değerleri Şekil 4.12’de verilmiştir. Temmuz ayında örneklenen başlatma (yavru) yemi örneği (13. numune)

192,27 mg/litre olarak en yüksek çinko değeri içeren yem olarak bulunmuştur. Bu yem örneklerinde çinko değeri en düşük olan Temmuz ayında örneklenen büyütme yeminde (5. numune) 94,876 mg/litre olarak tespit edilen değerdir.



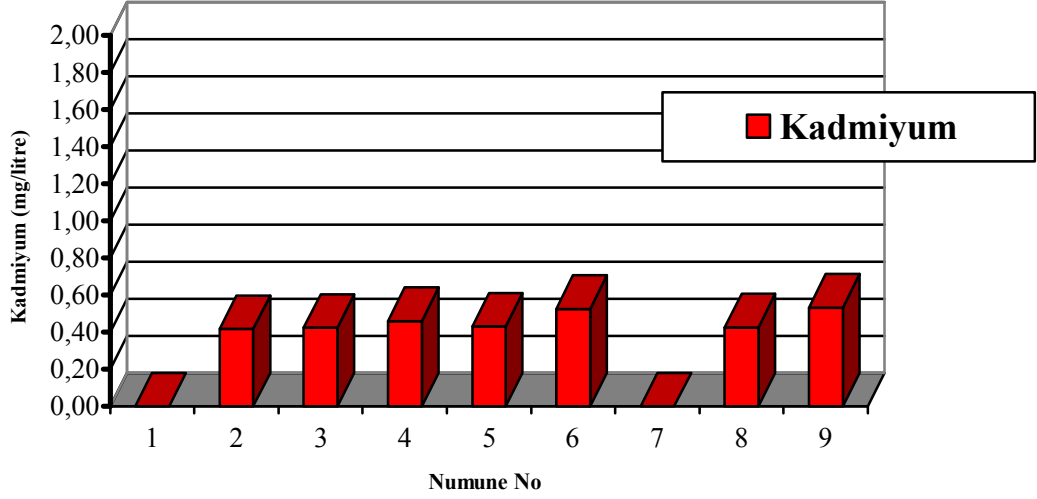
Şekil 4.13. C Firması Yem Örneklerinde Tespit Edilen Çinko (Zn) Değerleri (mg/litre)

C firması hazır granül ve pelet alabalık yem örneklerinin çinko içerikleri Şekil 4.13'te verilmiştir. Analizi yapılan yemlerde, Temmuz ayında örneklenen büyütme yemi örneği (23. numune) 146,79 mg/litre olarak en yüksek çinko değeri içeren yem olarak bulunmuştur. Bu yem örneklerinde çinko değeri en düşük olan Temmuz ayında örneklenen başlatma (yavru) yeminde (22. numune) 88,488 mg/litre olarak tespit edilen değerdir.



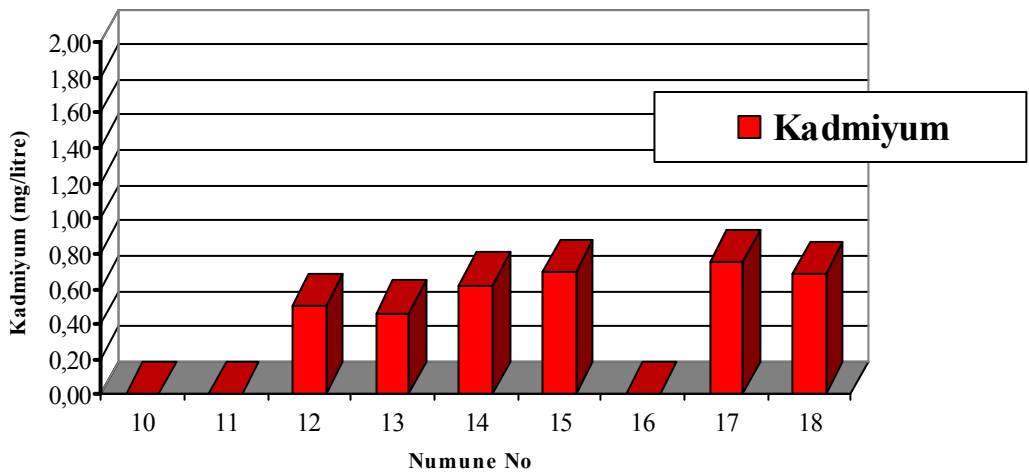
Şekil 4.14. Yem Örneklerinde Tespit Edilen Kurşun (Pb) Değerleri (mg/litre)

Analizi yapılan 27 farklı alabalık yem örneği içerisinde Kurşun (Pb) içerikleri Şekil 4.14'te verilmiştir. Tüm örnekler içerisinde kurşun tespit edilen yem sayısı altı (6) adettir. Tespit edilen kurşun değerleri, Haziran ayında örneklenen B firması geliştirme (semirtme) yeminde (12. numune) 10,133 mg/litre ile tüm yem örnekleri içerisinde en yüksek değeri verirken, bunu Haziran ayında A firması geliştirme (semirtme) yemi (3. numune) 7,301 mg/litre değeri izlemiştir. Yem örneklerinde tespit edilebilen kurşun içeriğinin en düşük değeri ise A firması başlatma (yavru) yeminde (4. numune) 1,411 mg/litre olarak saptanmıştır. Analizi yapılan diğer 21 yem örneğinde kurşun değerleri tespit edilebilir düzeyde değildir.



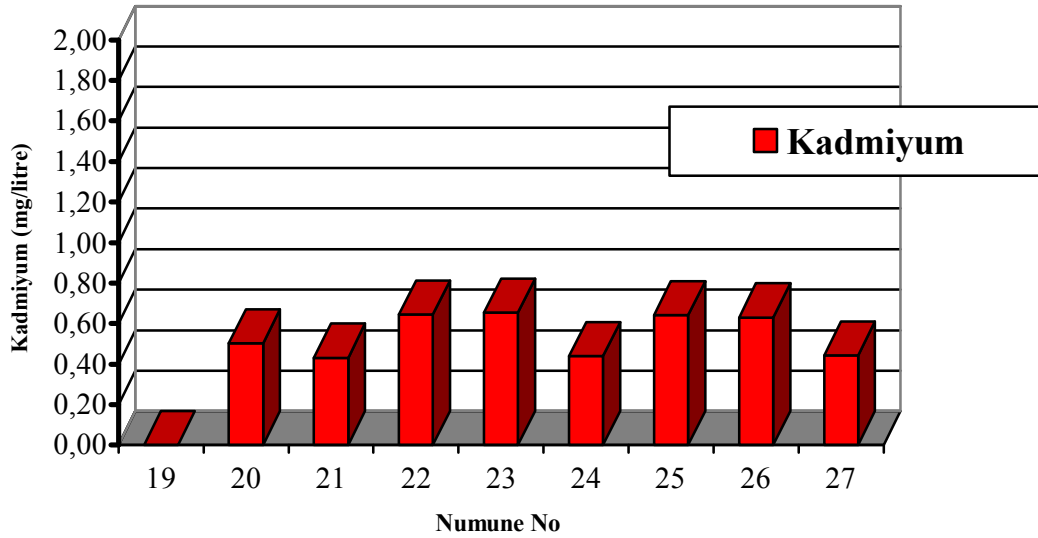
Şekil 4.15. A Firması Yem Örneklerinde Tespit Edilen Kadmiyum (Cd) Değerleri (mg/litre)

A firmasına ait hazır granül ve pelet alabalık yem örneklerinin, kadmiyum içerikleri Şekil 4.15’de verilmiştir. Kadmiyum analizlerine göre Ağustos ayında örneklenen geliştirme (semirtme) yemi örneği (9. numune) 0,534 mg/litre olarak en yüksek kadmiyum değeri içeren yem olarak bulunmuştur. Bu yem örneklerinde tespit edilebilir değerlerler içinde kadmiyum değeri en düşük olan Haziran ayında örneklenen büyütme yemi (2. numune) 0,417 mg/litre olarak tespit edilen kadmiyum değeridir. Analiz sonuçlarına göre A firmasına ait yem örnekleri içerisinde Haziran ve Ağustos aylarında örneklenen başlatma (yavru) yemi (1.ve 7. numuneler) kadmiyum değerleri tespit edilebilir düzeylerde bulunamamıştır.



Şekil 4.16. B Firması Yem Örneklerinde Tespit Edilen Kadmiyum (Cd) Değerleri (mg/litre)

B firmasına ait hazır granül ve pelet alabalık yem örneklerinin, kadmiyum içerikleri Şekil 4.16'da verilmiştir. Yapılan analiz sonuçlarına göre Ağustos ayında örneklenen büyütme yemi örneği (17. numune) 0,749 mg/litre olarak en yüksek kadmiyum değeri içeren yem olarak bulunmuştur. Bu yem örneklerinde tespit edilebilir değerlerler içinde kadmiyum değeri en düşük olan Haziran ayında örneklenen geliştirme (semirtme) yeminde (12. numune) 0,501 mg/litre olarak tespit edilen kadmiyum değeridir. Analiz sonuçlarına göre B firmasına ait yem örnekleri içerisinde Haziran ayında örneklenen başlatma (yavru) yemi ve büyütme yemleri (10.ve 11. numuneler) ile Ağustos ayında örneklenen başlatma (yavru) yeminde (16. numune) kadmiyum değeri tespit edilebilir düzeyde değildir.



Şekil 4.17. C Firması Yem Örneklerinde Tespit Edilen Kadmiyum (Cd) Değerleri (mg/litre)

C firmasına ait hazır granül ve pelet alabalık yem örneklerinin kadmiyum içerikleri Şekil 4.17'de verilmiştir. Yapılan analiz sonuçlarına göre Temmuz ayında örneklenen büyütme yemi örneği (23. numune) 0,655 mg/litre olarak en yüksek kadmiyum değeri içeren yem örneği olarak bulunmuştur. Bu yem örneklerinde tespit edilebilir değerlerler içinde kadmiyum değeri en düşük olan Haziran ayında örneklenen geliştirme (semirtme) yeminde (21. numune) 0,432 mg/litre olarak tespit edilen kadmiyum değeridir. Analiz sonuçlarına göre C firmasına ait yem örnekleri içerisinde, Haziran ayında örneklenen başlatma (yavru) yeminde (9. numune) kadmiyum değeri tespit edilebilir düzeyde değildir.

Çizelge 4.5. Alabalık Yem Örneklerinin Firmalara Göre Ağır Metal Düzeylerinin İstatistikî Değerlendirilmesi

	A	B	C	p
Nem	7,694 ± 0,325	8,257 ± 0,384	7,408 ± 0,280	0,207
Arsenik (As)	0,46 ± 0,460	0,00 ± 0,00	0,35 ± 0,248	0,538
Kadmiyum(Cd)	0,35 ± 0,069	0,41 ± 0,107	0,48 ± 0,068	0,554
Kurşun (Pb)	0,96 ± 0,806	1,88 ± 1,096	0,00 ± 0,000	0,258
Bakır (Cu)	13,03 ± 1,598	11,15 ± 2,107	8,98 ± 1,012	0,245
Çinko (Zn)	131,48 ± 13,853	128,45 ± 12,412	118,34 ± 8,85	0,719

(p > 0,05) göre ortalamalar arasındaki farklar önemli değildir.

Çizelge 4.5'te alabalık yem örneklerinin firmalara göre ağır metal düzeylerinin istatistikî değerlendirilmesi verilmiştir. Çalışmanın materyalini oluşturan yem örneklerinin firmalar faktör alınarak ağır metal içeriklerinin istatistikî değerlendirilmesinde, ağır metallerin ortalamaları arasındaki farklılıklar önemli görülmemiştir (p>0,05).

Çizelge 4.6. Alabalık Yem Örneklerinin Besleme Dönemlerine Göre Ağır Metal Düzeylerinin İstatistikî Değerlendirilmesi

	Başlatma(Yavru)	Büyütme	Semirtme(Geliştirme)	p
Nem	7,584 ± 0,432	7,684 ± 0,291	8,092 ± 0,298	0,556
Arsenik (As)	0,352 ± 0,248	0,00 ± 0,000	0,460 ± 0,460	0,538
Kadmiyum(Cd)	0,245 ± 0,099 ^b	0,492 ± 0,072 ^a	0,519 ± 0,034 ^a	0,028*
Kurşun (Pb)	0,407 ± 0,278	0,506 ± 0,341	1,937 ± 1,302	0,330
Bakır (Cu)	8,455 ± 1,737	12,265 ± 1,010	12,385 ± 1,838	0,162
Çinko (Zn)	149,267±13,024 ^a	114,905±8,132 ^b	114,107 ± 9,987 ^b	0,043*

* ^{a, b}: Aynı satırda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistikî olarak önemlidir (p< 0.05).

Çizelge 4.6'da alabalık yem örneklerinin besleme dönemlerine göre ağır metal düzeylerinin istatistikî değerlendirilmesi verilmiştir. Çalışmada örneklenen yem numunelerinin, besleme dönemleri (başlatma büyütme, geliştirme) faktör alınarak ağır metal içeriklerinin istatistikî değerlendirilmesinde, kadmiyum ve çinko ağır metallerinin

ortalamları arasındaki farklılıklar önemli görülmüştür ($p<0,05$). Kadmiyum hayvan beslemede istenmezken, çinko iz element olarak kullanılan bir girdiye sahiptir. Arsenik, kurşun ve bakır ağır metalleri besleme dönemleri baz alındığında, ortalamları arasındaki farklılıklar önemli görülmemiştir ($p>0,05$).

Çizelge 4.7. Alabalık Yem Örneklerinin Aylara Göre Ağır Metal Düzeylerinin İstatistiki Değerlendirilmesi

	Haziran	Temmuz	Ağustos	p
Nem	7,825 ± 0,376	7,648 ± 0,273	7,886 ± 0,398	0,886
Arsenik (As)	0,694 ± 0,489	1,118 ± 0,118	0,00 ± 0,000	0,217
Kadmiyum(Cd)	0,253 ± 0,069 ^b	0,547 ± 0,035 ^a	0,456 ± 0,093 ^{ab}	0,028 *
Kurşun (Pb)	2,233 ± 1,281	0,617 ± 0,316	0,00 ± 0,000	0,123
Bakır (Cu)	12,236 ± 2,034	10,632 ± 1,835	10,045 ± 1,160	0,641
Çinko (Zn)	134,803±10,673	118,313±14,126	125,164± 10,277	0,618

* a, b : Aynı satırda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir ($p< 0.05$).

Çizelge 4.7’de alabalık yem örneklerinin aylara göre ağır metal düzeylerinin istatistiki değerlendirilmesi verilmiştir. Çalışmada örneklenen yem numunelerinin, örnek alınan aylar (Haziran, Temmuz ve Ağustos) bazında ağır metal içeriklerinin istatistiki değerlendirilmesinde, kadmiyum ağır metallerinin ortalamaları arasındaki farklılıklar önemli görülmüştür ($p<0,05$). Çalışmaya konu olan diğer ağır metallerin ortalamaları arasındaki farklılıklar önemli görülmemiştir ($p>0,05$).

İstatistiki değerlendirilmede kadmiyum ağır metali hem besleme dönemlerine hem de örnek alınan aylara göre önemli olduğu gözlenmektedir. Kadmiyum, 27 örnek içerisinde altı tanesinde tespit edilebilecek limitin altında bulunurken, 21 örnekte değişen değerlerde kadmiyum içeriği olduğu saptanmıştır. Araştırmada tespit edilen en yüksek kadmiyum içeriğini B firmasına ait Ağustos ayında örneklenen büyütme yemi 0,749 ppm’dir. Yem örneklerinde tespit edilen en düşük kadmiyum seviyesi ise A firmasına ait Haziran ayında örneklenen büyütme yeminde 0,417 ppm olarak bulunan değerdir. Ülkemizde balık yemlerinde kadmiyum için “Yemlerde istenmeyen maddelerinin kabul edilebilir en çok miktarı” tebliğine göre sınır değeri 1 ppm olarak belirtilmiştir. Buna göre çalışmada kullanılan

yem örneklerinin tamamının kadmiyum düzeyleri sınır limitinin altında olduğu gözlenmiştir. Alabalık yemlerinde ağır metaller içinden, kadmiyum düzeylerinin sınır limitlerinin altında çıkması gerek hayvanların sağlığı gerekse tüketicilerin sağlığı açısından olumludur.

Çalışmanın analiz sonuçlarına göre örneklenen 27 yem numunesi içerisinde arsenik tespit edilebilen örnek sayısı üç olarak gözlenmiştir. Arsenik içeriği en fazla Haziran ayında örneklenen A firmasına ait semirtme (geliştirme) yeminde 4,415 ppm olarak saptanan değerdir. B firması yemlerinin tamamında arsenik tespit edilebilir sınırların altında bulunmuştur. Tespit edilebilen diğer arsenik içerikleri C firmasına ait yemlerde görülmüştür. Haziran ayında örneklenen başlatma (yavru) yeminde 2,105 ppm olarak bulunurken Temmuz ayı başlatma yemi örneğinde ise 1,068 ppm olarak saptanmıştır. Ülkemizde balık yemlerinde arsenik için “Yemlerde istenmeyen maddelerinin kabul edilebilir en çok miktarı” tebliğine göre sınır değeri 6 ppm olarak belirtilmiştir. Bu değere göre çalışmada kullanılan alabalık yem örneklerinin tamamında arsenik düzeyleri sınır değerlerinin altında kalmıştır.

Örneklenen alabalık yemlerinin kurşun içerikleri istatistiksel açıdan ortalamaları farklı bulunmamakla birlikte 6 numunede tespit edilebilir düzeyde kurşun bulunmuştur. Diğer 21 yem örneğinde ise kurşun içeriği tespit edilebilir limitlerin altındadır. Analiz sonuçlarına göre yemlerdeki kurşun içeriği en az 1,411 ppm en fazla ise 10,133 ppm olarak tespit edilmiştir. Ülkemizde, Kurşun (Pb) için “Yemlerde istenmeyen maddelerinin kabul edilebilir en çok miktarı” tebliğinde sınır değeri tam yeme göre 5 ppm olarak belirtilmiştir. Bu değere göre çalışmada analizi yapılan yem örnekleri içinde kurşun düzeyleri sınır değerlerinin üstünde bulunan iki adet yem örneği saptanmıştır. Tespit edilebilir kurşun değerleri içinde sınır değerini geçen yemler sırasıyla, A firmasında Haziran ayında örneklenen semirtme (geliştirme) yeminde bulunan 7,301 ppm’lik kurşun değeri, B firmasında ise yine Haziran ayında örneklenen semirtme (geliştirme) yeminde bulunan 10,133 ppm’lik kurşun değeridir. Bu değerlere göre B firmasındaki örnekte yasal sınırların iki katı üzerinde bir değer bulunmuştur. Bu değer hem yasal açıdan kabul edilemez olmakla birlikte hem de yemi tüketen balıklar içinde toksik etki yapması açısından istenmeyen bir durumdur. B firmasında diğer aylarda örneklenen semirtme (geliştirme) yemleri incelendiğinde ise Temmuz ve Ağustos ayı örneklerinin ikisi içinde kurşun değeri tespit edilebilir düzeylerin altında bulunmuştur. Limiti aşan diğer A firması yemi içinde aynı durum geçerlidir. Yemlerde bulunan bu fazla kurşun içerikleri haziran ayı ile sınırlı kalmıştır. Bu durum Haziran ayında örneklenen yemin, üretimi sırasında rasyona katılan ham madde ve diğer kaynaklar içindeki

yüksek kurşun varlığından ya da üretim aşaması sırasında oluşan kontaminasyondan ileri gelebileceği düşüncesini doğurmuştur.

Çalışmaya konu olan diğer ağır metaller iz element olarak rasyonlarda bulunan bakır ve çinkodur. İnsan ve hayvan organizmasının yapısını oluşturmada önemli olan bu mineraller; büyüme, üreme ve bağışıklık sistemi gibi pek çok fizyolojik fonksiyonda yer almaları nedeniyle rasyonla yeterli düzeyde alınması gerekli besin maddeleri olarak karşımıza çıkmaktadır.

Verilerin istatistiki değerlendirilmesinde beslenme dönemlerine göre ortalamalar arasındaki farkları önemli bulunan çinko ağır metali örneklenen tüm yemlerde değişik değerlerde bulunmuştur. En fazla çinko içeriği 194,52 ppm değer ile A firmasında Haziran ayında örneklenen başlatma (yavru) yeminde saptanırken, en az çinko içeriği 85,266 ppm'lik değer ile B firmasından Ağustos ayında örneklenen semirtme (geliştirme) yeminde olduğu belirlenmiştir. Ülkemizde, çinko için hayvan yemlerinde iz element sınırlamalarına göre kabul edilebilir en çok miktarı 250 ppm olarak belirtilmiştir. Bu değere göre çalışmada kullanılan yem örneklerinin tamamında çinko düzeyleri sınır değerlerinin altında kalmıştır.

Çinko analizlerinin sonuçlarına bakılacak olursa sınır değerlerinin altında olmakla beraber oldukça yüksek değerler oldukları da ilk dikkat çeken özellik olarak durmaktadır. Balık yemleri diğer karma yemlere göre daha fazla protein içerirler. Bu yüksek protein içeriklerinin karşılanması yem üretiminde hayvansal kaynaklı ham maddelerin kullanılması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Balık rasyonlarının önemli bir kısmını oluşturan balık unu- et unu gibi yem hammaddelerinde çinko içeriklerinin 90-100 ppm oranında bulunduğu bilinmektedir. Bitkisel kaynaklı yem hammaddelerinde ise bu değerler 20-70 ppm arasında değişmektedir. Alabalık yemlerinde çinko içeriklerinin yüksek olması kullanılan hammaddelerin özelliklerine bağlanabilmektedir (Anonymous 2007).

Yem örneklerinde gerçekleştirilen bakır analizleri değerlendirilecek olursa, 27 yem örneğinde de bakır tespit edilmiştir. En yüksek bakır değerini B firmasına ait Haziran ayında örneklenen semirtme (geliştirme) yemi 23,688 ppm değeri ile bulunurken, analiz sonuçlarına göre en düşük bakır değeri C firmasına ait Temmuz ayında örneklenen başlatma (yavru) yemine ait olan 3,646 ppm değeridir. Ülkemizde bakır için hayvan yemlerinde iz element sınırlamalarına göre kabul edilebilir en çok miktarı 35 ppm olarak belirtilmiştir. Bu

değere göre çalışmada kullanılan yem örneklerinin tamamında bakır düzeyleri sınır değerlerinin altında kalmıştır.

Ülkemizde balık yemlerinin ağır metal içerikleri üzerine çok fazla çalışma bulunmamaktadır. Yapılan çalışmalar daha çok balıkların çeşitli organlarındaki ağır metal birikimlerinin incelenmesine yöneliktir.

Ağır metal deneylerinin çoğu, balık çiftliklerinde salmon ve yayın balıklarının yetiştiriciliğine başlanmasından sonra yapılmıştır. Bu balıkların ticari değerlerinden dolayı tüm çabalar, hızlı bir başarılı besleme ve üreme, hastalık oranında azalma ve transportun geliştirilmesi yönündedir. O zamandan beri bu balıkların biyokimyasal indeksleri ve farklı fizyolojileri iyi bir şekilde araştırılmıştır. Bunlar yaygın olarak çeşitli bilimsel ve ekolojik çalışmalarda kullanılmıştır (Vosylienė 1999).

Bu çalışmada ise hedeflenen alabalık yemlerinde bulunan aflatoksin ve ağır metal değerlerinin hangi düzeylerde olduğunun saptanmasıdır. Buna göre alabalık yemlerinde aflatoksin düzeyleri tespit edilebilir düzeylerin altında kalırken, ağır metal içerikleri ise aylar, besleme dönemleri ve fabrikalar içerisinde değişim içinde olduğu bulunmuştur. Ağır metallere yem içerisinde bulunması gereken sınır değerlerini aşan tek element olarak Dünya da en fazla yayılım gösteren ağır metal olarak tanımlanan kurşun olduğu saptanmıştır.

Balık yemlerinde tespit edilen farklı ağır metal düzeylerinin yem üretiminde kullanılan ham maddelerden kaynaklanabileceği belirtilebilir. Su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanılan balık yemlerinin en önemli girdisini oluşturan balık unu yine su ürünleri üretimi içinde yer alan avcılık faaliyetleri sonucunda elde edilmektedir. Balık unu üretiminin büyük bir miktarını denizlerde avlanan su ürünlerinden oluşturulmaktadır. Özellikle göçmen balıkların avlanması balık unu içeriklerini oldukça farklı etkilemektedir. Orkinoslar üzerinde yapılan açıklamalarda göçmen balıkların denizlerdeki göçleri sırasında kimyasal toksikasyon ve kirlilik etmenlerine maruz kaldıkları çalışmalar kısaca aşağıda belirtilmiştir.

(Ottolenghi ve ark. 2004) orkinosların kıtalar arası yüzebilen göçmen balıklar olduğunu ve geniş beslenme yelpazesine sahip olduklarını belirtmiş. Yaşam sürelerinin 15-20 yıla kadar çıkabileceğini vurgulamıştır. Dolayısıyla bu durumun balıkların kas dokularında ağır metal birikimini etkilediği belirtilmektedir. Akdeniz’de Sicilya adası açıklarında yakalanan orkinosların kas ve karaciğer dokuları üzerinde yapılan bir çalışmada civa (Hg),

kurşun (Pb), kadmiyum (Cd) gibi ağır metal düzeylerinin yüksek oranda bulunduğu ortaya konulmuştur (Storelli ve Marcagino 2001). Ağır metal düzeylerindeki yüksekliğin balığın beslenme rejiminden veya yaşam habitatından kaynaklandığı ve ağır metal toksikasyonunun balığın yaşam ömrü ile doğru orantılı olarak arttığı belirtilmektedir.

Balık yetiştiriciliğinde kullanılan yemlerin üretiminde en önemli ham maddelerden biri olan balık unu Ülkemizde özellikle Karadeniz de avlanan belirli türlerin işlenmesi ile elde edilmektedir. Yapılan araştırmalar Karadeniz'in insan faaliyetleri sonucu oldukça kirlenmiş denizler arasında olduğunu göstermektedir. Ünsal ve ark. (1992) Batı Karadeniz'de ekonomik önemi olan bazı deniz ürünlerinde yaptıkları ağır metal araştırmalarında midye, balık ve makroalglerde değişik oranlarda ağır metal kirliliği tespit etmişlerdir. Bu durum insan faaliyetleri sonucu kirlenmiş denizlerden elde edilen ürünlerin ağır metal ve diğer yabancı kimyasal maddeleri taşıdığını göstermektedir.

Ülkemiz balık yemi üretiminde ileri teknoloji kullanmakta ve hijyenik şartlara dikkat edilmektedir. Örneklenen yemlerin analizine göre üretilen yemlerdeki ağır metal içerikleri doğada en yaygın olan kurşun dışında sınır değerlerinin altında bulunmakla beraber yinede kontrol altında tutulmaları ve yemlerdeki ağır metal içeriklerinin belirlenmesi yönündeki çalışmalara önem verilmelidir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu tez çalışması ile alabalık üretiminde kullanılan ticari alabalık yemlerinin aflatoksin ve ağır metal düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Yapılan bu çalışmada yemlerde yaz dönemi içerisinde aflatoksin varlığı tespit edilemezken belli oranlarda ağır metal düzeylerine rastlanılmıştır. Bununla beraber ağır metal kirlilik düzeyleri numunelerin büyük bir kısmında belirlenen limit değerlerinin altında çıkmıştır. Yemlerde gözlenen sorun yaratabilecek ağır metal değerleri olarak yalnızca iki örnekte rastlanan kurşun içeriği olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak alabalık yemlerinin örneklendiği dönemler içerisinde büyük bir sorunun olmadığı değerlendirilmiştir.

Bu çalışmada örneklenen alabalık ticari yemleri aynı zamanda ülke genelindeki diğer alabalık üretim çiftliklerinde de en çok tercih edilen hazır formüle edilmiş alabalık yemleridir. Bu açıdan bakıldığında yaz dönemi içerisinde hazır ticari yemlerde aflatoksin ve ağır metal içerikleri yönünden alabalık yemlerinde büyük sorunların olmadığı düşüncesi geliştirilebilir.

Ülkemizde su ürünleri sektöründe yaşanan hızlı gelişmeler balık yemi sanayisinin de gelişmesine yol açmıştır. Dünyada ve ülkemizde alabalık yetiştiriciliğinin tamamı formüle edilmiş hazır yemler ile yapılmaktadır. Balık yemi üretiminin büyük bölümü denizlerden yakalanan balıkların işlenmesi ile elde edilmiş balık ununa dayanmaktadır, balık unu üretimindeki olumsuzluklar kültür balıkçılığını da etkileyebilecek özelliklere sahiptir Bu açıdan:

-Her geçen yıl insan faaliyetleri sonucu kirlenen ve av baskısı ile denizlerdeki balık popülasyonlarının azalması balık unu ve yağının temininde sorunlara yol açacaktır, denizlerdeki kirlilik yaratan faaliyetlere önlemler alınmalıdır. Kaynakların sürdürülebilir kullanılmasına yönelik bilinçlenme uygulanmalı ve gittikçe artan öneminin ülkemizde de anlaşılması gerekmektedir. Alabalık yemlerinin protein içeriklerinin kaliteli ve besleme özellikleri kontrol edilmiş yeni ham maddeler ile gerçekleştirilme çalışmalarına önem verilmelidir.

Aflatoksin ve ağır metaller balık çiftliklerinde balık ölümlerine ve ekonomik kayıplara yol açabildiği gibi insan sağlığına da olumsuz etkileri bulunduğundan balık yemlerinin üretim aşamasından itibaren tüketime kadar geçen sürelerde mutlaka gerekli kontrollerinin yapılması yararlı olacaktır. Unutulmamalıdır ki sağlıklı bir beslenme için gıda güvenliğini yem

güvenliğinden ayırmak mümkün değildir. İnsan tüketimine sunulan hayvansal gıdaların sağlıklı olması hayvanların yedikleri yemlerle yakından ilgilidir. Bu amaçla; modern üretim teknikleri uygulanmalı, yem maddeleri uygun biçimde depolanmalı ve yem satış noktalarında uzun süre bekletilmemeli, olası kontaminasyonlara yönelik olarak sürekli kontrol edilmelidir.

Alabalık işletmelerinin balık yeminin çabuk bozulduğunu bildiklerinden yem stoklarını gereken yetiştiricilik dönemlerine göre planlamaları oldukça önemlidir. İşletmeler üretim tarihi yeni, belirlenmiş standartlara uygun ve düzgün şekilde depoladıkları yemler ile üretim yapmaya dikkat etmeli. Ayrıca güvenilir kaynaklardan temin edilmiş ve yem içerikleri denetimlerden geçen alabalık yemlerini tercih etmelidirler.

Gelecekte su ürünleri üretiminden maksimum verimin ve balık çiftliklerinde kaliteli ürün elde etmek amacıyla işletmelerde besicilikte kullanılan yemlerin iyi özelliklere sahip olması ve yetiştiricilik tekniklerinin geliştirilmesi, farklı besleme yöntemlerinin uygulanması, balık sağlığının korunması, çevresel etkilerin değerlendirilmesi, uygun hasat tekniklerinin geliştirilmesi, balık et kalitesini ve fiyatını arttırıcı stratejilerin uygulanması gerekmektedir. Ayrıca alabalık üretimini iyileştirmek amacıyla yurt dışından alınan yem hammaddelerin, yem katkılarının yanında yumurta alımı ve larval üretim tekniklerinin üzerinde kapsamlı araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bunun yanında işletmelerin bölgeye, çevre ve toplumsal yaşama olan etkileri ve oluşacak değişimler üzerine çalışmalar yapılmalıdır.

6.KAYNAKLAR

- Aksun F Y (1986). Karamık Gölünde Yaşayan Turna Balıklarında (*Esox lucius* L.1758) Ağır Metal Birikimi. VIII. Ulusal Biyoloji Kongresi, 2, 454- 461, İzmir.
- Aktüre A (2005). Adana ve İlçelerinde Kullanılan Alabalık Yemlerinde *Aspergillus flavus* ve Aflatoksin Araması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Alpbaz A (2005). Alabalık Yetiştiriciliği. Su Ürünleri Yetiştiriciliği, Alp Yayınları, 548s, İzmir
- Arana S, Tabata Y A, Sabino M, Rigolino G M, Hernandezblazquez F J (2002). Differential Effect of Chronic Aflatoxin B₁ Intoxication On The Growth Performance And Incidence of Hepatic Lesions in Triploid And Diploid Rainbow Trout (*Oncorhynchus Mykiss*). Arch Med Vet, Vol: 34
- Arslan M, Karaytuğ S, Cıçık B, (2006). Bakırın *Clarias lazera* (Valenciennes,1840)'da Doku Glikojen ve Serum Glukoz Düzeyi Üzerine Etkileri. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 23: 23-27.
- Anonymous (1987). TSE 8225 Tarım ve Köyişleri Bakanlığı İl Kontrol Laboratuar Analiz Metodu
- Anonymous (1988). Varion Analytical Method For Graphite Tuba Atomizers. Varion Australia Pty Ltd Mulgrave, Victoria, Australia, September
- Anonymous (2003). Aflon Teknoloji Araştırma Geliştirme ve Ticaret A Ş. <http://www.aflon.net/aflatoksin.html> (erişim tarihi, 15.10.2009).
- Anonymous (2005). Yemlerde İstenmeyen Maddeler Hakkında Tebliğ (Tebliğ No: 2005/3). TC Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü Yem Kanunu. Yem Yönetmeliği ve Tebliğler.
- Anonymous (2006). Karma Yem Teknolojisi. http://www.ziraatforum.com/index.php?option=com_fireboard&Itemid=27&func=view&catid=70&id=5606 (erişim tarihi, 02.12.2009).
- Anonymous (2007). *Aspergillus flavus* (Credit: Image courtesy of CABI) <http://www.sciencedaily.com/releases/2009/10/070628081623.html> (erişim tarihi, 15.10.2009).
- Anonymous (2007a). Yem Katkı ve Premikslerinin Üretimi, İthalatı, İhracatı, Satışı ve Kullanımı Hakkında Tebliğ. Resmi Gazete 26511- Tebliğ No: 2007/9.
- Anonymous (2008). Çinko- Tarım ve Biz. [www.iyitarim.net/resources/\\$C3\\$87inko.doc](http://www.iyitarim.net/resources/$C3$87inko.doc) (erişim tarihi, 15.10.2009).
- Bailey G S, Williams D E, Wilcox J S, Loveland P M, Coulombe R A, Hendricks J D (1988). Aflatoxin B₁ Carcinogenesis and It's Relation to DNA Adduct Formation and Adduct Persistence İn Sensitive and Resistant Salmonid. FishNov, 11: 1919-1926.
- Barnett HL, Hunter BB (1998). Factors Affecting Growth and Sporulation of Imperfect Fungi Physiolog. The American Phytopathological Society 98:1-5
- Bat L, Gündoğdu A, Öztürk M (1999). Copper, Zinc, Lead and Cadmium Concentrations in the Mediterranean Mussel *Mytilus gallorovincialis* From the Sinop Coast of the Black Sea. Turk. J Zoology, 23:321-326.
- Beliles R V(1975). V Metals, in Toxicology, The Basic Science of Poisons, L.J. Casarett & L. Ditil (Eds. V Macmiun Publ. Co., Inc., Newyork, USA
- Berg V, Erikson G S, Iverson P E (1997). Strategies for Monitoring of Contamiants in Marine Organisms in Norwegian Harbours and Fjords. Norwegian State Food Control Reports. 94: 300-321.

- Bostan H (2008). Isparta İlindeki Alabalık (*Oncorhynchus mykiss*, W., 1792) İşletmelerinde Kullanılan Karma Yemlerin Analizi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Bullerman LB (1979). Significance of Mycotoxins to Food Safety and Human Health. *Journal of Food Protection*, 1: 65-86.
- Canlı M, Ay O, Kalay M (1998). Levels of Heavy Metals (Cd, Pb, Cu, Cr and Ni) in Tissue of *Cyprinus carpio*, *Barbus capito* and *Chondrostoma regium* From the Seyhan River. *Turk. J Zoology*, 22:149-157
- Cengizler İ (2000). Balık Hastalıkları. Ç.Ü. Su Ürünleri Fak. Yayın No: 7. 136s. Adana
- Curtis LR, Zhang Q, El-Zahr C, Carpenter H M, Miranda C L, Buhler D R, Selivonchick D P, Arbogast D N, Hendricks J D (1995). Temperature - Modulated Incidence of Aflatoxin B1-Initiated Liver Cancer in Rainbow Trout. *Fundamental Application Toxicology*, 25:146-153.
- Çatla M, Canpolat Ö (2002). Hazar Gölü'nde Yakalanan *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843)'da Bazı Ağır Metal Miktarlarının Tespiti. Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 1: 225-230.
- Çiçek A, Koparal A Ş (2001). Porsuk Baraj Gölü'nde Yaşayan *Cyprinus carpio* ve *Barbus plebejus* 'da Kurşun, Krom ve Kadmiyum Seviyeleri. *Anadolu Üniversitesi Çev-Kor Dergisi*, 10: 3-6.
- Denizli A (2008). Ağır Metal Toksikolojisi. Su Ürünlerinde Uygulamalı Moleküler Biyoloji Teknikleri Lisansüstü Yaz Okulu, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Erzurum, 1-16.
- Doğan A, Bayezıt M (1999). Kars Yöresinde Yemlerde Aflatoksin B1 Düzeylerinin ELISA Yöntemi İle Araştırılması. *Kafkas Üniversitesi Vet. Fak. Dergisi*, 5: 63-70.
- Dons C, Beck P A (1993). Priority Hazardous Substances in Norway. *Norwegian State Pollution Control Reports*, 93:22-115.
- Dökmeci İ (1988). Çevre Kirlenmesine Rol Oynayan Toksik Maddeler. 488-489
- Erdem M (2001). Balık Besleme ve Yem Teknolojisi Ders Notları. T.C. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sinop Su Ürünleri Fakültesi, 85, Sinop.
- FAO (1990). Prevention of Mycotoxins. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Food and Nutrition Paper, Rome, 10.
- Gonzalez-Andreaz F, Ceresuela J L (1998). Chemical Composition of Some Iberian Mediterranean Leguminous Shrubs Potentially Useful for Forage in Seasonally Dry Areas. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 41: 139-147
- Halver J E (1968). Aflatoxicosis and Trout Hepatoma. In *Aflatoxin, Scientific Background, Control and Implications*. F.A. Goldblat, Ed Academic press, 69:1249-1278.
- Hamilton P B (1982). Mycotoxins and Farm Animals. *Rev. Med. Vet*, 82:17-40.
- Heath A G (1987). Water Pollution and Fish Physiology. CRP Pres. Inc. Florida, 245.
- Hendricks B (1989). Aquaculture Fish Diseases Shrimpwhite Spot Disease Solutions. <http://www.ublcorp.com/aqua.html> (erişim tarihi, 15.10.2009).
- Hogstrand C, Haux C (1991). Mini Review Binding and Detoxification of Heavy Metals In Lower Vertebrates with Reference to Metallothionein Comp *Biochem. Physiol*, 100:137-147, Great Britain.
- Hunt A O, Özkan F Altun T (2008). Balık Yemlerinde Beslemeyi Sınırlandırıcı Maddeler ve Etkileri. Mersin Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, www.akademia.net/USG/USG2007/Y/y01.pdf (erişim tarihi, 21.12.2009).
- Jay J M (1992). Other Proved and Suspected Foodborne Agents: Mycotoxins. *Modern Food Microbiology 4th edition*, pub by Van Nostrand Reinhold, New York, 641-651

- Kaçar B (1972). Bitki Analizleri. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri II, Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara, 155- 453.
- Kahvecioğlu Ö, Kartal G, Güven A, Timur S, (2004). Metallerin Çevresel Etkileri (I- II- III) İstanbul Teknik Üniversitesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü.
- Karabulut A, Canbolat Ö (2005). Yem Değerlendirme ve Analiz Yöntemleri. U.Ü. Ziraat Fak. Zootečni Böl. Uludağ Üniversitesi Basımevi Müdürlüğü,520, Bursa.
- Karadede H (1997). Atatürk Baraj Gölün’ de Su, Sediment ve Balık Türlerinde Ağır Metal Birikiminin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.
- Kargın F, Erdem C (1991). Accumulation of Copper in Liver, Spleen Stomach Intestine, Gill and Muscle, of *Cyprinus Carpio*. Doğa-tr J of Zoology, 15: 306-314.
- Kargın F, Erdem C (1992). Bakır-Çinko Etkileşiminde *Tilapia nilotica*’nın (L.1758) Karaciğer, Solungaç ve Kas Dokularındaki Metal Birikimi. Doğa-Tr. J. of Zoology 16:343-348
- Kayhan E F, Muşlu M N, Koç N D (2009). Bazı Ağır Metallerin Sucul Organizmalar Üzerinde Yarattığı Stres ve Biyolojik Yanıtlar. Journal of FisheriesSciences, 3: 153-162.
- Kaymak T (2000). Türkiye’de Üretilen Alabalık Yemlerindeki Aflatoksin Düzeylerinin Tespiti. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Klaassen D C (2001). Casarett & Doull’s Toxicology “The Basic Science of Poisons. Mc Graw Hill 6th Edition, http://www.amazon.com/Casarett-Doulls-Toxicology-Science-Poisons/dp/0071347216#reader_0071347216 (erişim tarihi, 01.12.2009).
- Kop A, Hoşsu B (2000). Balık Yemlerinde Kalite Kontrol. E.Ü. Su Ürünleri Fakültesi, İzmir.
- Kop A F, Korkut Y A (2002). Balık Yemlerinde Kalite Kontrol. E. Ü. Ürünleri Dergisi, 19: 271-276.
- Korkut Y A, Hoşsu B, Gültepe N (2002). Balıklarda Beslenmeye Bağlı Hastalıklar. E. Ü. Su Ürünleri Dergisi, 19: 555-564.
- Köse E, Uysal K (2008). Cinsi Olgunluğa Erişmemiş Pullu Sazan (*Cyprinus Carpio* L 1758)’ların Kas, Deri ve Solungaçlarındaki Ağır Metal Akümülyasyon Oranlarının Karşılaştırılması. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 17:19-26.
- Le Bars J, Le Bars P (1998). Strategy for Safe use of Fungi and Fungal Derivates in Food Processing. Rev Med Vet, 98: 493-500.
- Miller R O (1998). Microwave Digestion of Plant Tissue in an Closed Vessel. CRC Press, In: Karla Y.P.Ed. Handbook of Reference Methods for Plant Analysis, 69-73, NewYork.
- Nakatsuru Y, Qin X, Masahito P, Ishikawa T (1990). (alınmıştır: Kaymak T 2000.Türkiye’de Üretilen alabalık Yemlerindeki Aflatoksin Düzeylerinin Tespiti. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara)
- Nakatsuru Y, Qin X, Masahito P, Ishikawa T (1990b). (alınmıştır: Kaymak T 2000.Türkiye’de Üretilen alabalık Yemlerindeki Aflatoksin Düzeylerinin Tespiti. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara)
- Ngethe S, Horsberg T E, Ingebrigtsen K (1992). Extrahepatic Disposition of ³H –Aflatoxin B₁ in the Rainbow Trout (*Oncorhynchus Mykiss*). Pharmacol Toxicol, 71: 262-71.
- Ottolenghi F, Silvestri C, Giordano P, Lovatelli A, New B (2004). Capture-based aquaculture;The fattening of groupers, tunas and yellowtails. FAO, 107- 147
- Özbek H, Kaya Z, Gök M, Kaptan H, (1993). Toprak Bilimi. Ç.Ü. Ziraat Fak. Genel Yayın No.73, Ders Kitapları Yayını No:16, Adana.
- Özkaya Ş, Temiz A (2003). Aflatoksinler: kimyasal yapıları, toksisiteleri ve Detoksifikasyonları. Orlab On-line Mikrobiyoloji Dergisi, 1: 1-21.

- Parker C R (1972). Water Analysis by Atomic Absorption Spectroscopy. Varian Techtron Pty. Ltd, Springvale- Australia.
- Pittet A (1998). Natural Occurrence of Mycotoxins in Foods and Feeds an Updated Review. Rev. Med. Vet. 98: 479-492.
- Royes J A B, Yanong R P E (2004). Department of Fisheries and Aquatic Sciences. Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agriculture Sciences, University of Florida, <http://edis.ufl.edu> (erişim tarihi, 15.11.2009).
- Sarıyüpoğlu M, Say H (1991). Elazığ Şehir Kanalizasyonunun Baraj Gölüne Döküldüğü Bölgeden Yakalanan *Barbus capito pectoralis*'de Ağır Metal Birikiminin Araştırılması. Su Ürünleri Sempozyumu, 121-130.
- Sinhuber R O, Wales J H, Ayers J L, Engebrecht R H, Amend D L (1968). Dietary Factors and Hepatoma İn Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*) Aflatoxins İn Vegetable Protein. Feedstuffs J.Natl. Canser Inst, 41: 711-718.
- Sinhuber R O, Wales J H, Ayers J L, Lee D J (1968a). Dietary Factors and Hepatoma İn Rainbow Trout (*Salmo Gairdneri*) II.Carcinogenes by Cyclopropenoid Fatty Acids and Effect of Gossypol And Altered Lipids On Aflatoxin- Induced Liver Cancer. J.Natl. Cancer Inst, 41-6: 293-301.
- Storelli M M, Marcotrigiano G O (2001). Total Mercury Levels in Muscle Tissue of Swordfish (*X. gladius*) and Bluefin tuna (*T. thynnus*) from Mediterranean Sea. J.Food. Prot, 64:1058-1119.
- Şahin İ, Korukluoğlu M (2000). Küf-Gıda-İnsan. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın, No:155, 122s. Bursa.
- Şanlı Y (2000). Yem Küflenmeleri, Mikotoksinler ve Kontrol Yöntemleri. Çiftlik Dergisi, Haziran: 83-98.
- Şentürk F (1993). Determination of Mercury and Lead Levels in Molluscs From Different Areas (in Turkish). Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Tanyolaç J (1993). İçsularda Ekosistem, Enerji ve Produktivite. Limlonoji, 6: 206- 208
- Timbrell J A (1991). Principles of Biochemical Toxicology. Second Edition, Taylor& Francis, London & Washington DC, p. 369-378.
- Topal S (1993). Gıdalarda Küf Kontaminasyonu Riskleri ve Önlemleri. Gıda Sanayinde Mikrobiyoloji ve Uygulamalar, 174-187
- Toprak (Demirezen) P (2007). Karma Yemlerde Bulunan Ağır Metallerin Mevcut Durumu ve Hayvan Besleme Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Ana Bilim Dalı, Tekirdağ.
- Tufan M (2008). Tekirdağ İlinde Üretilen Yem Hammaddelerinin Ağır Metal Düzeylerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Tuik (2009). Su Ürünleri 2008, TC Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu Haber Bülteni 125, Ankara.
- Tunail N (2000). Funguslar ve Mikotoksinler. Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Yayını, Ankara, 03. Bölüm, 13 kısım.
- Uslu O, Türkman A (1987). Su Kirliliği ve Kontrolü. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayını :1, Ankara.
- Ünsal M, Bekiroğlu Y, Akdoğan Ş, Ülkü A, Kayıkcı Y, Alemdağ N, Aktaş M (1992). Batı Karadenizde Ekonomik Önemi Olan Bazı Deniz Ürünlerinde Ağır Metallerin Belirlenmesi. Erdemli Deniz Bilimleri Enstitüsü,
- Vallee B L (1991). Introduction to Metallothionein in methods. 205:3-7. www.ncbi.nlm.nih.gov (erişim tarihi, 01.12.2009).
- Vicam (1999). Aflatest® ,Instruction Manuel. Watertown, USA p: 73-74.

- Vosyliene M Z (1999). The Effect of Heavy Metals on Hematological Indices. *Acta Zoologica Litvanica Hydrobiologia*, 9: 76-82.
- Yaroğlu T (2007). Erzurum İli Piyasasında Tüketime Sunulan Yavru Alabalık Yemlerinde Aflatoksin B₁ Varlığının Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Yazkan M, Özdemir F, Gölükçü M (2004). Cu, Zn, Pb and Cd Contents in Some Molluscs and Crustacea Caught in the Gulf of Antalya (in Turkish). *Turk J Vet Anim Sci*, 28:95-100.
- Zarcinas B A, Cartwright B, Spauncer L P (1987). Nitric Acid Digestion and Multielement Analysis of Plant Material by Inductively Coupled Plasma Spectrometry. *Commun. Soil Sci. Plant Anal*, 18: 131-147.

ÖZGEÇMİŞ

1980 yılında Edirne’de dünyaya geldi. İlk ve ortaöğretimini Kaptan Jacques-Yves Cousteau belgeselleri izleyerek bitirdi. Lise öğrenimi için bulunduğu İstanbul’da deniz ile yaşamak hakkında yeni bilgiler edindi. Denize ve deniz yaşamına olan ilgisinden dolayı Su Ürünleri Bölümünde eğitim almaya karar verdi. 2002 yılında su altında daha uzun süre kalabilmek için aletli dalışa başladı. 2006 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sinop Su Ürünleri Fakültesinden mezun oldu. Deniz canlıları ve sualtı üzerine yazılmış ne tür kitap bulursa okumakta olup; en büyük hayali Marmara ve Karadeniz’in eski tür çeşitliliğini görebilmektir.