

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GÖKKUŞAĞI ALABALIKLARINDA (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum
1792) FARKLI ÇİNKO KAYNAKLARININ BÜYÜME, SİNDİRİM VE
DOKU ÇİNKO DÜZEYLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Hande GÜNDOĞDU

Tez Yöneticisi:

Yrd. Doç. Dr. M. Nuri ÇAKMAK

YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ ANABİLİM DALI

ELAZIĞ, 2007

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GÖKKUŞAĞI ALABALIKLARINDA (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum
1792) FARKLI ÇİNKO KAYNAKLARININ BÜYÜME, SİNDİRİM VE
DOKU ÇİNKO DÜZEYLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Hande GÜNDOĞDU

Yüksek Lisans Tezi
Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı

Bu tez, tarihinde aşağıda belirtilen jüri tarafından oybirliği /oyçokluğu ile başarılı /
başarısız olarak değerlendirilmiştir.

Danışman: Yrd. Doç. Dr. M. Nuri ÇAKMAK

Üye:

Üye:

Üye:

Üye:

Bu tezin kabulü, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/...../.....tarih
ve..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın hazırlanması ve yürütülmesi sırasında bilgi ve tecrübesiyle bana yol gösteren, yardım ve ilgilerini esirgemeyen danışman hocam sayın Yrd. Dr. M. Nuri ÇAKMAK'a, Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dekanlığı'na ve manevi destekleriyle her zaman yanımda olan aileme çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
İÇİNDEKİLER.....	I
ŞEKİLLER LİSTESİ	III
TABLolar LİSTESİ.....	IV
ÖZET	V
ABSTRACT	VI
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR BİLGİSİ	3
3. MATERYAL VE METOT.....	7
3.1 Materyal.....	7
3.1.1. Balık Materyali	7
3.1.2. Yem Materyali	7
3.1.2.1. Mineral Karmalarının Hazırlanması	8
3.1.2.2. Araştırma rasyonlarının hazırlanması	10
3.1.2.3. Deneme Tekneleri ve Kullanılan Suyun Özellikleri.....	10
3.2. Metot	13
3.2.1. Denemenin Planlanması ve Kurulması.....	13
3.2.2 Yem Tüketiminin Tespit Edilmesi	13
3.2.3. Balıkların Canlı Ağırlıklarının Tespiti	13
3.2.4. Büyüme ve Yemden Yararlanma	13
3.2.4.1. Ağırlıkça Oransal Büyüme	14
3.2.4.2. Spesifik Büyüme Oranı.....	14
3.2.4.3. Yem Dönüşüm Oranı.....	14
3.2.4.4. Sindirim Katsayısı	15
3.2.4.5. Kondüsyon Faktörü	15
3.2.5. Dışkı Örneklerinin Toplanması.....	15
3.2.6. Kimyasal Analizler.....	16
3.2.7. Verilerin Değerlendirilmesi	17
4. BULGULAR	18
4.1. Denemede Kullanılan Suyun Kimyasal Özellikleri	18
4.2. Büyüme Parametreleri.....	19
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	23
KAYNAKLAR	27
ÖZGEÇMİŞ	

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No:

Şekil 3.1. Gökkuşığı alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>).....	7
Şekil 3.2 Hamur haldeki yem materyalinin kıyma makinesinden geçirilerek pelet haline getirilmesi	11
Şekil 3.3 Pelet haline getirilen yem materyali.....	11
Şekil 3.4 Hazırlanan peletlerin pişirme tepsilerine yerleştirilmesi	12
Şekil 3.5. Peletlenen yemlerin yem fırınında pişirilmesi	12
Şekil 3.6. Balıklardan dışkı toplama metodu	16

TABLÖLAR LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 3.1. Deneme yemlerinde kullanılan yem ham maddelerinin yapısı	8
Tablo 3.2. Araştırmada kullanılan bazal rasyonun kompozisyonu	9
Tablo 3.3. Deneme rasyonlarında kullanılan mineral karmaları (premiksleri)	10
Tablo 4.1. Araştırmada kullanılan suyun kimyasal özellikleri.....	18
Tablo 4.2. Deneme periyodu boyunca teknelere gelen suyun belirlenen sıcaklık, pH ve oksijen düzeyleri.....	19
Tablo 4.3. Araştırma gruplarının aylara göre ortalama canlı ağırlıkları.....	19
Tablo 4.4. Araştırma gruplarının aylara göre ortalama toplam boyları	19
Tablo 4.5. Araştırma gruplarının aylara göre ortalama oransal büyümeleri	20
Tablo 4.6. Araştırma gruplarının aylara göre günlük ortalama spesifik büyüme oranları	20
Tablo 4.7. Araştırma gruplarının aylara göre ortalama kondüsyonları.....	21
Tablo 4.8. Araştırma gruplarının aylara göre ortalama yemden yararlanma oranı	21
Tablo 4.9. Araştırma gruplarının aylara göre ortalama ham protein sindirim değerleri.....	21
Tablo 4.10. Araştırma gruplarının Zn oranları.....	22

1. GİRİŞ

Canlıların normal gelişme ve büyümesi için esansiyel bir eser element olan çinko, yüzyılı yılı aşkın bir süreden beri bilinmektedir (Arcasoy, 1998; Çavdar, 1998). Çinko pek çok enzimde bulunan bir element olup, karbonhidrat, lipit, protein ve nükleik asitin sentez ve parçalanmasında büyük rol oynar. Son zamanlarda çinkonun gen aktarımında da etkili olduğu bildirilmiştir. Vücuttaki hemen hemen bütün aktivitelerde rol alan çinko, şu ana kadar bilinen gerekli 14 eser elementin en önemlilerinden birisidir (Aras, 1998). Ayrıca çinko, önemli metabolik olaylarda, haem sentezinde, gen ekspresyonu, doku sentezi ve embriogenezisde roller yüklenmiştir (Arcasoy, 1998). Canlı organizmada düşük miktarda bulunmakta ise de pek çok enzim sistemlerinde önemlidir. Çinko, canlının büyümesinde ve gelişmesinde de büyük rol oynar. Hayvanlarda enfeksiyonlara karşı bağışıklık sisteminin geliştirilmesinde, hastalıkların tedavisinde ve sağlıklı bir yaşam için gerekli bir iz elementtir (Doğan, 1998). Doku hasarı ve hücre ölümünün nedeni, serbest radikallerin etkili bir şekilde ortamdan uzaklaştırılmamasına bağlanmaktadır. Serbest radikallerin zararlarından dokuyu koruyucu enzimler katalaz, glutation peroksidaz ve süperoksid dismutaz'dır. Esansiyel elementlerden Cu, Mn, Se ve Zn koruyucu enzimlerin en önemli parçalarıdır. Çinko, süperoksit dismutaz (SOD)'ın yapısına girer ve iki mekanizmayla antioksidan olarak fonksiyon yapar. Oksidasyona karşı sülfhidril gruplarını korur ve transisyon metaller tarafından reaktif oksijenlerin oluşumunu inhibe eder (Arcasoy, 1998; Hidalgo ve diğ., 2002).

Çinko, gıdalarda çok geniş sınırlar içerisinde bulunur. Özellikle deniz ürünleri çinko bakımından zengin bir besin kaynağıdır. Örneğin, istiridye ortalama 60-1000 mg/kg Zn içerir. Gıdalarda bulunan ve beslenme açısından büyük bir öneme sahip olan iz elementlerin miktarı kontaminant maddelerden dolayı çok geniş sınırlar arasında değişir. Bu durum çinko için de geçerlidir. Gıdalarda doğal olarak bulunan çinko genellikle organik formdadır (aspartat veya glukonat) ve organik en fazla absorbe edilen formdur (Bağdatlıoğlu ve Nergiz, 1998).

Yem Sanayii'nde en çok kullanılan çinko kaynakları çinko oksit (ZnO , % 72 Zn) ve çinko sülfat monohidrat ($ZnSO_4 \cdot H_2O$, % 35 Zn). Çoğunlukla, % 80-90 ZnO kullanılmaktadır. Bundan başka çinko klorür ($ZnCl_2$, % 48 Zn), çinko karbonat ($ZnCO_3$, % 52 Zn) ve çinko sülfat heptahidrat ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, % 22 Zn) bileşikleri de bulunmaktadır. Son zamanlarda, hayvan beslenmesinde metiyonin ve lizin aminoasitlerinin önemi anlaşıldıktan sonra çinkonun kompleks ürünleri de Yem Sanayii'nin faydalanmasına sunulmuştur (Doğan, 1998).

Beslenme açısından, bazı besin maddeleri arasındaki birtakım ilişkilerin olduğu bilinmektedir. Bu ilişki, daha doğrusu etkileşim, mineraller arasında da vardır. Bu etkileşim, bazen

birbirinin etkisini arttırıcı (sinergetik), bazen de azaltıcı ya da engelleyici (antagonik) yönde olmaktadır. Örneğin, bu durum Zn-Ca arasında vardır. Rasyonla yüksek düzeyde Ca alınması Zn'nin kullanımını düşürür (antagonizm). Balıklar tarafından bir mineralin ne ölçüde değerlendirildiğinin bilinmesi için, her şeyden önce o elementin, yararlanılabilirlik derecesinin bilinmesi gerekir. Minerallerin yararlanılabilirliğini etkileyen faktörler şunlardır: Elementin alınan düzey ve kimyasal formu, elementi içeren rasyonun sindirilme derecesi, partikül boyutları, diğer besin maddeleri ile etkileşimi, şelatlar, inhibitörler, hayvanın fizyolojik ve patolojik durumu, suyun kimyasal yapısı, elementin işlenme biçimi, hayvanın türü (Sarı ve Çakmak, 1994).

İz elementlerin organik formları olan şelatlar ve pikolinik asitle meydana getirdiği kompleksler, iz elementlerin yararlanılabilirliğini arttırdığı görülmektedir (Apines ve diğ., 2001; 2003a; Apines-Amar ve diğ., 2004).

Çinko orta derecede biyolojik yararlılığa sahip bir elementtir. Rasyondaki çinkonun % 25-75'i absorbe edilebilir. Çinkonun biyolojik yararlılığını belirlemede rasyon önemli bir rol oynar. Fitatlar çinko ile çözünmeyen kompleks oluşturarak bu etkiyi arttırır (Bağdatlıoğlu ve Nergiz, 1998). Fitik asit, inositol'un bir tuzu olup, soya fasülyesi küspesi, kolza küspesi ve taneleri gibi bitkisel yemlerin yapısında, Ca, Mg ve diğer iki değerli katyonların tuzları (fitat) halinde bulunur. Bitkilerdeki fosforun % 60-70 kadarı fitik asit halinde bulunur ve balıklar tarafından büyük ölçüde kullanılmaz. Kaldı ki, fitik asit, çinko ve kalsiyum gibi elementlerin de yararlanılabilirliğini düşürür (Sarı ve Çakmak, 1994; Ramseyer ve diğ., 1999).

Yemlerde bulunan çinko, sudaki çinkodan daha etkili şekilde absorbe edilmektedir. Çinkonun yetersizlik belirtileri, 1 mg/kg Zn içeren yemlerle yapılan araştırmada, yavaş büyüme, katarak, yüzgeç ve deride erozyon ve yüksek mortalite şeklinde ortaya çıkmıştır. Bunlara ilaveten Zn yetersizliği, karboksipeptidaz aktivitelerindeki azalmalardan dolayı, protein ve karbonhidrat sindirimini de etkilemektedir (Ogino ve Yang, 1978; Watanabe ve diğ., 1997). Balıklar sudaki bir miktar çinkoyu alabilme yeteneğine sahiptirler fakat çinko ihtiyacını karşılayan temel kaynak yem'dir (Spry ve diğ., 1987).

Tüm bu bilgiler doğrultusunda, bu çalışmanın amacı, pratik alabalık rasyonlarına ilave edilen farklı çinko formlarının, alabalıkta büyüme, ham protein sindirilme derecesi ve bazı dokulardaki çinko düzeyi üzerindeki etkisini araştırmaktır.

2. LİTERATÜR BİLGİSİ

Gerek gökkuşağı alabalığı ve gerekse de yetiştiriciliği yapılan diğer türlerde, beslenme açısından önemli bir element olan çinkonun değişik formları, rasyonlara yapılan farklı ilave oranları ve dokulardaki birikim düzeyleri ile ilgili birçok araştırmaya rastlanmaktadır.

Wekell ve diğ., (1986), gökkuşağı alabalıklarında, rasyonlara ilave edilen farklı oranlardaki çinkonun, dokulardaki çinko düzeyleri üzerine olan etkilerini belirlemek amacıyla 202 gün süren bir araştırma yapmışlardır. Araştırma sonucunda kan, karaciğer, pul, deri, göz, operklum, kovdal yüzgeç, solungaç, kas ve tüm vücut olmak üzere çinko düzeyleri tespit edilmiştir. Kovdal yüzgeç ve tüm vücut çinko düzeylerinin, rasyon çinko düzeyini çok iyi bir şekilde yansıttığı görülmüştür. En yüksek çinko düzeyinin gözde tespit edildiği, ayrıca tüm vücut çinko düzeyi ile kovdal yüzgeç çinko düzeyi arasında güçlü bir korelasyon olduğu bildirilmiştir.

Gomez ve Kaushik (1993) tarafından bitkisel ve hayvansal protein içeren rasyonlarda, inorganik çinko formu yerine organik çinko formu olan çinko metiyonin kullanımının büyüme ve yem dönüşüm oranı üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla bir araştırma yapılmıştır. İzonitrojenöz ve izokalorik rasyonlarla yürütülen araştırma 21 hafta süreyle devam etmiştir. Araştırma sonucunda gerek bitkisel ve gerekse de hayvansal protein içeren rasyonlarda, inorganik çinko formu yerine organik çinko formu olan çinko metiyonin kullanmanın, ağırlık kazancı, spesifik büyüme oranı, yem dönüşüm oranı, protein etkinlik oranı, yem tüketim oranı, kuru madde, protein ve enerji sindirim düzeylerini etkilenmediği tespit edilmiştir.

Paripatananont ve Lovell (1995) bir yaşındaki kanal yayın balıklarının (*Ictalurus punctatus*), saflaştırılmış ve pratik rasyonlardaki çinko ihtiyacını belirlemek amacıyla yaptıkları bir araştırmada çinko kaynağı olarak çinko sülfat ve çinko metiyonin kullanmışlardır. Araştırma sonucunda saflaştırılmış rasyonlarda, çinko metiyonin (ZnMet) kanal yayın balıklarının ihtiyacını karşılamada çinko sülfat'a ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) göre 3 kat daha fazla etkili olduğu ve fitik asit içeren pratik rasyonlarda yine çinko metiyonin'in çinko sülfat'a göre 4-5 kat daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Gatlin ve Wilson (1984) tarafından, kanal yayın balıklarında (*Ictalurus punctatus*) 54 mg/kg çinko ve % 1,1 fitik asit içeren pratik bir rasyona ilave edilebilecek çinko düzeyini belirlemek amacıyla, mevcut rasyona mg/kg olarak 0, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, ve 400 düzeyinde çinko oksit (ZnO) ilaveleri yapılmıştır. Rasyona yapılan çinko ilavelerinin büyüme ve yem dönüşüm oranlarında artış sağlamadığı görülmüş, 100 mg/kg düzeyinden sonra yapılan çinko ilaveleri de serum çinko konsantrasyonlarında artışa neden olmamıştır. Sonuç olarak pratik kanal

yayın balığı rasyonlarına yapılan 150 mg/kg düzeyindeki çinko (ZnO) ilavesinin yeterli olacağı tespit edilmiştir.

Li ve Robinson (1996) tarafından yapılan bir araştırmada çinko metiyonin (ZnMet), çinko proteinat (ZnPr) ve çinko sülfat (ZnSO₄) pratik kanal yayın balığı (*Ictalurus punctatus*) rasyonlarında çinko kaynağı olarak mukayese edilmiştir. Endojen olarak 50 mg/kg çinko içeren bazal rasyon ve 15, 30, 90 mg/kg düzeyinde çinko sülfat veya çinko metiyonin ilave edilen deneme rasyonlarıyla beslenen kanal yayın balıklarında ağırlık kazancı, yem tüketimi, yaşama oranı ve kemik kül düzeyleri arasındaki farkın önemli olmadığı belirlenmiştir. Aynı parametrelerin yine çinko sülfat ve çinko proteinat ilave edilen rasyonlarla beslenen balıklarda da önemli olmadığı görülmüştür. Araştırma sonucunda, pratik kanal yayın balığı rasyonlarına ilave edilen çinko sülfat ve çinko metiyoninin birbirine eşdeğer düzeyde biyolojik yararlanılabilirliğe sahip oldukları görülmüştür. Sonuç olarak, hayvansal protein içeren pratik kanal yayın balığı rasyonlarına, maksimum büyüme elde etmek için çinko ilave etmemin gerekli olmadığı belirtilmiştir.

Atlantik salmon (*Salmo salar*) balıklarının rasyonlarında, düşük (50 mg Zn/kg) ve orta (150 mg Zn/kg) düzeylerde organik form olan çinko glukonat (Zn- gluconate) ve inorganik form olan çinko sülfat (ZnSO₄) ilave edilmiştir. Altı ay süren araştırmanın sonunda, bu iki çinko formunun balıkların büyümesi, yemden yararlanma, serum çinko konsantrasyonu gibi ölçülen parametreleri üzerinde eşit oranda etkili olduğu gözlenmiştir (Maage ve diğ., 2001).

Apines ve diğ., (2001) tarafından genç gökkuşağı alabalıklarında (fingerling) yapılan bir araştırmada çinko kaynağı olarak çinko sülfat (Zn-Sf), çinko metiyonin (Zn-Met) glas embeded çinko (Zn-Gl)çinko aminoasit kompleksi olan (Zn-AA) kullanılmıştır. Hazırlanan pratik rasyonlara çinko kaynakları iki farklı oranda 20 mg/kg ve 40 mg/kg oranında katılmışlardır. Bu araştırma sonucunda gruplar arasında yem dönüşüm oranı, spesifik büyüme oranı ve ağırlık kazancı gibi parametrelerde fark görülmemiştir. Alkalın fosfataz ve çinko absorpsiyonu gibi parametrelerde gruplar arasında farklılıklar görülmüştür. Araştırma sonucunda çinko amino asit kompleksinin mukayese edilen diğer formlardan daha etkili olduğu bildirilmektedir.

Yarı saflaştırılmış, trikalsiyum fosfat ve fitat içeren gökkuşağı alabalığı rasyonlarında, çinko (Zn), mangan (Mn) ve bakır (Cu) elementlerinin aminoasit-şelat formları ile aynı elementlerin sülfat formlarının karşılaştırıldığı bir araştırma yapılmıştır. Onbeş (15) gün süren çalışma sonunda büyüme, yemden yararlanma dokulardaki element düzeyleri ve ALP (alkalin fosfotaz) aktivitesi gibi parametreler mukayese edilmiştir. Büyüme ve yem dönüşüm parametrelerinin elementlerin kimyasal formları tarafından etkilenmediği görülmüş ve en yüksek Cu konsantrasyonu karaciğerde tespit edilmiştir. Plazma ALP aktivitesi amino asit-şelat formlarıyla beslenen balıklarda en yüksek

düzeyde olduğu görülmüş ve aynı gruptaki elementlerin absorpsiyonlarında yine diğer iki gruba göre yüksek olduğu tespit edilmiştir (Apines ve diğ., 2003b).

Pratik alabalık rasyonlarına çinko, mangan ve bakır elementlerinin sülfat ve amino asit-şelat formları ilave edilerek, 15 hafta sürdürülen bir araştırmanın sonucunda, elementlerin farklı formlarının rasyonlara ilave edilmesinin büyüme üzerinde etkili olmadığı gözlenmiştir. Alkalın fosfataz (ALP) aktivitesi ve hematokrit düzeyi şelat formlarıyla beslenen balıklarda daha yüksek bulunmuştur. Amino asit-şelat formları ilave edilen rasyonlarla beslenen balıklardaki Mn ve Zn absorpsiyonu ile vücuttaki birikimleri inorganik tuz formuyla beslenen balıklardan daha yüksek düzeyde olduğu bildirilmiştir (Apines ve diğ., 2004).

Do Carmo E Sa ve diğ., (2004) tarafından Nil tilapia balıklarının (*Oreochromis niloticus*) rasyonlarına ilave edilmesi gereken optimum çinko düzeyinin belirlenmesi amacıyla yapılan bir araştırmada, balıklar bitkisel proteinden oluşmuş bir rasyonla beslenmiş ve sonuçta bu balıklarda rasyona ilave edilmesi gereken çinko düzeyi ($ZnSO_4 \cdot H_2O$) düzeyi 79,51 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

Yine, Do Carmo E Sa ve diğ., (2005) tarafından Nil tilapia balıklarında (*Oreochromis niloticus*) inorganik ve organik kaynaklı çinko formları, saflaştırılmış ve pratik rasyonlara ilave edilerek büyüme performansı, kemik, kas, karaciğer, deri ve gözlerdeki demir (Fe) ve çinko (Zn) birikimleri incelenmiştir. Çinko kaynakları olarak, çinko oksit (ZnO), çinko sülfat monohidrat ($ZnSO_4$) ve çinko amino asit kompleksi ($Zn-AA$) kullanılmıştır. Gruplar arasında büyüme performansında önemli bir fark olmadığı görülmüştür ($p>0,05$). $Zn-AA$ kompleksi ile beslenen balıklardaki çinko konsantrasyonu, standart çinko kaynağı ve çinko sülfat ilavesi yapılan yemlerle beslenen balıkların kemiklerindeki çinko konsantrasyonundan daha düşük olduğu görülmüştür. Bu araştırmanın sonucuna göre, tilapia rasyonlarına ilave edilen çinko sülfat'ın ($ZnSO_4$), çinko oksit (ZnO) veya çinko aminoasit ($Zn-AA$) kompleksine göre daha yüksek oranda bir biyolojik yararlılık gösterdiği görülmüştür.

Küçükbay ve diğ., (2006) tarafından pratik gökkuşağı alabalığı rasyonlarına ilave edilen 0, 30 ve 60 mg/kg oranlarındaki çinko pikolinat ağırlık kazancı, yem tüketimi, yem dönüşüm oranını etkilemediği tespit edilmiştir. Yemlerdeki çinko pikolinat konsantrasyonu arttıkça serum alkalın fosfataz aktivitesi artarken, serum, karaciğer ve tüm vücut MDA konsantrasyonunun azaldığı bildirilmiştir. Ayrıca yemlerdeki artan çinko konsantrasyonunun, tüm vücut çinko konsantrasyonunda artışa neden olduğu görülmüştür.

Elazığ yöresinde yaşayan, üç farklı tür balığın organ ve dokularında çinko dahil, bazı ağır metallerin araştırıldığı çalışmaları şu şekilde sıralamak mümkündür.

Elazığ Hazar Gölünde yakalanan *Copoeta copoeta umbla* (sarı balık)'nın kas, deri ve solungaçlarında Fe, Zn, Mn, Cu, Cr, Pb ve Cd ağır metallerinin birikimlerini inceleme çalışmasında; numuneleri çözme işlemi teflon bombalarda kapalı ortamda $\text{HNO}_3/\text{HClO}_4/\text{H}_2\text{SO}_4$ (6/6/1) asit karışımı kullanılarak AAS ile analiz edilmiştir. Analiz sonucuna göre; Cr, Pb ve Cd'un absorptans değerleri 0,004 ppm'in altından olduğundan değerlendirilememiş, Fe, Zn, Mn ve Cu miktarları en fazla deri ve solungaçlarda, en az ise kasda olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen değerlere göre balığın ağırlığı, uzunluğu, yaşı ve cinsiyeti ile biriken ağır metal miktarları arasında herhangi bir ilişki olmadığı belirlenmiştir (Şeker ve diğ., 1998).

Çalta ve diğ., (2000) tarafından Keban Baraj Gölü'nde yakalanan *Copoeta trutta*'nın kas, deri, karaciğer, gonad, böbrek ve solungaçlarında bazı ağır metallerin (Cu, Fe, Mn, Zn, Co, Cr, Cd ve Pb) birikim düzeylerinin belirlendiği çalışmada, Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi (AAS) ile yapılan analizlerde Co, Cr, Cd ve Pb tayin sınırları arasında hiçbir doku ve organda belirlenmemiştir. Bakır (Cu) elementi deri ve karaciğer dışındaki dokularda bulunamamı, Mangan (Mn), demir (Fe) ve çinko (Zn) elementleri incelenen tüm doku ve organlarda tespit edilmiştir. Tüm ağır metallerin en yüksek düzeyi karaciğerde, en düşük düzeyi ise kas dokuda bulunmuştur.

Elazığ Keban Baraj Gölü 'nde yakalanan *Acanthobrama marmid*'in kas, deri, karaciğer, gonat ve solungaçlarında bakır, demir, mangan, çinko, kadmiyum, krom, kobalt ve kurşunun birikim düzeylerini belirleme çalışmasında; Co, Cr, Cd ve Pb AAS'nin tayin sınırları dışında olup hiçbir doku ve organda belirlenmemiştir. Cu, Fe, Mn ve Zn elementleri incelenen tüm doku ve organlarda tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar WHO ve FAO tarafından belirtilen ağır metal içeriği açısından bu balığın insanlar tarafından yenilip yenilemeyeceği belirlenmiştir (Canpolat ve Çalta, 2001).

3. MATERYAL VE METOT

3.1 Materyal

3.1.1. Balık Materyali

Araştırma, Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Cip Barajı Araştırma ve Uygulama tesisleri, Su Ürünleri Fakültesi Kimya laboratuvarı ve Veteriner İl Kontrol Laboratvarında yürütülmüştür. Deneme Kasım 2005-Mart 2006 tarihleri arasında yapılmıştır. Çalışmada, DSİ IX. Bölge-Keban Barajı Su Ürünleri Şube Müdürlüğü'ne ait üretim tesislerinden sağlanan aynı dönem çıkışlı, eşit ağırlık ($7,7\pm0,12$ g) ve uzunlukta ($8,38\pm0,01$ cm) olan toplam 360 adet gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) kullanıldı (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) URL1

3.1.2. Yem Materyali

Araştırma rasyonlarında kullanılan balık unu, soya fasülyesi küspesi, buğday unu, bitkisel yağ Elazığ Köy Tür Yem Fabrikası'ndan, yem maddelerinden mısır gluteni Adana Nişasta ve Alkoloid fabrikasından, vitamin karması DSM firmasından ve çinko pikolinat Solgar firmasından

temin edildi. Çalışmada kullanılan yem hammaddelerinin kompozisyonu Tablo 3.1’de görülmektedir.

Tablo 3.1. Deneme yemlerinde kullanılan yem ham maddelerinin yapısı, %

	Balık Unu	Mısır Glütenu	Soya Fasülyesi Küspesi	Buğday Unu
Kuru Madde	89	91	89	89
Metabolize En.*	3698	3335	2566	2237
Ham Protein	64,3	60,08	42,2	14,6
Ham Yağ	7,3	1,34	1,4	1,5
Ham Selüloz	1,0	2,0	5,6	4,2
Ham Kül	14,1	2,2	6,2	2,8

*NRC (1990) tablo verileri (kcal/kg).

Tüm deneme yemlerinin hazırlanabilmesi için önce bir bazal rasyon hazırlandı (Tablo 3.2). Denemede gökkuşağı alabalığının ihtiyaçları NRC (1993) göz önüne alınarak, % 47,42 ham protein, % 10,2 ham yağ ve 3586 kcal/kg metabolize enerji içeren bir bazal rasyon (Tablo 3.2) hazırlandı. Daha sonra üç farklı çinko formuna sahip çinko sülfat ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$), çinko oksit (ZnO-Grubu), çinko pikolat ($ZnPic$ -Grubu) üç mineral karması hazırlandı (Tablo 3.3).

3.1.2.1. Mineral Karmalarının Hazırlanması

Deneme rasyonlarında kullanılan üç farklı çinko formunu ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, ZnO, $ZnPic$) ihtiva eden mineral karmaları Tablo 3.3’de görülmektedir. Çinko karmaları (premiksleri) hazırlanırken, sülfat karmasında çinko sülfat, oksit karmasında çinko oksit ve pikolat karmasında çinko pikolat kullanıldı. Hazırlanan bu üç mineral karmasından her biri % 0,5 oranında bazal rasyonla kullanıldığında, rasyonlardaki mevcut elementel çinko düzeyine 30 mg/kg oranında katkı yapmaktadır (Ogino ve Yang, 1979).

Tablo 3.2. Araştırmada kullanılan bazal rasyonun kompozisyonu (%).

Rasyon Öğeleri	%
Balık Unu	48,0
Mısır Gluteni	10,0
Soya Fasülyesi Küspesi	20,0
Buğday Unu	14,5
Yağ	6,0
Vitamin Karması ¹	1,0
Mineral Karması ²	0,5
Toplam	100
<i>Kimyasal Analizler (% Kuru madde)</i>	
Kuru Madde	92,2
Ham Protein	47,42
Ham Yağ	10,2
Metabolize Enerji (kcal/kg) *	3586
Ham Kül	8,63
Ham Selüloz	2,4
Çinko	70 mg/kg

1) Vitamin Karması : A vitamin 10,000,000 IU, D₃ vitamini 1,000,000 IU, E vitamini 100,000 IU, K vitamini 15,000 mg, B₁ vitamini 5,000 mg, B₂ vitamini 15,000 mg, Niasin 150,000 mg, Kalsiyum D-Pantothenate 50,000 mg, B₆ vitamini 10,000 mg, B₁₂ vitamini 20 mg, Folik Asit 3,000 mg, D-Biotin 1,000 mg, Kolin Klorid 500,000 mg, C vitamini 300,000 mg.

2) Tablo 3.3

*NRC (1990) tablo verileri (kcal/kg).

Kontrol rasyonunda kullanılan çinko sülfat (ZnSO₄·7H₂O)'daki elementel çinko oranı % 22; Deneme I rasyonunda kullanılan çinko oksitteki (ZnO) elementel çinko oranı % 80 ve Deneme II rasyonunda kullanılan çinko pikolinattaki (ZnPic) elementel çinko oranı % 19,55 idi.

Tablo 3.3. Deneme rasyonlarında kullanılan mineral karmaları (premiksleri).

Element (Form)	g / 1000 g karma		
	Sülfat Karması	Oksit Karması	Pikolinat Karması
Fe ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)	13	13	13
Cu ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)	6	6	6
Mn (MnSO_4)	18	18	18
I (KIO_3)	2	2	2
Taşıyıcı Madde	933	953	930
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (% 22 Zn)	28	-	-
ZnO (% 80 Zn)	-	8	-
ZnPic (% 19.55 Zn)	-	-	31
Toplam	1000	1000	1000

3.1.2.2. Araştırma rasyonlarının hazırlanması

Tablo 3.2 deki bazal rasyonun mineral kısmında sülfat karması kullanılarak Kontrol rasyonu, oksit karması kullanılarak Deneme I rasyonu ve Pikolinat karması kullanılarak Deneme II rasyonu oluşturulmuştur.

Rasyon öğeleri tamamen homojen bir karışım halini alıncaya kadar karıştırıldı. Bu karışıma 1/1 oranında ilave edilen su ile birlikte hamur haline getirildi. Hamur haline getirilen materyal kıyma makinesinden geçirilerek pelet haline getirildi (Şekil 3.2; Şekil 3.3.). Hazırlanan peletler tepsilere yerleştirilip (Şekil 3.4), yem fırınında 60 °C’de 24 saat bekletilerek (Şekil 3.5) kurutuldu. Pelet büyüklüğü, balık ağırlığı dikkate alınarak hazırlandı. Yemler kullanılmak üzere plastik muhafaza kapları içerisinde ve 4 °C’de muhafaza edildi.

3.1.2.3. Deneme Tekneleri ve Kullanılan Suyun Özellikleri

Çalışmada, yaklaşık hacimleri 220 L olan fiberglas 9 tekne kullanıldı. Tekneler kullanılmadan önce dezenfekte edilip havalandırıldı, su giriş çıkış sistemleri ayarlandı. Su sıcaklığı civalı termometre, pH portatif pH metre, çözülmüş oksijen Winkler Metodu ile belirlendi. Suyun kalsiyum (Ca^{+2}), magnezyum (Mg^{+2}), organik madde, toplam çözülmüş katı madde, fosfat (PO_4), amonyak (NH_3), nitrit (NO_2), nitrat (NO_3) gibi kimyasal özelliklerine bakıldı. Tablo 4.1’ de bu analiz değerleri yer almaktadır.



Şekil 3.2. Hamur haldeki yem materyalinin kıyma makinesinden geçirilerek pelet haline getirilmesi.



Şekil 3.3 Pelet haline getirilen yem materyali.



Şekil 3.4 Hazırlanan peletlerin pişirme tepsilerine yerleştirilmesi.



Şekil 3.5. Peletlenen yemlerin yem fırınında pişirilmesi.

3.2. Metot

3.2.1. Denemenin Planlanması ve Kurulması

Deneme süresi, 15 günlük adaptasyon periyodundan sonra 4 ay olarak planlanan bu çalışmada; yavru gökkuşuğu alabalıkları yaklaşık hacimleri 220 L olan 9 fiberglas tekneye tesadüfi olarak dağıtıldı. Seçilen balıkların ağırlık ortaması $7,7\pm 0,12$ g olan 360 balık her tekneye 40 adet olmak üzere teknelere bırakıldı. Grup sayısı üç olup her grup üç tekerrürden oluşmaktadır. Balıklar teknelere yerleştirilmeden önce bireysel ağırlık ve uzunlukları ölçüldü. Balıklara ağırlıklarının tartılması ve boylarının ölçülmesi işlemlerinden önce anestezi (5 mL benzocaine/L) uygulandı. Tartım işleminden sonra balıklar 1/15 000'lik malaşit yeşili solüsyonundan geçirilerek teknelere yerleştirildi. Balıklar deneysel şartlara iki hafta boyunca adapte edildikten sonra araştırmaya başlandı.

3.2.2 Yem Tüketiminin Tespit Edilmesi

Balıkların yemlenmesi elle doyuncaya kadar yapıldı. Bu amaçla gruplar için belirli miktarda tartılmış pelet yem ayrı ayrı plastik kaplara alındı. Kaplardaki yemlerin her ölçüm periyodunda kalan yem miktarları tekrar tartılarak dönemlere ait yem tüketimi hesaplanmıştır. Balıklara günde üç kez doyuncaya kadar yem verildi.

3.2.3. Balıkların Canlı Ağırlıklarının Tespiti

Balıkları denemeye başlamadan önce ve sonra aylık periyotlarla tartımları ve uzunluk ölçümleri yapıldı. Balıkların ağırlıkları 0,1 g hassasiyetli dijital bir terazide tartılarak, toplam boyları ise 1 mm taksimatlı ölçüm tahtası kullanılarak belirlendi. Her tartımda, teknelerdeki balıkların bireysel olarak ağırlık ve uzunluk ölçümleri yapıldı. Ölçüm işlemlerinden önce balıklara anestezi (5 mL benzocaine/L) uygulandı.

3.2.4. Büyüme ve Yemden Yararlanma

Araştırmada kullanılan ve üç farklı çinko formu bulunduran rasyonların *Oncorhynchus mykiss.*, Walbaum 1792 tarafından değerlendirilmesini belirlemek amacıyla; ağırlıkça oransal

büyüme, spesifik büyüme oranı, yem dönüşüm oranı ve sindirim katsayısı aşağıda belirtilen formüllere göre hesaplandı.

3.2.4.1. Ağırlıkça Oransal Büyüme

Çetinkaya (1995) tarafından, balıkların oransal büyümelerinin hesaplanmasında belirtilen yöntem kullanıldı. Buna göre, deneme boyunca kazanılan ortalama ağırlığın deneme başı ortalama ağırlığına oranlanması belirlendi. Oransal büyüme aşağıdaki eşitlikle bulundu:

$$OB = [(W_t - W_{t-1}) / W_{t-1}] \times 100$$

OB = Oransal Büyüme

W_t : Periyot sonundaki ortalama ağırlık (g).

W_{t-1} : Periyot başındaki ortalama ağırlık (g).

3.2.4.2. Spesifik Büyüme Oranı

Spesifik büyüme oranı (SBO), balığın bir günde kendi ağırlığının yüzde kaçını kadar büyüdüğünü ifade etmektedir. Spesifik büyüme oranı (SBO) aşağıdaki eşitlikle bulundu:

$$SBO = [(\log_e W_t - \log_e W_{t-1}) / T] \times 100$$

SBO = Spesifik büyüme oranı

W_t : Periyot sonundaki ortalama ağırlık (g).

W_{t-1} : Periyot başındaki ortalama ağırlık (g).

T : Periyodik süre (gün)

3.2.4.3. Yem Dönüşüm Oranı

Yem dönüşüm oranı (YDO) bir birim canlı ağırlık artışı için ne kadar yem tüketildiğini belirlemede kullanılır. Deneme süresince tüketilen toplam yem miktarı ve balıkların her periyotta sağladıkları toplam canlı ağırlık artışı kullanılarak aşağıdaki formül yardımıyla tespit edildi:

$$YDO = Y / (W_t - W_{t-1})$$

YDO = Yem dönüşüm oranı

Y : Periyot süresince harcanan yem miktarı (g)

W_t : Periyot sonundaki ortalama ağırlık (g).

W_{t-1} : Periyot başındaki ortalama ağırlık (g).

3.2.4.4. Sindirim Katsayısı

Bu yolla, hem yapı rasyon taşlarının hem de rasyonun sindirilme derecesi belirlenir. Değişmeyen indikatör (krom oksit), yeme % 0,5-1,0 düzeyinde eklenir. Yem ve dışkıdaki kromik oksit düzeyi belirlenir (Sarı ve Çakmak, 1996). Yemlerin sindirilme katsayısı (SK) aşağıdaki formül yardımıyla tespit edildi:

$$SK (\%) = 100 - [100 \times \text{Yemdeki İnd.} / \text{Dışkıdaki İnd.} \times \text{Dışkıdaki İnd.} / \text{Yemdeki İnd.}]$$

3.2.4.5. Kondüsyon Faktörü

Kondüsyon faktörünün hesaplanmasında Çetinkaya (1995) tarafından belirtilen formül kullanıldı. Böylece, balığa verilen yemin balığın kondüsyonu üzerindeki etkisi kantitatif olarak belirlendi. Kondüsyon faktörü (K) aşağıdaki eşitlikle bulundu.

$$K = (W / L^3) \times 100$$

K= Kondüsyon faktörü

W : Balığın toplam ağırlığı (g).

L : Balığın toplam boyu (cm).

3.2.5. Dışkı Örneklerinin Toplanması

Deneme rasyonlarındaki protein sindirim derecelerinin tespit etmek amacıyla, kontrol ve deneme rasyonlarına indikatör madde olarak % 1 oranında kromoksit, rasyondaki buğday unu oranı %1 azaltılarak yerine (Cr₂O₃) ilave edildi.



Şekil 3.6. Balıklardan dışkı örneklerinin masaj metoduyla alınması (Austreng, 1978).

Hazırlanan bu rasyonlarla beslenen balıkların 2 gün sonra dışkı örnekleri sağım yöntemine göre toplanmaya başlandı.

Balıklardan dışkı toplama, haftada 3 kez olmak suretiyle, anüsün ortalama 1,5 cm önünden başlanarak anüse doğru sıvazlama yapılarak rektumdaki dışkı örnekleri petri kutuları içine alındı (Austreng, 1978) (Şekil 3.6). Balıklara sağım işleminden önce anestezi (5 mL Benzocaine/L) uygulandı. Toplanan dışkıları derin dondurucuda (-35 °C’de) muhafaza edildi.

3.2.6. Kimyasal Analizler

Kontrol ve deneme rasyonları ve balık dışkılarındaki kromoksit miktarları Furukawa ve Tsukahara (1966) tarafından kullanılan yöntemle göre belirlendi. Bu yöntem şu şekilde yapılmaktadır; 50-100 mg örnek bir parça filtre kağıdına sarılarak 100 mL’ lik bir kjeldahl balonuna aktarıldı. Üzerine 5 mL konsantre nitrik asit (HNO_3) ilave edilip bir süre bekletildi. Balon, örnek beyaz tortu oluşuncaya dek ısıtıldı (20 dk. kadar). Balon soğuduktan sonra üzerine 3 mL perklorik asit (HClO_4) ilave edildi ve yeşil rengin, sarı, turuncu veya kırmızı renge dönüşmesine kadar ısıtıldı. Bu işlemlerden sonra balonu soğutmaya tekrar alındı, soğutulan balon üzerine 50 mL distile su ilave edilerek oda sıcaklığına düşürüldü. İnorganik maddelerin çökmesi için birkaç dakika beklendi.

Çözelti yavaşça volümetrik balondan bir kolorimetrik tüpe aktarıldı ve saf suya karşı 350 nm optik densiteye karşı okundu.

Deneme sonunda balıklardan alınan kemik, kas, karaciğer ve kaudal yüzgeç çinko düzeyi AA-660 atomik absorpsiyon/flame emission spektrofotometresi (Shimadzu) ile ölçüldü.

3.2.7. Verilerin Değerlendirilmesi

İncelenen parametrelere ait değerlerin aritmetik ortalaması ve standart hatasının hesaplanması, gruplar arası farklılığın önem derecesinin tespit edilmesi amacıyla uygulanan “Varyans Analizi” ve “Duncan” testi bilgisayar ortamında SPSS 10,0 paket programı (SPSS Inc. Chicago, Illinois, USA) kullanılarak yapıldı. Gruplar arası farklılıklar 0,05 önem derecesine göre değerlendirildi.

4. BULGULAR

4.1. Denemede Kullanılan Suyun Kimyasal Özellikleri:

Araştırmada kullanılan suyun kimyasal özellikleri Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1. Araştırmada kullanılan suyun kimyasal özellikleri (%).

Sıcaklık	10,10 °C
pH	7,60
Oksijen	8,81 mg/L
Kalsiyum (Ca ⁺²)	136,5 mg/L
Magnezyum (Mg ⁺²)	37,5 mg/L
Organik Madde (MnO ₄)	2,5 mg/L
Toplam Çöz. Katı Madde	2,5 mg/L O ₂
Fosfat (PO ₄)	Okunamadı
Amonyak (NH ₃)	Okunamadı
Nitrit (NO ₂)	Okunamadı
Nitrat (NO ₃)	0,0027 mg/L
Çinko	Okunamadı

Çalışma sırasında tüm teknelere aynı olmak üzere, kullanılan suyun ölçülen oksijen, sıcaklık ve pH değerlerinin aylık ortalamaları Tablo 4.2’de gösterilmiştir. Tablo incelendiğinde su sıcaklığının ortalama 10,10±0,6 °C, pH’nın 7,60±0,06 ve oksijenin 8,81±0,07 mg/L olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.2. Deneme periyodu boyunca teknelere gelen suyun belirlenen sıcaklık, pH ve oksijen düzeyleri.

Aylar	Sıcaklık °C	Oksijen mg/L	pH
Kasım (1)	11,7±0,7	8,65±0,02	7,45±0,05
Aralık (2)	10,2±0,6	8,71±0,06	7,59±0,10
Ocak (3)	8,7±0,4	8,95±0,02	7,76±0,16
Şubat (4)	9,8±0,5	8,93±0,03	7,61±0,02
Ortalama	10,10±0,6	8,81±0,07	7,60±0,06

4.2. Büyüme Parametreleri

Araştırma gruplarındaki balıkların; aylara göre ortalama canlı ağırlıkları Tablo 4.3’de (gr); aylara göre ortalama toplam boyları Tablo 4.4’de (cm); aylara göre ağırlıkça oransal büyümeleri Tablo 4.5’de; spesifik büyüme oranları Tablo 4.6’da; kondüsyon faktörleri Tablo 4.7’de; yem dönüşüm oranları Tablo 4.8’de ve Tablo 4.9’da ortalama ham protein sindirim değerleri sunulmuştur.

Tablo 4.3. Araştırma gruplarının aylara göre ortalama canlı ağırlıkları (g), ($\pm$ SH) (n=60).

Aylar *	Kontrol	Deneme I	Deneme II
Kasım (1)	16,38±0,5	16,47±0,57	16,61±0,87
Aralık (2)	27,36±2,88	27,14±0,31	27,20±0,62
Ocak (3)	30,21±0,85	30,32±0,84	30,48±0,66
Şubat (4)	44,34±4,43	44,28±2,70	44,15±0,12

Dört ay süren deneme sonunda, Kontrol, Deneme I ve Deneme II nolu gruplarındaki balıkların deneme sonunda kazandıkları ortalama canlı ağırlıklar arasındaki farklılıklarının tüm gruplar arasında önemli olmadığı tespit edildi ($p>0,05$) (Tablo 4.3).

Tablo 4.4. Araştırma gruplarının aylara göre ortalama toplam boyları (cm) ($\pm$ SH) (n=60).

Aylar *	Kontrol	Deneme I	Deneme II
Kasım (1)	9,96±0,14	9,77±0,22	9,98±0,19
Aralık (2)	12,84±0,27	13,09±0,12	12,55±0,22
Ocak (3)	13,50±0,26	13,87±0,34	13,58±0,17
Şubat (4)	15,37±0,43	15,33±0,52	15,39±0,34

Araştırma sonucunda, toplam boy değerleri Kontrol grubunda $15,37 \pm 0,43$, Deneme I grubunda $15,33 \pm 0,52$ ve Deneme II grubunda $15,39 \pm 0,34$ olarak elde edildi (Tablo 4.4). Araştırma gruplarındaki balıkların deneme sonunda ulaştıkları ortalama toplam boylar arasında fark olmadığı tespit edildi ($p > 0,05$).

Tablo 4.5. Araştırma gruplarının aylara göre ortalama oransal büyümeleri (%) (n=3).

Aylar *	Kontrol	Deneme I	Deneme II
Kasım (1)	112,92	113,09	114,01
Aralık (2)	65,03	64,78	63,75
Ocak (3)	10,41	11,77	12,05
Şubat (4)	46,77	46,04	47,08
Ortalama	$58,78 \pm 1,99$	$58,92 \pm 1,02$	$59,02 \pm 2,07$

Oransal büyüme (OB) değerleri; Kontrol, Deneme I ve Deneme II için sırasıyla $58,78 \pm 1,99$, $58,92 \pm 1,02$, $59,02 \pm 2,07$ olarak (Tablo 4.5) ve günlük spesifik büyüme oranları Kontrol, Deneme I ve Deneme II için sırasıyla (SBO); $1,46 \pm 0,21$, $1,44 \pm 0,24$, $1,43 \pm 0,35$ olarak tespit edildi. (Tablo 4.6). Araştırma gruplarının ortalama değerleri arasındaki farklılıkların önemli olmadığı belirlendi ($p > 0,05$).

Tablo 4.6. Araştırma gruplarının aylara göre günlük ortalama spesifik büyüme oranları (%) (n=3).

Aylar *	Kontrol	Deneme I	Deneme II
Kasım (1)	2,50	2,50	2,50
Aralık (2)	1,70	1,68	1,63
Ocak (3)	0,36	0,35	0,39
Şubat (4)	1,29	1,24	1,23
Ortalama	$1,46 \pm 0,21$	$1,44 \pm 0,24$	$1,43 \pm 0,35$

Tablo 4.7.'deki veriler incelendiğinde Kontrol, DI ve DII gruplarının aylara göre ortalama kondüsyonları değerleri arasında farklılıklarının önemli olmadığı ($p > 0,05$) görülmektedir. Kontrol, DI ve DII rasyonlarıyla beslenen *Oncorhynchus mykiss* yavrularının 4 aya ait ortalama kondüsyon değerleri ise sırasıyla $1,34 \pm 0,08$, $1,35 \pm 0,04$ ve $1,36 \pm 0,10$ olduğu ve gruplar arasındaki farklılıkların önem taşımadığı ($p > 0,05$) tespit edilmiştir. Ocak ayında görülen düşük oransal büyüme değeri bu aydaki düşük su sıcaklığına bağlanabilir (Tablo 4.2.).

Tablo 4.7. Araştırma gruplarının aylara göre ortalama kondüsyonları (n=60).

Aylar *	Kontrol	Deneme I	Deneme II
Kasım (1)	1,65±0,08	1,76±0,05	1,67±0,06
Aralık (2)	1,29±0,08	1,24±0,05	1,30±0,02
Ocak (3)	1,22±0,06	1,19±0,06	1,21±0,04
Şubat (4)	1,22±0,02	1,22±0,05	1,23±0,10
Ortalama	1,34±0,08	1,35±0,04	1,36±0,10

Kontrol, DI ve DII gruplarının aylara göre ortalama yem dönüşüm oranları Tablo 4.8.'de görüldüğü gibi sırasıyla; 1,55±0,4, 1,52±0,10, 1,53±0,11 g'dır. Gruplar arasındaki farklılıklar önemsiz (p>0,05) olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.8. Araştırma gruplarının aylara göre ortalama yem dönüşüm oranı (n=3).

Aylar *	Kontrol	Deneme I	Deneme II
Kasım (1)	1,61	1,59	1,58
Aralık (2)	1,39	1,34	1,37
Ocak (3)	1,82	1,79	1,81
Şubat (4)	1,38	1,36	1,39
Ortalama	1,55±0,4	1,52±0,10	1,53±0,11

Tablo 4.9. Araştırma gruplarının aylara göre ortalama ham protein sindirim değerleri (n=3)

Yemler	Ham Protein Sindirimi, %
Kontrol	87,02
Deneme I	86,96
Deneme II	87,11

Kontrol ve deneme yemlerinin ham protein sindirim değerlerine bakıldığında, Kontrol, Deneme I ve Deneme II rasyonları için sırasıyla % 87,02, % 86,96 ve % 87,11 oranında olduğu ve gruplar arasındaki farkın önemsiz olduğu görülmektedir (Tablo 4.9).

Tablo 4.10. Araştırma gruplarının Zn oranları, µg/g, kuru madde olarak (n=9).

Gruplar *	Kas	Kemik	Karaciğer	Kovdal yüzgeç
Kontrol	42,09±0,4 ^b	79,81±0,5 ^y	60,30±0,5 ^{ac}	41,27±0,1 ^{zx}
DenemeI	38,5±0,2 ^a	66,38±0,3 ^x	55,68±0,1 ^{ab}	30,28±0,2 ^{xy}
Deneme II	45,9±0,6 ^c	91,04±0,3 ^z	65,72±0,4 ^{ba}	50,45±0,1 ^{yz}

* Aynı sütundaki farklı harflere ait (± standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemli (p<0,05).

Deneme sonunda farklı çinko formlarıyla beslenen alabalıklarda bazı dokulardaki çinko birikim düzeylerine bakıldığında, kas, kemik, karaciğer ve kovdal yüzgeç sırasıyla, kontrol rasyonuyla beslenen balıklardaki birikim düzeyi µg/g kuru madde olarak 42,09±0,4, 79,81±0,5, 60,30±0,5, 41,27±0,1 yine aynı sırayla Deneme I rasyonunda 38,5±0,2, 66,38±0,3, 55,68±0,1, 30,28±0,2, Deneme II rasyonunda yine aynı sıralama ile, 45,9±0,6, 91,04±0,3, 65,72±0,4, 50,45±0,1 olduğu görülmektedir. Pikolinat formunun sülfat formuna, sülfat formunun da oksit formuna göre daha yüksek oranda biriktiği görülmüştür (Tablo 4.10).

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Araştırma sonucunda Kontrol, DenemeI ve DenemeII rasyonlarındaki deneme sonu ortalama ağırlıklara bakıldığında sırasıyla $44,34 \pm 4,43$ g, $44,28 \pm 2,70$ g ve $44,15 \pm 0,12$ g olduğu, yem dönüşüm oranlarının yine aynı sırayla $1,55 \pm 0,4$, $1,52 \pm 0,10$ ve $1,53 \pm 0,11$ olduğu gruplar arasındaki farkın önemsiz olduğu görülmektedir.

Pratik balık rasyonlarına ilave edilen gerek inorganik ve gerekse de organik çinko formlarının, balıklarda ağırlık artışı ve yem dönüşüm oranları üzerinde etkili olmadığı bildirilmektedir (Hardy and Shearer, 1985). Bu çalışmada da bu bulgulara paralel veriler elde edilmiştir. Benzer bulgular aşağıda sıralanan yazarlar tarafından da tespit edilmiştir;

Gatlin ve Wilson, (1984) kanal yayın balıklarında, 54 mg/kg düzeyinde çinko içeren bazal rasyona artan oranlarda (0, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400 mg/kg) çinko ilave etmemin de yem dönüşümü ve büyüme üzerinde etkili olmadığını fakat fitik asit içeren pratik rasyonlarda 150 mg/kg ilave etmenin yeterli kullanılabilir çinko için gerekli olduğu bildirmektedirler.

Benzer sonuçlar Gomes ve Kaushik (1993) tarafından yapılan çalışmada da görülmektedir. Bu çalışmada hayvansal veya bitkisel protein taşıyan rasyonlarda, inorganik form yerine organik çinko formu olan çinko metiyonin kullanmanın ağırlık kazancı, spesifik büyüme oranı, yem dönüşüm oranı, protein etkinlik oranı ve yem tüketimi üzerinde etkili olmadığı tespit edilmiştir.

Li ve Robinson (1996) pratik kanal yayın balığı rasyonlarına (*Ictalurus punctatus*) çinko metiyonin, çinko sülfat ve çinko proteinat ilavesi yapmışlardır. Çinko metiyonin ve çinko sülfatın iki farklı oranda pratik kanal yayın balığı rasyonlarına ilave edilmesi sonucunda ağırlık kazancı, yem tüketimi ve yaşama oranını etkilememiştir. Aynı çalışmada rasyonlara, çinko proteinat ve çinko sülfat ilavesinin yine yem dönüşüm oranı, yem tüketimi, yaşama oranı çinko formlarına bağlı olarak değişmemiştir.

Atlantik salmon (*Salmo salar*) balıklarında da yukarıdaki bulgularla uyum içinde olan bir çalışmaya rastlanmaktadır. Ticari bir salmon yemine düşük (50 mg/kg Zn) ve orta düzeyde (180 mg/kg Zn) konsantrasyonlarda ilave edilen çinko sülfat ve çinko glukonat formlarının bu balıkların, spesifik büyüme oranları ve yem dönüşüm oranları üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı belirtilmektedir (Maage ve diğ., 2001).

Apines ve diğ., (2001) tarafından pratik gökkuşağı alabalığı rasyonlarında çinko sülfat, çinko metiyonin, çinko amino asit ve Zn-GI formundaki çinko kaynakları kullanılmış, çalışma sonucunda büyüme ve yem dönüşüm oranlarının çinko formları tarafından etkilenmediği belirlenmiştir.

Apines ve diğ., (2003a) tarafından gökkuşağı alabalıklarında çinko, mangan ve bakır elementlerinin sülfat formları yerine, amino asit şelat formları kullanılarak yapılan araştırmada, büyüme ve yem dönüşüm oranlarında elementlerin formlarının etkisinin olmadığı saptanmıştır.

Nil Tilapia balıklarında da aynı şekilde organik ve inorganik çinko formlarının büyüme performansları üzerinde etkili olmadığı bildirilmiştir. Do Carmo E Sa ve diğ., (2005) tarafından, Nil tilapia balıklarında (*Oreochromis niloticus*) yapılan bir çalışmada, inorganik ve organik kaynaklı çinko formlarıyla hazırlanmış rasyonlarla beslenen balıklarda çinko-amino asit, ZnO ve ZnSO₄ gruplarında ağırlık kazancı, yem tüketimi ve yem dönüşüm oranları arasında önemli bir fark olmadığı görülmüştür.

Pratik alabalık rasyonlarına ilave edilen çinko pikolinat formunun büyüme performanslarını arttırmadığına dair bulgular Küçükbay ve diğ., (2006) tarafından da tespit edilmiştir. Bu araştırmada çinko pikolinat 30 ve 60 mg/kg düzeyinde yemlere katılmıştır.

Yukarıda sıralanan bu araştırmalarda görüldüğü gibi pratik rasyonlara yapılan çinko katkılarının büyüme ve yem dönüşüm oranları üzerinde etkili olmadığı görülmektedir. Bu durum Gatlin ve Wilson (1983), tarafından şu şekilde açıklanmaktadır; maksimum büyüme için gerekli olan çinko ihtiyacı, kemik çinko doygunluğu için gereken miktardan daha düşüktür bu nedenle rasyona yapılan çinko ilaveleri büyüme ve yem dönüşüm oranları üzerinde önemli bir etki yapmamaktadır. Do Carmo ve diğ., (2005) ise bu durumu, pratik rasyonlardaki mevcut çinko içeriklerinin maksimum büyüme için yeterli düzeyde çinkoyu sağladığı için yapılan ilaveler büyüme ve yem dönüşümlerinde etkili olmadığı şeklinde açıklamaktadırlar.

Bu araştırmada elde edilen yem dönüşüm oranları ($1,55 \pm 0,4$, $1,52 \pm 0,10$ ve $1,53 \pm 0,11$), Öztürk ve Atay, (1977) tarafından gökkuşağı alabalığında (1,57) olarak belirlenen, Gomes ve Kaushik (1993) tarafından gökkuşağı alabalığında elde edilen (1,55-1,58), Li ve Robinson (1996) tarafından kanal yayın balıklarında 1,33 olarak belirlenen değerlerine yakın olmasına rağmen Maage ve diğ., (2001) tarafından Atlantik salmon balığında bulunan 1,11, Apines ve diğ., (2001) tarafından gökkuşağı alabalığında 1,04 olarak elde edilen, Apines ve diğ., (2003b) tarafından gökkuşağı alabalığında 1,06 olarak elde edilen, yine Apines ve diğ., (2003a) tarafından gökkuşağı alabalığında belirlenen 0,93 değerinden düşük çıkmıştır.

Yem dönüşüm oranlarında görülen farklılıklar kullanılan farklı rasyon proteinleri ve rasyon kompozisyonları, farklı deneysel ortamlardan, farklı büyüklükteki balıklardan, araştırmalarda kullanılan farklı fiziksel ve kimyasal yapıdaki sulardan kaynaklanabilmektedir.

Araştırmada elde ettiğimiz spesifik büyüme oranları (SBO), Kontrol, DenemeI ve DenemeII rasyonları için sırasıyla ortalama $1,46 \pm 0,21$, $1,44 \pm 0,24$, $1,43 \pm 0,35$ olarak bulunmuştur. Gomes ve Kaushik (1993) tarafından 1,22 ve 1,8 olarak belirlenen SBO değerleri bu araştırmada bulunan değerlere yakın olduğu görülürken Apines ve diğ., (2003a) tarafından tespit edilen 3,4; 3,5, Maage ve diğ., (2001) tarafından tespit edilen 2,28; 2,69, Apines ve diğ., (2003b) tarafından elde edilen 2,38; 2,47 ve Apines ve diğ., (2004) tarafından elde edilen değerlerden daha düşük bulunmuştur. Bu farklılıklar farklı rasyon kompozisyonları, kullanılan suların farklı fiziksel ve kimyasal özellikleri, denemelerde kullanılan farklı balık büyüklükleri tarafından etkilenebilmektedir.

Araştırmada elde etmiş olduğumuz ham protein sindiriminin Kontrol DenemeI ve DenemeII için sırasıyla % 87,02, 86,96, 87,11 olduğu görülmektedir. Bu bulguların Shearer ve diğ., (1992) tarafından elde edilen % 87 ve Çakmak (2000) tarafından elde edilen % 86,26 değerlerine yakın olduğu belirlenirken Gomes ve diğ., (1993) tarafından belirlenen % 90,3 değerinden ve Burel ve diğ., 2000, tarafından tespit edilen 96,2 değerinden ise düşük bulunmuştur. Bu farklılıklar, sindirim denemelerinde kullanılan farklı dışkı toplama metotlarından, farklı rasyon kompozisyonlarından ve farklı su özelliklerinden kaynaklanabilir.

Araştırma sonucunda, kuru madde üzerinden kaslarda elde etmiş olduğumuz Kontrol, DenemeI ve DenemeII rasyonları için sırasıyla, $42,09 \pm 0,4$, $38,5 \pm 0,2$, $45,9 \pm 0,6$ µg/g Zn değerlerinin Wekell ve diğ., (1986)'nin alabalıklarda yaptıkları araştırma sonucunda kaslarda tespit edilmiş olan 20 ile 28 µg/g Zn değerlerinden yüksek, Do Carmo ve diğ., (2004)'nin Tilapia balıklarında tespit etmiş oldukları 39,15 µg/g Zn değerine ve yine Do Carmo ve diğ., (2005) tarafından pratik rasyonlarla beslenen Tilapia balıklarında tespit edilen 47,4 µg/g Zn değerlerine yakın bulunmuştur.

Bu araştırmada kemik dokuda kuru madde üzerinden µg/g Zn olarak belirlemiş olduğumuz sırasıyla, 79,81; 66,38 ve 91,04 değerlerinin Satoh ve diğ., (1989)'nin *Ictalurus punctatus* kemik dokusunda belirlemiş olduğu 82,4; Gatlin ve Wilson, (1984) ve Li ve Robinson (1996)'un yine aynı türde belirlemiş olduğu sırasıyla 87,7 ve 89,2 değerlerine yakın olduğu görülmektedir.

Karaciğerde belirlemiş olduğumuz kuru madde üzerinden µg/g Zn olarak belirlemiş olduğumuz 60,30; 55,68 ve 65,72 değerlerinin Wekell ve diğ., (1986) tarafında alabalıklarda 84 olarak belirlenen değere yakın olduğu gözlenirken, Do Carmo ve diğ., 2004; 2005) tarafından bulunan değerlerden ise düşük olarak belirlenmiştir.

Kovdal yüzgeçte kuru madde üzerinden µg/g Zn olarak Kontrol, DenemeI ve DenemeII rasyonları için sırasıyla belirlemiş olan 41,27, 30,28 ve 50,45 değerlerinden çinko pikolinatla beslenen balıklardan elde edilen 50,45 değerinin Wekell ve diğ., (1986) tarafından 88 µg/g Zn olarak belirlenen değere yakın olduğu görülmektedir.

Bu araştırmada da g r ld   gibi organik formlar inorganik formlardan daha iyi bir Şekilde de erlendirildi i daha önce yapılan araştırmalarda belirlenmiştir (Li ve Robinson, (1996); Apines ve di ., (2001); Apines ve di ., (2003a)). Çinko pikolinat formu diğer formlara göre dokularda daha fazla birikim gösterdiği belirlenmiştir.

Bizim bu araştırmada bulmuş olduğumuz dokulardaki çinko düzeylerinin, yukarıda görülen doku çinko düzeylerinin bazılarında farklı olmalarının nedenleri olarak, kullanılan rasyon tipleri (pratik, saflaştırılmış), farklı kimyasal yapıya sahip su özellikleri, rasyonlara ilave edilen farklı orandaki çinko düzeyleri, farklı organik veya inorganik çinko formlarının kullanılması, farklı rasyon kimyasal yapısının bulunması söylenebilir.

Sonuc olarak; pratik alabalık rasyonlarının çinko düzeyine 30 mg Zn/ 1 kg yem oranında katkı yapacak Şekilde kullanılan üç farklı çinko formunun çinko sülfat ($ZnSO_4 \cdot 7 H_2O$),  inko oksit (ZnO) ve çinko pikolinatın ($ZnPic$) alabalıkların bazı büyüme parametreleri ve ham protein sindirim düzeyleri üzerinde önemli etkileri olmadığı fakat doku çinko düzeyleri üzerinde ise farklı etkilere sahip oldukları g r lm ştir. Burada organik form olan çinko pikolantın daha yüksek birikim gösterdiği görülmektedir.

KAYNAKLAR

- Apines, M.J., Satoh, S., Kiron, V., Watanebe, T. and Fujita, S., 2001, Bioavailability of amino acids chelated and glass embedded zinc to rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, *Aquaculture Nutrition* 7; 221-228.
- Apines, M.J.S., Satoh, S., Kiron, V., Watanebe, T. and Fujita, S., 2003a, Bioavailability and tissue distribution of amino acid-chelated trace elements in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*, *Fisheries Science* 69: 722-730.
- Apines, M.J.S. S. Satoh, V. Kiron, T. Watanabe and T. Aoki, 2003b, Availability of supplemental amino acid-chelated trace elements in diets containing tricalcium phosphate and phytate to rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, 225, 431-444.
- Apines-Amar, M.J.S., Satoh, Caipang, M.C.A., S., Kiron, V., Watanebe, T., Aoki, T., 2004, Amino acids-chelated: a better source of Zn, Mn and Cu for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, *Aquaculture* 240: 345-358.
- Aras, N.K., 1998, Buğday ve Ürünlerinde Çinko ve Aralarındaki İlişkiler. I. Ulusal Çinko Kongresi (Tarım, Gıda ve Sağlık) 12-16 Mayıs 1997, Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Eskişehir, 61-64.
- Arcasoy, A., 1998, İnsan Sağlığında Çinkonun Önemi. I. Ulusal Çinko Kongresi (Tarım, Gıda ve Sağlık) 12-16 Mayıs 1997, Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Eskişehir, 11-17.
- Austreng, E., 1978, Digestibility determination in fish using chromic marking and analysis of contents from different segments of the gastro intestinal tract. *Aquaculture* 13, 265-272.
- Bağdatlıoğlu, N., Nergiz, C., 1998, Gıdaların çinko içeriği ve beslenme açısından önemi. I. Ulusal Çinko Kongresi (Tarım, Gıda ve Sağlık) 12-16 Mayıs 1997, Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Eskişehir, 761-765.
- Burel, C., Boujard, T., Tulli, F., Kaushik, S.J., 2000, Digestibility of extruded lupin and rapeseed meal in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and turbot (*Psetta maxima*). *Aquaculture*, 188, 285-298.
- Çakmak, M.N., 2000, Farklı oranlarda mısır gluteni içeren rasyonlarla beslenen gökkuşağı alabalığında (*Oncorhynchus mykiss*) büyüme ve sindirim üzerindeki etkisinin eksternal ve internal indikatörler yardımıyla araştırılması. Doktora Tezi, F.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 58 s.

- Çavdar, A.O., 1998, Hamile Kadınlarda Çinko (Plazma, Eritrosit ve Saç Çinko Düzeyleri ve Beslenmeyle İlgisi). I. Ulusal Çinko Kongresi (Tarım, Gıda ve Sağlık) 12-16 Mayıs 1997, Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Eskişehir, 1-10.
- Çetinkaya, O., 1995, Balık Besleme. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yayın No:9, Van, 64 s.
- Doğan, K., 1998, Çinkonun Hayvan Beslenmesindeki Yeri ve Önemi. I. Ulusal Çinko Kongresi (Tarım, Gıda ve Sağlık) 12-16 Mayıs 1997, Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Eskişehir, 25-30.
- Do Carmo E Sa, M.V., Pezzato, L.E., Barros, M.M and De Magalhaes Padilha, P., 2004, Optimum zinc supplementation level in Nile tilapia *Oreochromis niloticus* juveniles diets, *Aquaculture*, 238, 385-401.
- Do Carmo E Sa, M.V., Pezzato, L.E., Barros, M.M & De Magalhaes Padilha, P., 2005, Relative bioavailability of zinc in supplemental inorganic and organic source for Nile tilapia *Oreochromis niloticus* fingerlings, *Aquaculture*, 11, 273-281.
- Du Val, C., 1963, Inorganic Thermogravimetric Analysis, 2nd Ed., Elsevier publishing Co., New York. p 104.
- Furukawa, A. and H. Tsukahara, 1966, On the acid digestion method for the determination of chromic oxide as an index substance in the study of digestibility in fish feed. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, 32, 502-506.
- Gatlin, D.M., III and Wilson, R.P., 1983, Dietary zinc requirement of fingerling channel catfish, *J. Nutr.*, 113, 630-635.
- Gatlin, D.M., III and Wilson, R.P., 1984, Zinc supplementation of practical channel catfish diets, *Aquaculture*, 41, 31-36.
- Gomes, E.F. and Kaushik, S.J., 1993, Effect of replacement of dietary inorganic zinc by zinc methionine on vegetable and animal protein utilization by rainbow trout, In: S.J. Kaushik and P.J. Luquet (Editors), *Fish Nutrition in Practice: 4th International Symposium on Fish Nutrition and Feeding*, Biarritz (France), June 24-27. 1991, pp 897-902.
- Gomes, E.F., Corraze, G. ve Kaushik, S. 1993. Effects of incorporation of co-extruded plant protein (rapeseed and peas) on growth nutrient utilization and muscle fatty acid composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 113: 339-353.

- Hardy, R.W. and Sheare, K.D. 1985, Effect of dietary calcium phosphate and zinc supplementation on whole body zinc concentration of rainbow trout. *Can.J.Fish.Aquat.Sci.*, 42, 181-184.
- Hidalgo, M.C., Eposito, A., Palma, J.M., Higuera, M., 2002, Oxidative stress generated by dietary Zn-deficiency: studies in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *The International Journal of Biochemistry and Cell Biology*, 34: 183-193.
- Ketola H.G., 1979, Influence of dietary zinc on cataracts in rainbow trout (*Salmo gairdneri*), *J. Nutr.* 109: 965-969.
- Knox, D., Cowey, C.B. and Adron, J.W., 1982, Effect of dietary copper and copper: zinc ratio on rainbow trout *Salmo gairdneri*, *Aquaculture*, 27, 111-119.
- Küçükbay, Z., Yazlak, H., Şahin, N., Tuzcu, M., Çakmak, M.N., Gürdoğan, F., Juturu, V. and Şahin, K., 2006, Zinc picolinate decreases oxidative stress in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, 257, 465–469
- Li, M.H., Robinson, E.H., 1996, Comparasion of chelated zinc and zinc sulfate as zinc sources for growth and bone mineralization of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) fed practical diets, *Aquaculture*, 146, 237-243.
- Lorentzen, M. and Maage, A., 1999, Trace element status of juvenile Atlantic salmon *Salmon salar* L. fed a fish-meal based diet with or without supplementation of zinc, iron, manganese and copper from first feeding, *Aquaculture*, 5, 163-171.
- Maage, A., Julshamn, K., and Berge, G.E, 1991, Zinc gluconate and zinc sulphate as dietary zinc sources for Atlantic salmon, *Aquacult. Nutr.*, 7, 183-187.
- NRC, 1990, Nutrient Requirements of Coldwater Fishes, No 16, National Academy Press, Washington DC, 63 s.
- National Research Council (NRC), 1993, Nutrient Requirements of Fish, Washington, D.C, USA, National Acedemic Press, 114 p.
- Ogino, C. and Yang, G.Y., 1978, Requirement of rainbow trout for dietary zinc. *Bull. Japan. Soc. Sci., Fish.*, 44, 1015-1018.
- Öztürk, A., ve Atay, D., 1977, Alabalık rasyonlarında balık ununun bir kısmı yerine pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesinin ayrı ayrı ve birlikte kullanılma olanakları. TUBİTAK, VHAG-276, ANKARA, 47 s.
- Paripatananont, T. and Lovell, R. T., 1995, Chelated zinc reduces the dietary zinc requirement of channel catfish, *Ictalurus punctatus*, *Aquaculture*, 133, 73-82.

- Ramseyer, L., Garling, Jr., Hill, G., and link, J., 1999, Effect of dietary zinc supplementation and phytase pre-treatment of soybean meal or corn gluten meal on growth, zinc status and zinc-related metabolism in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, Fish Physiology and Biochemistry, 20, 251-261.
- Shearer, K.D., Maage, A., Opstvedt, J. And Mundheim, H., 1992, Effects of high ash diets on growth feed efficiency and zinc status of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*). Aquaculture, 106: 345-355.
- Satoh, S., Poe, W.E. and Wilson, R.P., 1989, Effect of supplementation phytate and/or tricalcium phosphate on weight gain, feed efficiency and zinc content in vertebrae of channel catfish, Aquaculture, 80, 155-161.
- Spry, D.J., P.V. Hodson and C.M. Wood, 1988, Relative contributions of dietary and waterborne zinc in the rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Can. J. Fish. Aquat. Sci., 45, 32-41.
- Sarı, M., Çakmak, M.N., 1994. Balık Besleme, Fırat üniversitesi Yayınları No :37 , Elazığ, 41-42-174s.
- Spinelli, J., Houle C.R. and Wekell J.C., 1983, The effect of phytates on the growth of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) fed purified diets containing varying quantities of calcium and magnesium, Aquaculture, 30, 71-83.
- Tacon, A.G.J. and De Silva, S.S., 1983, Mineral composition of some commercial fish feeds available in Europe, Aquaculture, 31, 11-20.
- URL1, [http:// filaman.ifm-geomar.de/photos/PictureSummary.cfm?startRow=239%what=species](http://filaman.ifm-geomar.de/photos/PictureSummary.cfm?startRow=239%what=species).
- Watanabe, T., Satoh, S., Kiron, V., 1997, Trace minerals in fish nutrition, Aquaculture 15: 185-207.
- Wedekind, K.J., Hortin, A.E. and Baker, D.H., 1992, Methodology for assessing zinc bioavailability: Efficacy estimates for zinc-methionine, zinc sulfate and zinc oxide, J. Anim. Sci., 70, 178-187.
- Wekell, J.C., Shearer, K.D., Gauglitz, E.J., 1986, Zinc supplementation of trout diets: tissue indicators of body zinc status, progressive Fish- Culturist 48: 205-212.