

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

Mahir KANYILMAZ

**ÇİPURA (*Sparus aurata*) YETİŞTİRİCİLİĞİNDE ZEOLİT
(KLİNOPTİLOLİT) KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2012

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÇİPURA (*Sparus aurata*) YETİŞTİRİCİLİĞİNDE ZEOLİT (KLİNOPTİLOLİT)
KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

Mahir KANYILMAZ

DOKTORA TEZİ

SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

Bu tez 30/11/2012 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği /
Oyçokluğu
ile Kabul Edilmiştir.

.....
Yard.Doç. Dr. Nazmi TEKELİOĞLU
DANIŞMAN

.....
Prof.Dr. Mahmut YANAR
ÜYE

.....
Doç.Dr. Ercüment GENÇ
HUNT
ÜYE

.....
Doç.Dr. M. Ayçe GENÇ
ÜYE

.....
Doç. Dr. Arzu ÖZLÜER
ÜYE

Bu tez Enstitümüz Su Ürünleri Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

**Prof. Dr. Selahattin SERİN
Enstitü Müdürü**

**Bu Çalışma Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: SÜF 2010 D 04**

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

ÖZ

DOKTORA

ÇİPURA (*Sparus aurata*) YETİŞTİRİCİLİĞİNDE ZEOLİT (KLİNOPTİLOLİT) KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Mahir KANYILMAZ

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI**

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Nazmi TEKELİOĞLU
Yıl : 2012, Sayfa: 113
Jüri : Yrd.Doç. Dr. Nazmi TEKELİOĞLU
: Prof.Dr. Mahmut YANAR
: Doç.Dr. Ercüment GENÇ
: Doç.Dr. M. Ayçe GENÇ
: Doç.Dr. Arzu ÖZLÜER HUNT

Bu çalışma, zeolit (klinoptilolit)'in Çipura (*Sparus aurata*) yetiştiriciliğinde kullanılabilirliğinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda yürütülen denemelerin ilkinde, yeme %0, %1, %2, %3 ve %4 oranlarında zeolit katkısının büyüme, vücut kompozisyonu, besin madde sindirilebilirliği ve kullanımı, atık salınımı, bazı kan parametreleri, bağırsak mukoza morfolojisi ve karaciğer ile kas dokusunda ağır metal birikimi üzerine etkileri araştırılmıştır. Deneme sonucunda yeme %3 oranındaki zeolit ilavesinin kontrole göre büyümeyi önemli oranda arttırdığı ve daha az azot salınımı ve daha iyi yemden yararlanma oranı sağladığı belirlenmiştir ($P<0,05$). Diğer yandan, yeme ilave edilen zeolit balık besin madde kompozisyonu ve bağırsak morfolojisi üzerine etkisinin olmadığı ($P>0,05$), fakat zeolit düzeyine bağlı olarak kan glikoz düzeyinin azaldığı ($P<0,05$) ve karaciğer demir miktarının arttığı ($P<0,05$) tespit edilmiştir. Ancak, kas demir ve alüminyum ile karaciğer alüminyum miktarlarındaki farklılığın önemli olmadığı ($P>0,05$) belirlenmiştir. İkinci denemede, ilk denemeye aynı oranda yeme ilave edilen zeolit toplam amonyak azotu salınımına etkisinin olmadığı ($P>0,05$), ancak toplam azot salınımında farklılık oluşturduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$). Çipuraların taşınmasında tanklara ilave edilen zeolit amonyak giderimine etkisinin belirlenmesi amacıyla yürütülen üçüncü denemede, 8. ve 16. saatlerde 40 g/L, 24. saatte ise 20, 30 ve 40 g/L zeolit önemli oranda toplam amonyak azotu giderdiği tespit edilmiştir ($P<0,05$). Tez çalışmasıyla zeolit'in çipura yetiştiriciliğinde çeşitli amaçlarla kullanılmasının yararlı olacağı sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çipura, Zeolit, Büyüme, Kan, Azot

ABSTRACT

Phd THESIS

THE USE OF NATURAL ZEOLITE (CLINOPTILOLITE) IN GILTHEAD SEA BREAM (*Sparus aurata*) CULTURE

Mahir KANYILMAZ

**CUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATUREL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF FISHERIES**

Supervisor : Asst. Prof. Dr. Nazmi TEKELİOĞLU
Year : 2012, Page : 113
Jury : Asst.Prof. Dr. Nazmi TEKELİOĞLU
: Prof. Dr. Mahmut YANAR
: Assoc. Prof. Dr. Ercüment GENÇ
: Assoc. Prof. Dr. M. Ayçe GENÇ
: Assoc. Prof. Dr. Arzu ÖZLÜER HUNT

In this study, it was aimed to investigate the applicability of zeolite (clinoptilolite) on gilthead sea bream (*Sparus aurata*) culture. In the first experiment, effects of diets containing 0%, 1%, 2%, 3% and 4% dietary zeolite on growth, whole body composition, nutrient digestibility and utilization performance, waste excretion, some blood parameters and the intestine morphology, accumulation of heavy metals in liver and fillet of sea bream. At the end of the experiment, 3% zeolite level gave the best growth performance, FCR, and the lowest nitrogen loss compared to the control ($P<0.05$). Additionally, various levels of supplemental zeolites did not effect the body composition and intestinal morphology ($P>0.05$). But in response to the increase of the zeolite level, blood glucose levels decreased whereas liver iron levels increased ($P<0.05$). However, did not effect aluminium in liver and fillet, and iron in fillet ($P>0.05$). In the second experiment, significant effects of zeolites on total nitrogen excretions were dedected ($P<0.05$) but not on total ammonia nitrogen excretions ($P>0.05$). The third experiment was conducted to determine the effects of zeolites on total ammonia removal during a 24-hour-sea bream transportation. The results revealed that 40 g/L zeolite addition significantly decreased total ammonia level at 8th and 16th hours of the transportation compared to the control. At the end of the transportation 20, 30 and 40 g/L zeolite additions were found to significantly decrease total ammonia relative to the control ($P<0.05$). Overall, the results suggest that the use of zeolite in gilthead sea bream rearing could bring additional benefits.

Keywords: *Sparus aurata*, Zeolite, Growth, Blood, Ammonia, Nitrogen

TEŞEKKÜR

Lisansüstü eğitimime başladığım günden bu yana bana sadece bilimsel değil, manevi olarak da yol gösteren ve her türlü desteği sağlayan değerli danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Nazmi TEKELİOĞLU'na; sevgili eşi Hacer TEKELİOĞLU'na, aynı desteği gördüğüm Sayın Prof. Dr. Mahmut YANAR'a, denemelerimi gerçekleştirdiğim ve görev yaptığım kurum, Akdeniz Su Ürünleri Araştırma Üretme ve Eğitim Enstitüsü müdürü sayın Doç. Dr. Yılmaz EMRE'ye; Aslıhan POLATOĞLU'na, dostlarım, Dr. Hüseyin SEVGİLİ ve Dr. Mehmet Ali Turan KOÇER'e, üniversitedeki iletişim kapım Dr. Zeynep ERÇEN ve Erhan ERDOĞAN'a, arkadaşlarım Dr. Abdulkerim AKSOY, Soner SEZEN, İsmail DAL ve Gülüşan EMANET'e, deneme boyunca kullandığım el yapımı köpük ayrıştırıcıyı tasarlayıp, yapan Talip Devrim ÖZGEN ve Erol KOÇ'a, yardımlarını esirgemeyen Faruk PAK, Evren KIVRAK, Feyzi KARDEŞ, Hasan BALABAN, Adil YILAYAZ, Gazi UYSAL, Şakir EGE, Seçil TÜZÜN DUGAN, Firdevs MERT, Ramazan UYSAL, Hatice GÜNDÜZ, Özgür AKTAŞ, Ahmet MEFUT ve Abdurrahman TAŞDEMİR'e, kan analizlerinin gerçekleştirilmesinde Altın Kum Veteriner Polikliniğinden Vet. Hek. İbrahim İNCE'ye, doğrulama ve tekrarlama analizlerini gerçekleştiren, Andeva Yıldız hastanesi çalışanlarına ve laboratuvar sorumlusu Uzman Dr. Naile F. MISIRLIOĞLU ÖZEN'e, Demir ve Alüminyum analizlerine yardımcı olan Kaya ÇETİN ile, Metehan YÜCE ve Yusuf VARLIK'a, zeolit materyalini sağlayan Gordes madencilik yetkililerine, Projeyi destekleyen Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü (Tagem/Haysud/2011/09/01/01) ve Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Proje Birimi (SÜF 20010 D 04)'ne, kesintisiz destek ve moral kaynağım, sevgili eşim Saycan, kızlarım Nisa Ece ve Azra Ada KANYILMAZ'a teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VIII
SİMGELER VE KISALTMALAR	X
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	11
2.1. Zeolitlerin Su Ürünleri Alanı Dışındaki Hayvanlarda Kullanımları	11
2.2. Zeolitlerin Su Kalitesi İyileştirme ve Su Ürünleri Alanında Kullanımları	15
3. MATERYAL VE METOD	25
3.1. Materyal	25
3.1.1. Balık Materyali	25
3.1.2. Zeolit Materyali	25
3.1.3. Yem Materyali	27
3.2. Metod	28
3.2.1. Deneme I (Zeolit İlavesinin Balığın Büyümesi Üzerine Etkileri)	28
3.2.2. Deneme II (Yeme Zeolit İlavesinin TAN ve TA Salınımına Etkisi) ...	32
3.2.3. Deneme III (Taşıma Suyuna Zeolit İlavesinin TAN Giderimine Etkisi)	34
3.2.4. Hesaplamalar	36
3.2.5. Analizler	37
3.2.5.1. Kuru Madde	37
3.2.5.2. Ham Protein	38
3.2.5.3. Ham Yağ	38
3.2.5.4. Ham Kül	39
3.2.5.5. Kromik Oksit	39
3.2.5.6. Amonyak Azotu (TAN)	39
3.2.5.7. Toplam Azot (TN)	40

3.2.5.8. Dokuda Alüminyum ve Demir Analizi	40
3.2.5.9. Histolojik Analiz.....	40
3.2.5.10. Kan Analizleri.....	41
3.2.5.11. İstatistiksel Analiz.....	42
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	43
4.1. Deneme I (Zeolit İlavesinin Balığın Büyümesi Üzerine Etkileri)	43
4.1.1. Büyüme ve Yemden Yararlanma Performansı	43
4.1.2. Viserosomatik İndeks (VSI), Karkas Randımanı (KR), Kondisyon Faktörü (KF) ve Hepatosomatik İndeks (HSI) Verileri.....	49
4.1.3. Vücut Kompozisyonu	51
4.1.4. Görünür Sindirim Katsayıları	54
4.1.5. Besin Madde Kullanımı.....	57
4.1.6. Tahmini Katı Atık, Partikül Azot ve Çözülmüş Azot Salınımları	60
4.1.7. Kan Değerleri.....	63
4.1.7.1. Kan Biyokimyası	63
4.1.7.2. Lökosit, Hemoglobin ve Eritrosit Düzeyleri	67
4.1.7.3. Kan Sodyum, Potasyum, Kalsiyum ve Magnezyum Düzeyleri	69
4.1.8. Bağırsak Histolojisi	71
4.1.9. Karaciğer ve Kas Dokusunda Demir ve Alüminyum Birikimi.....	75
4.2. Deneme II (Yeme Zeolit İlavesinin TAN ve TA Salınımına Etkisi)	77
4.3. Deneme III (Taşıma Suyuna Zeolit İlavesinin TAN Giderimine Etkisi)	81
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	85
5.1. Deneme I (Zeolit İlavesinin Balığın Büyümesi Üzerine Etkileri)	85
5.2. Deneme II (Yeme Zeolit İlavesinin TAN ve TA Salınımına Etkisi)	86
5.3. Deneme III (Taşıma Suyuna Zeolit İlavesinin TAN Giderimine Etkisi)	87
KAYNAKLAR.....	89
ÖZGEÇMİŞ	109
EKLER.....	110
EK 1. Çalışmada değerlendirmeye alınan değişkenler arasındaki korelasyon katsayıları	112
EK 2. Önceki çalışmalardan yeniden hesaplama yoluyla elde edilen değerler.....	113

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 3.1. Denemede kullanılan klinoptilolit'in fiziksel yapısı	26
Çizelge 3.2. Denemede kullanılan klinoptilolit'in kimyasal yapısı.....	26
Çizelge 3.3. Denemede kullanılan yemlerin içerikleri	28
Çizelge 3.4. Deneme I'in yapısı ve uygulaması	32
Çizelge 3.5. Deneme II'nin yapısı ve uygulaması.....	33
Çizelge 3.6. Deneme III'ün yapısı ve uygulaması	35
Çizelge 4.1. Farklı düzeyde zeolit katkısıyla beslenen çipuraların 70 günlük deneme sonundaki büyüme ve yem değerlendirmesine ait veriler	43
Çizelge 4.2. Deneme sonunda grupların VSI, KR, KF ve HSI ortalamaları	50
Çizelge 4.3. Deneme başı ve sonu grupların kuru madde (KM), ham kül (HK), ham protein (HP) ve ham yağ (HY) oranları (%)	51
Çizelge 4.4. Farklı düzeyde zeolit katkılı yemle beslenen grupların görünür besin madde sindirim katsayıları (%)	54
Çizelge 4.5. Farklı düzeyde zeolit katkılı yemle beslenen çipuraların azot, yağ ve enerji kullanımları.....	58
Çizelge 4.6. Deneme gruplarında tahmin edilen katı atık, toplam azot (N) kaybı, partikül azot (N) ve çözünmüş azot (N) verileri (g/kg balık).....	61
Çizelge 4.7. Farklı düzeyde zeolit katkılı yemle beslenen çipuraların kan glikoz, BUN, kolesterol, trigliserit (mg/dL), ALT, AST, ALP (IU/L), düzeyleri.	64
Çizelge 4.8. Farklı düzeyde zeolit katkılı yemle beslenen çipuraların lökosit, eritrosit ve hemoglobin düzeyleri	68
Çizelge 4.9. Farklı düzeyde zeolit katkılı yemle beslenen çipuraların kan sodyum ve potasyum (mmol/dL) ile kalsiyum ve magnezyum (mg/dL) düzeyleri.....	69
Çizelge 4.10. Deneme gruplarının ince ve kalın bağırsak mukoza katları uzunlukları (mm), sindirim kanalı uzunluğu (cm) (SKU) ve sindirim kanalı indeksi (SKI)	71

Çizelge 4.11. Karaciğer ve kas dokusunda demir (Fe) ve alüminyum (Al) miktarları (mg/kg yaş ağırlık).....	75
Çizelge 4.12. Deneme gruplarında ortalama TAN ve TN salınımı (µg TN/g balık- saat) ile TAN/TN salınım oranları (%)	78
Çizelge 4.13. Ölçüm dönemlerinde deneme gruplarının TAN düzeyleri (mg/L)	82
Çizelge 4.14. TAN düzeylerindeki düşüş oranının 8-16 ve 24. saatlerdeki % değeri	83

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 1.1. Dünya, 1950-2009 yılları su ürünleri yetiştiriciliği ve avcılık yoluyla yapılan su ürünleri üretimi	2
Şekil 1.2. Dünya’da ve Türkiye’de, 1990-2009 yılları arası çipura yetiştiriciliği.....	2
Şekil 1.3. Türkiye’de zeolit çıkarılmasına izin verilen iller.....	5
Şekil 1.4. Zeolitlerin absorpsiyon özelliğinin temsili şekli.....	6
Şekil 3.1. Zeolit materyali.....	27
Şekil 3.2. Ke-TUF dışkı toplama sistemi.....	30
Şekil 3.3. a: Ke-TUF dışkı toplama sisteminde biriken dışkılar, b: Dışkılarının numune kabına alınması, c: Numune kabına alınmış dışkı, d: Suyu alınmış dışkı	30
Şekil 3.4. Kuyruk venasından kan alımı.	31
Şekil 3.5. Balık taşıma denemesinde kullanılan el yapımı platform ve deneme görüntüsü.....	35
Şekil 3.6. Bağırsak mukozal kat uzunluğunun morfometrik değerlendirilmesinde sarı çizgi ile gösterilen uzunluk esas alınmıştır	41
Şekil 4.1. Grupların ölçüm dönemlerine göre ortalama canlı ağırlık değerleri (g).....	44
Şekil 4.2. Deneme gruplarının canlı ağırlık kazançları (g) ve kontrole göre canlı ağırlık artışı %.....	45
Şekil 4.3. Deneme gruplarının spesifik büyüme, yemden yararlanma ve protein etkinlik oranları.	49
Şekil 4.4. Farklı düzeyde zeolit katkılı yemle beslenen grupların görünür besin madde sindirim katsayıları (%)	55
Şekil 4.5. Zeolit katkılı yem ile beslenmiş <i>S. Aurata</i> ince bağırsak transversal kesitleri.....	72
Şekil 4.6. Zeolit katkılı yem ile beslenmiş <i>S. Aurata</i> kalın bağırsak transversal kesitleri.....	73
Şekil 4.7. Deneme gruplarının bir günlük TAN salınımları ($\mu\text{g TAN/ Saat- g balık}$)	78

Şekil 4.8. Deneme gruplarının bir günlük TN salınımları ($\mu\text{g TAN/ Saat- g}$ balık)	79
Şekil 4.9. Deneme gruplarının TAN/TN Oranları değişimi (%).....	80
Şekil 4.10. 8., 16. ve 24. saatlerdeki TAN düzeyleri.....	83

SİMGELER VE KISALTMALAR

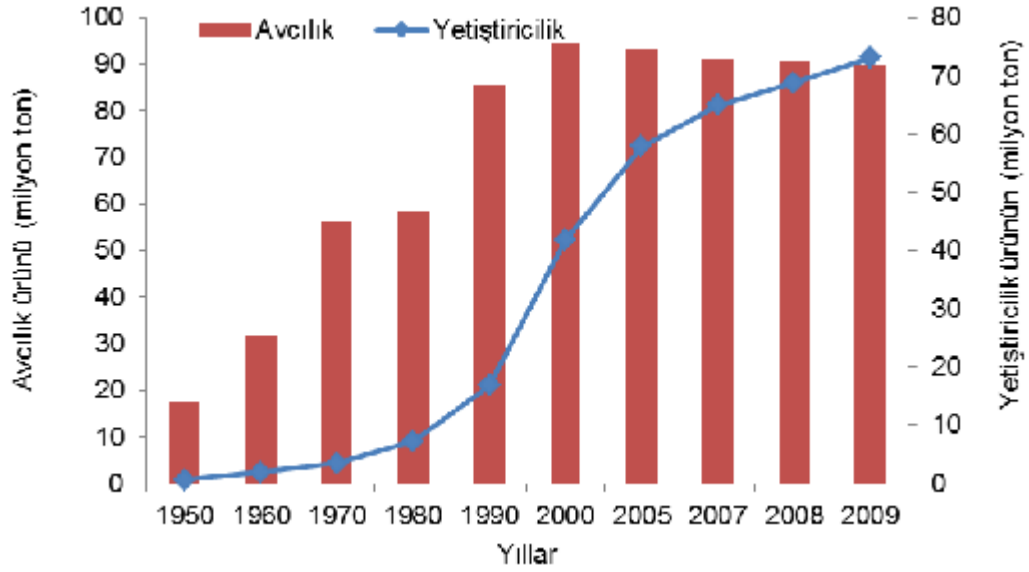
Al	: Alüminyum
ALP	: Alkalen fosfataz
ALT	: Alanin aminotransferaz
AST	: Aspartat aminotransferaz
BA	: Başlangıç ağırlığı
BUN	: Kan üre azotu
Ca	: Kalsiyum
CA	: Canlı ağırlık
CAK	: Canlı ağırlık kazancı
FA	: Final ağırlığı
Fe	: Demir
Hİ	: Hepatosomatik indeks
HK	: Ham kül
HP	: Ham protein
HY	: Ham yağ
K	: Potasyum
KF	: Kondisyon faktörü
KM	: Kuru madde
KR	: Karkas randımanı
Mg	: Magnezyum
Na	: Sodyum
PEO	: Protein etkinlik oranı
SBO	: Spesifik büyüme oranı
SKİ	: Sindirim kanalı indeksi
TAN	:Toplam amonyak azotu
TN	:Toplam azot
VSİ	: Viserosomatik indeks
W1	: Dönem başı canlı ağırlık

W2	: Dönem sonu canlı ağırlık
YT	: Yem tüketimi
YYO	: Yemden yararlanma oranı
Z0	: Yeme %0 zeolit katkısı
Z1	: Yeme %1 zeolit katkısı
Z2	: Yeme %2 zeolit zeolit katkısı
Z3	: Yeme %3 zeolit zeolit katkısı
Z4	: Yeme %4 zeolit zeolit katkısı
Z0	: Suyu 0 g/L zeolit ilavesi
Z10	: Suyu 10 g/L zeolit ilavesi
Z20	: Suyu 20 g/L zeolit ilavesi
Z30	: Suyu 30 g/L zeolit ilavesi
Z40	: Suyu 40 g/L zeolit ilavesi

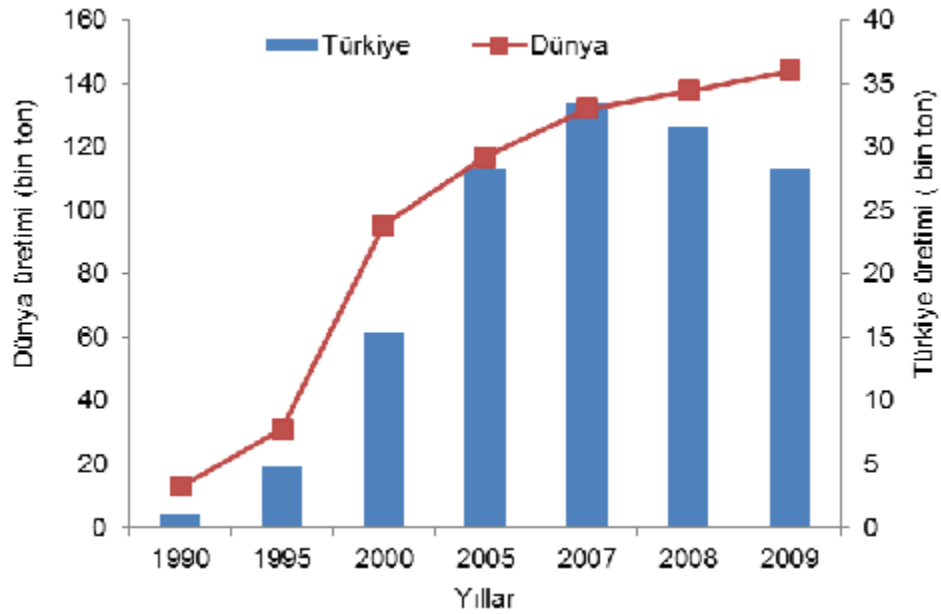
1. GİRİŞ

Avlama araçları ve teknolojisindeki gelişmeyle geçen yüzyılın ortalarından itibaren doğal stoklar üzerindeki baskının hızlı artışı, küresel balık stoklarının %80'inden fazlasının tükenmesine neden olmuştur. Avcılık yoluyla elde edilen balıkçılık ürünü miktarı yüzyılın sonlarından itibaren en yüksek düzeylerine ulaşmıştır. Avcılık ürünü miktarının sağlıklı ve ekonomik beslenme arayışıyla birlikte hızlı artan dünya nüfusunun talebini karşılamaması, su ürünleri yetiştiriciliğinde hızlı büyümeyi tetiklemiştir. Küresel avcılık ürünü miktarı son 20 yılda 80-90 milyon ton arasında kalırken, son 30 yıl boyunca yıllık yaklaşık %9 büyümeyle en hızlı gelişen gıda endüstrisi olan su ürünleri yetiştiriciliği 2009 yılında yaklaşık 70 milyon tona ulaşmıştır (Şekil 1.1). İnsan gıdası olarak tüketilen su ürünlerinin yaklaşık %46'sı yetiştiricilikten temin edilir duruma gelmiş, 1990'da dünya genelinde 15 kg olan kişi başına düşen balıkçılık ürünü günümüzde 17 kg'a kadar yükselmiştir. Avcılık yoluyla elde edilen balıkçılık ürünü potansiyeli sınırlı olduğundan, yetiştiriciliğin büyüme eğiliminin devam edeceği, 2030'da gıda olarak tüketilen toplam balıkçılık ürünü içerisindeki payının %62'ye yükseleceği ve 80 milyon tondan fazla sucul gıda üretileceği öngörülmektedir (FAO, 2009; 2010; 2012).

Su ürünleri yetiştiriciliği ülkemizde de benzer bir eğilimle hızla büyümektedir. Toplam ürün miktarı 2010 yılında 167 bin tondan 2011 yılında 189 bin tona ulaşmıştır. 2010 yılında su ürünleri yetiştiriciliği üretiminin %53'ü (88.573 ton) ve 2011 yılında %47'si (88.334 ton) denizlerde gerçekleşmiş, aynı yıllarda sadece çipura (*Sparus aurata*), denizlerdeki üretime sırasıyla %32 (28.157 ton) ve %36 (32.187 ton) oranında katkıda bulunmuştur (TUİK, 2012). Yetiştiriciliğine 1980'li yıllarda başlanan çipuranın üretimi, 2010 yılında dünya genelinde yaklaşık 144 bin ton'a ulaşmıştır (Şekil 1.2), (FAO, 2012).



Şekil 1.1. Dünya, 1950-2009 yılları su ürünleri yetiştiriciliği ve avcılık yoluyla yapılan su ürünleri üretimi (FAO, 2012)



Şekil 1.2. Dünya’da ve Türkiye’de, 1990-2009 yılları arası çipura yetiştiriciliği (FAO, 2012; TÜİK, 2012)

Su ürünleri yetiştiriciliği, avcılığa alternatif olarak yüzyılın öne çıkan önemli sektörü konumuna erişmiştir (Eryalçın ve ark., 2008). Su ürünleri yetiştiriciliğinde uygun materyalin temin edilip, yetiştiricilik koşullarının idealleştirilmesinden sonraki en önemli konu, beslemedir. Beslenme aktivitesi, canlının tüm yaşamsal

faaliyetlerini belirleyen en önemli etkidir. Besleme, canlının biyolojik yapısı için önemli olduğu kadar yetiştiricilik periyodu ve maliyetler üzerinde de etkilidir. Bu nedenle, yetiştiricilik sistemlerinin ekonomik anlamda sürdürülebilirliğinin sağlanmasında, besleme faaliyetleri ön plana çıkmaktadır. Balık beslemedeki amaç, sadece yem ve toplam tüketim giderlerinin azaltılması değil, ekonomik olarak sürdürülebilir, balık sağlığı ve refahını olumlu etkileyen ve çevreye daha az zarar verecek üretim ve besleme protokollerinin de belirlenmesidir (Adaklı, 2012).

Geçen yüzyılın sonlarından itibaren önemli ivme kazanan su ürünleri yetiştiriciliği uygulamalarının çevreye etkileri üzerine ciddi kaygılar ortaya çıkmıştır (Subasinghe ve ark., 2009). Diğer tarımsal üretim ve gıda endüstrisi alanlarında olduğu gibi, su ürünleri yetiştiriciliği doğal kaynakların ve biyolojik sistemlerin kullanımına bağlıdır ve yetiştiricilik sistemlerinin çoğu üretim için besin maddesi ve enerji teminine dayanır. Atık besin maddesi yüzey suları üzerinde çeşitli olumsuz etkilere neden olabilmektedir (Frankic ve Hershner, 2003). Doğal kaynaklar üzerinde artan baskının ve yasal sınırlamaların bir sonucu olarak, son 20 yılda su ürünleri yetiştiriciliğinin çevresel yönetiminde önemli ilerlemeler sağlanmıştır (Subasinghe ve ark., 2009). Nitekim üretim uygulamaları ve işleme sürecinde toplam etkinin azaltılması amacıyla alan seçimi, yem ve yemleme, balık kaçışlarını önleme, predatör kontrolü, ölü balıkları uzaklaştırma, hastalık kontrolü, ilaç ve kimyasallarının kullanımı, katı madde giderimi ve atık arıtma gibi iyi yönetim uygulamaları pek çok ülkede yönetmeliklerle zorunlulu hale getirilmiştir (Tacon ve Forster, 2003; Boyd ve ark., 2008; Tucker ve ark., 2008).

Yem, yavru ve ergin balıklar ile kullanılan kimyasallar ve ilaçların yanı sıra, yetiştiricilik sürecinde ekosisteme giren yenmemiş yemler ve balık dışkıları çiftlikten çıkan başlıca atıklardır. Üretimin yapıldığı yüzey suyuna giren ve atık üretimine neden olan asıl bileşen yemdir. Yem hazırlama ve yemleme metodları üzerine iyi yönetim uygulamaları, su ürünleri yetiştiriciliğinin sürdürülebilirliğinde önem taşır. Hayvansal kaynaklı besinlere ihtiyaç duyan çipura gibi karnivor balık türlerinin yemleri yüksek protein içeriğine sahiptir. Formülasyona bağlı olarak %50 protein, %35 yağ ve %30 karbonhidrat içerebilir. Bu da, balık beslemede kullanılan yemin

%8,5 azot, %2 fosfor ve %30-50 karbon içeriğine sahip olabileceği anlamına gelmektedir (Winsby ve ark., 1996; Crawford ve ark., 2002).

Balıklara yemle verilen azot ve fosforun yalnızca az bir kısmı hasatla geri alınırken, büyük kısmının çözünmüş ve partikül formlarda atık olarak ekosisteme girdiği bilinmektedir (Karakassis, 2007). Kafeslerde balık yetiştiriciliğinde toplam azot kaybının %72-79 arasında değiştiği ve atığın yaklaşık %82'sinin çözünmüş formda olduğu bildirilmektedir. Metabolik atıkların solungaçlar ve ürün yoluyla atan balıkların yetiştiriciliğinde toplam azot kaybının %65-90'ını oluşturabilen en önemli azot atığı; iyonize olmuş amonyum ve iyonize olmamış amonyak formlarıdır (Ruohonen ve ark., 1999; Storebakken ve ark., 2000). Bu nedenle, azotun fitoplankton için sınırlayıcı faktör olduğu denizel ekosistemlere çözünmüş formda azot eklenmesi ötrofikasyon riskini arttırmaktadır. Yem proteini katabolizmasından kaynaklanan amonyak salınımı, entansif balık yetiştiriciliğinde önemli sınırlayıcı bir faktördür. Subletal miktarlarının bile balıklarda strese neden olabileceği ve büyümeyi önleyebileceğinden dolayı amonyak toksik kabul edilir (Liu ve ark., 2009).

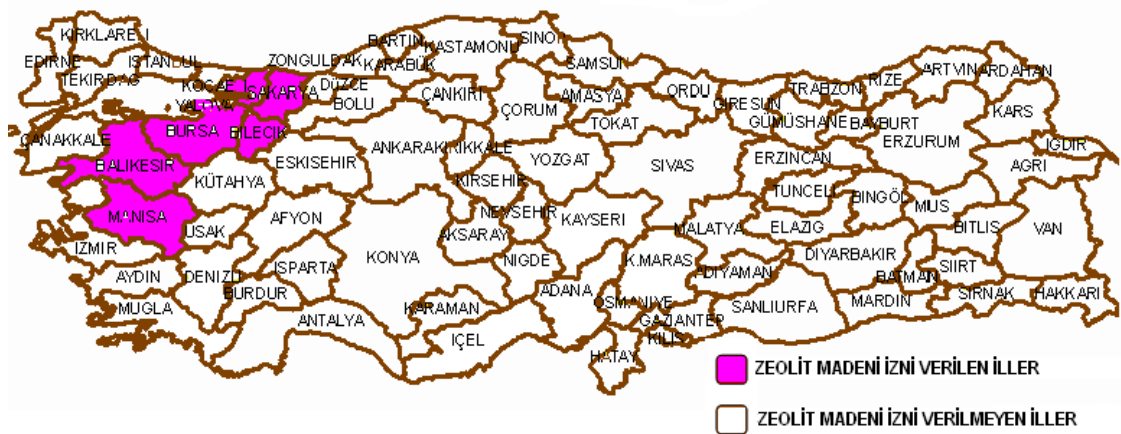
Amonyak, yetiştiricilik ortamı ve deşarj suyunda olduğu kadar balık taşımacılığı için de oldukça önemlidir. Taşımacılıkta en önemli faktör olarak kabul edilen oksijen ihtiyacı, suya saf oksijen verilmesiyle kolayca karşılanabilmektedir. Oysa yoğun stok nedeniyle suya salınan amonyağın giderilmesi veya minimize edilmesinde sorun vardır (Zhang ve ark., 2004). Balıkların nakil öncesi aç bırakılması veya suya anestezi madde ilavesiyle metabolizma yavaşlatılarak, atık üretimi bir dereceye kadar azaltılabilmekle birlikte, uzun mesafeli taşımalarda salınan amonyak miktarı toksik düzeylere ulaşabilmektedir (Berka, 1986).

Yetiştiricilik ortamında ideal su kalitesi, balık sağlığı ve refahının devamlılığı için, azot ve özellikle amonyak azaltımı/giderimi su ürünleri yetiştiriciliğinde hala önemli bir problem olarak durmakta ve bu konu üzerine çok sayıda çalışma yapılmaktadır (Crab ve ark., 2007; Dalsgaard ve Pedersen, 2011).

İlk kez 1756 yılında İsveçli bilim adamı Frederic Cronstedt tarafından isimlendirilen zeolitler, karasal ortamda bitkisel ve hayvansal üretimde verimliliği ve refahı artırmak amacıyla yemlere, altlıklara, toprağa ve sulara katkı maddesi olarak ilave edilmekte, bazı ağır metaller ile amonyağın giderimi ve su kalitesinin

artırılması çalışmalarında kullanılmaktadır. Zeolit ismi ısıtıldıklarında belirli sıcaklıklarda kaynama ve patlama özelliği gösterdiği için “kaynayan taş” anlamında Yunanca, “zeo=kaynamak, lithos=taş” kelimelerinden türetilmiştir. Zeolitler alkali ve toprak alkali metallerin kristal yapıya sahip sulu alümina silikatları olup, çerçeve silikatlar grubundadır. İskelet yapılarındaki Si/Al oranları ve içerdikleri katyon cinsi ve miktarlarındaki bazı farklılıklara rağmen $M_{2/n} O \cdot Al_2O_3 \cdot xSiO_2 \cdot yH_2O$ genel formülü ile ifade edilebilirler (Mumpton ve Fishman, 1977). Ağ şeklinde kristal kafes yapısıyla geniş bir yüzeye sahip olan zeolitler, doğal olarak elde edildiği gibi, diğer kil minerallerinden de sentezlenebilmektedir (Slapajarn ve ark., 2006). Geçtiğimiz 200 yılda yaklaşık 40 kadar doğal zeolit tanımlanmış olup, en yaygınları analcim, kabazit, klinoptilolit, erionit, ferrierit, heulandit, laumontit, mordenit ve fillipsit’dir. Bunlardan en çok çıkarılanlar klinoptilolit ve kabazittir. En yaygın olan sentetik zeolitler ise, Zeolit A, X, Y ve ZMS-5’dir (Virta, 2006).

Zeolitlerin, dünyadaki en büyük üreticisi Çin’ dir. Türkiye ise yıllık 100.000 tonluk zeolit üretimi ile Güney Kore, Japonya ve Ürdün’den sonraki en büyük 5. üretici konumundadır (Anonim, 2012a). Türkiyede çeşitli yerlerde zeolit yatakları bulunmaktadır. Bu yataklardan Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü tarafından zeolit çıkarılmasına izin verilen bölgeler şekil 1.3’te verilmiştir.

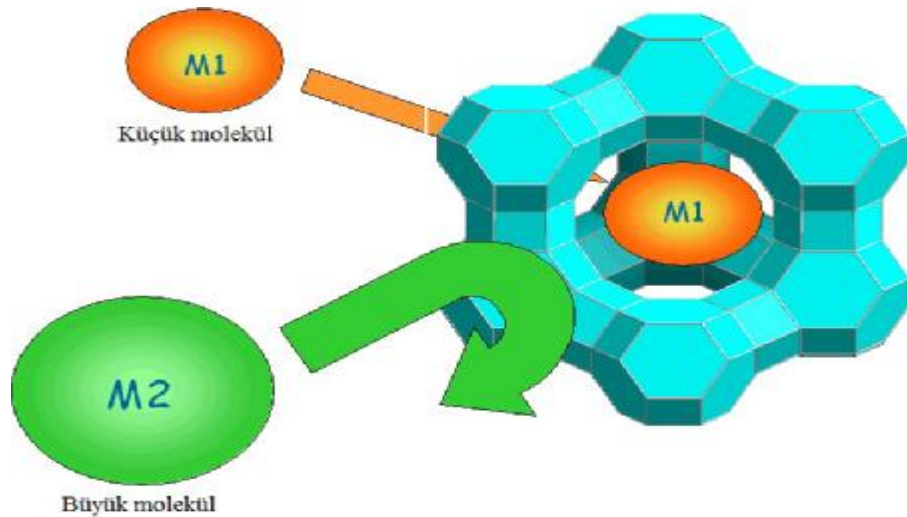


Şekil 1.3. Türkiye’de zeolit çıkarılmasına izin verilen iller (Anonim, 2012b)

Herhangi bir zeolit kristalinin en küçük yapı birimi SiO_4 ve AlO_4 tetraederleridir. Bunların oluşturduğu birincil yapı birimlerinin birleşmesi ile tek ve

çift halkalı ikincil yapı birimleri meydana gelir. Bunların da üç boyutta, farklı şekillerde dizilmesi sonucunda mikro gözeneklere sahip zeolit iskeleti ortaya çıkmaktadır. Bu mikro gözenekler, mikro pencerelerle birleşip bir, iki veya üç boyutlu boşluk sistemlerini veya kanallarını oluşturmaktadır. Oluşan boşluk hacmi, toplam hacmin genellikle %20-50'si arasında değişmektedir. Bu boşluğun yapısı ve genişliğine bağlı olarak zeolitler $Cs^+ > Rb^+ > K^+ > NH_4^+ > Ba^{+2} > Sr^{+2} > Na^+ > Ca^{+2} > Fe^{+2} > Al^{+3} > Mg^{+2} > Li^+$, elementlerini iyonların boyutlarına göre seçici geçirgen olarak alıp verebilmektedirler (Şekil 1.4), (Mumpton ve Fishman, 1977; Mumpton, 1999).

Zeolit minerallerinin önemli özelliklerinden bir diğeri, içindeki boşluklarda su moleküllerinin bulunmasıdır. Bu boşluklarda Na^+ , Ca^{+2} , K^+ iyonları boşluktaki su molekülleri ile çevrilirler ve su molekülleri zayıf bağlar ile hem artı yüklü katyonlara, hem de silikatlara bağlanırlar. Genellikle Ca^{+2} içeren zeolitler, diğerlerinden daha fazla su içerirler. Bu nedenle, şabazit, heulandit ve stilbit adlı zeolit türlerinin içerdiği su moleküllerinin fazlalığı içerdikleri Ca^{+2} düzeyine bağlıdır. Zeolit mineralleri 100-350°C'ye kadar ısıtıldığı zaman, yapısında bulunan su molekülleri, zeolitın genel iskelet yapısında herhangi bir değişiklik yapmaksızın, birçok mineralde görüldüğünün tersine,



Şekil 1.4. Zeolitlerin absorpsiyon özelliğinin temsili şekli (Tekeşoğlu, 2010)

kesikli olarak değil, sürekli olarak yapıdan ayrılırlar. Zeolit mineralleri su moleküllerini muntazam bir şekilde ortama verdikleri gibi, geri de alabilirler. Zeolitten su moleküllerinin uzaklaşması sırasında, katyonlardan bazıları, elektrik yük dengesinin de etkisiyle, dışarıya atılabilmektedirler. Zeolitin yapısında ne kadar az katyon bulunursa, iyon değiştirme kapasitesi de o oranda artar. Tutulan katyonların moleküler boyutları, kanal genişliğini büyük ölçüde etkiler. Ancak, su moleküllerinin ve katyonlardan bazılarının ortama verilmesi, kanallardaki tıkanıklıkların giderilmesini sağlar. Örneğin, elektrik yükünün dengelenmesi için, bir Ca^{++} iyonu, iki Na^+ iyonunun yerini alabilir. Sonuçta, zeolitin kanal genişliği artar. Zeolit Na^+ 'un yerine, daha büyük yarıçaplı K^+ 'u alırsa, kanal genişliği azalmış olur (Mumpton ve Fishman, 1977; Mumpton, 1999)

Kendine has özellikleri nedeniyle zeolitler kirlilik kontrolü (radyoaktif atıklar, atık sular, baca gazları ve petrol sızıntılarının temizlenmesi ile çöp depolama alanlarının kirlilik kontrolünde), enerji sektörü (kömürden enerji elde edilmesi, doğal gazların saflaştırılması, güneş enerjisinden faydalanma ve petrol ürünleri üretiminde), madencilik ve metalurji (maden yataklarının aranmasında ve metalurjik faaliyetlerden ortaya çıkan atık suların arıtımında), tarım ve hayvancılık (gübreleme ve toprak hazırlanması, zirai mücadele, toprak kirliliğinin kontrolü, organik atıkların muamelesi, su kirliliği ve besicilik alanında), kâğıt endüstrisi, inşaat sektörü, sağlık sektörü, deterjan sektörü, meyve ve sebzelerin depolanması, taşınması ve buzlanmanın önlenmesinde kullanılmaktadır (Mumpton ve Fishman, 1977; Mumpton, 1999; DPT, 2001; Anonim, 2011).

Zeolitler iyon değişim filtresi olarak kullanıldığında, kapalı devre yetiştirilicilik sistemindeki suyun amonyak içeriğini %97 oranında azaltabilmektedir. Azot tutma özelliği su sistemlerinin oksijence zenginleşmesine olanak sağlar. Doğrudan havuz yüzeyine uygulanan zeolit, amonyağın azaltılmasında etkili olabilmektedir. Bu şekilde uygulamadan sonra havuz yatağı çamuru geri kazanıldığında zengin bir gübre olarak kullanılabilir. Canlı balıkların nakliyesi sırasında oluşan amonyağı azaltarak litrede taşınan balık miktarının artırılmasına olanak sağlar. Bu uygulamalar için gereken doğal zeolit miktarı, suyun pH değerine,

sıcaklığına, hacmine, balık türüne, stok yoğunluğuna, su kalitesine ve zeolit yatağından akan su oranına bağlıdır (Mumpton ve Fishman, 1977; Mumpton, 1999).

Zeolitlerin ruminant beslenmesinde yararlı etkisi, azotlu bileşiklerin sindirimi esnasında oluşan fazla amonyumu (NH_4^+) tutup daha sonra kontrollü biçimde salınmasıyla ruminantların işkembesindeki mikroorganizmaların, devamlı ve daha kontrollü bir biçimde protein sentezlemesini sağlama şeklinde olmaktadır (Ghaemnia ve ark., 2010; Anonim, 2011). Bunun yanı sıra, zeolitlerin detoksifiye edici özelliğinin olması ve besin maddelerinin sindirim kanalından geçişini yavaşlatarak emilimlerini arttırması, büyüme üzerindeki olumlu etkilerinin nedeni olarak açıklanmaktadır (Eya ve ark., 2008).

Hayvan yetiştiriciliği alanında zeolitler, yoğun olarak sığır, broyler ve domuzların ağırlık kazancı, günlük büyüme oranı, süt ve yumurta verimi ve yumurta ağırlığının arttırılması amacıyla kullanılmıştır. Bunların yanında, mikotoksinlerin etkilerinin elemine edilmesinde, ishal tedavisinde, süt ateşi, amonyak toksitesi, organofosfat toksitesi, ağır metal toksitesi ve radyoaktif elementlerin absorpsiyonu, parazit enfeksiyonlarının önlenmesi, metabolik iskelet deformasyonlarının azaltılması ve gaz kirliliğinin azaltılmasında yararlanılmaktadır (Papaioannou ve ark., 2005). Bu konuda çalışmaların yapılmaya başladığı dönemden itibaren ve özellikle son yıllarda, bitkisel ve hayvansal üretimde verimliliği ve hayvan refahını yükseltmek amacıyla yemlere, altlıklara ve toprağa katkı maddesi olarak ilave edilmiştir (Mumpton, 1999; Bozkurt ve ark., 2001; Kyriakis ve ark., 2002; Basmacıoğlu ve Ergül, 2003; Kaygısız ve ark., 2003; Kaygısız ve Çörekci, 2003; Çelebi ve ark., 2004; Eleroğlu ve Yalçın, 2004; Gezen ve ark., 2004; Örgen ve İnanc, 2004; Katsoulos ve ark., 2005; Polat ve ark. 2005; Yazdani ve Hajilari, 2009; Grabherr ve ark., 2009; Safaeikatouli ve ark., 2011; Mounir ve ark., 2011).

Su ürünleri alanında ise yemlerde performans arttırma amacına ilaveten, su kalitesinin iyileştirilmesi ve bazı ağır metal toksitelerinden korunma amacıyla kullanılmaktadır. Şimdiye kadar tilapia (Yıldırım ve ark., 2009) ve alabalıklarda yapılan besleme çalışmaların çoğunda yeme zeolit ilavesi büyüme performansını olumlu yönde etkilerken (Leonard, 1979; Mumpton, 1999; Obradović ve ark., 2006; Eya ve ark., 2008; Danabaş, 2009; Tekeşoğlu, 2010), bazı çalışmalarda alabalıklarda

(Edsall ve Smith, 1989; Aybal, 2001; Demir ve Aybal, 2004; Yiğit ve Demir, 2011), levrek (Dias ve ark., 1998), tilapia (Töre, 2006), ve sazanlarda (Kanyılmaz ve Tekelioğlu, 2009) her hangi bir etkisinin olmadığı, coho salmonda (Reinitz, 1984) ise büyümenin olumsuz etkilendiği bildirilmiştir. Zeolit ilavesinin alabalıklarda amonyak salınımının azaltılmasına önemli bir etkisinin olmadığı bildirilirken (Edsal ve Smith 1989; Ergün ve ark., 2008; Tekeşoğlu, 2010), tilapiada (Yıldırım ve ark., 2009) salınımın azaldığı sonucuna ulaşılmıştır.

Geniş kullanım alanı bulunan zeolitlerin amonyak absorblama özelliklerinden dolayı alabalık, sazan ve ciklit balıklarının taşınması esnasında ve sucul ortamlardaki amonyak düzeyini düşürmek/kontrol altına almak amacıyla yürütülen çalışmalardan olumlu sonuçlar alınmıştır (Bower ve Turner, 1982; Cooney ve ark., 1999; Singh ve ark., 2004; Sarioglu, 2005; Kaiser ve ark., 2006; Obradović ve ark., 2006; Danabaş, 2009; Öz ve ark., 2010). Benzer şekilde zeolitlerin seçici absorblayıcı özellikleriyle sucul ortamda balıklardaki ağır metal toksitesinin azaltılması çalışmalarında da kullanılmaktadır (Jain, 1999; Tepe ve ark., 2004; Ghiasi ve ark., 2011; Çoğun ve Şahin, 2012).

Ulaşılabilen kaynaklara göre alabalık, tilapia, sazan balıklarında ve karideste çalışmalar yapılmasına rağmen çipura balıklarında zeolit kullanımı ve etkileriyle ilgili hiçbir çalışma yapılmadığı gibi deniz balıkları taşımacılığında amonyak tutumu, zeolit katıklı yemlerle beslemenin besin madde sindirilebilirliği, besin madde kullanımı, atık salınımı, fileto ve karaciğer ağır metal düzeyleri ile kan elektrolitlerine etkisi hiç araştırılmamıştır. Benzer şekilde, diyetel zeolitinin sindirim kanalı morfolojisi ve kan parametreleri üzerine etkileri ile ilgilide son derece kısıtlı bilgi vardır.

Bu nedenle çalışmamızda yeme ve suya farklı oranlarda zeolit ilavesinin;

- Büyüme parametrelerine,
- Besin madde kullanımına,
- Besin madde sindirilebilirliğine,
- Tahmini atık salınımına,
- Toplam amonyak azotu ve toplam azot salınımına,

- Fileto ve karaciğerde demir ve alüminyum düzeylerine,
- Bağırsak histolojisine,
- Canlılık balık taşıma esnasında amonyak tutumuna,
- Balık sağlığı için gösterge olarak bilinen bazı kan parametreleri üzerine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

Böylece zeolitin çipura beslemesinde yem katkısı olarak kullanılabilirliği ile ilgili bilgiler üretilerek, büyüme ve vücut parametrelerinin yanında, araştırma konusu olan çevresel etki, balık sağlığı, refahı, balıkların canlı olarak taşınmaları konularında detaylı bilgiler sağlanacaktır. Elde edilen verilerle dünyada yıllık yaklaşık 144.000 ton, ülkemizde de 33.500 ton'a ulaşan çipura üretimine bilimsel yaklaşımla hem gelecek çalışmalara ışık tutmak hemde yem üreticilerine ve sektör paydaşlarına katkılar sağlanması amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Zeolitlerin balık yetiştiriciliğinde kullanımı ile ilgili çalışma sayısı son derece sınırlıdır. Dolayısıyla, burada diğer hayvanlarda yapılan çalışmalara ve zeolit kullanımına dair bilgilere de yer verilerek, konunun önemi, mevcut bilgi düzeyi ve bilgi eksiliği bulunan noktalara dikkat çekecek bir çerçeve çizilmeye çalışılacaktır.

2.1. Zeolitlerin Su Ürünleri Alanı Dışındaki Hayvanlarda Kullanımları

Mumpton (1999)'un bildirdiğine göre, %10 klinoptilolit ve mordenit katkı yemlerle beslenen, tavuk ve domuzlar, kontrol gruplarına göre daha hızlı bir büyüme göstermiştir. %5 klinoptilolit ilave edilmiş yemlerle beslenen genç ve olgun domuzlar normal yemle beslenenlere göre %16 daha fazla ağırlık kazanmıştır.

Kyriakis ve ark. (2002), domuz yemine %2 oranında zeolit ilave ederek yaptıkları çalışmada, domuzların önemli derecede daha iyi büyüdüğünü bildirmiştir. K^+ , Na^+ , Ca^{+2} , fosfor, toplam protein, albumin, toplam bilirubin, hemoglobin, hematokrit ve lökosit düzeylerinde deneme boyunca önemli bir farklılık gözlenmemiştir. Tersine, kan üre azotu, kolesterol ve aspartat aminotransferaz (AST) düzeyleri ilk ölçüm dönemini takip eden tüm dönemlerde önemli derecede düşmüştür. İkinci ve üçüncü ölçüm dönemlerinde kan glikoz düzeyi önemli derecede yüksek bulunmuştur.

Kaygısız ve Çörekci (2003)'nin etlik piliçlerde yaptıkları çalışmada, altlık materyali olarak talaşın kullanıldığı kontrol grubu 4 kg/m²'lik zeolit ilavesiyle hazırlanan altlığın tekrarlı olarak kullanıldığı deneme grubu ile karşılaştırılmıştır. Çalışmada birinci ve ikinci üretim dönemlerinde zeolit katkı altlığın tekrar kullanılmasının etlik piliç performansı açısından olumsuz bir etki yaratmadığı, talaş altlık kullanımına göre daha fazla ek gelir sağladığı belirtilmiştir. Uygulamanın aynı altlığın üst üste kaç kez kullanılabileceğinin ve altlıkta en ekonomik düzeyde bulunması gereken zeolit miktarının saptanabileceği tarzda denenmesinin işletme ekonomisi açısından yararlı olacağı kanısına varılmıştır.

Etlik piliç kümeslerin taban altlığı olarak kullanılan karışımdaki planya talaşına sırasıyla %0 (kontrol), %25, %50 ve %75 oranlarında doğal zeolit katarak piliçlerde besi performansı ile bazı taban parametreleri (nem ve kokuşma) üzerine etkileri inceleyen Eleroğlu ve Yalçın (2004), taban karışımına %25 zeolit ilavesinin, nem seviyesi, canlı ağırlık ve yemden yararlanma düzeylerine olumlu etkide bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Altı hafta süren çalışmalarında toplam 96 adet 72 haftalık Lohmann-Kahverengi yumurta tipi tavuklarını, iki farklı kalsiyum (%3,5 ve %4,2) içeren yemlere %0, %1 ve %2 oranlarında Zeolit ilavesi ile beslemenin yumurta özellikleri üzerine etkilerini araştıran Gezen ve ark. (2004), klinoptilolit ilavesinin yumurta kabuk kalitesi ile yumurta verimini etkilemeksizin yumurta ağırlığını önemli derecede artırdığını saptamışlardır.

Katsoulos ve ark. (2005), sığır yemlerine uzun dönemli olarak, %1,25 ve %2,5 oranında zeolit (klinoptilolit) ilavesinin etkisini araştırdıkları çalışmalarında zeolit'in hematokrit, hemoglobin ve lökosit değerlerine olumsuz etkisi olmadığını belirlemişlerdir.

Yazdani ve Hajilari (2009), 27 adet ortalama 250 kg ağırlığındaki melez danaların yemine %0, %2,5 ve %5 oranlarında zeolit ilave ederek 210 gün boyunca beslemişlerdir. Çalışmada %2,5 ve %5 oranında katkı yemlerle beslenen danaların yem tüketim oranlarında farklılık belirlenmezken ($P>0,05$), günlük büyüme oranları sırasıyla 0,980, 1,200 ve 1,315 olarak tespit edilmiş, farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Deneme sonunda en iyi karkas ağırlığı %5 katkı yemle beslenen grupta görülürken (341,84 kg), kontrol grubu (328 kg), %2,5 katkıyla beslenen gruptan (316 kg) daha yüksek bulunmuş olup farklılık istatistiksel olarak önemli ($P<0,05$) olarak değerlendirilmiştir.

Yazdani ve ark. (2009), 250 kg ağırlığındaki et sığırlarını %0, %2,5 ve %5 oranlarında klinoptilolit ilaveli yemlerle 210 gün boyunca beslemişlerdir. Baştan sona gruplar arasında vücut sıcaklığı, solunum oranları ve beslenme süresi benzer bulunmuştur. Kontrol grubunda ruminasyon süresi zeolit katkısıyla beslenenlere göre önemli derecede kısa bulunmuştur. Kanda toplam protein, hemoglobin, hematokrit ve glikoz düzeylerinde bir farklılık görülmemiştir.

Grabherr ve ark. (2009), holstain sığırlarının rasyonlarına 0, 10, 20 g/kg zeolit A ekleyerek 3 hafta boyunca besleme çalışması yürütmüşlerdir. Araştırmacılar çalışmalarında zeolit A'nın rumende kuru madde sindirilebilirliğini ve organik madde fermentasyonunu düşürdüğünü, pH ve yağ asidi miktarı ile dışkıda kuru madde, organik madde, kalsiyum ve magnezyum sindirimini etkilemediğini bildirmişlerdir. Zeolit ilave edilen grupta rumen fosfor düzeyinde negatif bir ilişki gözlenirken, dışkı fosfor düzeyi zeolit düzeyine bağlı olarak artmıştır. Serum fosfor düzeyleri zeolit ilave edilen gruplarda azalmış, alüminyum düzeyi ise artmıştır.

Ghaemnia ve ark. (2010), arap kuzularının rasyonlarına %0, %3, %6 ve %9 oranında zeolit ekleyerek yürüttükleri çalışmalarında, kan analizlerine göre zeolit glikoz düzeyini etkilemediğini ($P>0,05$), zeolit düzeyi arttıkça glikozun düşme eğilimi gösterdiğini, kan üre azotunun önemli derecede azaldığını ($P<0,05$) bildirmişlerdir. Ayrıca, zeolit ilavesinde kuzuların kuru madde alımında artış eğilimi, zeolit düzeyi artışıyla birlikte kuru madde sindirilebilirliğinde azalma eğilimi olduğunu ve %9 zeolit ilavesinin kuru madde sindirilebilirliğini kontrole göre önemli derecede ($P<0,05$) düşürdüğünü bildirmişlerdir.

Eleroğlu ve ark. (2011), tarafından broyler yemlerine %0, %1, %3 ve %5 oranlarında zeolit ilave edilerek 42 gün boyunca yürütülen bir çalışmada, kanda glikoz, kolesterol, ürik asit, toplam protein, kalsiyum, fosfor, sodyum, potasyum ve klorin düzeylerinin etkilenmediği bildirilmiştir. Ayrıca zeolit ilavesinin tibia kemiği yapısı ile büyüme verilerini etkilemediği rapor edilmiştir. Dolayısıyla %5 zeolit ilavesinin olumsuz etkisinin olmaması dolayısıyla rasyona ilave edilmesi tavsiye edilmiştir.

Abaş ve ark. (2011), organik asit (OA) ve zeolit (ZE) yalnız ve birlikte düşük ve yeterli düzeyde fosfor (P) içeren mikrobiyal fitaz katkılı rasyonlara ilavesinin broyler performansı, bazı serum parametreleri ve ileum pH değeri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada 480 adet günlük broyler civcivleri eşit olarak sekiz gruba bölünmüş, 600 FTU fitaz enzimi içeren bazal rasyon başlangıç ve büyütme dönemleri için ayrı olarak hazırlanmıştır. Deneme grupları düşük P [(%0,39 P; bazal rasyon (B), B+OA, B+ZE ve B+OA+ZE)] ve yeterli P [(%0,70 P; bazal rasyon (B), B+OA, B+ZE ve B+OA+ZE)] düzeyi ile beslenen iki ana gruba ayrılmıştır. Düşük-P

grubunun ortalama canlı ağırlığı yeterli-P grubundan önemli derecede düşük bulunmuştur. Ayrıca ZE ve OA+ZE ilavesi canlı ağırlıkta artışa neden olmuştur. Çalışmanın 0-21. günleri arasında ZE ve OA+ZE ilavesi yem tüketimini önemli derecede azaltmış ve rasyonun P düzeyi ile OA+ZE ilavesine bağlı olarak yemden yararlanma oranı iyileşmiştir. Denemenin 21. gününde rasyonun P düzeyindeki azalmaya bağlı olarak serum P düzeyi artmış, 42. gündeki ALP konsantrasyonu ise OA+ZE ilavesi yapılan grupta önemli derecede düşük bulunmuştur. OA grubunun ileum pH değerinin 42. günde diğer gruplardan daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Sonuçlar, düşük ve yeterli düzeyde P içeren mikrobiyal fitaz katkılı rasyonlara ZE ve OA+ZE kombinasyonu ilavesinin performans üzerine olumlu etki yarattığını göstermiştir.

Safaeikatouli ve ark. (2011), bir günlük broyler rasyonlarına 0 g/kg kaolin ve zeolit (kontrol), 15 g/kg kaolin, 30 g/kg kaolin, 15 g/kg zeolit ve 30 g/kg zeolit ilave ederek 42 gün boyunca besleme çalışması yapmışlardır. Çalışma sonunda yapılan kan analizlerinde 15, 30 g/kg kaolin ve 30 g/kg zeolit, toplam kan proteinini önemli düzeyde arttırmıştır ($P<0,05$). 15 g/kg kaolin ve 30 g/kg zeolit albümin ve albümin/globülin düzeyini önemli düzeyde arttırtırken ($P<0,05$), 30 g/kg zeolit toplam bilirubin düzeyini, 30 g/kg, zeolit ve kaolin büyüme hormonunu önemli derecede ($P<0,05$) arttırmıştır. Ayrıca kontrole ve kaolin 30 g/kg uygulamasına göre zeolit 30, aspartat aminotransferaz düzeyini, kontrole göre kaolin 15 g/kg glikoz düzeyini önemli derecede ($P<0,05$) düşürmüştür. Muameleler TSH, T4, kolesterol, VLDL, HDL, üre, kreatin, globulin, ALP, kreatin kinaz, ALT, gamaglutamintransferaz ve laktatdehidrogenaz düzeylerini etkilememiştir. Araştırmacılar, broyler sağlığına olumsuz etkisini gözlemedikleri için yemlere zeolit ve kaolin ilavesi yapılmasını önermiştir.

Mounir ve ark. (2011), Tunus Holstain sığırlarının yemlerine 100 ve 200 g zeolit ilave ederek 5 hafta boyunca sürdürdükleri çalışmada, zeolit ilave edilen gruplarda kontrol grubuna göre süt proteini, laktoz ve yağ olmayan katıların miktarlarının önemli derecede arttığını ($P<0,05$) bildirmişlerdir. Araştırmacılar süt yağı ve toplam katı miktarında ise bir farklılığın olmadığını bildirmişlerdir.

2.2. Zeolitlerin Su Kalitesi İyileştirme ve Su Ürünleri Alanında Kullanımları

Zeolitin balık besleme alanında kullanımı üzerine ilk çalışma alabalıklarda (*Oncorhynchus mykiss*) Leonard (1979), tarafından yürütülmüştür. Buna göre 64 gün boyunca %2 klinoptilolit ilave edilerek yapılan çalışmada, kontrole göre herhangi bir hastalık etkisi olmadan %10 daha fazla ağırlık artışı elde edilmiştir.

Reinitz (1984), ortalama 18,8 g başlangıç ağırlığına sahip gökkuşağı alabalıklarını %29 ile %38,5 düzeyinde protein içeren yeme %5, %10, %15 oranında sodyum bentonit ilave edilerek oluşturduğu diyetle 196 gün süresince beslemiştir. Deneme sonunda yeme ilave edilen sodyum bentonitin büyümeyi önemli oranda düşürdüğü ($P<0,05$) ve yem dönüşüm oranını yükselttiği ($P<0,05$) bildirilmiştir. Ayrıca düşük protein ve %15 sodyum bentonit eklenmiş yemlerle beslenen balıkların böbrek kanal epitel hücrelerinde şişme, sitoplazmik dejenerasyon ile birlikte genişleme ve bazı kanallarının boşluklarında renal birikim görülmüştür.

Edsal ve Smith (1989), coho salmon yemlerine %0, %5 ve %10 oranında klinoptilolit ilave ederek yaptıkları beslemede çalışmasının 23. gününde saat 6'dan 23'e kadar saatlik olarak ölçtükleri toplam amonyum azotu salınımlarında, gruplar arası farklılık olmadığını, klinoptilolit 30 günlük besleme sonunda büyümeye istatistiksel olarak önemli bir etkide bulunmadığını bildirmişlerdir.

Dias ve ark. (1998), %0,35 tuzluluk ve 18°C'de başlangıç ağırlığı 7 g olan Avrupa levreği (*Dicentrarchus labrax*) yavrularının yemlerine dolgu maddesi olarak %10 ve %20 selüloz, silikat ve zeolit ilave ederek 60 günlük bir deneme yürütmüşlerdir. Deneme sonunda kullanılan katkı maddelerinin büyüme performansına, protein sindirilebilirliğine ve yemden yararlanma oranına önemli bir etkisinin bulunmadığını bildirmişlerdir. Fakat %20 dolgu maddesi ilave edilerek beslenen gruplarda dışkı atımı ve besin geçiş süresinin kontrol grubuna göre daha uzun sürede gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Jain (1999), yalancı yayın balıklarında (*Heteropneustes fossilis*) kurşun nitrat toksitesine karşı zeolitin koruyucu etkisini belirlemek için 35 gün boyunca 60 mg/L ile 120 gün 20 mg/L düzeyinde kurşun nitrat uygulamalarını, 50 mg/L düzeyinde zeolit ilaveli ve ilavesiz olarak karşılaştırmışlardır. Sadece kurşun nitrat ilave edilen

muamelelerde balıkların büyüme, karaciğerlerindeki çözünabilir protein, glikojen ve RNA içeriğinde azalma, buna karşın kolesterol seviyesinde artış tespit edilmiştir. Zeolit ilave edilen grupta ise bulguların hiçbir toksik etken içemeyen kontrol grubuna daha yakın olduğu tespit edilmiştir.

Emadi ve ark. (2001), tarafından 10 µg/L zeolit (klinoptilolit) ve 10 µg/L aktif karbonunun 0, 10, 20 ve 30 ppt tuzlulukta 24 saat boyunca toplam amonyak azotunu absorbe etme kapasiteleri araştırılmıştır. Denemede 3 litrelik 12 akvaryuma klinoptilolit ile son konsantrasyon 1 mg/L, 3 mg/L ve 5 mg/L olacak şekilde amonyak azotu eklenmiş, 4 saat örnekleme sıklığıyla toplam amonyak azotunun zamana ve tuzluluğa göre değişimi araştırılmıştır. Denemede materyallerin verimliliklerinin zamanla azaldığı ve en yüksek absorpsiyonun 4. saatte gerçekleştiği görülmüştür. Her iki materyalin ortamdan amonyak tutmaya sekizinci saate kadar devam ettiği ve bu saatten sonra absorpsiyon yapmadığı buna karşın aktif karbonun az da olsa absorpsiyona devam ettiği bildirilmiştir. İstatistiksel olarak sekizinci saatten sonra zeolit ve aktif karbonun amonyak absorblamaları arasındaki farklılığın önemli olmadığı bildirilmiştir ($P>0,05$). Absorpsiyonun sekizinci saatten sonra durmasının sebebinin her iki maddenin de ortamdaki iyonları bağlayarak belli bir doygunluğa ulaşmasına bağlanmıştır. Yüksek tuzluluk seviyelerinde her iki maddenin de etkinliklerinde azalma görüldüğü saptanmış, yüksek tuzluluklarda aktif karbonun, 10 ppt değerlere kadar tuzlulukta ise zeolit'in etkili olacağı bildirilmiştir. Zeolit'in aktif karbona göre ucuz olması, kolay bulunması ve yenilenebilir olması nedeniyle daha çok tercih edileceği sonucuna varılmıştır.

Aybal (2001) tarafından 139-140 g ağırlığındaki alabalık yemlerine %1, %2, %3, %4, %5 ve %6 oranında klinoptilolit ilave edilerek yapılan 60 günlük bir besleme denemesi yürütülmüştür. Balıklar deneme sonunda 296-320 g ağırlığa ulaşmışlar, grupların canlı ağırlık artışları, ortalama boyca büyümeleri ve yem dönüşüm oranları arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Yapılan kan analizlerinde serum alkalın fosfataz (ALT) düzeyleri arasındaki fark önemsiz, aspartat aminotransferaz (AST) ve alkalın fosfataz (ALP) aktiviteleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ($P<0,05$).

Basmacıoğlu ve Ergül (2003), depolama sırasında oluşan aflatoksin B1 ve zeralenon mikotoksinlerinin yeme katılan zeolitler tarafından kontrol altına alınabileceğini bildirmiştir.

Miladinovic ve ark. (2004), birbirine üstün çapraz bağlarla bağlanmış polivinilstren bir materyal olan ve makronet olarak bilinen MN 500, Mg ZZ ve Zecer 56 modifiye zeolitleriyle ZZ doğal zeoliti 5-150 mg/L amonyak içeren tuzlu sudan amonyak giderimi amacıyla kullanmışlardır. Denemede en yüksek amonyak uzaklaştırma kapasitesi MN 500 için 5 mg/L konsantrasyonda %13,93, ZZ için 150 mg/L konsantrasyonda %20,5, Mg. ZZ için 90 mg/L konsantrasyonda %15,93, Zecer 56 için 5 mg/L konsantrasyonda %24,1 olarak tespit etmişlerdir. Araştırmacılar, etkinliklerinin (iyon çekiciliği ve doygunluğa ulaşma süreleri) çıkarıldıkları bölgelere göre değişebilecek olması ile ortamda bulunan kalsiyum, magnezyum ve potasyumun zeolitlerin iyon değişim kapasitelerini kısıtlayacak olmasına rağmen, zeolitlerin deniz suyunda iyon değişiminde kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Fachini ve ark. (2004), zeolit bazlı zestec-56 adlı preparatla 0,025 ve 0,05, 0,1 ve 1,0 g/L düzeylerinde muamele edilen suda, *Emiliania huxleyi* adlı deniz alginin büyümesi ve ürün miktarını araştırmışlardır. Çalışma sonunda 0,025 ve 0,050 g/L oranında Zestec 56 içeren gruplarda büyüme ve ürün verimliliği açısından kontrole göre herhangi bir farklılık bulunmamıştır. Diğer yandan 0,10 g/L Zestec 56 içeren grupta büyüme ve ürün daha düşük bulunmuştur. En yüksek zeolitle muamele edilen suyun kültür ortamı olarak kullanıldığı grupta ise ürün artışı ve büyüme kontrole kıyasla önemli derecede fazla ($P<0,05$) olmuştur.

Tepe ve ark. (2004), 35 günlük bir denemeyle sazan balıklarının bulunduğu suya 60 mg/L kurşun ($Pb(NO_3)_2$), 60 mg/L kurşun + 50 mg/L klinoptilolit, 50 mg/L klinoptilolit ve 0 mg/L Kurşun + 0 mg/L klinoptilolit ilavesinin etkisi araştırmışlardır. Çalışma sonunda balıkların karaciğerlerindeki çözünebilir protein ve RNA içeriğinin azaldığı, kan parametre değerlerindeki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$). Deneme sonunda LDH ve kolesterol, kurşun eklenen grupta en yüksek (sırasıyla 1751,5 ve 239,0 mg/dL), klinoptilolit eklenen grupta en düşük (sırasıyla 1475,0 171,5 mg/dL) düzeylerde bulunmuştur. Ayrıca, klinoptilolit sazan balıklarının bulunduğu su ortamına uygulanmasıyla

kurşun birikiminde ve toksik etkilerinde azalma olduğu ve uygulamanın herhangi bir olumsuz etkiye neden olmadığı bildirilmiştir.

Nieves ve ark. (2005), *Tetraselmis suecica* ve *Dunaliella tertiolecta*'nın üssel büyüme dönemini takip eden yavaş büyüme döneminde kültür ortamına 0, 5, 10 ve 20 mg/L zeolitten üretilmiş Zestec 56, Zesep 56 ve Zeven 06 ilave etmişlerdir. Deneme sonunda kontrole göre bütün konsantrasyonlar önemli oranda daha yüksek *T. suecica* ve sadece 20 mg/L Zestec 56 ve Zeven 06 önemli oranda daha yüksek *D. tertiolecta* bolluğu sağlamıştır. Bütün durumlarda toplam hasatta kül dışı canlı kütle kontrolle aynı bulunmuş, yavaş büyüme döneminde bu materyalleri kullanmanın canlı kütle üretiminde avantajının olmadığı bildirilmiştir.

Kaiser ve ark. (2006), *Haplochromis obliquens*'lerin 48 saatlik nakli esnasında karanfil yağı ve zeolit kullanarak oluşturduğu farklı kombinasyonlarda, TAN miktarını kontrol grubunda 0,54 mg/L, 20 g/L zeolit kullanılan grupta 0,15 mg/L olarak bulmuştur. Zeolit ilavesinin TAN miktarını %82'ye varan oranlarda düşürdüğünü bildirmiştir.

Singh ve ark. (2004), Hindistan sazanlarının (*Catla catla*, *Labeo rohita*, *Cirrhinus mrigala*) kapalı torbalarda 48 saatlik bir taşıma denemesinde 7 g/L zeolit, 0,01 M trisbuffer, 250-500 mg/L Oxiflow ve 0,09 mL 2-fenoksietanol'ün %100 yaşama oranı sağladığını ve 7 g/L zeolit uygulamasının amonyak miktarını kontrole göre %80,9 düşürdüğünü saptamışlardır.

Obradović ve ark. (2006), alabalık yemine %1 oranında zeolit ve havuz suyuna 60 kg zeolit ilavesiyle 150 gün boyunca çalışma yürütmüştür. Araştırmacılar çalışma sonunda yeme ilave edilen zeolitın kontrole göre ağırlıkta %18,04, boy uzunluğunda %12 ve günlük yem tüketiminde %3,12'lük artışa neden olduğunu ve bu farklılıkların önemli olduğunu bulmuşlardır ($P<0,05$). Aynı mumale yem dönüşüm oranını 1,91'den 1,65'e ve protein etkinliğini 0,88'den 0,75'e düşürmüştür. Suyu katılan zeolit ise suyun sertliğini, amonyak ve nitrat düzeyini çok az değiştirmiştir.

Töre (2006) tarafından %10 ve %20 oranlarında yeme katılan nişasta ve klinoptilolitin, tilapianın bazı büyüme parametreleri ve vücut kompozisyonuna etkileri araştırılmıştır. Araştırma sonunda, büyüme ve yemden yararlanma kriterleri

bakımından gruplar arasında istatistiksel bir fark tespit edilmemiştir. Bununla birlikte, zeolit katkılı grupların diğerlerinden rakamsal olarak daha yüksek canlı ağırlığa sahip oldukları gözlenmiştir. Kolesterol, kan üre azotu ve LDH, zeolit gruplarında nişastalı gruplara kıyasla daha yüksek, glikoz ve trigliserit, zeolitli gruplarda nisastalı gruplardan daha düşük bulunmuştur. Bu verilere göre, zeolitın şeker türevlerini tuttuğu, yağ türevlerini tutmadığı düşünülmüş ve daha az oranlarda zeolit ilave edilmesi önerilmiştir.

Ergün ve ark. (2008)'nın alabalık yemlerine %0, %0,5, %1 ve %2,5 oranında zeolit ilave ederek yaptıkları kısa süreli bir besleme denemesinde, yemlemenin kesilmesinden sonraki 6 saatlik sürede yeme %2,5 oranındaki zeolit ilavesinin toplam amonyak azotu salınımını %24 oranında azalttığı, fakat farklılığın istatistiksel olarak önemli olmadığını belirlemişlerdir.

Eya ve ark. (2008), ortalama ağırlığı 104,2 g olan gökkuşağı alabalıklarını %2,5, %5 ve %10 oranlarında bentonit ve mordenit ilaveli yemlerle 90 gün boyunca beslemişlerdir. Araştırmacılar, kontrole kıyasla %5 bentonit içeren yemle beslenen balıkların %39 ve %2,5 modernit içeren yemle beslenenlerin ise %20 daha fazla büyüdüğünü bildirmişlerdir. Benzer şekilde %5'lik bentonit katkısının spesifik büyümeyi %28, %2,5 modernit katkısının ise %6 arttırdığını bildirmişlerdir.

Kanyılmaz ve Tekelioğlu (2008), zeolitın sazan balıklarında glikoz ve kan üre azotu düzeyini azalttığını ($P<0,05$), hemoglobin düzeyini arttırdığını ($P<0,05$), lökosit ve kolesterol düzeylerini etkilemediğini rapor etmişlerdir. Ayrıca, zeolitın sazan balıklarında bağırsak yüzey alanı ve sindirim kanalı uzunluğu üzerine bir etkisinin olmadığı ($P>0,05$) bildirilmiştir.

Kanyılmaz ve Tekelioğlu (2009), sazan yemlerine farklı oranlarda zeolit (klinoptilolit) katkısının büyüme ve vücut kompozisyonu üzerine etkilerini incelemişlerdir. Deneme sonunda zeolitın canlı ağırlık artışı, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı, spesifik büyüme oranı, protein etkinlik oranı, viserosomatik indeks, karkas randımanı, kondisyon faktörü üzerine etkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır ($P>0,05$). Benzer şekilde, tüm vücutta yapılan protein, kuru madde, yağ ve kül analizlerindeki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0,05$).

Eğrikılıç (2009), tarafından %2 klinoptilolitli yemin farklı kurgularla verildiği tilapia (*Oreochromis niloticus*) balıklarında, deneysel *Aeromonas hydrophila* enjeksiyonuyla yapay enfeksiyon oluşturularak bir çalışma gerçekleştirmiştir. Araştırmacı çalışmalarında, klinoptilolit kan parametrelerinde bir değişime neden olmadığını, özellikle ilk deneme grubunda enjeksiyon öncesi 60 gün boyunca %2'lik klinoptilolit katkılı yemle beslemenin enfeksiyona karşı herhangi bir koruma sağlamadığını rapor etmişlerdir. Ayrıca, %2'lik klinoptilolit katkısının *A. hydrophila* enfeksiyonuna karşı tedavi amacıyla kullanılamayacağı bildirilmiştir.

Yıldırım ve ark. (2009), tilapia (*Tilapia zilli*) yemine %0, %1 ve %2 oranında zeolit ilave edilerek yaptıkları çalışmada, zeolitin büyüme üzerine pozitif etkisini gözlemiş ve zeolit düzeyi arttıkça spesifik büyüme oranları ve protein etkinlik oranı artmış, fakat farklılığı istatistiksel olarak önemli bulmamışlardır. Aynı denemede sudaki toplam amonyak azotu, kontrol, %1 ve %2 oranında zeolit ilave edilen gruplarda sırasıyla 0,39, 0,34 ve 0,36 mg/L olarak tespit edilmiş, zeolit ilavesinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$).

Danabaş (2009), yavru alabalıkların yemlerine %0, %1, %2 ve %3 oranında klinoptilolit katkısının canlı ağırlık, total boy, günlük canlı ağırlık artışı, spesifik büyüme oranı, yaşama oranı, ham protein, kuru madde ve ham kül değerlerini arttırdığını ($P<0,05$) tespit etmiştir. Çalışmada yem dönüşüm oranı ile viserosomatik indekste kontrole göre azalma ($P<0,05$) gözlenirken kondisyon faktörü, hepatosomatik indeks, gonadosomatik indeks ve vücut lipid değerlerinin etkilenmediğini bildirmiştir ($P>0,05$). Elde edilen sonuçlara göre, yavru gökkuşağı alabalığı yemlerine %1 oranında klinoptilolit eklenmesinin faydalı olacağı yargısına varmıştır.

Aldık (2010), tarafından tilapia (*Oreochromis niloticus*) yemlerine %2 oranında eklenen zeolitin *Aeromonas hydrophila* enjeksiyonuna karşı, balık bireylerinin doku ve organlarındaki koruyucu etkisi araştırılmıştır. Denemede 36 adet balığa intraperitonel olarak 1.9×10^6 CFU/mL *A. hydrophila* verilmiştir. Enjeksiyonun ardından balıklar 21 gün süre ile gözlenmiş ve 7, 14. ve 21. günlerde balıklardan alınan solungaç, böbrek ve karaciğer dokularında bakteriden kaynaklanan iç organ hasarları değerlendirilmiştir. Zeolit katkılı beslemede bazı hasarların daha az olduğu

gözlenirken, bazılarında oldukça yüksek doku hasarı olduğu belirlenmiştir. Yapılan makroskopik gözlemlerde, zeolit takviyesi alan balık gruplarında herhangi bir dış görünüm bozulması olmadığı gözlenmiştir. Ayrıca zeolitle beslenen gruplarda renk düzeninde olumlu değişiklikler belirlenmiş, stresin yarattığı koyulaşmaya rastlanmamıştır. Kontrol grupları ile karşılaştırıldığında, zeolitin makroskopik incelemede bakterilerin oluşturduğu patolojileri geciktirdiği, ancak mikroskopik incelemede doku hasarlarına karşı herhangi bir etki göstermediği gözlenmiştir. Tilapia balıklarında yeme zeolit ilavesi enfeksiyon sonucu oluşan ölümlerde ve bu sırada oluşan patolojilerde gecikme sağladığı gözlemlenmiştir. Ancak yapılan histopatolojik incelemelerde zeolit'in doku hasarları üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Bu nedenle yeme katılan zeolitin hastalıklarla mücadelede üreticiye zaman kazandırmaya yönelik bir kullanıma sahip olabileceği bildirilmiştir.

Öz ve ark. (2010), yavru alabalıkların ($5,5 \pm 0,01$ g) polietilen torbalarla taşınması esnasında iki farklı düzeyde Zeolit (klinoptilolit) ilavesinin (7 ve 14 g/L) amonyum tutumu üzerine etkisini incelemişlerdir. Araştırmada kontrol grubunda amonyum miktarı 3,427 mg/L olarak bulunurken, 7 g/L zeolit grubunda 2,812 mg/L, 14 g/L grubunda ise 2,737 mg/L olarak tespit edilmiş, klinoptilolitli grupların kontrol grubuna göre amonyum tutma oranının istatistiksel açıdan önemli ($P < 0,05$) olduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar uygulanan zeolit katkı miktarları arasında istatistiki bir fark gözlenmemesinden ($P > 0,05$) dolayı 7 g/L zeolit ilavesinin yeterli olacağını bildirmişlerdir.

Tekeşoğlu (2010), gökkuşağı alabalığı yavrularında %45 protein ve %15 yağlı yeme %0 (kontrol), %0,5 (Z05), %1 zeolit (Z1), %2,5 (Z25) zeolit, iki kat mineral + %1 zeolit (ZM1) ve iki kat mineral + %2,5 zeolit (ZM25) ilavesiyle 75 günlük bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışma sonunda, gruplar arasındaki en iyi ağırlık artışının 73,13 g ile Z05 grubunda ve en düşük 54,40 g ile Z25 grubunda ($P < 0,05$) olduğu bildirilmiştir. Z25 grubu dışındaki tüm gruplarda, deneme sonu vücut ağırlığı, ağırlık kazanımı, spesifik büyüme oranı, yem alımı, yem dönüşüm oranı ve protein etkinlik oranı değerlerinde istatistiksel yönden fark görülmediği bildirilmiştir ($P > 0,05$). Bir diğer denemede ise Z25 dışındaki gruplar kendi aralarında veya kontrol grubu ile karşılaştırıldığında kolesterol, trigliserit, DHL, LDL ve VLDL bakımından

herhangi bir fark gözlenmediği bildirilmiştir ($P>0,05$). Ancak, Z25 grubunun trigliserid ve VLDL değerleri diğer gruplardan daha düşük çıkmıştır ($P<0,05$). Z25 grubunun yem değerlendirmesinin en düşük olması ve buna paralel olarak en düşük trigliserid ve VLDL değerlerine sahip olması dolayısıyla, zeolitin yüksek oranlarda uygulanmasının balık kanında olumsuz etki gösterebileceği ileri sürülmüştür.

Danabaş ve Altun (2011), 20,90 g ve 12,83 cm boyundaki alabalıkların suyuna 0 1, 2 ve 3 g/L oranlarında klinoptilolit ilave ederek 100 günlük bir çalışma yürütmüşlerdir. Deneme sonunda balıkların büyüme parametreleri ve suyun amonyum, nitrit, nitrat düzeyleri arasında istatistiksel bir fark olmadığını bildirilmişlerdir ($P>0,05$).

Ghiasi ve ark. (2011), sazan balıklarının bulunduğu suya düşük dozda 30 µg/L kadmiyum ve 30 µg/L kadmiyum+10 mg/L zeolit ilave ederek 30 günlük bir çalışma yürütmüşlerdir. Araştırmacılar 30 gün sonunda dokularda biriken kadmiyum düzeyinin zeolit ilave edilerek önemli dercede düşürülebileceğini bildirmiştir.

Yiğit ve Demir (2011), ortalama canlı ağırlığı 5,72 g olan gökkuşağı alabalığı yavrularının yemlerine %0,5, %1, %1,5, %2, %2,5 ve %3 oranında klinoptilolit ilavesinin büyüme ve yem değerlendirme oranı üzerine etkilerini incelemişlerdir. Deneme sonunda grupların ağırlık kazancı, yem değerlendirme oranı ve spesifik büyüme oranı arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$).

Çoğun ve Şahin (2012), zeolitin Nil tilapiasının (*Oreochromis niloticus*) kas, karaciğer, solungaç ve böbrek dokularında kurşun birikimi üzerine etkilerini incelenmiştir. Çalışmada balıklar 0,1 mg/L Pb, 0,1 mg/L Pb+0,1 g/L zeolit, 0,1 mg/L Pb + 0,2 g/L zeolit ve 1.0 mg/L Pb, 1,0 mg/L Pb + 0,1 g/L zeolit ve 1.0 mg/L Pb + 0,2 g/L zeolit konsantrasyonundaki karışımının etkisine 10, 20 ve 30 gün sürelerle maruz bırakılarak doku ve organlardaki kurşun birikimi incelenmiştir. Çalışılan dokularda kurşun birikimi konsantrasyon ve maruz bırakma sürenin uzamasıyla artmıştır. Tüm dokularda kurşun birikimi 10, 20 ve 30 günlerde 0,1 ve 1,0 mg/L kurşun konsantrasyonlarında istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır. En yüksek kurşun birikimi böbrek dokusunda olmuş, bunu solungaç, karaciğer ve kas dokusu izlemiştir. Etkide kalınan tüm sürelerde *O. niloticus*'un dokularında kurşun

birikimi zeolit varlığında azalmıştır. Denenen tüm karışımlarda (kurşun+zeolit) zeolit *O. niloticus*'un böbrek ve karaciğer dokularında kurşun birikimini önemli ölçüde azaltmıştır.

3. MATERYAL VE METOD

Tez çalışması kapsamında I. ve II. deneme Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Akdeniz Su Ürünleri Araştırma, Üretim ve Eğitim Enstitüsü Müdürlüğü Kepez biriminde kurulan kapalı devre sistemde, III. Deneme Beymelek biriminde yürütülmüştür.

3.1. Materyal

3.1.1. Balık Materyali

Denemede Akdeniz Su Ürünleri Araştırma Üretim ve Eğitim Enstitüsü Müdürlüğü Beymelek kuluçkahanesinde 2010 yılı üretim sezonunun son döneminde üretilen çipuralar kullanılmıştır. Deneme I'de, başlangıç ağırlığı yaklaşık $9,06 \pm 0,04$ g olan 300 adet, Deneme II'de $53,08 \pm 0,61$ g ağırlığında 150 adet, Deneme III'de yaklaşık 2 g'lık balıklardan her tankta toplam ağırlığı $143 \pm 0,71$ g ağırlığında 1080 adet balık kullanılmıştır.

3.1.2. Zeolit Materyali

Denemede kullanılan 100 µm çapındaki klinoptilolit, Manisa ili Gördes bölgesinden yüzey madenciliği yoluyla üretilen zeolitlerdendir. Zeolit materyali İzmir merkezli faaliyet gösteren Gordes Zeolit tarafından sağlanmıştır. Zeolitlerin fiziksel kompozisyonu, Çizelge 3.1'de, kimyasal kompozisyonu, Çizelge 3.2'de, görüntüsü, Şekil 3.1'de verilmiştir. Kullanılan zeolit materyali içindeki büyük partiküllerin alınması için 100 µm göz açıklığındaki elekten geçirilmiştir. Daha sonra zeolitlerin su tutuculuğu, yüksek olması nedeniyle absorbladığı suyun uzaklaştırılması için kurutma dolabında bir gece 65°C'de kurutulmuştur. Kurutulan zeolitler soğutulduktan sonra istenilen miktarlarda tartılarak karışıma hazır hale getirilmiştir.

Çizelge 3.1. Denemede kullanılan klinoptilolit'in fiziksel yapısı (Anonim, 2012c)

Özellik	Durum
Renk	Doğal kayaç; beyaz, bej, badem yeşili
Sertlik (Mohs sertlik ölçeğine göre)	3
Özgül ağırlık	2,1 g/cm ³
Görünür porozite	%35
Su absorpsiyon kapasitesi	%135
Su tutma kapasitesi	%20-50
Yüzey alanı	40.79 m ² /g
Isıl dayanımı	840°C'ye kadar
Klinoptilolit kristal boyutu	5-15 µm
Ortalama gözenek yarıçapı	0,041 µm
NH ₄ iyon değişim kapasitesi	1,7-2,1 meq/g

Çizelge 3.2. Denemede kullanılan klinoptilolit'in kimyasal yapısı (Anonim, 2012c)

Oksit Bileşeni	%
SiO ₂	67,11
Al ₂ O ₃	11,84
Fe ₂ O ₃	1,47
MgO	1,15
CaO	2,18
Na ₂ O	0,38
K ₂ O	3,44
Kızdırma kaybı	12,5



Şekil 3.1. Zeolit materyali

3.1.3. Yem Materyali

Çamlı yem tarafından üretilen 2 mm'lik ticari çipura yemi çekişli değirmende öğütülmüş ve %0-4 arasında zeolit ilave edilmiştir. Hiç zeolit içermeyen kontrol grubuna %4 düzeyinde alfa selüloz ilave edilerek beş deneme grubu oluşturulmuştur. Bu yemlerin selüloz:zeolit düzeyleri şu şekilde olmuştur; 4:0 (Z0, kontrol), 3:1 (Z1), 2:2 (Z2), 1:3 (Z3) ve 0:4 (Z4). Tüm ilaveler yapıldıktan sonra yemler el mikseri ile homojenize edilmiştir. Homojenize edilen karışım distile su ile hamur kıvamına getirilerek 2 mm çapındaki kıyma makinasında peletlenmiş ve 65°C'de kurutulmuştur. Besin madde sindirimiyle ilgili bölümde kullanılacak yemlerde, benzer şekilde hazırlanmış, %0,5 kromik oksit ilave edilerek aynı işlemlere tabi tutulmuştur. Daha sonra yemler buzdolabında 4°C sıcaklıkta bekletilmiş ve kullanılacak yemler haftalık olarak çıkarılmıştır. Deneme gruplarına ait yemlerin besin madde içerikleri Çizelge 3.3'te verilmiştir.

Çizelge 3.3. Denemede kullanılan yemlerin içerikleri (Kuru madde üzerinden, %)

Besin Maddeleri	Deneme grupları				
	Z0	Z1	Z2	Z3	Z4
Kuru Madde	95,03	95,41	95,61	95,17	95,26
Kül	11,47	12,17	13,21	14,08	15,07
Protein	48,10	46,90	47,02	47,60	48,04
Yağ	17,40	17,53	17,14	17,21	17,20
Karbonhidrat	19,03	20,40	20,63	20,11	19,63
Enerji(KJ/g)	21,61	21,62	21,53	21,60	21,63
Demir ve Alüminyum içeriği					
Demir (mg/kg)	388.1	440.59	474.01	527.12	680.66
Alüminyum	136.72	552.7	891.34	1204.5	1655.28

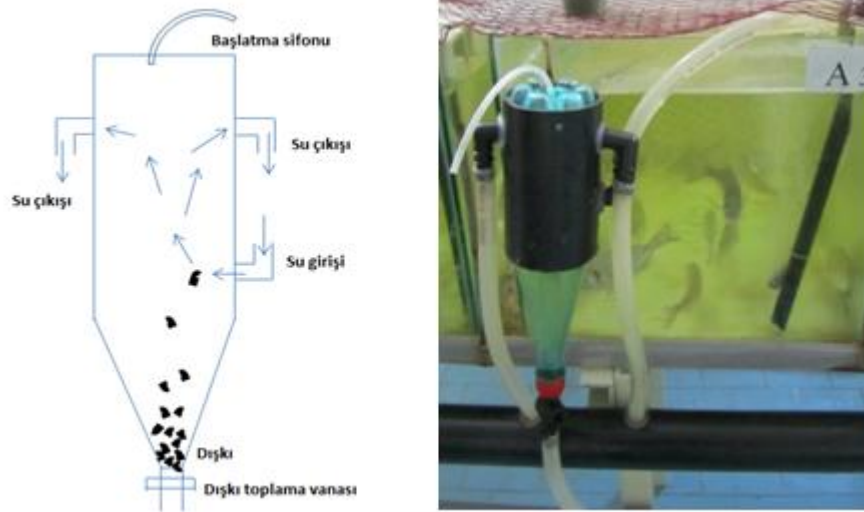
3.2. Metod

3.2.1. Deneme I (Zeolit İlavesinin Balığın Büyümesi Üzerine Etkileri)

Bu deneme yeme ilave edilen farklı oranlardaki zeolit balığın büyüme, yem kullanımı, besin madde sindirimi, besin madde kullanımı, bazı kan parametreleri, balıkta demir ve alüminyum birikimiyle, bağırsak histolojisi üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Deneme, kapalı devre sistemde günlük %10 su değişimi yapılarak yürütülmüştür. Besleme tanklarından çıkan su, öncelikle dışkı tuzağı olarak kullanılan Ke-TUF sisteminden geçirilmiş sonra silindirik çöktürme tanklarına alınarak kaba partiküllerin filtrelmesi sağlanmıştır. Kaba atıkları giderilen su, sırasıyla köpük ayrıştırıcı, biyolojik arıtma ve UV filtreden geçirilerek denge tankına alınmış ve 1 döngü/saat oranla tanklara verilmiştir. Denemede, başlangıç ağırlığı yaklaşık $9,06 \pm 0,04$ g olan çipuralar her birine 25'şer adet olmak üzere, 15 deneme tankına (65 L) rastgele dağıtılmıştır. Deneme başlamadan önce iki haftalık uyum döneminde kontrol yemi ile günlük vücut ağırlıklarının yaklaşık %4'ü düzeyinde sabah ve akşam yemlenmiştir. Deneme başında her tanktaki balık sayısı 20'ye düşürülmüştür. Başlangıç vücut

kompozisyonunun belirlenmesi için popülasyonu temsilen 25 balık ayrılarak vücut kompozisyonunun belirlenmesinde kullanılmıştır. Deneme, tesadüf parselleri deneme desenine göre 5 grup ve her grup 3 tekrar olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Balıklar, denemenin ilk 6 haftası süresince vücut ağırlığının %4'ü oranında, sonraki 2 hafta %3'ü oranında ve son iki haftada ise %2,5 oranında sebest yemlemeye yakın oranda yemlenmiştir. Yemleme sonuna doğru yemler azar azar verilerek günlük planlanan yem yedirilmeye çalışılmıştır. Buna rağmen yenmeyen yemler günlük yem kullanımından düşülmüştür. Yemleme, deneme boyunca elle ve günde iki kez (08:30 ve 15:00) yapılmıştır. Verilen yem miktarı, iki haftada bir yapılan tartımlarda belirlenen ağırlığa göre yeniden düzenlenmiştir. Tartım işleminin hashas ve stressiz bir şekilde yapılabilmesi için balıklar 0,3 mL/L dozundaki etilen glisöl monofenil eter (Veisek ve Svobodova, 2004) ile bayıltılmıştır. Zeolitin besin madde sindirilebilirlik katsayılarına etkisinin araştırılmasında kullanılacak dışkılar, Satoh ve ark. (1992) tarafından geliştirilen TUF sisteminin, dışkı toplamayı daha da kolaylaştıracak şekilde modifiye edilmesiyle elde edilen ve “Ke-TUF” (Kepez TUF) olarak adlandırdığımız bir sistemle toplanmıştır (Şekil 3.2).

Deneme sonunda her tanktaki balıkların 5'i vücut indeksleri, 5'i vücut kompozisyonları, 5'i de kan parametrelerinin ve karaciğer ve fileto demir ve alüminyum düzeylerinin belirlenmesinde kullanılmıştır. Vücut kompozisyonu ve indekslerinin belirlenmesi amacıyla ayrılan balıklar, aşırı dozda bayıltıcı ile öldürülmüştür. Kan örneğinin alınmasında kullanılacak balıklar 0,3 mL/L dozundaki etilen glisöl monofenil eter ile bayıltılarak (Veisek ve Svobodova, 2004), kuyruk venasından 2 mL hacimli enjektörle kan alınmıştır. Alınan kan pediatrik biyokimya ve heparinli pediatrik hematoloji tüplerine konularak derhal laboratuvara götürülmüş ve analizleri yapılmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.2. Ke-TUF dışkı toplama sistemi (Sato ve ark., 1992'dan Modifiye edilmiştir)



Şekil 3.3. a: Ke-TUF dışkı toplama sisteminde biriken dışkılar, b: Dışkıların numune kabına alınması, c: Numune kabına alınmış dışkı, d: Suyu alınmış dışkı



Şekil 3.4. Kuyruk venasından kan alımı.

Viserosomatik indeks, kondisyon faktörü ve karkas randımanını belirlemek üzere ayrılan balıklar kurutma kağıdıyla kurutulmuş, boylarının ölçülmesinde mm bölmeli ölçüm tahtası, tüm balık ve iç organların tartımında ise 0.01 g duyarlılığında elektronik terazi kullanılmıştır. Balıkların sindirim kanalına ait bağırsak dokusundan histolojik inceleme yapmak için sindirim kanalı çıkartılarak ölçülmüştür. Ölçüm sonunda sindirim kanalının ilk ve arka bölümünün tam 1/3 lük bölümüne karşılık gelen kısımlardan 1'er cm'lik kesit alınarak histolojik işlemlere tabi tutulmuştur.

Deneme boyunca su sıcaklığı ve çözünmüş oksijen YSI 55-12 FT model oksijen metre ile pH ve tuzluluk YSI 63-12 FT model pH metre ile her gün ölçülmüştür. Yapılan ölçümlerde sıcaklık, çözünmüş oksijen, pH ve tuzluluk sırasıyla ortalama $24,77 \pm 0,18$ °C, $5,10 \pm 0,16$ mg/L, $7,68 \pm 0,04$ ve $37,35 \pm 0,1$ ppt olarak tespit edilmiştir. Deneme boyunca 3 günde bir yapılan ölçümlerde toplam amonyak azotu, $0,01 \pm 0,00$ mg/L nitrit, $0,23 \pm 0,01$ mg/L olarak ölçülmüştür. Deneme süresince Z0 tankında 2 adet ve Z4 tankında 1 adet balık ölmüştür. Genel olarak denemenin yapısı ve uygulaması Çizelge 3.4'de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Deneme I'in yapısı ve uygulaması

Uygulama	Açıklama
Deneme yürütülen sistem	Kapalı devre sistem, günlük %10 su değişimi
Deneme deseni	5 grup 3 tekrar
Tank hacmi (L)	65
Deneme başı ortalama balık ağırlığı (g)	9,06±0,04
Balık sayısı (Adet)	20
Yem	Zeolit %0, %1, %2, %3, %4 Alfa selüloz %4, %3, %2, %1, %0
Yemleme zamanı	8:30-15:00
Yemleme oranı	0-6 hafta, %4 7-8 hafta, %3 9-10 hafta, %2,5
Örnekleme	İki haftada bir
Fotoperiyot	12 saat aydınlık, 12 saat karanlık
Işık gücü (Lüks)	350
Dışkı toplama	Ke-TUF, 10 gün sabahları
Vücut indeksleri ve histoloji	5 balık
Vücut kompozisyonları	5 balıkta tüm vücut kompozisyonu
Kan parametreleri,	5 balıkta kuyruk venasından kan alımı
Karaciğer ve kas metal düzeyi	Kan alınan balıklarda
Su sıcaklığı (°C)	24,77±0,18
pH	7,68±0,04
Çözünmüş oksijen (mg/L)	5,10±0,16
Tuzluluk (ppt)	37,35±0,1
Toplam amonyak azotu (mg/L)	0,01±0,00
Nitrit (mg/L)	0,23±0,01
Ölüm (Adet)	Z0:2, Z4:1

3.2.2. Deneme II (Yeme Zeolit İlavesinin TAN ve TA Salınımına Etkisi)

İkinci deneme yeme zeolit ilavesinin balıktan saatlik toplam amonyak azotu ve toplam azot salınımına etkisinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Denemenin genel olarak yapısı ve uygulaması Çizelge 3.5'de verilmiştir. Denemede, başlangıç ağırlığı 53,08±0,61 g olan balıklar her birine 10'ar adet olmak üzere 15

deneme tankına (65 L) rastgele dağıtılmıştır. Deneme başlamadan önce iki haftalık adaptasyon döneminde, kontrol yemi ile besleme yapılmıştır. Adaptasyon süresi sonunda balıklar tartılarak, %0, %1, %2, %3 ve %4 oranında zeolit içeren yemlerle günlük vücut ağırlıklarının yaklaşık %2,5'i düzeyinde sabah ve akşam yemlenmiştir.

Çizelge 3.5. Deneme II'nin yapısı ve uygulaması

Uygulama	Açıklama
Deneme yürütülen sistem	Kapalı devre sistem, günlük %10 su değişimi
Deneme deseni	5 grup 3 tekrar
Tank hacmi (L)	65
Balık ağırlığı (g)	53,08±0,61
Balık sayısı (adet)	10
Yem yapısı	Zeolit %0, %1, %2, %3, %4 Alfa selüloz %4, %3, %2, %1, %0
Deneme öncesi yemleme	2 hafta kontrol yemi, %2,5 1 hafta deneme yemleriyle, %2,5 3 gün %0
Deneme başı su değişimi	% 100
Deneme yemlemesi	Sabah tek öğün %1
Örnekleme	İlk 12 saat, 2 saatte bir Son 12 saat, 3 saatte bir
Fotoperiyot	12 saat aydınlık, 12 saat karanlık
Su sıcaklığı (°C)	27,01±0,06
pH	7,91±0,01
Çözünmüş oksijen (mg/L)	6,2±0,04
Tuzluluk (ppt)	38,8±0,20

Bir hafta besleme sonunda, toplam amonyak azotu ve toplam azot salınımlarının belirlenmesi için balıklar 3 gün aç bırakılmıştır. Bu süre sonunda tanklarda bulunan balıklar 0,3 mL/L etilen glisöl mono fenil eter ile bayıltılarak tartılmıştır (Veisek ve Svobodova, 2004). Deneme başında tankların tüm yüzeyi iyice temizlenmiş ve aynı sıcaklık ve kalitedeki su ile %100 yenilenmiştir. Bu işlemi takiben tanklara su girişi kesilerek balıklar canlı ağırlıklarının %1'i düzeyinde yemlenerek bir günlük sürenin ilk 12 saatinde 2 saatte bir sonraki 12 saatte 3 saatte bir su numuneleri alınarak, TAN ve TN analizleri yapılmıştır. Deneme boyunca su sıcaklığı ve çözünmüş oksijen YSI 55-12 FT model oksijen metre ile pH ve tuzluluk

YSI 63-12 FT model pH metre ile her numune alım döneminde ölçülmüştür. Deneme süresince yapılan ölçümlerden elde edilen ortalama sıcaklık, çözünmüş oksijen, pH ve tuzluluk değerleri sırasıyla $27,01 \pm 0,06^{\circ}\text{C}$, $6,2 \pm 0,04$ mg/L, $7,91 \pm 0,01$ ve $38,8 \pm 0,20$ ppt olarak ölçülmüştür.

3.2.3. Deneme III (Taşıma Suyuna Zeolit İlavesinin TAN Giderimine Etkisi)

Üçüncü deneme, 24 saatlik taşıma esnasında farklı düzeylerde taşıma suyuna ilave edilen zeolitın amonyak giderimi yaparak taşıma performansını artırıp arttırmadığının araştırılması amacıyla gerçekleştirilmiştir. Deneme öncesinde zeolitler distile su ile yıkanarak tozdan arındırılmış ve 65°C 'de bir gece kurutularak tül torbalar içine (Kontrol) Z0, 10 g/L zeolit (Z10), 20 g/L (Z20), 30 g/L (Z30) ve 40 g/L (Z40) düzeylerinde 5 grup oluşturacak şekilde hazırlanmış, 3 tekrarlı olarak yürütülmüştür. Taşıma denemesi boyunca her 8 saatte zeolitler yenisi ile değiştirilmiştir (Emadi ve ark, 2001). Denemede birey ağırlığı ortalama 2 g, toplam ağırlığı $143 \pm 0,71$ g olan 72 adet çipura 14 L hacimli tanklara stoklanmıştır. Çalışma süresince numune alma ve zeolit değişimi dışındaki sürelerde karartma uygulanmıştır. Nakil koşullarının sağlanması için tüm tanklar elektrik motoruyla sallanan el yapımı platform üzerinde tutulmuştur (Şekil 3.5). Deneme esnasında her 8 saatte su sıcaklığı ve çözünmüş oksijen YSI 55-12 FT model oksijen metre ile pH ve tuzluluk YSI 63-12 FT model pH metre ile ölçülerek, su numunesi alınmıştır. Alınan su numunelerinde beklenmeden amonyak azotu tayini yapılmıştır. Deneme süresinde yapılan ölçümlerden elde edilen ortalama sıcaklık, başlangıçta $27,0^{\circ}\text{C}$, 8. saatte $27,0 \pm 0,10^{\circ}\text{C}$, 16. saatte $26,0 \pm 0,07^{\circ}\text{C}$ ve 24. saatte $27,2 \pm 0,13^{\circ}\text{C}$ olarak ölçülmüştür. Çözünmüş oksijen sırasıyla $10,32 \pm 0,60$, $9,57 \pm 0,42$, $9,95 \pm 0,58$ mg/L olarak tespit edilmiş, başlangıçta 7,4 olan pH, 8. saatte $7,4 \pm 0,03$, 16. saatte $7,5 \pm 0,03$ ve 24. saatte $7,5 \pm 0,03$ olarak, ölçülmüştür. Tuzluluk deneme boyunca $37,89 \pm 0,05$ ppt olarak ölçülmüştür. Genel olarak denemenin yapısı ve uygulaması Çizelge 3.6'da verilmiştir.

Çizelge 3.6. Deneme III'ün yapısı ve uygulaması

Uygulama	Açıklama
Deneme sistemi	Taşıma simülasyonu (Hareketli platform)
Deneme deseni	5 grup 3 tekrar
Toplam balık ağırlığı (g)	143±0,71
Fotoperiyot	Sürekli karartma
Tank hacmi (L)	14
Deneme öncesi yemleme	2 gün aç bırakıldı
Zeolit düzeyi (g/L)	0, 10, 20, 30, 40
Zeolit değişimi	8, 16 ve 24. saatler
Örnekleme	8, 16 ve 24. saatler
Sıcaklık (°C)	8. saatte, 27,0±0,10 16. saatte, 26,0±0,07 24. saatte, 27,2±0,13
pH	8. saatte, 7,4±0,03 16. saatte, 7,5±0,03 24. saatte, 7,5±0,03
Oksijen (mg/L)	8. saatte, 10,32±0,60 16. saatte, 9,57±0,42 24. saatte, 9,95±0,58
Tuzluluk (ppt)	37,89±0,05



Şekil 3.5. Balık taşıma denemesinde kullanılan el yapımı platform ve deneme görüntüsü.

3.2.4. Hesaplamalar

Toplam enerji = Protein, yağ ve karbonhidrat yüzdelerinin, sırasıyla, 5.65, 9.45 ve 4.2 kcal/kg katsayıları ile çarpılmasıyla bulunmuştur (Henken ve ark., 1986).

Kuru madde Sind. = $100 \times (1 - (\text{Yemdeki indikatör} / \text{Dışkıdaki indikatör}))$ (Cheng et al., 2004)

Bes. Mad. Sind. Katsayısı = $100 - [(100 \times (\text{Yemdeki indikatör} / \text{Dışkıdaki indikatör})) \times (\text{Dışkıdaki Bes. Mad.} / \text{Yemdeki Bes. Mad.})]$ (Hoşsu ve ark., 2001)

Tutulan Bes. Madde (%) = $100 \times (\text{Depolanan Bes. Mad. (g)} / \text{Yemle Verilen Bes. Mad. (g)})$ (Paspatis ve ark., 2000; Vielma ve ark., 2002)

Atılan Bes. Mad. (g/kg) = $(\text{Yemle verilen Bes. Mad (g)} - \text{Depolanan Bes. Mad (g)}) / \text{CAA (kg)}$ (Paspatis ve ark., 2000; Vielma ve ark., 2002)

Besin madde kazanımı (g/kg OAGün) = $\frac{\text{Final vücut besin içeriği (g)} - \text{Başlangıç vücut besin içeriği (g/kg Ortalama vücut ağırlığı)} / \text{gün}}{1}$ (Akpınar ve ark., 2012)

Besin madde alımı (g/kg OAGün) = $\frac{\text{Besin madde alımı (g)} / \text{Ortalama ağırlık artışı (kg)}}{\text{Gün}}$ (Akpınar ve ark., 2012)

Ortalama ağırlık artışı (kg) = $\frac{(\text{Dönem Sonu Canlı Ağırlık (kg)} + \text{Dönem Başı Canlı Ağırlık (kg)})}{2}$ (Akpınar ve ark., 2012)

Toplam katı atık (g/kg balık) = $\text{Alınan yem (KM)} \times (1 - (\text{KM sindirim katsayısı})) / \text{Ağırlık artışı (kg)}$ (Cho ve Bureau, 2001)

Katı N atığı (g/kg balık) = $\text{Tüketilen yemdeki (KM) Azot} \times (1 - \text{Protein. Sind. Katsayısı}) / \text{ağırlık artışı}$ (Cho ve Bureau, 2001)

Çözünmüş N atığı (g/kg balık) = ((Yemdeki N* Protein. Sind. Katsayısı)-Tutulan N)
/ Ağırlık artışı (Cho ve Bureau, 2001)

Canlı ağırlık artışı (CAA) = Dönem Sonu Canlı Ağırlık (g)-Dönem Başı Canlı
Ağırlık (g)

Yemden değerlendirme oranı (YDO) = Yem Tüketimi (g kuru madde)/ Canlı Ağırlık
Artışı (g) (Hoşsu ve ark., 2001)

Viserosomatik indeks (VSI) = [İç Organlar Ağırlığı (g)/ Vücut Ağırlığı (g)] ×100
(Metailler 1987)

Hepatosomatik indeks (HSİ) = [Karaciğer Ağırlığı (g) / Vücut Ağırlığı (g)] × 100
(Metailler, 1987)

Karkas randımanı (KR) = [İç Organları Çıkarılmış Balık Ağırlığı (g)/ Vücut Ağırlığı
(g)] ×100 (Metailler, 1987)

Kondisyon faktörü (KF) = [Vücut Ağırlığı (g)/(Çatal Boy (cm))³]×100 (Hoşsu ve
ark., 2001)

Spesifik büyüme oranı (SBO) =[(In W₂ – In W₁) / T (gün)] × 100

Burada; W₁: Dönem başı ağırlık, W₂: Dönem sonu ağırlık, t: Süre (Hoşsu ve ark.,
2001)

Protein etkinlik oranı (PEO)= Ağırlık artışı (g)/ Tüketilen Protein Miktarı (g) (Hoşsu
ve ark., 2001)

Sindirim kanalı indeksi= Sindirim kanalı uzunluğu/Balık uzunluğu (Rios ve ark.,
2004)

3.2.5. Analizler

3.2.5.1. Kuru Madde

2-5 g örnek Sartorius CP2245 marka terazi ile tartılarak kurutma kaplarına konmuştur. Örneklerin eşit bir şekilde dağılması için dikkatlice sallanarak

105±2°C'ye ayarlanmış Nüve ES 500 marka kurutma dolabında 1 gece tutulmuştur. Daha sonra oda sıcaklığına kadar soğuması için desikatörde bekletilmiştir. Tartım işlemi gerçekleştirilen örneğin kuru maddesi, kaybolan nem miktarı üzerinden aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (AOAC, 1990; James,1999).

$$\% \text{ Nem} = 100 \times (\text{Örnekteki ağırlık kaybı, g}) / (\text{Alınan örnek miktarı, g})$$

$$\% \text{ Kuru madde} = 100 - \% \text{Nem}$$

3.2.5.2. Ham Protein

Yaklaşık 0,25 g örnek Sartorius CP2245 marka terazi ile tartılarak, 250 cc'lik kjeldahl tüplerine alınmıştır. Üzerine sülfürik asit, katalizör tablet ilave edilerek renk şeffaf hale gelinceye kadar (yaklaşık 30 dakika) 410-420°C'de yakılmıştır. Yakılan örnekler soğumaya bırakılmıştır. Daha sonra her bir örneğin üzerlerine 50' mL saf su ve 40 mL 10 N sodyum hidroksit çözeltisi ilave edildikten sonra 6-7 dakika Şimşek Labortechnik DES1 marka cihazla destilasyona tabi tutulmuştur. Destilat önceden 25 mL indikatörlü borik asit konan erlenlerde toplanarak (yaklaşık 125-150 mL) 0,1N sülfürik asit ile titre edilmiştir. Aynı şekilde muamelelerden geçirilen kör de titre edilerek sarf edilen miktar belirlendikten sonra, aşağıdaki formüle göre hesaplanan N miktarı 6,25 katsayısı ile çarpılarak ham protein düzeyi tespit edilmiştir (AOAC, 1990; James, 1999).

$$\% \text{ N} = 0,14 \times (\text{Titrasyon sarf (mL)} - \text{Kör sarf (mL)} \times \text{Faktör}) / \text{Örnek miktarı (g)}$$

3.2.5.3. Ham Yağ

Yağ analizleri ANKOM XT15 hızlı ekstraksiyon cihazıyla yapılmıştır. Analizde önce özel filtre torbaların üzerine numara yazılarak darası alınmış, daha sonra bu torbaların içine 1-2 g örnek konularak ağırlığı tartılmış, 105°C de 3 saat kurutularak desikatörde oda sıcaklığına kadar soğutulup tekrar tartılmıştır. Tartılan torbalar cihazın ekstraksiyon haznesine yerleştirilerek 90°C de, 30 dakika ekstrakte edildikten sonra tekrar 105°C de 30 dakika kurutularak desikatörde oda sıcaklığına kadar soğutmanın ardından tartım gerçekleştirilmiştir (AOCS, 2009).

$$\% \text{ Ham yağ} = 100 \times (W2 - W3) / W1$$

W1 = Örneğin orijinal ağırlığı, W2 = Örneğin torbayla birlikte kurutulmuş ağırlığı, W3 = Ektraksiyondan sonra kurutulan torba ve örneğin ağırlığı.

3.2.5.4. Ham Kül

2 g civarında tartılan örnek, daha önceden kül fırınında yakılmış-desikatörde soğutulmuş kül potalarına koyulduktan sonra, Thermocomputer TC60 modüllü Protherm marka kül fırınında 600°C’de 2 saat yakılarak, desikatöre alınıp oda sıcaklığına kadar soğutularak tartılmıştır. Ham kül aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (AOAC, 2000).

$$\% \text{ Kül} = 100 \times ((\text{Örnek miktarı, g} - \text{Yakmada kaybolan miktar, g}) / (\text{Örnek miktarı, g}))$$

3.2.5.5. Kromik Oksit

Önce nitrik asit ve sonra perklorik asit ile yakılan 50-100 mg örnekteki kromik oksit, (Furukawa ve Tsukahara, 1966)’e göre 350 nm’de Thermo Scientific Helios- α model UV-Vis spektrofotometre ile ölçülmüştür.

3.2.5.6. Amonyak Azotu (TAN)

Amonyak azotu tayini fenat metoduna göre yapılmıştır. Metoda göre örnekteki amonyum, hipoklorit ve sodyum nitroprüssid ile katalize edildikten sonra, fenolle tepkime vererek oluşan yoğun mavi renkli indofenol bileşiğinin absorbansı 1 cm ışın yoluyla ve 640 nm dalga boyunda Thermo Scientific Helios- α model UV-Vis spektrofotometre ile ölçülerek tayin edilmiştir (APHA, 1995).

3.2.5.7. Toplam Azot (TN)

Toplam azot, persülfat ayrıştırma metodu kullanılarak tayin edilmiştir. Bunun için, potasyum persülfatla 100-110°C sıcaklıkta alkali oksidasyonla örnekteki tüm organik ve inorganik azot bileşikleri nitrata dönüştürülmüştür. Örnekteki toplam azot miktarı kadmiyum indirgeme metoduyla nitrat olarak 1 cm ışın yoluyla ve 543 nm dalga boyunda Thermo Scientific Helios- α model UV-Vis spektrofotometre ile ölçülerek tayin edilmiştir (APHA, 1995).

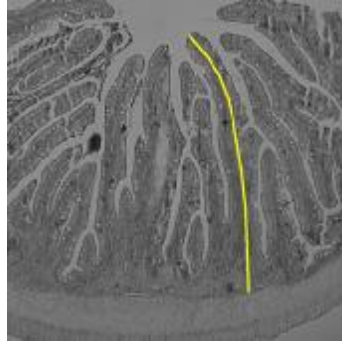
3.2.5.8. Dokuda Alüminyum ve Demir Analizi

50-100 mg arasında yaş örnek 5 mL nitrik asit içinde Berghof Speedwave mws-2 mikrodalga fırında P4 programında; 160°C de %80 güçte 15 dakika, 210°C'de %90 güçte 15 dakikada, %0 güçte 15 dakikada yakılmıştır. Soğuduktan sonra renksiz ve berrak olan bu solüsyon süzülerek, üzerine deiyonize su ilavesiyle 25 mL'ye tamamlanarak 0,45 μ m membran filtrelerden geçirilmiştir. Daha sonra ICP (ICPOES, VARIAN VISTA-MPX OES) cihazında demir ve alüminyum içerikleri analiz edilmiştir. Ağır metal konsantrasyonları mg/kg yaş ağırlık olarak ifade edilmiştir.

3.2.5.9. Histolojik Analiz

Çalışmada, balığın sindirim kanalının ön ve arka kısmından alınan doku örneği materyal olarak kullanılmıştır. Alınan doku örnekleri bouin solusyonu (18-24 saat) ve %10 formaldehit (36-48 saat) (Carson, 1997) içinde tespit edilmiştir. Tespit edilen doku örnekleri gece boyu akan suda yıkanarak ve dereceli alkol serilerinden (%70, %80, %90, %100, %100, %100 alkol) geçirilerek doku örneklerinden suyun uzaklaştırılması sağlanmıştır. Doku örneklerinden suyun uzaklaştırılmasının ardından ksilol ile muamele edilerek şeffaflaştırılması sağlanmış ve parafine gömülmüştür. Parafine gömülü doku örneklerinden Leica RM 2125 RT mikrotom ile 6-7 μ m kalınlığında kesitler alınarak, bu kesitlere genel histolojik yapının belirlenmesi için

Masson Trichrome yöntemi (Takashima ve Hibiya, 1995; Bancroft ve ark., 1996) uygulanmıştır. Genel histolojik yapının belirlenmesi için hazırlanan preparatlar, Olympus BX53 mikroskopunda 40 kat büyütülerek, Olympus DP72 dijital kamera ile kaydedilmiştir. Kaydedilen görüntülerden bağırsak mukozal katlanma uzunlukları Escaffre ve ark. (2007)'na göre, Şekil 3.2'de gösterildiği gibi ve mukozal katlanmanın yapısına uygun şekilde alttan katlanmanın ucuna kadar olan uzunluk imageJ yazılımıyla hesaplanmıştır. Sindirim kanalı uzunluğu özafagustan anüse kadar olan kısmın çıkartılıp doğal uzunluğunun alınmasıyla belirlenmiştir.



Şekil 3.6. Bağırsak mukozal kat uzunluğunun morfometrik değerlendirilmesinde sarı çizgi ile gösterilen uzunluk esas alınmıştır (Escaffre ve ark., 2007)

3.2.5.10. Kan Analizleri

Balıklar, 0,3 mL/L dozundaki etilen glisol monofenil eter ile bayıldıktan sonra (Veisek ve Svobodova, 2004), kuyruk bölgesinden alınan kan, içerisinde EDTA (2,5 mg/mL) bulunan steril tüplere 1,5-2 mL kadar konularak hızlı bir şekilde Antalya Altinkum veteriner polikliniği laboratuvarına götürülerek hayvan kanlarını analiz için özel yapılmış MS4+ cihazı ile hemoglobin, lökosit, eritrosit düzeyleri belirlenmiştir. kollesterol, glikoz, kan üre azotu, kortizol, aspartat aminotransferaz (AST), alanin aminotransferaz (ALT), alkalın fosfataz (ALP), kan elektrolitlerinden zeolit bileşiminde bulunan, magnezyum, kalsiyum, sodyum, potasyum analizleri, Vetest 8000 cihazı ile, hizmet alımı şeklinde yaptırılmıştır.

3.2.5.11. İstatistiksel Analiz

Verilerin normalliği Shapiro-Wilk W test, homojenliği ise Bartlett testi ile doğrulanmıştır. Bütün yüzde değerler arcsin transformasyonundan sonra test edilmiştir. Canlı ağırlık kazancı, vücut kompozisyonu, vücut indeksleri, yemden yararlanma oranı, spesifik büyüme oranı, sindirim verileri, villus alanları, kan değerleri ve ağır metal sonuçları ANOVA ile transformasyonla normalleşmeyen kan sodyum, kolesterol, eritrosit, lökosit, hemoglobin düzeyleri ve karkas randımanı Kuruskal Wallis ile test edilmiştir. Önemli olan grupların tespiti için Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılarak $P < 0,05$ önem düzeyinde değerlendirilmiştir. Analizler JMP 8.0 İstatistik Paket Programı kullanılarak yürütülmüş, sonuçlar ortalama standart hata (ort. $\pm$ S.H.) şeklinde verilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Deneme I (Zeolit İlavesinin Balığın Büyümesi Üzerine Etkileri)

4.1.1. Büyüme ve Yemden Yararlanma Performansı

Denemeden elde edilen büyüme ve yem değerlendirmesine ait veriler Çizelge 4.1’de, ağırlık artışı Şekil 4.1’de verilmiştir. Deneme başlangıcında 9,03 g ile 9,10 g aralığındaki balıklar, 10 haftalık deneme sonucunda, Kontrol (Z0) grubunda 50,74, %1 zeolit ilave edilen grupta (Z1) 52,58, %2 zeolit ilave edilen grupta (Z2) 53,81, %3 zeolit ilave edilen grupta (Z3), 54,53 ve %4 zeolit ilave edilen grupta (Z4) ise 52,04 g’a ulaşmıştır. Deneme sonu ağırlıkları incelendiğinde en fazla ağırlık artışının Z3 grubunda, en düşük ağırlık artışının ise Z0 grubunda gerçekleştiği görülmüştür. Deneme sonu balık büyüklüğü bakımından bu iki grup arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Diğer uygulama gruplarının ağırlıkları Z0 ve Z3’e göre istatistiksel olarak benzer bulunmasına rağmen, rakamsal olarak Z0’dan daha yüksek, Z3’den daha düşük olduğu gözlenmiştir.

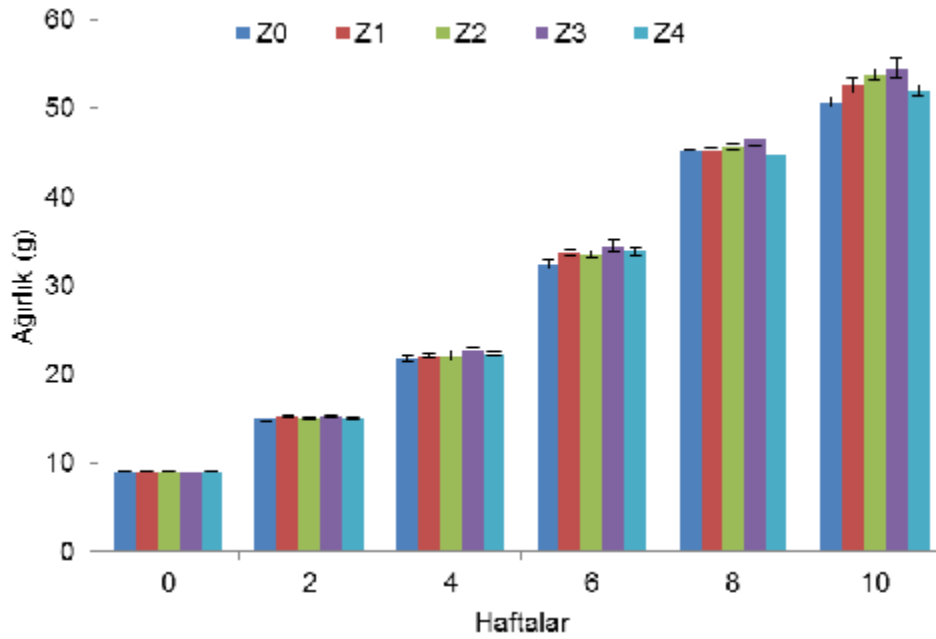
Çizelge 4.1. Farklı düzeyde zeolit katkısıyla beslenen çipuraların 70 günlük deneme sonundaki büyüme ve yem değerlendirmesine ait veriler

	Z0	Z1	Z2	Z3	Z4
Balık ağırlığı (g)	9,05±0,08	9,10±0,03	9,08±0,02	9,03±0,02	9,05±0,03
Final ağırlık (g)	50,74±0,59 ^b	52,58±0,87 ^{ab}	53,81±0,67 ^{ab}	54,53±1,08 ^a	52,04±0,56 ^{ab}
Canlı ağırlık kazancı	41,69±0,65 ^b	43,48±0,89 ^{ab}	44,74±0,68 ^{ab}	45,56±1,04 ^a	42,99±0,59 ^{ab}
Şesifik büyüme oranı	2,73±0,03	2,78±0,03	2,82±0,02	2,85±0,03	2,78±0,02
Yem değerdendirme	1,21±0,00 ^a	1,15±0,01 ^{bc}	1,18±0,01 ^{ab}	1,14±0,02 ^c	1,16±0,00 ^{bc}
Yem tüketimi (g)	50,23±0,70	50,10±1,04	53,04±0,91	51,90±0,55	49,69±0,47
Protein etkinlik oranı	1,72±0,00 ^b	1,85±0,01 ^a	1,80±0,02 ^a	1,84±0,02 ^a	1,80±0,01 ^a

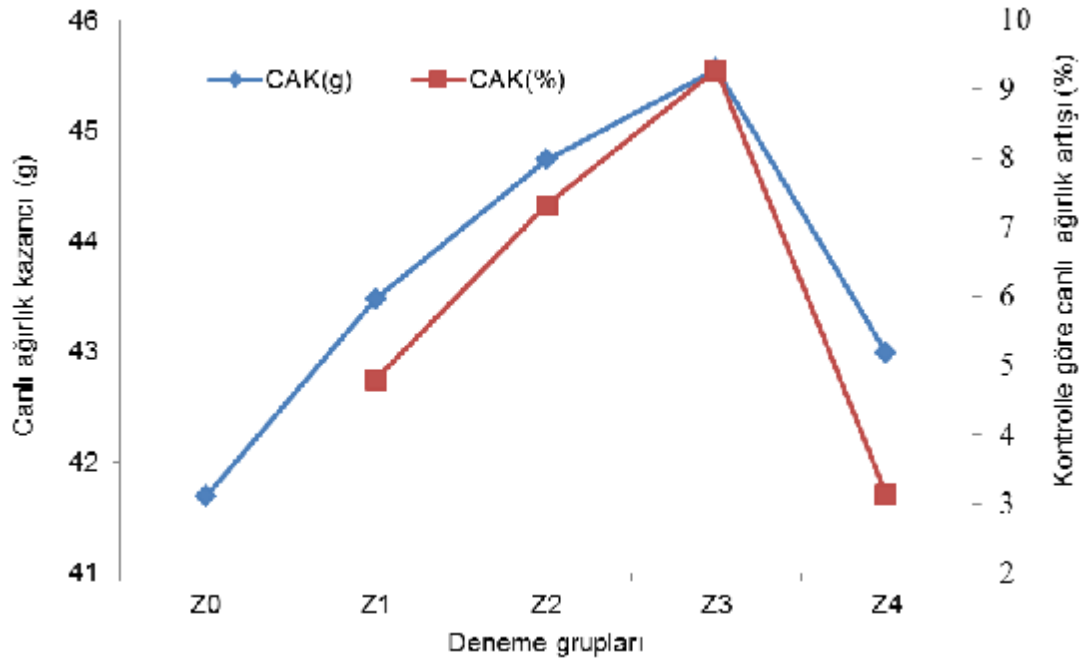
Aynı satırda farklı harflerle gösterilen gruplar birbirlerinden önemli derecede farklıdır ($P<0,05$).

Bir bütün olarak değerlendirildiğinde, yeme %3 oranında zeolit ilavesiyle en yüksek büyüme sağlanmış, ancak seviyenin %4'e çıkarılması kontrole göre daha fazla büyüme sağlasa da büyümeyi %3'e göre azaltmıştır. Bu verilere göre ideal katkı oranının %3 civarında olduğu görülmektedir.

Deneme gruplarının canlı ağırlık kazancı, deneme sonu ortalama balık ağırlıklarına benzer bir seyir göstermiştir. Denemeyi oluşturan Z0, Z1, Z2, Z3 ve Z4 mualeme gruplarında ağırlık artışı sırasıyla 41,69, 43,48, 44,74, 45,56 ve 42,99 g olarak gerçekleşmiştir. Beklendiği gibi, Z3 grubunun en yüksek ağırlık kazancını sağladığı ve bunun kontrole göre önemli derecede daha yüksek olduğunun altı çizilmelidir ($P<0,05$). Zeolit ilaveli diğer gruplar ise birbirlerine ve kontrol grubuna benzer bir performans göstermiş ($P>0,05$), kontrol ile kıyaslandığında, Z1, Z2, Z3 ve Z4 grupları canlı ağırlık kazancı sırasıyla %4,8, %7,32, %9,29 ve %3,12 daha yüksek gerçekleşmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.1. Grupların ölçüm dönemlerine göre ortalama canlı ağırlık değerleri (g)



Şekil 4.2. Deneme gruplarının canlı ağırlık kazançları (g) ve kontrole göre canlı ağırlık artışı %

Gökkuşığı alabalıkları ve coho salmonlarda yapılan bazı çalışmalarda yeme ilave edilen katkısının herhangi bir ağırlık artışı sağlamadığı bildirilmiştir (Edsall ve Smith, 1989; Aybal, 2001; Demir ve Aybal, 2004; Yiğit ve Demir, 2011). Zeolitlerin balık beslemede ilk kullanıldığı çalışmada, 10,1 g ağırlığındaki alabalıkların yemlerine %2 oranında zeolit ilavesinin rakamsal olarak %10 daha yüksek ağırlık artışı sağladığı rapor edilmiştir (Leonard, 1979). Buna karşın, Reinitz (1984), gökkuşığı alabalığında yeme ilave edilen %5, %10 ve %15 oranındaki sodyum bentonit'in zeolit ilavesiz kontrol grubuna göre büyümeyi sırasıyla %10,8, %17,8 ve %29,7 oranında düşürdüğünü bildirmiştir. Gökkuşığı alabalığı ile yapılan diğer bir çalışmada (Tekeşoğlu, 2010), %0,5 lik bir diyetel katkının büyümeyi istatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte ($P>0,05$) rakamsal olarak %8 arttırırken, %2,5 oranındaki katkının istatistiksel olarak önemli oranda olumsuz etkilediği not edilmiştir. Yukarıda bildirilenlerin aksine alabalıklarda yapılan çalışmalarda Obradović ve ark. (2006), %1 oranındaki zeolit katkısının büyümeyi %11,4, Eya ve ark. (2008), %2,5, %5 ve %10 bentonit ve % 2,5 modernit katkısının %14-39, Danabaş (2009), %1'lik klinoptilolit katkısının %26 ($P<0,05$), Galindo ve ark.

(2006), Beyaz karides (*Litopenaeus schmitti*) rasyonlarına eklenen %1 oranındaki zeolitin büyümeyi önemli derecede arttırdığını ($P<0,05$) bildirmiştir. Zeolit katkısının büyüme üzerinde farklı etkileri omnivor balıklarda da bildirilmektedir. Örneğin, 1,08 g ağırlığındaki *Tilapia zillii*'nin yemine %1 ve %2 oranında zeolit ilave edilmesi, büyümeyi istatistiksel olarak önemli oranda etkilemezken ($P>0,05$), rakamsal olarak %1'lik katkı %11,31, %2'lik katkı %19,25 daha fazla ağırlık artışı sağlamıştır (Yıldırım ve ark., 2009). $6,380\pm0,025$ g ağırlığındaki *Oreochromis niloticus*'ların yemlerine katılan %10 ve %20 oranındaki zeolit, aynı oranlarda katılan nişastayla kıyaslandığında istatistiksel bir farklılık bildirilmemiş ($P<0,05$), fakat %10 luk zeolit katkısının nişastaya göre daha iyi büyüme sağladığı bildirilmiştir (Töre, 2006). Yavru sazan balıkları yemine ilave edilen %1-4 arasındaki klinoptilolit katkısı da büyüme olumlu ya da olumsuz etki yapmamıştır (Kanyılmaz, 2008). Bizim çalışmamızdaki türe en yakın tür olan ortalama 7 gr civarındaki Levrek (*Dicentrarchus labrax*) balığı yemlerine dolgu olarak ilave edilen %10 ve %20 oranlarındaki zeolit'in büyüme olumlu ve olumsuz bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir (Dias ve ark., 1998). Diğer yandan, bizim çalışmamızda %3 zeolitli yemle beslenen çipuraların zeolitsiz kontrol grubuna göre büyümeyi %9,29 arttırdığı bulunmuştur ($P<0,05$). Çalışmalar incelendiğinde alabalıklara yoğunlaştığı görülmektedir. Çalışmalar genellikle farklı bulguları rapor etse de, genel olarak zeolit katkısının büyüme olumlu etki yaptığı sonucuna ulaşılmaktadır. Olumlu etki alınmayan katkı oranlarından %2,5 lik klinoptilolit (Tekeşoğlu, 2010) ve %5, %10, %15 sodyum bentonit (Reinitz, 1984) katkısının büyümeyi yavaşlattığı, diğer çalışmalarda ilave edilen yüksek miktarların bile olumsuz etki yapmadığı görülmektedir. Önceki çalışmalardaki farklı bildirişlerin en büyük nedeninin, zeolitlerin farklı coğrafyalardan farklı özelliklere sahip olmasından, farklı partikül boyutlarından (Mumpton ve Fishman, 1977; Willis ve ark., 1982), deneme koşullarındaki farklılıktan, seçilen tür ve hat özellikleri ile deneme süresinin farklı olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Muamelerden elde edilen Spesifik büyüme oranları (SBO) 2,73-2,75 arasında değişmiştir. Çipuralar üzerinde yürütülen farklı besleme çalışmaları SBO'nı 1,49-1,75 (Venou ve ark., 2003; Santinha, 1999; Emre ve ark., 2008) ile 2,7-3,65

(Taşbozan, 2005; Yılmaz, 2008), aralığında bildirmektedir. Deneme sonunda muamelelerden elde edilen SBO verileri arasında fark istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır ($P>0,05$). Zeolit katkılı yemlerle beslenen alabalıklarda Eya ve ark. (2008), kontrol grubunda SBO'nı 1,06 olarak bildirirken %2,5 ve %10 bentonit katkılı yemle beslenenlerde sırasıyla 1,26 ve 1,27 olarak bildirmişlerdir. %2,5 ve %10 bentonit katkısıyla elde edilen SBO birbiriyle benzer fakat kontrol grubundan önemli derecede daha yüksek ($P<0,05$) gerçekleşmiştir. Aynı çalışmada en iyi büyümenin gerçekleştiği %5 katkılı grup 1,37'lik SBO ile hem kontrolden hem de diğer gruplardan önemli derecede daha iyi ($P<0,05$) olmuştur. Danabaş (2009), ise en iyi SBO'nın %1 katkıyla beslenen grupta gerçekleştiğini bildirmiştir. Buna karşın, yapılan diğer araştırmalarda, alabalıklarda (Tekeşoğlu, 2010; Yiğit ve Demir 2011; Danabaş ve Altun, 2011), tilapialarda (Töre, 2006; Yıldırım ve ark., 2009), levrekte (Dias ve ark., 1998) ve sazanda (Kanyılmaz ve Tekelioğlu, 2009) zeolit katkısının SBO'nı etkilemediği rapor edilmiştir ($P>0,05$). Bizim çalışmamızda deneme grupların SBO'nın istatistiksel olarak farklı olmaması en iyi büyüyen grupla en az büyüyen grup arasındaki farkın (%9,29) azlığından olabileceği düşünülebilir.

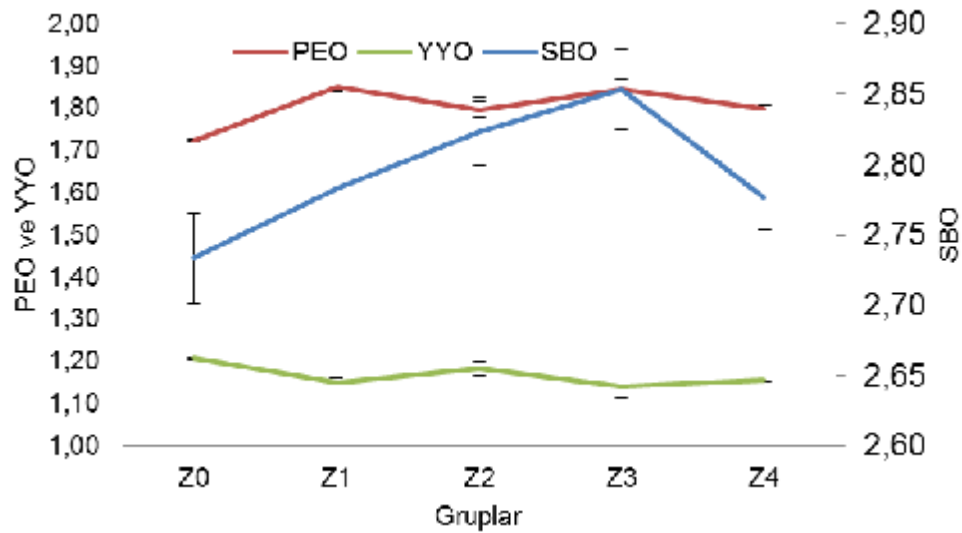
Grupların yem tüketimleri incelendiğinde istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır ($P<0,05$). Muamelelerin balık başına yem tüketimleri 50,23-53,04 g arasında küçük bir aralıkta değişmiştir. Benzer şekilde alabalıklarda çalışan Eya ve ark. (2008) ile Tekeşoğlu (2010), yeme zeolit ilavesinin balıkların yem tüketimlerini istatistiksel olarak etkilemediğini bildirmelerine rağmen ($P>0,05$), Eya ve ark. (2008), zeolit katkılı grupların rakamsal olarak kontrole göre daha çok yem tükettiklerini kaydetmişlerdir. Töre (2006), tilapialarda %10 zeolit ilaveli grubun %20 nişasta ilaveli gruptan daha fazla yem tükettiğini, fakat %20 zeolit ve %10 nişasta ilave edilen grupların istatistiksel olarak benzer miktarlarda yem tükettiklerini rapor etmişlerdir ($P>0,05$).

Z0 grubu 1,21 ile en kötü yem değerlendirme oranı (YDO) gösterirken, en iyi YDO 1,14 ile en iyi büyümenin gerçekleştiği Z3 grubunda gözlenmiştir. Yem değerlendirmede Z0 grubu ile zeolit ilavesi yapılan gruplardan Z1, Z3 ve Z4 grubu arasındaki fark önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Ancak kontrole göre farklı olan Z1, Z3 ve Z4 grupları kendi aralarında birbirlerine benzer bulunmuştur ($P>0,05$). Ayrıca

yeme %2 zeolit katkısı rakamsal olarak kontrolden daha iyi ancak istatistiksel olarak benzer YDO göstermiştir ($P>0,05$). Önceki çalışmalarda yavru çipuraların YDO 1,05-2,09 arasında (Emre ve ark., 2008; Yılmaz, 2008) geniş bir aralıkta bildirilirken, bu çalışmada elde edilen YDO, Venou ve ark. (2006), tarafından çipuralarda bildirilenlerle benzer bulunmuştur. Eya ve ark. (2008), zeolit ilaveli yemlerle beslenen alabalıklarda, büyüme oranlarındaki farklılığın YDO'na da yansıdığını ve en iyi oranın %5 bentonit katkılı grupta gerçekleştiğini, bunu %10 bentonit ve %2,5 modernit katkılı grubun izlediğini bildirmişlerdir. Coho salmonlarda ve Alabalıkta yapılan çalışmaların bazıları (Edsall ve Smith, 1989; Demir ve Aybal, 2004; Danabaş, 2009; Yiğit ve Demir, 2011) zeolit ilavesinin yem değerlendirmeye etkisinin olmadığını bildirirken, Tekeşoğlu (2010), alabalıklarda %0,5 ve Galindo ve ark. (2006), beyaz karideslerde %1 oranındaki zeolit in istatistiksel olarak önemli derecede ($P<0,05$) daha iyi YDO sağladığını kaydetmişlerdir. Obradović ve ark. (2006), ise alabalıklarda %1 lik katkının YDO'nı 1,91 den 1,65'e düşürdüğünü bildirmiştir. Tilapialarda (*Oreochromis niloticus*) zeolitli yemlerle zeolit içermeyen gruplar arasında istatistiksel olarak fark bulunmazken (Töre, 2006; Yıldırım ve ark., 2009), *Tilapia zillii* yavrularında zeolit düzeyi arttıkça rakamsal olarak YDO iyileşmiştir (Yıldırım ve ark., 2009). Levreklerde yüksek miktardaki zeolit ilavesinin yem dönüşümünü önemli derecede olumsuz etkilediği (Dias ve ark., 1998) rapor edilmiştir. Sazanlarda ise %4'e kadar yapılan zeolit ilavesinin YDO üzerine bir fark oluşturmadığı tespit edilmiştir (Kanyılmaz ve Tekelioğlu, 2009).

Yem değerlendirmenin başka bir anlatımı olan protein etkinlik oranına (PEO) göre ise, en düşük değerin 1,72 ile Z0 grubunda olduğu görülmektedir. Zeolit katkılı gruplarda ise sırasıyla Z1, Z2, Z3 ve Z4 gruplarının PEO 1,85, 1,80, 1,84 ve 1,80 olarak tespit edilmiştir. Yapılan istatistiki analizde Z0 grubu ile muamele grupları arasındaki fark önemli bulunmuş ($P<0,05$), fakat zeolit ilave edilen grupların kendi aralarındaki fark önemli bulunmamıştır ($P>0,05$). Diğer besleme çalışmalarında çipuralarda PEO'nın geniş bir aralıkta (1,12-3,65) olduğu bildirilmiştir (Taşbozan, 2006; Emre ve ark., 2008; Yılmaz, 2008). *Tilapia zillii* yavrularında zeolit katkısı arttıkça PEO kontrole göre artış gösterirken *Oreochromis niloticus*'da bir farklılık gözlenmemiştir (Töre, 2006). Alabalıklarda (Tekeşoğlu, 2010) ve sazanlarda da

(Kanyılmaz ve Tekelioğlu, 2009) zeolitin PEO üzerine herhangi bir pozitif etkisi bildirilmemiştir. Diğer yandan, Obradović ve ark. (2006), alabalık yemine %1 oranındaki zeolit ilavesinin PEO'nı %14,78 daha iyileştirdiğini bildirmiştir. Bizim çalışmamızda da, zeolit ilaveli gruplarda daha iyi büyüme ve yemden yararlanma gerçekleşmesinin nedenlerinden birisi olarak, zeolitin protein etkinliğinin artmasına katkı yapmış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Karşılaştırma amacıyla elde edilen SBO, YYO ve PEO Şekil 4.3'de, verilmiştir.



Şekil 4.3. Deneme gruplarının spesifik büyüme, yemden yararlanma ve protein etkinlik oranları.

4.1.2. Viserosomatik İndeks (VSİ), Karkas Randımanı (KR), Kondisyon Faktörü (KF) ve Hepatosomatik İndeks (HSİ) Verileri

Deneme gruplarına ait Viserosomatik indeks (VSİ), Karkas randımanı (KR), Kondisyon faktörü (KF) ve Hepatosomatik indeks (HSİ) oranlarına ait veriler Çizelge 4.2'de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde en düşük VSİ oranı, %6,97 ile en iyi büyümenin gerçekleştiği Z3 grubunda görülmektedir. Bunu Z3 ten sonra en iyi büyüme gösteren grup olan Z2 %7,04 ile takip etmiştir. Z1 grubunda VSİ oranı %7,33, Z0 ve Z4 gruplarında %7,50 ve %7,52 olarak tespit edilmiştir. Muameleler arasında VSİ bakımından istatistiksel bir fark bulunmamıştır ($P>0,05$). Eya ve ark. (2008), alabalıklarda VSİ oranlarını sadece %10 modernit katkılı yemle beslenen

grupta diğerlerine göre daha düşük ve farklı ($P<0,05$) olarak bildirirken, diğer zeolit muameleleri ve kontrol arasındaki farklılığın önemli olmadığını belirtmişlerdir. Alabalıkla ilgili diğer çalışmalarda suya katılan (Danabaş ve Altun, 2011) zeolitın VSİ üzerine etkisi bulunmazken, yeme ilave edilen %1'lik zeolit (Danabaş, 2009) katkısının farklılık yaratmadığı fakat %2 ve %3 oranındaki ilavelerin hem kontrole hem de %1 düzeyindeki katkıya göre önemli oranda ($P<0,05$) düşürdüğü not edilmiştir. Tilapiada nişasta katkısına göre fark olmamakla birlikte zeolit ilavesinde VSİ'de rakamsal bir düşüş görülmüştür (Töre, 2006). Tilapia yemine katılanla aynı oranlarda zeolit ilaveli yemler, levreklerde VSİ üzerinde sadece rakamsal bir düşüş sağlamıştır ($P>0,05$) (Dias ve ark., 1998). Sazan balıklarında da zeolitın VSİ üzerine belirgin bir etkisinin olmadığı bildirilmektedir (Kanyılmaz ve Tekelioğlu, 2009).

Deneme gruplarının karkas randımanları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0,05$). Karkas randımanı Z0, Z1, Z2, Z3 ve Z4 gruplarında sırasıyla %90,05, %91,95, %92,21, %91,03 ve %91,79 olarak bulunmuş olup, en düşük oran Z0 grubunda tespit edilmiştir. Aynı oranlarda sazan balığı yemlerine ilave edilen zeolit miktarları da KR üzerine etkili olmamıştır ($P>0,05$) (Kanyılmaz ve Tekelioğlu, 2009).

Çizelge 4.2. Deneme sonunda grupların VSİ, KR, KF ve HSI ortalamaları

Gruplar	Z0	Z1	Z2	Z3	Z4
VSİ	7,50±0,16	7,33±0,29	7,04±0,17	6,97±0,27	7,52±0,28
KR	90,05±1,69	91,95±0,25	92,21±0,05	91,03±0,26	91,79±0,18
KF	1,99±0,03	1,91±0,12	2,07±0,06	2,07±0,06	1,97±0,10
HSİ	1,45±0,11	1,30±0,11	1,48±0,09	1,41±0,05	1,33±0,02

Kondisyon faktörleri bakımından gruplar arası fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0,05$). KF en düşük 1,99 ile Z0 grubunda bulunmuş, en yüksek ise 2,07 ile Z2 ve Z3 gruplarında tespit edilmiştir. Farklı besin maddeleri ile yapılan besleme çalışmalarında çipura balıklarında KF 2,43-2,57 aralığında bildirilmiştir (Emre ve ark., 2008). Zeolit katkısı kullanılarak yürütülen diğer çalışmalarda da (Demir ve Aybal, 2004; Töre, 2006; Danabaş, 2009; Kanyılmaz ve Tekelioğlu, 2009;

Danabaş ve Altun, 2011; Yiğit ve Demir, 2011), bizim çalışmamızda olduğu gibi zeolit ilavesinin, KF'ne istatistiksel olarak olumlu ya da olumsuz etki yapmadığı bildirilmiştir.

Hepato somatik indeks değerleri de VSİ, KR ve KF gibi muameleler arasında istatistiksel olarak farklılık göstermemiştir. Grupların HSI 1,30 ile 1,48 arasında değişim göstermiştir. Yapılan diğer çalışmalarda (Töre, 2006; Danabaş, 2009; Danabaş ve Altun, 2011) HSI, zeolit ilavesinden etkilenmemiş ($P>0,05$), sadece alabalıklarda %10 modernit katkısıyla beslenen balıkların HSI değeri kontrol grubu ve diğer gruplardan daha düşük, fakat diğer gruplar kontrolle aynı olarak bildirmiştir (Eya ve ark., 2008).

4.1.3. Vücut Kompozisyonu

Deneme başı ve sonu muamele gruplarına ait vücut kompozisyonu Çizelge 4.3'de verilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi, başlangıç vücut kompozisyonu ile deneme sonu vücut kompozisyonları arasında protein hariç rakamsal farklılık oluşmuş, fakat vücut kompozisyonu verilerine, uygulanan muamelelerin önemli bir etkisinin olmadığı saptanmıştır ($P>0,05$).

Çizelge 4.3. Deneme başı ve sonu grupların kuru madde (KM), ham kül (HK), ham protein (HP) ve ham yağ (HY) oranları (%)

	Başlangıç	Z0	Z1	Z2	Z3	Z4
KM	29,28	33,15±0,20	33,05±0,54	34,19±0,42	33,47±0,53	33,88±0,33
HK	4,26	3,24±0,02	3,01±0,16	3,05±0,11	3,35±0,23	3,43±0,12
HP	16,10	16,40±0,15	16,22±0,30	15,92±0,30	16,54±0,07	16,57±0,13
HY	8,99	12,29±0,03	12,51±0,41	13,49±0,27	12,38±0,51	12,94±0,49

Deneme başı kuru madde oranı %29,28 olarak bulunurken, deneme sonunda %33,05 ile %34,19 aralığında değişmiştir. Yapılan istatistiksel analizlerde deneme grupları arasındaki farkın önemli olmadığı anlaşılmıştır ($P>0,05$). Elde ettiğimiz

başlangıç ve deneme sonu KM oranları çipuralar için bildirilen değerlerle benzer bulunmuştur (Venou ve ark., 2003). Alabalık (Eya ve Ark., 2008), levrek (Dias ve ark., 1998) ve sazan (Kanyılmaz ve Tekelioğlu, 2009) balıklarında yürütülen bazı çalışmalarda, zeolit düzeylerinin KM oranları üzerine etkisinin olmadığı bildirilmiştir. Buna karşın, alabalıklarda %1 zeolit katkılı yemle beslenen grubun, kontrol ile %2 ve %3 zeolit katkısıyla beslenen gruplara göre KM oranını önemli düzeyde ($P<0,05$) arttırdığı rapor edilmiştir (Danabaş, 2009). Benzer şekilde tilapia yemlerine ilave edilen %20 oranındaki zeolit miktarının %10'luk zeolit katkısına göre, KM'yi önemli oranda ($P<0,05$) yükselttiği bildirilmiştir (Töre, 2006). Fakat Reinitz (1984), alabalık yemine ilave edilen bentonit düzeyi arttıkça KM oranının azaldığını ve %15'lik katkıyla beslenen grubun KM oranının kontrole göre önemli derecede düştüğünü bildirmiştir.

Deneme başı kül oranı %4,26 olarak bulunmuştur. Deneme sonunda, deneme başına göre ham kül miktarında balık büyüklüğüne bağlı olarak görünür bir azalma görülmüş olup deneme sonunda gruplar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır ($P>0,05$). Grupların ham kül oranları %3,01 ile %3,43 aralığında değişmiştir. Elde ettiğimiz başlangıç kül düzeyi Venou ve ark. (2003), tarafından çipuralar için bildirilenden bir miktar yüksek, deneme sonu kül oranları ise bir miktar düşük fakat Emre ve ark. (2008), tarafından bildirilenler ile benzer bulunmuştur. Önceki çalışmaların bazıları tarafından bildirilen, alabalık (Reinitz, 1984), levrek (Dias ve ark. 1998), tilapia (Töre, 2006) ve sazan (Kanyılmaz ve Tekelioğlu, 2009) balıklarında zeolit katkısının besin madde kompozisyonlarından kül üzerine etkisinin önemli olmadığı sonucu, bu çalışmanın bulguları ile örtüşmektedir. Eya ve ark. (2008), tarafından da alabalıklarda büyümenin istatistiksel olarak önemli olduğu gruplarda vücut kül düzeyinin kontrol ile benzer olduğu ($P>0,05$), fakat %10 bentonit katkısına göre, %10 modernit katkısının kül düzeyini önemli derecede düşürdüğü ($P<0,05$) tespit edilmiştir. Ancak, Danabaş (2009), Eya ve ark. (2008), tarafından bildirilenin aksine büyümeye olumlu etki yapan %1 lik katkının balık kül düzeyini hem kontrole hem de büyümeye olumlu etki yapmayan muamele gruplarına göre önemli derecede yükselttiğini bildirmiştir ($P<0,05$).

Deneme başı protein oranı %16,10 olarak bulunmuştur. Deneme sonunda tüm vücut ham protein oranları %15,92 ile %16,57 arasında bulunmuş olup, oluşan fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0,05$). Denemede belirlenen protein düzeyleri çipuralar için Venou ve ark. (2003), tarafından bildirilen değerlere benzer, ancak Emre ve ark. (2008), den düşük bulunmuştur. Yeme zeolit ilave edilerek yapılan besleme çalışmalarında, alabalık (Reinitz, 1984), levrek (Dias ve ark., 1998), tilapia (Töre, 2006) ve sazan balıklarında (Kanyılmaz ve Tekelioğlu, 2009) zeolit katkısının protein düzeylerine her hangi bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir. Danabaş (2009), ise yeme katılan %1 oranındaki zeolitin protein oranlarını kontrol grubuna göre önemli oranda ($P<0,05$) arttırdığını fakat %2 ve %3 oranındaki katkının kontrole ve %1'lik gruba göre istatistiksel olarak etkilemediğini rapor etmiştir. Eya ve ark. (2008), da %2,5 ve %5 bentonit ilavesiyle beslenen alabalıkların vücut protein miktarlarının önemli derecede yüksek ($P<0,05$) olduğunu, ancak diğer katkı düzeylerinde herhangi bir fark ($P>0,05$) oluşmadığını bildirmişlerdir.

Deneme başı yağ oranı %8,99 olarak tespit edilmiştir. Deneme sonunda ise istatistiksel fark olmamasına rağmen ($P>0,05$), en düşük yağ oranı %12,29 ile Z0 grubunda, en yüksek yağ oranı ise %13,49 ile Z2 grubunda bulunmuştur. Balıklarda vücut yağ kompozisyonu mevsim, genetik yapı, fizyolojik ve endokrinale değişimlere bağlı olarak değiştiği bildirilmektedir (Kaushik, 1998). Z2 grubundaki rakamsal yağ yüksekliğinin sebebi bu nedenlerden birisi olabilir. Tespit edilen deneme başı ve deneme sonu yağ düzeyi Z2 grubu hariç çipuralar için Venou ve ark. (2003), tarafından bildirilen değerlerle benzer, Z2 grubu Venou ve ark. (2003), tarafından bildirilenden bir miktar yüksek, Emre ve ark. (2008), ile deneme başı benzer deneme sonu daha düşük bulunmuştur. Farklı oranlarda zeolit muamelesine tabi tutulan alabalıklarda (Eya ve ark., 2008; Danabaş 2009), tilapialarda (Töre, 2006), levreklerde (Dias ve ark., 1998) ve sazan balıklarında (Kanyılmaz ve Tekelioğlu, 2009) zeolit katkısının yağ üzerine etkisinin olmadığı ($P>0,05$) yönündeki bildirişler, bu çalışmadan elde edilen verilerle uyum içindedir. Ancak Reinitz (1984), yeme ilave edilen zeolit düzeyi arttıkça vücut yağ oranının düşüş gösterdiğini ve %15 düzeyine çıktığında farklılığın önemli olduğunu bildirmiştir.

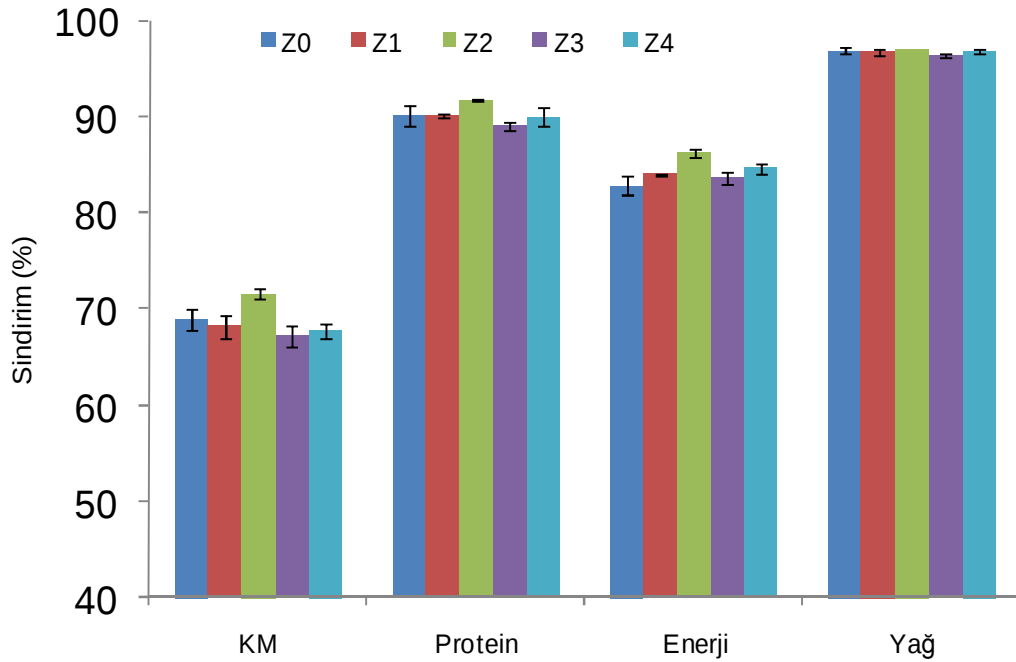
4.1.4. Görünür Sindirim Katsayıları

Deneme sonunda yapılan analiz sonuçlarının hesaplanmasıyla elde edilen görünür sindirim katsayılarına ait toplu veriler Çizelge 4.4’de ve Şekil 4.4’de verilmiştir. Çizelge ve grafik incelendiğinde, kuru madde sindirim katsayıları %67,31 ile %71,61 aralığında, protein sindirim katsayıları %89,10 ile %91,8 aralığında, yağ sindirimi %96,4 ile %97,1 aralığında değişim göstermiş olduğu görülecektir. Ancak anılan değişkenler bakımından gruplar arasında istatistiksel bir farklılık bulunmamıştır ($P>0,05$).

En düşük enerji sindirim katsayısı %82,9 ile Z0 grubunda, en yüksek ise %86,3 ile Z2’de tespit edilmiştir. Diğer sindirim parametrelerinin aksine enerji sindirim katsayıları açısından, Z2, Z0’a göre istatistiksel olarak önemli derecede daha yüksek bulunmuştur ($P<0,05$). Diğer zeolitli gruplar ne Z0’dan ne de birbirlerinden önemli derecede farklı bulunmuştur ($P>0,05$), (Şekil 4.4).

Çizelge 4.4. Farklı düzeyde zeolit katkılı yemle beslenen grupların görünür besin madde sindirim katsayıları (%)

	Z0	Z1	Z2	Z3	Z4
KM	68,92±1,12	68,21±1,09	71,61±0,56	67,31±1,11	67,79±1,19
Protein	90,2±1,03	90,3±0,22	91,8±0,08	89,10±0,48	90,00±1,99
Enerji	82,9±0,89 ^b	84,1±0,11 ^{ab}	86,3±0,39 ^a	83,7±0,69 ^{ab}	84,8±0,54 ^{ab}
Yağ	97±0,32	96,9±0,29	97,1±0,10	96,4±0,20	96,9±0,17



Şekil 4.4. Farklı düzeyde zeolit katkıyla beslenen grupların görünür besin madde sindirim katsayıları (%)

Balıklarda zeolitin yemlere ilavesinin etkilerini ele alan sınırlı sayıda çalışma genel olarak büyüme ve temel yem değerlendirme parametreleri üzerine odaklanmıştır. Zeolit ilavesinin besin madde sindirilebilirliği üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada, yüksek oranlarda (%10, %20) yeme ilave edilen zeolitin levreklerdeki etkisine bakılmıştır (Dias ve ark., 1998). Çalışmada kontrol grubu protein sindirim katsayısı %91,2 olarak bildirirken %10 ve %20 oranındaki zeolit katkıyla yemle beslenen balıklarınki sırasıyla %91,6 ve %91,9 olarak kaydedilmiş ve istatistiksel olarak herhangi bir farklılık bulunmamıştır ($P>0,05$). Aksine tilapialarda yeme zeolit ilavesi ağırlık artışına pozitif yönde etki etmese de, kontrol grubunda %84,19 olan protein sindirilebilirliğini montmorillonit katkı grubunda %87,62'ye, bakır emdirilmiş montmorillonit katkı grubunda ise %89,44'e yükseltmiş ve farklılık önemli bulunmuştur ($P<0,05$) (Hu ve ark., 2008). Farklı besin maddeleriyle beslenen çipuralarda protein sindirim katsayıları Lupatsch ve ark. (1997), %84, Robaina ve ark. (1997), %91,47, Santinha ve ark. (1999), %92-%93,8, Pereira ve ark. (2002), %81,4-%93,9, Venou ve ark. (2003), %88,3-%90,5 aralığında, Venou ve ark. (2006), %92,6, Altan ve Cihaner (2011), %88,01-%90,5 olarak bildirmiştir. Tarafımızca

tespit edilen protein sindirim katsayıları, Dias ve ark. (1998)'nın yüksek oranda zeolit ilavesiyle elde ettikleri katsayıya yakın bulunmuştur. Özetle, yeme katılan zeolitlerin protein sindirim katsayısı üzerindeki etkisinin çalışılan tür ve zeolit tipine göre değiştiği sonucuna varılabilir.

Çipuralarda yağ sindirim katsayılarını Robaina ve ark. (1997), %87,37, Lupatsch ve ark. (1997), %89, Santinha ve ark. (1999), %92,4-%94,7, Venou ve ark. (2003; 2006), %85,9-%93,4 aralığında, Altan ve Cihaner (2011), %87,4-%95,7 aralığında bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda yağ sindirim katsayılarının önceki çalışmalardan yüksek bulunması, çipuralar için ideal koşulların sağlamasından ve balık materyalinden kaynaklı olduğu sanılmaktadır.

Önceki çalışmalarda enerji sindirim katsayısı %68,7 ile %94,1 aralığında bildirilmiştir (Lupatsch ve ark., 1997; Santinha ve ark., 1999; Pereire ve ark., 2002; Altan ve Cihaner, 2011). Bizim çalışmamızda elde ettiğimiz enerji sindirim katsayıları bildirilen aralıkta bulunmuştur. Enerji sindiriminde zeolit ilaveli gruplar arasında farklılık bulunmamış, fakat Z2 grubunun Z0'a göre önemli derecede farklı olduğu gözlenmiştir. Bunun nedeni tam olarak açıklanamamakla birlikte, muamele gruplarında enerji sindirim katsayılarının Z0 dan rakamsal olarak daha yüksek çıkması ve büyümenin de muamele gruplarında daha yüksek bulunması zeolitlerin enerji sindirimi üzerine olumlu etkisinin olabileceğini düşündürmüştür.

Bizim tespit ettiğimiz durumun aksine tilapialarda yeme bir zeolit türevi olan montmorillonit ilavesi kontrol grubunda %62,08 olan KM sindirilebilirliğini %65,62'ye, bakır emdirilmiş montmorillonit katkısı ise %67,34'e yükseltmiş ve farklılık önemli bulunmuştur ($P<0,05$) (Hu ve ark., 2008). Tilapiada KM sindiriminin artması ağırlık artışına yansımamış aksine zeolit ilavesi bizim çalışmamızda KM sindirimini etkilememiş olmasına rağmen büyümede artış sağlamıştır. Çipuralarda yapılan besleme çalışmalarında kuru madde sindirilebilirliğini, Santinha ve ark. (1999), %79,8-%83,7, Pereire ve ark. (2002) ise %83,3 olarak bildirmiştir. Bizim çalışmamızda KM sindirim katsayıları bildirilen değerlerden düşük bulunmuştur. KM sindirim katsayılarının düşük bulunmasının temel nedeni olarak yeme ilave edilen zeolit (Ghaemnia ve ark., 2010) ve grupların yem besin madde

kompozisyonlarının dengelenmesi için yeme ilave edilen alfa selülozdan kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.1.5. Besin Madde Kullanımı

Deneme gruplarının besin madde kullanımları Çizelge 4.5’de verilmiştir. En fazla azot alımı 1,76 g/kg ortalama ağırlık (OA) gün ile Z0 grubunda olurken, bunu 1,75 g/kg OA gün ile Z2 grubu takip etmiştir. En düşük azot (N) alımı 1,66 g/kg OA gün ile Z1’de gerçekleşirken, Z3 ve Z4 yaklaşık aynı miktarda azot alımı gerçekleştirmiştir. Kontrol, Z2 ve Z4 grubunun azot alımı istatistiksel olarak benzer bulunurken, Z1 ve Z3 kontrole göre önemli derecede daha düşük bulunmuştur ($P<0,05$) Bulgulardan zeolit düzeyine bağlı bir azot alımı gözlenmemiştir. Azot kazanımları 0,52 ile 0,55 g/kg OA gün arasında gerçekleşmiştir. Kazanımlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli olmamasına rağmen, rakamsal olarak en fazla kazanım en iyi büyümenin olduğu Z3 grubunda olmuş, bunu Z4 grubu takip etmiştir. Diğer gruplarda azot kazanımı yaklaşık birbirleriyle benzer bulunmuştur.

Deneme gruplarının azot tutumları incelendiğinde en yüksek azot tutumunun %32,55 ile Z3 grubunda olduğu görülmektedir. Bu grubu azot kazanımında olduğu gibi Z1 ve Z4 grubu takip etmiştir. En düşük tutum %29,88 ile Z2 grubunda olmuş, yapılan istatistiksel analizde Z0’a göre muamele gruplarında fark önemli bulunmamıştır. Kabaca, Z2 grubu hariç diğer zeolitli grupların azot tutumları Z0’a göre rakamsal olarak daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.5. Farklı düzeyde zeolit katkılı yemle beslenen çipuraların azot, yağ ve enerji kullanımları

	Z0	Z1	Z2	Z3	Z4
Azot					
Alım (g kg OAGün)	1,76±0,02 ^a	1,66±0,02 ^c	1,75±0,02 ^a	1,69±0,01 ^{bc}	1,70±0,00 ^{abc}
Kazanım(g kg OAGün)	0,53±0,01	0,53±0,01	0,52±0,01	0,55±0,00	0,54±0,01
Tutum (%)	30,22±0,35	31,88±0,88	29,88±0,99	32,55±0,39	31,85±0,41
Yağ					
Alım (g kg OAGün)	3,97±0,02 ^a	3,88±0,03 ^{ab}	3,99±0,04 ^a	3,82±0,03 ^b	3,81±0,00 ^b
Kazanım(g kg OAGün)	2,59±0,02	2,67±0,11	2,93±0,06	2,67±0,14	2,77±0,11
Tutum (%)	65,27±0,21	68,76±2,79	73,43±2,35	69,97±4,12	72,74±2,93
Enerji					
Alım (mj kg OAGün)	0,49±0,00 ^{ab}	0,48±0,00 ^b	0,50±0,01 ^a	0,48±0,00 ^b	0,48±0,00 ^b
Kazanım (mj kg OAGün)	0,19±0,00	0,19±0,01	0,20±0,00	0,19±0,01	0,19±0,00
Tutum (%)	37,59±0,27	39,40±1,06	39,85±1,17	39,93±1,65	40,26±0,63

Aynı satırda farklı harflerle gösterilen gruplar birbirlerinden önemli derecede farklıdır. (P<0,05).

Deneme gruplarında en yüksek yağ alımı 3,99 g/kg OA gün ile Z2 grubunda gerçekleşmiş, bunu Z0, Z1, Z3 ve Z4 izlemiştir. En yüksek zeolit içeren iki grup (Z3 ve Z4) kontrol ile Z2'den önemli derecede daha düşük yağ tüketmiş, Z1 ise bu iki gruba benzer bir değer vermiştir. Grupların yağ kazanımları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmazken (P>0,05), en yüksek kazanım 2,93 g/kg OA gün ile en yüksek alımın olduğu Z2 grubunda en düşük kazanım ise 2,59 g/kg OA gün ile Z0 grubunda gerçekleşmiştir. Yağ tutumları arasında da istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır (P>0,05). En yüksek yağ tutum oranı %73,43 ile Z2 grubunda gerçekleşmiş bunu Z4 grubu takip etmiştir. En düşük yağ tutum oranı %65,27 ile Z0 grubunda gerçekleşmiştir. Yağ alım oranlarındaki farklılık yağ kazanımına ve yağ tutum oranlarına yansımamıştır.

Enerji alımları açısından yapılan değerlendirmede Z1, Z3 ve Z4 grubunun 0,48 mj/kg OA gün ile aynı olduğu, Z0 grubunun 0,49 mj/kg OA gün ve Z2 grubunun 0,50 mj/kg OA gün olduğu görülmektedir. Z0'a göre zeolit ilave edilen grupların enerji alımları arasında istatistiksel farklılık olmamasına rağmen zeolit ilave edilen gruplardan, Z2 diğerlerinden 0,02 mj/kg OA gün daha fazla alım gerçekleştirmiş ve bu farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0,05).

Grupların enerji kazanımları Z2 grubu hariç 0,19 mj/kg OA gün, Z2 grubunda ise 0,20 mj/kg OA gün bulunmuştur ve istatistiksel olarak fark görülmemiştir ($P>0,05$). Enerji tutum oranları arasında da istatistiksel olarak fark olmamasına rağmen, en yüksek tutum %40,26 ile Z4 grubunda, en düşük ise %37,59 ile Z0 grubunda gerçekleşmiştir.

Besin madde alımları incelendiğinde, muamelelerin azot, yağ ve enerji tüketimleri arasında önemli farklılıklar yarattığı görülmektedir. Bu farklılığın esas nedeninin, yem tüketiminden kaynaklandığı söylenebilir. Zira grupların benzer besin madde kompozisyonuna sahip yem ile beslendikleri ve yem tüketim değerleri incelendiğinde her ne kadar istatistiksel olarak fark bulunmamış olsa da (Çizelge 4.1), rakamsal olarak Z2 grubunun daha fazla yem tükettiğinin altı çizilmelidir. Söz konusu grup aynı zamanda en yüksek azot, yağ ve enerji tüketmiştir. Yapılan korelasyon analizi, yem tüketimi ile besin madde (azot, yağ ve enerji) alımları arasında pozitif yönlü ilişkinin varlığını ortaya koymaktır (Ek 1).

Grupların yağ ve enerji tutum oranlarında zeolit ilavesinin istatistiksel olarak bir etkisinin olmadığı, fakat rakamsal olarak muamele gruplarının daha fazla yağ ve enerji biriktirdiği görülmektedir. Bu farklılık da büyümeye rakamsal olarak yansımıştır. Çalışmamızda büyümenin kontrole göre önemli derecede yüksek olduğu Z3 grubunun azot tutum oranı %7,69 daha yüksek bulunmuş, fakat azot tutum oranındaki farklılık Z0'a göre önemli bulunmamıştır. Z2 grubunun azot tutum oranının düşük bulunması da bu grubun vücudunda diğerlerine göre daha az protein ve daha fazla yağ biriktirmesine bağlanmıştır. Yeme zeolit eklenerek yürütülen önceki çalışmalarda, bizim değerlendirdiğimiz şekilde besin madde kullanımı açısından yaklaşmadığı için, yeterli veriye sahip olanlardan besin madde tutum oranları hesaplanmıştır. Yeterli veriye sahip olmayanlardan ise literatür verilerinde bildirilen değerler baz alınarak hesaplama yapılmıştır. Buna göre alabalıklarda Danabaş (2010), tarafından yeme %0-%3 arası zeolit ilave edilerek yapılan çalışmada kontrol grubu azot tutumu %27,60 olarak bulunurken, büyümenin önemli derecede yüksek olduğu %1 zeolit katkılı grubun azot tutumu %40,93 ile kontrolden %48,5 daha fazla gerçekleşmiştir. Benzer şekilde, büyümenin olumlu yönde etkilendiği çalışmalarda alabalık yemlerine ilave edilen modernit ve bentonit (%2,5),

(Eya ve ark., 2008), ile minazel (Obradović ve ark., 2006), azot tutum oranlarını olumlu yönde etkilemiştir. Büyümenin önemli oranda etkilenmediği sazan (Kanyılmaz ve Tekelioğlu, 2009), levrek (Dias ve ark., 1998), tilapia (Töre, 2006), ve alabalıklarda (Reinitz, 1984), azot tutumlarında önemli bir değişiklik olmadığı hesaplanmıştır (Ek 2).

Literatürden hesaplanan besin azot kullanımı ile diyetel zeolit arasındaki ilişkide genel bir uzlaşma olmamasında, zeolitlerin yapısal özellikleri ile deneme koşullarındaki farklılıklar ve denemede kullanılan balığın tür, yaş ve diğer özellikleri rol oynamış olabilir. Zeolitin besin madde kullanımı üzerinde daha ileri yorum yapabilmek için aminoasit sindirilebilirliği ve kullanımının da belirlenmesi gerektiği (Lupatsch ve ark., 1997) düşünülmektedir.

4.1.6. Tahmini Katı Atık, Partikül Azot ve Çözünmüş Azot Salımları

Muamelelerin sindirim katsayılarını da hesaba katarak yapılan kütle dengesi yaklaşımı ile hesaplanan toplam katı atık ile partikül ve çözünmüş azot kayıpları Çizelge 4.6'da verilmiştir. Deneme gruplarının toplam katı atık miktarları arasında istatistiksel bir fark görülmemiştir. En düşük toplam katı atık 325,24 g/kg balık olarak Z2 grubunda gerçekleşirken, en yüksek toplam katı atık 355,88 g/kg balık olarak Z0 grubunda tespit edilmiştir. Grupların toplam azot salımları en yüksek 61,48 g/kg balık ile Z0 grubunda gerçekleşmiş, bunu Z2 grubu takip etmiştir. En düşük toplam Azot salımı 55,73 g/kg balık ile en iyi büyümenin olduğu Z3 grubunda gerçekleşmiş, bunu Z1 grubu takip etmiştir. Yapılan istatistiksel analizde Z0 grubuna göre, Z1 ve Z3 grubundan salınan toplam azot miktarı önemli derecede daha düşük bulunmuştur ($P<0,05$). Yine grupların partikül azot atıkları arasında istatistiksel olarak fark görülmemesine rağmen, rakamsal olarak en yüksek partikül azot atımı $9,01\pm0,48$ g/kg balık ile Z3 grubunda görülmüştür. Çözünmüş azot atığı açısından yapılan değerlendirmede, en düşük miktar 46,72 g/kg balık ile büyümenin en iyi olduğu Z3 grubunda gerçekleşmiş, bunu 48,17 g/kg balık ile Z1 grubu takip etmiştir. En yüksek çözünmüş azot atığı Z0 ve Z1 gruplarında gözlenmiştir. Yapılan istatistiksel analizde

Z0'a göre Z1 ve Z3 tarafından bırakılan çözünmüş azot atığı önemli derecede daha düşük bulunmuştur ($P<0,05$).

Çizelge 4.6. Deneme gruplarında tahmin edilen katı atık, toplam azot (N) kaybı, partikül azot (N) ve çözünmüş azot (N) verileri (g/kg balık)

	Z0	Z1	Z2	Z3	Z4
Toplam katı atık	355,88±13,06	349,30±9,84	325,24±9,75	354,54±11,95	354,69±7,61
Toplam N kaybı	61,49±0,36 ^a	56,20±1,05 ^{bc}	60,47±1,45 ^{ab}	55,73±1,01 ^c	57,68±0,58 ^{abc}
Partikül N atığı	8,66±0,91	8,03±0,22	7,11±0,14	9,01±0,48	8,46±0,84
Çözünmüş N atığı	52,82±0,60 ^a	48,17±0,92 ^b	53,36±1,32 ^a	46,72±0,62 ^b	49,22±1,10 ^{ab}

Rasyon enerji içeriğini (yağ) arttırıp, protein içeriğini düşürmek, besleme ve yetiştiricilik koşullarını optimize etmek, katı atık ve toplam azot salınımını azaltmaktadır (Kaushik, 1998; Cho ve Bureau, 2001). Ayrıca balık türü, balığın bulunduğu koşullar, yemleme ve yem formları atık salınımını etkilemektedir (Axler ve ark., 1997). Bizim çalışmamızda kullandığımız deneme yemlerinin besin bileşenleri tüm gruplarda yaklaşık aynı olduğu için, gruplarda enerji ve proteine göre alım söz konusu olmamıştır. Toplam katı atık salınımı, KM sindirilebilirliği ve ağırlık kazanımından tahmin edilmektedir. Gruplar arasında farklılık önemli olmamasına rağmen Z2 daha fazla KM biriktirdiği ve daha fazla KM sindirilebilirliği gösterdiğinden toplam katı atık, diğer gruplara göre rakamsal olarak daha iyi bulunmuştur. Tarafımızdan bulunan katı atık salınım düzeyi çipuralarda Kaushik (1998), tarafından bildirilen yüksek protein, düşük yağ oranıyla beslenenlerle benzer bulunmuştur. Ancak düşük protein ve yüksek yağ ile beslenenlere göre Z2 grubuyla benzer, diğer deneme gruplarından daha yüksek bulunmuştur. Alabalıklarda katı atık salınımını Axler ve ark. (1997), 289–839 g/kg balık, Bureau ve ark. (2003), 240–318 g/kg balık, olarak bildirmiştir. Zeolit ilavesi yapılarak yürütülen çalışmalardan hesaplama yoluyla elde edilen değerlere göre de, büyüme arttıkça katı atık salınımının azaldığı (Obradović ve ark., 2006; Eya ve ark., 2008; Danabaş, 2009), büyüme olumlu yönde etkilenmese bile yüksek miktardaki ilavenin (Reinitz, 1984; Dias ve ark., 1998, Töre, 2006) katı atık salınımını arttırdığı görülmüştür (Ek 2).

Azot tutumlarında önemli bir farklılık olmamasına rağmen, Z3 grubunun azot kaybı Z0 ve Z2'ye göre daha düşük bulunmuştur ($P<0,05$). Z3 grubunun azot kaybı

nispi olarak Z0'a göre %9,37 daha az olmuştur. Çalışmamızda bulduğumuz toplam azot salınım değerleri çipuralarda Kaushik (1998) tarafından bildirilenlerden (38,0-52,5 g/kg balık) yüksek, Axler ve ark. (1997) ile Bureau ve ark. (2003), tarafından alabalıklarda bildirilen değerlerin (47–87) alt sınırlarına yakın bulunmuştur. Danabaş (2009), tarafından alabalıklarda bildirilen değerlerden yapılan hesaplama göre, %1 zeolit katkılı grubun azot kaybı, kontrole göre %37,27 daha az gerçekleşmiştir. Diğer çalışmalarda %10 bentonit ile beslenen grup hariç (Eya ve ark., 2008; Obradović ve ark., 2006), azot kaybının kontrole göre daha düşük olduğu, büyümenin etkilenmediği sazan (Kanyılmaz ve Tekelioğlu, 2009), ve levrek (Dias ve ark., 1998), balıklarında dalgalı bir seyir olduğu, tilapia (Töre, 2006), ve alabalıklarda (Reinitz, 1984), zeolit ilavesi arttıkça azot kaybında artış olduğu hesaplanmıştır (Ek 2). Azot alımı arttıkça salınımında artış göstermektedir. Aynı zamanda azot salınımı diyetteki fosfor ve enerji düzeyiyle doğrudan etkileşim içindedir (Kaushik, 1998). Bizim çalışmamızda da azot alımı yüksek olan Z0 ve Z2 gruplarının azot salınımı diğerlerinden yüksek bulunmuştur. Toplam azot salınımları iyi büyümenin olduğu Z3 grubunda ve Z1 grubunda Z0'a göre daha düşük bulunmuştur. Buna göre Z2 grubundaki toplam azot salınımının zeolit ilaveli gruplara göre Z0'a daha yakın olmasının sebebi, bir miktar fazla azot alması olarak açıklanabilir. Diğer yandan, yeme %1 ve %3 oranında zeolit ilavesi daha iyi yem değerlendirmesi sağlayarak kontrole göre toplam azot salınımını önemli derecede düşürdüğü söylenebilir (Ek 1).

Toplam azot formlarından partikül azot atığı açısından farklılık görülmemiştir. Alabalıklarda Bureau ve ark. (2003), partikül azot salınımını 9,3-12,3 g/kg balık, d'Orbcastel ve ark. (2008), ise 10,1 g/kg balık olarak bildirmiştir. Zeolitli yem ile beslemeyi konu alan literatürden hesaplanan partikül azot kaybı verilerine göre, alabalıklarda 7,49 ile 12,75 g/kg balık (Obradović ve ark., 2006; Eya ve ark., 2008; Danabaş, 2009), levreklerde ise 8,72 ile 9,86 g/kg balık (Dias ve ark., 1998) arasındadır. Buna göre, bizim bulgularımız hesaplamalar yoluyla elde edilen literatür bildirişleri aralığında bulunmuştur.

Toplam azot formlarından partikül azot atığı salınımında gruplar arasında farklılık olmasada ($P>0,05$), Z2 grubunda uzaklaştırılması çözünmüşe göre daha kolay olan katı azot salınımı rakamsal olarak diğerlerinden daha düşük olmuş, fakat

çevre için daha büyük problem olan çözünmüş azot formundaki salınım, diğerlerinden daha yüksek gerçekleşmiştir. Benzer şekilde Z0 ve Z4 grupları da Z2 ile yaklaşık düzeyde çözünmüş azot salınımı gerçekleştirmiştir. Çalışmamızda Z1 ve Z3 gruplarının çözünmüş azot salınımları Z0'a göre önemli derecede daha düşük bulunmuştur. Alabalıklarda çözünmüş azot salınımını 39,7-58,8 g/kg balık (Bureau ve ark., 2003; d'Orbcastel ve ark., 2008) olarak bildirilmiştir. Zeolit ilavesi yapılarak yürütülen besleme çalışmalarından yeniden hesaplanan çözünmüş azot verileri, alabalıklarda daha geniş bir varyasyonu gösterirken (Reinitz, 1984; Obradović ve ark., 2006; Eya ve ark., 2008;), levrekde 75 g/kg civarında (Dias ve ark., 1998), sazanda yaklaşık 95 g/kg (Kanyılmaz ve Tekelioğlu, 2009) olduğunu göstermiştir. (Ek, 2). Bizim çalışmamızdan ve yeniden hesaplamalardan elde edilen verilere göre büyümenin olumlu yönde etkilendiği çalışmalarda çözünmüş azot salınımları, istisnalar hariç, daha düşük bulunmuştur. Buna göre, zeolit ilavesinin sadece toplam azot üzerine etkisinin olmadığını, aynı zamanda iyon değişim özelliği sayesinde amonyumu absorblayarak çözünmüş azot salınımını da azalttığı, dolayısıyla daha çevreci bir yetiştiricilik sağlayabileceği söylenebilir.

4.1.7. Kan Değerleri

4.1.7.1. Kan Biyokimyası

Deneme gruplarına ait kan glikoz, kan üre azotu (BUN), kolesterol, trigliserit, alanin aminotransferaz (ALT), aspartat aminotransferaz (AST) ve alkalen fosfataz (ALP), analizlerine ait veriler Çizelge 4.7'de verilmiştir. Görüldüğü üzere Z4 grubunun glikoz düzeyi Z0 ile kıyaslandığında istatistiksel olarak önemli derecede daha düşük olarak tespit edilmiştir ($P<0,05$). Kontrol grubunda 78,00 mg/dL olan glikoz miktarı, zeolit ilavesi arttıkça azalma eğilimi göstererek Z4 grubunda 68,73 mg/dL'ye kadar düşmüştür. Bizim tespit ettiğimiz glikoz düzeyi, çipuralarda Roncarati ve ark. (2006), tarafından bildirilen (45-119 mg/dL) değerler içinde, fakat Ortuno ve ark. (2003), tarafından bildirilenden daha yüksek (33-48,4 mg/dL) bulunmuştur. Zeolit katkısıyla beslenen balıklarda yapılan çalışmalarda, sazanların

glikoz düzeyinin %50 ye yakın oranlarda azaldığı (Kanyılmaz, 2008), tilapialarda da zeolit düzeyi arttıkça glikoz düzeyinin düştüğü (Töre, 2006) bildirilmiştir. Aksine tavuk (Curtui, 2000; Safaekatouli ve ark., 2011), koyun (Ghaemnia ve ark., 2010) ve sığırdı (Yazdani ve Hajilari, 2009) yapılan çalışmalarda, zeolitın glikoz düzeyini etkilemediği bildirilmiştir. Glikoz akut stresin karakteristik göstergesidir (Svobodova ve ark., 2006). Metabolizma hızlandığında kandaki glikoz düzeyi düşmektedir. Yeme zeolit ilavesi metabolizmayı hızlandırarak, besin emilimi ve kullanımını artırarak glikoz düzeyinin düşmesinin nedeni olabilir (Safaekatouli ve ark., 2011). Bununla birlikte uzun süreli ağır metallerle maruz kalma esnasında glikoz düzeyinde azalma görülmüştür (Çelik 2006; Çelik ve ark., 2008). Bizim çalışmamızda yapılan korelasyon analizinde glikoz ile alüminyum (-0,96) ve demir (-0,93) arasında negatif ve güçlü bir ilişki tespit edilmiştir. Bu nedenle glikoz düzeyinin düşüşü, yemin demir ve alüminyum içeriğinin artmasından kaynaklanmış olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.7. Farklı düzeyde zeolit katkılı yemle beslenen çipuraların kan glikoz, BUN, kolesterol, trigliserit (mg/dL), ALT, AST, ALP (IU/L), düzeyleri.

	Z0	Z1	Z2	Z3	Z4
Glikoz	78,00±1,53 ^a	73,67±2,33 ^{ab}	74,00±5,0 ^{ab}	70,33±0,67 ^{ab}	68,73±0,67 ^b
BUN	22,43±1,41	24,00±1,64	22,40±1,62	23,70±1,88	23,53±0,70
Kolesterol	240,70±105,2	341,70±23,0	371,00±27,4	329,00±13,10	384,70±18,70
Kortizol	2,92±0,03	5,46±0,98	4,22±1,37	3,86±0,96	2,98±0,39
Trigliserit	238,33±9,84 ^{ab}	232,0±14,73 ^{ab}	202,67±17,70 ^b	275,0±7,23 ^a	289,50±17,61 ^a
ALT	11,00±0,58 ^b	7,67±0,67 ^c	16,00±0,58 ^a	10,00±1,0 ^{bc}	7,00±0,58 ^c
AST	195,33±38,67 ^{ab}	134,33±24,55 ^b	343,00±50,14 ^a	189,33±34,72 ^{ab}	161,33±16,84 ^{ab}
ALP	226,33±20,99 ^{ab}	180,33±8,41 ^b	297,67±21,61 ^a	207,00±22,34 ^{ab}	278,00±26,03 ^a

Aynı satırda farklı harflerle gösterilen gruplar birbirlerinden önemli derecede farklıdır (P<0,05).

BUN değerleri, 22,43 ile 24,00 mg/dL aralığında tespit edilmiş olup, gruplar arası fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (P>0,05). Sazan balıklarında zeolit ilavesi BUN düzeyini düşürken (P<0,05) (Kanyılmaz, 2008), tilapiada (Töre, 2006) ve alabalıklarda (Tekeşoğlu, 2010) önemli bir etki gözlenmemiştir. Alabalık, tilapia

ve çipurada elde edilen değerlerin aksine, kuzu yemine ilave edilen %3 ve %6 oranındaki zeolit, BUN değerlerini etkilemezken %9 oranındaki zeolit sazan balıklarında olduğu (Kanyılmaz, 2008) gibi, BUN düzeyini önemli oranda düşürmüştür ($P<0,05$) (Ghaemnia ve ark., 2010). Zeolitin sazanlarda ve kuzularda görülen etkiyi alabalık ve tilapiada olduğu gibi çipuralarda da göstermemesi deneme koşullarından veya balıkların fizyolojisinden kaynaklandığını düşündürmektedir. BUN düzeyinde farklılığın oluşmaması aynı zamanda balık sağlığına olumsuz etkisinin olmadığını da ortaya koymaktadır.

Kolesterol Z0 grubunda 240,70 mg/dL ile en düşük düzeyde tespit edilmiştir. Diğer gruplar rakamsal olarak oldukça yüksek tespit edilmesine rağmen, fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0,05$). Tespit ettiğimiz kolesterol düzeyleri Roncarati ve ark. (2006), tarafından çipuralarda bildirilenden yüksek bulunmuştur. Zeolit ilavesi tilapialarda (Töre, 2006), kolesterol düzeyini arttırken, alabalık (Tekeşoğlu, 2010), sazan (Kanyılmaz, 2008) ve broylerlerde (Curtui, 2000; Safaeikatouli ve ark., 2011), bir farklılık oluşturmamıştır. Çalışmamızda zeolitin kolesterol üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilsede ($P>0,05$), zeolit ilavesi balığın vücudunda tutulan yağ oranını rakamsal olarak arttırmıştır ($P>0,05$). Yağ artışında olduğu gibi kolesterol düzeyinde de rakamsal bir farklılık görülmüştür. Yapılan korelasyon analizinde vücutta tutulan yağ ile kolesterol arasında zayıf fakat pozitif bir ilişki (0,35) tespit edildiğinden zeolit ilavesinin kolesterol düzeyi üzerinde kısmen etkili olabileceği düşünülmüştür.

Deneme gruplarının kortizol düzeyleri 2,92 mg/dL ile 5,46 mg/dL aralığında bulunmuş ve istatistiksel olarak fark tespit edilmemiştir ($P>0,05$). Bulunan değer çipuralarda, Tort ve ark. (2002), tarafından bildirilen değerlere yakın ancak Ortuno ve ark. (2003), tarafından bildirilen aralıkta (2,3-13,3) bulunmuştur. Kortizol düzeyi kronik strese bağlı olarak değişim gösterdiğinden (Ortuno ve ark., 2003; Svobodova ve ark., 2006), gruplar arası varyasyonun zeolit ilavesi kaynaklı değil, anestezi uygulamasından ve balıkların kan alımı için hazırlanmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Trigliserit düzeyleri en düşük 202,67 mg/dL ile Z2 grubunda, en yüksek 289,50 mg/dL ile Z4 grubunda tespit edilmiştir. Kontrol grubu trigliserit düzeyi tüm

muamele grupları ile benzer ($P>0,05$) olmuş, fakat Z3 ve Z4, Z2'ye göre istatistiksel olarak önemli derecede yüksek bulunmuştur ($P<0,05$). Triglicerit düzeylerinde zeolit artışına bağlı bir değişim gözlenmemiştir. Çipuralarda triglicerit düzeyini Roncarati ve ark. (2006), 100-550 mg/dL, Peres ve ark. (1999), ise 124,50 mg/dL olarak bildirmişlerdir. Buna göre bulduğumuz değerler Roncarati ve ark. (2006), ile benzer, Perez ve ark. (1999)'dan yüksek bulunmuştur. Zeolit ilavesinin triglicerit üzerine etkili olmadığı sonucu alabalıklarda (Tekeşoğlu, 2010) ve broylerlerde (Curtui, 2000), de bildirilmiştir. Ancak, tilapialarda %20 düzeyinde zeolit ilavesi %10'a göre triglicerit düzeyini istatistiksel olarak önemli derecede düşürmüştür.

Serum ALT düzeyi en düşük 7,00 IU/L ile Z4 grubunda bulunurken en yüksek 16,00 IU/L ile Z3 grubunda tespit edilmiştir. Kontrol grubunda ise 11,00 IU/L olarak tespit edilmiş ve gruplar arası varyasyon, zeolit düzeyine bağlı bir değişim sergilememiştir. Kontrol grubu ile kıyaslandığında, Z1 ve Z4 istatistiksel olarak önemli derecede daha düşük, Z2 ise daha yüksek ($P<0,05$) bulunmuş, Z3'ün ise benzer olduğu tespit edilmiştir. Bizim bulgumuzun aksine, alabalıklarda (Aybal, 2001) ve broylerlerde zeolit ve bentonit ilavesinin (Curtui, 2000; Safaeikatouli ve ark., 2011; Vizcarra-Olvera ve ark., 2012) ALT düzeyleri üzerine etkili olmadığı rapor edilmiştir.

Serum AST değerleri de, ALT değerlerinde olduğu gibi dalgalanma sergilemiştir. AST düzeyi Z0 grubunda 195,33 IU/L bulunmuştur. Zeolit katkılı gruplardan Z1, Z3 ve Z4, Z0'dan daha düşük değerler göstermiş, Z2 grubunda kontrole göre yaklaşık %50 daha yüksek bir konsantrasyon tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizde Z1 ve Z2 grupları istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunmuş ($P<0,05$) olmasına rağmen, Z0 diğer tüm gruplar ile benzerlik sergilemiştir ($P>0,05$). Zeolit katkılı yemle beslenen alabalıklarda (Aybal, 2001), AST düzeyleri bizim çalışmamızda olduğu gibi zeolit düzeyine bağlı olmayan farklılık sergilemiştir ($P<0,05$). Görülen bu farklılığın zeolit katkısının etkisinden başka bir nedenle olduğu düşünülmektedir. Broylerlerde sadece zeolit ve zeolit+*Fusarium Poae* toksini ilave edilerek yapılan besleme çalışmasında, zeolit ilavesi, AST düzeyleri üzerine etkili olmamıştır (Curtui, 2000; Safaeikatouli ve ark., 2011). Fakat yeme Fumonisin B1 toksini ve %0,5-%1 oranındaki zeolit ve bentonit katkısının eklendiği grupta, zeolit

ve bentonit tavuklarda Fumonisin B1 toksininin neden olduğu karaciğer harabiyetini engelleyerek AST enzim düzeyini kontrolle istatistiksel olarak benzer, fakat Fumonisin B1 mumameleli gruba göre önemli derecede ($P<0,05$) düşürmüştür (Vizcarra-Olvera ve ark., 2012).

ALP düzeyleri de diğer karaciğer enzimleri gibi dalgalanmalar göstermiştir. En düşük ALP düzeyi 180,33 IU/L ile Z2 grubunda bulunmuş, en yüksek düzey de 297,67 IU/L ile Z2 grubunda bulunmuştur. Kontrol ile diğer gruplar arasındaki farklılık önemli bulunmazken ($P>0,05$), Z2 grubu ile Z3 ve Z4 grubu istatistiksel olarak birbirlerinden ayrılmıştır ($P<0,05$). Zeolitli yem alan alabalıklarda ALP düzeyleri kontrole göre düşük bulunmuş (Aybal, 2001), broylerlerde rasyona ilave edilen zeolit, kaolin (Safaeikatoouli ve ark., 2011) ve montmorillonit (Ma ve Guo, 2008) etki göstermemiştir ($P>0,05$).

Kanda bulunan ALP, ALT ve AST enzimleri sıklıkla balıkta test edilen karaciğer enzimleridir. Kandaki düzeylerinin artışı, (Kopp ve Hetesa, 2000) karaciğerde nekrozis ve doku dejenerasyonu ile protein metabolizmasındaki değişimleri yansıtmaları bakımından önemlidir (Çelik 2006). Kan değerleri mevsimsel değişimler, yaş, cinsiyet, gıda varlığı, genetik özellikler, taşıma, müdahale, kan alma tekniği, laboratuvar tekniği, çevresel stres faktörlerinden etkilenmektedir. Kan değerleri harici ve dahili faktörlerden geniş ölçüde etkilendiğinden ve geniş varyasyon gösterdiğinden yorumlamak oldukça güçtür (Vázquez ve Guerrero, 2007). İncelenen parametrelerden glikoz hariç diğerlerinde zeolit düzeyine bağlı net bir değişiklik gözlenmemesi, diğer parametrelerdeki farklılığın da deneme, analiz koşullarına ve balık fizyolojisine bağlı olduğu düşünülmektedir.

4.1.7.2. Lökosit, Hemoglobin ve Eritrosit Düzeyleri

Deneme gruplarına ait lökosit, hemoglobin ve eritrosit değerleri Çizelge 4.8’de verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü gibi, lökosit düzeyleri 186.567 ile 259.000 adet/mm³ aralığında, hemoglobin düzeyleri 8,70 ile 9,43 g/dL aralığında, eritrosit düzeyleri de 2,41 ile 2,73 milyon/mm³ aralığında bulunmuştur. Hemogram değerlerindeki değişimin yeme ilave edilen zeolit miktarından etkilenmediği, analiz

edilen değerlerin kontrol grubuyla sadece rakamsal bir fark gösterdiği ve istatistiksel analizde farklılığın önemli olmadığı sonucuna ulaşılmıştır ($P>0,05$).

Çipuralarda hemoglobın düzeyi 4,27 ile 8,47 g/dL, eritrosit 2,23 ile 3,68 milyon/mm³ ve lökosit 621.400 ile 740.100 adet/mm³ arasında rapor edilmiştir (Tort ve ark., 2002; Molinero ve ark., 1997; Fazio ve ark., 2012). Buna göre bizim bulduğumuz hemoglobın değerleri bildirilenden yüksek, eritrosit ve lökosit değerleri ise düşük bulunmuştur. Zeolit katkılı yemlerle beslenen sazanlarda (Kanyılmaz, 2008) zeolit katkısı arttıkça zeolitın demir içeriğine bağlı olarak hemoglobın düzeyi yükselmiştir.

Çizelge 4.8. Farklı düzeyde zeolit katkılı yemle beslenen çipuraların lökosit, eritrosit ve hemoglobın düzeyleri

Kan Parametreleri	Z0	Z1	Z2	Z3	Z4
Lökosit (mm ³)	224.333±	259.000±	186.567±	223.667±	228.333±
Hemoglobın(g/dL)	9,07±0,47	9,43±0,17	9,10±1,31	8,70±1,01	9,17±0,34
Eritrosit (milyon/mm ³)	2,42±0,13	2,73±0,12	2,45±0,54	2,41±0,21	2,61±0,13

Zeolit kullanılarak yürütölen diğör çalışmalarda insan (Ivkovic ve ark., 2004), tilapia (Eğrikılıç, 2009) ve farelerde (Martin-Kleiner ve ark., 2001), farklı oranlarda zeolit ilavesi hemoglobın, eritrosit ve lökosit düzeyleri üzerine etki etmediğı tespit edilmiştir. Benzer şekilde, yürütölen diğör çalışmalarda da yeme zeolit ilavesi hemoglobın (Katsoulos ve ark., 2005; Yazdani ve Hajilari, 2009) ve eritrosit düzeylerine etki etmediğı rapor edilmiştir (Katsoulos ve ark., 2005). Yeni doğan buzağıların kollostrum sütüne ilave edilen %2 oranındaki zeolitın 2 günlük besleme sonunda, buzağıların hemoglobın, eritrosit ve lökosit düzeylerini etkilemediğı, 14 günlük beslemede ise zeolitın demir içeriğine bağlı olarak eritrosit ve hemoglobın düzeyinin arttığı fakat lökosit düzeyinin etkilenmediğı kaydedilmiştir (Mohri ve ark., 2008). Balık sağılığında temel gösterge olan hematolojik parametrelerden, eritrosit miktarı ve hemoglobın sayısındaki azalma, balıkta meydana gelen negatif değışikliklerin teyit edilmesinin veya aneminin bir göstergesidir (Houstian, 1997).

Çoğunlukla stres reaksiyonunun ilk gününde bozulan hemostazın düzenlenmesi aşamasında da lökosit sayısındaki artma gözlenmiştir. Bununla birlikte lökosit sayısında azalma görülmesi, bağışıklık sisteminin bozulduğunun da göstergesi olup (Çelik 2006), biyolojik olmayan stres kaynakları hematolojik değişikliklere neden olmaktadır (Harikrishnan ve ark., 2003). Bütün olarak bakıldığında, istisnalar hariç, genel olarak zeolit ilavesinin hemoglobin, eritrosit ve lökosit düzeyleri üzerine sadece balıklarda değil diğer canlılarda da her hangi bir etki yapmadığı dolayısıyla balık sağlığı üzerine olumsuz etki yapmadığı söylenebilir.

4.1.7.3. Kan Sodyum, Potasyum, Kalsiyum ve Magnezyum Düzeyleri

Kan sodyum, potasyum, kalsiyum ve magnezyum analizleri sonucunda elde edilen değerler Çizelge 4.9’da verilmiştir. Görüldüğü gibi sodyum ve potasyum düzeylerinde rakamsal bir farklılık gözlenmiş olup elde edilen değerler istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0,05$). Kontrol grubunda elde edilen sodyum değeri ile diğer gruplarda elde edilen sodyum değerleri genel olarak bir birine yakın iken, potasyum düzeyinde Z2 grubu, diğer gruplara göre rakamsal olarak daha yüksek değer sergilemiştir. Kalsiyum düzeyi, Z0 grubunda 15,17 mg/dL olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.9. Farklı düzeyde zeolit katkılı yemle beslenen çipuraların kan sodyum ve potasyum (mmol/dL) ile kalsiyum ve magnezyum (mg/dL) düzeyleri

	Z0	Z1	Z2	Z3	Z4
Sodyum	177,67±0,88	180,67±1,67	178,33±2,40	177,67±0,33	176,67±0,88
Potasyum	5,77±0,78	5,57±0,79	7,07±0,45	5,23±0,32	5,47±0,35
Kalsiyum	15,17±0,47 ^a	13,67±0,22 ^b	14,83±0,26 ^{ab}	14,10±0,15 ^{ab}	14,13±0,18 ^{ab}
Magnezyum	3,13±0,12 ^{ab}	2,97±0,27 ^{ab}	3,53±0,07 ^a	2,77±0,07 ^b	2,80±0,10 ^b

Aynı satırda farklı harflerle gösterilen gruplar birbirlerinden önemli derecede farklıdır. ($P<0,05$).

Muamele gruplarında elde edilen değerlerin tamamı Z0’dan daha düşük olarak tespit edilirken kontrol grubuna göre Z1 grubu istatistiksel olarak farklı

olmakla birlikte, Z0 grubu ile Z1 dışındaki gruplar arasındaki fark önemli bulunmamıştır. Aynı zamanda zeolit ilaveli muamele grupları arasındaki farklılık da istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Magnezyum düzeyleri bakımından kontrol grubuyla zeolit ilaveli muamele grupları arasında farklılık gözlenmemesine rağmen, Z2 grubu Z3 ve Z4 den istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur ($P<0,05$).

Kan elektrolitleri, balıkların fizyolojik durumlarının belirlenmesinde, toksite deneylerinde ve sağlık durumlarının kontrolünde yaygın şekilde kullanılmaktadır. Azlığı ve ya çokluğunda büyüme, beslenme ile kas uyarılmaları etkilemektedir (Çelik, 2006). Kan minerel madde düzeyleriyle ilgili fazlaca çalışmaya ulaşılamadığından veriler çok sınırlı düzeydeki çalışmalarla irdelenmiştir. Papoutsoglou ve ark. (1999) ve Çelik (2006), çipuralarda Na düzeyini 167,5 mmol/dL, K düzeyini 2,98- 3,35 mmol/dL, Laiz-Carrio'n ve ark. (2005), farklı tuzluluklarda Na düzeyini 169-182 mmol/dL olarak bildirmiştir. Buna göre bizim tespit ettiğimiz değerler Papoutsoglou ve ark. (1999) ve Çelik (2006), tarafından bildirilenlerden yüksek, Laiz-Carrio'n ve ark. (2005) tarafından bildirilenlerle benzer bulunmuştur. Farelerde zeolit ilavesi serum K düzeyini %20 düzeyinde artırmış, Na, Ca ve Mg düzeylerinde değişikliğe neden olmamıştır (Martin-Kleiner ve ark., 2001). Zeolitlerin Ca'ı absorbe etmesi ve elverişliliğini düşürdüğü için (Thilsing-Hansen ve ark., 2007), zeolit ilavesiyle beslenen sığırlardaki doğum sonrası kalsiyum eksikliğinin giderilmesi için rasyona zeolitle birlikte Ca eklenmesi gerekmektedir. İlaveten zeolit sığırlarda Mg'u muamele gruplarında kontrole göre düşürsede, Mg düzeyinin normal değerlerde kaldığı ve zeolitin Mg bağlayıcı etkisinin olabileceği bildirilmiştir (Thilsing-Hansen ve ark., 2003; Grabherr ve ark., 2008). Bizim çalışmamızda Na ve K düzeylerinde farklılık gözlenmemiştir. Zeolit ilavesinin kan Na, K, ve Mg düzeyleri üzerinde olumlu ya da olumsuz bir etki etkisinin olmadığı sonucunu düşündürmektedir. Ancak, Ca düzeyinin Z1 grubunda kontrole göre istatistiksel olarak önemli oranda düşük olması ($P<0,05$), diğer gruplarda da rakamsal olarak az bulunması, Z2 grubu hariç diğer gruplarda Mg düzeyinin rakamsal olarak düşük bulunması, zeolitin Ca'un ve Mg'u absorblayarak kandaki düzeyini düşürebileceğini (Thilsing-Hansen ve ark., 2003; Grabherr ve ark., 2008; Thilsing-Hansen ve ark., 2007), dolayısıyla çipura rasyonuna zeolit ilavesiyle birlikte

Ca ve Mg ilave edilmesi gerekebileceği söylenebilir. Ancak bu konuda daha ileri çalışmaların yapılması gerekmektedir.

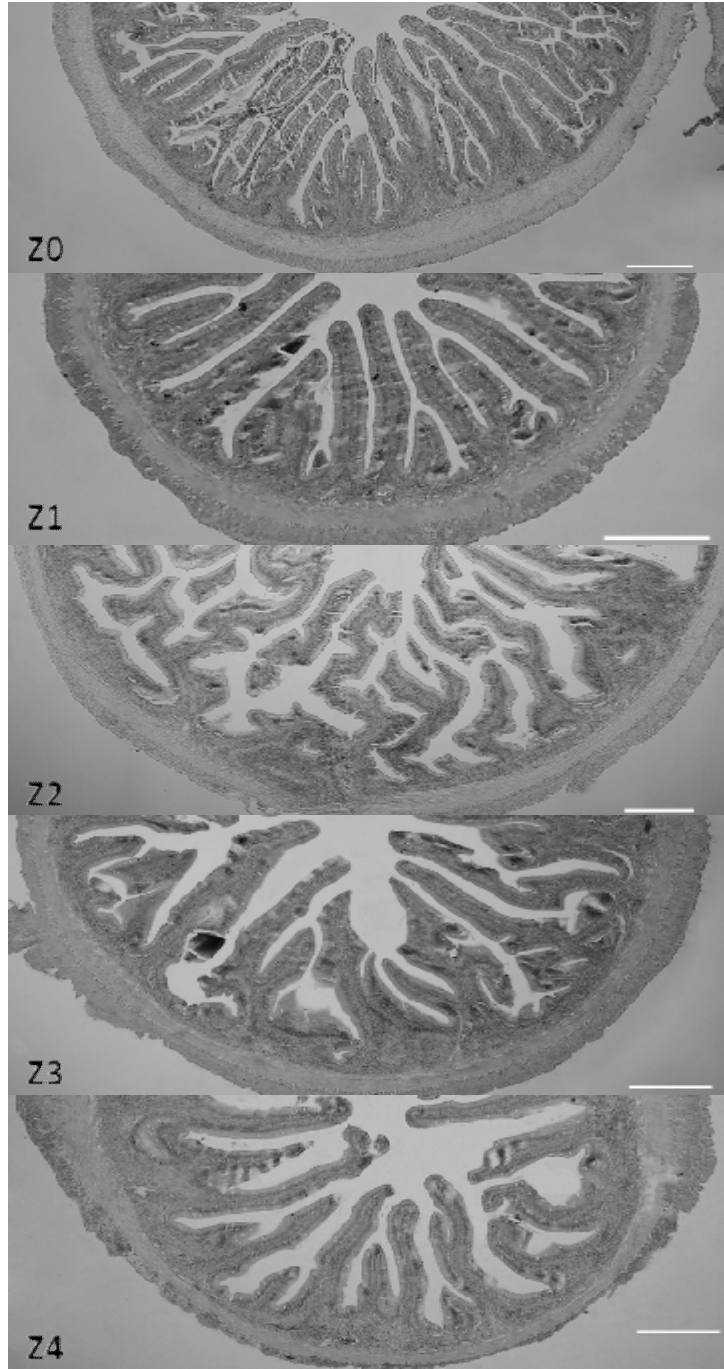
4.1.8. Bağırsak Histolojisi

Deneme gruplarına ait bağırsak mukoza katları uzunluğu ve sindirim kanalı uzunlukları Çizelge 4.10'da, ince bağırsak mukoza katlarına ait görüntü Şekil 4.5'te, kalın bağırsak mukoza katlarına ait görüntü Şekil 4.6'da verilmiştir. Deneme sonunda ince bağırsaktan alınan kesitlerden yapılan ölçümlerde Z0 grubu bağırsak mukoza katı uzunluğu ortalamaları 0,58 mm olarak bulunmuştur. Z1 ve Z4 grubu ortalamaları 0,52 mm ile benzer, Z3 0,55 mm ve Z2 0,68 mm olarak bulunmuştur. Yapılan istatistiksel analizde, gruplar arası fark önemli bulunmamıştır ($P>0,05$). Kalın bağırsak mukoza katları uzunlukları en düşük 0,74 mm ile Z4 grubunda tespit edilirken, en uzun mukozal katlanma 1,01 mm ile Z1 grubunda gözlenmiştir. Z4 grubu diğer gruplardan rakamsal olarak daha düşük bulunmuş olmasına rağmen gruplar arası farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0,05$).

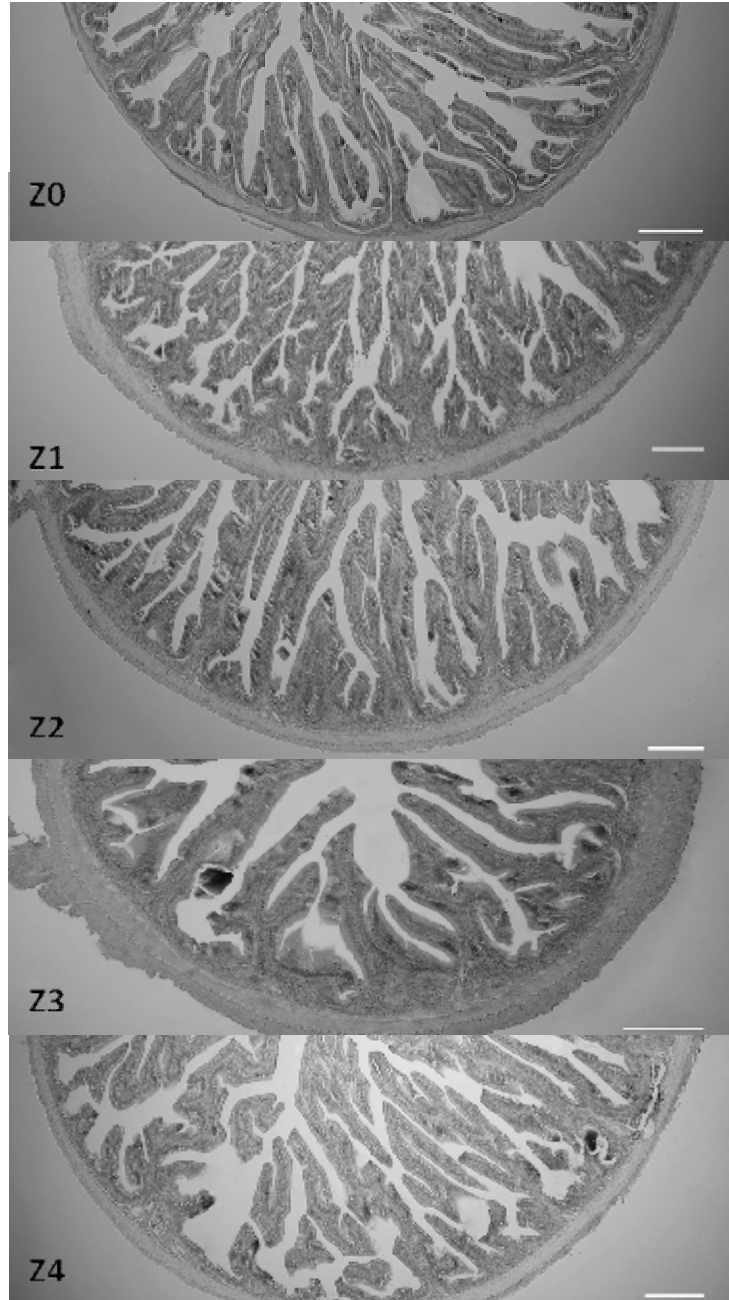
Çizelge 4.10. Deneme gruplarının ince ve kalın bağırsak mukoza katları uzunlukları (mm), sindirim kanalı uzunluğu (cm) (SKU) ve sindirim kanalı indeksi (SKİ)

	Z0	Z1	Z2	Z3	Z4
İnce bağırsak	0,58±0,09	0,52±0,06	0,68±0,09	0,55±0,04	0,52±0,06
Kalın bağırsak	0,97±0,04	1,01±0,09	0,89±0,08	1,00±0,02	0,74±0,07
SKU	13,07±0,57	13,10±1,42	13,90±1,12	14,25±0,85	13,00±0,74
SKİ	0,89±0,03	0,88±0,10	1,00±0,10	1,05±0,09	0,83±0,05

Sindirim kanalı uzunlukları 13,00 ile 14,25 cm aralığında değişmiştir. Farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamış ($P>0,05$) olmasına rağmen, Z4 grubuna kadar zeolit ilavesi ile rakamsal olarak artan değerler gözlenmiştir. Sindirim kanalı indeksi (SKİ), Z0 ve Z1'de birbirine çok yakın tespit edilmiştir. Z2'de 1,0 olan indeks Z3'de 1,05 ile en yüksek değer olarak tespit edilirken 0,83 ile en düşük değer Z4'de gözlenmiş olup farklılık önemli bulunmamıştır ($P>0,05$).



şekil 4.5. Zeolit katkılı yem ile beslenmiş *S. Aurata* ince bağırsak transversal kesitleri. Muskularis eksterna ve muskularis mukoza normal, villi benzeri uzantılar tipik görölmektedir. (H&E, Bar: 250 μ m)



Şekil 4.6. Zeolit katkılı yem ile beslenmiş *S. Aurata* kalın bağırsak transversal kesitleri. Muskularis ekrterna katları; adventia, sirküler ve longitudinal hat dokuları ile mukoza katları; muskularis mukoza, lamina propria ve epitel doku normal, lümen içerisindeki villi benzeri uzantılar da benzer şekilde normal görülmektedir (H&E, Bar: 250 µm)

Kanyılmaz (2008), tarafından sazan balığı yemlerine zeolit ilavesinin temel büyüme parametreleri, bağırsak mukozal kat yüzey alanı ve sindirim kanalı uzunluğuna etkisinin olmadığı bildirilmiştir. Bu çalışmamızda zeolit büyüme ve YYO üzerine olumlu etkisi Kanyılmaz (2008)'ın bulguları ile uyumsuzluk sergilerken, bağırsak mukoza morfolojisi üzerine etkisiz kalması uyumluluk arz etmektedir. Bizim bulgularımızın aksine, broyler yemine ilave edilen bir zeolit türevi olan montmorillonit, büyümede kontrole göre rakamsal olarak iyileşme sağlarken ($P>0,05$), bakır emdirilmiş montmorillonit büyümeyi önemli oranda attırmıştır ($P<0,05$). Her iki uygulamada da 21. ve 42. günde duodenum ve jejunum villus uzunluklarını kontrole göre önemli oranda artmıştır ($P<0,05$). İleum villus uzunluğu 21. günde artarken 42. günde bir farklılık oluşmamıştır (Ma ve Guo, 2008). Tavuk yemine ilave edilen 1 g/kg ve 2 g/kg zeolit ve bitki özü ekstratı tavuklarda büyümede artış eğilimi sağlarken ($P>0,05$), duodenumda hücre alanı, duodenum, jejunum ve ileumda ise mitozis'i önemli oranda arttırmış ($P<0,05$), villus uzunluğuna önemli bir etki yapmamıştır ($P>0,05$) (Incharoen ve ark., 2009).

Bağırsak içi morfolojisi bağırsak sağlığı hakkında fikir verebilmektedir. Buna göre; villus boyundaki kısaltmalar villusların körelmesine ve besin madde emilim alanının azalmasına neden olabildiği gibi tersi durumda da emilimin artması mümkün hale gelebilmektedir (Farhangi ve Carter, 2001; Ma ve Guo, 2008). Bazı araştırmacılar balık büyümesi arttıkça bağırsak mukoza katlarının da büyüdüğünü (Stevens ve Devlin, 2000; Yan ve Qui-Zhou, 2006; Yılmaz ve ark., 2007) belirtirken, bazıları büyümenin olumlu yada olumsuz yönde etkilendiği durumlarda, bağırsak mukoza katlarında belirgin bir farklılık oluşmayabileceğini (Farhangi ve Carter, 2001; Genç ve ark., 2006; Escaffre ve ark., 2007) ve ya mukozal katlanma uzunlukları artsada balık büyümesinde farklılık oluşmayabileceğini bildirmişlerdir (Genç ve ark., 2007). Nitekim yeme zeolit ilavesinin tavukların bağırsağında mitozis'i arttırması ve hücre alanlarını genişleterek büyümeye pozitif yönde etki etmesinde olduğu gibi (Incharoen ve ark., 2009), bizim çalışmamızda da çipuralarda benzer etkileşimle büyümenin etkilenmiş olabileceğini düşündürmektedir. Bununla birlikte daha ileri çalışmalarla bulgular desteklenmelidir.

4.1.9. Karaciğer ve Kas Dokusunda Demir ve Alüminyum Birikimi

Farklı düzeylerde zeolitle beslenen çipuraların karaciğer ve kas dokusundaki demir ve alüminyum düzeyleri Çizelge 4.11’de verilmiştir. Çizelgeden anlaşılabacağı üzere, yeme katılan zeolit düzeyi arttıkça karaciğerde biriken demir miktarında da artış olmuştur. Kontrol grubunda 22,65 mg/kg yaş ağırlık olarak tespit edilen demir miktarı, zeolit katkısı en yüksek olan Z4 grubunda 49,06 mg/kg yaş ağırlık olarak bulunmuştur. Karaciğer demir içeriği bakımından Z0 ile Z1 ve Z2 grupları benzer bulunurken, Z0 ile Z3 ve Z4 arasında farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Karaciğerde alüminyum birikimi ise zeolit miktarına bağlı olmayan bir dalgalanma göstermiş ve elde edilen değerler istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0,05$).

Çizelge 4.11. Karaciğer ve kas dokusunda demir (Fe) ve alüminyum (Al) miktarları (mg/kg yaş ağırlık)

	Z0	Z1	Z2	Z3	Z4
Karaciğer Fe	22,65±1,33 ^c	24,90±1,38 ^c	29,52±2,06 ^{bc}	46,08±5,95 ^{ab}	49,06±6,70 ^a
Karaciğer Al	1,41±0,67	1,44±0,38	1,23±0,28	0,44±0,03	2,83±1,71
Kas Fe	3,13±0,79	3,10±1,05	3,83±0,59	3,65±0,89	2,66±0,08
Kas Al	0,25±0,10	0,95±0,49	1,12±0,75	1,95±0,55	0,22±0,09

Aynı satırda farklı harflerle gösterilen gruplar birbirlerinden önemli derecede farklıdır ($P<0,05$).

Kas dokusunda bulunan demir miktarları 2,66-3,83 mg/kg yaş ağırlık aralığında, alüminyum miktarları 0,22-1,95 mg/kg yaş ağırlık aralığında değişim göstermiştir. Dokularda biriken demir ve alüminyum düzeylerindeki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0,05$). Karaciğerde zeolit miktarına bağlı olarak artış gözlenirken, karaciğer alüminyum ile kas demir ve alüminyum miktarları zeolit düzeylerine bağlı bir değişim sergilememiştir.

Alüminyum’un için günlük alım miktarı ve toksik dozu Türk gıda kodeksinde belirtilmemiştir (Anonim, 2012d). Dünya sağlık örgütü ise tölare edilebilir haftalık alım miktarını 7 mg/kg (WHO, 1996) olarak bildirmiştir. EFSA (2008)’in Müller ve

ark. (1998)'den bildirdiğine göre balıklarda alüminyum miktarı 1,2-5,5 mg/kg yaş ağırlık olarak tespit edilmiş, günlük hayatta sıklıkla kullanılan diğer gıdaların tamamında da bizim balıkta tespit ettiğimiz değerlerden daha yüksek olarak bildirilmiştir. Ranau ve ark. (2001), çeşitli balıkların kas dokularında alüminyum düzeyini bizim bulduğumuz değerlere benzer veya daha düşük bildirirken, pişirme şekli ve kullanılan soslara göre düzeyin değişebileceğini not etmişlerdir. Bu çalışmada katkı maddesi olarak kullanılan zeolitin türevleri olan silikatlar için, Avrupa'da herhangi bir üst limit belirlenmemiştir (EFSA, 2008). Fakat dünya sağlık örgütü, gıda katkısı ve bağlayıcı olarak kullanılan sodyum alüminyum silikat ve kalsiyum alüminyum silikat kaynaklarının günlük 20.000 mg/kg, alüminyum silikat kaynaklarının da 10.000 mg/kg'a kadar alınabileceğini birdirmiştir (WHO, 2006). Atlantik salmonların yemine ilave edilen 0-2.000 mg/kg arası alüminyumun zararlı ve ya faydalı etkisi gözlenmemiştir (Poston, 1991). Bizim çalışmamızdaki en yüksek düzey 1655 mg/kg dır. Çalışmalardan anlaşılabileceği üzere zeolitin yapısında bulunan alüminyumun balığa geçişi önemsiz bulunduğundan alüminyum birikimi açısından herhangi bir risk söz konusu değildir.

Dünya sağlık örgütü günlük demir alımını 0,8 mg/kg vücut ağırlığı olarak belirlemiştir. Demir eksikliği durumunda dozun 60 mg/kg'a kadar çıkabileceği, fakat kısa sürelerde demir alımının geçici olarak 100 mg/kg'a kadar artırılabilceği bildirilmektedir (WHO, 2004). Türk gıda kodeksinde ise demir alımıyla ilgili bilgi bulunmamaktadır (Anonim, 2012d). İskenderun Körfezinde bulunan Çamlık Lagünü'ndeki çipuralarda (56,13 g) demir miktarı mevsimlere göre karaciğerde 57,48-224,3 mg/kg yaş ağırlık, kas dokusunda ise 3,25-9,15 mg/kg yaş ağırlık (Dural ve ark., 2006), İskenderun körfezindeki çipuraların (150 g civarı) kas dokusunda 20,65-28,81 mg/kg yaş ağırlık olarak (Yılmaz, 2005) bildirilmiştir. Mercan balıklarının (131,14±22,52 g) (*Pagellus erythrinus* Linnaeus, 1758) kas dokusunda demir miktarı 8,848 mg/kg yaş ağırlık, karaciğer dokusunda ise 192,2 mg/kg yaş ağırlık olarak bildirilmiştir (Dural ve ark., 2010). Khaled (2009), tarafından sparit ailesinden *Sargus sargus*'un kas dokusunda demir miktarını mevsimlere göre 14,710-30,569, mg/kg yaş ağırlık, karaciğer dokusunda 92,113-120,672 mg/kg yaş ağırlık arasında bildirilmiştir. Sparit ailesinden kırmızı mercan için diyetel demir

gereksinimi 150 mg/kg yem olarak belirlenmiştir (Sakamoto ve Yone, 1978). Alabalıklarda diyetel toksik Fe 1380 mg/kg yem dir (Desjardins ve ark., 1987). Bizim çalışmamızda demir düzeyi en yüksek konsantasyon olan Z4’de 681 mg/kg’a kadar çıkmış olmasına rağmen toksik düzeye ulaşılmadığından olumsuz bir duruma rastlanmamıştır.

Çalışmamızda zeolit ilavesi kas demir içeriğini etkilememiştir. Karaciğerde zeolit ilavesiyle birlikte birikimin artması; karaciğerin vücuda yabancı olan madde (ksenobiyotik)’lerin metobolize olduğu en önemli organ olmasından ve ağır metallerin büyük çoğunun karaciğerde miktarı fazla olan oksijen karboksilat, amino grup ve metallothionein proteinlerle reaksiyona girme eğiliminden kaynaklanmaktadır (Romeo ve ark., 1994; Yousuf ve ark., 2000). Karaciğerde zeolit ilavesi arttıkça demir içeriği artmış olmasına rağmen tespit edilen demir düzeyi insanlar için günlük tüketilebilecek düzeyin oldukça altında kalması ve de karaciğerin gıda olarak kullanılmaması ve bulunan değerin doğadaki balıklarda tespit edilenden hayli düşük olması, bizim koşullarımızda zeolit ilavesinin insan gıdası olarak olumsuz etkisinin olmayacağı sonucunu çıkarmaktadır.

4.2. Deneme II (Yeme Zeolit İlavesinin TAN ve TA Salınımına Etkisi)

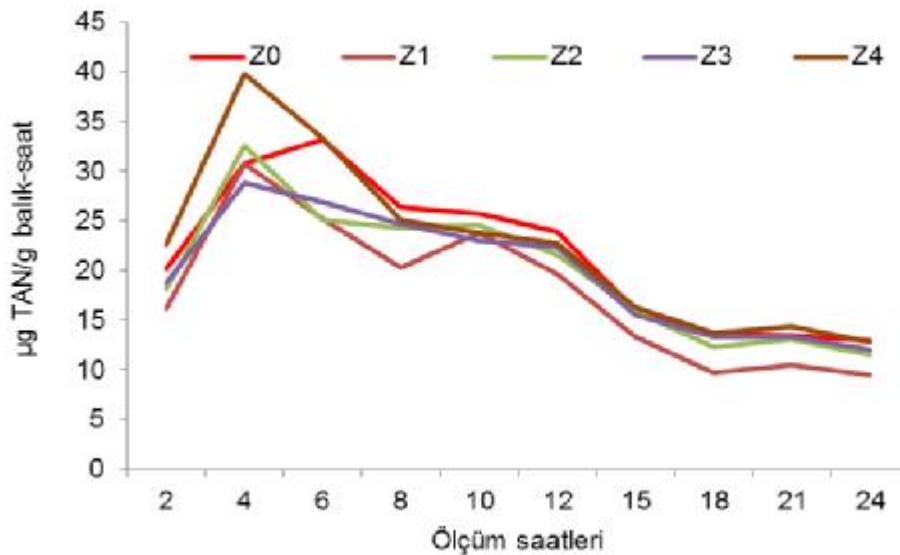
Deneme gruplarında toplam amonyak azotu (TAN) salınımı deneme başlangıcından itibaren artmış, Z0 grubunda en yüksek düzeyine 6. saatte, diğer gruplarda ise 4. saatte ulaşmıştır. Z1 grubunda 10. saatte ikinci bir artış eğilimi ortaya çıkmışsa da, en yüksek düzeyine ulaştıktan sonra salınım tüm gruplarda azalmış ve 24. saatte deneme başlangıcı sonrasındaki en düşük düzeylere gerilemiştir (Şekil 4.7). Deneme gruplarının ortalama TAN salınım miktarları sırasıyla 17,87 µg TAN/ g balık-saat ($428,97 \pm 55,41$ µg TAN/ g balık- gün) ile 22,45 µg TAN/ g balık-saat ($538,72 \pm 66,90$ µg TAN/g balık-gün) arasında belirlenmiştir (Çizelge 4.12). Kontrol ve Z4 gruplarının daha yüksek ve Z1 grubunun daha düşük salınım eğilimi varmış gibi görünse de, zamansal TAN salınımının değişimi bakımından gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P > 0,05$).

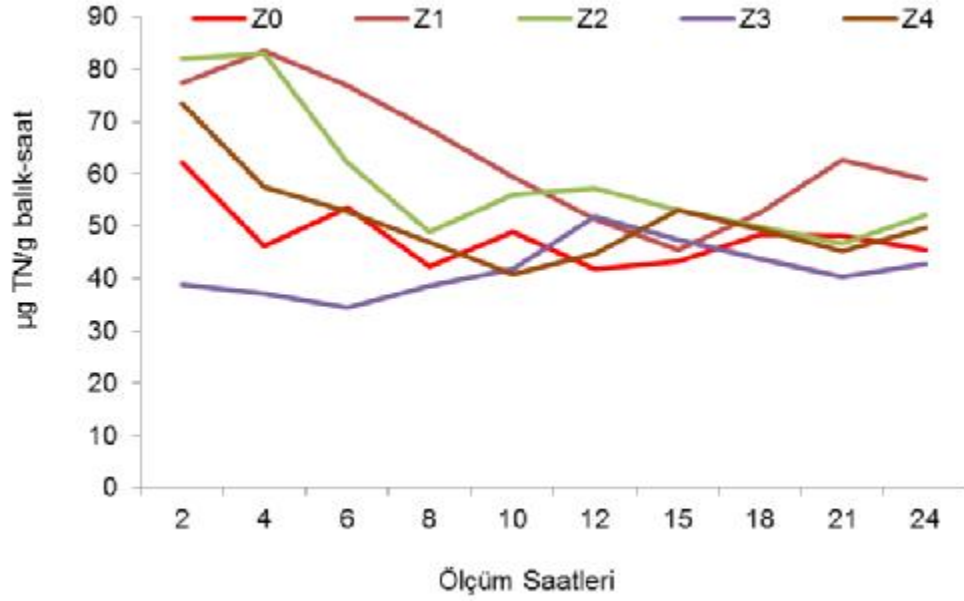
Çizelge 4.12. Deneme gruplarında ortalama TAN ve TN salınımı ($\mu\text{g TN/g}$ balık-saat) ile TAN/TN salınım oranları (%)

	Z0	Z1	Z2	Z3	Z4
TAN salınımı	21,64 $\pm$ 2,36	17,87 $\pm$ 2,31	19,88 $\pm$ 2,17	19,86 $\pm$ 1,93	22,45 $\pm$ 2,79
TN salınımı	48,07 $\pm$ 1,94 ^{bc}	63,73 $\pm$ 3,99 ^a	59,13 $\pm$ 4,15 ^{ab}	41,75 $\pm$ 1,60 ^c	51,39 $\pm$ 2,88 ^{abc}
TAN/TN (%)	45,48 $\pm$ 5,09 ^{ab}	27,85 $\pm$ 2,91 ^b	33,71 $\pm$ 3,06 ^{ab}	48,93 $\pm$ 5,99 ^a	44,12 $\pm$ 5,19 ^{ab}

Aynı satırda farklı harflerle gösterilen gruplar birbirlerinden önemli derecede farklıdır ($P<0,05$).

Toplam azot salınımı (TN) Z0 ve Z4 gruplarında 2. saatte ve Z1 ile Z2 gruplarında 2.-4. saatte en yüksek düzeylerine ulaşırken, Z3 grubunda farklı bir eğilimle 2. saatten sonra 12. saate kadar artmaya devam etmiştir (Şekil 4.8). Deneme gruplarının ortalama TN salınım miktarları sırasıyla 41,75 $\mu\text{g TN/g}$ balık-saat (1001,89 $\pm$ 38,46 $\mu\text{g TN/g}$ balık- gün) ile 63,73 $\mu\text{g TN/ g}$ balık- saat (1529,51 $\pm$ 95,66 $\mu\text{g TN/ g}$ balık- gün) arasında hesaplanmıştır (Çizelge 4.12). En düşük TAN salınımının belirlendiği Z1 ile yüksek TAN salınımının belirlendiği Z3 grubunun TN salınımları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$).

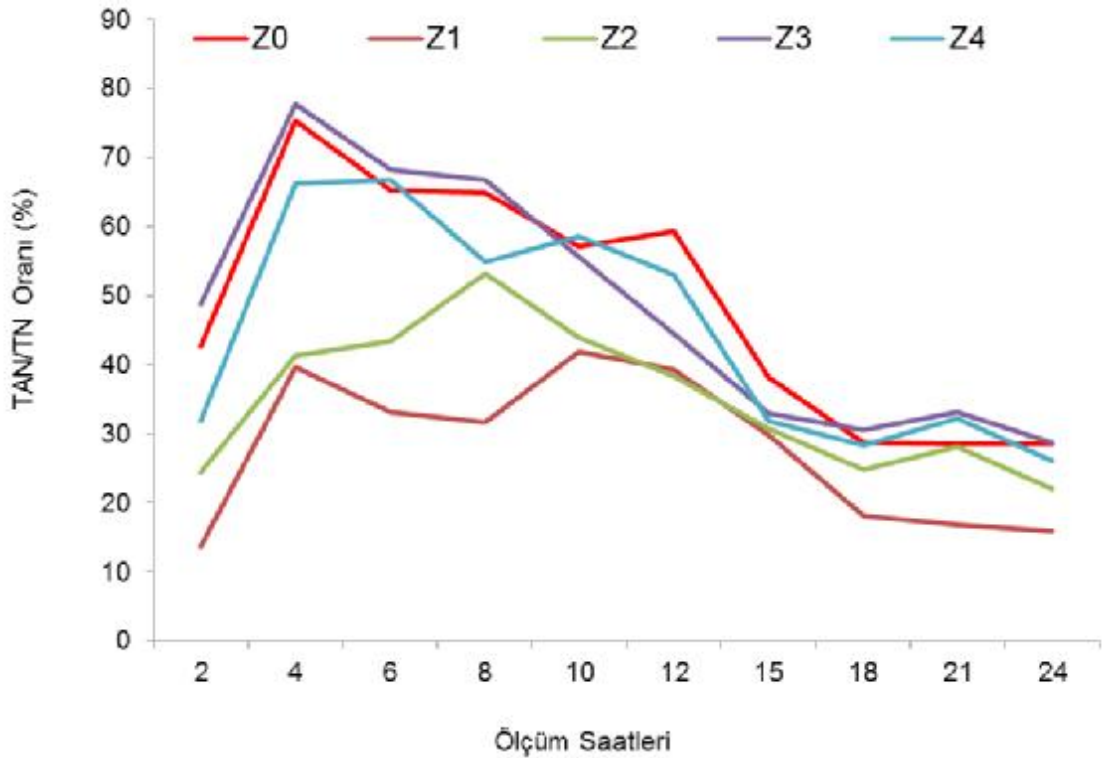
Şekil 4.7. Deneme gruplarının bir günlük TAN salınımları ($\mu\text{g TAN/ Saat- g}$ balık)



Şekil 4.8. Deneme gruplarının bir günlük TN salınımları ($\mu\text{g TN/g balık-saat}$)

Toplam amonyak azotu salınımındaki azalma TAN/TN oranlarının zamansal değişiminde genel bir azalma eğilimi ortaya çıkmasına neden olmuş (Şekil 4.9), salınan TAN miktarının TN içerisindeki oranlarının zamansal değişimi (Çizelge 4.12) bakımından farklılığı önemli bulunmuştur ($P<0,05$).

Deneme gruplarında amonyum azotu ve toplam azot salınımı bulgumuz, azot atıkları tahminlerimizle uyum göstermiş, TN kaybının en düşük değeriyle (55,73 g/kg balık) farklılığı istatistiksel olarak önemli tahmin edilen Z3 grubunda (Çizelge 4.6) toplam azot salınımı en düşük değerde (41,75 $\mu\text{g TN/g balık-saat}$ ve 1001,89 $\mu\text{g TN/g balık-gün}$) ölçülmüştür.



Şekil 4.9. Deneme gruplarının TAN/TN Oranları değişimi (%)

Toplam amonyak azotu salınımı bulgularımız, 10 g balıklarda en yüksek salınımın yemleme sonrası 3-5. saatlerde ortaya çıktığını ve saatlik azot salınım profili bakımından türler arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli bulunmadığını ileri süren, beş teleost türünde (çipura, levrek, kalkan, kahverengi alabalık ve gökkuşağı alabalığı) azot salınımını çalışan Dosdat ve ark. (1996)'nın bulgularıyla benzerlik göstermiştir. Çalışmamızda kontrol grubunda TAN salınımı 473 µg TAN/g balık bulgumuz, 10 g çipuranın günlük TAN salınımını ortalama 412µg TAN/g balık olarak belirleyen Dosdat ve ark. (1996)'nın sonuçlarıyla yakınlık göstermiştir. Bununla birlikte, çalışmamızda Z1 grubunda günlük ortalama salınım 391 µg TAN/g balık olarak kontrol grubundan belirgin şekilde düşük bulunmuştur. Z2 ve Z3 gruplarında ise sırasıyla 434 µg TAN/g balık ve 433 µg TAN/g balık olarak kontrol grubundan daha düşük bulunmuştur. Aksine, Z4 grubunda 490µg TAN/g balık salınımı kontrol ve diğer gruplardan belirgin şekilde daha yüksek olarak bulunmuştur.

Bununla birlikte, gruplar arasında günlük TAN salınımı varyasyonu arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0.05$). Gerçekten de, su giriş ve çıkışlı sistemde coho salmon yemine %5 ve %10 klinoptilolit eklemeyle çıkış suyunda TAN miktarını araştıran Edsall ve Smith (1989), ile %2,5 ve 5 bentonit katkılı yemlerle besleme sonrası doğu gökkuşağı balığında saatlik TAN salınımını araştıran Booth (1999), farklı uygulamalar ile kontrol grupları arasında istatistiksel olarak fark belirlememişlerdir. Benzer şekilde 70-80 g gökkuşağı alabalıklarında %0,5, %1,0 ve %2,5 zeolit katkılı yemlerle beslemeyle TAN salınımını azaltmayı hedefleyen Ergün ve ark. (2008), 6 saat süreyle saatlik azot salınımı izlemiş, %2,5 zeolit katkılı yemlerle beslenen grupta miktar bakımından kontrol grubuna kıyasla azalma belirlemişlerse de, uygulamalar arasında istatistiksel olarak farkı önemli bulmamışlardır. Bunların aksine Yıldırım ve ark. (2009), tilapialarda %1 ve %2 oranındaki zeolit ilavesinin kontrole göre TAN düzeyini önemli oranda düşürdüğünü bildirmiştir. Yıldırım ve ark. (2009)'nın diğer çalışmaların aksine TAN salınımında düşüş tespitinin nedeni, kullandığı balığın çok küçük olmasından veya deneme koşullarından kaynaklanmış olabilir.

Çözünmüş azot kaybının önemli şekilde düşük tahmin edildiği Z3 grubunda (Çizelge 4.6), TN salınımının da düşük belirlenmesi, %3 zeolit katkılı yemlerle beslemenin amonyum dışındaki diğer çözünmüş ve katı N formlarında salınımın düşürülmesini sağlayabileceğini düşündürmektedir. Nitekim Dosdat ve ark. (1996), 10 g çipurada sindirilen azotun %55'inin çözünmüş N (TAN+üre-N+dışkıya adsorbe olmuş çözünmüş N) olarak salındığını, üre azotunun da çözünmüş N içerisindeki oranının %13 olduğunu rapor etmişlerdir.

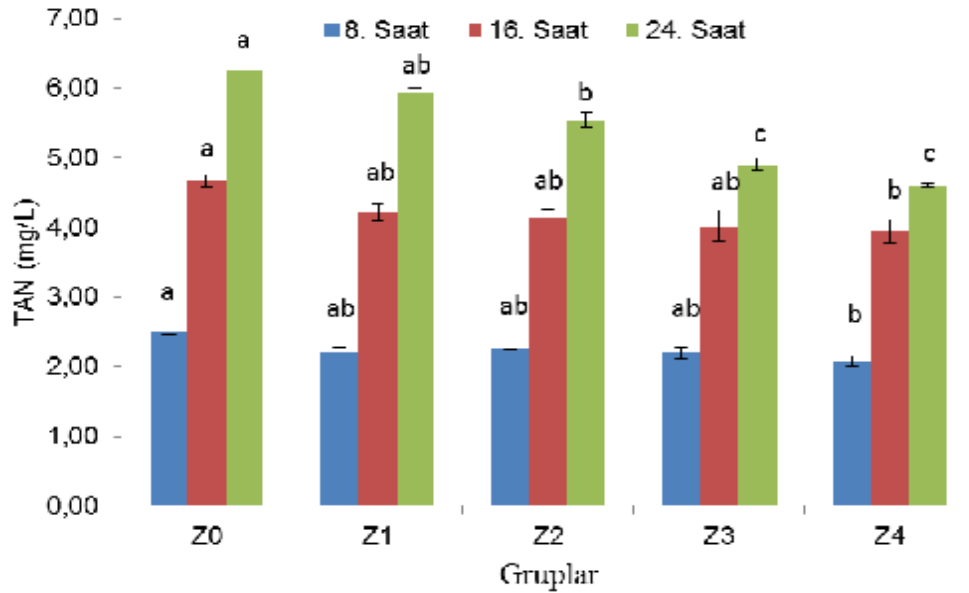
4.3. Deneme III (Taşıma Suyuna Zeolit İlavesinin TAN Giderimine Etkisi)

Çipuraların taşınması esnasında tuzlu suda zeolitinin etkinliğinin araştırıldığı denemede, zeolit değişimi ve ölçüm yapılan 8., 16. ve 24. saatlerde TAN miktarında zeolit miktarına bağlı bir düşüş gözlenmiştir. Sekizinci saatte Z0 da 2,51mg/L olarak ölçülen TAN miktarı, Z40 grubunda 2,07 mg/L'ye kadar düşmüş olup, Z0'a göre fark önemli bulunmuştur. Buna karşın kontrol ile Z10, Z20 ve Z30 grupları

arasındaki farklılık önemli bulunmamıştır ($P>0,05$). On altıncı saatte yapılan ölçümlerde 8. saattekine benzer bir eğilim izlenmiş olup; Z10'da 4,66 mg/L olan TAN düzeyi, Z40 da 3,94 mg/L'ye kadar düşerek 8. saatte elde edilen değerlerle aynı istatistiksel farklılığı sergilemiştir. Yirmi dördüncü saatte yapılan ölçümlerde ise TAN değerleri diğer saatlerdekine kıyasla daha belirgin bir düşüş sergileyerek, Z0'da 6,25 mg/L olan TAN düzeyi, Z40'da 4,59 mg/L'ye kadar düşmüştür. Yirmi dördüncü saatte zeolit ilavesine ve TAN artışına bağlı olarak konsantrasyonlardaki düşüş daha da belirginleşmiştir. Yapılan istatistiksel analizde Z0'a göre Z10 arasındaki fark önemli bulunmazken Z0'a göre Z20 ve Z30, Z40 arasındaki fark önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Aynı zamanda Z10 ve Z20 benzer, Z30 ve Z40 benzer fakat Z30 ve Z40, Z10 ve Z20 den farklı bulunmuştur ($P<0,05$). Elde edilen TAN düzeyleri Çizelge 4.13'de, ve Şekil 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.13. Ölçüm dönemlerinde deneme gruplarının TAN düzeyleri (mg/L)

Gruplar	8. Saat	16. Saat	24. Saat
Z0	2,51±0,04 ^a	4,66±0,09 ^a	6,25±0,14 ^a
Z10	2,22±0,06 ^{ab}	4,21±0,12 ^{ab}	5,93±0,07 ^{ab}
Z20	2,25±0,00 ^{ab}	4,14±0,13 ^{ab}	5,54±0,10 ^b
Z30	2,19±0,08 ^{ab}	4,02±0,23 ^{ab}	4,90±0,08 ^c
Z40	2,07±0,08 ^b	3,94±0,17 ^b	4,59±0,03 ^c



Şekil 4.10. 8., 16. ve 24. saatlerdeki TAN düzeyleri

Yapılan ölçümlerden zeolit ilavesinin TAN düzeyini düşürmesine % değer olarak bakıldığında, zeolitin etkinliği daha net görülmektedir. Buna göre 10 g/L zeolit ilavesi 8. saatte diğer saatlere göre daha iyi düşüş sağlarken, 20 g/L zeolit katkısı tüm ölçüm dönemlerinde neredeyse benzer oranlarda düşüş sağlamıştır. 30 g/L oranındaki ilavede 8. ve 16. saate yapılan ölçümlerle benzer oranlar elde edilirken, 24. saatte belirgin bir azalma sağlanmıştır. 40 g/L oranındaki ilavede ilk iki ölçümde birbirine yakın düşüş oranı gözlenirken 24. saatte elde edilen en yüksek orana ulaşılmıştır (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14. TAN düzeylerindeki düşüş oranının 8-16 ve 24. saatlerdeki % değeri

Zeolit Miktarı(g/L)	8. Saat	16. Saat	24. Saat
10	11,5	9,7	5,2
20	10,3	11,3	11,3
30	12,7	13,8	21,6
40	17,3	15,5	26,5

Booth (1999), doğu gökkuşağı balığı (*Melanotaenia duboulayi*) bulunan akvaryumlarda yaptığı denemelerin ilkinde, 75. saat sonunda TAN düzeylerinde farklılık bildirmezken, ikinci denemesinde 0,2 g/L bentonitin kontrol ve 0,05 g/L

bentonite göre TAN düzeyini %18 düşürdüğünü ve farklılığın önemli olduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde alabalıkların polietilen torbalarda taşınması esnasında 7 ve 14 g/L zeolit ilavesi, TAN miktarını sırasıyla %17,9 ve %20,1 azaltmıştır (Öz ve ark., 2010). Goldfish (*Carassius auratus*) taşınması esnasında torbalara konan 10-20 ve 40 g/L zeolit TAN düzeylerini kontrole göre %73, %87 ve %93 oranında (Bower ve Turner, 1982), Hint sazanlarının 48 saatlik taşınmaları esnasında 7 g/L zeolit hiç ölüm görülmeden NH₃ miktarını kontrole göre %80,9 düşürmüştür (Singh ve ark., 2004). Kaiser ve ark. (2006), *Haplochromis obliquidens*'lerin 48 saatlik nakli esnasında kontrol grubunda 0,54 mg/L olan TAN düzeyini, 20 g/L zeolit kullanılan grupta 0,15 mg/L olarak bulmuşlar ve zeolit ilavesinin TAN düzeyini %82'ye varan oranlarda düşürdüğünü bildirmişlerdir. Çalışmamızda 40 g/L zeolit ilavesi kontrole göre 24. saate TAN düzeyini %26,5 düzeyinde düşürmüştür. Buna göre bizim tespit ettiğimiz oran, Booth (1999) ve Öz ve ark. (2010), tarafından bildirilenden yüksek, Bower ve Turner (1982), Singh ve ark. (2004) ve Kaiser ve ark.(2006)'dan oldukça düşük bulunmuştur.

Bizim çalışmalarımızda kullanılan çipura, diğerlerinin aksine deniz balığıdır. Zeolitlerin tuzlu sudaki etkinlikleri TAN'nin diğer katyonlarla rekabetinden dolayı tatlısudakine göre daha azdır (Emadi ve ark., 2001; Miladinovic ve ark., 2004; Chiayvareesajja ve Boyd, 1993; Silapajarn ve ark., 2006; Watson ve ark., 2010). Bu nedenle tatlısuda daha düşük zeolit miktarıyla bizim bulduğumuza yakın ve ya bizden daha başarılı TAN tutum düzeyleri gözlenmiştir. Emadi ve ark. (2001), tuzlu suda zeolitlerin 8 saatten sonra etkinliklerini kaybettiklerini ve en iyi etkiyi 10 ppt'nin altında gösterdiğini bildirmişlerdir. Nitekim Zhang ve ark. (2003), ağzı streç filmle kapatılmış konteynerlerde bizim çalışmamızdaki tuzluluktan çok daha düşük oranda (9 ppt) 20 g/L zeolit TAN düzeyini 24. Saatte %36, 96. Saatte %58 azalttığını bildirmiştir. Çalışmamızda özellikle 24. saatte yapılan ölçümlerde TAN düzeyi arttıkça 30 ve 40 g/L zeolit ilavesinin etkinliğinin artması, Milodinovic ve ark. (2004) ve Emadi ve ark. (2001), tarafından da bazı zeolit materyallerinin tuzlu suda konsantrasyon arttıkça etkinliğinin arttığı bulgusuyla benzeşmektedir. Mevcut bulgulara göre zeolit miktarının arttırılmasının benzer koşullarda daha iyi sonuç vereceği düşünülmektedir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Deneme I (Zeolit İlavesinin Balığın Büyümesi Üzerine Etkileri)

Bu çalışmada $9,06 \pm 0,04$ g ağırlığındaki çipuraların yemine ilave edilen %0, %1, %2, %3 ve %4 oranındaki zeolit (klinoptilolit) 10 haftalık besleme dönemi sonundaki etkileri ele alınmıştır.

Çalışma sonucu elde edilen verilere göre; yeme ilave edilen zeolit, %3 düzeyine kadar ağırlık artışında artan bir etki göstermiş, katkının %4'e çıkarılması büyüme kontrolüne göre arttırsada %3 katkıya göre azaltmıştır. %1, %2, %3 ve %4 oranlarındaki zeolit katkıları, kontrole göre nisbi büyüme sırasıyla %4,8, %7,32, %9,29 ve %3,12 oranında arttırmıştır. En iyi büyümenin olduğu %3'lük zeolit katkı grubun yem dönüşüm oranı da kontrole göre %5,78 daha iyi gerçekleşmiştir. Bu etki dikkate alındığında, bir ton çipura üretimi için 65,9 kg daha az yem kullanılması söz konusudur. Bunun yanında bir ton balık üretmek için %3 katkıyla 34,2 kg yem çıkartılarak zeolit ekleneceğinden, başlangıca göre toplamda yaklaşık 100 kg yem tasarrufu mümkün görünmektedir. Bir ton zeolit Türkiye'deki toptan satış fiyatının 150 TL civarında olduğundan, ilave edilen zeolit bir ton balık üretimindeki maliyeti sadece 5,13 TL civarındadır. Günümüz koşullarında bir kg yem 3,5 TL civarındadır. Yemden yararlanma oranı 1,14 olarak hesaba katıldığında, bir ton balık üretimi için gereken yem maliyeti 3.990 TL olacaktır. Bu durumda, %3 zeolit katkısıyla hesaplanan yaklaşık 100 kg'lık yem tasarrufunun 345,22 TL'lik ek gelir sağlayacağı ortaya çıkmaktadır. Kısaca, bu çalışma şartlarında birim çipuranın yem maliyeti, mevcut fiyatından %8,7 daha ucuza sağlanarak, üretim maliyetinde önemli bir düşüş sağlanabileceği görülmektedir.

Çalışmada zeolit katkısının, balığın besin madde kompozisyonu ve sindirimine olumsuz bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. İstatistiksel olarak önemli olmasa da, vücutta besin madde birikimine olumlu yönde etki ederek daha fazla yağ, azot ve enerji depolanmasını sağlamıştır. Bununla birlikte büyümenin en iyi olduğu Z3 grubunda çevresel yönden önemli olan toplam azot kaybını %10,33 azaltarak, çözünmüş azot salınımında %13,7 azalma sağlamış, uzaklaştırılması kolay

katı azot salınımını %3,92 arttırmıştır. Böylece çevre ve ekosistem için potansiyel tehdit olarak algılanan balık yetiştiriciliğine pozitif bir yaklaşım sağlanmasına, yetiştiricilerin çevre duyarlılığının artmasına ve turizm sektörüyle olan çatışmaların azaltılmasına katkı yapılabileceği düşünülebilir.

Zeolit ilavesi bağırsağın ön ve arka bölümü mukozal katlanma uzunluklarında ve sindirim kanalı uzunluklarında önemli bir fark oluşturmamıştır. Yeme ilave edilen zeolit düzeyi arttıkça kan glikoz düzeyinde düşüş gerçekleşirken, kan üre azotu, kolesterol ve kortizol, eritrosit, lökosit, hemoglobin, sodyum ve potasyum düzeylerinde önemli bir farklılık bulunmamıştır. Diğer yandan trigliserit, AST, ALP ve ALT düzeylerinde zeolit ilavesine bağlı olmayan varyasyonlar gözlenmiştir. Genel olarak yeme zeolit ilavesinin balık sağlığına etki edecek sonuçlar doğurmadığı sonucu çıksada, kandaki kalsiyum ve magnezyum düzeyinde düşüş eğilimi, zeolitın muhtemel mineral interaksyonları üzerine etkilerinin araştırılması gereğine işaret etmektedir.

Zeolit ilavesi ile karaciğerde biriken demir miktarı arasında doğrusal ve önemli bir artış gözlenmiş olmasına rağmen, bu birikim doğadaki bireylere kıyasla daha düşük düzeyde ve tüketim için önerilen düzeyin çok altındadır. Kas dokusunda biriken demir ile karaciğer ve kas dokusunda biriken alüminyum düzeylerinde gruplar arasında önemli bir farklılık gözlenmediğinden, zeolitın balıklar ve bunları tüketen insanların sağlığına olumsuz etkisinin olmayacağı sonucuna ulaşılmıştır.

5.2. Deneme II (Yeme Zeolit İlavesinin TAN ve TA Salınımına Etkisi)

İkinci denemede, yeme ilave edilen %0, %1, %2, %3 ve %4 oranındaki zeolitlerin çipura balıklarının toplam amonyak azotu ve toplam azot salınımlarına etkisi araştırılmıştır.

Çalışma sonucu elde edilen verilere göre; yeme zeolit ilavesi çipuraların toplam amonyak azotu salınımları üzerinde istatistiksel olarak etkili olmamış, fakat rakamsal olarak %8,23 daha az salınım sağlamıştır. Toplam azot salınımlarında Z3 grubu hariç diğer grupların salınımları kontrolden yüksek bulunmuş olmasına rağmen Z3 grubunda ki salınım kontrole göre %13,1 daha düşük gerçekleşmiştir. Bu

durumda, iyi büyüme sağlayan %3'lük katkı ile daha sürdürülebilir bir yetiştiriciliğe katkı yapılabilceği ileri sürülebilir.

5.3. Deneme III (Taşıma Suyuna Zeolit İlavesinin TAN Giderimine Etkisi)

Üçüncü denemede canlı çipura yavrularının nakilleri esnasında taşıma suyuna ilave edilen 0, 10, 20, 30 ve 40 g/L oranlarındaki zeolitın taşıma suyunda toplam amonyak azotu giderimi üzerine etkileri incelenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre; canlı balıkların taşınması esnasında taşıma suyuna ilave edilen zeolit düzeyi arttıkça, toplam amonyak azot düzeyinde azalma gözlenmiştir. 8. ve 16. saatlerde 40 g/L oranındaki zeolit ilavesinde önemli bir düşüş elde edilirken, 24. saate amonyak düzeyindeki artışa bağlı olarak 40 g/L'ye ilaveten 20 ve 30 g/L oranındaki zeolit ilavesi de önemli düşüş sağlamıştır. Buna göre 8. saate 40 g/L zeolit ilavesi, %17,3, 16. saatte %15,5, 24. saatte 30 g/L zeolit ilavesi, %21,6, 40 g/L %26,5 daha az TAN birikimi sağlayarak, taşıma koşullarında iyileşme sağlamıştır. Yapılan hesaplamada en iyi TAN gideriminin sağlandığı 40 g/L zeolit ilavesinin deneme koşullarındaki başarısını sağlamak için her 100 L taşıma suyuna 8, 16 ve 24. saatlerde sırasıyla 4, 8 ve 12 kg zeolite ihtiyaç vardır. Söz konusu zeolitın 150 TL olan ton fiyatı baz alındığına zeolit maliyeti sırasıyla 0,6, 1,2 ve 1,8 TL'dir. Dolayısıyla çok düşük maliyetle TAN düzeyindeki düşüş ile stok yoğunluğunu arttırma imkanı elde edileceğinden, daha fazla balık taşınarak, taşıma masraflarının düşürülmesi de mümkün görünmektedir.

Bu doktora tezi kapsamında yapılan çalışmalar, zeolitın çipuralardaki etkinliği üzerine yapılmış ilk çalışma olmasının yanında, şimdiye kadar zeolitın balıklar üzerindeki etkisinin araştırıldığı en kapsamlısı olma niteliği taşımaktadır. Bu çalışmadan edinilen bilgiler ışığında, gelecek araştırmalarda,

1. İlave edilen zeolit düzeyi aralığının azaltılarak daha fazla deneme grubuyla, daha büyük balıklarda da çalışılması,
2. Ayrıca yem maliyetinin daha da düşürülebilmesi için büyümeye ve balık sağlığına olumuz etki etmeyecek en yüksek düzeyin belirlenmesi,
3. Gelecek çalışmalarda kanda, dışkıda fosfor, alüminyum ve demir, dışkıda kalsiyum ve magnezyum tespitinin yapılması,
4. Azot kullanımı ve salınımının yanında fosfor kullanımı ve salınımıyla ninerale madde ilişkilerinin incelenmesi,
5. Kanda bağışıklık sistemi değişkenlerinin incelenmesi,
6. Zeolitlerin toplam amonyak azotu, toplam azot salınımı, demir, alüminyum birikimine ve kan parametrelerine etkileri bu parametrelerin ölçümünde sonuçların geniş varyasyon göstermesi nedeniyle en az iki denemeyle gerçekleştirilmesi önerilir.

KAYNAKLAR

- ABAŞ, İ., BİLAL, T., ESECELİ, H., 2011. The Effect of Organic Acid, Zeolite, or Their Combination on Performance, Some Serum Indices, and Ileum pH Values in Broilers Fed With Different Phosphorus Levels. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 35(5): 337-344.
- ADAKLI, A., 2012. Farklı Açlık Tokluk Besleme Döngülerinin, Avrupa Deniz Levreği (*Dicentrarchus labrax*)'nin Büyüme Performansı ve Vücut Kimyasal Kompozisyonu Üzerine Etkileri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 88 sayfa.
- AKPINAR, Z., SEVGİLİ, H., DEMİR, A., ÖZGEN, A., EMRE, Y., EROLDÖĞAN, O.T., 2012. Effects of Dietary Lipid Levels on Growth, Nutrient Utilization, and Nitrogen and Carbon Balances in Shi Drum (*Umbrina cirrosa* L.). *Aquacult Int.*, 20(1): 131-143.
- ALDIK, R., 2010. Zeolitin *Aeromonas Hydrophila* İle Enfekte Edilen Tilapia (*Oreochromis Niloticus*)' ların Bazı Organ ve Dokulardaki Etkilerinin Histopatolojik İncelemeleri. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 67 sayfa.
- ALTAN, Ö., CİHANER, A., 2011. Practical Diet Includes Low Fish Meal Protein is Able to Sustain Growth Performance in Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*, L;1758) During the Grow-Out Period. *Kafkas Univ Vet Fak Derg.*, 17 (4): 519-525.
- AL-YOUSUF, M.H., EL-SHAHAWI, M.S. AL-GHAIS, S.M., 2000. Trace Metals in liver, skin and muscle of *Lethrinus lentjan* Fish Species in Relation to Body Length and Sex. *Sci. Total Environ*, 256: 87–94.
- ANONİM, 2006. <http://www.zeoliteproducer.com/zeolit.html> (Erişim tarihi: 26 Nisan 2006)
- ANONİM, 2011. <http://mkaraca365.blogcu.com/zeolit-clinoptilolit-hoylandit/194846> (Erişim tarihi: 30 Haziran 2011)

- ANONİM, 2012a. U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2011. <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/zeolites/mcs-2011-zeoli.pdf>. 2012 (Erişim tarihi: 04 Nisan 2012)
- ANONİM, 2012b
<http://web.ogm.gov.tr/birimler/merkez/izinirtifak/Dokumanlar/IZ1/MADENLER/ZEOLİT.png> (Erişim tarihi: 04 Nisan 2012)
- ANONİM, 2012c. <http://www.gordeszeolite.com/#klinoptilolit> (Erişim tarihi: 16 Ocak 2012)
- ANONİM, 2012d. Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği.
http://www.gkgm.gov.tr/mevzuat/kodeks/kodeks_yonetmelik/bulasanlar_yonetmelik.html (Erişim tarihi: 16 Ocak 2012)
- AOAC, 1990. Official Methods of Analysis. Arlington, VA, 1298 pp.
- AOAC, 2000. Official Methods of Analysis. 17th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Arlington, VA.
- AOCS (American Oil Chemists Society), 2009. Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society, 6th edition. AOCS, Champaign, Illinois, USA.
- APHA, 1995. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 19th edition. American Public Health Association, Washington, DC. 1075pp
- AXLER, R.P., TIKKANEN, C., HENNECK, J., SCHULDT, J., MCDONALD, M.E., 1997. Characteristics of Effluent and Sludge From Two Commercial Rainbow Trout Farms in Minnesota. Prog. Fish-Cult., 59: 161–172.
- AYBAL, N. Ö., 2001. Clinoptilolite'in Gökkuşağı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Yemlerinde Yem Katkı Maddesi Olarak Kullanılması. Su Ürünleri Yetiştiriciliği Ana Bilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 67s
- BANCROFT, J. D., STEVEN, A., TURNER, D. R., 1996. Theory and Practice of Histological Techniques. 129s Churchill Livingstone. New York, London, Edinburg, Madrid, Melbourne, San Francisco, Tokyo.
- BASMACIOĞLU, H., ve ERGÜL, M., 2003. Yemlerde Bulunan Toksinler ve Kontrol Yolları. Hayvansal Üretim, 44(1): 9-17.

- BERKA, R., 1986. The Transport of Live Fish. a review. EIFAC Technical Paper 48. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 51 p.
- BOOTH, D.L., 1999. Effects Of Dietary and Free Bentonite on Ammonia Build up in Aquarium Fish. Australasian Journal of Ecotoxicology, Vol 5. pp 149-152
- BOWER, C.E., and TURNER, D. T., 1982. Ammonia Removal by Clinoptilolite in the Transport of Ornamental Freshwater Fishes. The Progressive Fish-Culturist. 44: 19-23.
- BOYD, C.E., ZAJICEK, P.W., HARGREAVES, J.A., JENSEN, G.L., 2008. Development, Implementation, and Verification of Better Management Practices for Aquaculture. In: Environmental Best Management Practices for Aquaculture (C.S. Tucker & J.A. Hargreaves, eds). John Wiley & Sons, Iowa, p.129-150.
- BOZKURT, M., ÇABUK, M., BASMACIOĞLU, H., ALÇİÇEK, A., 2001. Yumurta Tavuğu Karma Yemlerine İlave Edilen Doğal Zeolit'in Yumurta Verimi ve Yumurta Kabuk Kalitesine Etkileri: Enerji ve Protein Düzeyi Dengelenmemiş Karmalara Doğal Zeolit İlavesi. Hayvansal Üretim, 42 (1): 21-27.
- BUREAU, D.P., GUNTHER, S.J., CHO, C.Y., 2003. Chemical Composition and Preliminary Theoretical Estimates of Waste Outputs of Rainbow Trout Reared in Commercial Cage Culture Operations in Ontario. N. Am. J. Aquacult., 65: 33–38.
- CARSON, F. L., 1997. Histotechnology, A Self-Instructional Text. 304s American Society for Clinical Pathology Press, Hong Kong
- CHENG, Z. J., HARDY, R. W., HUIGE, N. J., 2004. Apparent Digestibility Coefficients of Nutrients in Brewer's and Rendered Animal By-Products for Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss* (Walbaum)), Aquaculture Research, 35:1-9.
- CHIAYVAREESAJJA, S., and C. E. BOYD., 1993. Effects of Zeolite, Formalin, Bacterial Augmentation, and Aeration on Total Ammonia Nitrogen Concentrations. Aquaculture, 116: 33–45.

- CHO, C., and BUREAU, D., 2001. A Review of Diet Formulation Strategies and Feeding Systems to Reduce Excretory and Feed Wastes in Aquaculture. *Aquacult. Res.*, 32: 349-360.
- COONEY, E.L., BOOKER, N. A., SHALLCROSS, D. C., STEVENS, G. W., 1999. Ammonia Removal from Wastewaters Using Natural Australian Zeolite. II. Pilot-Scale Study Using Continuous Packed Column Process. *Separation Science and Technology*, 34(14), pp. 2741–2760.
- CRAB, R., AVNIMELECH, Y., DEFOIRDT, T., BOSSIER, P., VERSTRAETE, W., 2007. Nitrogen Removal Techniques in Aquaculture for A Sustainable Production. *Aquaculture*, 270: 1-14.
- CRAWFORD, C., MACDONALD, C., MITCHELL, I., 2002. Evaluation of Techniques for Environmental Monitoring of Salmon Farms in Tasmania. Tasmanian Aquaculture and Fisheries Institute, Marine Research Laboratories, University of Tasmania. Australia. Technical Report Series, p, 134.
- CURTUI, V. G., 2000. Effects of Feeding a *Fusarium poae* Extract and Naturel Zeolite to Broiler Chickens. *Mycotoxin Research*, 16. (1): 43-52.
- ÇELEBİ, Ş., MACİT, M., KARACA, H., 2004. Yumurta Tavuğu Rasyonlarına Geç Dönemde Zeolit İlavesinin Performans ve Bazı Önemli Yumurta Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. 4. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi. 1-3 Eylül 2004, Isparta, s.405-409.
- ÇELİK, E. Ş., 2006. Bazı Balık Türleri İçin Kan Elektrolitlerinin Standardizasyonu. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(1-2):245-255.
- ÇELİK, E. Ş., 2006. Balıkların Kan Parametreleri Üzerine Ağır Metallerin Etkisi. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, Cilt 23, Ek, (1/1): 49-55 .
- ÇELİK, E. Ş., ASLAN, A., ALPARSLAN, M., 2008. Balıklarda Kan Glikozunu Etkileyen Başlıca Faktörler. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 24 (1-2) 364 – 379.
- ÇOĞUN, H. Y., ve ŞAHİN, M., 2012. Nil Tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758)'da Kurşun Toksisitesinin Azaltılmasında Zeolitin Etkisi. *Kafkas Univ Vet Fak Derg.*, 18 (1): 135-140.

- DALSGAARD, A.J.T., and PEDERSEN, P.B., 2011. Solid and Suspended/Dissolved Waste (N, P, O) from Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 313(1-4):92-99.
- DANABAŞ, D., 2009. Farklı Oranlardaki Zeolit (Klinoptilolit)'İN Bazı Su Parametreleri İle Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792)'nın Gelişimi ve Vücut Kompozisyonuna Etkileri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı, Doktora tezi, 82 sayfa
- DANABAS, D., and ALTUN, T., 2011. Effects of Zeolite (Clinoptilolite) on Some Water and Growth Parameters of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792). Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures, Vol. 6, No 3, July-September. p. 1111-1116.
- DEMİR, O., ve AYBAL, N. Ö., 2004. Gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792) Yemlerinde Clinoptilolite'nin Farklı Oranlarda Yem Katkı Maddesi Olarak Kullanımı. Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, Cilt II, Sayı XII, 15-19.
- DESJARDINS, L.M., HICKS, B.D., HILTON, J.W., 1987. Iron Catalyzed Oxidation of Trout Diets And its Effect on The Growth and Physiological Response of Rainbow Trout. Fish Physiol Biochem, 3: 173-182.
- DIAS, J., HUELVAN, C., DINIS, M. T., METAILLER, R., 1998. Infulence of Dietary Bulk Agents (Silica, Cellulose And Naturel Zeolite) on Protein Digestibility, Growth, Feed Intake and Trasit Time in European Seabass (*Dicentrarchus Labrax*) Juveniles. Aquatic Living Resource, 11 (4): 219 - 226.
- DPT., 2001. Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu Genel Endüstri Mineralleri II (Mika-Zeolit-Lületaşı) Çalışma Grubu Raporu. ANKARA.
- D'ORBCASTEL, E. R., JEAN-PAUL, B., THIERRY, B., JOEL, A., YVES, M., CYRILLE, P., ALAIN, B., 2008. Comparison of two Methods for Evaluating Waste of a Flow Through Trout Farm. Aquaculture, 274(1): 72-79.

- DOSTAT, A., SERVAIS, F., METAİLER, R., HUELVAN, C., DESBRUYERES, E., 1996. Comparison of Nitrogenous Losses in Five Teleost Fish Species. *Aquaculture*, 141: 107-127.
- DURAL, M., GÖKSU, M. Z., ÖZAK, A. A., DERİCİ, B., 2006. Bioaccumulation of Some Heavy Metals in Different Tissues of *Dicentrarchus labrax* L, 1758, *Sparus aurata* L, 1758 and *Mugil cephalus* L, 1758 From The Çamlık Lagoon of The Eastern Cost of Mediterranean (TURKEY). *Environmental Monitoring and Assessment*, 118: 65–74.
- DURAL, M., GENÇ, E., YEMENİCİOĞLU, S., SANGUN, M. K., 2010. Accumulation of Some Heavy Metals Seasonally in *Hysterothylacium aduncum* (Nematoda) and its Host Red SeaBream, *Pagellus erythrinus* (Sparidae) from Gulf of Iskenderun (North-Eastern Mediterranean). *Bull Environ Contam Toxicol*, 84: 125–131.
- EDSALL, D. A., and SMITH, C. E., 1989. Effects of Dietary Clinoptilolite on Levels of Effluent Ammonia from Hatchery Coho Salmon. *The Progressive Fish-Culturist*, 51: 98-100.
- EFSA, 2008. Scientific Opinion of the Panel on Food Additives, Flavourings, Processing Aids and Food Contact Materials on a Request from European Commission on Safety of Aluminium from Dietary Intake. *The EFSA Journal*. 754: 1-34.
- EĞRİKILIÇ, D., 2009. Yeme Eklerek Kullanılan Zeolit (Klinoptilolit)' in, *Aeromonas hydrophila* İle Enfekte Edilmiş Tilapia (*Oreochromis niloticus*)'ların Kan Parametreleri Üzerine Etkileri. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 65 sayfa.
- ELEROĞLU, H., ve YALÇIN, H., 2004. Zeolitle Karıştırılan Altlığın Etlik Piliçlerde Besi Performansı İle Bazı Altlık Parametreleri Üzerine Etkileri. *Tavukçuluk Araştırma Dergisi*, 5(1): 31-40.
- ELEROĞLU, H., YALÇIN, H., YILDIRIM, A., 2011. Dietary Effects of Ca-Zeolite Supplementation on Some Blood and Tibial Bone Characteristics of Broilers. *South African Journal of Animal Science*. 41 (no. 4): 319-330.

- EMADI, H., NEZHAD, J. E., POURBAGHER, H., 2001. in vitro Comparison of Zeolite (Clinoptilolite) and Activated Carbon as Ammonia Absorbants in Fish Culture. Naga, The ICLARM Quarterly, (Vol. 24, Nos. 1 & 2).
- EMRE, Y., SEVGİLİ, H., ŞANLI, M., 2008. Partial Replacement of Fishmeal with Hazelnut Meal in Diets for Juvenile Gilthead Sea bream (*Sparus aurata*). The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh, 60(3): 198-204.
- ERGÜN, S., TEKESOĞLU, H., YİĞİT, M., 2008. Effects of Dietary Natural Zeolite Levels on Ammonia Excretion Rates in Young Rainbow Trouts (*Oncorhynchus mykiss*). Fresenius Environmental Bulletin, Volume 17 (2): 245-248.
- ERYALÇIN, K., ŞENER, M., ve GÜVEN, E., 2008. Deniz Balıkları Yetiştiriciliğinin Türkiye'nin Ege ve Akdeniz Kıyılarındaki Etkisi ve Alternatif Alanların Tespiti. İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 24: 21-37.
- ESCAFFRE, A., M., KAUSHIK, S., MAMBRINI, M., 2007. Morphometric Valuation of Changes in The Digestive Tract of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Due to Fish Meal Replacement with Soy Protein Concentrate. Aquaculture, 273: 127–138.
- EYA, J. C., PARSONS, A., HAILE, I., JAGIDI, P., 2008. Effects of Dietary Zeolites (Bentonite and Mordenite) on the Performance Juvenile Rainbow trout *Onchorhynchus myskis*, Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 2(4): 961-967.
- FACHINI, A., LEAL, M. F. C., VASCONCELOS, M. T. S. D., 2004. Are Zeolites Capable of Modifying The Yield of Marine Micro-Algae Cultures? A Case Study With *Emiliana huxleyi* and A Product of Zeolitic Nature. Aquaculture, 237: 407–419
- FAO, 2009. The State of World Fisheries and Aquaculture, 2008. Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Rome.
- FAO, 2010. The State of World Fisheries and Aquaculture, 2010. Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Rome.
- FAO, 2012. Fao Fish Stat 2012 Database (Erişim tarihi: 03 Mart 2010)

- FARHANGI, M., CARTER, C.G., HARDY, R.W., 2001. Growth, Physiological and Immunological Responses of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) to Different Dietary Inclusion Levels of Dehulled Lupin (*Lupinus angustifolius*). Aquac. Res. 32, 329–340.
- FAZIO, F., FILICIOTTO, F., MARAFIOTI, S., STEFANO, V. D., ASSENZA, A., PLACENT, F., BUSCAINO, G., PICCIONE, G., MAZZOLA, S., 2012. Automatic Analysis to Assess Haematological Parameters in Farmed Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata* Linnaeus, 1758), Marine and Freshwater Behaviour and Physiology, 45:1, 63-73.
- FRANKIC, A., and HERSHNER, C., 2003. Sustainable Aquaculture: Developing the Promise of Aquaculture. Aquaculture International, 11: 517–530.
- FURUKAWA, A., and TSUKAHARA, H., 1966, On The Acid Digestion Method for The Determination of Chromic Oxide as an Index Substance in The Study of Digestibility of Fish Feed, Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 32: 502-506.
- GALINDO, J., JAIME, B., FRAGA, I., ALVAREZ, J. S., 2006. Use of zeolite in White Shrimp *Litopenaeus schmitti* Feding. CIVA, 106-112.
- GENC, M. A., YILMAZ, E., GENC, E., AKTAS, M., 2007. Effects of Dietary Mannan Oligosaccharides (MOS) on Growth, Body Composition, and Intestine and Liver Histology of the Hybrid Tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*). The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh, 59(1), 10-16.
- GENC, M. A., YILMAZ, E., GENC, E., 2007. Yeme Eklenen Mannan-Oligosakkarit'in Karabalıkların (*Clarias gariepinus* (Burchell, 1822)) Gelişimine, Barsak ve Karaciğer Histolojisine Etkileri. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, Cilt 23, Sayı (1-2): 37–41.
- GEZEN, Ş. Ş., BALCI, F., EREN, M., ORHAN, F., 2004. Yumurta Tavuğu Yemlerine Klinoptilolit Katkısının Yumurta Verimi ve Kalitesine Etkisi. Uludag Univ. J. Fac. Vet. Med., 23 (1,2,3): 1-8.

- GHAEMNIA, I., BOJARPOUR, M., MIRZADEH, KH., CHAJI, M., ESLAMI, M., 2010. Effects of Different Level of Zeolite on Digestibility and Som Blood Parameters in Arabic Lambs. *Journal of Animal and Veterinary Advanes* 9 (4): 779-781.
- GHIASI, F., MIRZARGAR, S.S., BADAKHSHAN, H. SALAR AMOLI, J., 2011. Influence of Iranian Natural Zeolite on Accumulation of Cadmium in *Cyprinus carpio* Tissues Following Exposure to Low Concentration of Cadmium. *Assian Journal of Animal and Veterinary Advancess*, 6(6):636-641.
- GRABHERR, H., SPOLDERS, M., LEBZIEN, P., HÜTHER, L., LACHOWSKY, G., FÜRL, M., GRÜN, M., 2009. Effect of zeolite A on Rumen Fermentation and Phosphorus Metabolism in Dairy Cows. *Archives of Animal Nutrition*, 63:4, 321-336.
- GRABHERR, H., SPOLDERS, M., FURL, M., FLACHOWSKY, G., 2009. Effect of Several Doses of Zeolite A on Feed intake, Energynmetabolism and on Mineral Metabolism in Dairy Cows Around Calving. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 93(2):221–36.
- HARIKRISHNAN, R., NISHA RANI, M., BALASUNDARAM, C., 2003. Hematological and Biochemical Parameters Incommon Carp, *Cyprinus Carpio*, Following Herbal Treatment For Aeromonas Hydrophila Infection. *Aquaculture*, 221: 41–50.
- HENKEN, A. M., LUCAS, H., TIJSEN, P. A. T., MACHIELS, M. A. M., A ., 1986. Comparision Between Methods Used to Determine The Energy Content of Feed, Fish and Faeces Samples, *Aquaculture*, 58, 195-201.
- HOŞSU, B., KORKUT, A. Y. FIRAT, A., 2001, Balık Besleme ve Yem Teknolojisi I (Balık Besleme Fizyolojisi ve Biyokimyası). Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, No, 50, 295 pp.
- HOUSTON, A. H., 1997. Rewiev: Are the Classical Haematological Variables Acceptable Indicators of Fish Health ?. *Transactions of the American Fisheries Society. U.S.A.*, 6, (126), p. 879-894

- HU, C.H., XU, Y., XIA, M. S., XIONG, L., ZU, Z.R., 2008. Effects of Cu²⁺ Exchanged Montmorillonite on Intestinal Microflora, Digestibility and Digestive Enzyme Activities of Nile Tilapia. *Aquaculture Nutrition*, 14: 281-288.
- INCHAROEN, T., KHAMBUALAI, O., YAMAUCHI, K., 2009. Performance and Histological Changes of the Intestinal Villi in Chickens Fed Dietary Natural Zeolite Including Plant Extract. *Asian Journal of Poultry Science*, 3: 42-50.
- IVKOVIC, S., ULRICH, D., SILBERBACH, A., WALRAPH, E., MANNEL, M., 2004. Dietary Supplementation With the Tribomechanically Activated Zeolite Clinoptilolite in Immunodeficiency: Effects on the Immune System. *Advances in Natural Therapy*, 21(2): 135-147.
- JAIN, S. K., 1999. Protective Role Of Zeolite on Short and Long Term Lead Toxicity in The Teleost Fish (*Heteropneustes fossilis*). *Chemosphere*, Vol. 39 (2): 247-251,
- JAMES, C. S., 1999. Analytical Chemistry of Foods, an Apsen Publication, Apsen Publishers, Inc. Maryland, 178 p.
- KAISER, H., BRILL, G., CAHILL, J., COLLETT, P., CZYPIONKA, K., GREEN, A., ORR, K., PATTRICK, P., SCHEEPERS, R., STONIER, T., WHITEHEAD. M.A., YEARSLEY. Y., 2006. Testing Clove Oil as an Anaesthetic for Long-Distance Transport of Live Fish: The Case of The Lake Victoria Cichlid *Haplochromis obliquidens*. *J. Appl. Ichthyol.*, 22: 510–514.
- KANYILMAZ, M., 2008. Sazan Yemlerine (*Cyprinus carpio* L., 1758) Farklı Oranlarda Zeolit (Klinoptilolit) Katkısının Büyüme, Vücut Kompozisyonu, Bazı Kan Parametreleri ve Bağırsak Mukoza Morfolojisi Üzerine Etkileri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 51 sayfa.
- KANYILMAZ, M., TEKELİOĞLU, N., 2009. Sazan Yemlerine (*Cyprinus carpio* L., 1758) Farklı Oranlarda Zeolit (Klinoptilolit) Katkısının Büyüme ve Vücut Kompozisyonu Üzerine Etkileri, Çukurova üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 19 (3): 116-124.

- KARAKASSIS, I., 2007. Effects of Aquaculture on Mediterranean Marine Ecosystems: Findings of Recent EU-Funded Projects and Ongoing Research Activities. Impact of Mariculture on Coastal Ecosystems, CIESM Workshop Monographs, 21-24 February, Lisboa, 35-38.
- KATSOULOS, P. D., ROUBIES N., PANOUSIS, N., CHRISTAKI E., KARATZANOS P., KARATZIAS, H., 2005. Effects of Long Term Feeding Dairy Cows on a Diet Supplemented with Clinoptilolite on Certain Haematological Parameters. Vet. Med. – Czech, 50, (10): 427–431.
- KAYGISIZ, F. H., ÇÖREKÇİ, S., 2003. Broiler Üretiminde Zeolitli Altlığın Tekrar Kullanılabilirliğinin Fayda-Maliyet Analizi. İÜ Zeteriner Fakültesi Dergisi, 29(1): 43-50.
- KAUSHIK, S.J., 1998. Nutritional Bioenergetics and Estimation of Waste Production in Non Salmonids. Aquat. Living Resour., 11, 211–217.
- KHALED, A., 2009. Trace Metals in Fish of Economic interest from The West of Alexandria, Egypt. Chemistry and Ecology. Vol. 25, No. 4, August, 229–246
- KOPP, R., VE HETESA, R., 2000. Changes Of Haematological Indices Of Juvenile Carp (*Cyprinus Carpio* L.) Under The Influence of Natural Populations of Cyanobacterial Water Blooms. Acta Vet. Brno, 69: 131–137
- KYRIAKIS, S.C., PAPAIOANNOU, D.S., ALEXOPOULOS, C., POLIZOPOULOU, Z., TZIKA, E.D., KYRIAKIS, C.S., 2002. Experimental Studies on Safety and Efficacy of The Dietary Use of a Clinoptilolite-Rich Tuff in Sows: a Review of Recent Research in Greece. Microporous and Mesoporous Materials, 51: 65–74.
- LAIZ-CARRIO'N, R., SANGIAO-ALVARELLOS, S., GUZMA'N, J. M., MARTI'N DELRI'O, M. P., SOENGAS, J. L., MANCERA, J. M., 2005. Growth Performance of Gilthead Sea Bream *Sparus aurata* in Different Osmotic Conditions: Implications for Osmoregulation and Energy Metabolism. Aquaculture, 250:849– 861.
- LEONARD, D. W., 1979. The Role of Natural Zeolites in Industry. Soc. Mining Engineers A. I.M. E. Preprint 79: 380.

- LIU, F.G., YANG, S.D., CHEN, H.C., 2009. Effect of Temperature, Stocking Density and Fish Size on The Ammonia Excretion In Palmetto bass (*Morone saxatilis* x *M. chrysops*). *Aquaculture Research*, 40, 450-455.
- LUPATSCH, I., KISSIL, G.W.M., SKLAN, D., PFEFFER, E., 1997. Apparent Digestibility Coefficients of Feed Ingredients and Their Predictability in Compound Diets for Gilthead Seabream, *Sparus aurata* L.. *Aquac. Nutr.*, 3, 81– 89.
- MA, Y.L., and GUO, T., 2008. Intestinal Morphology, Brush Border and Digesta Enzyme Activities of Broilers Fed on A Diet Containing Cu⁺²-loaded montmorillonite. *British Poultry Science*, Volume 49, Number 1, pp. 65-73.
- MARTIN-KLEINER, I., FLEGAR-MESTRIC, Z., ZADRO, R., BRELJAK, D. STANOVIE, S., 2001. The Effect of the Zeolite Clinoptilolite on Serum Chemistry and Hematopoiesis in Mice. *Food and Chemical Toxicology*, 39: 717–727.
- METAILLER, R., 1987. Experiments in Nutrition, in: Bruno, A. (Ed.), *Nutrition and Marine Aquaculture*, Tunise, Lisbon, pp, 304-320.
- MILADINOVIC, N., WEATHERLEY, L. R., LOPEZ-RUIZ J.L., 2004. Ammonia Removal from Saline Wastewater by Ion Exchange, *Water, Air & Soil Pollution Focus*, 4: 169-177.
- MOHRI, M., SEIFI, H.A., DARAEI, F., 2008. Effects of Short-Term Supplementation of Clinoptilolite in Colostrum and Milk on Hematology, Serum Proteins, Performance, and Health in Neonatal Dairy Calves. *Food and Chemical Toxicology*, 46, 2112–2117.
- MOLINERO, A., GOMEZ, E., BALASCH, J., TORT, L., 1997. Stress by Fish Removal in the Gilthead Sea Bream, *Sparus aurata*. *Journal of Applied Aquaculture*, 7:2, 1-12.
- MOUNIR, K., BORNI, J., LASSAD, T., AFEF, Y., LASSAAD, K., MAROUEN, A., RAJA, C., KAMEL, Z., 2011. An Evaluation on The Effects of Zeolite on Milk Characteristics in Cows. *Research Opinions in Animal & Veterinary Sciences*, 1(10): 650-654.

- MUMPTON, F. A., and FISHMAN, P. H., 1977. The Application of Natural Zeolites in Animal Science And Aquaculture. Journal Of Animal Science, Vol. 45, No. 5
- MUMPTON, F. A., 1999. La Roca Magica: Uses of Natural Zeolites in Agriculture and Industry. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 96 (7): 3463-3470.
- NIEVES, M., VOLTOLINA, D., PIÑA, P., 2005. Growth and Biomass Production of *Tetraselmis Suecica* and *Dunaliella Tertiolecta* in a Standard Medium Added With Three Products of Zeolitic Nature. Aquacultural Engineering, 32(3-4): 403–410.
- OBRADOVIĆ S., ADAMOVIĆ, M., VUKAŠINOVIĆ, M., JOVANOVIĆ, R., LEVIC, J., 2006. The Application Effects of Natural Zeolite in Feed and Water on Production Results of *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). Romanian Biotechnological Letters, 11(6): 3005-3013.
- ORTUNO, J., ESTEBAN, M. A., MESEGUER, J., 2003. The Effect of Dietary Intake of Vitamins C and E on The Stress Response of Gilthead Seabream (*Sparus aurata* L.). Fish & Shellfish Immunology, 14: 145–156.
- ÖRGEV, C., ve İNANÇ, İ., 2004. Doğal Zeolit'in Doğal Kaynak Sularında pH, İletkenlik ve Sertlik Özelliklerinin Düzenleyicisi Olarak Kullanımı. Biyomedikal Mühendisliği Ulusal Toplantısı, BİYOMUT. İstanbul, TÜRKİYE
- ÖZ, M., ŞAHİN, D., ARAL, O., 2010. Doğal Zeolit Klinoptilolitin Yavru Alabalık (*Oncorhynchus mykiss*, W., 1792) Taşımacılığında Kullanımı. Journal of Fisheries Sciences.Com., 4(3): 264-268.
- PAPAIIOANNOU, D., KATSOULOS, P.D., PANOUSIS, N., KARATZIAS, H., 2005. The Role Of Natural and Synthetic Zeolites as Feed Additives on The Revention and/or The Treatment of Certain Farm Animal Diseases: a Review. Microporous and Mesoporous Materials, 84:161–170.

- PAPOUTSOGLU, S.E., MILIOU, H., CHADIO, S., KARAKATSOULI, N., ZARKADA, A., 1999. Studies on Stress Responses and Recovery From removal in Gilthead Sea Bream *Sparus Aurata* (L.) Using Recirculated Seawater System. *Aquacultural Engineering*, 21: 19–32.
- PASPATIS, M., BOUJARD, T., MARAGOUDAKI, D., KENTOURI, M., 2000, European Sea Bass Growth and N and P Loss Under Different Feeding Practices, *Aquaculture*, 184: 77-88.
- PEREIRA, T. G., and TELES-OLIVIA, A., 2002. Preliminary Evaluation of Pea Seed Meal in Diets for Gilthead Seabream (*Sparus aurata*) Juveniles. *Aquaculture Research*, 33: 1183-1189.
- PERES, H., GONÇALVES, P., OLIVA-TELES, A., 1999. Glucose Tolerance in Gilthead Seabream (*Sparus aurata*) and European Seabass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture*, 179: 415-423.
- POLAT, E., DEMİR, H., ONUS., A. N., 2005. Farklı Zeolit Düzeylerinin Marul (*Lactuca sativa* var. *longifolia*) Yetiştiriciliğinde Verim ve Kalite Üzerine Etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(1): 95-99.
- POSTON, H.A., 1991. Effects of Dietary Aluminum on Growth and Composition of Young Atlantic Salmon. *The Progressive Fish-Culturist*, 53: 7-1.
- RIOS, F. S., KALININ, A. L., FERNANDES, M. N., RANTIN, F., 2004. Changes in Gut Gross Morphology of Traíra, *Hoplias malabaricus* (Teleostei, Erythrinidae) During Long-Term Starvation and After Refeeding. *Braz. J. Biol.*, 64(3b): 683-689.
- RANAU, P., OEHLenschALER, J., STEINHART, H., 2001. Aluminium Levels of Fish Fillets Baked and Grilled in Aluminium Foil. *Food Chemistry*, 73:1-6.
- REINITZ, G., 1984. The Effect of Nutrient Dilution with Sodium Bentonite in Practical Diets for Rainbow Trout, *The Progressive Fish-Culturist*, 46:4, 249-253.
- ROBAINA, L., MOYANO, F., IZQUIERDO, J. M.S., SOCORRO, J. VERGARA, J., MONTERO, M. D., 1997. Corn Gluten and Meat and Bone Meals as Protein Sources in Diets For Gilthead Seabream (*Sparus aurata*): Nutritional and Histological Implications. *Aquaculture*, 157: 347-359.

- ROMEO, M., MATHIEU, A., GNASSIA-BARELLI, M., ROMANA, A., LAFAURIE, M., 1994. Heavy Metal Content and Biotransformation Enzymes in Two Fish Species from NW Mediterranean, Mar. Ecol. Prog. Series 107:. 15–22.
- RONCARATI, A., MELOTTI, P., DEES, A., MORDENTI, O., ANGELLOTTI, L., 2006. Welfare Status of Cultured Seabass (*Dicentrarchus labrax* L.) and Seabream (*Sparus aurata* L.) Assessed by Blood Parameters and Tissue Characteristics. J. Appl. Ichthyol., 22: 225–234.
- RUOHONEN, K., VIELMA, J., GROVE, D.J., 1999. Low Protein Supplement Increase Protein Retention and Reduce the Amount of Nitrogen and Phosphorus Wasted by Rain Bow Trout Fed on Low Fat Herring. Aquaculture Nutrition, 5: 83-91.
- SAFAEIKATOULI, M., JAFARIAHANGARI, Y., and BAHARLOUEI, A., 2011. An Evaluation on the Effects of Dietary Kaolin and Zeolit on Broilers Blood Parameters, T4, TSH and Growth Hormones. Pakistan Journal of Nutrition, 10 (3):233-237.
- SAKAMOTO, S., and YONE, Y., 1978. Requirement of Red Sea Bream for Dietary Iron-II. Bull Jap Soc Sci Fish, 44: 223-225
- SANTINHA, P.J.M., MEDALE, F.G., CORRAZE GOMES, E.F.S., 1999. Effects of The Dietary Protein:Lipid Ratio on Growth and Nutrient Utilization in Gilthead Seabream (*Sparus aurata* L.). Aquaculture Nutrition, 5:147-156.
- SARIOGLU, M., 2005. Removal of Ammonium From Municipal Wastewater Using Natural Turkish (Dogantepe) Zeolite. Separation and Purification Technology, 41: 1–11.
- SATOH, S., CHO, C.H., WATANABE, T., 1992. Effect of Fecal Retrieval Timing on Digestibility of Nutrients in Rainbow Trout Diet with The Guelph and Tuf Feces Collection Systems. Nippon Suisan Gakkaishi, 58(6): 1123-1127.
- SINGH, R., K., VARTAK, V. R., BALANGE, A. K., GHUGHUSKAR, M. M., 2004. Water Quality Management During Transportation of Fry of Indian Major Carps, *Catla catla* (Hamilton), *Labeo rohita* (Hamilton) and *Cirrhinus mrigala* (Hamilton). Aquaculture, 235: 297–302.

- SLAPAJARN, O., SLAPAJARN, K., BOYD, C.E., 2006. Evaluation of Zeolite Products Used for Aquaculture in Thailand. Journal of The World Aquaculture Society, 37: 136-138.
- STEVENS, E. D., DEVLIN, R. H., 2000. Intestinal Morphology in Growth Hormone Transgenic Coho Salmon. Journal of Fish Biology, 56: 191–195.
- STOREBAKKEN, T., SHEARER, K.D., ROEM, A.J., 2000. Growth, Uptake and Retention of Nitrogen and Phosphorus, and Absorbtion of Other Minerals in Atlantic Salmon *Salmo Salar* Fed Diets With Fish Meal and Soy-Protein Concentrate as Main Source of Protein. Aquaculture Nutrition, 6: 103-108.
- SUBASINGHE, R., SOTO, D., JIA, J., 2009. Global aquaculture and its role in sustainable development. Reviews in Aquaculture, 1: 2-9.
- SVOBODOVÁ, Z., VYKUSOVÁ, B., MODRÁ, H., JARKOVSKÝ, J., AND SMUTNÁ, M., 2006. Haematological and Biochemical Profile of Harvest-Size Carp During Harvest and Post-Harvest Storage. Aquaculture Research, 37(10): 959-965.
- TACON, A.G.J., FORSTER, I.P., 2003. Aquafeeds and The Environment: Policy Implications. Aquaculture, 226: 181–189.
- TAKASHIMA, F., ve HIBIYA, T., 1995. An Atlas of Fish Histology Normal and Pathological Features, 2nd Edn. Kodansa Ltd. Tokyo, 195 pp.
- TAŞBOZAN, O., 2005. L-Karnitin ve Farklı Yağ Seviyeleri İle Hazırlanan Yemlerle Beslenen Çipuraların (*Sparus aurata*) Büyüme Performansı ve Vücut Kimyasal Kompozisyonlarının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Çukurova Üniversitesi, Doktora Tezi, 118 sayfa.
- TEKEŞOĞLU, H., 2010. Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Yemine Zeolit Katılmasının Büyüme, Yemden Yararlanma ve Bazı Kan Parametreleri Üzerine Etkisi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Doktora Tezi, 78 sayfa.
- TEPE, Y., AKYURT, I., CİMİNLİ, C., MUTLU, E., ÇALIŞKAN, M., 2004. Protective Effect of Clinoptilolite on Lead Toxicity in Common Carp, *Cyprinus carpio*. Fresenius Environmental Bulletin, 13(7):639-642.

- THILSING-HANSEN, T., JØRGENSEN, R.J., ENEMARK, J.M., ZELVYTE, R., A. A., 2003. The Effect Of Zeolite A Supplementation in The Dry Period on Blood Mineral Status Around Calving. *Acta Vet Scand Suppl.*, 97:87-95.
- THILSING, T., LARSEN, T., JØRGENSEN, R. J., HOUE H., 2007. The Effect of Dietary Calcium and Phosphorus Supplementation in Zeolite A Treated Dry Cows on Periparturient Calcium and Phosphorus Homeostasis. *J. Vet. Med. A*, 54, 82–91.
- TORT, L., PUIGCERVER, M., CRESPO, S., PADROS, F., 2002. Cortisol and Haematological Response in Sea bream and Trout Subbjected to The Anaesthetics clove oil and 2.phenoxyethanol. *Aquaculture Research*, 33: 907-910.
- TÖRE, Y., 2006. Doğal Zeolit ve Nisastanın Tilapya Balıkları Yeminde Dolgu Maddesi Olarak Kullanımının Bazı Vücut ve Kan Kompozisyonu İle Su Kalitesi Parametreleri Üzerine Etkileri. Mustafa Kemal Üniversitesi. Hatay, Yüksek Lisans Tezi, 48 sayfa.
- TUCKER, C.S., HARGREAVES, J.A., BOYD, C.E., 2008. Better Management Practices for Freshwater Pond Aquaculture. in: *Environmental Best Management Practices for Aquaculture* (C.S. Tucker & J.A. Hargreaves, eds). John Wiley & Sons, Iowa, p.151-226.
- TUİK, 2012. http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?alt_id=47 (Erişim tarihi: 13 Haziran 2012)
- VAZQUEZ, G. R., ve GUERRERO, G. A., 2007. Caracterization of Blood Cells and Hematological Parameters in *Cichlsoma dimerus*. *J Tiss Cell*, 39:151–160.
- VEISEK, J., SVODOBOVA, Z., 2004. Anaesthesia of Common Carp (*Cyprinus carpio* L.) with 2-phenoxyethanol: Acute Toxicity and Effects on Biochemical Blood Profile. *Acta Vet. Brno.*, 73: 247-252.

- VENOU, B., ALEXIS, M.N., FOUNTOULAKI, E., NENGAS, I., APOSTOLOPOULOU, M., CASTRITSI-CATHARIOU, I., 2003. Effect of Extrusion of Wheat and Corn on Gilthead sea bream (*Sparus aurata*) Growth, Nutrient Utilization Efficiency, Rates of Gastric Evacuation and Digestive Enzyme Activities. *Aquaculture*, 225:207–223.
- VENOU, B., ALEXIS, M., FOUNTOULAKI, N. E., HARALABOUS, J., 2006. Effects of Extrusion and Inclusion Level of Soybean Meal on Diet Digestibility, Performance and Nutrient Utilization of Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*). *Aquaculture*, 261: 343–356.
- VIELMA, J., RUOHONEN, K., and PEISKER, M., 2002, Dephytinization of Two Soy Proteins Increases Phosphorus and Protein Utilization by Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*, *Aquaculture*, 204: 145-156.
- VIRTA, R. L., 2006. Zeolites. 2005 Minerals Yearbook.
<http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/zeolites/zeolimyb05.pdf>
 (Erişim tarihi: 22 Ağustos 2012)
- VIZCARRA-OLVERA, J. E., ASTIAZARAN-GARCIA H., BURGOS-HERNANDEZ, A., PARRA-VERGARA, N. V., CÍNCO-MOROYOQUI, F. J., SANCHEZ-MARÍNEZ, R. I., QUINTANA-OBREGON, E. A., CORTEZ-ROCHA, M. O., 2012. Evaluation of Pathological Effects in Broilers During Fumonisin and Clays Exposure . *Mycopathologia*, 174(3): 247-54.
- WATSON, C., KILGORE, K. H., MARTINEZ, C., 2010. Shipping Fish in Boxes. Srac Publication, No. 3903.
<https://srac.tamu.edu/index.cfm/event/getFactSheet/whichfactsheet/218/>
 (Erişim tarihi: 10 Haziran 2012)
- WHO, 1996. Aluminium. In: Trace Elements in Human Nutrition and Health. Geneva: WHO.
- WHO, 2004. Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants. Sixty-First Report of (Technic Report 922) The Joint Fao/Who Expert Committee on Food Additives.

- WHO, 2006. Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants: Sixty-Seventh Report (Technic Report 940) of The Joint Fao/Who Expert Committee on Food Additives.
- WILLIS, W.L., QUARLES, C.L., FAGERBERG, D.J., SHUTZE, J. V., 1982. Evaluation of Zeolites Fed to Male Broiler Chickens. *Poultry Science*, 61: 438-442.
- WINSBY, M., SANDER, B., ARCHIBALD, D., DAYKIN, M., NIX, P., TAYLOR, F.J.R., MUNDY, D., 1996. The Environmental Effects of Salmon Net-Cage Culture in British Colombia. Minsitry of Environment, Lands and Parks, Environmental Protection Dept. Industrial Waste/Hazardous Contaminants Branch, Victoria, BC. Canada. 243 s. <http://www.for.gov.bc.ca/hfd/library/documents/bib74328.pdf>. (Erişim tarihi: 9 Eylöl 2012)
- YAN, L., and QIU-ZHOU, X., 2006. Dietary Glutamine Supplementation Improves Structure and Function of Intestine of Juvenile Jian Carp (*Cyprinus carpio* var. Jian). *Aquaculture*, 256: 389–394.
- YAZDANI A.R. and HAJILARI D., 2009. Application of Natural Zeolite on Blood Characteristics, Physiological Reactions and Feeding Behaviours of Finishing Holstein Beef Steers. *Indian J. Anim. Res.*, 43 (4) : 295-299.
- YAZDANI A.R., HAJLARI D., GHORBANI, M.H., 2009. Effects of Clinoptilolite Zeolite on Feedlot Performance and Carcass Characteristics in Holstein Steers. *Indian J. Anim. Res.*, 43 (4) : 300-303.
- YILMAZ, A. B., 2005. Comparison of Heavy Metal Levels of Grey Mullet (*Mugil cephalus* L.) and Sea Bream (*Sparus aurata* L.) Caught in Iskenderun Bay (Turkey). *Turk J Vet Anim Sci.*, 29:257-262.
- YILMAZ, H. A., 2008. Döngölü Açlık ve Yemleme Sıklığının Çipura (*Sparus aurata*) Yavrularında Büyüme ve Yem Alımı Üzerine Etkileri. Çukurova Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, 78 sayfa.

- YILMAZ, E., GENC, M. A., GENC, E., 2007. Effects of Dietary Mannan Oligosaccharides on Growth, Body Composition, and Intestine and Liver Histology of Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*. The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh, 59(3), 182-188.
- YILDIRIM, Ö., TÜRKER, A., ŞENEL, B. 2009. Effects of Natural Zeolite (Clinoptilolite) Levels in Fish Diet on Water Quality, Growth Performance and Nutrient Utilization of Tilapia (*Tilapia Zillii*) Fry. Fresenius Environmental Bulletin, 18(9): 1567-1571.
- YİĞİT, N. Ö., ve DEMİR, O., 2011. Klinoptilolit'in Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Yavrularının Büyümesi Üzerine Etkisi. Journal of FisheriesSciences.Com. 5(3): 213-218.
- ZHANG, Z., GOODWIN, A. E., PFEIFFER, T. J., THOMFORDE, H., 2004. Effects of Temperature and Size on Ammonia Excretion by Fasted Golden Shiners. North American Journal of Aquaculture, 66: 15–19.
- ZHANG, X., XIE, P., LI, D., SHI, Z., 2007. Hematological and Plasma Biochemical Responses of Crucian Carp (*Carassius auratus*) to Intraperitoneal Injection of Extracted Microcystins With The Possible Mechanisms of Anemia. Toxicon, 49:1150–1157.

ÖZGEÇMİŞ

Mahir KANYILMAZ, 1971 yılında Burdur/Göhlhisar’da doğdu. Çatak-Çörten İlkokulundan sonra Altınyayla Ortaokulundan mezun oldu. 1988 yılında Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı’na bağlı, Ankara Laborant Meslek Lisesini tamamladı. Aynı yıl Van İl Kontrol Laboratuvarında laborant olarak göreve başladı. İki yıllık görevin ardından 1990 yılında Kepez Su Ürünleri Üretme İstasyonu Müdürlüğü’ne ataması yapıldı. Aynı yıl Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümünü kazanarak, 1994 yılında mezun oldu. 1995-1996 yılında yedek subay olarak askerlik görevini tamamladı. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su ürünleri Ana Bilim Dalı’nda 2008 yılında yüksek lisans eğitimini tamamladı. Halen, Akdeniz Su Ürünleri Araştırma Üretme ve Eğitim Enstitüsü Müdürlüğü Kepez biriminde Ziraat yüksek mühendisi olarak çalışmakta olup evli ve iki çocuk babasıdır.

EKLER

EK 1. Çalışmada değerdendirme alman değışkenler arasındaki korelasvon katsayıları

	KF	YT	PEO	VSI	KR	N Alımı	N Kazanımı	N Tutumu (%)	N Kaybı (g/kg)	Yağ Alımı	Yağ Tutumu	Enerji Alımı	Enerji Kazanımı	Enerji Kazanımı (%)
YYO	-0,040	0,006	-0,939	0,213	-0,133	0,760	-0,569	-0,750	0,959	0,811	-0,243	0,782	-0,383	-0,717
KF		0,392	0,038	0,365	-0,110	0,199	0,215	0,075	-0,035	0,072	0,344	0,184	0,416	0,281
YT			0,135	-0,335	-0,112	0,615	-0,130	-0,361	0,130	0,467	0,422	0,595	0,493	0,170
PEO				-0,318	0,267	-0,593	0,391	0,557	-0,902	-0,609	0,296	-0,622	0,421	0,671
VSI					0,038	-0,099	0,012	0,022	0,148	-0,015	-0,057	-0,071	-0,167	-0,122
KR						-0,110	-0,236	-0,060	-0,120	-0,167	0,131	-0,133	0,037	0,086
N Alımı							-0,573	-0,850	0,823	0,930	0,186	0,996	0,103	-0,376
N Kazanımı								0,904	-0,687	-0,626	-0,014	-0,577	0,207	0,450
N Tutumu (%)									-0,851	-0,871	-0,094	-0,858	0,090	0,480
N Kaybı (%)										0,812	-0,075	0,842	-0,242	-0,611
Yağ Alımı											0,003	0,936	-0,086	-0,524
Yağ Tutumu												0,145	0,956	0,805
Enerji Alımı													0,061	-0,416
Enerji Kazanımı														0,881
Enerji Kazanımı (%)														

EK 2. Önceki çalışmalardan yeniden hesaplama yoluyla elde edilen değerler

Zeolit Türü	İlave (%)	Başlangıç ağırlığı (g)	Final ağırlık (g)	Yem protein oranı (%)	N tutumu (%)	N kaybı (g/kg balık)	Toplam katı atık (g/kg balık)	Katı N salınımı (g/kg balık)	Çözülmüş N salınımı (g/kg balık)	Yazar
Modernit	0	104,2	380,3	40,06	25,41	70,70	147,87	9,48	61,22	Eya ve ark., 2008
	2,5	104,2	418,9	40,20	28,56	64,15	140,30	8,99	55,16	
	5	104,2	488,7	40,15	34,38	49,07	116,80	7,49	41,58	
	10	104,2	453,3	40,13	30,77	57,12	128,83	8,26	48,86	
	2,5	104,2	436,6	40,18	28,31	60,97	132,85	8,52	52,46	
	5	104,2	411,6	40,45	26,95	66,59	142,72	9,15	57,44	
	10	104,2	376,2	40,25	24,48	74,34	153,81	9,86	64,48	
Klinoptilolit	0	20,9	100,2	47,00	27,60	73,49	134,98	10,15	63,34	Danabaş, 2009
	1	20,9	126,1	46,53	40,93	45,32	103,77	7,73	37,59	
	2	20,9	109,8	46,06	32,97	58,86	120,38	8,87	49,99	
	3	20,9	101,6	45,59	31,32	65,03	131,68	9,61	55,43	
Klinoptilolit	0	7,1	15,8	55,60	24,82	84,27	110,88	9,86	74,40	Dias ve ark., 1998
	10	7,1	15,9	50,20	24,17	86,49	119,28	9,58	76,91	
	20	7,1	14,8	43,70	25,33	80,40	124,74	8,72	71,68	
Klinoptilolit	10	6,4	48,6	38,70	38,56	45,21	117,00	7,24	37,97	Töre, 2006
	20	6,4	41,3	34,40	37,60	48,25	132,00	7,27	40,99	
Minazel	0	87,9	238,4	41,74	17,98	104,62	190,99	12,75	91,87	Obradović ve ark., 2006
	1	88,0	265,6	41,60	20,96	86,80	164,99	10,98	75,82	
Sodyum bentonit	0	18,8	115,1	29,20	40,35	37,34	134,00	6,26	31,08	Reinitz, 1984
	0	18,8	149,7	38,50	37,03	27,02	113,00	5,28	21,74	
	5	18,8	135,5	37,20	35,78	31,02	122,00	5,70	25,32	
	10	18,8	126,4	34,50	34,13	38,20	137,00	6,40	31,80	
	15	18,8	113,2	32,60	34,65	38,67	135,00	6,31	32,37	
Klinoptilolit	0	15,1	73,1	46,14	18,17	105,48	542,66	12,67	92,81	Kanyılmaz ve Tekelioğlu, 2009
	1	15,1	68,9	46,96	18	112,02	577,86	13,3	98,71	
	2	15,1	72,5	46,19	19,27	104,05	495,40	10,63	93,42	
	3	15,1	69,8	46,32	17,35	112,05	596,20	14,74	97,31	
	4	15,1	72,1	46,15	17,9	106,81	567,20	13,01	93,8	
Klinoptilolit	0	9,05	50,74	48,10	30,23	61,49	355,882	8,66	52,83	Şimdiki çalışma
	1	9,10	52,58	46,90	31,88	56,20	349,306	8,03	48,17	
	2	9,08	53,81	47,02	29,84	60,47	325,24	7,11	53,36	
	3	9,03	54,53	47,60	32,55	55,73	354,542	9,01	46,72	
	4	9,05	52,04	48,04	31,85	57,68	354,691	8,46	49,22	