

T.C
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
DOKTORA TEZİ

GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*)
YEMİNE ZEOLİT KATILMASININ BÜYÜME,
YEMDEN YARARLANMA VE BAZI
KAN PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Haluk TEKEŞOĞLU
Su Ürünleri Anabilim Dalı
Tezin Sunulduğu Tarih: **24/06/2010**

Tez Danışmanı:
Doç. Dr. Sebahattin ERGÜN

ÇANAKKALE

DOKTORA TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

Haluk TEKEŞOĞLU, tarafından **Doç. Dr. Sebahattin ERGÜN** yönetiminde hazırlanan “Gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Yemine Zeolit Katılmasının Büyüme, Yemden Yararlanma ve Bazı Kan Parametreleri Üzerine Etkisi” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Sebahattin ERGÜN

Yönetici

Doç. Dr. Murat YİĞİT

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Semra CİRİK

Jüri Üyesi

Yard. Doç. Dr. Umur ÖNAL

Jüri Üyesi

Doç. Dr. Ali TÜRKER

Jüri Üyesi

Sıra No:.....

Tez Savunma Tarihi: 24/06/2010

Prof. Dr. İsmail TARHAN

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

Hazırlanan bu Doktora tezi Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından 2006 / 41 no’lu proje ile desteklenmiştir.

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Haluk TEKEŞOĞLU

TEŞEKKÜR

Doktora tezimin planlanması ve yürütülmesinde tecrübe ve katkılarını esirgemeyen danışmanım Sayın Doç. Dr. Sebahattin ERGÜN'e, çalışmanın çeşitli aşamalarında yardımcı olan Su Ürünleri Fakültesi Dekanı Sayın Prof. Dr. Şükran CİRİK'e, verdiği değerli fikirlerden dolayı Sayın Prof. Dr. Semra CİRİK'e, tez çalışması süresince desteğini esirgemeyen Sayın Doç. Dr. Murat YİĞİT'e ve yenilikçi fikirler üretmek farklı bakış açıları görmemi sağlayan Sayın Yrd. Doç. Dr. Umur ÖNAL' a teşekkür ederim.

Haluk TEKEŞOĞLU

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

°C	: Santigrat Derece
kg	: Kilogram
g	: Gram
mg	: Miligram
l	: Litre
ml	: Mililitre
dl	: Desilitre
%	: Yüzde
mm	: Mililitre
m²	: Metrekare
<	: Küçük
>	: Büyük

ÖZET

GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*) YEMİNE ZEOLİT KATILMASININ BÜYÜME, YEMDEN YARARLANMA VE BAZI KAN PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Haluk TEKEŞOĞLU

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Fen bilimleri Enstitüsü

Su Ürünleri Anabilim Dalı Doktora Tezi

Danışman: Doç. Dr. Sebahattin ERGÜN

24/06/2010, 63

Tezde, gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yavrularında, yemde farklı oranlarda doğal zeolit katılmasının büyüme performansı, spesifik büyüme oranı, yem alımı, yem dönüşüm oranı, protein verimlilik oranı, amonyak boşaltım miktarı ve bazı biyokimyasal kan parametrelerine olan etkileri araştırılmıştır. Çalışmada ortalama ağırlığı 7,91 olan yavru alabalıklar 300 l hacme sahip 18 adet tanka yerleştirilmiş ve her bir tanka 20 adet olacak şekilde stoklanmıştır. Deneme sistemi yarı kapalı sistem olarak kurulmuş ve şehir şebeke suyu kullanılmıştır. Balıklar; protein oranı %45, yağ oranı ise %15 olacak şekilde hazırlanan zeolit içermeyen kontrol grubu (K), %0,5 (Z05), %1 zeolit (Z1), %2,5 (Z25) zeolit, iki kat mineral + %1 zeolit (ZM1) ve iki kat mineral + %2,5 zeolit (ZM25) içeren toplam altı adet yem ile 75 gün boyunca, günde 3 öğün doyana kadar yemlenmiştir.

Deneme sonunda gruplar arasındaki en iyi ağırlık artışı 73,13 g ile Z05 grubunda ve en düşük 54,40 g ile Z25 grubundadır ($p < 0,05$). Z25 grubu dışındaki tüm gruplarda deneme sonu vücut ağırlığı, ağırlık kazanımı, spesifik büyüme oranı, yem alımı, yem dönüşüm oranı ve protein verimlilik oranı değerlerinde istatistiksel yönden fark görülmemiştir ($p > 0,05$). İstatistiksel fark görülmemekle birlikte, Z05 grubu son vücut ağırlığı, ağırlık kazanımı, yem dönüşüm ve protein verimlilik oranlarında en iyi değerlere ulaşmıştır.

Yapılan ikinci çalışmada deneme gruplarında amonyak boşaltım miktarları ölçülmüştür. Her saat başı alınan su örnekleri kolorimetrede okunarak balıkların saatlik ve toplam amonyak boşaltımları izlenmiştir. Altı saat sonunda toplam amonyak miktarı en düşük Z25 grubunda ($4,64 \pm 0,73$ mg $\text{NH}_3\text{-N/g}$ balık/6 saat) ve en yüksek kontrol grubunda ($6,09 \pm 1,03$ mg $\text{NH}_3\text{-N/g}$ balık/6saat) ölçülmüştür. İstatistiksel olarak fark olmamakla beraber ($p > 0,05$), Z25 grubunun su ortamına kontrol grubuna göre %24 daha az amonyak bıraktığı saptanmıştır.

Son denemede, zeolit katkılı yemlerin bazı kan parametrelerine etkisini incelemek amacıyla her tanktaki balıklardan kan örnekleri alınarak kolesterol, trigliserid, HDL, LDL ve VLDL değerleri incelenmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında, Z25 grubu hariç tüm gruplar kendi aralarında veya kontrol grubu ile karşılaştırıldığında herhangi bir fark gözlenmemiştir ($p > 0,05$). 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, zeolitin yüksek oranlarda uygulanmasının balık kanında olumsuz etki gösterebileceği söylenebilir.

Sonuç olarak, yavru alabalık yemlerine zeolitin %0,5 oranında eklenmesinin ağırlık artışı (%8) ve yem dönüşüm oranında (%7) iyileşmeye, yüksek oranda (%2,5) eklenmesi ise ağırlık artışı, yem dönüşüm oranı, spesifik büyüme oranı, trigliserid ve VLDL değerlerinde olumsuz etkiye neden olmuş, fakat amonyak boşaltımında en az boşaltım yapan grup Z25 grubu olarak belirlenmiştir.

Anahtar sözcükler: zeolit, alabalık, yem dönüşüm oranı, spesifik büyüme oranı, ağırlık artışı, amonyak boşaltımı, trigliserid, VLDL

ABSTRACT

EFFECT OF ZEOLITE ADDITION TO RAINBOW TROUT (*Oncorhynchus mykiss*) DIETS ON GROWTH, FEED EFFICIENCY AND SOME BLOOD PARAMETERS

Haluk TEKESOGLU

Çanakkale Onsekiz Mart University

Graduate School of Science and Engineering

Chair for Fisheries PhD Thesis

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Sebahattin ERGUN

24/06/2010, 63

The present thesis was performed to evaluate the effects of adding different levels of natural zeolite to young rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) diets on final body weight, weight gain, specific growth rate, feed intake, feed conversion rate, protein efficiency rate, ammonia excretion and some biochemical blood parameters. In the study 20 rainbow trouts for each tank which weighs 7,91 g were stocked into 18 tanks that holds 300 l of water. Experimental system was designed as semi-recirculating aquaculture system and tap water was used for media. Fish were fed to apparent satiation with 6 diets containing 45% crude protein and 15% crude fat for 75 days which includes no zeolite (K), 0,5% zeolite (Z05), 1% zeolite (Z1), 2,5% zeolite (ZM25), double mineral + 1% zeolite (ZM1) and double mineral + 2,5% zeolite (ZM25) .

At the end of the trial, Z05 group showed the best weight gain (73,13 g) and Z25 grouped showed the poorest weight gain (54,40 g) ($p < 0,05$). Except from the Z25 group, all the other groups and control group showed no significant difference in final body weight, weight gain, specific growth rate, feed intake, feed conversion rate and protein efficiency rate with or within the groups ($p > 0,05$). Although the Z05 grup showed no significant difference, it showed the best results in final body weight, weight gain, specific growth rate, feed intake, feed conversion rate and protein efficiency.

In the second trial, lowest ammonia excretion ($4,64 \pm 0,73$ mg $\text{NH}_3\text{-N/g}$ fish/6 hour) was seen in Z25 group and highest ($6,09 \pm 1,03$ mg $\text{NH}_3\text{-N/g}$ fish/6 hour) was seen in control group. Although it was not significant ($p > 0,05$) lowest ammonia excretion was calculated in Z25 group which had 24% lower ammonia compared to control group.

In last trial, blood samples were collected from all tanks to analyse some biochemical blood parameters like cholesterol, triglycerides, LDL, HDL and VLDL. As a result, except from the Z25 group all the other groups had similar values with no significance ($p > 0,05$). However the Z25 group had significantly ($p < 0,05$) lowest triglycerides and VLDL values which lead us to think, if zeolites had any adverse effects on fish blood parameters.

Consequently, addition of 0,5% natural zeolites had a positive effect on weight gain (8%) and feed conversion rate (7%). Elevated addition of zeolites (2,5%) lead the Z25 group to show poor results in weight gain, feed conversion rate, specific growth rate, triglycerides and VLDL but less ammonia excretion.

Keywords: zeolite, rainbow trout, feed conversion rate, specific growth rate, weight gain, ammonia excretion, triglycerides, VLDL

İÇERİK

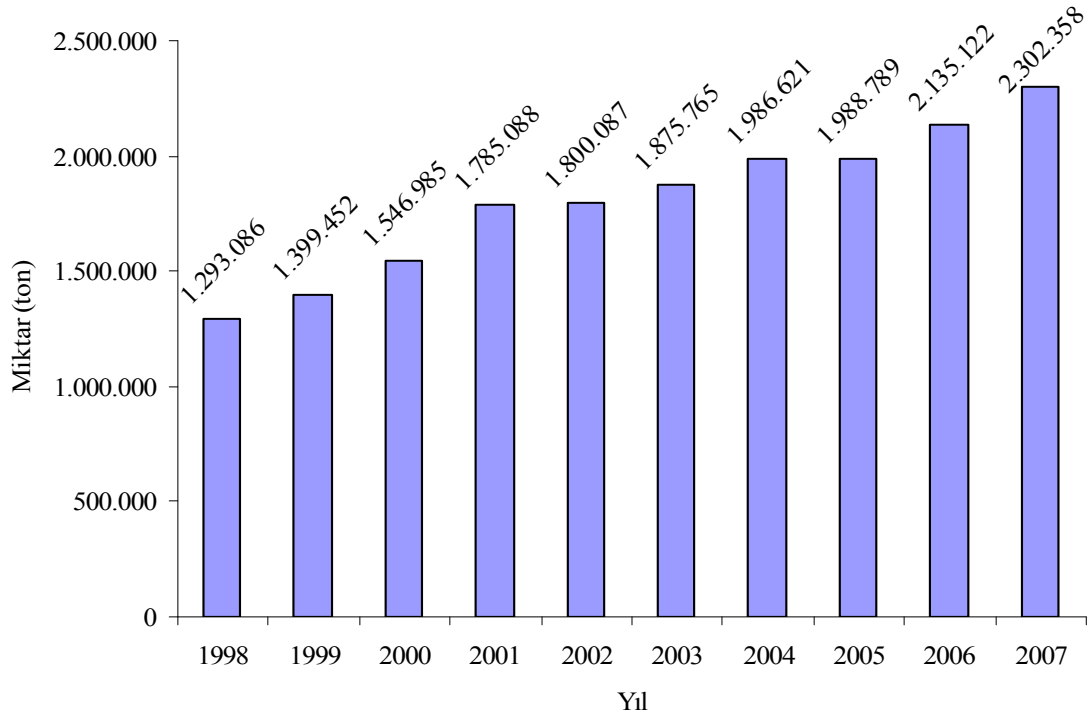
DOKTORA TEZİ SINAV SONUÇ FORMU	ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	v
ÖZET	vi
ABSTRACT.....	viii
BÖLÜM 1 - GİRİŞ.....	1
1.1. Zeolit Nedir?.....	3
1.1.1. Kristal Yapıları	5
1.1.2. Adsorpsiyon Özellikleri.....	6
1.1.3. İyon Değişim Özellikleri.....	6
1.1.4. Kullanım Alanları.....	7
1.1.5. Türkiyedeki Önemi ve Durumu	8
BÖLÜM 2 - LİTERATÜR BİLDİRİŞLERİ	10
2.1. Hayvanlarda Zeolitlerin Kullanımı.....	10
2.2. Su Ürünlerinde Zeolitlerin Kullanımı.....	12
2.3. Tezin Amacı.....	22
BÖLÜM 3 - MATERYAL VE YÖNTEM.....	23
3.1. Deneme Yeri	23
3.2. Balık Materyali	23
3.3. Deneme Sistemi	23
3.4. Deneme Yemleri.....	24
3.5. Deney 1 - Büyüme Denemesi.....	25
3.5.1. Denemenin Yürütülmesi.....	25
3.5.2. Örnekleme, Tartım ve Ölçümler	28
3.5.3. Yem ve Balıklarda Ham Besin Madde Analizleri.....	28
3.5.3.1. Nem Tayini	28
3.5.3.2. Ham Protein Tayini	29
3.5.3.3. Ham Yağ Tayini.....	29
3.5.3.4. Ham Kül Tayini	30
3.5.3.5. Veri Analizleri.....	30

3.6. Deney - 2 Amonyak Boşaltımı Denemesi	31
3.6.1. Denemenin Yürütülmesi.....	31
3.6.2. Amonyak Miktarının Ölçülmesi.....	31
3.7. Deney - 3 Bazı Kan Parametrelerinin İncelenmesi.....	32
3.7.1. Denemenin Yürütülmesi.....	32
3.8. İstatistiksel Analizler	32
BÖLÜM 4 - ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	33
4.1. Büyüme Denemesi.....	33
4.2. Amonyak Boşaltımı Denemesi	39
4.3. Kan Parametre Değerleri	40
4.4. Tartışma.....	40
4.4.1. Deneme - 1. Büyüme Denemesi.....	40
4.4.2. Deneme - 2. Amonyak Boşaltımı Denemesi	45
4.4.3. Deneme - 3. Bazı Kan Parametrelerinin İncelenmesi.....	47
BÖLÜM 5 - SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	51
KAYNAKLAR	54
Çizelgeler	I
Şekiller	II
Özgeçmiş.....	III

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Günümüz dünyasında giderek artan protein ihtiyacı nedeniyle su ürünleri yetiştiriciliği sürekli artmaktadır. Balık etinin içeriği insanlar için temel ihtiyaç olması nedeniyle bir çok gelişmiş ülkede hayvansal proteinin %50'ye yakını balıktan karşılanmaktadır. Bu nedenle su ürünleri sektörü dünyada son 30 yılda çok büyük gelişme göstermiştir. Toplam su ürünleri üretiminin %47'si yetiştiricilik yoluyla sağlanmaktadır. Üretim, dünya nüfusuna oranla yetersiz kalmış, bu da üreticileri kapasitelerini arttırmaya yöneltmiştir. Tüm su ürünleri üretiminde gözlenen artış doğal olarak salmonid yetiştiriciliğinde de gözlenmiştir (Anonim I, 2009). Salmonid üretimi 1998 - 2007 yıllarında arasında 1.293.086 tondan 2.302.358 tona (Şekil 1.) yükselmiştir (Anonim II, 2009)



Şekil 1. Dünya'da 1998-2007 yılları arasındaki salmonid yetiştiriciliği

Akuakültür üretimindeki bu artış beraberinde bir takım sorunları da getirmiştir. Günümüzde su ürünlerinin kullanımı ve su ürünleri yetiştiriciliği sonucu ortaya çıkan çevresel etkiler su ürünleri ile ilgilenen tüm çevreler için sorun teşkil etmeye başlamıştır.

Su ürünleri endüstrisi gelişmeyi ve büyümeyi amaçlıyorsa çevresel, ekonomik ve sosyal olarak kabul görmelidir (Anonim III, 2000). Entansif üretim yapan su ürünleri üretim sistemlerinin çoğu çiftlik dışından getirilen yeme bağlı olarak çalışmaktadır. Aslında su ürünlerinin ekolojik olarak sürdürülebilirliği ve çevresel etkileri ile ilgili olan sorunların büyük bölümü doğrudan yetiştiricilikte karnivor türler için kullanılan yemlerin orijinine bağlıdır (Tacon, 1997, Naylor ve ark. 2000). Gökkuşacağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) üretimi dünyada üretilen ikinci en büyük karnivor balık olarak görülmektedir. Gökkuşacağı alabalığının hemen arkasından ise diğer bir salmonid olan atlantik salmону (*Salmo salar*) gelmektedir (Anonim III, 2000).

Salmonid yemlerinin büyük bir bölümü su ürünleri orijinli hammaddelerden yapılırken, bitkisel kaynaklı hammaddeler ve yem katkı maddeleri genelde destekleyici olarak kullanılmaktadır. Balık yemi araştırmalarındaki güncel trend, sürekli artan ekonomik ve ekolojik sıkıntıları azaltmak için protein maliyetini, yemlerden ortama bırakılan atık madde miktarını ve denizel kaynaklı yem hammadde kullanımını azaltmak olarak görülmektedir (Papatryphon, 2004).

Son yıllarda görsel basında balık çiftliklerinin ve atıkların, buldukları ortama olan çevresel etkileri ile ilgili tartışmalar gündeme gelmiştir. Günümüzde ise balık çiftliklerinin çevreye olan etkileri oldukça fazla dikkat ve tepki çekmektedir. İçsularda kurulmuş geleneksel balık çiftlikleri açık sistem olarak çalışmakta ve kullanılan su herhangi bir arıtıma tabi tutulmadan ortama geri bırakılmaktadır. Kullanılan suyun kalitesi ve miktarı açık sistem olarak çalışan çiftlikler için üretim kapasitesini doğrudan sınırlamaktadır.

Artan talep doğrultusunda su ürünleri yetiştiricilik sektörünün büyümesi birçok Avrupa ülkesinde, Amerika'nın bazı eyaletlerinde ve Kanada'da su ürünleri yetiştiriciliğinin çevresel etkilerinin azaltılması için, çiftlik atık sularında bulunan belirli çözünmüş/askıda inorganik veya organik madde ve nutrient konsantrasyonlarının ve/veya miktarlarının sınırlandırılması için yeni kanun ve sınırlandırmalar uygulanmaya başlanarak, çevresel izleme programlarının kullanımı da gündeme getirilmiştir (Tacon ve Forster, 2003). Balık çiftlikleri tarafından, yürürlüğe giren kanunlara uymak için gerekli önlemlerin alınması şarttır.

Dengeli hazırlanan balık yemlerinin yüksek sindirilebilirliğe sahip olması balıklar tarafından ortama bırakılan azotlu atıkların (düşük amonyak salgılanması) azaltılması için önemli bir etkidir. Balık yemlerinde yüksek sindirilebilirliğe sahip yem hammaddelerinin kullanımının yanısıra zeolit gibi yem katkı maddeleri kullanılarak balıkların amonyak salgılama miktarları düşürülebilir. Doğal zeolitler tarım, hayvansal ilaç yapımı ve çevresel

etkilerin düşürülmesinde adsorban, iyon değiştirici ve katalist olarak kullanılmaktadır. Biyolojik uygulamalar da atık sulardan ve hayvan gübresinden amonyağın uzaklaştırılmasını içermektedir (Bernal ve ark., 1993). Ayrıca ruminantların ve kümes hayvanlarının yemlerinde de zeolitle ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Ancak, doğal zeolitin balık yemlerinde kullanımı ile ilgili çok fazla çalışma olmamakla beraber levrek (Dias ve ark., 1998) ve alabalık (Obradovic ve ark., 2006; Eya ve ark. 2008) ile yapılan bazı çalışmalarla sınırlı kalmıştır.

1.1. Zeolit Nedir?

Zeolit kelimesi günümüzden yaklaşık 200 yıl önce 1756 yılında İsveçli bilim adamı Frederic Cronstedt tarafından bazı silikat mineralleri tanımlamak için kullanılmıştır. Zeolit kelimesi Yunanca, “*zeo=kaynamak, lithos=taş*” anlamına gelen kelimelerin birleşiminden türemiştir. Zeolitler ısıtıldıklarında belli sıcaklıklarda kaynama - patlama özelliği gösterdiği için kaynayan taş olarak adlandırılmışlardır (Coombs ve ark., 1998).



şekil 2. Kayaç kütleli halinde doğal zeolit (Anonim IV, 2009).

Zeolitler, sonsuz, açık ve üç boyutlu yapıya sahip alkali ve alkali toprak katyonların kristal yapıda, kristal yapıları bozulmadan su ve katyon alışverişi yapabilen ve su molekülleri içeren aluminosilikatları olarak tanımlanmıştır (Mumpton ve Fishman, 1977).



Şekil 3. Toz halinde doğal zeolit, (Anonim V, 2009).

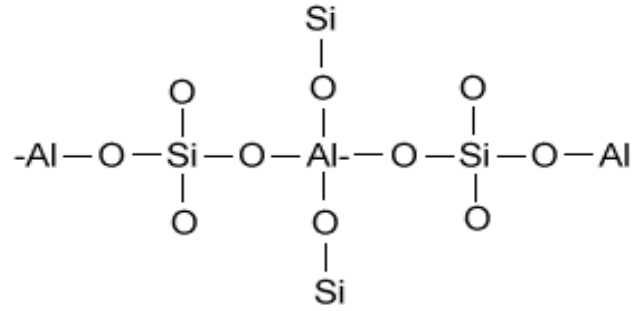
Zeolitler, milyonlarca yıl önce yanardağların püskürttüğü aluminosilikat içeren alkali ve alkali toprak iyonlarına sahip volkanik taşların ve küllerin alkali yeraltı suları, tatlı sular veya tuzlu sularla etkileşmesi ile oluşmuşlardır (Anonim VI, 2009). Yanardağlardan ortama bırakılan kül ve volkanik taşların yüksek miktarlarda biriktiği alanlarda üstlerine düşen yağmur sularının yer altına sızması esnasında başkalaşıma sebep olarak zeolitleri meydana getirmiştir. Ayrıca yüzeysel, derin olmayan tuzlu sulara düşen kül ve volkanik kayalar, milyonlarca yıl zarfında başkalaşım geçirerek yine farklı türde doğal zeolitlerin oluşumuna sebep olmuştur (Anonim VII, 2009).

Zeolitlerin karakteristikleri, buldukları coğrafi yapıya, ısı farklılıklarına, kimyasal reaksiyona girdikleri suyun yapısına ve volkanik materyalin özelliklerine göre değişim göstermektedir. Bu parametrelerden herhangi bir veya birkaçındaki değişiklik farklı zeolit türlerinin oluşmasına, her zeolitin farklı özelliklere sahip olmasına yol açmıştır (Anonim VI, 2009).

Ticari olarak kullanılan zeolitlerin birçoğu klinoptilolit türevleridir. Klinoptilolit kimyasal olarak hidrasyona uğramış sodyum-kalsiyum aluminosilikat grubundadır. Klinoptilolit kristal yapısı ve farklı özellikleri farklı partikül boyutundan bağımsızdır. Ayrıca klinoptilolit yapısı çok yüksek basınç altında, yüksek sıcaklıklarda herhangi bir değişime uğramayarak, kimyasal olarak ancak çok yüksek kostik veya asidik ortamlarda bozulabilir (Anonim VIII, 2009).

1.1.1. Kristal Yapıları

Kuartz ve feldspar mineralleri ile beraber zeolitler tekto-silikatlar gurubuna dahildir. Tekto silikatlar SiO_4 düzgün dörtyüzlülerine (tetrahedra) sahip üç boyutlu, çerçeve yapıda olan minerallerdir. Silikat dörtyüzlülerinin bu düzeni toplam Si:O oranını 2:1'e indirmekte, eğer her dörtyüzlü; kation olarak silikona sahipse yapılar elektriksel olarak nötr özellik göstermektedir. Zeolit yapılarında, dört değerlikli silikon üç değerlikli alimünyum ile yer değiştirdiği için artı yük eksikliği meydana gelmektedir. Bu eksiklik ise zeolitin yapısında bulunan mono ve divalent kationlarla (Na, Ca, K) giderilmektedir.



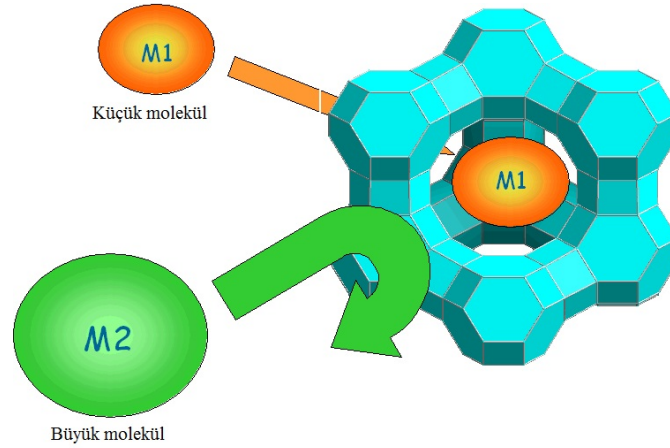
Şekil 4. Zeolitin yapısı, (Anonim IX, 2008).

Zeolitin genel deneysel formülü $M_{2/n}O \cdot Al_2O_3 \cdot xSiO_2 \cdot yH_2O$ olarak tanımlanmıştır (Şekil 4.). Bu formülde M: herhangi bir alkali veya toprak alkali kation, n: kationun değeri, x: 2-10 arasında rakam, y: 2-7 arasında rakamı ifade etmektedir.

Doğal zeolitlerin yaygın olarak kullanılan ve en bilinen türü olan klinoptilolitin ise formülü $(Na,K)_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 10SiO_2 \cdot 6H_2O$ veya $(Na_4K_4)(Al_8Si_40)O_96 \cdot 24H_2O$ olarak tanımlanmıştır. İlk parantezlerde bulunan iyonlar değişebilir kation, diğer parantezde bulunan iyonlar, oksijen ile dörtyüzlü çerçeve yapısı oluşturduğu için yapısal kationlar olarak tanımlanmıştır. Tüm doğal zeolitlerin yapısında gevşek bağ yapısına sahip su molekülleri de görülmektedir. Kuartz ve feldspar minerallerinin çerçeve yapısı yoğun ve sıkı olmasına rağmen zeolitlerin yapılarının tersine oldukça açık ve hacimlerinin yaklaşık %50'sini boşluk oluşturmaktadır. Her zeolit türünün kendine özgü kristal yapısı, fiziksel ve kimyasal özellikleri bulunmaktadır (Mumpton ve Fishman, 1977).

1.1.2. Adsorpsiyon Özellikleri

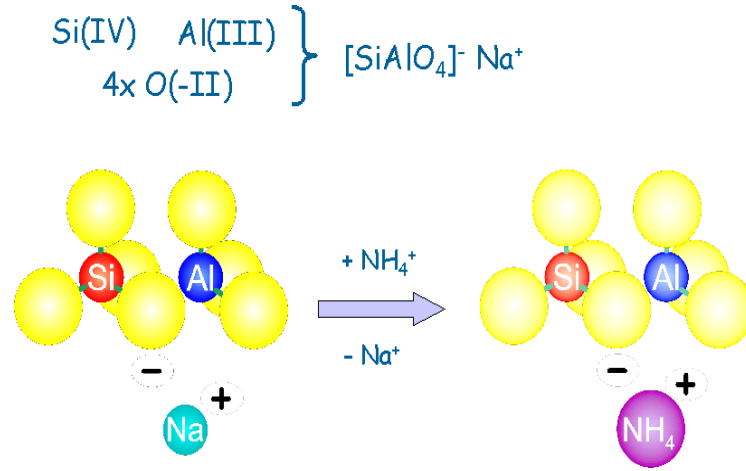
Zeolitlerin yapılarında bulunan büyük boşluk ve kanallar su ihtiva etmelerine sebep olduğu gibi değişim yapabildikleri katyonların çevrelerinde de hidrasyon küreleri içerirler. Zeolitler yüksek sıcaklıklara (300-400°C) maruz kaldığında bünyelerindeki suyun uzaklaşmasıyla, küçük moleküller kanallardan geçerken büyük moleküller dışarıda kaldığı için “moleküler elek” tanımı (Şekil 5.) ortaya çıkmıştır (Mumpton, 1999). Zeolitlerin yüzey alanları g başına birkaç yüz metrekare olarak değişmekle birlikte bazı zeolitler kendi kuru ağırlıklarına bağlı olarak herhangi bir gazın %30’unu adsorbe edebilirler. Gaz moleküllerinin boyutuna bağlı olarak, ayrıştırma kapasitelerine ilaveten farklı elektrik yüklerine sahip dehidrate olmuş merkezi boşlukları, diğer sorbantların tersine dipol momente sahip birçok iyonun adsorbe edilmesini sağlar (Mumpton ve Fishman, 1977).



Şekil 5. Zeolitlerin adsorpsiyon özelliğinin temsili şekli (Anonim X, 2009).

1.1.3. İyon Değişim Özellikleri

Değişim özelliğine sahip katyonlar, zeolitlerin dörtyüzlü çerçeve yapılarına zayıf bağlar ile bağlandıklarından, zeolitler başka güçlü iyonlara sahip solüsyon ile yıkandıkları zaman kolayca bünyelerindeki iyonları serbest bırakabilirler (Şekil 6.). Zeolitlerin katyon değişim kapasitesi (CEC), basit olarak çerçeve yapıda bulunan Si yerine geçen Al miktarı olarak tanımlanabilir. Al miktarı arttıkça elektriksel yükü dengelemek için daha fazla katyona ihtiyaç duyulmaktadır.



Şekil 6. Zeolitlerin iyon değişimlerini gösteren temsili şekil (Anonim X, 2009).

Doğal zeolitlerin kation değişim kapasiteleri 2 - 4 milliequivalent/g (meq/g) civarındadır (Mumpton, 1999). Klinoptilolitin görece daha az kation değişim kapasitesi olmasına rağmen, kation seçiciliği $\text{Cs} > \text{Rb} > \text{K} > \text{NH}_4 > \text{Ba} > \text{Sr} > \text{Na} > \text{Ca} > \text{Fe} > \text{Al} > \text{Mg} > \text{Li}$ olarak bildirilmiştir. Klinoptilolitin NH_4 'e olan seçiciliği atık sulardan $\text{NH}_4\text{-N}$ uzaklaştırılmasında kullanılarak daha sonra akuakültür ve tarım alanlarında da kullanımı gündeme gelmiştir (Ames, 1967; Mercer ve ark., 1970).

1.1.4. Kullanım Alanları

Zeolitlerin genel olarak kullanım alanları inşaat, su/atıksu arıtımı, adsorpsiyon/kataliz, nükleer atıkların uzaklaştırılması ve tarım başlıkları altında incelenmektedir. Tarım kapsamında ise hayvan beslenmesi ve sağlık, toprak ziraati, hayvansal atıkların giderilmesi ve su ürünleri konularında zeolitlerin kullanımı ile karşılaşmaktadır. Su ürünlerinde zeolitlerin kullanımı genel olarak;

- kuluçkahane, taşıma ve akvaryum sularından amonyum uzaklaştırılması
- akvaryum ortamında ve balık transferi sırasında kullanılmak üzere oksijen üretimi
- balık yemlerine katkı maddesi olarak sıralanabilir (Mumpton, 1999).

1.1.5. Türkiyedeki Önemi ve Durumu

Ülkemizde ilk olarak 1971 yılında analsim oluşumları Gölpazarı - Göynük civarında saptanmıştır. Daha sonraki yıllarda ise Ankara'nın batısında analsim ve klinoptilolit oluşumları bulunmuştur. Volkanik - birikim oluşumların sık olarak gözlendiği ülkemizde zeolit türlerinden klinoptilolit ve analsime daha sık rastlanmaktadır. Ülkemizde detaylı olarak araştırma yapılmış tek saha (MTA ruhsatlı) Manisa - Gördes civarında bulunmaktadır. Bu sahada yaklaşık 18 milyon ton zeolit ve 20 milyon ton zeolitik tüf rezervi saptanmıştır. Balıkesir - Bigadiç yöresinde ise en önemli zeolit yatakları bulunmaktadır. Bu yörede bulunan zeolitin yaklaşık 500 milyon ton rezerve sahip olduğu tespit edilmiştir. Ülkemizdeki diğer bölgeler ile ilgili çok detaylı araştırmalar yapılmamasına rağmen ülke genelinde zeolit rezervinin 50 milyar ton civarında bulunduğu tahmin edilmektedir (Anonim XI, 1996). Daha sonraki yıllarda yapılan çalışmalarda ise sadece klinoptilolit ve höylandit rezervlerinin 345 milyon ton civarında olduğu tespit edilmiştir (Anonim XII, 2007). Ülkemizde bulunan zeolit yatakları ve türleri Çizelge 1.'de görülmektedir.

Çizelge 1. Ülkemizde bulunan zeolit yatakları ve türleri (Anonim XI, 1996)

Bölge	Tür
Gölpazarı, Göynük	Analsim
Polatlı, Mülk, Oğlakçı, Ayaş	Analsim
Nallıhan, Çayırhan, Beypazarı, Mihaliççık	Analsim
Kalecik, Çandır, Şabanözü, Hasayaz	Analsim
Balıkesir, Bigadiç	Klinoptilolit
Emet - Yukarı Yonca ağaç	Klinoptilolit
Kütahya- Şaphane	Klinoptilolit
Gediz - Hisarcık	Klinoptilolit
Manisa - Gördes	Klinoptilolit
İzmir - Urla	Klinoptilolit
Kapadokya Bölgesi (Tuzköy - Kayseri)	Klinoptilolit, şabazit, erionit



Şekil 7. Ülkemizde bulunan zeolit yatakları (MTA) (Anonim XIII, 2008)

BÖLÜM 2

LİTERATÜR BİLDİRİŞLERİ

Zeolitlerin balık yetiştiriciliğinde kullanımı ile ilgili çok fazla çalışma olmadığı için bu bölümde su ürünlerinde yapılan çalışmaların yanında, diğer canlılarla yapılan çalışmalara ve kullanımlarına dair bilgilere yer verilmiştir. Balık ve kümes hayvanlarının fizyolojisi önemli ölçüde benzerlik gösterdiği için kümes hayvanlarında yapılan başarılı uygulamaların balık yetiştiriciliğinde de benzer sonuçlara yol açabileceği düşünülebilir (Mumpton, 1975).

2.1. Hayvanlarda Zeolitlerin Kullanımı

Vrzgula and Bartko (1984) domuz yemlerine %5 oranında zeolit (klimoptilolit) eklenmesinin günlük ağırlık artışında 0,075 kg/gün iyileşme sağladığını rapor etmişlerdir. Ayrıca ishal görülen domuzların dışkılarında da 24 saat içinde katılaşma ve daha az koku görüldüğünü de saptamışlardır.

Pond and Yen (1987) %2 oranında klimoptilolit eklenen mısır - soya unu veya çavdar - mısır - soya unu kullanılan yemlerle beslenen yavru domuzlarda %14 oranında ağırlık artışının görüldüğünü bildirmiştir.

Barrington ve El Moueddeb (1995) tarafından yapılan çalışmada 30 - 85 kg arasındaki domuzların yemlerine zeolit eklenmesi ile günlük ağırlık artışında belirgin bir farklılık olmamasına rağmen, yem dönüşüm oranında net artış görülmüştür. Ayrıca yemlere zeolit katkısıyla amonyak seviyesinde %20 - 50 oranında, koku seviyesinde de önemli oranda düşüş görülmüştür.

Poulsen ve Oksbjerg (1995) tarafından yapılan çalışmada genç domuzların yemine %3 oranında (%70 klimoptilolit) zeolit eklenmesi amonyak boşaltımında katı dışkı miktarında artışa, üre atımında azalmaya sebep olduğu bildirilmektedir.

Akşit ve ark. (2000) tarafından yapılan çalışmada etlik piliçlerde altlığa değişik oranlarda zeolit ilavesinin performansa ve altlık özelliğine olan etkisi araştırılmıştır. Pelet ve toz yem ile beslenen piliçlerin altlıklarına farklı oranlarda (0 - 2 - 4 kg/m²) zeolit ilave edilmiştir. Altlığa farklı miktarlarda zeolit eklenmesinin yem tüketimi, yemden yararlanma, canlı ağırlık artışı ve yaşama oranına etkisinin önemsiz olduğu bildirilmiştir. Altlığa eklenen zeolit miktarı arttıkça nem oranı azalmış fakat kümes içi amonyak

düzeyinde belirgin bir azalma görülmediği saptanmıştır. Altlığa en fazla zeolit eklenen grupta en yüksek toplam azot seviyesinin görüldüğü araştırmacılar tarafından bildirilmektedir.

Papaioannou ve ark. (2002) yaptıkları çalışmada domuz yemlerinde uzun süreli doğal zeolit ve klortetrasiklin kullanımının kan ve vücut dokularında vitamin A, vitamin E, ve bazı mineral (Na, P, Ca, Mg, Cu, Zn) konsantrasyonlarına olan etkisini araştırmıştır. Deneme sonunda canlıların böbrek ve karaciğerlerinden örnekler alınarak biyokimyasal analizler yapılmıştır. Yemlere Klinoptilolit veya klortetrasklin eklenmesinin vitamin/mineral alımına ve vücuttaki dağılımlarına herhangi belirgin bir etkisi olmadığını ayrıca kan, serum, karaciğer ve böbrek konsantrasyonlarında da değişim olmadığını bildirmişlerdir.

Gezen ve ark. (2004a) tarafından yapılan çalışmada farklı düzeylerde kalsiyum (Ca) içeren yumurta tavuğu yemlerine klinoptilolit etkisinin canlılarda yumurta verimi, kabuk kalitesi, tibia külü ve dışkı kuru maddesi üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Deneme grupları Kontrol1, % 3,5 Ca; Kontrol2, %4,2 Ca; Grup1, %3,5 Ca + %1 klinoptilolit; Grup2, %3,5 Ca + %2 klinoptilolit içerecek şekilde hazırlanmıştır. Deneme sonunda %3,5 Ca + %2 zeolit içeren yemlerle beslenen grubun yumurta ağırlıklarının istatistiksel olarak yüksek tespit edildiği bildirilmiştir. Ayrıca klinoptilolit içeren yem ile beslenen gruptaki dışkı kuru madde miktarının da diğer gruplara oranla daha yüksek olduğu saptanmıştır

Gezen ve ark. (2004b), broyler yemlerine kattıkları zeolit canlılardaki performans, ince bağırsak ağırlığı, kıkırdak ve kemik oluşumu üzerine olan etkilerini araştırmıştır. Denemede canlılara %0 ve %2 oranında klinoptilolit verilen izokalorik ve izonitrojenik yemlerle beslenmiştir. Klinoptilolit içeren yemlerle beslenen canlılarda kıkırdak ve kemik hastalıklarında azalma ayrıca yemden yararlanma oranında da iyileşme görüldüğü bildirilmiştir. Deneme sonunda ise ince bağırsak ağırlığının arttığı ve altlık neminde de azalma görüldüğü araştırmacılar tarafından saptanmıştır.

Eleroğlu ve Yalçın (2005) yaptıkları çalışmada broyler kümeslerindeki altlığa doğal zeolit olan klinoptilolit ve mordenit ekleyerek altlık özellikleri ile büyüme performansına olan etkilerini araştırmıştır. Çalışma süresince canlılardaki ağırlık kazanımı, yem tüketimi, yem verimliliği, yaşama oranı, bacak/vücut anomalileri ve altlık nem miktarı incelenmiştir. Talaş içeren altlığa %0 (kontrol), 25 - 50 ve 75 oranlarında zeolit eklenmiştir. Tüm oranlardaki zeolit katkısı broyler performansını belirgin olarak kontrol grubuna oranla arttırdığı araştırmacılar tarafından saptanmıştır. Altı haftalık deneme sonunda zeolit katkısının yem tüketimini belirgin olarak arttırmamasına rağmen canlı ağırlık kazanımı

arttırdığı bildirilmiştir. Ayrıca broyler altlık nem oranında da %36'ya varan azalmalar rapor edilmiştir. Sonuç olarak araştırmacılar broyler yemlerine doğal zeolit eklenmesinin broyler performansını, kümes koşullarını ve altlık nem oranını olumlu yönde etkilediği sonucuna varmışlardır.

Leung ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada domuz yemlerine klinoptilolit ilavesinin domuzlarda nutrient alımı ve dışkıdaki nutrient seviyesini azaltma üstüne etkisini araştırmıştır. Farklı oranlarda doğal zeolit (klinoptilolit) içeren yemlerle beslenen domuzların dışkılarında N ve P miktarının sırasıyla %15 ve 22 daha az görüldüğü rapor edilmiştir. Ayrıca istatistiksel olarak herhangi bir farklılık olmamasına rağmen zeolit içeren yemlerle beslenen grupların daha iyi yem değerlendirmesine sahip oldukları araştırmacılar tarafından saptanmıştır. Sonuç olarak domuz yemlerinde kaliteli klinoptilolit kullanımının umut vaad ettiği araştırmacılar tarafından bildirilmektedir.

2.2. Su Ürünlerinde Zeolitlerin Kullanımı

Bower ve Turner (1982)'a göre japon balıklarının taşındığı suların içine farklı (10 - 20 - 30 g/l) oranlarda zeolit konması, sudaki amonyak seviyesini sırasıyla %73, 87 ve 93 oranında düşürdüğü bildirilmektedir (Peyghan ve Azary Takamy, 2002)

Reinitz (1984) tarafından yapılan çalışmada ortalama 18,8 g başlangıç ağırlığına sahip gökkuşağı alabalıkları %29 ve %38,5 oranında protein içeren, %38,5 protein + %5, %10, %15 sodyum bentonit içeren ve %15 sodyum bentonitle 196 gün boyunca beslenmiştir. Protein oranı yüksek olan yeme %38,5 oranında sodyum bentonit eklenmesi ağırlık kazanımını düşürmüş ve balığın birim maliyetini arttırmıştır. Yemdeki metabolize edilebilen enerji miktarı büyüme oranını belirleyen birincil faktör olarak görülmektedir. Yemdeki lipid miktarı arttığı zaman balık etindeki yağ miktarı da artmakta ve nem oranı düşmektedir. Düşük protein ve %15 sodyum bentonit eklenmiş yemlerle beslenen balıkların 10 tanesinden alınan 5 örnekte böbrek tübüllerinde anormal şişme ve sitoplazmik dejenerasyon ile birlikte genişleme ve bazı tübüllerin lumenlerinde renal birikim görülmüştür.

Doğal zeolit olan klinoptilolitin, farklı konsantrasyonlarda NH_4 , K, Ca ve Mg iyonlarına olan etkinlikleri araştırılmıştır Drydent ve Weatherley (1987a). Zeolitinin etkinlik kapasitesinin, iyon değişimi sırasında ortamda bulunan iyon türlerine bağlı olduğu bildirilmektedir. En fazla iyon değişimi $\text{Na}^+/\text{NH}_4^+$ ve Na^+/K^+ olarak görülmüştür. NH_4 ve K için maksimum iyon değişimi Ca ve Mg için olan miktardan belirgin olarak daha fazladır.

Drydent ve Weatherley (1987b) tarafından klinoptilolit 0,01 N konsantrasyonda Na, K, Ca ve Mg iyonlarının amonyum iyonuna oranla seçicilik kapasitesi araştırılmıştır. Buna göre seçicilik sırası $K > NH_4 > Na > Ca > Mg$ olarak saptanmıştır. Klinoptilolit ile ilgili bilgilerde mineral kaynağına bağlı olarak klinoptilolit seçiciliğinde belirgin değişiklikler olduğu rapor edilmiştir.

Chiayvareesajja ve Boyd (1993), yaptıkları çalışmada zeolit, formalin, bakteriyel preparat ve havalandırmanın toplam amonyak azotu konsantrasyonlarına olan etkisini araştırmıştır. Zeolitin 8,5 mg/g oranında (toplam amonyak azotu) TAA'nu ortamdan uzaklaştırabildiğini fakat yetiştiricilik yapılan toprak havuzlarda etkili olabilmesi için çok yüksek miktarlarda gerektiğini bildirmiştir. TAA konsantrasyonu ile ilgili olarak bakteriyel ürünlerin laboratuvar ortamında ve havuzlarda herhangi bir etkisi olmamıştır. Laboratuvar ortamlarında yüksek havalandırma, toprak havuzlarda ise iki veya üç kat havalandırma TAA uzaklaştırılmasında memnun edici sonuçlar vermemiştir. Ancak laboratuvar ve toprak havuzlarda 10 mg/l oranında formalin uygulanması TAA oranında belirgin bir azalmaya sebep olduğu araştırmacılar tarafından bildirilmektedir.

Bergero ve ark. (1994) tarafından yapılan çalışmada laboratuvar koşulları altında kapalı devre sistemlerde, farklı zeolit türlerinin yardımıyla amonyağın uzaklaştırılması araştırılmıştır. Doğal zeolit olan filipisit ve klinoptilolit amonyak uzaklaştırmada oldukça etkili olduğu rapor edilmiştir. Daha düşük amonyak bağlama kapasitesine sahip şabazit (chabazite) tüfler ise %50 oranında daha az zeolitik materyal içerdiği için düşük sıcaklığın zeolitlerin iyon değişim kapasitesinde herhangi bir etkisi olmadığını göstermiştir.

Balık yetiştiriciliği yapılan su ortamında yenmeyen yemler ve balık dışkısının dekompozisyonu akuakültürdeki en büyük sorun olan amonyağın başlıca kaynaklarından. Daha önce yapılan çalışmalarda düşük miktarlarda su ortamında zeolit kullanımının amonyak uzaklaştırılmasında etkili olarak kullanıldığı bildirilmektedir. Lopez-Ruiz ve Gomez-Garrudo (1994) tarafından yapılan çalışmada zeolitlerin deniz suyunda doğal ve yapay oksijenlendirme esnasında amonyağın nitrite dönüşmesinde nasıl bir rol oynadığı araştırılmıştır. Araştırmacılara göre 25 g/l oranında zeolit kullanımının ortamdaki amonyağı ortama 0,5 g/l oranında zeolit eklenmesine göre çok daha fazla adsorbe ettiği bildirilmiştir.

Pratomyot (1998), japon balıklarında (*Carassius auratus*) amonyak boşaltım oranı ile ilgili yaptığı çalışmada %32 oranında protein içeren yemlere %0 - 5 - 10 - 15 ve 20 oranında zeolit ekleyerek canlıların amonyak boşaltımlarını izlemiştir. Denemenin sonunda

%5 oranında zeolit içeren yemle beslenen altın balıklarının en düşük miktarda amonyak salgıladıkları rapor edilmiştir.

Clooney ve ark. (1999) tarafından doğal zeolit kullanılarak atık sulardan amonyağın uzaklaştırılması ile ilgili yapılan denemede, atık sular iyon değişimine sahip olan sabit bir yataktan akıntı şeklinde geçirilmiştir. Başlangıçta deneme sisteminin performansının başka katyonlar olmadan kesin olarak ölçülmesi için sistemden musluk suyu geçirilmiştir. Pilot sistemin performansı daha sonra kanalizasyon suyu kullanılarak ölçülmeye çalışılmıştır. Doğal zeolitlerden klinoptilolitin, sabit yatak sistemlerinde başarılı olarak sulu çözeltilerdeki yüksek amonyağı kum filtrasyonu ile oranlı uzaklaştırabildiği bildirilmektedir. Denemenin sonunda amonyumun zeolit tarafından alım oranı yeterince etkin olduğundan sistemin sürekli çalışabileceği fikri araştırmacılar tarafından bildirilmiştir.

Dias ve ark., (1998) tarafından levrek (*Dicentrarchus labrax*) juvenillerinin yemlerinde kullanılan bazı dolgu maddelerinin yeme farklı oranlarda eklenmesiyle protein sindirilebilirliği, büyüme performansı ve vücut kompozisyonu üzerine olan etkisi araştırılmıştır. Deney üç tekrarlı olacak şekilde tasarlanmış, her grupta 40 adet 7 gr başlangıç ağırlığına sahip *Dicentrarchus labrax* juvenili kullanılmıştır. Yemleme 60 gün boyunca günde üç defa olacak şekilde el ile yapılmıştır. Dolgu maddesi olarak %10 ve %20 oranında silika, zeolit (chabamin) ve selüloz kullanılmıştır. Dolgu maddelerinin %10 ve %20 oranında eklenmesi protein sindirilebilirliğini veya büyüme performansını etkilememiştir, fakat yeme %20 oranında dolgu maddesi eklenmesi yem verimlilik oranını düşürmüştür. Bu azalma dolgu maddelerinin yem hammaddesi olarak olumsuz etkilerinden değil, yemin nutrient bakımından seyreltilmesi yüzünden olduğu rapor edilmiştir. Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında yemlere %10 ve %20 oranında dolgu maddesi eklenmesinin protein tutma değerlerini etkilemediği bildirilmiştir. Bununla beraber %20 oranında dolgu maddesi eklenmesi canlılardaki dışkı atım profilini değiştirdiği ve fekal atım zamanını uzattığı belirtilmiştir.

Zeolit içeren ürünler genellikle biyolojik filtrelerde kullanılmaktadır. Zeolit ürünleri deniz suyunda bulunan amonyum iyonlarının nitrite dönüştürülmesinde ve yemlerin dekompozisyonunda görev almaktadır. Son yıllarda zeolitli ürünler deniz mikroalglerinin büyütülmesinde ve kültürlerinde de kullanılmaya başlanmıştır. Lopez-Ruiz ve ark., (1999) tarafından yapılan çalışmada diatom *Chaetoceros muelleri*'nin yapay deniz suyunda büyütülen kültürlerinde doğal zeolit ürünü olan Zecer-56 kullanıldığı bildirilmiştir. Buna

göre bu ürünün *C. muelleri* kültürlerinde büyümeyi belirgin olarak arttırdığı kaydedilmiştir.

Rozic ve ark. (2000) tarafından yapılan çalışmanın amacı doğal kil ve zeolit kullanarak sulu çözeltilerden amonyum iyonu (NH₄-N) formundaki azotlu atıkların uzaklaştırılmasıdır. Çalışmada doğal filtrasyon malzemeleri olarak klinoptilolit ve bentonit kili kullanılmıştır. Doğal kil üzerinde alkali ve asit modifikasyonu yapılmıştır. Ayrıca çalışmada kullanılan killerin hem kuru hem de likit kolloid durumda NH₄-N uzaklaştırma kapasiteleri de araştırılmıştır. En yüksek NH₄-N uzaklaştırma kapasitesi başlangıç miktarı olarak en az NH₄-N kullanılan denemelerde elde edilmiştir. Amonyak nitrojenin yüksek değerlerde olması zeolitın amonyak uzaklaştırma kapasitesini ciddi biçimde düşürmüştür. Elde edilen bu veriler ışığında zeolitlerin ve killerin sınırlı sorpsiyon kapasiteleri olduğu görülmüştür. Kolloid yapıdaki killerin kuru yapıya nazaran amonyağa bağlı nitrojen uzaklaştırma kapasitesinin daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Ayrıca killerin asit ile modifiye edilmesi amonyak nitrojeni uzaklaştırma verimliliklerini düşürdüğü rapor edilmiştir.

Toprak ve Girgin (2000) tarafından yapılan çalışmada aktive edilmiş zeolitlerin deri sanayiindeki atık sulardan kromun uzaklaştırılması araştırılmıştır. Klinoptilolitin aktivasyonu için HNO₃, H₂SO₄ ve HCl kullanılmıştır. Deney sonuçları, kromun pH 1,35'de adsorbe olduğu ve aktivasyon için kullanılan asitlerin uygunluk sırasının da HNO₃ > H₂SO₄ > HCl olduğunu göstermektedir. HNO₃ ve H₂SO₄ ile aktive edilmiş klinoptilolitin 60 ve 120 dakikalık süreler sonunda çözeltiden 0,061 mg/g ve 0,064 mg/g değerlerinde krom adsorbe ettiği bildirilmiştir. Klinoptilolit/Cr çözeltisi oranının 1/6 olarak değiştirilmesi durumunda ise krom adsorpsiyonu değerleri 0,091 mg/g ve 0,082 mg/g değerlerine yükselmektedir. Son olarak, başka bir firmadan alınan 3120 ppm krom içeren atık su ile adsorpsiyon deneyleri yapılarak, HNO₃ ve H₂SO₄ ile aktive edilmiş klinoptilolitin, çözeltiden krom adsorpsiyonu değerleri, 0,624 mg/g ve 0,201 mg/g olarak belirlenmiştir. Atık suyun krom içeriğinin 100 ppm'e seyreltilmesi durumunda ise değerlerin 0,045 mg/g ve 0,019 mg/g değerlerine düştüğü bildirilmiştir.

Bergero ve ark. (2000) tarafından yapılan çalışmada, entansif yetiştiricilik yapılan alabalık çiftliğinde doğal bir havuza stoklanmış gökkuşağı alabalıkları'nın çıkış suyundaki günlük amonyum miktarı izlenmiştir. Çıkış suyu 30 gün boyunca 30 dk'da bir örneklenmiş ve otomatik iyon seçici elektrodla analiz edilerek ayrıca giriş suyu da izlenmiştir. Sudaki amonyum miktarının, balıkların nitrojen içeren atıklarından çok atmosferik olaylardan etkilendiği gözlenmiştir. Elde edilen bilgiler, önceden sahada ve laboratuarda yapılan

toplam amonyum üretim modellemesini doğrulamıştır. Yüksek su debisine sahip entansif alabalık çiftliklerinde yapılan gözlemler, metabolit seviyesinin yüksek olduğunu göstermiştir. Bu nedenle eğer amonyum pikleri 0,35 - 0,40 mg/l seviyelerinde görülmez ise çevresel etkinin sınırlı olduğu ve kolay saptanamayacağı sonucuna varılmıştır. Bu sonuçlar ışığında etkin zeolit filtrasyonu için olması gereken su akış miktarının 10,3 l/s olması bildirilmiştir.

Emadi ve ark., (2001) tarafından yapılan çalışmada zeolit (klinoptilolit) ve aktif karbonun farklı tuzluluk ve sürelerde toplam amonyak azotunu (TAA) uzaklaştırması araştırılmıştır. Zeolit ve aktif karbon aynı miktarda (10 ppt) kullanılmıştır. Deneme düzeneğinde 24 adet 3 litrelik akvaryuma 1 - 3 - 5 ppm TAA eklenerek, TAA absorpsiyonunun 24 saat boyunca 4 saatte bir örnek alınarak zamana ve tuzluluğa (0 - 30 ppt) göre değişimi araştırılmıştır. Her iki materyalin verimliliklerinin zamanla azaldığı görülmüştür. Zeolit ve aktif karbon tarafından en yüksek miktarda TAA ilk 4 saatlik periyotta absorbe edilmiştir. Geri kalan zaman periyotlarından denemenin sonuna kadar geçen sürede zeolit ve aktif karbonun TAA uzaklaştırma kapasitelerinin birbirinden farksız oldukları görülmüştür. Bunun sebebinin her iki maddenin de kısa sürede ortamdaki iyonları bağlayarak belli bir doygunluğa ulaşması ve azalan bir eğri ile absorpsiyonu devam ettirmesi olarak rapor edilmiştir. Yüksek tuzluluk seviyelerinde her iki maddenin de etkinliklerinde azalma görüldüğü saptanmıştır. Araştırmacılara göre yüksek tuzluluklarda aktif karbon, 10 ppt'ye kadar olan tuzluluklarda ise zeolit kullanılmasının etkili olacağı bildirilmiştir. Zeolitin aktif karbona oranla ucuz, kolay bulunabilmesi ve yenilenebilir kullanımı ise tercih edilmesinde başlıca faktörler olarak rapor edilmiştir.

Peyghan ve Azary Takamy, (2002) tarafından sazan (*Cyprinus carpio*) balıklarında, amonyağın akut toksisitesini önlemek için deneyler yapılmıştır. Oluşturulan gruplara 0 - 60 - 90 - 120 - 130 ve 150 mg/l toplam amonyak nitrojeni eklendikten sonra, 150 mg/l olan gruplardaki balıkların tamamı 24 saat içerisinde ölmüştür. 150 mg/l toplam amonyak nitrojeni eklenmiş grupların suyuna sırası ile 0 - 5 - 8 - 10 - 15 ve 20 g/l doğal zeolit (klinoptilolit) eklendikten sonra oluşturulan bu yeni gruplarda ölümler, 0 g/l grubunda %100, 5 g/l grubunda %80, 8 g/l grubunda %30, 10 g/l grubunda %0, 15 g/l grubunda %0 ve 20 g/l grubunda %0 olarak gerçekleşmiştir. Sonuç olarak çalışmada zeolit katkılı gruplarda amonyağa bağlı bir ölüm izlenmediği araştırmacılar tarafından bildirilmektedir.

Zeolitlerin, bazı Asya ülkelerinde su kalitesini arttırdığı ve seçici olarak silikonu süzerek diatom büyümesine yardım ettiği için kullanıldığı bildirilmektedir. Nieves ve ark. (2002) tarafından yapılan çalışmada silikat olmayan iki adet doğal ve üç adet yapay

zeolitle zenginleştirilen F ortamında *Chaetoceros sp.* ile yapılan kültür deneylerinde hücre artışı 0,2 - 0,6 kat arasında görülmüştür. Bunun sebebinin miktar olarak silikat fazlalığı olmadığı, çözünürlük deneylerinde doğal zeolitlerin silikonu süzmediği ve yapay zeolitlerden gelen miktarın diatom büyümesini sağlayacak oranda olmadığı rapor edilmiştir.

Fachinia ve ark., (2004) deniz alglerinden, *Emiliana huxleyi*'nin büyümesi ve kültür ortamına zeolit orijinli bir ürün olan Zestec-56'nın farklı oranlarda eklenmesinin sebep olduğu kimyasal değişimleri araştırmışlardır. *E. huxleyi* 0,025 - 0,050 ve 0,1 g/l zeolit orijinli ürün içeren doğal deniz suyuna inokule edildikten sonra deniz suyunda 30 dk boyunca karıştırılmış, 1 g/l oranında zeolit orijinli çözeltiye inokule edilmiştir. Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında 0,025 ve 0,50 g/l oranında zeolitik ortam içeren denemelerde mikroalg büyümesinin belirgin olarak artmadığı saptanmıştır. En yüksek oranda (0,1 g/l) zeolitli maddeye sahip olan ortamda ise büyüme oranı ve ürün miktarını azaltmıştır. Zeolit orijinli ürün çözünmüş metalik mikronutrientlerin toplam konsantrasyonlarında adsorbsiyon (ör: Zn) ile değişim ve diğerlerinin salınmasında (ör: Mn) rol oynamıştır. Örnek ile sadece 30 dk temas eden çalışmadaki iyon değişimi, 7 gün boyunca aynı ortamda bulunan çalışmadan daha yavaş olmuştur. Ayrıca kısa süreli yapılan çalışmada hücrelerden salgılanan ekstraktlar iz elementlerdeki değişimler nedeniyle etkilenmişlerdir. Bu çalışmada zeolitlerin kültür ortamında neden oldukları değişimlerin doğal deniz suyunda bulunan mikronutrientleri etkilediği için mikroalg üretimini değiştirebileceği saptanmıştır. Bu nedenle akuakültür ortamında örneğin bakteri yoluyla tüketilmemiş yemin düşük amonyak seviyelerinde dekompoze edilmesinde kullanılması düşünülen zeolitin karakteristik ve konsantrasyonunun göz önüne alınmasını gerektireceği belirtilmiştir. Sonuç olarak deniz suyunun iz element kompozisyonuna bağlı olarak zeolitin, alg türlerinin karakteristiği ve konsantrasyonuna bağlı olarak uygun zeolitin kullanılmasıyla üretim maliyetleri düşürülerek ürün artışı sağlayabileceği rapor edilmiştir.

Singh ve ark., (2004) tarafından yapılan çalışmada, Hindistanda çok miktarda bulunan sazangillerden *Catla catla*, *Labeo rohita* and *Cirrhinus mrigala* gibi türlerin taşınmaları sırasında canlılar tarafından ortama bırakılan zehirli atıkların azaltılması ve oksijen seviyelerinin kontrol altında tutulması için tri-buffer, zeolit, 2-phenoxyethanol ve oxyflow adlı maddeler kullanılmıştır. Deneyde 1500 yavru ve 3 lt su içeren plastik torbalara bakteriyel oluşumu engellemek için 20 mg/l oranında neomycin sülfat konmuştur. Ortama 7 mg/l oranında eklenen zeolit yaşama oranı arttırmış ve amonyak konsantrasyonunu belirgin bir biçimde azalttığı bildirilmiştir.

Demir ve Aybal (2004) tarafından yapılan çalışmada ortalama canlı ağırlıkları 140 g olan gökkuşağı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*) %0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 ve 6 oranında klinoptilolit içeren yemlerle 60 gün süreyle beslenmiştir. Periyodik olarak 15 günde bir deneme grubu balıklarının ortalama canlı ağırlık, boy, kondisyon faktörü ve yem dönüşüm oranları hesaplanmıştır. Deneme süresince deneme gruplarının ortalama canlı ağırlık değerleri arasındaki farklılıklar önemsiz çıkmıştır. Canlıların deneme sonu ortalama ağırlıkları 296 - 320 g arasında değiştiği bildirilmiştir. Denemede balıkların ortalama boy değerleri dördüncü periyot hariç diğer tüm periyotlarda önemsiz olduğu saptanmıştır. Dördüncü periyotta en yüksek ortalama boyca büyüme %2 ve %3 oranında klinoptilolit içeren yemle beslenen deneme gruplarından elde edilmiştir. Denemede farklı oranlarda klinoptilolit içeren yemle beslenen grupların ortalama kondisyon faktörleri arasındaki farklılıklar birinci periyot hariç diğer periyotlarda önemsiz bulunmuştur. Bu periyotta en düşük ortalama kondüsyon faktörü %3 oranında klinoptilolit içeren rasyon ile beslenen grupta görüldüğü rapor edilmiştir. Deneme sonunda deneme gruplarının ortalama yem dönüşüm oranları arasındaki farklılıkların önemsiz olduğu bildirilmiştir.

Miladinovic ve ark., (2004)'nın yaptığı çalışmada, atık tuzlu sulardaki amonyağın seçici olarak uzaklaştırılmasında kullanılan bazı yeni materyaller değerlendirilmiştir. Bu materyaller MN500 (makronet olarak bilinen hiperkrosslink polivinil sitirenler) adı ile kimyasal olarak modifiye edilmiş zeolitler ve zeolit orijinli maddeler olarak bildirilmektedir. Atık suların arıtımında kullanılan, amonyağa yüksek oranda duyarlı iyon değişim materyalleri büyük oranda tatlı sularda kullanılmaktadır. Ayrıca yapay tuzlu suda değişik konsantrasyonlarda amonyağa maruz bırakılan materyallerin bazı deneyler sonucundaki amonyum alımının kararlılık izotermi değerlendirilerek, bu materyallerin amonyağa karşı olan seçicilikleri ve kapasiteleri de araştırmacılar tarafından incelendiği bildirilmiştir.

Sarıoğlu (2005) yaptığı araştırmada doğal zeoliti atık sulardaki amonyum iyonlarının uzaklaştırılmasında kullanmıştır. Yapılan deneyler yığın ve sütun olarak iki ayrı şekilde gerçekleştirilmiştir. Yığın çalışmalarda karıştırma süresi ve başlangıç amonyum (8,8 mg NH₄-N/l) konsantrasyonunun verimlilik ve adsorbsiyon izotermine olan etkileri, sütun deneylerde ise akış hızı, pH, başlangıç amonyum konsantrasyonu, asit ile yıkama ve zeolitlerin amonyum adsorbsiyon kapasitelerinin yenilenmesi araştırılmıştır. Başlangıç amonyak-nitrojen konsantrasyonunun 5 mg/l'den 12 mg/l'ye yükseltilmesi adsorbsiyon miktarını 0,7 mg/l'den 1,08 mg/l NH₄-N'e yükseltmiştir. En yüksek adsorbsiyon kapasitelerinin görüldüğü akış hızı 0,5 ml/dk ve pH 4 olarak saptanmıştır. Asit ile yıkama

ve rejenerasyondan sonra bu değerler sırasıyla 1,32 and 0,73 mg NH₄-N g/l olarak bildirilmiştir. Zeolitin katyon değiştirme kapasitesi 164,62 meq olarak belirlenmiştir. Bu bilgiler doğrultusunda zeolitin atık sulardan amonyumun uzaklaştırılması için kullanılabileceği araştırmacı tarafından bildirilmektedir.

Nieves ve ark., (2005) tarafından yapılan çalışmada, F ortamına sırasıyla 5, 10 ve 20 mg/l oranında katılan zeolit kökenli ürünlerden Zestec 56, Zesep 56 ve Zeben 06 (ZT56, ZS56 ve ZB06)'nın *Tetraselmis suecica* ve *Dunaliella tertiolecta* kültürlerinin ekspanansiyel büyüme safhalarında zeolit içermeyen ortamlar ile benzer sonuçlar alındığı bildirilmektedir. Bu yavaş büyüme periyodunun sonunda tüm deneysel ortamlarda sadece *T. suecica* konsantrasyonu belirgin olarak artmıştır. Bununla beraber 20 mg/l oranında ZT56 and ZB06 bulunan ortamlarda *D. tertiolecta* ile daha iyi sonuçlar alınmıştır. Tüm denemelerde toplam hasat ve biomass miktarı kontrol grubuyla benzer çıktığı rapor edilmiştir. Bu maddelerin yavaş büyüme safhasında sadece hücre bölünmesine yardım ettiği fakat biomass üretimi konusunda avantaj sağlamadığı sonucuna varılmıştır.

Töre (2006) tarafından yapılan çalışmada tilapya balıklarının kontrol yemine %10 ve %20 oranlarında zeolit yada mısır nişastası katılarak bazı büyüme parametreleri, vücut kompozisyonu ve bazı su kalitesi parametrelerine etkileri araştırılmıştır. Kontrol yemi olarak %45 protein içeriğine sahip alabalık yemi kullanılmıştır. Deneme gruplarında 15 adet balık kullanılmıştır. Deneme 90 gün boyunca sürdürülmüş ve tüm gruplar günde 3 defa el ile beslenmiştir. Su kalitesi parametrelerinden sıcaklık, çözülmüş oksijen, pH haftalık ve TAA iki haftada bir ölçülmüştür. En iyi yem değerlendirme oranı %10 zeolit ve %10 nişasta katkılı gruplarda görülmüştür. Deneme sonunda, % 10 nişasta grubunda (NG) 49,54±3,83 g, % 10 klinoptilolit grubunda (KG) 48,62±3,16 g, % 20 NG'de 42,36±1,28 g ve % 20 KG'de 41,26±2,17 g canlı ağırlık artışı sağlandığı ve en iyi YDO ortalamasının, 1,17±0,08 ile % 10 KG ve 1,17±0,10 ile % 10 NG'dan elde edildiği bildirilmiştir. Deneme grupları arasında, protein etkinlik oranı, visserosomatik indeks ve hepatosomatik indeks bakımından herhangi bir istatistiksel fark görülmemiştir. Deneme gruplarına ait balıkların etinden yapılan kuru madde, ham protein, ham yağ ve ham kül analizleri sonucuna göre, gruplar arası ve gruplar içi herhangi bir istatistiksel fark bulunamamıştır. Deneme gruplarına ait balıklarda yapılan kan analizleri (kolesterol, glikoz, trigliserid, BUN, LDH) sonucuna göre, gruplar arası fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Sonuç olarak zeolitin nişasta yerine balık yeminde dolgu maddesi olarak kullanılmasında, büyüme ve yem değerlendirme performanslarında kayda değer iyileşme veya azalmaya rastlanılmadığı araştırmacı tarafından rapor edilmiştir.

Obradovic ve ark., (2006) tarafından alabalık yemlerine %1 olarak eklenen minazel adlı zeolitin yem katkı maddesi olarak kullanımı araştırılmıştır. Ayrıca ambizel-V adlı zeolit ise alabalıkların (*Oncorhynchus mykiss*) üretim sonuçlarındaki çevresel etkilerin iyileştirilmesi için kullanılmıştır. Deney bir yaşından büyük 9816 balık ile gerçekleştirilmiştir. Balıklar iki gruba (C-I ve E-I) ayrılmış (4908 balık) ve deney 150 gün sürmüştür. E-I olarak adlandırılan deney grubundaki balıklar %1 oranında zeolit içeren yemle beslenmiş ve buldukları havuza ambizel-V konmuştur. Zeolitin (minazel) yem katkı maddesi olarak kullanılması analiz yapılan balık büyümesinin morfometrik indeksi, toplam ağırlık, ağırlık artışı ve son boy üzerinde olumlu etkiye sebep olduğu saptanmıştır. Minazel'in uyarıcı etkisi günlük yem tüketimi, yem dönüşüm oranı ve beslenmede görüldüğü rapor edilmiştir. Elde edilen bilgilere göre zeolit (ambizel-V) deney havuzunda (E-I) bulunan ortam şartlarının (toplam sertlik, nitrat ve amonyak değerlerinde azalma) iyileştirilmesinde kullanılabileceği bildirilmiştir.

Eya ve ark., (2008) tarafından yapılan çalışmada doğal zeolitlerden olan bentonit ve mordenitin gökkuşağı alabalığının büyüme performansı ve vücut kompozisyonuna herhangi bir etkisinin olup olmadığı araştırılmıştır. Deneme boyunca yaklaşık 104 g başlangıç ağırlığına sahip 15 balığın bulunduğu 4 tekrarlı gruplar tatlı suda (tuzluluk: 0; sıcaklık: 14-16°C) 90 gün boyunca büyütülmüştür. Balıklar günde iki defa olacak şekilde ham proteini %40 olan ve %0 (kontrol), %2,5 ve %5 mordenit veya bentonit içeren yemlerle beslenmişlerdir. Kontrol yeminin isonitrojenik ve isoenerjitik olması için bentonit/mordenit yerine alfa selüloz kullanılmıştır. Ağırlık artışı, spesifik büyüme oranı ve yem verimliliğinde %5 ve %10 oranında bentonit, %2,5 oranında mordenit içeren yemlerle beslenen balıklarda kontrol grubuna göre istatistiksel fark görüldüğü bildirilmektedir. Yemlere mordenit veya bentonit eklenmesi gökkuşağı alabalığının toplam vücut kompozisyonunda herhangi bir değişikliğe yol açmadığı rapor edilmiştir.

Kanyılmaz (2008) tarafından yapılan çalışmada, Sazan yemlerine (*Cyprinus carpio*) değişik miktarlarda doğal zeolit (klinoptilolit) eklenmesinin vücut kompozisyonu, büyüme, bazı kan parametreleri ve bağırsak mukozası üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Deneme yemi olarak, ticari bir işletmeden alınan yemlere % 1 - 2 - 3 ve 4 oranında zeolit (klinoptilolit) eklenmiştir. Deneme günde iki kez elle yemlenerek çalışma 12 hafta boyunca sürdürülmüştür. Deneme sonunda grupların ağırlıkları, kontrol grubunda, 73,01±2,68, %1 zeolit içeren grupta 68,93±2,43, %2 zeolitli grupta 72,51±5,01, %3 zeolit içeren grupta 69,82±5,29 ve %4 zeolit içeren grupta 72,10±3,28 g olarak rapor edilmiştir. Deneme gruplarında yemden yararlanma oranı, sırasıyla, 1,75±0,01, 1,82±0,04, 1,74±0,05,

1,83±0,07, 1,76±0,04, olarak görülmüştür. Deneme sonunda zeolitin spesifik büyüme, protein etkinlik oranı oranı, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı, canlı ağırlık artışı, viserosomatik indeks, et kalitesi ve kondüsyon faktörü üzerine etkisinin olmadığı araştırmacı tarafından bildirilmektedir. Tüm vücutta yapılan ham protein, kuru madde, ham yağ ve ham kül analizlerindeki farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Kan analizleri sonucunda, zeolit'in glikoz, kan üre azotu düzeyini azalttığı, hemoglobin düzeyini arttırdığı, lökosit ve kolesterol düzeylerinde herhangi bir değişime yol açmadığı bildirilmiştir. Ayrıca balıkların ince ve kalın bağırsaklarından alınan kesitlerde yapılan histolojik çalışmalarda, zeolitin bağırsak yüzey alanını arttırmadığı ve sindirim kanalı uzunluğu üzerine herhangi bir etkisi olmadığı görülmüştür.

Danabaş (2009) tarafından yapılan çalışmada farklı oranlardaki zeolit (klinoptilolit)'in bazı su parametreleri ile gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nin gelişimi ve vücut kompozisyonuna etkileri araştırılmıştır. İlk denemede balıkların içinde bulunduğu havuzlara kontrol grubundan farklı olarak 1 - 2 ve 3 g/l oranlarında ve daha sonra yemlerine % 0 - 1 - 2 ve 3 oranlarında zeolit katılmıştır. Çalışma 100 gün sürdürülmüş olup, klinoptilolit, ilk olarak bazı su parametreleri, balık gelişimi; ikinci etapta ise balık gelişimi ve vücut kompozisyonuna olan etkisi incelenmiştir. İlk denemenin sonunda havuz suyuna uygulanan klinoptilolit oranlarının su kriterleri ve büyüme parametrelerini etkilemediği bildirilmiştir. Yapılan ikinci denemede ise, yeme katılan doğal zeolit balıklardaki spesifik büyüme oranı, boy, canlı ağırlık, günlük canlı ağırlık artışı, yaşama oranı, ham protein, kuru madde ve ham kül değerlerini arttırmış, yem dönüşüm oranı ve viserosomatik indeksi azaltmıştır. Grupların deneme sonu ağırlıkları sırasıyla 128,24±4,74 - 126,62±5,54 - 126,34±0,33 ve 126,55±7,66 g; yem dönüşüm oranları 1,01±0,02 - 0,99±0,03 - 0,95±0,02 ve 0,96±0,04; spesifik büyüme oranları ise 1,79±0,04 - 1,79±0,04 - 1,79±0,00 ve 1,79±0,06 olarak rapor edilmiştir. Öte yandan balıkların hepatosomatik indeks, gonadosomatik indeks, kondüsyon faktörü ve lipid değerlerinde herhangi bir değişiklik görülmediği de belirtilmiştir. Ortaya çıkan sonuçlar ışığında yaklaşık 20 g başlangıç ağırlığına sahip gökkuşağı alabalıklarının yemlerine %1 oranında doğal zeolit eklenmesinin faydası olacağı araştırmacı tarafından rapor edilmiştir.

2.3. Tezin Amacı

Yapılan çalışmada gökkuşuğı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yemine farklı oranlarda doğal zeolit (klinoptilolit) katılmasının bazı büyüme ve yem değerlendirme kriterlerine, amonyak boşaltımına ve bazı biyokimyasal kan parametrelerine olan etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

BÖLÜM 3

MATERYAL VE YÖNTEM

Doktora tezi kapsamında yapılan çalışma üç aşamalı olarak yürütülmüştür. Denemenin ilk bölümünde doğal zeolit alabalık yemlerine farklı oranlarda eklenmesinin balıklardaki büyüme ve yem değerlendirme parametrelerine olan etkisi araştırılmıştır. İkinci bölümde ise yemlere eklenen farklı oranlardaki doğal zeolit balıkların amonyak boşaltımına olan etkileri araştırılmıştır. Üçüncü bölümde ise balıklardan kan örnekleri alınarak canlıların biyokimyasal kan parametrelerinde herhangi bir değişim olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır.

3.1. Deneme Yeri

Deneme Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Canlı Kaynaklar Ünitesinde yürütülmüştür.

3.2. Balık Materyali

Denemede Çanakkale ilinin Bayramiç ilçesinde bulunan özel bir işletmeden 7 - 8 g ortalama ağırlığa sahip toplam 500 adet gökkuşuğu alabalığı 300 l hacme sahip tanklara stoklanmıştır. Ayrıca her tankın üstü ağ ile örtülerek balıkların dışarı atlama riskleri de ortadan kaldırılmıştır. Balıklar 15 gün süreyle ticari yem ile beslenerek ortam şartlarına adaptasyonu sağlanmıştır.

3.3. Deneme Sistemi

Deneme sistemi yarı kapalı devre sistem olarak planlanmıştır. Buna göre sistemde 2 adet 1 tonluk karışım tankı, 2 adet 0,75 beygir gücünde santrifüj pompa, 10 ton su soğutma kapasitesine sahip soğutma sistemi, kum filtresi ve 18 adet 330 l'lik silindrik tank kullanılmıştır. Ayrıca hava motoru (blower) kullanılarak her tanka hava hattı çekilip hattın ucuna hava taşı takılarak sürekli havalandırma sağlanmıştır.

3.4. Deneme Yemleri

Araştırmada, %45 ham protein, %12 ham yağ ve farklı oranlarda zeolit içeren altı deneme grubu yemi hazırlanmıştır. Deneme gruplarına verilecek yemlerin yem formülasyonu Çizelge 2.'de verilmiştir. Yem formülasyonlarında kontrol grubundaki buğday unu oranı azaltılarak yerine zeolit konmuştur. Gruplardan bir tanesine zeolit (klinoptilolit) ilavesi yapılmamış ve bu grup kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Diğer üç deneme grubu yemine %0,5 (Z05), %1 (Z1) ve %2,5 (Z25) oranında zeolit eklenmiştir. Z1 ve Z25 grubu yemlerine iki katı oranında mineral madde ilave edilerek ZM1 ve ZM25 grubu yemleri hazırlanmıştır. Yemler Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yem Laboratuvarında mekanik karıştırıcı ile karıştırılmış ve 2 mm ayna açıklığına sahip kıyma makinasından geçirilerek hazırlanmıştır. Yemler havalandırma destekli kurutma dolabında 40°C'de 12 saat boyunca kurutulmuş ve derin dondurucuda depolanmıştır.

Çizelge 2. Deneme yemlerinin formülasyonu

Yem Hammaddeleri (%)	Gruplar					
	Kontrol	Z05	Z1	Z25	ZM1	ZM25
Balık Unu ¹	50	50	50	50	50	50
Buğday Unu ²	14	13,5	13	11	12,5	11
Soya Unu ³	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5
Balık Yağı ⁴	10	10	10	10	10	10
Zeolit (klinoptilolit) ⁵	0	0,5	1	2,5	1	2,5
Vitamin – mineral ⁶	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2

¹ Hamsi balık unu. Can Kardeşler Balık Unu Şirketi, Samsun

² Kepez Un, Çanakkale

³ Abalıoğlu Yem ve Gıda Sanayi, Denizli

⁴ Hamsi balık yağı, Can Kardeşler Balık Unu Şirketi, Samsun

⁵ Ülkemizde en çok bulunun ve su ürünlerinde sıklıkla kullanılan klinoptilolit, Rota Madencilik,

⁶ Vit – Min. Vitamin g başına: vitamin A: 342 IU; vitamin D3: 329 IU; vitamin E: 0,0274 IU; vitamin K3: 5,48 mg; vitamin B1: 2,05 mg; vitamin B2: 3,42 mg; vitamin B3: 20,5 mg; vitamin B5: 5,48 mg; vitamin B6: 2,05 mg; vitamin B12: 2,74 mg; vitamin C: 24,0 mg, Mineral g başına: biotin: 0,411 mg; folik asit: 0,685 mg; Zn: 12,3 mg; Mn: 4.80 mg; Cu: 1.64 mg; I: 0,274 mg; Se: 0,0274 mg; Ca: 125 mg; K: 189 mg, Kartal Kimya San. Ve Tic., Kocaeli, Türkiye.

Çizelge 3. Çalışmada kullanılan doğal zeolitin (klinoptilolit) kimyasal kompozisyonu

Bileşen*	%
SiO ₂	71,0
CaO	3,4
Fe ₂ O ₃	1,7
Al ₂ O ₃	11,8
K ₂ O	2,4
MgO	1,4
Na ₂ O	0,4
TiO ₂	0,1

* Minerolojik – petrografik rapor; Kalabak Damları (Gördes – Manisa, Türkiye) bölgesinden elde edilen örneklere ait olup İstanbul Teknik Üniversitesi Madencilik Fakültesinde 11. 06. 2005 tarihinde hazırlanmıştır.

Çizelge 4. Denemede kullanılan yemlerin besin kompozisyonu

	Kontrol	Z05	Z1	Z25	ZM1	ZM25
Ham Protein	44,96	44,90	44,84	44,86	44,89	44,99
Ham Yağ	14,06	14,05	14,04	14,01	14,01	14,06
Ham Kül	8,1	8,6	9	9,6	10,5	11,4
Nem	10,2	10,3	10,1	9,9	10,1	9,8

Çizelge 5. Denemede kullanılan yem hammadelerinin besin kompozisyonu

%	Balık Unu	Buğday Unu	Soya Küspesi
Ham Protein	64,01	11,94	46,03
Ham Yağ	6,87	1,93	1,37
Ham Kül	18,57	3,30	7,31
Nem	11,2	13,5	10

3.5. Deney 1 - Büyüme Denemesi

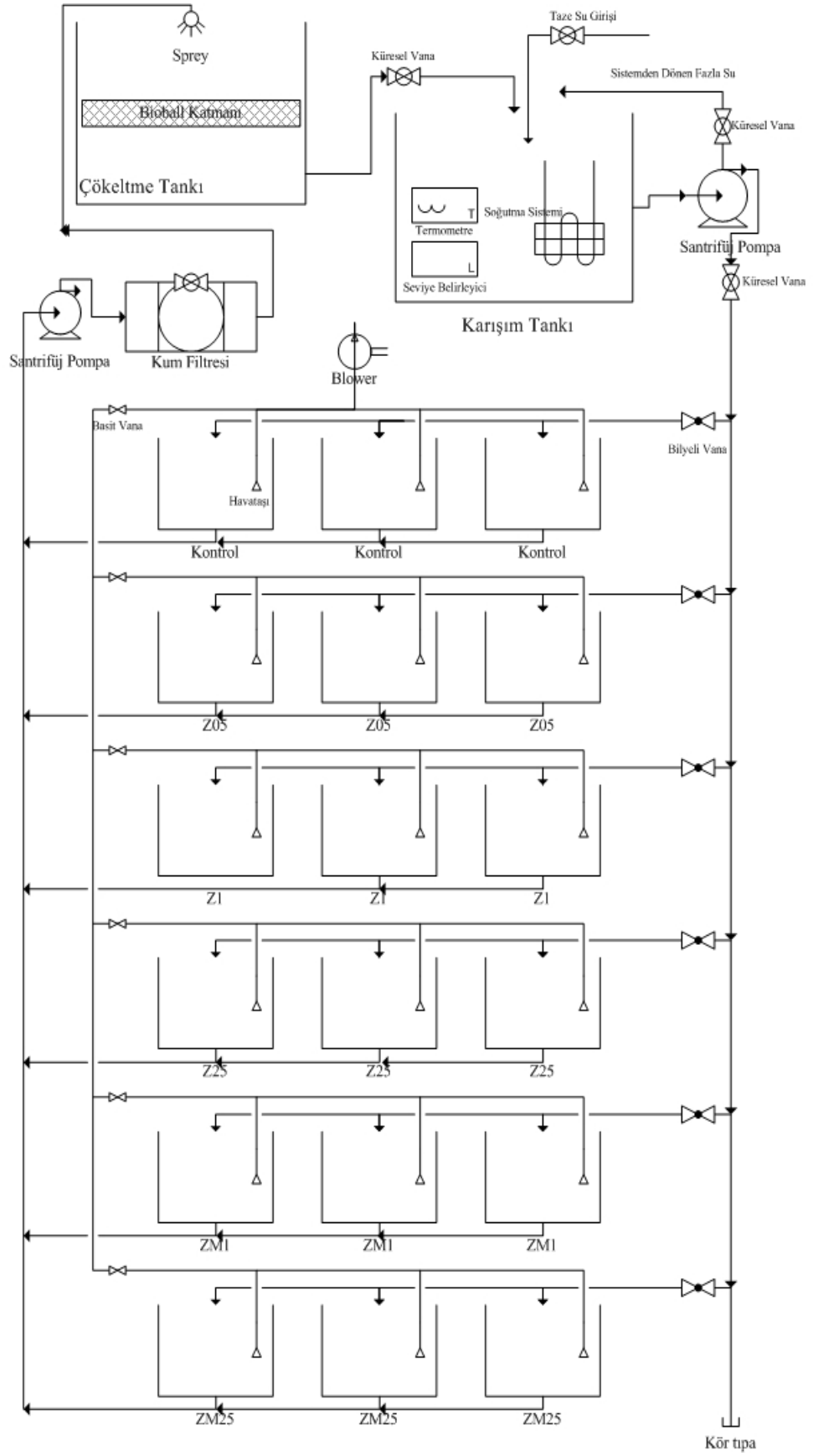
3.5.1. Denemenin Yürütülmesi

Deneme süresince toplam 70 gün yemleme yapılmış ve 5 adet aratartım yapılarak ara tartım günlerinde yem verilmemiştir. Deneme için stok tanklarından alınan balıklar tesadüfi olarak her grup için 3 tekrar olacak şekilde 18 adet tanka, her tankta 20 adet balık yerleştirilmiştir. Gruplar arasında boy ve ağırlık farkının en az olması için her balığın

bireysel ağırlığı ölçülmüştür. Tartım sonunda her grubun standart hatası ve standart sapması hesaplanarak bu değerlerin en az olmasına gayret edilmiştir.

Büyüme denemesi için toplam altı adet yem hazırlanmıştır. Hazırlanan deneme yemleri, balıklar doyuncaya kadar sabah (9:00), öğlen (12:00) ve akşam (17:00) olmak üzere günde üç kez elle verilmiştir. Balıkların yem alma ve iştah durumları da gözlenerek fazla yemleme yapılmamasına dikkat edilmiştir. Yemleme sonunda, tank dibindeki (eğer varsa) yenmemiş yemler sifonla uzaklaştırılmıştır. Balıklara verilen yem miktarı günlük olarak kaydedilerek toplam yem tüketim miktarı saptanmıştır. Ayrıca iki günde bir olacak şekilde tank dibinde ve su giderinin içinde biriken dışkılar ve yenmemiş yemler sifonlama yöntemi ile ortamdaki uzaklaştırılmıştır.

Deneme yaklaşık 8 ton su hacmine sahip yarı kapalı devre sistemde gerçekleştirilmiştir (Şekil 8.). Çalışmaya başlamadan önce, tüm sistem şehir şebeke suyu ile doldurularak 30 gün boyunca balıklar olmadan tam kapasite çalıştırılmıştır. Bu süre zarfında olası su kaçaqları giderilmiş ve sistemde olabilecek aksaklıklara karşı önlemler alınmıştır. Çalışma yaz aylarında yapıldığından su sıcaklığını sabit tutmak için soğutma tertibatı sistemde kullanılmıştır. Yarı kapalı devre sistemde, filtrasyon amacıyla mekanik filtrasyon için 200 lt hacme sahip basınçlı kum filtresi ve biyolojik filtre amacıyla içinde bioball topları bulunan 1 ton hacminde tanklar kullanılmıştır. Biyolojik filtreden soğutma ekipmanına sahip 1 tonluk karışım tankına gelen su santrifüj pompa yardımıyla tanklara dağıtılmıştır. İçerisinde balıkların bulunduğu deneme tanklarından çıkan su diğer bir santrifüj pompa ile önce kum filtresinden geçirilmiş daha sonra ise biyolojik filtreye gönderilmiştir. Denemenin yürütüldüğü tank sisteminde buharlaşma, sifonlama gibi nedenlerle su kaybı olması nedeniyle ve günlük taze su girilmesi amacıyla her gün toplam su hacminin %5 - 10'u oranında taze su eklenmiştir.



Şekil 8. Deneme sistemi

3.5.2. Örnekleme, Tartım ve Ölçümler

Tartımlar 0,1 g hassasiyetteki elektronik terazi (Scaltec, Germany) ile yapılmıştır. Deney başlangıcında balıklar küçük olduğu için anesteziye gerek duyulmadan tartımlar yapılmıştır, ancak son tartımlarda balıklar büyüdüğü için anestezik madde (MS₂₂₂) 1/20000 oranında kullanılmıştır. Tartım yapılırken tüm bireyler tankın dışındaki kovalara alınarak bireysel tartılıp tekrar tanka geri bırakılmıştır.

3.5.3. Yem ve Balıklarda Ham Besin Madde Analizleri

Denemenin sonunda her tanktan 3'er balık ham besin madde analizleri için alınmıştır. Örnek olarak alınan balıkların eşit boy - ağırlıkta olması ve tanktaki balık ağırlıklarının ortalamasına yakın olmasına dikkat edilmiştir. Alınan örnekler bisturi yardımıyla parçalanarak alüminyum kaplara konmuştur. Kaplar etüvde 24 saat boyunca 105°C'de ağırlıkları sabit kalana kadar kurutulmuştur. Örnekler kurutulduktan sonra mutfak robotu ile çekilerek homojen biçime gelmesi sağlanmıştır. Yem ve balık örneklerinin nem, ham protein, ham yağ, ham kül tayinleri AOAC (2000) metoduna göre yapılmıştır.

3.5.3.1. Nem Tayini

Kuru madde tayini için mutfak robotu ile çekilerek homojenize hale getirilen balık ve yemlerden 5 g alınmıştır. Darası alınan alüminyum folyo kaplara örnekler konularak 105 °C'de ağırlıkları sabit kalana kadar etüvde kurutulmuştur. Nem yüzdeleri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Nem (\%)} = (\text{Kuru örnek + dara (g)} - \text{İlk örnek ağırlığı (g)}) / \text{Başlangıç örnek ağırlığı (g)} \times 100$$

3.5.3.2. Ham Protein Tayini

Balık ve yem örneklerinin protein miktarlarının belirlenmesi için Kjeldahl metodu uygulanmıştır. Balık ve yem örneklerinden yaklaşık 0,5 g alınarak cam sindirim tüpleri içine yerleştirilmiştir. Tüplerin içine 1 adet katalizör tableti atıldıktan sonra, tablet ve örneklerin üstüne 15 ml sülfirik asit (H₂SO₄) ilave edilmiştir. Protein sindirim işlemi Gerhardt Kjeldatherm sindirim bloğunda gerçekleştirilmiştir. İlk olarak örnekler 250°C’de 30 dakika daha sonra 380°C’de 75 dakika yakılarak sindirim işlemi bitirilmiştir. Örnekler soğuduktan sonra Gerhardt Vapodest 3S distilasyon ünitesine alınarak %40’lık NaOH çözeltisi ile nötralize edilerek, saf su ile seyreltilmiştir. Distilasyon sonunda örneklerdeki inorganik amonyum BDH “4,5” indikatörü içeren 25 ml ortoborik asit çözeltisi içinde toplanmıştır. Daha sonra örnekler 0,1 mol hidroklorik asit (HCl) ile titre edilmiştir. Protein yüzdesi aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Ham Protein} = (\text{Titrasyonda harcanan} - \text{Kör örnek}) \times 0,1 \times 14,007 \times 6,25 / \text{Örnek ağırlığı} \times 100$$

0,1 : HCl mol olarak değeri

14,007 : Nitrojenin molekül kütlesi

6,25 : Örneğin nitrojen ve protein içeriği arasındaki ilişkiyi belirleyen sabit katsayı

3.5.3.3. Ham Yağ Tayini

Yem ve balık örneklerinin yağ içerikleri soksalet ekstraksiyon yöntemiyle belirlenmiştir. İşlem için örneklerden 3 g kuru madde tartılarak aletin ayrıştırma bölümüne yerleştirilmiştir. Daha sonra örnek 130 ml petrol eteri ile 40 dakika boyunca sifonlanarak petrol eteri yağ baloncuğunda toplanmıştır. Sifonlama işlemi bittikten sonra 70 dk sirkülasyon devam ettirilmiştir. Sirkülasyon işlemi bittikten sonra tekrar sifonlama işlemi uygulanarak yağ baloncuğunda kalan çözelti buharlaştırılarak uzaklaştırılmıştır. Kuru maddedeki yağ oranı aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Ham Yağ} = \text{Yağ baloncuğunda biriken yağ miktarı (g)} / \text{Örnek ağırlığı} \times 100$$

3.5.3.4. Ham Kül Tayini

Kuru maddesi hesaplanmış 0,5 g örnek alınarak önceden darası alınan porselen krozelere konarak ağırlıkları hesaplanmıştır. Daha sonra krozeler yakma fırınında 525°C'de 12 saat boyunca yakılmıştır. Kapların ağırlık değişimine göre örneklerin kül içeriği aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Ham Kül İçeriği} = \text{Porselen kaptaki ağırlık değişimi (g)} / \text{Örnek ağırlığı (g)} \times 100$$

3.5.3.5. Veri Analizleri

$$\text{Başlangıç Vücut Ağırlığı (BVA)} = \text{Başlangıç ağırlığı (g)} / \text{Balık sayısı}$$

$$\text{Son Vücut Ağırlığı (SVA)} = \text{Son ağırlık (g)} / \text{Balık sayısı}$$

$$\text{Ağırlık Kazanımı (AK)} = \text{Son ağırlık (g)} - \text{Başlangıç ağırlığı (g)}$$

$$\text{Yüzde Ağırlık Kazanımı (AK\%)} = [\text{Son ağırlık (g)} - \text{Başlangıç ağırlığı (g)}] / \text{Başlangıç ağırlığı (g)} \times 100$$

$$\text{Spesifik Büyüme Oranı (SBO)} = [\text{Ln (Son ortalama ağırlık (g))} - \text{Ln (Başlangıç ortalama ağırlığı (g))}] / \text{Deneme gün sayısı} \times 100$$

$$\text{Yem Alımı (g/balık/gün)} = \text{Tüketilen yem (g)} / \text{Gün}$$

$$\text{Yem Alımı (ortalama)} = \text{Tüketilen yem (g)} / \text{Balık sayısı}$$

$$\text{Yem Dönüşüm Oranı (YDO)} = \text{Tüketilen yem (g)} / \text{Ağırlık artışı (g)}$$

$$\text{Protein Verimlilik Oranı (PVO)} = \text{Ağırlık kazanımı (g)} / \text{Protein tüketimi (g)} \times 100$$

3.6. Deney - 2 Amonyak Boşaltımı Denemesi

3.6.1. Denemenin Yürütülmesi

Deneme başlangıcında adaptasyon süresince balıklar ağırlıklarının %2'si kadar yemlendikleri için amonyak boşaltım denemesinde de aynı miktar yem kullanılmıştır. Deney süresince sistemdeki su akışı kapatılacağından balıkların deney süresi boyunca (6 saat) boyunca havasız kalmaması için her tanka hava motorundan her tanka ayrı hatlar çekilerek hava taşı ile havalandırma sağlanmıştır. Deneye başlanmadan önce balıklar 9:00'da vücut ağırlıklarının %2'si oranında yemlenmiştir. Yemlemeden 45 dk sonra su akışı kapatılarak tanklardan deney tüpleri içine 10 ml su örneği alınmıştır. Örnekler 6 saat boyunca her saat başı alınmıştır.

3.6.2. Amonyak Miktarının Ölçülmesi

Toplam amonyak konsantrasyonları Hach DR80 (Hach Co., Colarado - USA) model portatif spektrofotometre ile salisilat metoduna göre analiz edilmiştir. Her tankta ortama bırakılan serbest amonyak (NH₃-N) miktarı statik sistemler için belirlenen aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Yiğit ve ark., 2003).

$$A = [(N_2 - N_1) \times V_2] / B / T_{2-1}$$

A: Amonyak boşaltım oranı (toplam NH₃-N µg / g balık ağırlığı / saat),

N₁: Periyot başlangıcında sudaki amonyak konsantrasyonu (µg olarak, toplam NH₃-N ml/1),

N₂: Periyot sonu sudaki amonyak konsantrasyonu (µg olarak, toplam NH₃-N ml/1),

V₂: Su hacmi (ml),

B: Balıkların toplam canlı ağırlığı (g),

T₂₋₁: Örnekleme periyotları arasında geçen süre (saat).

3.7. Deney - 3 Bazı Kan Parametrelerinin İncelenmesi

3.7.1. Denemenin Yürütülmesi

Tez çalışması kapsamındaki diğer çalışmalar tamamlandıktan sonra balıklardan kan örnekleri alınarak balık kanındaki bazı biyokimyasal parametreler incelenmiştir. Kan örnekleri alınmadan önce tüm balıklar 1 gün aç bırakılmıştır. Örnekleme başlamadan önce balıklar 1/20000 konsantrasyonda MS₂₂₂ ile anestezi edilmiştir. Balıklar kuru havlu ile tespit edilip kurularak fazla mukus ve su, balığın vücudundan uzaklaştırılmıştır. Balıkların kuyruk sapları bistüri ile tek darbeye kesilerek kaudal venadan akan kan 8 ml hacimli Vacuette (Greiner Bio-One) jelli tüplere 1,5 - 2 ml miktarında alınmıştır. Daha sonra alınan örnekler vakit kaybetmeden Çanakkale Sağlık İl Müdürlüğü'ne götürülerek biyokimya laboratuvarında oto-analizör (Olympus Optical Corp., Shizuoka-ken) ile analiz edilmiştir.

3.8. İstatistiksel Analizler

Çalışma sonucunda elde edilen tüm veriler önce varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuştur. Daha sonra elde edilen değerler %95 güven aralığında ($p < 0,05$) "Duncan's Multiple Test" uygulanarak gruplar arasındaki farklılıklar değerlendirilmiştir.

BÖLÜM 4**ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA****4.1. Büyüme Denemesi**

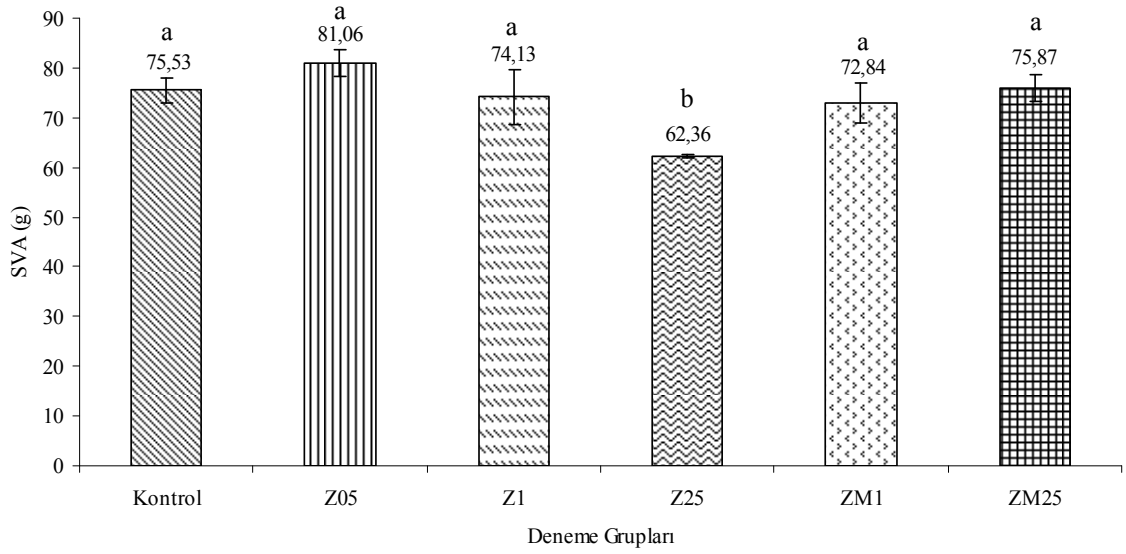
Farklı oranlarda doğal zeolit içeren yemlerle beslenen yavru gökkuşuğu alabalıklarının son vücut ağırlığı (SVA), ağırlık kazanımı (AK), yüzde ağırlık kazanımı (AK%), spesifik büyüme oranı (SBO), balık başına günlük yem alımı (YA), bireysel yem alımı, yem dönüşüm oranı (YDO) ve protein verimlilik oranı (PVO) ise Çizelge 6.'da gösterilmiştir.

Çizelge 6. Deneme sonunda grupların büyüme ve yem değerlendirme değerleri

	Kontrol	Z05	Z1	Z25	ZM1	ZM25
BVA (g)	7,94±0,01 ^a	7,93±0,06 ^a	7,89±0,03 ^a	7,86±0,04 ^a	7,92±0,03 ^a	7,93±0,05 ^a
SVA (g)	75,53±2,43 ^a	81,06±2,69 ^a	74,13±5,61 ^a	62,36±0,31 ^b	72,84±3,97 ^a	75,87±2,63 ^a
AK (g)	67,59±2,44 ^a	73,13±2,68 ^a	66,24±5,64 ^a	54,50±0,30 ^b	64,92±3,95 ^a	67,94±2,59 ^a
AK%	850,55±31,20 ^a	921,96±34,11 ^a	839,50±74,54 ^a	692,97±4,83 ^b	819,80±48,73 ^a	856,26±27,53 ^a
SBO	3,00±0,04 ^a	3,09±0,04 ^a	2,98±0,10 ^a	2,76±0,00 ^b	2,95±0,07 ^a	3,01±0,38 ^a
YA g/balık/gün	0,86±0,05 ^a	0,87±0,03 ^a	0,86±0,08 ^a	0,75±0,02 ^a	0,88±0,03 ^a	0,83±0,04 ^a
Ortalama YA g/n	65,09±3,76 ^a	65,49±2,73 ^a	65,13±6,37 ^a	56,68±1,51 ^a	66,17±2,76 ^a	62,65±3,08 ^a
YDO	0,96±0,005 ^{abc}	0,89±0,009 ^c	0,98±0,01 ^{ab}	1,04±0,01 ^a	1,02±0,01 ^a	0,92±0,03 ^{bc}
PVO	2,26±0,01 ^a	2,48±0,02 ^a	2,26±0,03 ^a	2,13±0,03 ^a	2,18±0,02 ^a	2,14±0,07 ^a

Aynı satırda farklı üs harfleri taşıyan deneme gruplarının değerleri birbirinden farklıdır (p<0,05) *± SH: Standart Hata.

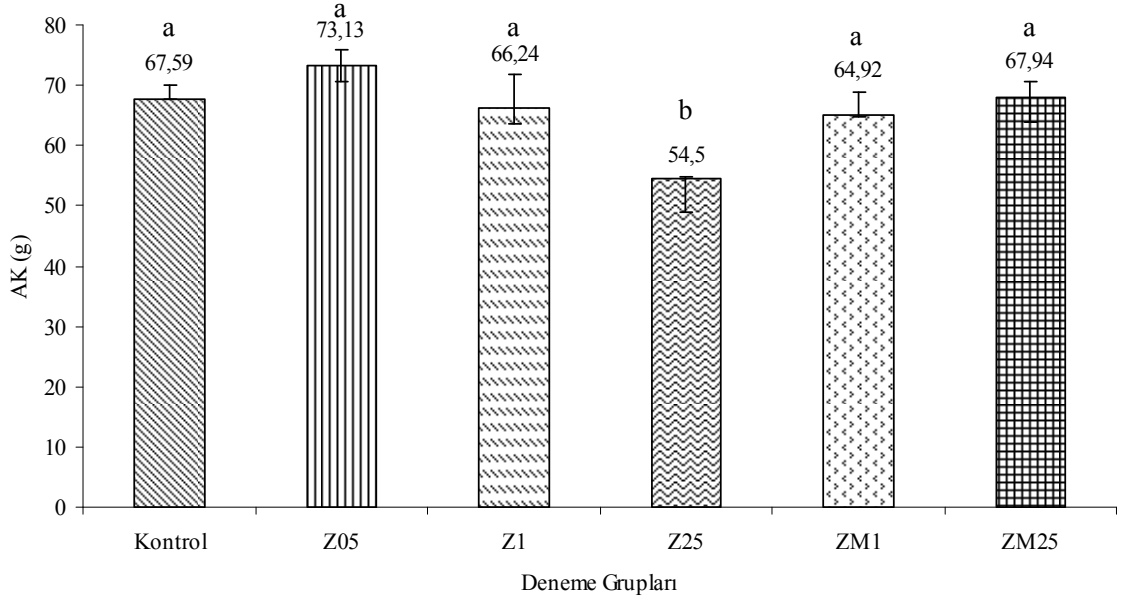
Deneme sonunda gruplar arasında en yüksek SVA, dolayısıyla en iyi büyüme değeri Z05 grubunda görülmüştür (Şekil 9.). Kontrol grubu ile Z25 grubu hariç diğer gruplar arasında istatistiksel olarak herhangi bir fark görülmemiştir ($p>0,05$). Ancak, Z05 grubunda kontrol grubuna oranla SVA değeri yaklaşık %7 daha yüksek görülmüştür. En düşük SVA değeri, yeme en yüksek miktarda zeolit konulan Z25 grubunda kaydedilmiştir ($p<0,05$).



*Farklı üs harfleri taşıyan sütunların değerleri birbirinden farklıdır ($p<0,05$)

Şekil 9. Deneme gruplarının çalışma sonundaki son vücut ağırlıkları (SVA).

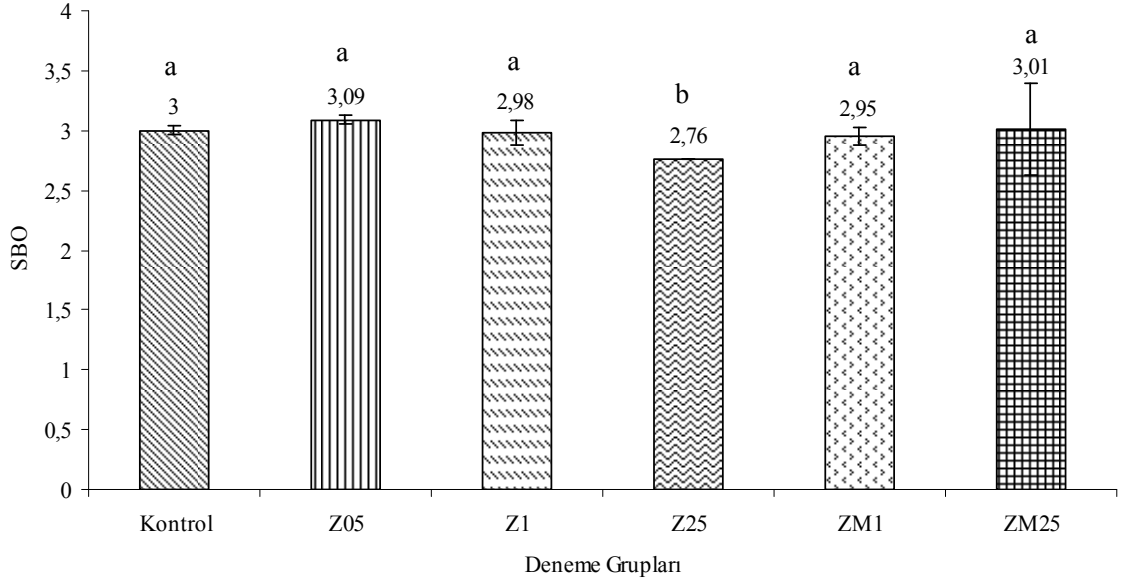
En yüksek ortalama AK değeri Z05 grubunda görülmüştür (Şekil 10.). Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında AK %8 civarında artış göstermiştir. En düşük SVA değeri kaydedilen Z25 grubu hariç diğer gruplar arasında istatistiksel fark yoktur. Z25 grubunda en düşük AK görülmüştür ($p<0,05$). Ayrıca deneme grupları arasında en düşük ortalama AK yine Z25 grubunda saptanmıştır. Yüzde ağırlık kazanımı değerleri AK değerleri ile paralellik göstermektedir. Başlangıç vücut ağırlığına (BVA) oranla en fazla büyüme dokuz kat olarak Z05 grubunda bulunmuştur



*Farklı üs harfleri taşıyan sütunların değerleri birbirinden farklıdır ($p < 0,05$)

Şekil 10. Deneme gruplarının çalışma sonundaki ağırlık kazanımları (AK).

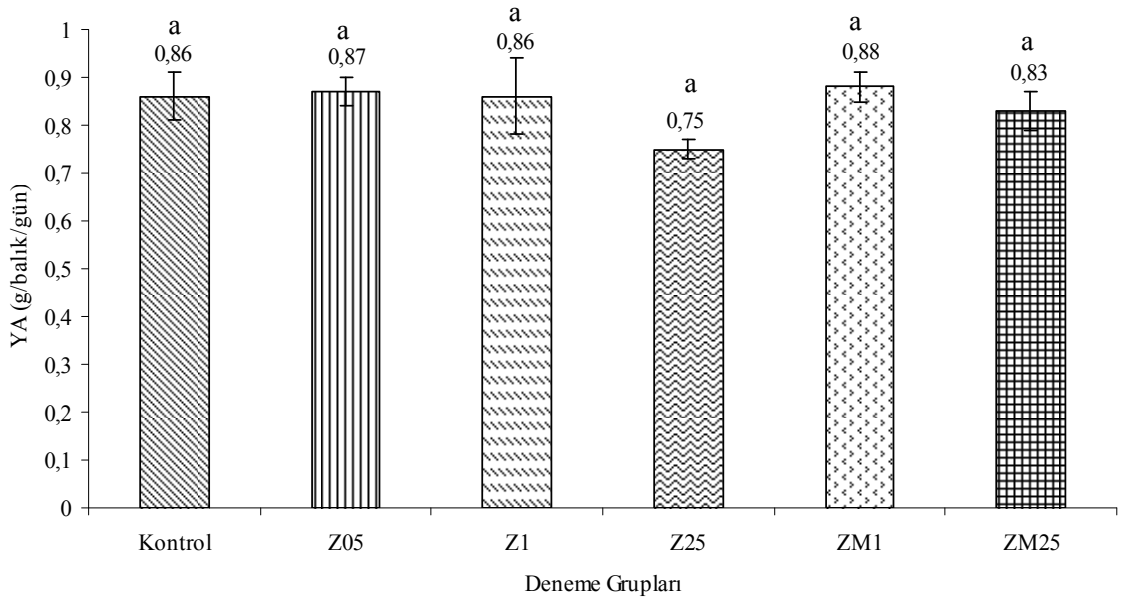
SBO değerleri bakımından Z25 grubu hariç, deneme grupları ile kontrol grubu arasında istatistiksel olarak farklılık görülmemiştir ($p > 0,05$). En düşük SBO değeri Z25 grubunda saptanarak (Şekil 11.) kontrol grubu ile istatistiksel olarak fark görülmüştür ($p < 0,05$). Bununla beraber en yüksek SBO değeri Z05 grubunda bulunarak kontrol grubu ile herhangi bir istatistiksel fark olmamakla birlikte ($p > 0,05$) yaklaşık %3'lük bir iyileşme olduğu saptanmıştır.



*Farklı üs harfleri taşıyan sütunların değerleri birbirinden farklıdır ($p < 0,05$)

Şekil 11. Deneme gruplarının çalışma sonundaki spesifik büyüme oranı (SBO).

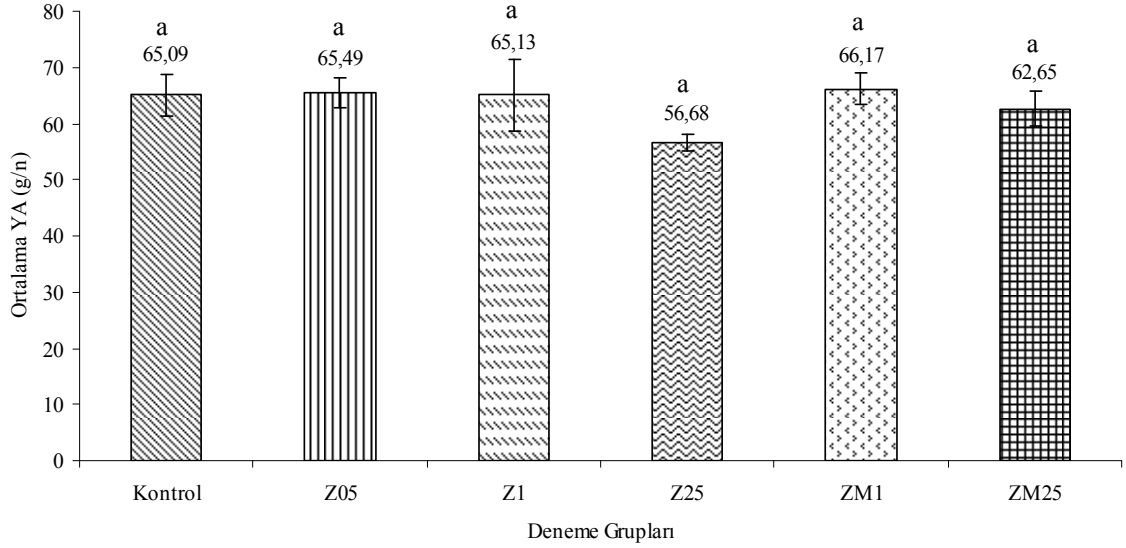
Balık başına günlük yem alımı ele alındığında (Şekil 12.) gruplar arasında ve kontrol grubu ile karşılaştırıldığında herhangi bir istatistiksel farklılık tespit edilmemiştir ($p > 0,05$).



*Farklı üs harfleri taşıyan sütunların değerleri birbirinden farklıdır ($p < 0,05$)

Şekil 12. Deneme gruplarının çalışma sonundaki balık başına günlük yem alımı (g/gün/balık).

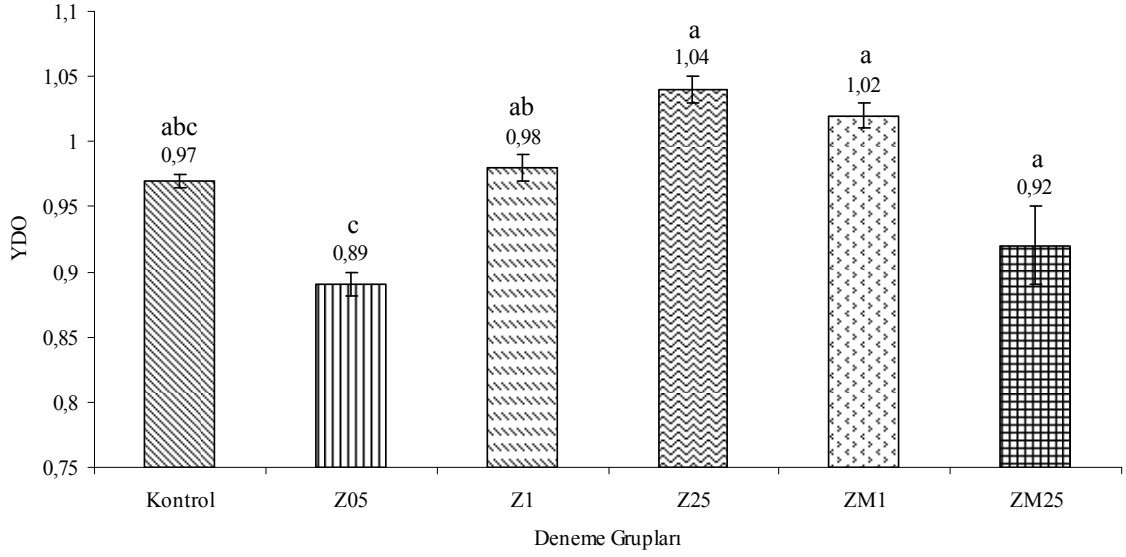
Ortalama yem alımı değerleri, balık başına günlük yem alımı ile paralellik göstermiştir (Şekil 13.). Ortalama yem alımı değerlerinde kontrol grubu ile diğer gruplar arasında ve diğer tüm gruplarda herhangi bir istatistiksel farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).



*Farklı üs harfleri taşıyan sütunların değerleri birbirinden farklıdır ($p<0,05$)

Şekil 13. Deneme gruplarının çalışma sonundaki ortalama yem alım miktarı.

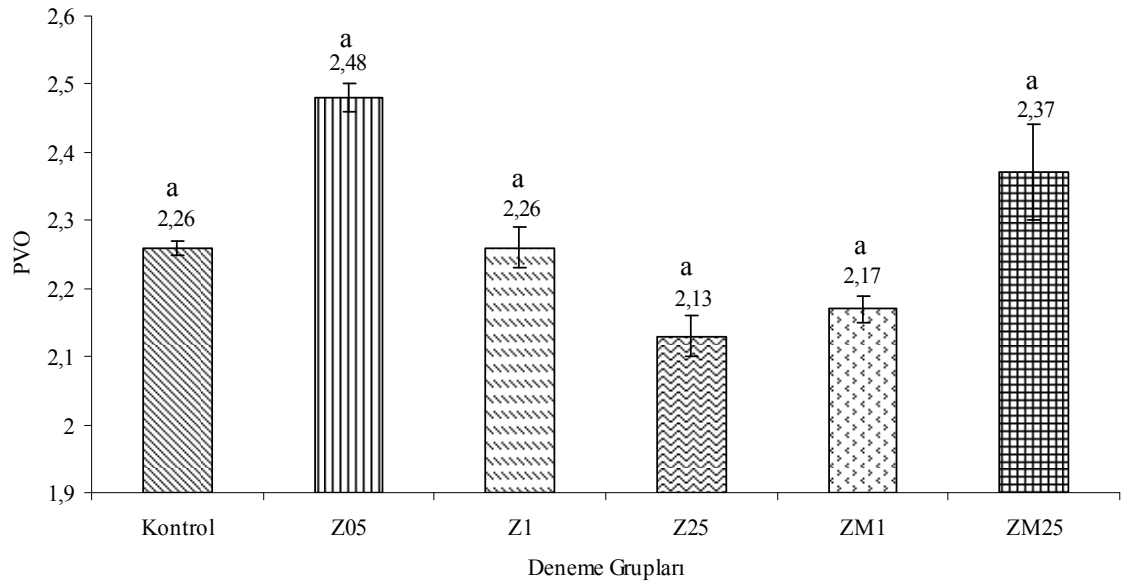
Balık yetiştiriciliğinde en önemli faktörlerden birisi olan YDO ile ilgili değerlere bakıldığında en düşük YDO, kontrol grubu ve diğer deneme grupları ile karşılaştırıldığında Z05 grubunda görülmüştür (Şekil 14.). Kontrol grubu ile Z05 grubu arasında istatistiksel olarak herhangi bir fark ($p>0,05$) bulunmamasına rağmen, Z05 grubunda yaklaşık %7'lik iyileşme kaydedilmiştir.



*Farklı üs harfleri taşıyan sütunların değerleri birbirinden farklıdır ($p < 0,05$)

Şekil 14. Deneme gruplarının çalışma sonundaki yem dönüşüm oranları (YDO).

Denemede elde edilen en yüksek PVO değeri Z05 grubunda görülmüştür (Şekil 15.). Ancak kontrol grubu ile diğer gruplar karşılaştırıldığında ve gruplar arasında da herhangi bir istatistiksel önem tespit edilmemiştir ($p < 0,05$).

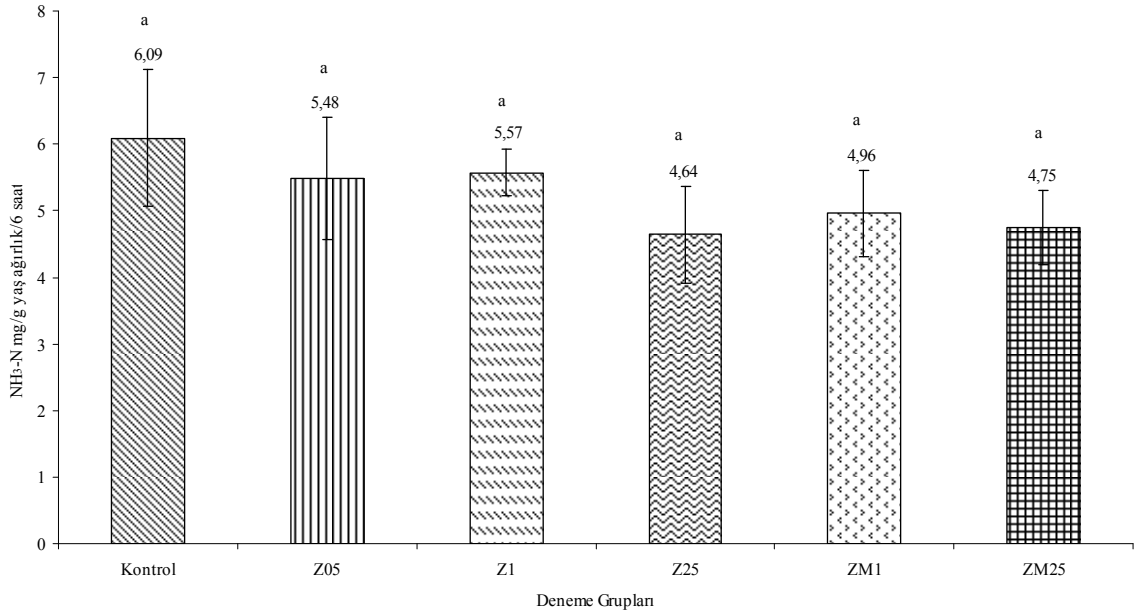


*Farklı üs harfleri taşıyan sütunların değerleri birbirinden farklıdır ($p < 0,05$)

Şekil 15. Deneme gruplarının çalışma sonundaki protein verimlilik oranları (PVO).

4.2. Amonyak Boşaltımı Denemesi

Yapılan çalışmada deneme gruplarının 6 saatlik periyot boyunca (Şekil 16.) ve çalışma sonunda (Şekil 17.) toplam amonyak boşaltım miktarlarındaki değişimler incelenmiştir. Grupların amonyak boşaltım miktarları Kontrol, Z05, Z1, Z25, ZM1 ve ZM25 grupları için sırasıyla $6,09 \pm 1,03$, $5,48 \pm 0,92$, $5,57 \pm 0,35$, $4,64 \pm 0,73$, $4,96 \pm 0,65$ ve $4,75 \pm 0,56$ mg $\text{NH}_3\text{-N/g}$ balık/6 saat olarak görülmüştür. Ölçüm periyodu sonunda suda en düşük serbest amonyak değeri Z25 grubunda saptanmıştır. Deneme grupları kendi aralarında ve kontrol grubu ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak fark olmamakla ($p > 0,05$) birlikte, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, Z25 grubundaki amonyak boşaltımı %24 oranında daha düşük çıkmıştır.



*Farklı üs harfleri taşıyan sütunların değerleri birbirinden farklıdır ($p < 0,05$)

Şekil 16. Deneme gruplarının 6 saat sonunda toplam amonyak boşaltım miktarları

4.3. Kan Parametre Değerleri

Doktora tezi çalışmalarının son basamağında balıklardaki bazı biyokimyasal parametrelerde de incelemelerde bulunulmuştur. Araştırma sonunda elde edilen değerler Çizelge 7.'de sunulmuştur. Yapılan çalışma sonunda kontrol grubu ile karşılaştırıldığında ve gruplar arasında kolesterol, HDL, LDL ve BUN değerleri bakımından herhangi bir istatistiksel önem tespit edilmemiştir ($p>0,05$).

Çizelge 7. Deneme sonunda grupların bazı biyokimyasal kan değerleri

mg/dl	Kontrol	Z05	Z1	Z25	ZM1	ZM25
Trigliserid	211,00±57,51 ^{ab}	161,00±20,30 ^{ab}	234,67±16,50 ^a	136,67±34,59 ^b	164,33±15,50 ^{ab}	208,00±7,94 ^{ab}
Kolesterol	186,33±70,30 ^a	143,33±12,01 ^a	180,00±6,08 ^a	133,67±24,50 ^a	148,00±14,53 ^a	164,33±14,01 ^a
HDL	68,00±30,64 ^a	49,33±3,79 ^a	58,33±1,53 ^a	52,67±8,50 ^a	62,33±17,62 ^a	56,00±6,08 ^a
LDL	76,00±28,79 ^a	61,67±4,51 ^a	74,67±3,21 ^a	53,67±9,61 ^a	52,67±27,47 ^a	67,00±6,56 ^a
VLDL	42,33±11,50 ^{ab}	32,33±4,16 ^{ab}	47,00±3,60 ^a	27,33±6,65 ^b	33,00±2,64 ^{ab}	41,33±1,52 ^{ab}
BUN	3,80±0,52 ^a	3,96±0,85 ^a	4,03±0,87 ^a	2,10±0,70 ^a	3,40±0,87 ^a	2,56±1,45 ^a

Aynı satırda farklı üs harfleri taşıyan deneme gruplarının değerleri birbirinden farklıdır ($p<0,05$) *± SH: Standart Hata

4.4. Tartışma

Tez çalışması kapsamında yapılan araştırmalarda yavru alabalık yemlerine farklı oranlarda doğal zeolit eklenmesinin büyüme, amonyak boşaltımı ve bazı kan parametreleri üzerine etkileri araştırılmıştır.

4.4.1. Deneme - 1. Büyüme Denemesi

Büyüme denemesinden elde edilen bulgulara göre, yavru alabalık yemlerine %0,5 oranında doğal zeolit (klinoptilolit) eklenmesinin bazı büyüme ve yem değerlendirme parametreleri üzerine istatistiksel olarak fark görülmemesine rağmen olumlu etkisi olduğu, %1 oranında katkının ise yine istatistiksel olarak anlam ifade etmese de çok düşük miktarda olumsuz etkiye sebep olduğu saptanmıştır. Ancak yemlere %2,5 oranında zeolit eklenmesi SVA, AK, SBO oranı değerlerinde olumsuz etkiye sebep olmuştur.

Yeme eklenen doğal zeolitlerin, canlılardaki büyüme ve gelişmeye olan olumlu etkilerinin yemdeki nutrientlerin daha verimli kullanılmasına yol açması (Olver, 1989) ve/veya detoksifiye edici özellikleri olduğu araştırmacılar tarafından bildirilmektedir

(Harvey ve ark., 1993; Ortatatlı ve Oğuz, 2001; Parlat ve ark., 1999; Rizzi ve ark., 2003). Danabaş (2009)'a göre zeolit minerallerinin sindirim sisteminde bulunan ve sindirimde önemli rol oynayan sıvılara karşı dayanıklılığı (Mumpton, 1999; Ivkovic ve ark., 2004) tam sindirilmemiş besin maddelerinin bağırsaklardan geçişinin yavaşlamasına sebep olarak özellikle azotun daha etkin emilmesine ve kullanımına yol açtığı rapor edilmiştir (Dias ve ark. 1998; Meisinger ve ark. 2001; Mumpton ve Fishman, 1977). Ayrıca zeolitin sindirim sistemindeki hareketi esnasında ortamdaki amonyağı bağlaması ve protein sentezi sırasında bünyesindeki azotu yavaş yavaş bırakması daha iyi senteze sebep olarak protein verimliliğini arttırabileceği ileri sürülmüştür (Ayvaz, 2004; Hargreaves ve Tucker, 2004; Ivkovic ve ark., 2004; Sanders ve ark.,1997). Ancak tarafımızdan yapılan çalışmada tüm grupların PVO değerlerinde herhangi bir değişiklik olmaması protein metabolizması yüzünden bir iyileşmenin olduğunu düşündürmemiştir.

Balık yemlerine farklı oranlarda doğal zeolit eklenmesi ile ilgili sınırlı sayıda araştırma bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda Leonard (1979) %2, Edsall ve Smith (1989) %5 ve 10, Dias ve ark., (1998) %10 ve 20, Demir ve Aybal (2004) %1 - 2 - 3 - 4 - 5, Töre (2006) %10 ve %20, Kanyılmaz (2008) %1 - 2 - 3 - 4 oranlarında yemlere yapılan doğal zeolit katkısının herhangi bir olumsuz etkiye neden olmadığını bildirmiştir. Reinitz (1984) %5 - 10 - 15 oranlarının olumsuz etkiye sebep olduğunu bildirmiştir. Bunun aksine Lanari ve ark., (1994) %2,5 - 5 - 10, Obradovic ve ark. (2006) %1, Eya ve ark. (2008) %2,5 - 5 - 10, Danabaş (2009) %1 - 2 - 3 - 4 oranlarında zeolit katkısının büyüme ve yem değerlendirme üzerinde olumlu etkiye neden olduğunu bildirmektedir. Yapılan çalışmalarda farklı sonuçların çıkması birçok değişkenin çalışma sonuçları üzerinde direkt etkili olabileceğini düşündürmektedir. Sadece kullanılan zeolitin türü, tipi, elde edildiği coğrafik konum, tanecik boyutu gibi özelliklerinin (Willis ve ark., 1982; Mumpton ve Fishman, 1977) yapılan çalışmaların sonuçlarını etkilediği göz önüne alındığında kullanılan balıkların yaş, ağırlık ve türleri, denemenin sürdürüldüğü yetiştiricilik sistemlerinin tipleri, hazırlanan rasyonların balıkların türlerine göre gösterdiği değişkenlikler, balıkların besinsel ihtiyaçları, rasyonların besin içerikleri ve ortam koşulları (sıcaklık, pH, vb.) gibi etkenler de göz önüne alındığında farklı sonuçların çıkmasının mümkün olabileceği düşünülmektedir.

Leonard (1979)'ın yapmış olduğu çalışmada, %2 oranında klinoptilolit içeren yemle beslenen alabalıkların canlı ağırlıkları arasında önemli bir farklılığın olmadığı belirtilmektedir (Pond ve Mumpton,1984). Buna rağmen Lanari ve ark. (1996) gökkuşağı alabalığı yemlerine %2,5 ve 5 oranlarında zeolit eklenmesinin ağırlık kazanımını ve yem

verimliliğini arttırdığını bildirmektedir. Başka bir araştırmacıya göre (Reinitz, 1984) gökkuşağı alabalıklarına %5, 10 ve 15 oranında bentonit eklenmesi ağırlık artışına olumsuz etki ettiği bildirilmektedir. Bununla beraber Edsall ve Smith (1989) tarafından yapılan çalışmada ise koho salmonlarının yemlerine %5 ve 10 oranlarında klinoptilolit eklenmesinin büyüme oranında herhangi bir etkiye sebep olmadığı bildirilmiştir. Dias ve ark. (1998) levrek (~7 g) yemlerinde farklı yem katkı maddelerinin (silika, selüloz ve doğal zeolit) protein sindirilebilirliği, büyüme, YA ve yem geçiş süresine olan etkisini araştırmıştır. Yemlere %10 ve 20 oranında doğal zeolit eklenmesi protein sindirilebilirliği, büyüme ve yem değerlendirmeye herhangi bir olumsuz etki göstermemiştir. SBO, FGR, SVA değerleri arasında herhangi bir etki görülmediği bildirilmiştir.

Yakın zamanda yapılan çalışmalar incelendiğinde, Demir ve Aybal (2004) tarafından gökkuşağı alabalığı (~140 g) yemlerine farklı oranlarda (%1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6) klinoptilolit eklenmesinin büyüme parametrelerindeki değişimin incelendiği çalışmada, deneme sonunda SVA ve YDO bakımından kontrol grubu ile deneme grupları arasında herhangi bir farklılık gözlenmediği bildirilmektedir. İstatistiksel olarak anlam olmaması ile birlikte değerler arasında herhangi bir trend izlemeyen azalma ve artışlar görülmüştür. Sözü edilen çalışmada kullanılan yem ticari olarak satın alınmış ve zeolit materyali homojenize edilen yeme farklı oranlarda eklenmiştir. Yemin protein değerinin artan zeolit oranına bağlı olarak düşmesinin beklendiği bu çalışmada, yüksek zeolit içeren, dolayısıyla düşük protein oranına sahip deneme gruplarının kontrol grubu ile aynı performansı göstermesi düşündürücüdür. Öte yandan Töre (2006) tarafından yapılan çalışmada klinoptilolitın sazan balığı (~6,5 g) yemlerine %10 ve 20 oranlarında eklenmesinin canlıların büyüme ve yem değerlendirme performanslarında kayda değer olumlu veya olumsuz etkilerinin görülmediği bildirilmiştir. Gökkuşağı alabalıkları (~85 g) ile yapılan bir başka çalışmada (Obradovic ve ark., 2006) pelet yemlere %1 oranında zeolit (minazel) ve deneme havuzlarına da belli oranlarda zeolit (ambizel-v) eklenmesinin bazı su kriterlerine ve büyüme parametreleri üzerine olumlu etki ettiği bildirilmektedir. Deneme sonunda, kontrol grubuna oranla SVA %11, AK %18, günlük yem alımı %3 artmış, YDO'da %13 civarında düşüş görülmüştür. Bu çalışmada %1 oranında zeolit katkısı sonucu görülen olumlu etki, tarafımızdan yapılan çalışmada %0,5 zeolit katkılı grupta (Z05) görülen olumlu etki ile benzerlik göstermektedir. Z05 grubunda SVA %7, AK %8 oranında artmış, YDO'da ise %8'lik düşüş görülmüştür. Farklı oranlardaki zeolit katkılarının benzer etkiye sebep olması balıkların farklı başlangıç ağırlığı, üretim sistemi ve kullanılan zeolit türüne bağlı olabileceği düşünülebilir. Eya ve ark. (2008) (~104 g) tarafından gökkuşağı alabalıkları ile

yapılan çalışmada %2,5-5 ve 10 oranlarında iki farklı zeolit (bentonit ve mordenit) türünün yemlere ilave edilmesinin bir çok parametre üzerine olumlu etkiye sahip olduğu rapor edilmiştir. Yemlere %5 oranında bentonit eklenmesi AK %39, SBO'nı %28 ve YDO'nı %26 oranında, %2,5 mordenit eklenmesi ise AK %20, SBO %6 ve YDO %12 oranında olumlu etki gösterdiği araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. Bu değerler maksimum oranda olumlu etkiye neden olan değerler olup, diğer bentonit ve mordenit oranlarının da belli miktarlarda kontrol grubuna göre olumlu etkiye sebep olduğu rapor edilmiştir. Bu çalışma zeolitlerin büyüme ve yem değerlendirme parametrelerine olan olumlu etkilerini göstermekle birlikte tarafımızdan yapılan çalışmadaki Z25 grubunda görülen zeolit büyüme ve yem değerlendirme üzerine olan olumsuz etkisi bakımından örtüşmemektedir. Sazan balıklarında yapılan (~15 g) başka bir çalışmada (Kanyılmaz, 2008) sazan yemlerine farklı oranlarda (%1 - 2 - 3 - 4) doğal zeolit eklenmesinin YA, YDO, SBO, PVO gibi parametrelere herhangi bir etkisinin olmadığı bildirilmektedir. Ancak tarafımızdan yapılan çalışmada yeme %2,5 oranında zeolit eklenmesinin AK, YDO, SBO'na olan olumsuz etkisi görülmüştür. Bu yönden iki çalışma yemlere yüksek oranda zeolit eklenmesinin etkileri bakımından örtüşmemektedir. Ancak %1 oranında zeolit kullanımı, istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen YDO, SBO, PVO, YA gibi parametreler üzerinde çok düşük olmakla beraber olumsuz etkiye sebep olmuştur. Bu yönden yapılan çalışma tarafımızdan yapılan çalışmadaki Z1 grubu ile paralellik göstermektedir. Ek olarak çalışmalardaki SBO ve PVO'ları karşılaştırıldığında SBO değerleri 1,82 - 1,87 arasında değişiklik göstermiştir. Yaptığımız çalışmada ise değerler 3,00 - 3,09 arasındadır. PVO karşılaştırıldığında araştırmacının elde ettiği değerler 1,17 - 1,24 arasında değişirken, tarafımızca yapılan çalışmada 2,26 - 2,37 arasında elde edilmiştir. Bu değerlerdeki yüksek farklılıkların zeolit ile ilgili olmadığı, balıkların türlerinin ve protein ihtiyaçlarının farklı olması yüzünden ileri geldiği söylenebilir. Danabaş (2009) tarafından gökkuşağı alabalıkları (~20 g) ile yapılan çalışmada su ortamına eklenen klinoptilolitin büyüme ve yem değerlendirme parametrelerine herhangi bir olumlu yada olumsuz etkisi olmadığı bildirilmiştir. Ancak deneyin ikinci aşamasında balıkların yemlerine %1 oranında zeolit eklenmesinin büyüme ve yem değerlendirmeye olan etkisi dikkate değer olduğu bildirilmektedir. SVA bakımından %1 ve 2 oranında zeolit içeren yemlerle beslenen gruplar en iyi büyümeyi göstermiş ve kontrol grubuna oranla yaklaşık %26 ve %10'luk iyileşme görülmüştür. Bu çalışma zeolit büyüme ve yem değerlendirme üzerine olan olumlu etkisi yönünden tarafımızdan yapılan çalışma ile paralellik göstermektedir. Ayrıca %3 oranında zeolit eklenen yemlerle beslenen balıklarda SVA değerleri kontrol grubu ile benzerlik gösterdiği

araştırmacı tarafından bildirilmektedir. Ancak tarafımızdan yapılan çalışmada Z25 grubunun en düşük büyümeyi gösterdiği sonucuna varılmıştır. Bu bakımdan yüksek oranda zeolit eklenen grupların SVA değerleri Danabaş (2009)'ın değerleri ile benzerlik göstermemektedir. YDO ele alındığında, Danabaş (2009)'a göre %1'lik zeolit katkısı kontrol grubuna oranla yaklaşık %18 civarında iyileşme gösterdiği bildirilmektedir. Araştırmamız sonucunda istatistiksel olarak önemli olmasa da Z05 grubunda YDO'da %8'lik iyileşme görülmüştür. Her iki çalışma da paralellik göstermektedir. Ayrıca yaptığımız çalışmada SBO değerleri 3,00 - 3,09 olarak saptanmıştır. Buna rağmen Danabaş (2009)'ın çalışmasında değerler ise 1,54 - 1,78 aralığındadır. Buna göre balıkların çok daha iyi büyüme gösterdiği bu sonuçlara bakılarak söylenebilir.

Sindirimi olmayan silikat materyallerinin (zeolitler, kaolin, bentonit) yem katkı maddesi olarak kullanımı alabalık ve levrek gibi bazı balık türlerinde (Lanari ve ark., 1996; Dias ve ark., 1998) dışkı profilini değiştirmiş ve sindirim kanalından yemin geçiş süresini uzattığı bildirilmiştir (Dias ve ark., 2010). Zeolitlerin su tutma ve iyon bağlama özelliklerinin, yemin gastrointestinal kanaldan geçerken çözünürlük, jelleşme ve viskozitesinde güçlü etkiye sebep olduğu düşünülebilir. Ayrıca mide pH'nın bu özellikleri etkileyebileceği ve her balık türünün bu gibi yem katkı maddelerine farklı tepki gösterebileceği de araştırmacılar tarafından belirtilmektedir (Dias ve ark., 2010).

Ayrıca denemede %1 ve 2,5 oranında zeolit içeren gruplara iki kat mineral katkısı yapıldığında %1 oranında zeolit ve iki kat mineral içeren grupta herhangi bir farklılık görülmemiştir. Ancak iki kat mineral madde eklenmesinin %2,5 oranında zeolit katkısının olumsuz etkisi önleyerek ZM25 grubunun büyüme ve yem değerlendirme değerlerinin kontrol grubu değerlerine yaklaştırılabildiği görülmüştür. Buna göre klinoptilolitin doğal yapısal özelliği yüzünden Cs, Rb, K, NH₄, Ba, Sr, Na, Ca, Fe, Al, Mg, Li gibi iyonlara gösterdiği seçiciliğin (Ames, 1967; Mercer ve ark., 1970) canlıda mineral madde eksikliğine yol açarak büyüme ve ağırlık kazanımı üzerine olumsuz etkisi olduğu düşünülebilir. Ancak yapılan literatür araştırmalarında su ürünleri yetiştiriciliğinde yeme doğal zeolit eklenmesinin yemin mineral madde kompozisyonuna olan etkisi ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Yukarıda belirtilen çalışmalarda tarafımızdan incelenen büyüme ve yem değerlendirme parametrelerinden %AK ve balık başına günlük yem alımı parametreleri incelenmemiştir. Fakat genel büyüme ve yem değerlendirme parametreleri göz önüne alındığında bu parametrelerin de diğer çalışmalarla paralellik gösterebileceği düşünülmektedir.

Doktora tezi kapsamında yapılan büyütme çalışması başka araştırmacıların yaptığı benzer çalışmalarla karşılaştırıldığında bazı çalışmalarla bazı yönlerde paralellik, bazı çalışmalarla ise uyumsuzluk görülmüştür. Bunun sebebinin kullanılan balık türlerinin farklı olması, aynı tür balıklarda farklı başlangıç ağırlıklarının uygulanması, bazı rasyonların farklı şekillerde hazırlanması, deneylerin yapıldığı yetiştiricilik sistemlerinin farklı olması, kullanılan doğal zeolit miktarlarının çok geniş yelpazede olması, zeolitinin orijininin farklı olması gibi sebepler olabileceği düşünülmektedir.

4.4.2. Deneme - 2. Amonyak Boşaltımı Denemesi

Yem katkı maddesi olarak da kullanılan doğal bileşiklerden zeolit, yetiştiricilik sistemlerinde genelde direkt olarak ortama uygulanıp atık sulardan amonyak uzaklaştırılmasında kullanılmaktadır. Amonyak uzaklaştırılmasında kullanılan zeolitlerin içinde en etkin zeolit türü olarak klinoptilolit bildirilmektedir (Emadi ve ark. 2001). Klinoptilolitinin amonyağa olan seçiciliğinin diğer iyonlarla karşılaştırıldığında oldukça yüksek olduğu araştırmacılar tarafından rapor edilmektedir (Ames, 1967, Mercer ve ark., 1970). Zeolitlerin sucul ortamdan amonyağın uzaklaştırılmasında kullanımı ile ilgili bir çok çalışma bulunmaktadır (Drydent ve Weatherley, 1987a,b; Chiayvareesajja ve Boyd, 1993; Bergero ve ark., 1994; Clooney ve ark., 1999; Rozic ve ark., 2000; Bergero ve ark., 2000; Emadi ve ark., 2001; Peyghan ve Azary Takamy, 2002). Ancak balık yemlerine karıştırılıp amonyak boşaltımına olan etkisiyle ilgili tek bir kaynağa ulaşılmıştır (Pratoomyot, 1998).

Pratoomyot (1998) tarafından yapılan çalışmada %32 oranında protein içeren japon balığı (*Carassius auratus*) yemlerine %0 - 5 - 10 - 15 ve 20 oranında zeolit ekleyerek canlıların amonyak boşaltımları izlenmiştir. Denemenin sonunda %5 oranında zeolit içeren yemle beslenen altın balıklarının en düşük miktarda amonyak salgıladıkları rapor edilmiştir.

Bazı araştırmacılar (Burrows, 1964; Brett ve Zala, 1975; Rychly ve Marina, 1977) tarafından salmonidlerde yemleme sonrası amonyak salınımı piklerinin farklı aralıklarda (sockeye salmonunda 4 saat sonra, alabalıkta 6 saat, koho salmonunda 11 saat) olduğu bildirilmektedir (Kaushik, 1980). Tarafımızdan yapılan çalışmada da en yüksek amonyak boşaltımı altı saat sonunda izlenmiştir. Yapılan çalışmaların pik zamanlarındaki değişimin, yemin nem içeriği ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Buna göre yemdeki düşük nem miktarının balıklarda amonyak salgılama ile ilgili piklerin yemdeki nem miktarı azaldıkça

geciktığı ve yemin çeşidine bağlı olarak (taze yemlerde 2 saat, pelet yemlerde 6-8 saate kadar) değişim gösterdiği bildirilmektedir (Dabrowski ve Kaushik, 1984, Yiğit ve ark., 2005a). Sonuçlar ile ilgili yorumlar yapılırken yemleme sonrası meydana gelen amonyak salınımını etkileyen yemin enerji içeriği, amino asit dengesi, büyüme oranı, balığın boyu ve fizyolojik durumu, yem alımı, bazı çevresel etkiler ve yetiştiricilik koşulları gibi faktörler de göz önüne alınmalıdır (Leung ve ark., 1999). Ayrıca deniz balıklarının bazal azot salınımlarının 1,4 - 34,9 mg N/kg balık/saat olduğu fakat yoğun yemlemenin bu miktarı 600 mg N/kg balık/saat seviyesine kadar çıkarabileceği de bildirilmektedir (Hardy ve Poxton, 1993).

Yemde bulunan proteinler dokulardaki deaminasyon ve dekarboksilasyon sonucunda balığa gerekli olan aminoasitleri ve enerji kaynaklarını sağlamaktadır. Balıklarda salgılanan amonyak yemdeki proteinden gelen aminoasitlerin karaciğer, böbrek, kas ve bağırsakta deaminasyona uğraması sonu salgılanmaktadır. Absorbe edilen aminoasitlerin büyük kısmı kan vasıtasıyla karaciğere taşınırken sadece glutamin doğrudan bağırsak hücrelerinde enerji kaynağı olarak görev almaktadır. Diğer organlara ek olarak bağırsak, amonyak üretiminde (ammoniogenesis) önemli bir rol oynamaktadır (Smutna ve ark., 2002). Amonyak, bağırsakta hem glutamin dekompozisyonu hem de glutamat dehidrojenaz yolu ile oluşan glutamatın oksidatif deaminasyonu sonucu ortaya çıkmaktadır (Smutna ve ark., 2002). Balıklar ve memeliler arasında amonyak boşaltımındaki en büyük fark balıklarda karaciğerde bulunan amonyağın solungaçlara taşınarak büyük kısmının solungaçlardan atılması, geri kalan çok az miktarının da böbreklerden atılması olduğu (Van Waarde, 1983) bildirilmektedir (Smutna ve ark., 2002). Absorbsiyon sonrası durum ise balıklarda farklı olarak görülmektedir. Genellikle böbrek, kas ve bağırsaklar amonyak havuzunda etkin rol oynamaktadır (Van Waarde 1983).

Yemde bulunan doğal zeolitlerin herhangi bir şekilde sindirim veya yıkıma uğramadığı göz önüne alındığında kan dolaşımına katılıp solungaçlarda görülen amonyak boşaltımına herhangi bir etkisi olmadığı düşünülebilir. Ancak, mideden ve bağırsaktan sindirilmeden geçen zeolit partiküllerinin bağırsaktaki amonyak üretimi sırasında herhangi bir yapı değişimine uğramadan ortamda bulunmaları sebebiyle bağırsaktaki amonyağı iyon değişim özellikleri ile tuttukları düşünülebilir. Vücuttan atılan toplam amonyak miktarında da bu şekilde azalmaya yol açtıkları sonucuna varılabilir.

Yapılan literatür araştırmalarında su değişimi olmayan statik sistemde, gökkuşağı alabalığının farklı oranlarda doğal zeolit içeren yemlerle beslendikten sonra 6 saat boyunca

su ortamına yaptığı amonyak boşaltımı ile ilgili veya benzer herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Çalışmada 6 saat sonunda elde edilen toplam amonyak boşaltım miktarlarına bakıldığında tüm deney gruplarının kendi aralarında ve kontrol grubuyla karşılaştırıldığında istatistiksel olarak önem görülmemiştir ($p>0,05$). Belirgin bir istatistiksel farklılık görülmesi de, en düşük amonyak boşaltımının Z25 grubunda olduğu saptanmıştır. Bu grubun amonyak boşaltım miktarlarını sırasıyla ZM25 ve ZM1 grubu izlemiştir. Yüksek sindirilebilirliğe sahip yemlerle beslenen balıkların ortama daha az amonyak bıraktığı bilinmektedir. En iyi büyümeye sahip Z05 grubundaki amonyak boşaltım miktarı kontrol grubu ile karşılaştırıldığında düşüktür. Buna göre düşük oranda zeolit katkısının büyüme katkısı amonyak boşaltımındaki azalma ile de desteklenmektedir. Z1 grubunda ise zeolit miktarı artarken büyümede gerileme görülmekte ve amonyak boşaltım miktarı da azalmaktadır. Bu bilgiler ışığında diğer gruplar ile aynı miktarda yemi tüketen ancak spesifik büyüme oranı en düşük, dolayısıyla en kötü büyümeye sahip Z25 grubunda yemden yararlanma seviyesi en düşük olduğu için en fazla amonyak boşaltımı olması beklenirken en düşük amonyak boşaltım miktarı görülmüştür. Doğal zeolitlerin ince bağırsakta açığa çıkan amonyağı adsorbe ettiği düşüncesini desteklediği söylenebilir.

4.4.3. Deneme - 3. Bazı Kan Parametrelerinin İncelenmesi

Manera ve Britti (2006)'ye göre balık biyolojisi ve klinik patoloji ile ilgili normal değerlerin elde edilmesi bakımından balıklardaki biyokimyasal kan değerleri üzerine daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir. Alabalıklarda normal değerlerin saptanması ile ilgili zorluklar bir çok araştırmacı (Wedemeyer ve Chatterton, 1970; McCarthy ve ark., 1973; Wedemeyer ve Nelson, 1975; Meade ve Perrone, 1980; Hille, 1982; Roscoe Miller ve ark., 1983) tarafından bildirilmektedir. Ancak kan alım metodu, balık boyu ve türü, mevsim ve fizyolojik özellikler göz önüne alındığında gökkuşağı alabalıkları için kesin kan biyokimya parametrelerini kapsayan çalışma bulmak zor olduğu bildirilmektedir (Manera ve Britti, 2006). Doğal ortamdaki balıklarda kan protein ve lipidlerin değerlerinde, toksik maddeler, üreme, su sıcaklığı, stress, hastalık, atık, kirlilik, tuzluluk, mevsim, rakım, beslenme, cinsiyet, amonyum düzeyi, stok yoğunluğu, balık büyüklüğü, sudaki oksijen ve balık türünün önemli ve etkili olduğu rapor edilmiştir (Çelik ve Bilgin, 2007).

Laker (1996)'a göre trigliseridler gliserolün yağ asiti esterlerini oluşturarak yağ asitlerinin bünyesinde yer almaktadırlar (Çelik ve Bilgin, 2007). Trigliseridler birçok balık

türünde lipidlerin depo formu olarak görülmekte ve fizyolojik olarak ihtiyaç duyulduğunda depo edildikleri yerlerden (ör: karaciğer, adipocyte) VLDL ve LDL ile plazmada taşınmaktadırlar. Diğer lipidlerde olduğu gibi plazmada bulunan trigliseridler cinsel olgunluk, smoltifikasyon, yumurtlama ve beslenme durumlarına göre değişmektedir. Trigliserid değerleri en fazla beslenmenin yapıldığı üreme ve olgunlaşma döneminde en yüksek değerleri gösterirken, açlık durumunda azalma eğilimi göstermektedir (Hoar ve ark., 1992). Gökkuşığı alabalığı için farklı araştırmacılar tarafından bildirilen minimum ve maksimum trigliserid değerleri; Çakıcı (1999)'ya göre 27,00 - 898,00 mg/dl, Handy ve ark., (1999)'na göre 31,00±11 mg/dl, Aydın ve ark., (2000)'na göre 88,50 - 467,00 mg/dl olarak bildirilmektedir (Çelik ve Bilgin, 2007).

Laker (1996)'a göre kolesterol plazmada serbest ve esterleşmiş biçimde bulunmaktadır (Çelik ve Bilgin, 2007). Ayrıca Laker (1996)'ın bildirdiğine göre, serbest halde bulunan kolesterol, hücre zarının bileşenlerini, esterleşmiş haldeki kolesterol ise serumda ve aterom plaklarında bulunan, hücre membranlarının bileşeni, steroid hormonu, D vitamini ve safra asitlerinin etken maddelerini oluşturmaktadır (Çelik ve Bilgin, 2007). Yemde bulunan kolesterolün bağırsakta emilerek, yine bağırsakta sentez edilen diğer lipidlerle birleşerek cihlomicron ve çok düşük yoğunluklu lipoproteinlere (VLDL) dahil edildiği Karagül ve ark., (2000) tarafından bildirilmektedir (Çelik ve Bilgin, 2007). Ayrıca trigliserid ve kolesterol oranları arasında da pozitif bir korelasyon olduğu Karagül ve ark., (2000) tarafından bildirilmektedir (Çelik ve Bilgin, 2007). Kolesterol değerleri türler arasında olduğu gibi bireyler arasında da büyük farklılıklar gösterebilirler. Doğal ortamdaki gökkuşığı alabalıklarında farklı araştırmacılar tarafından farklı maksimum ve minimum değerler rapor edilmiştir. Buna göre; Shimma ve ark., (1984)'na göre 248,00±55 - 412,00±11 mg/dl; Çakıcı (1999)'ya göre 12,00 - 597,00 mg/dl; Aydın ve ark., (2000)'na göre 88,50 - 467,00 mg/dl olarak bildirilmektedir (Çelik ve Bilgin, 2007). Bu gibi çok büyük değişimlerin yem, aktivite ve cinsel gelişim ile ilgili olduğu düşünülmektedir (Hoar ve ark., 1992).

Gelişmiş kemikli balıklarda kandaki üre miktarının (BUN) genellikle 5 mg/dl değerinden düşük olduğu bildirilmektedir. Plazmada yüksek BUN değerleri görülmesinin tatlı su balıklarında amonyak boşaltımının büyük bölümünün gerçekleştiği solungaçlarda problem olduğunu işaret ettiği rapor edilmiştir (Thrall ve ark., 2004). Gökkuşığı alabalıklarında maksimum ve minimum BUN değerleri Çakıcı (1999)'ya göre 0,00 - 6,00 mg/dl olduğu saptanmıştır (Çelik ve Bilgin, 2007)

Plazma lipoproteinleri, çözünmeyen lipidlerin buldukları yerlerden (ör: kas, karaciğer) kullanılacakları bölgelere taşınmasında görev alırlar (Henderson ve Torcher, 1987). Hoar ve ark., (1992)'na göre balıklardaki lipoproteinler insanlardakine benzer olarak siklomikronlar, VLDL, LDL ve HDL olarak tanımlanmıştır. Kanda bulunan VLDL; trigliserid bakımından, LDL; kolesterol bakımından, son olarak HDL ise kolesterol ve fosfolipid bakımından zengin olarak bildirilmektedir (Mckay ve ark., 1985). Plazma lipoprotein değerleri balık türü, beslenme ve üreme dönemlerine göre değer olarak çok farklılık göstermektedir. HDL değerleri kemikli balıklarda toplam lipoproteinleri domine etmekte ve toplam lipoproteinlerin %50den fazlasını kapsamaktadır. Bu değerler hem ayrı türler arasında, hem de aynı türler arasında da değişiklik göstermektedir (Hoar ve ark., 1992). HDL değerleri genç kırmızı salmonlarda 238 mg/dl olarak bildirilirken, yumurtlama öncesi pembe salmonlarda ise 3300 mg/dl olarak belirtilmiştir (Babin ve Vernier, 1989). Yüksek HDL değerlerinin yüksek kolesterol ile ilgili olduğu düşünülmektedir (Hoar ve ark., 1992). Ayrıca gökkuşacağı alabalıklarında 8 hafta süren açlık döneminde VLDL ve HDL değerlerinde %60 - 70 oranında azalma görülürken HDL değerleri etkilenmemiştir (Black and Skinner, 1986).

Balıkların doğal ortamdaki kan değerleri ile ilgili tam anlamı ile standardizasyona sahip olunamaması, kontrollü şartlar altında yapılan laboratuvar deneylerinde elde edilen bulguların standart değerler ile karşılaştırılmasını zorlaştırmaktadır. Aşağıdaki çizelgede (Çizelge 8.) kontrollü ortamlarda gökkuşacağı alabalıklarıyla yapılan çalışmalarda kontrol grubu balıklarının bazı kan değerleri özetlenmiştir.

Çizelge 8. Bazı çalışmalardaki gökkuşacağı alabalığı kontrol grubu kan değerleri

		Trigliserid mg/dl	Kolesterol mg/dl	HDL mg/dl	LDL mg/dl	VLDL mg/dl	BUN mg/dl
(1)	(~84 g)	429,56±144,19	238,59±74,40	-	-	-	1,96±1,17
(2)	(~160 g)	-	470,0±36,38	114,0±26,40	195,0±21,20	133,2±18,85	-
(3)	(1+ yaş)	-	470,00±91,83	184,00±27,48	203,60±45,79	229,60±41,22	-
		-	339,60±42,59	74,20±37,59	195,00±46,05	133,20±19,59	-
		-	240,20±42,66	92,40±22,94	101,80±22,26	154,20±38,51	-
(4)	(~245 g)	380,2±36,2	180,3±11,5	-	-	-	4,9±0,2
(5)	(~53 g)	479,0±52,0	495,5±19,5	254,5±6,80	204,7±49,2	-	-
(6)	(~570 g)	383,1±41,2	313,5±12,5	109,9±6,2	204,9±7,1	-	-

*± SH: Standart Hata (1) Rehulka (2000); (2) Atamanalp ve ark., (2003); (3) Atamanalp ve Solak (2004); (4) Talas ve Gülhan (2009); (5)Trenzado ve ark., (2008); Fume ve ark., (2009)

Aynı yem ile beslenen, benzer su koşullarında fakat farklı coğrafi koşullarda yetiştiriciliği yapılan gökkuşağı alabalıklarında (Atamanalp ve Solak, 2004) elde edilen değerlere bakıldığında değerler arasında fark olduğu görülmektedir. Sadece farklı coğrafi koşulların bile kontrollü şartlarda yapılan yetiştiricilik uygulamalarında elde edilen veriler üstünde farklılığa yol açtığı göz önüne alındığında kesin değer elde etmenin laboratuvar koşullarında da zor olacağı düşünülebilir. Tam kontrollü şartlar altında (Trenzado ve ark., 2008; Talas ve Gülhan, 2009) ve çiftlik şartlarında yapılan (Rehulka, 2000; Atamanalp ve ark., 2003; Atamanalp ve Solak, 2004, Fume ve ark., 2009) çalışmaların kontrol gruplarındaki balıklar ile karşılaştırıldığında tarafımızdan yapılan çalışmadaki kontrol grubu balıklarının kan değerlerinin daha düşük bulunduğu söylenebilir.

Alabalıklarda yeme %1 oranında zeolit eklenmesiyle kanda trigliserid ve VLDL değerleri en yüksek, %2,5 oranında ilave edilmesiyle ise en düşük bulunmuştur. Bu iki grup arasında da trigliserid değerleri bakımından anlamlı bir fark olduğu, diğer gruplarla ise Z1 ve Z25 grupları arasında bir farklılık olmadığı görülmüştür. Bu sonuçlar doğrultusunda %2,5 oranına kadar zeolit ilavesinin balıklarda trigliseridi ve VLDL miktarını değiştirmedeği söylenebilir. Ancak, deneme grupları arasında Z25 grubunun yem değerlendirmesinin en düşük olması ve buna paralel olarak en düşük VLDL ve trigliserid değerlerine sahip olması, zeolitin artan oranlarında bazı kan parametrelerinin olumsuz etkileneceğinin bir göstergesi olarak değerlendirilebilir. Ayrıca, kan serumunda bulunan lipoproteinlerden birisi olan VLDL doğrudan trigliseridden sentezlenmektedir (Ando ve Mori, 1993). Çalışma sonundaki büyüme ve yem değerlendirme değerlerine bakıldığında en kötü büyüme ve yem değerlendirme oranının Z25 grubunda görüldüğü göz önüne alındığında, canlıların aldıkları yemden tam anlamıyla yararlanamadıkları sonucuna varılmaktadır. Dolayısıyla yemde bulunan yağ kaynaklarının da verimli olarak kullanılmadığı düşünülebilir. Bu sonuçlara göre yemdeki yağ ile doğrudan ilgili olan trigliserid ve ondan sentezlenen VLDL değerlerinin kontrol grubuna göre düşük miktarlarda çıkması oldukça anlamlıdır. Yüksek oranda (%2,5) zeolitin büyümeye olan olumsuz etkisi, kan değerlerinde bakıldığında da büyüme sonuçlarıyla uyum içerisinde olduğu sonucuna varılabilir.

BÖLÜM 5 SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Doktora tezi kapsamında yapılan çalışmada bir tür doğal zeolit olan klinoptilolitin yavru alabalık yemlerine eklenerek canlılardaki büyüme, amonyak boşaltımı ve bazı kan parametrelerine olabilecek etkileri araştırılmaya çalışılmıştır.

Zeolitın büyümeye olan etkisinin araştırıldığı denemede Z25 grubu hariç diğer tüm gruplar arasında ve kontrol grubu ile karşılaştırıldığında büyüme parametreleri bakımından herhangi bir istatistiksel farka rastlanmamıştır ($p>0,05$). Ancak Z05 grubu kontrol grubu ile karşılaştırıldığında SVA yaklaşık %7, AK %8, PVO %7, SBO %3 oranında artmıştır. Yetiştiricilikte en önemli parametrelerden birisi olan YDO'da ise Z05 grubunda yaklaşık %7'lik bir düşüş görülmüştür. Günümüzde bu veya buna benzer büyüme ve yem değerlendirme parametrelerindeki en küçük değişikliğin toplamda ele alındığında yetiştirici ve tesisi için maliyet/kar/gider oranlarında çok önemli değişikliklere sebep olabileceği unutulmamalıdır.

Çalışmada kullanılan yemlerde zeolit oranı arttıkça büyüme ve yem değerlendirme parametrelerinde olumsuz etki görülmüş, en yüksek zeolit içeren Z25 grubunda SVA, AK ve SBO oranı değerlerinin kötü olduğu saptanmıştır ($p<0,05$). Yüksek oranda zeolit içeren Z1 ve Z25 grubu yemlerine kontrol grubuna göre daha fazla mineral madde eklenmesi ile büyüme ve yemden yararlanma değerleri olumlu etkilenmiştir. Buna göre yavru alabalıklarda yemde %2,5 oranında doğal zeolitın sınırlayıcı etkiye sahip olduğu sonucuna varılabilir. Araştırma sonuçlarına göre, yeme yüksek oranda zeolit katıldığında mineral madde ilavesinin yararlı olacağı söylenebilir. Zeolitler doğal yapısal özellikleri bakımından bir çok minerale yüksek affinite gösterdiği için yemde bulunan mineralleri adsorbe ederek büyümeye bir şekilde etki ettiği düşünüldüğü için iki kat mineral içeren yemlerle beslenen canlıların büyüme ve yem değerlendirme parametrelerinin kontrol grubuna yaklaştırılarak zeolitın olumsuz etkisinin bir derece önlenebileceği düşünülmektedir.

Balık atıklarının %60'ından fazlasını amonyağın oluşturması nedeniyle (Yiğit ve ark. 2005b, Sindilariu, 2007) amonyak salınım miktarını azaltmak sürdürülebilir ve çevre dostu su ürünleri yetiştiriciliği için önem taşımaktadır. Amonyak salınım miktarı entansif yetiştiricilik yapılan özellikle kapalı devre sistemlerde birikerek balıklar için toksik ortam oluşturması ve su koşullarında bozulmalara sebep olarak büyümeyi engellediği için stok yoğunluğunu etkileyen önemli bir parametredir (Obradovic ve ark. 2006, Yiğit ve ark.,

2005b). Doktora tezi kapsamında yapılan çalışmada yeme %2,5 oranında doğal zeolit eklenmesi amonyak boşaltım miktarı bakımından kontrol grubuna göre %24 oranında düşmüştür. Bu bağlamda sucul ortamlardaki yüksek oranda amonyak birikimi ötrofikasyon ve algal patlamalara sebep olmakta, bunun sonucunda ise toplu balık ölümlerine sebep olabilmektedir (Wu, 1995).

Ancak yeme yüksek oranda zeolit eklenmesi büyümeyi olumsuz yönde etkilediğinden yeme eklenecek zeolit miktarını belirlerken bu etkinin göz önüne alınmasının faydalı olacağı düşünülebilir. Balık yemlerine belli miktarlarda doğal zeolit katılmasının balık çiftliklerinden sucul ortamlara bırakılan amonyak miktarının azaltılması, sürdürülebilir yetiştiricilik anlayışının gelişmesine katkıda bulunması bakımından önemli olduğu düşünülmektedir.

Son olarak çalışma bitirilmeden önce tüm tanklardaki balıklardan kan örnekleri alınarak bazı biyokimyasal kan parametrelerinin analizleri yapılmıştır. Buna göre Z25 gurubu hariç tüm guruplar kendi aralarında ve kontrol grubu ile karşılaştırıldığında trigliserid, kolesterol, HDL, LDL ve VLDL değerlerinde herhangi önemli farklılığa rastlanmamıştır ($p>0,05$). Ancak Z25 grubunda trigliserid ve VLDL değerleri düşük bulunmuştur ($p<0,05$). Z25 grubunun en kötü büyüme ve yem değerlendirmeye sahip olduğu hatırlandığında bu kötü etkinin balığın sağlığı üzerinde olumsuz etkisi olduğu yargısına varılabilir. Ancak bu sonucun tam anlamıyla desteklenmesi için daha ileri düzeyde çalışmalar yapılması gerekmektedir.

Tez çalışması kapsamında yürütülen araştırmaların sonuçlarına bakıldığında yavru alabalık yemlerine düşük (%0,5) miktarda doğal zeolit (klinoptilolit) eklenmesinin büyüme ve yem değerlendirme üzerine olumlu etkisi olduğu, fakat yüksek oranda (%2,5) zeolit eklenmesinin büyümede sınırlayıcı etkiye sebep olduğu bazı biyokimyasal kan parametreleri ile de paralellik gösterdiği sonucuna varılmıştır. Ayrıca yapılan amonyak boşaltımı denemesinde zeolitlerin amonyağa karşı gösterdiği yüksek seçiciliğin canlının vücudunda da devam ettiği, dolayısıyla amonyak boşaltımını düşürdüğü sonucuna varılmıştır.

Alabalık yemlerinde doğal zeolit kullanılması ile ilgili öneriler aşağıda özetlenmiştir.

- Gelecekteki çalışmalarda yetiştirilecek olan balığın larval aşamadan porsiyonluk boya kadar tüm yaşam evrelerinde yemlerdeki doğal zeolitlerin etkisinin ne olduğu histolojik, hematolojik ve biyokimyasal çalışmalarla araştırılabilir.
- Zeolitlerin balığın sindirim kanalında besinin geçiş süresine ve dolayısıyla emilimine ne yönde etki ettiği incelenebilir.

- Zeolitlerin yemde veya ortamda bulunan mineral maddelerin ne kadarını bünyesinde topladığı analizlerle belirlenebilir,
- Farklı orijine ve partikül büyüklüğüne sahip doğal zeolitlerin balıktaki etkileri araştırılabilir.
- Yemlerde yüksek oranda zeolit kullanımı amonyak boşaltımına olumlu etki etmesine rağmen büyümeyi sınırlamaktadır. Bu sebeple doğal zeolitler amonyağa olan seçiciliğinden daha iyi yararlanmak için filtrasyon sistemlerine ve/veya doğrudan su ortamına konabilir,
- Balık yetiştiriciliğinde su ortamında amonyak tutulması amacıyla konulan zeolitler belirli bir süre sonra azot yönünden zengin olacağı için tarımda kullanılması avantajlı olabilir.

KAYNAKLAR

- Akşit M., Bozkurt M. ve Alçiçek A., 2000. Farklı Formda Yemlerle Beslenen Etlik Piliçlerde Altlığa Değişik Düzeylerde Zeolit İlavesinin Performans ve Altlık Özellikleri Üzerine Etkileri, *Hayvansal Üretim*, 41: 84-90.
- Ames L.L., 1967. Zeolitic Removal of Ammonium Ions From Agricultural Wastewaters, *Proc. 13th Pacific Northwest Indust. Waste Conf.*, Washington State Univ., 135-152.
- Ando S. ve Mori, Y., 1993. Characteristics of Serum Lipoprotein Features Associated with Lipid Levels of Muscle and Liver from Five Species of Fish, *Nippon Suisan Gakkaishi : Formerly Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 59 (9): 1565 - 1571
- Anonim I., (2009). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2008*, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 176 p.
- Anonim II., (2009). Food and Agriculture Organization of the United Nations, 24 Ocak 2009, <ftp://ftp.fao.org/fi/stat/summary/b-1.pdf>
- Anonim III., (2000). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2000*, Food and Agricultural Organization, Rome, 142 p.
- Anonim IV., (2009). Peter Morris's Internet Business Review Site, 5 Mayıs 2009, <http://www.zeolitesdetoxing.com/images/Zeolite-image.png>
- Anonim V., (2009) Made-in-China.com, 18 Nisan 2009, <http://www.made-in-china.com/image/4f0j00vCMaPfihhTbAM/Clinoptilolite-Zeolite.jpg>
- Anonim VI., (24 Şubat 2009). Zeolite Formation. 20 Ocak 2010, http://www.zeoinc.com/zeolite_formation.html.
- Anonim VII., (10 Ocak 2009). 22 Ocak 2010, Zeolite. <http://en.wikipedia.org/wiki/Zeolite>.
- Anonim VIII., (25 Şubat 2009). Zeolite Structure. 24 Ocak 2010, http://www.zeoinc.com/zeolite_structure.html.
- Anonim IX., (2008). The Chemical Engineers' Resource Page, 12 Mart 2009, <http://www.cheresources.com/zeolite.gif>.
- Anonim X., (2009). Properties of Zeolites; Ion Exchange, Molecular Sieve Effect, 12 Mart 2009, http://mpi-muelheim.de/kofo/institut/arbeitsbereiche/schmidt/zeolites_ee.html.
- Anonim XI., 1996. *Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Madencilik ÖİK Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu Diğer Endüstri Mineralleri Çalışma Grubu Raporu*, T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı, 1: 195-196.
- Anonim XII., 2007. *Dokuzuncu Kalkınma Planı Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu*, T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı, 16-17.

- Anonim XIII, (2008). Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, 1 Nisan 2009, http://www.mta.gov.tr/v1.0/images/turkiye_maden/maden_yataklari/b_h/zeolit.jpg.
- AOAC., 2000. Official Methods of Analysis of Aoac International.
- Atamanalp M. ve Solak K., 2004. The Comparison of Serum Total Cholesterol and Cholesterol Types of Three Different Farms' Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792), GÜ, *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24 (1): 41-48.
- Atamanalp M., Yılmaz M. ve Haliloğlu H.I., 2003. Comparing Serum Cholesterol Types And Levels of Three Trout Species (*Salvelinus alpinus*, *Salmo trutta fario* and *Oncorhynchus mykiss*), *J. Appl. Anim. Res.*, 23: 223-226.
- Aydın S., Gültepe N. ve Yıldız, H., 2000. Natural and Experimental Infections of *Campylobacter cryaerophila* in Rainbow Trout: Gross Pathology, Bacteriology, Clinical Pathology and Chemotherapy, *Fish Pathology*, 35 (3): 117-123.
- Ayvaz Z., 2004. 21. Yüzyılın Hammaddesi: Zeolit, *Ekoloji Magazin Dergisi*, (1): 7.
- Babin, P. J. ve Vernier, J.M., 1989. Plasma Lipoproteins in Fish, *Lipid Res.*, 30: 467-489
- Barrington S. ve El Moueddeb K., 1995. Zeolite to Control Swine Manure Odours and Nitrogen Volatilization, *International Livestock Odor Conference '95 Proceedings*, 65-68.
- Bernal M.P., Lopez-Real J.M. ve Scott K.M., 1993. Application of Natural Zeolites for the Reduction of Ammonia Emissions During the Composting of Organic Wastes in a Laboratory Composting Simulator, *Bioresource Technology*, 43: 35-39.
- Bergero D., Boccignone M., Natale F., Forneris G., Palmegiano G.B., Roagna L. ve Sicuro B., 1994. Ammonia Removal Capacity of European Natural Zeolite Tuffs: Application to Aquaculture Waste Water, *Aquaculture and Fisheries Management*, 25: 813-821.
- Bergero D., Forneris G., Palmegiano G.B., Zoccarato I., Gasco L. ve Sicuro B., 2000. A Description of Ammonium Content of Output Waters From Trout Farms in Relation to Stocking Density and Flow Rates, *Ecological Engineering*, 17: 451-455.
- Black D. ve Skinner E.R., 1986. Fetures of the Lipid Transport System in Fish as Demonstrated Studies on Starvation in the Rainbow Trout, *J. Comp. Physiol.*, B, 156 : 497-502.
- Bower C.E. ve Turner D.T., 1982. Ammonia Removal by Clinoptilolite in Transport of Ornamental Freshwater Fishes, *Progressive Fish Culturist*, 44: 19-23.
- Burrows R.E., 1964. Effects of Accumulated Excretory Products on Hatchery-Reared Salmonids, *Fish. Wildl. Serv., Bur. Sport Fish. Wildl. U. S. Res. Rep.*, 66: 1-12.

- Brett J.R. ve Zala C.A., 1975. Daily Pattern of Nitrogen Excretion and Oxygen Consumption of Sockeye Salmon (*Oncorhynchus nerka*) Under Controlled Conditions, *J. Fish. Res. Board Can.*, 32: 2479-2486.
- Chiayvareesajja S. ve Boyd C.E., 1993. Effects of Zeolite, Formalin, Bacterial Augmentation and Aeration on Total Ammonia Nitrogen Concentrations, *Aquaculture*, 116: 33-45.
- Clooney L.E., Booker A.N., Shallcross C.D. ve Stewens W.G., 1999. Ammonia Removal From Wastewaters Using Natural Australian Zeolite. II. Pilot scale Study Using Continuous Packed Column Process, *Separation Science and Technology*, 34 (14): 2741-2760.
- Coombs D.S, Alberti A., Armbruster T., Artioli G., Colella C., Galli E., Grice D.J., Friedrich Liebau F., Mandarino A.J., Minato H., Nickel H.E., Passaglia E., Peacor R.D., Quartieri S., Rinaldi R., Ross M., Sheppard A.R., Tillmanns E. ve Vezzalini G., 1998. Recommended Nomenclature for Zeolite Minerals; Report of the Subcommittee on Zeolites of the International Mineralogical Association, Commission on New Minerals and Mineral Names, *Mineralogical Magazine*, 62 (4): 533-571.
- Çakıcı H., 1999. Farklı İşletmelerde Yetiştirilen Gökkuşığı Alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum) Kan Özelliklerinin Karşılaştırılmalı Olarak Araştırılması, (Yüksek Lisans Tezi), Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.
- Çelik E.Ş. ve Bilgin S., 2007. Bazı Balık Türleri İçin Kan Protein ve Lipidlerinin Standardizasyonu, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 23 (1-2): 215-229.
- Dabrowski K. ve Kaushik S.J., 1984. Rearing of Coregonid (*Coregonus schinzi palea* Cuv. et Val.) Larvae Using Dry and Live Food. II. Oxygen Consumption and Nitrogen Excretion, *Aquaculture*, 41: 333-344.
- Danabaş D., 2009. Farklı Oranlardaki Zeolit (Klinoptilolit)'in Bazı Su Parametreleri ile Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792)'nın Gelişimi ve Vücut Kompozisyonuna Etkileri, (Doktora Tezi), Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Demir O. ve Aybal N.Ö., 2004. Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792) Yemlerinde Klinoptilolit'nin Farklı Oranlarda Yem Katkı Maddesi Olarak Kullanımı, *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 2 (12): 15-19.

- Dias J., Huelvan C., Dinis M.T. ve Metailler R., 1998. Influence of Dietary Bulk Agents (Silica, Cellulose and a Natural Zeolite) on Protein Digestibility, Growth, Feed Intake and Feed Transit Time in European Seabass (*Dicentrarchus labrax*) Juveniles, *Aquat. Living Resour.*, 2 (4): 219-226.
- Dias J., Yufera M., Valente Luisa M.P. ve Rema P., 2010. Feed Transit and Apparent Protein, Phosphorus and Energy Digestibility of Practical Feed Ingredients by Senegalese Sole (*Solea senegalensis*), *Aquaculture*, 302 (1-2): 94-99.
- Drydent H.T. ve Weatherley L.R., 1987a. Aquaculture Water Treatment by Ion-Exchange: I. Capacity of Hector Klinoptilolit at 0,01-0,05 N, *Aquacultural Engineering*, 6: 39-50.
- Drydent H.T. ve Weatherley L.R., 1987b. Aquaculture Water Treatment by Ion-Exchange: II. Selectivity Studies with Klinoptilolit at 0,01 N, *Aquacultural Engineering*, 6: 51-68.
- Edsall D.A. ve Smith C.E., 1989. Effect of Dietary Clinoptilolite on Levels of Effluent Ammonia From Hatchery Coho Salmon, *The Progressive Fish Culturist*, 51: 98-100.
- Eleroğlu H. ve Yalçın H., 2005. Use of Natural Zeolite-Supplemented Litter Increased Broiler Production, *South African Journal of Animal Science*, 35 (2): 90-97.
- Emadi H., Nezhad J.E. ve Pourbagher H., 2001. *In vitro* Comparison of Zeolite (Clinoptilolite) and Activated Carbon as Ammonia Absorbants in Fish Culture, *Naga, The ICLARM Quarterly*, 24 (1-2): 18-20.
- Eya C.J., Parsons A., Iyerusalem H. ve Premalathan J., 2008. Effects of Dietary Zeolites (Bentonite and Mordenite) on the Performance Juvenile Rainbow trout *Onchorhynchus mykiss*, *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 2 (4): 961-967.
- Fachinia A., Fernanda M., Leal C., Teresa M. ve Vasconcelosa S.D., 2004. Are Zeolites Capable of Modifying the Yield of Marine Micro-Algae Cultures? A Case Study with *Emiliania huxleyi* and a Product of Zeolitic Nature, *Aquaculture*, 237: 407-419.
- Furne M., Sanz A., Garcia-Gallego M., Hidalgo M.C., Domezain A., Domezain J. ve Morales A.E., 2009. Metabolic Organization of the Sturgeon *Acipenser naccarii*, A Comparative Study with Rainbow Trout *Oncorhynchus mykiss*, *Aquaculture*, 289: 161-166.
- Gezen Ş.Ş., Balcı F., Eren M. ve Orhan F., 2004a. Yumurta Tavuğu Rasyonlarına Klinoptilolit Katkısının Yumurta Verimi ve Kalitesine Etkisi, *U.Ü. Veteriner Fakültesi Dergisi*, 23 (1-2-3): 1-8.

- Gezen Ş.Ş., Eren M. ve Deniz G., 2004b. Zeolitin Broyler Performansı Üzerine Etkisi, *Indian Veterinary Journal*, 81: 411-415.
- Handy R.D., Sims D.W., Giles A., Campbell H.A. ve Musonda M.M., 1999. Metabolic Trade-Off Between Locomotion and Detoxification for Maintenance of Blood Chemistry and Growth Parameters by Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) During Chronic Dietary Exposure to Copper, *Aquatic Toxicology*, 47: 23-41.
- Hardy R.D. ve Poxton M.G., 1993. Nitrogen Pollution in Mariculture: Toxicity and Excretion of Nitrogenous Compounds by Marine Fish, *Reviews of Fish Biology and Fisheries*, 3: 205- 241.
- Hargreaves J.A. ve Tucker C.S., 2004. Managing Ammonia in Fish Ponds, Southern Regional Aquaculture Center, *SRAC Publication No:4603*.
- Harvey R.B., Kubena L.F., Ellisalde M.H. ve Phillips T.D., 1993. Efficacy of Zeolitic Ore Compounds on the Toxicity of Aflatoxin to Growing Broiler Chickens, *Avian Diseases*, 37: 67-73.
- Henderson R.J. ve Torcher D.R., 1987. The Lipid Composition and Biochemistry of Freshwater Fish, *Prog. Lipid Res.*, 26 : 281-347.
- Hille S. 1982. A Literature Review of The Blood Chemistry of Rainbow Trout, *Salmo gairdneri Rich. Journal of Fish Biology*, 20 : 535–569.
- Hoar W.S., Randall D.J. ve Farrell A.P., 1992. *Fish Physiology*, (Volume XII, Part B), The Cardiovascular System, Academic Press, Inc., California. 97-106.
- Ivkovic S., Deutsch U., Silberbach A., Walraph E. ve Mannel M., 2004. Dietary Supplementation with the Tribomechanically Activated Zeolite Clinoptilolite in Immunodeficiency: Effects on the Immune System, *Adv. Ther.*, 21 (2): 135 147.
- Kanyılmaz 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, (Yüksek Lisans Tezi), Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Karagül H., Altıntaş A., Fidancı U.R. ve Sel T., 2000. *Klinik Biyokimya*, (Cilt 1), Medisan Yayın Evi, Yayın No: 45, Ankara, 430 s.
- Kaushik S.J., 1980. Influence of Nutritional Status on the Daily Patterns of Nitrogen Excretion in the Carp (*Cyprinus carpio L.*) and the Rainbow Trout (*Salmo gairdneri R.*), *Reprod. Nutr. Develop.*, 20 (6): 1751-1765.

- Laker M.F., 1996. *Klinik Biyokimya* (Ulukaya E., Tokullugil A., Gür E., Dirican M., Tuncel P. ve Ulukaya E., vd. çev.), Uludağ Üniv. Tıp Fak. Biyokimya ABD., Nobel Tıp Kitapevleri Ltd.Şti., İstanbul, 343s.
- Lanari D., Agaro E.D. ve Turri C., 1996. Use of Cuban Zeolites in Trout Diets, *Rivista Italiana di Acquacoltura*, 31: 23-33.
- Leonard D.W., 1979. The Role of Natural Zeolites in Industry, *Transactions of the Society of Mining Engineers A.I.M.E*, Preprint, 79: 380-401.
- Leung K.M.Y., Chu J.C.W. ve Wu R.S.S., 1999. Interacting Effects of Water Temperature and Dietary Protein Levels on Postprandial Ammonia Excretion by the Areolated Grouper *Epinephelus areolatus* (Forskål), *Aquaculture Research*, 30: 793-798.
- Leung S., Barrington S., Wan Y., Zhao X. ve El-Husseini B., 2007. Zeolite (Clinoptilolite) as Feed Additive to Reduce Manure Mineral Content, *Bioresource Technology*, 98: 3309-3316.
- Lopez-Ruiz J.L. ve Gomez-Garrudo M.E., 1994. Zeolites in Marine Nitrogen Transformations, *Aquacultural Engineering*, 13: 147-152
- Lopez-Ruiz J.L., Garcia G. ve Ferreiro Almeda M.S., 1999. Culture of the Microalgae *Chaetoceros muelleri* with Zecer-56, a Natural Zeolitic Product, *Aquaculture Research*, 30: 199-202.
- Manera M. ve Britti D., 2006. Assessment of Blood Chemistry Normal Ranges in Rainbow trout, *Journal of Fish Biology*, 69: 1427-1434.
- McCarthy D.H., Stevenson J.P. ve Roberts M.S., 1973. Some Blood Parameters of The Rainbow Trout (*Salmo gairdneri* Richardson) I. The Kamloops variety, *Journal of Fish Biology*, 5 : 1-8.
- Meade T. L. ve Perrone S.J., 1980. Selective Haematological Parameters in Steelhead Trout, *Salmo Gairdineri* Richardson, *Journal of Fish Biology*, 17 : 9–12.
- Meisinger J.J., Lefcourt A.M., Van Kessel J.A. ve Wilkerson V., 2001. Managing Ammonia Emissions From Dairy Cows by Amending Slurry with Alum, or Zeolite or by Diet Modification, *Scientific World Journal*, 27: 860-865.
- Mercer B.W., Ames L.L., Touhill C.J., Van Slyke W.J. ve Dean R.B., 1970. Ammonia Removal from Secondary Effluents by Selective Ion Exchange, *J. Water Pollut. Control Fed.*, 42: 95-107.
- Miladinovic N., Weatherley L.R. ve Lopez-Ruiz J.L., 2004. Ammonia Removal from Saline Wastewater by Ion Exchange, *Water, Air & Soil Pollution: Focus*, 4 (4-5): 169-177.

- Mitchell A.J., 2005. A Simple Assay to Compare Zeolite Ammonia Control Properties, *North American Journal of Aquaculture*, 67: 18-22.
- Mumpton F.A., 1975. Using Zeolites in Agriculture, Chapter VIII, Department of The Earth Sciences, State University College, Brockport, Newyork, 127-157.
- Mumpton F.A. and Fishman P.H., 1977. The Application of Natural Zeolites in Animal Science and Aquaculture, *J Anim Sci.*, 45: 1188-1203.
- Mumpton F.A., 1999. *La roca magica: Uses of Natural Zeolites in Agriculture and Industry*, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, Colloquium Paper, 96: 3463-3470.
- Naylor R.L., Goldberg R.J., Primavera J.H., Kautsky N., Beveridge M.C.M., Clay J., Folke C., Lubchenco J., Mooney H. ve Troell M., 2000. Effect of Aquaculture on World Fish Supplies, *Nature*, 405: 1017-1024.
- Nieves M., Voltolina D., Alejandra M., Pina P. ve Lopez-Ruiz J., 2002. Zeolites and Diatom Growth, *Aquaculture Research*, 33: 75-79.
- Nieves M., Voltolina D. ve Pina 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: 403-410.
- Obradovic S., Adamovic M., Vukasinovic M., Jovanovic, R. ve Levic J., 2006. The Application Effects of Natural Zeolite in Feed and Water on Production Results of *Onchorhynchus mykiss* (Walbaum), *Roumanian Biotechnological Letters*, 11: 3005-3013.
- Olver M.D., 1989. Effect of Feeding Clinoptilolite (Zeolite) on the Performance of Three Strains of Laying Hens, *British Poultry Science*, 30: 115-121.
- Ortatatli M. ve Oguz H., 2001. Ameliorative Effects of Dietary Clinoptilolite on Pathological Changes in Broiler Chickens During Aflatoxicosis, *Research in Veterinary Science*, 71: 59-66.
- Papaioannou D.S., Kyriakis S.C., Papasteriadis A., Roumbies N., Yannakopoulos A. ve Alexopoulos C., 2002. Effect of In-Feed Inclusion of a Natural Zeolite (Clinoptilolite) on Certain Vitamin, Macro and Trace Element Concentrations in the Blood, Liver and Kidney Tissues of Sows, *Research in Veterinary Science*, 72: 61-68.
- Papatryphon E., Petit J., Kaushik S.J. ve Van Der Werf H.M.G., 2004. Environmental Impact Assessment of Salmonid Feeds Using Life Cycle Assessment (LCA), *Ambio*, 33 (6): 316-323.

- Parlat S.S., Yildiz A.O. ve Oguz H., 1999. Effect of Clinoptilolite on Performance of Japanese Quail (*Coturnix coturnix japonica*) During Experimental Aflatoxicosis, *British Poultry Science*, 40: 495-500.
- Peyghan R. ve Takamy G.A., 2002. Histopathological, Serum Enzyme, Cholesterol and Experimental Acute Toxicity of Ammonia in Common Carp *Cyprinus carpio* and Use of Natural Zeolite For Prevention, *Aquaculture International*, 10: 317-325.
- Pond W.G. ve Mumpton F.A., 1984. Zeo-Agriculture: Use of Natural Zeolites in Agriculture and Aquaculture, Westview Press, Boulder, Colorado, USA, 296pp.
- Pond W.G. ve Yen J.T., 1987. Effect of Supplemental Carbadox, an Antibiotic Combination, or Clinoptilolite on Weight Gain and Organ Weights of Growing Swine Fed Maize or Rye as the Grain Sources, *Nut. Rep. Int.*, 35 (4): 801-809.
- Poulsen H.D. ve Oksbjerg N., 1995. Effects of Dietary Inclusion of a Zeolite (Clinoptilolite) on Performance and Protein Metabolism of Young Growing Pigs, *An. Feed Sc. Tech.*, 53: 297-303.
- Pratoomyot J., 1998. Criteria for Feed Formulations for Aquarium Fish, Goldfish (*Carassius auratus*), (MSc Thesis).
- Rehulka J., 2000. Influence of Astaxanthin on Growth Rate, Condition and Some Blood Indices of Rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, *Aquaculture*, 190: 27-47.
- Reinitz G., 1984. The Effect of Nutrient Dilution with Sodium Bentonite in Practical Diets for Rainbow trout, *The Progressive Fish-Culturist*, 46: 249-253.
- Rizzi L., Simioli M., Roncada P. ve Zaghini A., 2003. Aflatoxin B1 and Clinoptilolite in Feed for Laying Hens: Effects on Egg Quality, Mycotoxin Residues in Livers, and Hepatic-mixed Function Oxygenase Activities, *Journal of Food Protection*, 66: 860-865.
- Roscoe Miller W., Hendricks A.C. ve Cairns Jr.J., 1983. Normal Ranges for Diagnostically Haematological and Blood Chemistry Characteristics of Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*), *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 40 : 420-425.
- Rozic M., Cerjan-Stefanovic S., Kurajica S., Vancina V. ve Hodzic E., 2000. Ammoniacal Nitrogen Removal from Water by Treatment with Clays and Zeolites, *Water Res.*, 34 (14): 3675-3681.
- Rychly J. ve Marina B.A., 1977. The Ammonia Excretion of Trout During a 24-Hour Period, *Aquaculture*, 11: 173-178.

- Sanders K.J., Richardson C.R. ve Harper S., 1997. Effects of Zeolites on Performance of Feedlot Cattle, *Animal Science and Food Technology*, Z.O. Mines, Inc., San Antonio, TX 78205, USA.
- Sarioglu M., 2005. Removal of Ammonium from Municipal Wastewater Using Natural Turkish (Dogantepe) Zeolite, *Separation and Purification Technology*, 41: 1-11.
- Shimma Y., Shimma H., Ikeda K., Akiyama T. ve Suzuki R., 1984. A Rearing Test of 2-Year-Old Rainbow Trout a 15°C Pond from June to Spawning in December with Reference to Plasma Constituents, *Bull. Natl. Res. Inst., Aquaculture*, 6: 33-43.
- Sindilariu P.D., 2007. Reduction in Effluent Nutrient Loads from Flow-Through Facilities for Trout Production: A Review, *Aquaculture Research*, 38: 1005-1036.
- Singh R.K., Vartak V.R., Balange A.K. ve 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.
- Smutna M., Vorlova L. ve Svobodova Z., 2002. Pathobiochemistry of Ammonia in the Internal Environment of Fish (Review), *Acta Vet. Brno*, 71: 169-181.
- Talas S.Z. ve Gülhan M.F., 2009. Effects of Various Propolis Concentrations Onbiochemical and Hematological Parameters of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 72 (7): 1994-1998.
- Tacon A.G.J., 1997. Aquafeeds and Feeding Strategies, In: Review of the State of World Aquaculture, *FAO Fisheries Circular No. 886 (Rev.1)*, Rome, 39-44.
- Tacon A.G.J. ve Forster I.P., 2003. Aquafeeds and the Environment: Policy Implications, *Aquaculture*, 226: 181-189.
- Thrall M.A., Baker C.D., Campbell W.T., DeNicola D., Fettman J.M., Duane Lassen E., Rebar A. ve Wieser G., 2004. *Veterinary Hematology and Clinical Chemistry*, Lippincott Williams & Wilkins, Maryland, 500-502.
- Toprak R. ve Girgin İ., 2000. Aktifleştirilmiş Klinoptilolit ile Deri Sanayii Atık Sularından Kromun Giderilmesi, *Turk. J. Engin. Environ. Sci.*, 24: 343-351.
- Töre Y., 2006. Doğal Zeolit Ve Nişastanın Tilapya Balıkları Yeminde Dolgu Maddesi Olarak Kullanımının Bazı Vücut ve Kan Kompozisyonu ile Su Kalitesi Parametreleri Üzerine Etkileri, (Yüksek Lisans Tezi), Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay.

- Trenzado C.E., Morales A.E. ve De La Higuera M., 2008. Physiological Changes in Rainbow Trout Held Under Crowded Conditions and Fed Diets with Different Levels of Vitamins E and C and Highly Unsaturated Fatty Acids (HUFA), *Aquaculture*, 277: 293-302.
- Van Waarde A., 1983. Aerobic and Anaerobic Ammonia Production by Fish, *Comp. Biochem. Physiol.*, 74B: 675-684.
- Vrzgula L. ve Bartko P., 1984. Effects of Clinoptilolite on Weight Gain and Some Physiological Parameters of Swine, *International Committee on Natural Zeolite*, 157-162.
- Wedemeyer G.A. ve Chatterton K., 1970. Some Blood Chemistry Values for the Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*), *J. Fish. Res. Board Can.*, 27 (6) : 1162-1164.
- Wedemeyer G.A. ve Nelson N.C., 1975. Statistical Methods for Estimating Normal Blood Chemistry Ranges and Variance in Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*), Shasta strain, *J. Fish. Res. Board Can.*, 32 (4) : 551-554.
- Willis W.L., Quarles C.L. ve Fagerberg D.J., 1982. Evaluation of Zeolites Fed to Male Broiler Chickens, *Poultry Science*, 61: 438-442.
- Wu R.S.S., 1995. The Environmental Impact of Marine Fish Culture: Toward a Sustainable Future, *Marine Poll. Bull.*, 31: 159-166.
- Yiğit M., Koshio S., Aral O., Karaali B. ve Karayücel S., 2003. Ammonia Nitrogen Excretion Rate - An Index for Evaluating Protein Quality of Three Feed Fishes for the Black Sea Turbot, *Israeli J. Aquaculture*, 55 (1): 69-76
- Yiğit M., Ergün S., Türker A., Karaali B. ve Bilgin S., 2005a. Using Ammonia Nitrogen Excretion Rates as an Index For Evaluating Protein Quality of Prawns In Turbot (*Psetta maeotica*) Nutrition, *Turk. J. of Vet. and Anim. Sci.*, 29: 1343-1349.
- Yiğit M., Erdem M., Aral O. ve Karaali B., 2005b. Nitrogen Excretion Patterns and Postprandial Ammonia Profiles in Black Sea Turbot (*Scophthalmus maeoticus*) Under Controlled Conditions, *Isr. J. of Aquaculture*, 57: 231-240.

ÇİZELGELER LİSTESİ

Sayfa No

Çizelge 1. Ülkemizde bulunan zeolit yatakları ve türleri	8
Çizelge 2. Deneme yemlerinin formülasyonu	24
Çizelge 3. Çalışmada kullanılan doğal zeolitin (klinoptilolit) kimyasal kompozisyonu	25
Çizelge 4. Denemede kullanılan yemlerin besin kompozisyonu	25
Çizelge 5. Denemede kullanılan yem hammadelerinin besin kompozisyonu	25
Çizelge 6. Deneme sonunda grupların büyüme ve yem değerlendirme değerleri	33
Çizelge 7. Deneme sonunda grupların bazı biyokimyasal kan değerleri.....	40
Çizelge 8. Bazı çalışmalardaki gökkuşuğu alabalığı kontrol grubu kan değerleri	49

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1. Dünya’da 1998-2007 yılları arasındaki salmonid yetiştiriciliği	1
Şekil 2. Kayaç kütlesi halinde doğal zeolit	3
Şekil 3. Toz halinde doğal zeolit	4
Şekil 4. Zeolit yapısı	5
Şekil 5. Zeolitlerin adsorpsiyon özelliğinin temsili şekli.	6
Şekil 6. Zeolitlerin iyon değişimlerini gösteren temsili şekil	7
Şekil 7. Ülkemizde bulunan zeolit yatakları	9
Şekil 8. Deneme sistemi	27
Şekil 9. Deneme gruplarının çalışma sonundaki son vücut ağırlıkları	34
Şekil 10. Deneme gruplarının çalışma sonundaki ağırlık kazanımları.	35
Şekil 11. Deneme gruplarının çalışma sonundaki spesifik büyüme oranı	36
Şekil 12. Deneme gruplarının çalışma sonundaki balık başına günlük yem alımı.	36
Şekil 13. Deneme gruplarının çalışma sonundaki tank başına yem alım miktarı.	37
Şekil 14. Deneme gruplarının çalışma sonundaki yem dönüşüm oranları	38
Şekil 15. Deneme gruplarının çalışma sonundaki protein verimlilik oranları	38
Şekil 16. Deneme gruplarının 6 saat sonunda toplam amonyak boşaltım miktarları	39

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Haluk TEKEŞOĞLU

Doğum Yeri : Bornova - İZMİR

Doğum Tarihi : 31. 05. 1980

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi

Yuksek Lisans Öğrenimi : Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

a) Yayınlar - SCI - Diğer

Ergün S., Güroy D., Tekeşoğlu H., Güroy B., Çelik İ. ve Tekinay A.A., Optimum dietary protein level for Blue streak hap, *Labidochromis caeruleus*. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences (In press).

Ergün S., Tekeşoğlu H. Ve Yiğit M., (2008). Effects Of Dietary Natural Zeolite Levels On Ammonia Excretion Rates In Young Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Volume 17-No 2., pp 245 – 248, Fresenius Environmental Bulletin.

Tekeşoğlu H. ve Ergün S., (2006). Doğal Zeolitlerin Akuakültürde Kullanımı, Aquaculture and Fisheries, Haziran 2006, Fuar Özel Sayısı.

b) Bildiriler - Uluslararası -Ulusal

Tekeşoğlu H. ve Ergün S., (2009). Gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) Yeminde Zeolit Kullanımının Büyüme ve Yem Değerlendirme Üzerine Etkisi, XV. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 1 - 4 Temmuz 2009, Rize.

Ergün S., Güroy D., Tekeşoğlu H., Güroy B., Çelik İ. ve Tekinay A.A., (2007). Optimum dietary protein level for blue streak hap, *Labidochromis caeruleus*, European Aquaculture 08 "Resource Management", September 15–18, Krakow, Poland.

Cirik Ş., Çelik İ., Tekeşoğlu H., Tekinay A.A. ve Yılmaz H., (2007). Culture of *Spongia officinalis* spp. on Suspended Ropes off in the Dardanelles, Aquaculture Europe (The annual meeting of European Aquaculture Society), 24-27 October 2007, İstanbul.

Cirik Ş., Çelik İ., Tekeşoğlu H., Tekinay A. A. ve Yılmaz H., 2007.Çanakkale Boğazı'nda Sünger Yetiştirme Çalışmaları. XIV. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu. 4-7 Eylül, 2007. Muğla.

c) Katıldığı Projeler

2008/56 Nolu BAP PROJESİ (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Bilimsel Araştırmalar Projesi): “Ekonomik Öneme Sahip İç Su Bitkileri Üretim Tekniklerinin Geliştirilmesi.”

2006/46 Nolu BAP PROJESİ (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Bilimsel Araştırmalar Projesi) “Gökkuşadı alabalığı *Onchorhyncus mykiss*, Walbaum 1792) Yemlerinde Zeolitlerin Kullanılması Üzerine Bir Araştırma.”

105Y069 Nolu TUBİTAK PROJESİ Çanakkale Boğazı'nda Bulunan Bazı Sünger Türlerinin Kültürü ve Deniz Akvaryumlarında Kullanımı.

2005/81 Nolu BAP PROJESİ (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Bilimsel Araştırmalar Projesi) “Farklı yağ düzeylerinde alg unu içeren yemlerle beslenen tilapya balıklarının (*Oerochromis niloticus*, Linnaeus, 1779) büyüme, yem kullanımı ve vücut kompozisyonu üzerine bir çalışma.”

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Şubat 2005 - Halen

İLETİŞİM

E-posta Adresi : htekesoglu@comu.edu.tr