

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

Durali DANABAŞ

**FARKLI ORANLARDAKİ ZEOLİT (Klinoptilolit)'İN BAZI SU
PARAMETRELERİ İLE GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*
WALBAUM, 1792)'NİN GELİŞİMİ VE VÜCUT KOMPOZİSYONUNA
ETKİLERİ**

SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2009

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI ORANLARDAKİ ZEOLİT (Klinoptilolit)'İN BAZI SU
PARAMETRELERİ İLE GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*
WALBAUM, 1792)'NİN GELİŞİMİ VE VÜCUT KOMPOZİSYONUNA
ETKİLERİ**

Durali DANABAŞ

DOKTORA TEZİ

SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

Bu Tez 19.01.2009 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği/
Öyçokluğu İle Kabul Edilmiştir.

İmza:.....

Yrd.Doç.Dr. Tülay ALTUN
DANIŞMAN

İmza:.....

Prof.Dr.Cahit ERDEM
ÜYE

İmza:.....

Doç.Dr. Yeşim ÖZOĞUL
ÜYE

İmza:.....

Yrd.Doç.Dr. Nazmi TEKELİOĞLU
ÜYE

İmza:.....

Yrd.Doç.Dr. A. Erdem DÖNMEZ
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda Hazırlanmıştır.

Kod No:

Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ
Enstitü Müdürü
İmza ve Mühür

Bu Çalışma Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Tarafından
Desteklenmiştir.

Proje No: SÜF.2006.D.5

NOT: Bu Tezde Kullanılan Özgün ve Başka Kaynaktan Yapılan Bildirişlerin, Çizelge, Şekil ve
Fotoğrafların Kaynak Gösterilmeden Kullanımı, 5846 Sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu'ndaki
Hükümlere Tabidir.

ÖZ

DOKTORA TEZİ

FARKLI ORANLARDAKİ ZEOLİT (Klinoptilolit)'İN BAZI SU
PARAMETRELERİ İLE GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*
WALBAUM, 1792)'NİN GELİŞİMİ VE VÜCUT KOMPOZİSYONUNA
ETKİLERİ

Durali DANABAŞ

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Tülay ALTUN

Yıl: 2009, Sayfa: 82

Jüri: Yrd. Doç. Dr. Tülay ALTUN

Prof. Dr. Cahit ERDEM

Doç. Dr. Yeşim ÖZOĞUL

Yrd. Doç. Dr. Nazmi TEKELİOĞLU

Yrd. Doç. Dr. A. Erdem DÖNMEZ

Bu çalışmada, zeolit (klinoptilolit), gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nin (20,8984±0,564 g ve 12,8263±0,122 cm), havuz suyuna (Deney 1) (0 (Kontrol), 1, 2 ve 3 g/l oranlarında) ve yemine (Deney 2) (% 0 (Kontrol), 1, 2 ve 3 oranlarında) uygulanmıştır. Çalışma 100 gün sürdürülmüş olup, klinoptilolit, Deney 1'de bazı su parametreleri ile balık gelişimi; Deney 2'de ise balık gelişimi ile vücut kompozisyonuna etkileri incelenmiştir.

Deneme sonunda, Deney 1'de, havuz suyuna uygulanan klinoptilolit oranlarının su ve büyüme parametrelerini etkilemediği belirlenmiştir (P>0.05).

Deney 2'de ise, yeme katılan klinoptilolit, canlı ağırlık, total boy, günlük canlı ağırlık artışı, spesifik büyüme oranı, yaşama oranı, ham protein, kuru madde ve ham kül değerlerini arttırmış olup (P<0.05); yem dönüşüm oranı ve viserosomatik indeksi azaltmıştır (P<0.05); ancak, kondisyon faktörü, hepatosomatik indeks, gonadosomatik indeks ve lipid değerlerini etkilememiştir (P>0.05).

Elde edilen bu sonuçlara göre, bu büyüklükteki gökkuşağı alabalığı yavru yemlerine % 1 oranında klinoptilolit eklenmesinin yararlı olduğu görüşüne varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Klinoptilolit, *Oncorhynchus mykiss*, su parametreleri, büyüme parametreleri, vücut kompozisyonu

ABSTRACT

PHd THESIS

EFFECTS OF DIFFERENT RATES OF ZEOLITE (Clinoptilolite) ON SOME WATER PARAMETERS AND GROWTH AND BODY COMPOSITION OF RAINBOW TROUT (<i>Oncorhynchus mykiss</i> WALBAUM, 1792)
--

Durali DANABAŞ

**DEPARTMENT OF FISHERIES
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF ÇUKUROVA**

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Tülay ALTUN

Year: 2009, Pages: 82

Jury: Asst. Prof. Dr. Tülay ALTUN

Prof. Dr. Cahit ERDEM

Assoc. Prof. Dr. Yeşim ÖZOĞUL

Asst. Prof. Dr. Nazmi TEKELİOĞLU

Asst. Prof. Dr. A. Erdem DÖNMEZ

In this study, zeolite (clinoptilolite) was applied into pond water (Trial 1) (at the rates of 0 (Control), 1, 2 and 3 g/l) and feed (Trial 2) (at the rates of % 0 (Control), 1, 2 and 3) of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) (20.8984±0.564 g and 12.8263±0.122 cm). Both trials were carried out in 100 days. In Trial 1, effects of clinoptilolite on some water parameters and growth of fish were investigated. In Trial 2, growth and body composition of fish were investigated.

At the end of study, it was determined that clinoptilolite added into pond water was not effective on the values of water parameters and fish growth in Trial 1 (P>0.05).

Clinoptilolite in feed (Trial 2) increased fish's mean body weight, total length, daily growth rate, specific growth rate, survival rate, crude protein, dry matter and crude ash (P<0.05), but decreased food conversion rate and vicerosomatic index (P<0.05). No effect was found on condition factor, hepatosomatic index, gonadosomatic index and lipid (P>0.05) values of the fish.

As a result, it is recommended to be added % 1 dosage of clinoptilolite into feed of rainbow trout fries.

Key Words: Clinoptilolite, *Oncorhynchus mykiss*, water parameters, growth parameters, body composition

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezimin planlanmasında ve yürütülmesinde tecrübe ve katkılarını esirgemeyen danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Tülay Altun'a, kimyasal analizlerin yapılmasında ve laboratuvar kullanımında izin, bilgi ve yardımlarını benden esirgemeyen hocalarım; Ç.Ü. Su Ürünleri Fakültesi Avlama ve İşleme Bölümü Öğretim Üyeleri Sayın Doç. Dr. Fatih Özoğul ve Doç. Dr. Yeşim Özoğul'a, su analizlerinin yapılmasında bilgi ve yardımlarını esirgemeyen hocam; Ç.Ü. Su Ür. Fak. Temel Bilimler Bölümü Öğretim Üyesi Sayın Doç. Dr. Fatma Çevik'e, kaynak temini hususunda yardımını esirgemeyen Ankara Üni. Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. A.Umran Doğan'a, Süleyman Demirel Üni. Eğirdir Su Ür. Fak. Araş. Gör. Sayın N. Özgür Aybal'a ve arkadaşım Su Ürünleri Mühendisi Elif Kuzu'ya, gerekli olan klinoptiloliti bana gönderen Enli Madencilik Sanayi ve Ticaret A.Ş. (İzmir, Türkiye)'ye ve bu işlemler esnasında yardımcı olan Maden Mühendisi Sayın Serpil Özaydın'a, balık temininde yardımcı olan Su Ürünleri Mühendisi Mustafa Öz'e, kimyasal analizler ve su analizleri esnasında yardımcı olan Ç.Ü. Su Ür. Fak. Araştırma Görevlileri; Sayın Esmeray Boğa ve Barış Derici ile tüm stajyer arkadaşlara, denemenin kurulması, havuz, yem gibi materyallerin hazırlanması aşamalarında ve tüm örnekleme dönemlerinde yardımcı olan arkadaşlarım; Su Ürünleri Mühendisleri Hamdi Bozova, Gökhan Güney, Niğmet Çeroğlu ve Selma Güçlü ile Osman Kozan, Özgür Karaca, Burak Kutlu, Mustafa Aydın, Mehmet Bahadırılı'ya, yazım aşamasında yardımlarını ve manevi desteğini hiç esirgemeyen arkadaşım Seval Yılmaz'a ve tüm Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Balık Üretim ve Araştırma İstasyonu (BÜAİ) personeline teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Ayrıca, öğrenim hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini hiç esirgemeyen başta babam; Durali Danabaş olmak üzere tüm aile bireylerime sonsuz teşekkürlerimi sunmam benim için bir borçtur.

İÇİNDEKİLER

SAYFA NO

ÖZ.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VII
GRAFİKLER DİZİNİ.....	VIII
RESİMLER DİZİNİ.....	IX
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Zeolit Tanımı.....	1
1.2. Kullanım Alanları.....	5
1.2.1. Kirlilik Kontrolünde Kullanımı.....	5
1.2.1.1. Toprak Kirliliği Kontrolü.....	5
1.2.1.2. Hava Kirliliği Kontrolü.....	6
1.2.1.3. Su Kirliliği ve Atık Su Kontrolü.....	6
1.2.2. Tarım ve Hayvancılıkta Kullanımı.....	7
1.2.3. Akuakültürde Kullanımı.....	8
1.3. Çalışmanın Amacı.....	9
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	10
2.1. Değişik Su Parametrelerine Etkileri.....	10
2.2. Kültüre Alınan Diğer Canlıların Üretimi ve Farklı Alanlarda Kullanımları.....	15
2.3. Akuakültürde Yem Katkı Maddesi Olarak Kullanımları.....	22
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	25
3.1. Materyal.....	25
3.2. Yöntem.....	29
3.2.1. Deney 1.....	29
3.2.1.1. Denemenin Yürütülmesi.....	29
3.2.1.2. Su Parametre Analizleri.....	31
3.2.1.2.(1) Amonyum (NH ₄ ⁺) Analizi.....	31

3.2.1.2.(2) Nitrit – Nitrat Azotu ((NO ₂ ⁻ + NO ₃ ⁻) - N)	
Analizi.....	31
3.2.1.3. Büyüme Parametreleri.....	32
3.2.2. Deney 2.....	33
3.2.2.1. Denemenin Yürütülmesi.....	33
3.2.2.2. Büyüme Parametreleri.....	35
3.2.2.3. Balık Vücut Kompozisyonu Analizleri.....	35
3.2.2.3.(1) Ham Protein Analizi.....	35
3.2.2.3.(2) Kuru Madde Analizi.....	36
3.2.2.3.(3) Ham Kül Analizi.....	36
3.2.2.3.(4) Lipid Analizi.....	37
3.2.3. İstatistiksel Analizler.....	38
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	39
4.1. Deney 1.....	39
4.1.1. Su Sıcaklığı.....	39
4.1.2. Su Parametreleri.....	39
4.1.2.1. Çözünmüş Oksijen ve pH.....	39
4.1.2.2. Amonyum.....	40
4.1.2.3. Nitrit – Nitrat.....	42
4.1.3. Büyüme Parametreleri.....	45
4.1.3.1. Ağırlık ve Boyca Büyüme.....	45
4.1.3.2. Günlük Canlı Ağırlık Artışı.....	47
4.1.3.3. Yem Dönüşüm Oranı.....	48
4.1.3.4. Spesifik Büyüme Oranı.....	50
4.1.3.5. Kondisyon Faktörü.....	50
4.1.3.6. Yaşama Oranı.....	51
4.1.3.7. Hepatosomatik İndeks.....	52
4.1.3.8. Gonadosomatik İndeks.....	52
4.1.3.9. Viserosomatik İndeks.....	52
4.2. Deney 2.....	53
4.2.1. Su Sıcaklığı, Çözünmüş Oksijen ve pH.....	52

4.2.2. Büyüme Parametreleri.....	54
4.2.2.1. Ağırlık ve Boyca Büyüme.....	54
4.2.2.2. Günlük Canlı Ağırlık Artışı.....	57
4.2.2.3. Yem Dönüşüm Oranı.....	59
4.2.2.4. Spesifik Büyüme Oranı.....	60
4.2.2.5. Kondisyon Faktörü.....	60
4.2.2.6. Yaşama Oranı.....	61
4.2.2.7. Hepatosomatik İndeks.....	62
4.2.2.8. Gonadosomatik İndeks.....	62
4.2.2.9. Viserosomatik İndeks.....	62
4.2.3. Balık Vücut Kompozisyonu.....	63
4.2.3.1. Ham Protein.....	64
4.2.3.2. Kuru Madde.....	66
4.2.3.3. Ham Kül.....	67
4.2.3.4. Lipid.....	67
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	69
KAYNAKLAR.....	71
ÖZGEÇMİŞ.....	82

Çizelge 1.1. Bazı Zeolit Türlerinin Formülleri ve Gözenek Boyutları (Chen ve ark., 1996; Aybal, 2001).....	3
Çizelge 3.1. Balıkların Beslenmesinde Kullanılan Alabalık Yeminin Temel Besin Değerleri.....	28
Çizelge 3.2. Deneme Grupları ile Kullanılan Klinoptilolit Oranları ve Ortalama Boyutu.....	30
Çizelge 3.3. Deneme Grupları ile Kullanılan Klinoptilolit Oranları ve Boyutu.....	34
Çizelge 4.1. Grupların Dönemlere Göre Amonyum Ortalamaları (mg/l).....	41
Çizelge 4.2. Grupların Dönemlere Göre Nitrit Ortalamaları (mg/l).....	43
Çizelge 4.3. Grupların Dönemlere Göre Nitrat Ortalamaları (mg/l).....	44
Çizelge 4.4. Örnekleme Dönemlerine Göre Grupların Canlı Ağırlık Ortalamaları (g).....	45
Çizelge 4.5. Örnekleme Dönemlerine Göre Grupların Total Boy Ortalamaları (cm).....	45
Çizelge 4.6. Deney 1’de Gruplara Göre Elde Edilen Büyüme Parametreleri Ortalamaları.....	49
Çizelge 4.7. Örnekleme Dönemleri ve Gruplara Göre Balıkların Canlı Ağırlık Ortalamaları (g).....	54
Çizelge 4.8. Örnekleme Dönemleri ve Gruplara Göre Balıkların Total Boy Ortalamaları (cm).....	55
Çizelge 4.9. Deney 2’de Gruplara Göre Elde Edilen Büyüme Parametreleri Ortalamaları.....	58
Çizelge 4.10. Gruplara Göre Balık Vücut Kompozisyonu (Ham Protein, Kuru Madde, Ham Kül ve Lipid) Ortalamaları.....	66

Grafik 1.1. Klinoptilolitin Moleküler Elek Yapısı (a) ve Bir Maddeyi Absorblaması (b) (Leung, 2004).....	4
Grafik 4.1. Dönemlere Göre Grupların Amonyum Ortalamaları (mg/l).....	42
Grafik 4.2. Dönemlere Göre Grupların Nitrit Ortalamaları (mg/l).....	43
Grafik 4.3. Dönemlere Göre Grupların Nitrat Ortalamaları (mg/l).....	44
Grafik 4.4. Örneklemeye Dönemlerine Göre Grupların Canlı Ağırlık Ortalamaları (g).....	46
Grafik 4.5. Örneklemeye Dönemlerine Göre Grupların Total Boy Ortalamaları (cm).....	46
Grafik 4.6. Grupların Günlük Canlı Ağırlık Artışı, Yem Dönüşüm Oranı ve Spesifik Büyüme Oranı Ortalamaları.....	49
Grafik 4.7. Grupların Kondisyon Faktörü, Hepatosomatik İndeksi, Gonadosomatik İndeksi ve Viserosomatik İndeksi Ortalamaları..	51
Grafik 4.8. Örneklemeye Dönemlerine Göre Grupların Canlı Ağırlık Ortalamaları (g).....	55
Grafik 4.9. Örneklemeye Dönemlerine Göre Grupların Total Boy Ortalamaları (cm).....	56
Grafik 4.10. Grupların Günlük Canlı Ağırlık Artışı, Yem Dönüşüm Oranı ve Spesifik Büyüme Oranı Ortalamaları.....	59
Grafik 4.11. Grupların Kondisyon Faktörü, Hepatosomatik İndeksi, Gonadosomatik İndeksi ve Viserosomatik İndeksi Ortalamaları..	61
Grafik 4.12. Gruplara Göre Deneme Başı ve Sonu Balık Vücut Kompozisyonu.....	64
Grafik 4.13. Grupların Ham Protein, Kuru Madde, Ham Kül ve Lipid Ortalamaları.....	66

RESİMLER DİZİNİ

SAYFA NO

Resim 3.1. Gökkuşığı Alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)'nın Genel Görünüşü..	26
Resim 3.2. Deney 1'de Kullanılan Havuzların Genel Görünüşü.....	26
Resim 3.3. Deney 2'de Kullanılan Havuzların Genel Görünüşü.....	27
Resim 3.4. (a); 3-7 mm ve (b); 100 µm Tanecik Büyüklüğündeki Klinoptilolitin Genel Görünüşü.....	28

1. GİRİŞ

Balık yetiştiriciliğinin önem kazanmasıyla birlikte, su kalitesi ve balığın büyüme performansı ile yumurta kalitesi ve hastalıklara karşı direncinin artırılması konularında daha çok çalışma yapılması gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Buradan hareketle, son zamanlarda çeşitli alanlarda yapılmış olan çalışmalara bakıldığında, günümüz endüstrisinin vazgeçilmez maddeleri arasında bulunan ve aslında geçtiğimiz yüzyıldaki endüstriyel gereksinimleri karşılama düşüncesiyle üzerinde yoğun araştırmaların başlatılıp olumlu sonuçların alındığı bir hammadde grubu olan zeolitin, özellikle çevresel kirlilik ve arıtım ile bitkisel ve hayvansal üretimde kullanımı çalışmaları dikkat çekmektedir.

Özellikle bitkisel ve hayvansal üretimde kullanımı temel alınarak su ürünleri yetiştiriciliğindeki etkileri henüz araştırıldığı için, çalışmanın bu bölüm başlığı altında, zeolitin ne olduğu, nerelerde bulunduğu, oluşumları ve özelliklerini içeren tanımı ile kullanım alanlarının öncelikli olarak belirtilmesi uygun görülmüş, daha sonra da, çalışmanın amacına yer verilmesi düşünülmüştür.

1.1. Zeolit Tanımı

Zeolit, ilk kez 1756 yılında mineral grubu olarak tanımlanmıştır. Zeolit türlerinin kristal yapılarının çözümlenmesi 1930'lu yıllara dayanmaktadır. Önceleri zeolitin doğada oldukça az miktarda bulunduğu yönünde tahminler yapılmıştır. Bunun bir sonucu olarak, 1948'de Birleşmiş Karpit Anonim Şirketi (Union Carbide Corporation)'nin başlattığı ilk araştırmalar olumlu sonuçlar vermiş ve böylece, yapay zeolitler üretilmeye başlanmıştır.

Günümüzde 150'yi aşkın zeolit yapısı sınıflandırılmıştır. Bunların 40'ı doğal; geriye kalanı ise yapaydır. Analsim, kabazit, klinoptilolit, erionit, ferrierit, heulandit, laumontit, mordenit ve fillipsit yaygın olarak bulunan doğal zeolit türleridir. Zeolit A, X, Y ve ZMS-5 ise yaygın olarak üretilen yapay zeolit türleri arasındadırlar (Virta, 1998; Anonymous I, 2002; Alp, 2005; Tepe ve ark., 2005; Anonymous II, 2006).

Zaman içerisinde yapay üretimin pahalı olduğunun görülmesi nedeniyle, doğal yatakların aranması çalışmaları hızlandırılmıştır (Aybal, 2001). Sonuçta, önemli miktarlarda zeolit içeren yataklar tespit edilmiştir.

Günümüzde dünyada zeolit üretiminde ilk sırayı, 61000 ton ile Japonya almaktadır. Türkiye’de milyarlarca tonluk zeolit varlığı ortaya konmuş olup, Ankara – Polatlı – Mülk – Oğlakçı Bölgesi ile Bigadiç, Şaphane, Gediz, Emet, Gördes Bölgeleri’ndeki yataklarda yoğun olarak bulunduğu tespit edilmiştir. Bu yataklardan sadece Ankara – Polatlı Bölgesi’nde yer alan yatakta, analsim ve klinoptilolit türü zeolite birlikte rastlanmaktadır. Doğantepe Bölgesi’nde klinoptilolite ek olarak mordenit türü zeolite de rastlanmaktadır (Sarioglu, 2005). Diğer yataklarda ise sadece klinoptilolit bulunduğu bildirilmiştir (Aybal, 2001; Sarioglu, 2005).

İlk yapılan denemelerde, ülkemizde bulunan zeolit minerallerinin birçok alanda kullanılabilir özellikte oldukları saptanmıştır. Ancak, gereken ilginin tam olarak gösterilememiş olmasından dolayı, bunlardan yeterli fayda sağlanamamıştır (Aybal, 2001).

Isıtıldığında patlayarak dağılması nedeniyle “kaynayan taş” olarak da bilinen zeolit, kimyasal olarak alkali ve toprak alkali metallerin kristal yapıya sahip sulu aluminosilikatları olup, çerçeve silikatlar grubundadır.

Zeolit minerallerinin çoğunun oluşmasına en uygun alümino silikatlar, volkanik camlardır. Bunun dışında kil mineralleri, feldispatlar, feldispatoitler ve alüminyum-silisyum (Al-Si) jelleri de uygun koşullarda zeolit minerallerine dönüşebilir.

Genel olarak zeolit minerallerinin karasal ortamlarda, tatlı ve tuzlu suya sahip açık veya kapalı göllerle, acı suya sahip göllerde, termal su kaynaklarında ve kıyısal veya derin denizlerde biriken volkanik malzemenin ortam suyu ile kimyasal tepkimesi sonucu oluştuğu bildirilmektedir.

Zeolit türleri, iskelet yapısındaki Si/Al oranları ile katyon türü ve miktarlarındaki değişikliklere rağmen, “(M⁺, M⁺²) O.Al₂O₃.9SiO₂.nH₂O” genel formülüyle tanımlanmaktadır (Çizelge 1.1). Burada M⁺, bir alkali katyon ve genellikle Na⁺ veya K⁺, nadiren de Li⁺; M⁺² ise bir toprak alkali katyondur ve

genellikle Mg^{+2} , Ca^{+2} , Fe^{+2} , nadiren de Ba^{+2} , Sr^{+2} , dur (Virta, 1998; Aybal, 2001; Leung, 2004; Alp, 2005; Anonymous II, 2006; Anonymous III, 2006).

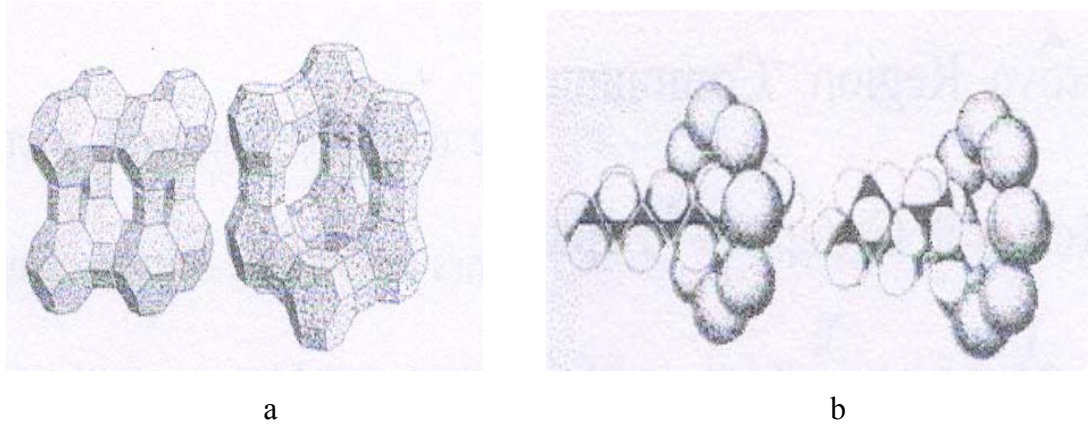
Herhangi bir zeolit kristalinin en küçük yapı birimi SiO_4 ve AlO_4 tetraederleridir. Bunların oluşturduğu birincil yapı ünitelerinin birleşmesi ile tek ve çift halkalı ikincil yapı üniteleri meydana gelir. Bunların da üç boyutta, farklı şekillerde dizilmesi sonucunda ise mikro gözeneklere sahip zeolit iskeleti ortaya çıkmaktadır. Bu mikro gözenekler, mikropencerelerle birleşip, bir, iki veya üç boyutlu boşluk sistemlerini veya kanallarını oluşturmaktadırlar (Aybal, 2001; Alp, 2005).

Çizelge 1.1. Bazı Zeolit Türlerinin Formülleri ve Gözenek Boyutları (Chen ve ark., 1996; Aybal, 2001)

Zeolit Türü	Kimyasal Formülü	Gözenek Boyutu
Analsim	$Na_{16} / (AlO_2)_{16} (SiO_2)_{32} \cdot 16 H_2O$	0,26 nm
Erionit	$(Ca, Mg, K_2, Na_2)_{4,5} / (AlO_2)_9 (SiO_2)_{27} \cdot 27 H_2O$	0,4 x 0,5 nm
Ferrierit	$(K, Na)_2 (Ca, Mg)_2 / Al_6 Si_{30} O_{72} \cdot 18 H_2O$	4,2x5,4 Å°
Şabazit	$Ca_2 / (AlO_2)_4 (SiO_2)_8 \cdot 18 H_2O$	0,37 x 0,42 nm
Klinoptilolit	$Na_6 / (AlO_2)_6 (SiO_2)_{30} \cdot 24 H_2O$	4,4x7,2-4,1x4,7 Å°
Leumontit	$Ca_4 Al_8 Si_{16} O_{48} \cdot 16 H_2O$	4,0x5,3 Å°
Mordenit	$Na_8 / (AlO_2)_{16} (SiO_2)_{40} \cdot 24 H_2O$	0,67x0,7-0,29x0,57 nm
Netrolit	$Na_{16} / (AlO_2)_{16} (SiO_2)_{40} \cdot 16 H_2O$	0,26x0,39 nm
Fillipsit	$(K, Na)_{10} / (AlO_2)_{10} (SiO_2)_{22} \cdot 20 H_2O$	0,42x0,44 nm
Stilbit	$Ca_4 / (AlO_2)_8 (SiO_2)_{28} \cdot 28 H_2O$	0,41x0,62-0,4x0,72 nm
Tompsonit	$Na_4 Ca_8 / (AlO_2)_{20} (SiO_2)_{20} \cdot 24 H_2O$	0,26x0,39 nm

Oluşan boşluk hacmi, toplam hacmin genellikle % 20-50'si arasında değişmektedir. Zeolit minerallerinin en önemli özelliklerinden birisi; içerdiği boşluk ve kanalların genişliğine ve ayrıca, buldukları ortamlardaki sıvı ve gaz molekülleri ile toprak alkali iyonların boyutlarına göre, onları, kendi bünyelerine seçici-geçirgenlikle kolaylıkla alıp vermeleridir. Böylece, sözü edilen moleküller, zeolit ve çevre arasında yer değiştirebilmektedirler.

Bu özelliklerinin bir sonucu olarak, “moleküler elek” görevi yaptığı ifade edilen zeolit, genellikle, ticari adsorbant ve absorbant olarak kullanılmaktadır (Mumpton, 1999; Aybal, 2001; Leung, 2004; Alp, 2005; Anonymous II, 2006; Anonymous III, 2006). Grafik 1.1’de, bir zeolit türü olan klinoptilolitin moleküler elek yapısı ve bir maddeyi absorblaması şematik olarak verilmiştir.



Grafik 1.1. Klinoptilolitin Moleküler Elek Yapısı (a) ve Bir Maddeyi Absorblaması (b) (Leung, 2004).

Zeolit minerallerinin önemli özelliklerinden bir diğeri, içindeki boşluklarda su moleküllerinin bulunmasıdır (Ataman, 1977). Bu boşluklarda Na^+ , Ca^{++} , K^+ iyonları, var olan su molekülleri ile çevrilirler ve su molekülleri zayıf bağlar ile hem artı yüklü kationlara, hem de silikatlara bağlanırlar. Genellikle Ca^{++} içeren zeolitler, diğerlerinden daha fazla su içerirler. Bu nedenle, şabazit, heulandit ve stilbit adlı zeolit türlerinin içerdiği su moleküllerinin fazlalığı içerdikleri Ca^{++} ’a bağlıdır.

Zeolit mineralleri 100 – 350 °C’ye kadar ısıtıldığı zaman, yapısında bulunan su molekülleri, zeolitin genel iskelet yapısında herhangi bir değişiklik yapmaksızın, birçok mineralde görüldüğünün tersine, kesikli olarak değil, sürekli olarak yapıdan ayrılırlar.

Zeolit mineralleri su moleküllerini muntazam bir şekilde ortama verdikleri gibi, geri de alabilirler. Zeolitten su moleküllerinin uzaklaşması sırasında, kationlardan bazıları da, elektrik yük dengesinin de etkisiyle, dışarıya atılabilmektedirler. Zeolitin yapısında ne kadar az kation bulunursa, iyon değiştirme kapasitesi de o oranda artar.

Tutulan katyonların moleküler boyutları, kanal genişliğini büyük ölçüde etkiler. Ancak, su moleküllerinin ve katyonlardan bazılarının ortama verilmesi, kanallardaki tıkanıklıkların giderilmesini sağlar. Örneğin, elektrik yükünün dengelenmesi için, bir Ca^{++} iyonu, iki Na^{+} iyonunun yerini alabilir. Sonuçta, zeolitin kanal genişliği artar. Zeolit Na^{+} 'un yerine, daha büyük yarıçaplı K^{+} 'u alırsa, kanal genişliği azalmış olur (Aktürk ve ark., 1978; Yücel ve Çulfaz, 1984; Sariiz ve Nuhoğlu, 1992; Aybal, 2001; Alp, 2005).

1.2. Kullanım Alanları

Günümüzde değişik zeolit türleri kağıt, deterjan, inşaat ve sağlık sektörleri ile madencilik ve metalurjiye ek olarak, yolların buzlanmasının önlenmesi, bitkisel ve hayvansal üretim, meyve ve sebzelerin depolanması ve nakli, kirlilik kontrolü ve akuakültür gibi bir dizi alanda kullanılmaktadırlar (Aybal, 2001; Kibaroglu, 2008).

Ancak burada zeolitin, su ürünlerinin mevcut durumunu doğrudan veya dolaylı olarak etkileyen kirlilik kontrolünde kullanımıyla, akuakültür uygulamaları için bir bakış açısı oluşturabileceği düşüncesinden hareketle, tarım ve hayvancılıktaki genel kullanımına ve de son olarak, akuakültürde kullanımına yer verilecektir.

1.2.1. Kirlilik Kontrolünde Kullanımı

1.2.1.1. Toprak Kirliliği Kontrolü

Düzenli çöp depolama alanlarının zemin ve zemin stabilizasyonunun sağlanmasında betonit türü killerle klinoptilolit türü zeolitlerin birlikte kullanılmalarının olumlu etki yaptığı ve ayrıca, daha ince astar malzemesi ile zemin oluşturulabilmesine katkı sağladığı belirlenmiştir. Aynı zamanda zeolit, bu alanlardan sızabilecek sulardaki zararlı iyonları tutarak filtre görevi de yapmaktadır (Anonymous IV, 2005).

Ayrıca, zeolit mineralleri, nükleer santral atıklarında bulunan ve çevre sağlığı açısından tehlikeli olan Sr^{90} , Cs^{137} , Co^{60} , Ca^{45} gibi izotopları tutulabilmektedirler. Bu

şekilde, atık sulardan alınan radyoaktif maddeler, zeolit mineralleri ile birlikte gömülerek zararsız hale getirilmektedirler. Bu amaçla, asitlere karşı dayanıklı olmaları nedeniyle, klinoptilolit ve mordenit kullanılmaktadır (Bish ve ark., 2003; Alp, 2005; Anonymous IV, 2005; Anonymous II, 2006; Anonymous III, 2006; Anonymous V, 2006; Kibaroglu, 2008).

1.2.1.2. Hava Kirliliği Kontrolü

Zeolit minerallerinin adsorblama özelliğinden yararlanılarak oksijence zengin hava sağlanabilmektedir (Alp, 2005; Anonymous IV, 2005; Anonymous III, 2006; Anonymous VI, 2006; Kibaroglu, 2008). Ayrıca, hastanelerde % 60 saflıkta oksijen temininde, küçük birimlerde hava kirliliğinin azaltılmasıyla oksijen oranının artırılmasında (Aybal, 2001) ve petrol ve kömür kullanan tesislerin bacalarından çıkan gazların adsorblanmasında kullanılabilirler. Bu amaçla yapay zeolit mineralleri ile doğal zeolit minerallerinden daha çok mordenit, klinoptilolit, erionit ve şabazit kullanılmaktadır (Alp, 2005; Anonymous IV, 2005; Anonymous III, 2006; Kibaroglu, 2008).

1.2.1.3. Su Kirliliği ve Atık Su Kontrolü

Zeolit mineralleri, yukarıda anlatılan özelliklerinden yararlanılarak, göl, gölet ve nehirlerdeki organik atıkların neden olduğu kirliliğin temizlenmesinde ve atık suların özellikle N bileşikleriyle ağır metallere arıtılmasında (Tarasevich ve ark., 1997; Mumpton, 1999; Aybal, 2001; Alp, 2005; Anonymous IV, 2005; Sarioglu, 2005; Anonymous III, 2006; Anonymous V, 2006; Anonymous VI, 2006; Sevgi ve ark., 2007; Kibaroglu, 2008; Zorpas ve ark., 2008; Wang ve ark., 2008; Sprynskyy, 2009); denizel ortamlarda su yüzeyindeki petrolün adsorblanmasında (Anonymous IV, 2005; Anonymous III, 2006); balık havuz sularının temizlenmesi ve oksijen oranının artırılması ile canlı balık naklinde oluşacak olası kirliliğin kontrolünde ve içme sularının sertliğinin giderilmesinde kullanılabilirler (Anonymous VII, 2000; Anonymous VIII, 2004; Hargreaves ve Tucker, 2004; Örgen ve İnanç, 2004;

Alp, 2005; Anonymous IV, 2005; Sarioglu, 2005; Anonymous II, 2006; Anonymous III, 2006; Anonymous V, 2006; Anonymous VI, 2006; Anonymous IX, 2006; Kibaroglu, 2008; Zorpas ve ark., 2008).

1.2.2. Tarım ve Hayvancılıkta Kullanımı

Zeolit minerallerinin tarım ve hayvancılıkta kullanım amaçları aşağıda özetlenmeye çalışılmıştır.

1. Gübre hazırlanması (Reháková ve ark., 2004; Alp, 2005; Kibaroglu, 2008),
2. Gübrelerin içeriğinin kontrol edilerek kötü kokularının giderilmesi (Reháková ve ark., 2004; Alp, 2005; Anonymous IV, 2005; Anonymous III, 2006; Anonymous V, 2006; Anonymous VI, 2006; Kibaroglu, 2008),
3. Zeolit minerallerinin bulunduğu ortamlardaki NH_4^+ u bağlayıp, bu bileşiğin bitkiler tarafından daha etkin kullanılmasını sağlayarak gübre tasarrufunun olanaklı kılınması (Alp, 2005; Kibaroglu, 2008; Zorpas ve ark., 2008),
4. Ortamdaki su moleküllerini absorblayabildiği için, gübrelerde depolama sırasında sertleşmeyi sağlayarak bozulmanın geciktirilmesi (Reháková ve ark., 2004; Alp, 2005),
5. Yüksek iyon değiştirme ve su moleküllerini bağlama özelliğinden dolayı, çoğunlukla kil bakımından fakir topraklarda, toprağın tarıma hazırlanması ve ıslahı (Dyer ve White, 1999),
6. Tarım arazilerinde fazla sulama nedeniyle bitkilerde oluşabilecek mantar hastalıklarının önlenmesi (Anonymous IV, 2005; Anonymous III, 2006; Anonymous V, 2006; Anonymous VI, 2006; Zorpas ve ark., 2008),
7. İyon değiştirme ve adsorblama kapasitelerinin yüksek olması nedeni ile tarımsal mücadelede pestisit kalıntılarının ortamdaki uzaklaştırılması (Anonymous IV, 2005; Anonymous II, 2006; Anonymous III, 2006; Anonymous VI, 2006),
8. Asitli topraklar ile volkanik toprakların pH değerlerinin yükseltilmesi (Anonymous IV, 2005; Glisic ve ark., 2008),

9. Hayvan yemlerinin peletlenmesinde, daha fazla buhar basıncı ve daha yüksek sıcaklığın kullanılmasına olanak sağlanarak, sürtünmenin azaltılması ve sonuçta, daha az enerji kullanımıyla üretimin artırılması (Anonymous VI, 2006),
10. İlk kez 1965 yılında Japonya’da yapılmış olan bir çalışma ile başlatılmış olduğu gibi büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı yemlerine katılarak, yetiştiricilik açısından önemli parametrelerden olan yem değerlendirme oranının düşürülmesi ve büyüme performansının artırılması (Aybal, 2001; Alp, 2005; Kibaroglu, 2008; Zorpas ve ark., 2008),
11. Kümes, ağıl ve ahır gibi hayvan barınaklarında yem ve dışkı kökenli atıklardan oluşan kirliliğin kontrolü ve hastalıkların önlenmesi (Elekoglu ve Yalcin, 2005; Tepe ve ark., 2005; Leung ve ark., 2007).

Yukarıda belirtilen amaçlar için genel olarak zeolitli tüfler, klinoptilolit ve mordenit türü zeolit mineralleri kullanılmaktadır (Mumpton, 1999;; Anonymous IV, 2005; Anonymous II, 2006; Anonymous III, 2006; Anonymous V, 2006; Anonymous VI, 2006).

1.2.3. Akuakültürde Kullanımı

Zeolit mineralleri akuakültür uygulamalarında temelde dört amaç için kullanılmaktadırlar. Bunlar;

1. Havuzlarda kirlilik kontrolünün sağlanması,
2. Kuluçka, balık nakil ve akvaryum suyundan azotlu bileşiklerin uzaklaştırılması,
3. Akvaryum ve balık naklinde ortam oksijeninin artırılması,
4. Yem katkı maddesi olarak kullanımıyla, balık büyüme parametre değerlerinin artırılması (Pond ve Mumpton, 1984; Watten ve English, 1985; Dryden ve Weatherley, 1989; Mumpton, 1999; Aybal, 2001; Peyghan ve Azary-Takamy, 2002; Anonymous VIII, 2004; Ravendra ve ark., 2004; Alp, 2005; Tepe ve ark., 2005; Anonymous X, 2006; Anonymous XI, 2006; Anonymous XII, 2006; Kaiser ve ark., 2006; Töre, 2006; Kanyılmaz, 2008).

1.3. Çalışmanın Amacı

Bu çalışma ile yukarıda birçok özelliğiyle tanıtılan klinoptilolit türü zeolitin, akuakültürel üretime olası etkilerinin belirlenmesi çalışmalarına katkı sağlanması düşünülmüştür.

Dolayısıyla, bu çalışmada özellikle büyükbaş ve küçükbaş hayvanlar ile kanatlıların beslemesinde olumsuz herhangi bir yan etkisinin olmadığı bilinen klinoptilolit (Pond ve Mumpton, 1984; Sanders ve ark., 1997; Balevi ve ark., 1998; Öztürk ve ark., 1998; Mumpton, 1999; Aybal, 2001; Papaioannou ve ark., 2002; Leung, 2004; Tepe ve ark., 2004; Katsoulos ve ark., 2005a ve b; Töre, 2006; Kanyılmaz, 2008), 2.143.000 ton/ yıl üretim miktarı ile dünya akuakültür üretiminde 3. sırada (FAO, 2006) ve 61.173 ton/yıl ile Türkiye’de 1. sırada (TÜİK, 2007) yer alan tatlısu balıklarından Salmonidae familyasına ait türlerden gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)’nın özellikle bazı üretim havuz suyu parametre değerlerine ve balık büyüme performansına olumlu katkı yapacağı hipotezinden hareket edilmiştir. Bu amaçla, klinoptilolit farklı oran ve uygulamalarının yukarıda bildirilen konulara ek olarak, balık vücut kompozisyonuna yapacağı etkilerinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Zeolit minerallerinin değişik su parametre değerlerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılmış olan çalışmalar nispeten fazla olmasına karşın, akuakültürde özellikle balık besleme alanında kullanımı konusundakiler oldukça yetersizdir.

Dolayısıyla bu bölümde, klinoptilolit'in değişik su parametrelerine etkileri konusunda gerçekleştirilen çalışmalara ek olarak, kültüre alınan diğer canlıların üretiminde kullanımları ve balık yetiştiriciliğinde yem katkı maddesi olarak kullanımları konularında ulaşılabilen tüm çalışmalara yer verilmiştir.

2.1. Değişik Su Parametrelerine Etkileri

Havuz suları ve atık sulardan azot bileşikleri ve ağır metallerin uzaklaştırılması klinoptilolit'in iyon değişimi özelliğinden yararlanılarak gerçekleştirilmektedir. Klinoptilolit'in, gerek yetiştiricilikte gerekse atık sularda kullanılmasıyla ilgili çalışmalar aşağıda verilmiştir.

Watten ve English (1985), resirküle yetiştiricilik sistemlerinde NH_3 'ün birikimini engellemek amacıyla klinoptilolit kullandıkları çalışmada, klinoptilolit'in, düşük pH değerinde (7,0) yükseğine (10,5) göre daha etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Berka (1989) tarafından bildirildiğine göre, Bower ve Turner (1982), yaptıkları çalışmada 40 mg/l oranına kadar uyguladıkları klinoptilolit'in bulunduğu ortamlarda NH_3 değerinin 0,017 mg/l'yi aşmadığını; buna karşın, klinoptilolit bulunmayan kaplardaki değerine 0,074 mg/l'ye kadar yükseldiğini saptamışlardır.

Dryden ve Weatherley (1989), tathısudaki resirküle sistemde kullanılan suda, bir iyon değişim materyali olarak klinoptilolit'in uygunluğunu inceledikleri çalışmada, NH_4^{+} 'ün iyon konsantrasyonunun balık besleme ile ilgili olduğunu; ortamda Ca^{++} iyonlarının bulunması durumunda, klinoptilolit'in iyon değişim kapasitesinin düştüğünü ve çoklu bir klinoptilolit döngüsü uygulaması ile bu kaybın telafi edilebileceğini bildirmişlerdir.

Jain (1999), yayın balıklarında (*Heteropneustes fossilis*) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 'in toksitesini ve klinoptilolit'in koruyucu etkisini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada,

20 mg/l (12 gün boyunca) ve 60 mg/l (35 gün boyunca) oranlarındaki $Pb(NO_3)_2$ 'ın balıktaki etkisini, 50 mg/l oranında klinoptilolit ekleyerek incelemiştir. Sonuçta, klinoptilolit eklenmeyen gruplarda, balıkların büyümesi, karaciğerlerindeki çözünebilir protein, glikojen ve ribonükleik asit (RNA) içeriğinde düşmeye karşın, kolesterol seviyelerinde artış tespit edilmiştir. Klinoptilolit eklenen grupta ise, tüm bulguların, Kontrol Grubuna daha yakın olduğu belirlenmiştir.

James ve ark. (2000), 2,14 mg/l Cu eklenmiş havuz suyundan Cu'nun uzaklaştırılması ve *Oreochromis mossambicus*'un gelişimine 5 farklı orandaki zeolitin (0, 0,5, 2, 4 ve 8 g zeolit / l) etkisini, 180 gün boyunca sürdürdükleri araştırmalarıyla incelemiştir. Çalışmada 0,5 g klinoptilolit eklenen grupta Cu'nun ortamdaki tamamen uzaklaştırılması 150 gün; 2, 4 ve 8 g eklenen diğer gruplarda ise 120 gün sürmüştür. Sonuçta 2 g klinoptilolit verilen grup, vücut dokularından Cu'nun birikiminin engellenmesinde, havuz suyundan ve vücut dokularından metalin uzaklaştırılmasında ve RNA:DNA (deoksiribonükleik asit) oranı ile protein miktarının geliştirilmesinde en yüksek değerleri vermiştir. Dolayısıyla ile, bu oran optimum oran olarak ifade edilmiştir.

Toprak ve Girgin (2000), HNO_3 , H_2SO_4 ve HCl kullanılarak asit aktivasyonu sağlanmış klinoptilolit, deri sanayi atık suyundaki Cr'un uzaklaştırılması çalışmasında kullanılan asitlerin uygunluk sırasının $HNO_3 > H_2SO_4 > HCl$ olduğunu; $Cr_2O_7^{2-}$ formundaki Cr'un, 1,35 pH değerinde adsorbe olduğunu ve 60 ve 120 dakikalık süreler sonunda, klinoptilolit, çözeltiden (Cr derişimi, 100 ppm ve klinoptilolit / Cr çözeltisi oranı, 1 mg / 2 ml) Cr adsorbsiyonu değerlerinin, sırasıyla, 0,061 mg/g ve 0,064 mg/g olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, yine aynı araştırmacılar, önceden belirlenmiş optimum koşullarda, özel bir dericilik firmasından temin edilen ve 3120 ppm Cr ihtiva eden atık suda yaptıkları çalışmada, HNO_3 ve H_2SO_4 ile aktive edilmiş olan klinoptilolit çözeltiden Cr adsorbsiyonu değerlerinin, sırasıyla, 0,624 mg/g ve 0,201 mg/g olduğunu belirlemişlerdir.

Çelik ve ark. (2001) atık sulardan NH_3 'ü uzaklaştırmak amacıyla doğal kil minerallerini kullandıkları çalışmanın sonuçlarına göre, NH_3 'ü, klinoptilolit % 95 – 99 oranında; sepiolitinin ise % 70 – 85 oranında uzaklaştırdığını tespit etmişlerdir. Ayrıca, farklı kolon reaktörlerinin kullanımında, iki materyal arasında önemli

farkların olduğunu bulmuşlardır. Bunun sebebinin ise, akışkan tip kolon reaktörlerinin bünyesinde bulunan klinoptilolitin, havadaki azotu ya da sudaki Na, Ca, Mg iyonlarını tutması sonucunda, NH₃ adsorbsiyonunun azalması olduğu bildirilmiştir.

Emadi ve ark. (2001), 0 ppt'den 30 ppt'ye kadar farklı tuzluluk değerlerinde klinoptilolit ve aktive edilmiş C'un, NH₃ absorblama değerlerini karşılaştırmak için yaptıkları çalışmalarında, 24 litrelik kovalara 1, 3 ve 5 ppm oranlarında "Toplam Amonyak Azotu (TAN)" ekleyerek, 4 saatten 24 saate kadar gözlemlemiştir. Deneme sonunda, iki materyalde de bir değişikliğin olmadığını ve 24 saat sonra, TAN konsantrasyonlarının eklenen oranlara göre sırasıyla, % 80,8, % 65,4 ve % 58,8 oranında düştüğünü tespit etmişlerdir. Ayrıca, bu araştırmacılar, canlı balık naklinde bakteriyal nitrifikasyona etkisini incelemişlerdir ve kapalı balık naklinde NH₃'ın azaltılması için, plastik torbalara nitrifikasyon bakterisi içeren bir substratın eklenmesi durumunda, zeolit eklenmesinin etkili olduğunu ve bunun pratik bir uygulama olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Türkman ve ark. (2001), 1 M NaCl çözeltisi ile aktive edilmiş 1,0-2,0 mm boyutundaki klinoptilolitin, endüstriyel atık sulardan Pb⁺² uzaklaştırma kapasitesini belirlemek için yaptıkları çalışmada, aktive edilmiş klinoptilolitin aktive edilmemiş göre, % 11 - 15 daha fazla bir arıtma verimi gösterdiğini ve maksimum arıtma veriminin ise, % 98 olduğunu belirlemişlerdir.

Peyghan ve Azary-Takamy (2002) tarafından yapılan çalışmada, sazan balıklarının bulunduğu havuzların suyuna, 150 mg/l NH₃ ve sırasıyla, 5, 8, 10, 15 ve 20 g/l klinoptilolit ilave edilmiştir. Deneme sonunda ilk üç uygulama grubunda (5, 8, 10 g/l) ölüm oranı sırasıyla, % 100, 80 ve 30 olarak tespit edilmiştir. Diğer iki grupta ise ölüm görülmemiştir. Deneme grupları ile Kontrol Grubu ölüm oranları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0,05). Ayrıca, balık kanının serum alanin aminotransferaz (ALT), alkalın fosfotaz (ALP), aspartat aminotransferaz (AST) ve laktat dehidrojenaz (LDH) düzeylerinde fark bulunamamış, kolesterol ve üre düzeylerinde ise, 15 ve 20 g/l klinoptilolit içeren gruplar ile Kontrol Grubu arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur

($P < 0,05$). Araştırmacılar tarafından, akut NH_3 toksitesinin önlenmesinde klinoptilolitin kullanılabileceği bildirilmiştir.

Örgev ve İnanç (2004), doğal zeolit filtresinden 10 kez geçirilen doğal kaynak suyunun sertlik, elektriksel iletkenlik ve pH parametrelerinde sağlanabilecek olan değişiklikleri incelenmişlerdir. Çalışma sonunda, elektriksel iletkenlik ve pH parametrelerinde, sırasıyla, % 2,40 ve 10,59 oranlarında; sertlik parametresinde ise, % 59,67 oranında olan çok önemli bir düşüş sağlandığını bildirmişlerdir.

Ravendra ve ark. (2004), Hindistan'da yaygın olarak üretilen 3 sazan türünün (*Catla catla*, *Labeo rohita* ve *Cirrhinus mrigala*) taşınması sırasında, taşıma suyuna farklı oranlarda zeolit (0, 7, 14, 21 ve 28 g/l), tris-buffer (0, 0,01, 0,02, 0,03 ve 0,04 M), 2-fenoksietanol (0, 0,09, 0,13, 0,18 ve 0,22 ml/l) ve oksiflov (0, 250, 500, 750 ve 1000 mg/l) ekleyerek 48 saat süre ile, bu maddelerin balıklardaki etkilerini incelemişlerdir. Her birisi 3 l tatlısu (pH, 7,4; çözülmüş oksijen, 5,4 mg/l ve NH_3 , 0,0012 mg/l) içeren plastik torbalara 1500 adet yavru (30,00±0,76 mm total boy (L) ve 410,00±7,66 mg canlı ağırlık (W)) konulmuş ve bakteriyel büyümeyi kontrol etmek için de, 20 mg/l neomisin sülfat eklenmiştir. Deneme sonunda, 7 g/l zeolit eklenen grupta % 100 yaşama oranı (YO) ile 0,052±0,0008 mg/l NH_3 oranı elde edilmiş ve taşıma torbalarına eklenen zeolit miktarının artması ile YO azalmış ve NH_3 oranı artmıştır. Bununla birlikte, 0,01 M tris-buffer eklenen grupta % 100 YO ve 0,0076±0,0003 mg/l NH_3 oranı elde edilmiş ve taşıma torbalarına eklenen tris-buffer miktarının artması ile NH_3 oranı artmış; diğer 3 grupta (0,02, 0,03 ve 0,04 M), tüm balıklar ölmüştür. Ayrıca, 0,09 ml/l 2-fenoksietanol eklenen grupta % 100 YO ve 0,186±0,0033 mg/l NH_3 oranı elde edilmiştir. Torbalara eklenen 2-fenoksietanol oranının artmasıyla birlikte YO'nun azalmasına karşın, NH_3 oranı değişmiş ve en düşük oran 3. gruptan (0,18 ml/l) elde edilmiştir. Son olarak da, 250 ile 500 mg/l oksiflov eklenen gruplarda % 100 YO ve 0,216±0,0033 mg/l NH_3 oranı elde edilmiş ve eklenen oksiflov oranının artmasıyla birlikte YO azalmış ve NH_3 oranı artmıştır. Belirtilen bu oranların, deneme sonrası yaşama oranlarını etkilemediği ve bu nedenle, taşıma esnasında güvenli bir şekilde kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Tepe ve ark. (2004) tarafından yapılan, 50 mg/l oranında havuz suyuna eklenen klinoptilolitin, orta derecedeki öldürücü $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ konsantrasyonlarına

maruz kalan sazan balıklarındaki koruyucu etkisinin araştırıldığı çalışmada, balıkların karaciğerlerindeki çözünebilir protein ve RNA içeriğinin azaldığı ve ayrıca, kan parametre değerlerinde de istatistiksel olarak önemli olan farkların olduğu tespit edilmiştir ($P < 0,05$). Deneme sonunda incelenen bazı kan parametreleri sonuçlarına göre, LDH ($1751,5 \pm 11,5$ mg/dl) ve kolesterol ($239,0 \pm 3,0$ mg/dl) en yüksek olarak $Pb(NO_3)_2$ eklenen grupta; en düşük olarak da klinoptilolit eklenen grupta (LDH, $1475,0 \pm 3,0$ mg/dl ve kolesterol, $171,5 \pm 2,5$ mg/dl) bulunmuştur. Ayrıca, deneme sonunda klinoptilolitin sazan balıklarının bulunduğu su ortamına uygulanmasıyla, balıkta Pb birikiminde ve bunun toksik etkilerinde bir azalma olduğu ve uygulamanın hiçbir ters etkiye yol açmadığı tespit edilmiştir.

Sarioglu (2005), doğal zeolitin (% 45 klinoptilolit, % 35 mordenit, % 15 feldispat ve % 5 kuartz), NH_4^+ iyonlarının (sudaki deneme başlangıç NH_4^+ oranı, 8,8 mg NH_4^+ - N/l) atık sulardan uzaklaştırılması için hem sürekli akış hem de parti halinde uygulamalarının incelendiği çalışmada, başlangıç NH_4^+ - N konsantrasyonunun 12 mg/l'ye yükselmesinin, NH_4^+ bağlama kapasitesinin de, 0,70 mg NH_4^+ - N/l'den 1,08 mg NH_4^+ - N/l'ye yükselttiğini bildirmiştir. Ayrıca, elde edilmiş olan en yüksek adsorpsiyon değerlerinin de, akış hızı 0,5 ml/dakida (0,87 mg NH_4^+ - N/g zeolit) ve pH 4 olduğunda elde edildiğini tespit etmiştir. Kullanılmış olan zeolitin, kation değişim kapasitesinin 164,62 milliequivalence (meq) olduğunu ve atık sulardan, NH_4^+ uzaklaştırmak için kullanılabileceğini bildirmiştir.

Tepe ve ark. (2005)'in bildirdiğine göre; Bills (1982) ile Chiayvareesajja ve Boyd (1993), zeolitin distile sudaki NH_4^+ solüsyonundan 9 mg NH_4^+ N/g adsorblayabildiğini ve zeolitin acı sularda yoğun konsantrasyonlardaki kasyonlar nedeniyle, NH_4^+ u ortamdan uzaklaştırmak için daha az etkili olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca, zeolit uygulamasının acı sularda, aşağıdaki miktarlarda NH_4^+ ü uzaklaştırabildiği bildirilmiştir; 4 ppt tuzlulukta 0,12 mg/g; 8 ppt tuzlulukta 0,10 mg/g; 16 ppt tuzlulukta 0,08 mg/g ve 32 ppt tuzlulukta 0,04 mg/g.

Ayrıca, aynı çalıştırıcı tarafından bildirildiğine göre, zeolit mineralleri, balık/karides göllerindeki NH_3 ve H_2SO_4 düzeylerini azaltmakta ve balık/karides büyüme oranlarında ve total biomasta artış sağlamaktadırlar. Bununla birlikte, zeolitin, Uzakdoğu Asya'daki karides havuzlarının yüzeyine, 200 kg/ha/ay oranında

serpilerek uygulandığı ve böylece halojen sülfid, CO₂ ve NH₄⁺'un ortamdan uzaklaştırılabildiği bildirilmiştir.

Berber-Mendoza ve ark. (2006) yaptıkları çalışma sonucunda, klinoptilolitin Cd⁺⁺ ve Pb⁺⁺ değişim kapasitesinin, sıcaklık arttıkça ve pH düştükçe arttığını bildirmişlerdir.

Kaiser ve ark. (2006), karanfil yağı ve klinoptiloliti (20 mg/l), *Haplochromis obliquidens*'in 48 saatlik nakli esnasında kullanmışlardır. Bu çalışmada NH₃ konsantrasyonunu, klinoptilolit kullanılmayan grupta, kullanılan gruba göre, % 360 oranında daha yüksek bulmuşlardır.

Zorpas ve ark. (2008), bir hacim arttırıcı ajan olarak klinoptiloliti kanalizasyon sularından ağır metallerin uzaklaştırılması için kullandıkları çalışmalarında, zeolitin ağır metallerin önemli bir yüzdesini uzaklaştıramadığını ve bunun da ağır metallerin bağımsız bir formda olmalarından dolayı olabileceğini bildirmişlerdir.

Juan ve ark. (2009), zeolitik materyallerin (toz ve granül), atık su uygulanmış bir bitkideki sıvı atıklar içerisinde NH₄⁺'un uzaklaştırılması için kullanımını inceledikleri çalışmalarında, toz materyal, atık sudan NH₄⁺'ün % 80'ini uzaklaştırmışken, granül materyal % 70'ini uzaklaştırmıştır.

Sprynskyy (2009), klinoptilolit ile doldurulmuş adsorbsiyon – difüzyon kolonunun olduğu bir katı – sıvı – katı çıkarım tekniği ile lağım sularından bazı ağır metallerin (Cr, Cu, Cd, Ni ve Pb) uzaklaştırılmasını çalışmıştır. Çalışma sonunda elde edilen bilgilere göre, kolona % 25 oranında zeolit eklenmesi halinde, Cd ve Pb'nin % 84'ü, Cr, Cu ve Ni'in ise, sırasıyla, % 66, 61 ve 50'sinin ortamdan uzaklaştırılabildiğini bildirmiştir.

2.2. Kültüre Alman Diğer Canlıların Üretimi ve Farklı Alanlarda Kullanımları

Klinoptilolit, inek gibi büyükbaş hayvanlarda, domuz gibi küçükbaş hayvanlarda, kanatlılarda, alg ve bazı bitkilerin yetiştirilmelerinde, mikotoksin tutulmasında ve insanlar üzerinde çeşitli şekillerde kullanılmıştır. Bu alanlardaki çalışmalar bu bölümde verilmiştir.

Shurson ve ark. (1984), farklı oranlardaki zeolit A, klinoptilolit ve ikisinin karışımlarını içeren yemlerle beslenen domuzları incelemiştir. Çalışma sonunda, önce zeolitsiz ve 6. haftadan sonra % 0,3 zeolit A ve % 0,5 klinoptilolit içeren yemlerle beslenen birinci gruptaki domuzların, ortalama günlük canlı ağırlık artışları (GCAA), ortalama günlük yem alımları (GYA) ve yem / canlı ağırlık artışı oranlarının (Y/CAA) rasyonlara zeolit eklenmesiyle etkilenmediği, metabolizma enerji kullanımlarının (EK) ise arttığı belirlenmiştir. Ayrıca, önce zeolitsiz ve 8 haftadan sonra % 1 zeolit A ve % 5 klinoptilolit içeren yemlerle beslenen ikinci gruptaki domuzlar için, Y/CAA'nın % 5 klinoptilolit içeren yemle beslenen domuzlarda artarken, GCAA, GYA ve EK'nin etkilenmediği tespit edilmiştir.

Yine aynı araştırmacılar, nütrient dengesini belirlemek amacıyla yaptıkları bir çalışmada, domuzları, % 0, 1, 2 ve 3 zeolit A içeren yemlerle ve ayrıca, % 0, 2,5, 5,0 ve 7,5 klinoptilolit içeren yemlerle beslemiştir. Denemenin sonunda, her iki uygulamada da, sindirilebilir enerji, EK, N-EK ve nütrient dengesi için gereken EK'nin rasyona katılan zeolit miktarının artmasıyla lineer olarak azaldığını ve proteinin biyolojik değeri ve zeolit A'nın sindirim sisteminde bağladığı NH₃ miktarının lineer olarak arttığını bulmuşlardır. Ayrıca, rasyondaki klinoptilolit oranının artmasının, P tutulmasını ve plazmadaki NH₃ seviyelerini azalttığını, zeolit A seviyelerinin artmasının ise, Ca, P, Mg, Na, K ve Fe tutulmasını azalttığını bildirmişlerdir.

Huibert ve Nasir (1997), zeolit / bakteri kompozisyonunun suyun saflaştırılması için kullanımını inceledikleri çalışmada, zeolit ve uygun bir denitrifikasyon bakterisini kapsayan bir karışımın, suyun pH'sı ve alglerin gelişimini kontrol altına aldığını bildirmişlerdir.

Sanders ve ark. (1997), % 2 oranında yeme katılan klinoptilolitin, boğaların büyüme performansını ve bağırsak fermentasyonunu arttırdığını saptamışlardır.

Alçıçek ve ark., (1998), klinoptilolitin (% 0, 1 ve 5) etlik piliç karma yemlerine eklenmesinin, piliç performansı, bazı tibia ve kan serum parametreleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapmış oldukları çalışmanın sonucunda, klinoptilolit eklenmesinin W, yemden yararlanma ve tibia kül oranı önemli oranda

azalttığını; kan serum P konsantrasyonunu ve yem tüketimini arttırdığını ve kan serum Ca konsantrasyonunu etkilemediğini bildirmişlerdir.

Balevi ve ark. (1998), % 0, % 1,5, % 2,5 ve % 3,5 oranlarındaki klinoptiloliti, kahverengi yumurta tavuğu rasyonlarına kattıkları çalışmalarında, % 2,5 ve % 3,5 oranlarındaki klinoptilolit ilavelerinin, istatistiksel olarak hiçbir farklılığa neden olmadığını ($P>0,05$); bununla birlikte, yumurta veriminde düşüşe neden olmaksızın, yem tüketimini azalttıklarını ($P<0,05$) ve dolayısıyla, yemden yararlanma oranları üzerine olumlu etkilerinin olduğunu tespit etmişlerdir.

Öztürk ve ark. (1998), enerji ve protein düzeyleri eşit olan ve 0, 20, 40, 60 ve 80 g/kg klinoptilolit içeren 5 farklı karma yemin, yumurta tavuklarının performansı ve yumurta kalitesine etkilerini inceledikleri çalışmada, tavukların W artışı, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı, yumurta verimi, kabuk kalınlığı, yaşama oranı ve diğer yumurta kalite özellikleri bakımından gruplar arasında farklılığın bulunmadığını, dışkı nem içeriğinde ise, yemdeki klinoptilolit oranına bağlı olarak önemli düşüşlerin olduğunu tespit etmişlerdir.

Mumpton (1999)'un bildirdiğine göre Japonya'da, klinoptilolit ve mordenit katkılı yemlerle tavuk ve domuzların beslendiği bir çalışmada, kontrol gruplarından daha fazla bir büyüme oranı elde edilmiş; yem miktarı ve yem maliyetinde azalma sağlanmıştır. Ayrıca, % 5 klinoptilolit içeren yemlerle beslenen genç ve olgun domuzların, normal yemlerle beslenenlerden % 16 daha fazla ağırlık kazandığı bildirilmiştir. Bunlara ek olarak, her iki canlı grubunda hastalıklarda da azalma olduğu belirlenmiştir.

Akşit ve ark. (2000), kümeslerdeki altlığa klinoptilolit (0, 2 ve 4 kg/m²) serilmesinin, gerek toz, gerekse pelet yemle beslenen piliçler üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmada, 4. ve 6. haftada klinoptilolit, piliçlerin canlı ağırlık, yem tüketimi, yemden yararlanma değerine istatistiksel olarak önemsiz ($P>0,05$); ancak değersel olarak olumlu bir etki yaptığını ifade etmişlerdir. Ayrıca, altlığa klinoptilolit eklenmesiyle, altlıktaki nem düzeyinin ve kümes içindeki NH₃ miktarının azaldığını ve altlıktaki NH₃ oranının arttığını gözlemlemişlerdir. Sonuçta, olumsuz kümes koşullarında, altlığa klinoptilolit eklenmesinin yararlı olacağını bildirmişlerdir.

Eleroğlu ve Yalçın (2000), doğal zeolit (höylandit / klinoptilolit + mordenit) piliçlerin besi performansı ve bazı kümes taban parametreleri (nem, kokuşma, vb.) üzerine etkilerini belirlemek amacıyla zeolit minerallerini taban karışımına karıştırmışlardır. Çalışma sonunda, taban karışımı olarak kullanılan planya talaşına, sırasıyla, taban alanının % 0 (kontrol), 25, 50 ve 75'i oranında zeolit eklenmesinin taban nem seviyesine, piliç W ve yemden yararlanma düzeylerine olumlu etkisinin olduğunu tespit etmişlerdir.

Oğuz ve ark. (2000) yaptıkları çalışmada, etlik piliçlere (broyler) aflatoksinin zararlı etkilerini engellemek için klinoptilolit uygulamasının yararlı sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir.

Thilsing-Hansen ve Jørgensen (2000), süt ineklerinin yemlerine zeolit A (1 kg/ yem) ilavesinin süt ve Ca seviyeleri üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmada, Kontrol Grubu ve zeolit verilmeyen gruplarda süt oranının azaldığını ve Ca oranının 2 mmol/l olduğunu, zeolit A verilen tüm gruplarda ise, süt oranının azalmadığını ve hipokalsemi görülmediğini belirlemişlerdir.

Inglezakis ve ark. (2001), klinoptilolit, hacimsel akış oranı, konsantrasyon, toplam hacim ve ön uygulama solüsyonunun pH'sı gibi parametreler üzerindeki etkilerini belirlemek için yaptıkları çalışmada, iyon değişim yataklarında yukarı ve aşağı akış modunun ön uygulama testlerini yapmışlardır. Deneme sonunda, klinoptilolit en yüksek etki kapasitesinin, düşük pH ve yukarı akış modunda olduğunu bildirmişlerdir.

Pavelic ve ark. (2001), klinoptilolit kanser tedavisinde kullanılabilirliğini araştırdıkları çalışma sonucunda, köpek ve farelerde tümörün boyutunun azaldığını ve sağlık durumunun düzeldiğini; köpeklerdeki deri kanserinde tümörün etkisinde ve büyümesinde önemli oranda azalmanın olduğunu; bu mineralin fare ve sıçanlarda kanser tedavisinde kullanılmasının herhangi negatif bir etki göstermediğini ve kanser tedavisinde kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Gezen ve Eren (2002), klinoptilolit (% 1) civciv rasyonlarına katılmasının, büyüme performansı üzerine herhangi bir etkisinin olmadığını; antioksidan olarak narasinin kullanıldığı broyler başlangıç yemlerine zeolit katkısının ise, civcivlerin büyüme performansını olumlu yönde etkilediğini bildirmişlerdir.

Papaioannou ve ark. (2002), klinoptilolit eklenmiş yemlerin, domuzların kan, karaciğer ve böbrek dokularındaki başlıca vitamin, mineral madde, makro ve iz elementlerin konsantrasyonlarına etkilerini inceledikleri çalışmada, klinoptilolitin, kan serumundaki makro elementlerin konsantrasyonunu kontrol ettiğini belirlemişlerdir.

Thilsing-Hansen ve ark. (2002), zeolit katkılı yemle, buzağılayacak inekleri, beklenen buzağılama tarihinden üç hafta öncesinden buzağılamalarından iki hafta sonrasına kadar beslemişlerdir. Deneme sonunda, ineklerin yem alımlarında azalma olmasına rağmen ($P<0,05$), süt üretimlerinde istatistiksel açıdan bir fark oluşmadığını tespit etmişlerdir ($P>0,05$).

Kaygısız ve ark. (2003), etlik piliçlerin altlık materyali olarak talaşın kullanıldığı Kontrol Grubu ile 4 kg/m^2 klinoptilolit ilave edilerek hazırlanan altlığın tekrarlı kullanıldığı deneme grubunu karşılaştırdıkları çalışmada, altlığa klinoptilolit katılmasının piliç büyüme performansını etkilemediğini, buna karşın, talaş katılmasına göre daha ekonomik olduğunu belirtmişlerdir.

Şahin ve Şehu (2003) ile Şehu ve ark. (2005), broyler yemlerine katılan hidrate sodyum kalsiyum aluminosilikatın (HSCAS) aflatoksinlerin zararlı etkilerinin engellenmesinde ya da azaltılmasında etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Çelebi ve ark. (2004), geç dönemde yumurta tavuğu rasyonlarına zeolit ilavesinin, performans ve bazı önemli yumurta kalite özellikleri üzerine olan etkilerini inceledikleri çalışmada, performans özelliklerinden; yemden yararlanma katsayısı, yumurta verimi ve hasarlı yumurta oranı ile kalite özelliklerinden, sadece şekil indeksi bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farkların olduğunu belirlemişlerdir.

Fachini ve ark. (2004), 0,025 ve 0,050 mg/l oranlarında kullanılan zeolit bazlı zestec-56 adlı preparatın, bir haftalık süre içerisinde, *Emiliana huxleyi* adlı deniz alg türünün gelişimini olumlu etkilediğini bildirmişlerdir.

Ivkoviç ve ark. (2004), fizikokimyasal özellikleri arttırılmış klinoptilolitin (TMAZ), insanların immün sistemi üzerindeki etkilerini, 61 hasta üzerinde inceledikleri çalışmada, uygulanan iki farklı dozajın kan sayımlarında bir fark oluşturmadığını belirlemişlerdir.

Ancak, Ivkoviç ve ark. (2004), Ueki ve ark. (1994)'nın silika, silikatlar ve aluminosilikatların süper antijenlere benzer bir şekilde, doğal olan immunostimulator olarak hareket edebileceklerini ve yeme katılan klinoptilolitin, farelerde B lenfosit, T yardımcı hücreleri, aktif T lenfosit, toplam T lenfosit miktarlarını arttırdığını ve silikat parçalarının alveolar makrofajlara baskı yaparak, mitojenaktif protein kinaz, stres aktif protein kinaz ve protein kinaz C'yi aktive edebildiğini ifade ettiklerini bildirmişlerdir.

Leung (2004), klinoptilolitin domuzlar üzerindeki etkilerini araştırdığı çalışmada, zeolitin NH₃'ü adsorbladığını, yem, kas, böbrek ve karaciğer dokularında ağır metal birikiminde artış göstermediğini, buna karşın, domuzların büyümesi üzerinde istatistiksel olarak önemli bir etki göstermediğini saptamıştır.

Reháková ve ark. (2004), klinoptilolitin agrokimyasal kullanımını inceledikleri çalışmanın sonucunda, klinoptilolitin, dezenfektanları da içeren farmakotik, agrokimyasal ve biyokimyasal açıdan aktif bileşikler kadar etki gösterebildiğini; dolayısıyla, gübreleri yavaş yavaş bırakan bir taşıyıcı olarak kullanılabilceğini bildirmişlerdir. Ayrıca, toprağın fiziksel özelliklerini geliştirmek ve kontamine olmuş toprağı iyileştirmek için kullanılabilceğini ifade etmişlerdir.

Tepe ve Ateş (2004), zeolitin sediment solunumuna etkisini inceledikleri çalışmada, zeolit uygulanmış ve uygulanmamış topraklar arasında, toprak solucanları açısından istatistiki açıdan önemli bir fark olduğunu (P<0,05) tespit etmişlerdir.

Başalan ve ark. (2005), broyler yemlerine katılan HSCAS'ın, performans, iç organ ağırlıkları, sindirim sistemi pH'sı ve bazı kan parametreleri üzerine etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Dakoviç (2005), yemlere katılan doğal zeolit minerallerinin, hayvan sindirim sisteminde en çok bulunan mikotoksinleri (aflatoksinler, ochratoksinler, trikotesenler, fumonisinler ve zearalenonlar) bağladığını ve emilimlerini engellediğini bildirmiştir.

Deligiannis ve ark. (2005), 6 haftalık kuzuların klinoptilolitli yemlerle beslenmesinin etkilerini inceledikleri çalışma sonucunda, ortalama yem alımı, kuzu W₁, büyüme oranı ve fekal atıktaki nematod yumurtası miktarının klinoptilolit

varlığı ile olumlu etkilendiğini, buna karşın, karkas özelliklerinin etkilenmediğini bildirmişlerdir.

Katsoulos ve ark. (2005a), % 1,25 ve 2,5 oranında klinoptilolit eklenen yemlerle beslenen Holştayn cinsi inekleri, muhtemel doğum zamanlarından bir ay öncesinden, laktasyona kadar incelemiştir. Deneme sonunda, klinoptilolit kan serumundaki hematokrit, hemoglobin ve lökosit değerlerine herhangi bir olumsuz etkisinin olmadığını ifade etmiştir.

Aynı araştırmacılar yukarıda bahsedilen uygulama sonrasında yaptıkları bir diğer çalışmada (Katsoulos ve ark., 2005b), klinoptilolit kan serumundaki β -karoten, A ve E vitaminlerinin oranlarına yönelik herhangi olumsuz bir etkisinin olmadığını da bildirmişlerdir.

Polat ve ark (2005), farklı oranlardaki klinoptilolit (0, 40, 60 ve 80 kg/da), marulun verim ve kalitesine etkilerini belirlemek amacıyla 2 yıl süresince yürüttükleri çalışmada, gübre ile birlikte verilen zeolitin, verimi ve bitki gelişimini artırdığını ve sulamanın kontrollü olduğu durumlarda, uygulanan 80 kg/da oranındaki zeolitin, Kontrol Grubuna göre toplam verimde yaklaşık % 15 oranında artış sağladığını bildirmişlerdir.

Leung ve ark. (2007), domuz dışkısının mineral içeriğini azaltmak amacıyla, nötral ve asidik ortamlarda (pH 7,0 ve 2,0) ve farklı nem içeriklerinde (% 0, 5 ve 10), farklı gözenek boyutundaki klinoptilolit (50-250 μ m, 50-500 μ m ve 250-500 μ m) etkilerini inceledikleri çalışmada sonucunda, zeolit ile beslenen domuzların dışkılarının mineral içeriğinin % 15 N ve % 22 P oranına kadar azaldığını, domuzların yem dönüşüm oranının (YDO) düştüğünü belirlemiştir. Yüksek kalitede klinoptilolit kullanılmasının bu amaç için uygun olabileceğini bildirmişlerdir.

Glisic ve ark. (2008), doğal zeolit ve organik gübrelerin, tarım topraklarında genellikle istenmeyen özelliklerden olan asidite, mineral dengesizliği, yoğunluk, dumanlılığa etkilerini inceledikleri çalışma sonucunda, toprağın kimyasal özelliklerinin doğal zeolitler ile geliştirebildiklerini bildirmişlerdir.

Wang ve ark. (2008), doğal (klinoptilolit) ve yapay zeolit (Na-Y ve Na-P) minerallerinin, farklı sıcaklıklardaki (288 K (15°C), 313 K (30 °C) ve 333 K (60 °C))

suların iyon değişim kapasitelerini karşılaştırdıkları çalışmada, kullanılan üç farklı materyalin NH_4^+ seçiciliğinin, Na-Klinoptilolit > Na-Y > Na-P olduğunu tespit etmişlerdir.

2.3. Akuakültürde Yem Katkı Maddesi Olarak Kullanımları

Pond ve Mumpton (1984)'ın bildirdiğine göre, Leonard (1979) adlı araştırmacı, ortalama başlangıç canlı ağırlığı 10 g olan gökkuşağı alabalığı yavrularını 64 gün boyunca % 48 protein ve % 2 klinoptilolit içeren yemlerle beslemiştir. Denemenin sonunda, ortalama canlı ağırlıkları Kontrol Grubunda 48,6 g, klinoptilolit içeren grupta ise 52,3 g olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, toplam biomasta % 10'luk bir artışın olduğu, balıkların sağlıklarında hiçbir problemle karşılaşılmadığı ve yem maliyetinde dikkate değer oranda bir azalma olduğu tespit edilmiştir.

Lanari ve ark. (1996), farklı oranlardaki (% 2,5, 5,0 ve 7,5) kuban zeolitinin (% 35 saf mordenit, % 35 saf klinoptilolit), gökkuşağı alabalığı yeminin sindirilebilirlik katsayısı ile balık eti besin madde bileşenlerinden ham protein ve kuru madde oranlarına herhangi bir etkisinin olmadığını ($P>0,05$); ancak, beslenme etkinliği ve balık gelişimine ilk iki orandaki ilavenin, Kontrol Grubuna göre, olumlu etkisinin olduğunu bildirmişlerdir.

Dias ve ark. (1998), farklı oranlardaki (% 0 (Kontrol), % 10 ve 20) üç farklı katkı maddesinin (selüloz, silikat ve zeolit), Avrupa levreği (*Dicentrarchus labrax*) yavrularındaki etkilerini inceledikleri çalışma sonucunda, % 10 ve % 20 oranında katkı maddesi içeren rasyonların, balığın büyüme performansı, protein sindirilebilirliği ve YDO değerlerine önemli bir etkilerinin bulunmadığını ve % 20 katkı maddesi içeren grupların Kontrol Grubuna oranla daha uzun sürede fekal atımı gerçekleştirdiğini bildirmişlerdir. Bununla birlikte, rasyonların besleyici elementlerini seyreltmenin, YDO ve büyüme performansına ters etki yaptığını ifade etmişlerdir.

Aybal (2001) tarafından yapılan çalışmada, klinoptilolit (% 0, 1, 2, 3, 4, 5 ve 6), başlangıç canlı ağırlıkları 139 – 140 g olan gökkuşağı alabalığının W ve L değerleri ile kondisyon faktörü (K), YDO ve kan serumu bazı enzim (ALT, AST ve

ALP) aktivite düzeylerine etkileri incelenmiştir. Deneme sonunda, grupların W ortalamalarının 296 – 320 g arasında; K ortalamalarının 1,26 – 1,38 arasında; YDO ortalamalarının, 1,33 – 1,56 arasında ve serum ALT aktivitelerinin, 3,28 – 4,94 UI/l arasında değiştiği ve gruplar arasındaki farkların önemsiz olduğu ($P>0,05$) bildirilmiştir. Buna karşın, sadece I. periyottaki K ortalamaları, serum AST ve ALT aktiviteleri arasındaki farkın önemli olduğu bildirilmiştir ($P<0,05$).

Çalışma sonucunda, en yüksek W ve L ortalamaları, III. Grupta; serum AST'nin en düşük düzeyleri, III. ve IV. Gruplar, en yüksek düzeyleri ise, Kontrol ve II. Grupta; ALP'nin en düşük düzeyleri, IV. ve II. Gruplarda, en yüksek değerleri ise Kontrol ve V. Grupta tespit edilmiştir.

Töre (2006), klinoptilolit ve nişastanın tilapia (*Oreochromis niloticus*) yeminde katkı maddesi olarak kullanıldığı çalışmada, su kalite parametreleri ile balığın bazı kan parametreleri ve vücut kompozisyonuna etkilerini incelemiştir. Deneme sonunda, % 10 nişasta grubunda (NG) $49,54\pm 3,83$ g, % 10 klinoptilolit grubunda (KG) $48,62\pm 3,16$ g, % 20 NG'de $42,36\pm 1,28$ g ve % 20 KG'de $41,26\pm 2,17$ g canlı ağırlık artışı sağlandığı ve en iyi YDO ortalamasının, $1,17\pm 0,08$ ile % 10 KG ve $1,17\pm 0,10$ ile % 10 NG'dan elde edildiği bildirilmiştir. Ayrıca, deneme sonunda, protein etkinlik oranı, viserosomatik indeks (VSI) ve hepatosomatik indeks (HSI) bakımından ve deneme balıklarından alınan fileto örneklerinde yapılan kuru madde, ham protein, ham yağ ve ham kül analizleri sonuçlarına göre, gruplar arasında ve grup içinde herhangi bir istatistiksel fark belirlenememiştir ($P>0,05$).

Denemede gruplardan alınan kan örneklerindeki kolesterol, glikoz, trigliserit, ve LDH kan analizleri sonuçlarına göre, gruplar arası fark istatistiksel açıdan önemli ($P<0,05$) bulunmuştur.

Ayrıca, yapılan su analizi sonuçlarına göre, en düşük NH_3 seviyesi, % 20 NG ($0,0425\pm 0,02$ mg/l)'de, en yüksek seviye ise, % 20 KG ($0,154\pm 0,04$ mg/l)'de elde edilmiştir.

Sonuçta, klinoptilolitin bu oranlarının nişasta yerine balık yeminde katkı maddesi olarak kullanılmasının, büyüme ve yem değerlendirme performansları üzerinde kayda değer bir etkisinin olmadığı bildirilmiş ve daha düşük oranların çalışılmasının gerektiği önerilmiştir.

Kanyılmaz (2008), farklı oranlardaki klinoptilolitin (% 0 (kontrol) 1, 2, 3 ve 4), başlangıç canlı ağırlık ortalaması 15,09±0,02 g olan pullu sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758)'lerin büyüme, vücut kompozisyonu, bazı kan parametreleri ve bağırsak mukoza morfolojisi üzerine olan etkilerini incelemek amacıyla yaptığı çalışmada, grupların W ortalamaları, sırasıyla, 73,01±2,68 g, 68,93±2,43 g, 72,51±5,01 g, 69,82±5,29 g ve 72,10±3,28 g ve YDO ortalamaları, sırasıyla, 1,75±0,01, 1,82±0,04, 1,74±0,05, 1,83±0,07 ve 1,76±0,04 olarak bulunmuştur.

Deneme sonunda, klinoptilolitin W artışı, yem tüketimi, YDO, spesifik büyüme oranı (SBO), protein etkinlik oranı, VSI, karkas randımanı, K, ham protein, kuru madde, yağ ve ham kül değerleri ile ince ve kalın bağırsaklardan alınan kesitlerde yapılan histolojik incelemede elde edilen bulgulara göre, bağırsak yüzey alanı ve sindirim kanalı uzunluğuna etkisinin olmadığı (P>0,05) bildirilmiştir.

Bununla birlikte, yapılan kan analizleri sonuçlarına göre, glikoz ve kan üre azotu düzeyinin azaldığı, hemoglobin seviyesinin arttığı (P<0,05) ve kolesterol düzeyinin değişmediği (P>0,05) bildirilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma, klinoptilolitin havuz suyuna katıldığı (Deney 1) ve yeme katıldığı (Deney 2) iki farklı çalışma olarak tasarlanmış ve uygulanmıştır. Her iki deneyde de kullanılan materyalin ortak olması nedeniyle çalışmanın Materyal Bölümü tek başlık altında; farklı uygulamalar nedeniyle Yöntem Bölümü ise Deney 1 ve Deney 2 başlıkları altında incelenmiştir.

3.1. Materyal

Her iki deney de, 02.03.2007 ile 13.06.2007 tarihleri arasında, Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'nin Balık Üretim ve Araştırma İstasyonu (BÜAİ)'nda, 100'er gün boyunca sürdürülmüştür.

Denemelerde $20,8984 \pm 0,564$ g W ve $12,8263 \pm 0,122$ cm L ortalamalarına sahip olan gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yavruları kullanılmıştır (Resim 3.1). Bu balıkların başlangıç HSI, GSI ve VSI değerleri ise sırasıyla Wotten (1990), Avşar (1998) ve Zhou ve ark. (2005)'na göre, yine sırasıyla, % $1,4694 \pm 0,03$, $0,123 \pm 0,03$ ve $9,4671 \pm 0,53$ olarak hesaplanmıştır.

Kullanılan yavru balıklar, özel bir işletme olan Öz Alabalık Üretim Çiftliği (Aşrıbekirli Köyü, Pozantı, Adana)'nden temin edilmiştir. Yavru balıklar bu işletmeden 1 ton kapasiteli ve oksijen desteği sağlanmış bir tank ile BÜAİ'ye getirilip stok havuzuna yerleştirilmişlerdir. Burada ortam koşullarına alıştırmaları amacıyla 1 hafta boyunca tutulmuşlardır. Söz edilen süre boyunca gözlemler yapılarak, hasta ya da zayıf olması nedeniyle denemeye uygun görülmeyen yavru balıklar havuzdan uzaklaştırılmıştır.

Her iki deney için de $4,75 \times 1,0 \times 0,75$ m boyutlarındaki kanal tipi beton havuzlar (Resim 3.2) kullanılmıştır. Ancak, Deney 2'nin yürütülmesi amacıyla kullanılan havuzların her biri, ağaç çerçeveli olan ve 0,5 cm göz açıklığına sahip plastik ağ ayraçlarla eşit parçalara ayrılmış ve böylelikle, 3'er adet bölüm oluşturulmuştur (Resim 3.3). Deney 2'de kullanılan bölmelerin alanı Deney 1'dekilere göre nispeten dardır. Dolayısıyla balıkların dışarı atlama olasılığını

engellemek için havuzların üzeri, bölümlerin oluşturulmasında kullanılan ağ bölmelerle örtülmüştür.



Resim 3.1. Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nin Genel Görünüşü.



Resim 3.2. Deney 1'de Kullanılan Havuzların Genel Görünüşü.



Resim 3.3. Deneysel Havuzların Genel Görünüşü.

Her iki uygulamada da, BÜAİ’de halen kullanılmakta olan ve Devlet Su İşleri (DSİ) sulama kanalından temin edilen su kullanılmıştır.

Deneysel 1’de, içeriği Çizelge 3.1’de verilmiş olan 3 mm’lik pelet yavru alabalık yemi (Abalıoğlu A.Ş., Denizli, Türkiye) ile 3-7 mm tanecik büyüklüğündeki zeolit (Enli Madencilik Sanayi ve Ticaret A.Ş., İzmir, Türkiye) (Resim 3.4a) kullanılmıştır.

Deneysel 2’de ise yukarıda sözü edilen yem, önce öğütülerek toz haline getirilmiş ve ardından, içerisine tanecik büyüklüğü 100 µm olan zeolit (Enli Madencilik Sanayi ve Ticaret A.Ş., İzmir, Türkiye) (Resim 3.4b), her bir grup için Yöntem Bölümü’nde belirtilen oranlarda eklenerek tekrar peletlenmiştir.

Her iki deneyde de kullanılan zeolit türü, T. C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı tarafından yem sanayisinde kullanımına 18.5.1997 tarih ve 508-186 sicil no ile izin verilmiş olan (Aybal, 2001) klinoptilolittir. Yukarıda bahsedilen işletmeden temin edilmiş olan bu zeolitin klinoptilolit oranı, mineralin % 95’ini oluşturmaktadır. Bu zeolit, kuartz ve volkanik cam içermemekte; ancak, çok az miktarda feldispat içermektedir. Ayrıca, içerdiği klinoptilolit K^+ ve Ca^{++} bakımından zengindir (Anonymous III, 2006). Kullanılan klinoptilolit kirli beyaz-beyaz renktedir.

Klinoptilolitin Moh's Sertliği 3-5 arasında olup, özgül ağırlığı yaklaşık 2,2 g/cm³'dür. Klinoptilolitin katyon seçiciliği aşağıda belirtilen şekildedir:

Cs > Rb > K > NH₄ > Ba > Sr > Na > Ca > Fe > Al > Mg > Li (Mumpton, 1999; Leung, 2004).



Resim 3.4. (a); 3-7 mm ve (b); 100 µm Tanecik Büyüklüğündeki Klinoptilolitin Genel Görünüşü.

Çizelge 3.1. Balıkların Beslenmesinde Kullanılan Alabalık Yeminin Temel Besin Değerleri

Nem	Max % 10	Kalsiyum	Min-Max % 1-2
Ham Protein	Min % 47	Fosfor	Min % 1,5
Ham Yağ	Min % 19	Tuz	Max % 1,5
Ham Kül	Max % 12	Sodyum	Min-Max%0,15-0,6
Ham Selüloz	Max % 3	Vitamin A	5000 IU/kg
Metabolik Enerji	4000 kcal/kg	Vitamin D ₃	1500 IU/kg
Sindirilebilir Enerji	4300 kcal/kg	Vitamin E	30 mg/kg
Lysine	Min % 1,8	Vitamin C	125 mg/kg
Meth+Cyst	Min % 1,6	BHT	% 2,4
Omega 3	% 1	Ethoxyquin	% 1,4
Omega 6	% 1,5	HCl'de Çözünmeyen	Max % 1
EPA+DHA	% 1	Kül	

Her örnekleme döneminden sonra, balıklardaki olası enfeksiyonlara karşı profilaktif önlem olması amacıyla % 3 oranında tuz uygulanmıştır (Roberts ve Shepherd, 2001).

3.2. Yöntem

3.2.1. Deney 1

3.2.1.1. Denemenin Yürütülmesi

Denemede ortalama canlı ağırlık ve total boy değerleri yukarıda söz edilen gökkuşağı alabalığı yavruları, tesadüf parselleri deneme planı esasına göre ve her bir havuza 22'şer adet balık olacak şekilde stoklanmışlardır. Deneme 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Havuzlara sürekli olarak 10 l/dk su girişi sağlanmıştır. Havuzlardaki su seviyesi 50 cm olarak ayarlanmıştır. Havuzlar su giriş ve çıkışı ve genel temizliği açısından günlük olarak kontrol edilmiş ve içerisinde oluşan atıklar, haftada 2 defa sifonlama yardımıyla ortamdan uzaklaştırılmıştır.

Çalışmada uygulanan klinoptilolit oranları, daha önce gerçekleştirilmiş olan ve balık ölüm oranının % 0 olarak belirlendiği çalışmalarda (Ravendra ve ark., 2004; Peyghan ve Azary-Takamy, 2002) klinoptilolit oranları göz önünde bulundurularak belirlenmiştir. Deneme grupları, Çizelge 3.2'de verilen klinoptilolit oranlarına göre kontrol grubu da dahil olmak üzere, toplam 4 grup olarak tasarlanmıştır.

Klinoptilolit, balıkların yırtmaması için 40x30 cm boyutundaki sinek telinden hazırlanmış torbalar içerisine yerleştirilen 25x20 cm boyutundaki bez torbaların her birinin içerisine 500 g gelecek şekilde konulmuş ve böylece, havuzlara katılacak olan "klinoptilolit torbaları" oluşturulmuştur.

Denemenin başlamasından sonraki ilk 7 gün boyunca, havuzlarda sonradan klinoptilolit tarafından bağlanması istenilen maddelerin (amonyum (NH₄⁺), nitrit (NO₂), nitrat (NO₃)) birikmesi beklenmiştir. Bu sürenin sonunda her bir havuzun

tabanına, havuzlara uygulanacak klinoptilolit oranını verecek sayıda torba yerleştirilmiştir.

Her ölçüm döneminden sonra torbalar içerisindeki klinoptilolit yenilenmiştir. Yenilenen klinoptilolit torbaları kullanım sürelerinin ortasında da (10. günde) bir kez ve 20 dakika boyunca % 5 oranındaki tuzlu su solüsyonuna daldırılmış ve böylece adsorbe ettiği maddelerden arındırılarak (Sarioglu, 2005) diğer ölçüm dönemine kadar tekrar kullanıma alınmıştır.

Çizelge 3.2. Deneme Grupları ile Kullanılan Klinoptilolit Oranları ve Ortalama Boyutu

Deneme Grupları	Klinoptilolit Oranları (g/l)	Ortalama Klinoptilolit Boyutu (mm)
Kontrol Grubu	-	-
A Grubu	1	3-7
B Grubu	2	3-7
C Grubu	3	3-7

Denemede yukarıda söz edilen yem, canlı ağırlıklarının % 2'si oranında sabah ve öğleden sonra olmak üzere günde iki defa balıklara verilmiştir. Ölçüm ve sifonlama işlemlerinin yapıldığı günlerde yemleme yapılmamıştır.

Denemenin başlamasından itibaren 20 günlük aralıklarla, rastgele seçilen en az 10'ar adet balığın W ve L ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler tül kepçeler kullanılarak su içeren saydam bir kap içerisinde gerçekleştirilmiştir.

Bunlara ek olarak, deneme sonunda deneme başlangıcındaki gibi balıkların HSI, GSI ve VSI değerleri belirlenmiştir. Bu amaçla, rastgele seçilmiş olan 8'er adet balık disekte edilmiş ve ardından karaciğer ve gonad ağırlıkları belirlendikten sonra diğer iç organlar da tartılarak toplam iç organ ağırlıkları belirlenmiştir.

Ayrıca, su analizlerinin yapılabilmesi için, deneme başlangıcında ve balık örnekleme dönemlerinde her tekerrürden 2'şer adet olmak üzere, 500'er ml'lik pet şişelere su örnekleri alınmıştır. Örnekler daha sonra -20 °C'de deneme sonuna kadar saklanmıştır.

Deney 1’de yapılan tüm ağırlık ve uzunluk ölçümlerinde 0.01 g duyarlılığındaki dijital terazi (Shinko marka) ile milimetrik cetvel kullanılmıştır.

3.2.1.2. Su Parametre Analizleri

Çalışmada havuz suyu sıcaklık, oksijen ve pH değerleri günlük olarak oksijenmetre ve pHmetre (Toledo Marka) yardımıyla ölçülmüştür.

Havuzlardan alınan su örneklerinden ise, NH_4^+ , NO_2 , NO_3 analizleri yapılmış ve Ç.Ü. Su Ürünleri Fakültesi Temel Bilimler Laboratuvarı’nda aşağıda açıklandığı şekilde, gerçekleştirilmiştir.

3.2.1.2.(1) Amonyum (NH_4^+) Analizi

Deneme süresince alınan su örnekleri içerisindeki NH_4^+ miktarlarını belirlemek için, fenat yöntemi kullanılmıştır (APHA, 1995). Örnekleme dönemlerinde alınıp derin dondurucuya konulan örnekler, çıkarılarak çözdürülmüştür. Çözdürülen su örneği içerisindeki NH_4^+ , fenol ve hipoklorit iyonu ile mavi renkli indofenölü vermek üzere tepkimeye girmiştir ve renk değişimi tamamlandıktan sonra 600-660 nm arasında pik yaptığı dalga boyu belirlenerek, her adsorbant için belirlenmiş olan standart üzerinden, standart ve su örnekleri spektrofotometrede okunmuştur.

3.2.1.2.(2) Nitrit – Nitrat Azotu ($(\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-) - \text{N}$) Analizi

Deneme süresince alınmış olan su örneklerindeki NO_2^- - NO_3^- azotunu tespit etmek için, kadmiyum indirgeme yöntemi kullanılmıştır (APHA, 1995). Hazırlanan su örnekleri ve standart çözeltiler, kadmiyum - bakır indirgeme kolonundan geçirilmiş ve NO_3^- iyonlarının NO_2^- ’e indirgenmesi sağlanmıştır. Örnekteki NO_2^- iyonları, daha sonra sülfanilamid ile tepkimeye girerek diazo bileşiğini, bu bileşikte 1-naftiletilediamin dihidroklorür ile tepkimeye girerek pembe renkli azo boyasını oluşturmuştur. Daha sonra, her adsorbant için belirlenmiş olan standart üzerinden, su örnekleri ve standartlar 543 nm’de spektrofotometrede okunmuştur.

3.2.1.3. Büyüme Parametreleri

Her dönemde tartımı ve ölçümü yapılan balıkların öncelikle W ve L ortalamaları hesaplanmıştır. Ayrıca, GCAA, YDO, K, SBO, YO, HSI, VSI ve Gonadosomatik İndeksleri (GSI) aşağıdaki formüllere göre hesaplanmış olup, ortalamaları belirlenmiştir.

$$GCAA = \frac{W_t - W_o}{t} \quad (\text{Wotten, 1990})$$

$$YDO = \frac{Y}{W} \times 100 \quad (\text{Cushing, 1968})$$

$$K = \frac{W_t}{(L)^2} \times 100 \quad (\text{Ricker, 1958})$$

$$SBO = \frac{\ln W_t - \ln W_o}{t} \times 100 \quad (\text{De Silva ve Anderson, 1995})$$

$$YO = \frac{N_s}{N_b} \times 100 \quad (\text{Pechsiri ve Yakupitiyage, 2005})$$

$$HSI = \frac{H}{W_t} \times 100 \quad (\text{Wotten, 1990})$$

$$GSI = \frac{G}{W_t} \times 100 \quad (\text{Avşar, 1998})$$

$$VSI = \frac{V}{W_i} \times 100 \quad (\text{Zhou ve ark., 2005):}$$

Wo: Deneme başlangıcı balık canlı ağırlığı (g)

Wt: Deneme sonu balık canlı ağırlığı (g)

T: Deneme süresi (gün)

Y: Deneme süresince balıklara verilen toplam yem miktarı (g)

Nb: Deneme başlangıcındaki balık sayısı (adet)

Ns: Deneme sonundaki balık sayısı (adet)

H: Karaciğer ağırlığı (g)

G. Gonad ağırlığı (g)

V: İç organ ağırlığı (g)

3.2.2. Deney 2

3.2.2.1. Denemenin Yürütülmesi

Yavru balıklar tesadüf parselleri deneme planı esasına göre her bölmeye 22'şer adet balık olacak şekilde stoklanmışlardır. Deneme 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Havuzlara sürekli olarak 10 l/dk su girişi sağlanmıştır. Su seviyesi, 50 cm olarak ayarlanmıştır. Havuzlar su girişi ve çıkışı ve genel temizliği açısından günlük olarak kontrol edilmiş ve içerisinde oluşan atıklar, haftada 2 defa sifonlama yardımıyla ortamdan uzaklaştırılmıştır. Havuz suyu sıcaklık, oksijen ve pH değerleri günlük olarak oksijenmetre ve pHmetre (Toledo marka) yardımıyla ölçülmüştür.

Çalışmada uygulanan klinoptilolit oranları, daha önce gerçekleştirilmiş olan yetiştiricilik çalışmalarında (Leonard, 1979: Pond ve Mumpton, 1984'den; Aybal, 2001; Töre 2006) kullanılan oranlar ve öneriler göz önünde bulundurularak belirlenmiştir.

Klinoptilolit oranlarına göre deneme grupları, toplam 4 grup (Kontrol Grubu, A, B ve C Grupları) olarak tasarlanmıştır (Çizelge 3.3).

İçeriği Çizelge 3.1'de verilen yem, önce yem değirmeninde öğütülerek toz haline getirilmiştir. Daha sonra, A, B ve C Gruplarına göre sırasıyla, % 0, 1, 2 ve 3 oranlarında olacak şekilde klinoptilolit tartılarak yeme katılmıştır. Bu amaçla, önce öğütülen yem içerisine belirtilen oranlardaki klinoptilolit katılarak karıştırıcıya konulmuştur. Burada hem karışımın biraz yumuşaması, hem de klinoptilolitin yemle bağlanmasının kolaylaştırılması amacıyla karışım üzerine hafif ılık su eklenerek homojen oluncaya kadar karıştırılmıştır. Karışım uygun kıvama gelince, pelet makinesi yardımıyla tekrar 3 mm boyutunda peletlenmiştir. Peletlenen yemler, gölge ve havadar bir yerde, ince bir tabaka halinde sera naylonu üzerine serilerek kurutulmuştur.

Kontrol Grubuna verilecek olan yeme de, içerisinde klinoptilolit konulmaksızın, deneme grupları için hazırlanmış olan yemlere uygulanan işlemler uygulanmıştır.

Balıklar hazırlanan bu yemlerle W ortalamalarının % 2'si oranında sabah ve öğleden sonra olmak üzere günde 2 defa kontrollü olarak beslenmişlerdir. Ölçüm ve sifonlama işlemlerinin yapıldığı günlerde yemleme yapılmamıştır.

Denemenin başlamasından itibaren 20 günlük aralıklarla, rastgele seçilen minimum 10'ar adet balığın W ve L ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler tül kepçeler kullanılarak su içeren saydam bir kap içerisinde gerçekleştirilmiştir. Buna ek olarak deneme sonunda deneme başlangıcındaki gibi balıkların HSI, GSI ve VSI değerleri de Deney 1'de bildirildiği şekilde belirlenmiştir.

Ayrıca, balık vücut kompozisyonu analizlerinin gerçekleştirilebilmesi için, deneme başlangıcında 8 adet ve sonunda her bir tekerrürden 8'er adet balık alınarak filetoları çıkarılmıştır. Alınan fileto örnekleri, -20 °C'de saklanmıştır. Çalışmada vücut kompozisyonu analizleri dışında yapılan tüm ölçümlerde 0.01 g duyarlılığındaki dijital terazi (Shinko marka) ile milimetrik cetvel kullanılmıştır. Vücut kompozisyonu analizlerinde ise 0.0001 g duyarlılığındaki dijital terazi (Seartorius BL-210S marka) kullanılmıştır.

Çizelge 3.3. Deneme Grupları ile Kullanılan Klinoptilolit Oranları ve Boyutu

Deneme Grupları	Klinoptilolit Oranları (%)	Klinoptilolit Boyutu (μm)
Kontrol Grubu	-	-
A Grubu	1	100
B Grubu	2	100
C Grubu	3	100

3.2.2.2. Büyüme Parametreleri

Deneme sonunda, Deney 1’de ölçülen ve hesaplanan tüm büyüme parametreleri, detayları yine Deney 1’de verildiği şekilde belirlenmiştir.

3.2.2.3. Balık Vücut Kompozisyonu Analizleri

Balık vücut kompozisyonunun tespiti için gereken kimyasal analizler Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İşleme Laboratuvarı’nda yapılmıştır. Fileto örneklerinde, ham protein, kuru madde, ham kül ve lipid analizleri aşağıda açıklandığı şekilde yapılmıştır.

3.2.2.3.(1) Ham Protein Analizi

Deneme sonunda, ham protein analizi, Kjeldahl metoduna (AOAC, 1984) göre yapılmıştır. 8’er adet balıktan alınan fileto örnekleri, iyi bir şekilde homojenize edilmiş ve bu örnekten alınan yaklaşık 1 g’lık örnek, Kjeldahl tüplerine alınmıştır. Bu örneğin üzerine, işlemi hızlandırmak için 2 g katalizör karışımı (950 g potasyum sülfat (K₂SO₄) + 50 g bakır sülfat (CuSO₄)) ve 20 ml saf sülfürik asit (H₂SO₄) eklenmiştir ve tüpler yakma ünitesine alınmıştır. Örnekler yeşil renk alana kadar, 2 saat, 420 °C’de yakılmıştır ve bu örnekler oda sıcaklığında soğutulduktan sonra örneğin bulunduğu tüp içerisine 75 ml saf su eklenmiştir. 25 ml, alıcı solüsyonu eklenen erlenle, kjeldahl tüpleri kjeldahl cihazına yerleştirilerek % 40’lık 50 ml sodyum hidroksit (NaOH) ile 6 dakika distilasyon işlemi yapılmıştır. Distile edilen solüsyon, 0.1 M HCl ile rengi, gri nötr renk olana kadar titre edilmiş ve sarf edilen HCl miktarı kaydedilmiştir. Her grup için 3 adet tekerrür ve 1 adet kör oluşturulmuştur. Örneğin ham protein miktarı, aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır:

$$N = \frac{14.01 \times (A - B) \times M \times 6.25}{W_8 \times 10}$$

- N: Örnekteki ham protein miktarı (%)
A: Örnek için sarf edilen HCl miktarı (ml)
B: Kör için sarf edilen HCl miktarı (ml)
M: Asit molaritesi
Wö: Örnek miktarı (g)

3.2.2.3.(2) Kuru Madde Analizi

Deneme sonunda kuru madde analizi, AOAC (1990)'da bildirilmiş olan metoda göre yapılmıştır. 2 saat süreyle etüvde 103 °C'de ısıtılıp nemi uçurulmuş ve desikatörde oda sıcaklığına kadar soğutulmuş olan porselen krozelerin darası alınmıştır ve içerisine yaklaşık 3 g örnek konulmuştur. Örneklerin koyulduğu krozeler, 103 °C'de 3 saat süreyle kurutulmuş ve daha sonra, 15-20 dakika civarı desikatörde oda sıcaklığına kadar soğutulan krozeler, tekrar tartılmış ve tartım sonuçları kaydedilmiştir. Kuru madde oranları, aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır:

$$KMO = \frac{ST - D}{Wö} \times 100$$

- KMO: Örnek içerisindeki kuru madde oranı (%)
ST: Son tartım oranı (g)
D: Porselen krozenin darası (g)
Wö: Örnek miktarı (g)

3.2.2.3.(3) Ham Kül Analizi

Deneme sonunda ham kül analizi, AOAC (1990)'da bildirilmiş olan metoda göre yapılmıştır. Nemi uçurulmuş darası alınmış olan porselen krozelerin içindeki örnek, 550 °C'de, 3 saat süreyle yakılmıştır. Yakımdan sonra desikatörde oda

sıcaklığına kadar soğutulmuş olan krozeler, tartılmış ve sonuçları kaydedilmiştir. Ham kül oranları, aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır:

$$HKO = \frac{Whk - D}{Wö} \times 100$$

HKO: Ham kül oranı (%)

Whk: Yakılan örnek miktarı (g)

D: Porselen krozenin darası (g)

Wö: Örnek miktarı (g)

3.2.2.3.(4) Lipid Analizi

Deneme sonunda lipid analizi, Bligh ve Dyer (1959)'in bildirdiği yönteme göre yapılmıştır. 10 g homojenize edilmiş örnek, nemi uçurulmuş olan tüplerin içerisine konulmuş ve üzerine 120 ml metanol/kloroform (1/2) karışımı eklendikten sonra, Warring blender ile iyice homojenize edilmiştir. Üzerine 20 ml % 0.4'lük kalsiyum klorür (CaCl₂) solüsyonu eklenerek süzme kağıdından (Seleicher&Schuell, 595^{1/2} 185 mm) süzülen örnekler, 105 °C'de 2 saat süreyle etüvde bekletilip darası alınmış olan balon jojelere süzdürülmüştür. Bu balonlar ağızları hava almayacak şekilde kapatılıp, bir gece karanlık bir ortamda bekletilmiş ve ertesi gün metanoldan oluşan üst tabaka, bir ayırma hunisi yardımıyla alınmıştır. Balonların içinde kalan kloroform-lipit kısmından, kloroform, 60 °C'de su banyosunda rotary evaporatör kullanılarak uçurulmuştur. Daha sonra balonlar etüvde 1 saat süreyle 90 °C'de bekletilerek içerisindeki kloroformun tamamının uçması sağlanmış ve bir desikatör içerisinde oda sıcaklığına kadar soğutulup tartılmış ve sonuçlar kaydedilmiştir. Örnek içerisindeki lipid oranı, aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır:

$$LO = \frac{Wl - D}{Wö} \times 100$$

LO: Örnek içerisindeki lipid oranı (%)

Wl: Balon jojenin son tartım değeri (g)

D: Balon jojenin darası (g)

Wö: Örnek miktarı (g)

3.2.3. İstatistiksel Analizler

Her iki deney için de, deneme sonunda elde edilen veriler, Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile “SPSS 13.0” paket programında, 0.05 önem düzeyinde irdelenmiştir (SPSS, 1999).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA**4.1. Deney 1****4.1.1. Su Sıcaklığı**

Deneme süresince gruplara göre elde edilen sıcaklık değerleri ortalamaları, sırasıyla, $19,09 \pm 0,13$ °C, $19,28 \pm 0,12$ °C, $19,00 \pm 0,06$ °C ve $19,27 \pm 0,10$ °C olarak belirlenmiştir. Deney gruplarının sıcaklık değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P > 0,05$). Gökkuşluğu alabalıkları için 17-20 °C'nin optimum yaşama sıcaklıkları olduğu, bol su verilmesi kaydı ile 23-24 °C'ye kadar hiçbir sorun olmaksızın yaşayabildikleri bildirilmiştir (Emre ve Kürüm, 1998; Tekelioğlu, 2000; Alpbaz, 2005). Deney süresince elde edilmiş olan sıcaklık ortalamaları, gökkuşluğu alabalıklarının optimum yaşama ve büyüme sıcaklıklarının sınırları içerisinde bulunmaktadır.

4.1.2. Su Parametreleri

Çalışmada, su parametrelerinden balıkları öncelikli ve akut olarak etkileyen çözülmüş O_2 ve pH ölçümlerinin yanında NH_4^+ , NO_2 , NO_3 ölçümleri de yapılmıştır.

Amonyak, su ortamında iyonize olmuş (NH_4^+) ve olmamış (NH_3) olmak üzere iki formda bulunmaktadır ve iki form arasında bir denge mevcuttur. NH_4^+ , iyonize olmamış NH_3 'e göre daha az olmakla birlikte, havuz suyundaki NH_4^+ konsantrasyonunun artması ile toksik etki göstermektedir (Egemen ve Sunlu, 1996).

4.1.2.1. Çözülmüş Oksijen ve pH

Deneme süresince, gruplara göre ölçülen çözülmüş O_2 değerleri ortalamaları, sırasıyla $9,96 \pm 0,24$ mg/l, $10,46 \pm 0,20$ mg/l, $10,06 \pm 0,37$ mg/l ve $9,86 \pm 0,27$ mg/l olarak belirlenmiştir.

Gökkuşığı alabalıkları için, doğal şartlarda gereken çözünmüş O₂ miktarının 6 mg/l'den fazla olması, yetiştiricilik şartlarında ise, 9-10 mg/l civarında olması arzu edilir (Emre ve Kürüm, 1998; Tekelioğlu, 2000; Alpbaz, 2005). Denemede elde edilen O₂ ortalamalarının, yetiştiricilik ortamları için ifade edilmiş olan O₂ değerlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu değerler balıklar için herhangi bir tehlike arz etmemiştir.

Bununla birlikte, bu çalışmada uygulanmış olan klinoptilolit oranlarının, havuz sularının çözünmüş O₂ miktarının artışı üzerinde bir etkiye sahip olmadığı ortaya konmuştur (P>0.05).

Deneme süresince, gruplara göre ölçülen pH ortalamaları, sırasıyla 7,30±0,04, 7,33±0,03, 7,36±0,04 ve 7,38±0,01 olarak belirlenmiştir (P>0,05). Elde edilmiş olan bu ortalamalar, gökkuşığı alabalıklarının yetiştiriciliği için arzu edilen pH değerleri olan 6,4-8,4 (Roberts ve Shepherd, 2001) değerleri arasındadır.

Bununla birlikte, bu çalışmada uygulanmış olan klinoptilolit oranlarının, havuz sularının pH değerleri üzerinde bir etkiye sahip olmadığı ortaya konmuştur (P>0.05).

4.1.2.2. Amonyum

Her gruba uygulanan klinoptilolit, sadece ilk örnekleme döneminde yüksek oranda NH₄⁺u adsorbladığı görülmüştür (Çizelge 4.1 ve Grafik 4.1).

Dönemler ilerledikçe her grubun NH₄⁺ oranında, başlangıca göre biraz artış gözlenmiştir. Denemenin sonunda grupların dönemlere göre NH₄⁺ ortalamaları sırasıyla, 0,0310±0,020 mg/l, 0,0326±0,010 mg/l, 0,0317±0,054 mg/l ve 0,0321±0,019 mg/l olarak belirlenmiş ve ortalamalar arasındaki farklar, diğer örnekleme dönemlerindeki gibi, önemsiz (P>0,05) bulunmuştur.

Çalışmada başlangıç NH₄⁺ değeri, deneme başlangıcında balık konmamış havuz suyundan alınan örnekten ölçülmüştür. Bu değer, havuza balık konulmasına rağmen, 1. Ölçüm Döneminde keskin bir şekilde ve suya katılan klinoptilolit oran artışına koşut olarak azalmıştır. Bu sonuç daha önceki araştırmacıların (Berka, 1989;

Emadi ve ark., 2001; Peyghan ve Azary-Takamy, 2002; Ravendra ve ark., 2004; Leung, 2004; Kaiser ve ark., 2006) bildirdikleri sonuçlarla uyumludur.

Bununla birlikte, son iki ölçüm döneminde suyun NH_4^+ oranı klinoptilolit artışına koşut bir azalma göstermemiştir. Ancak, havuz suyundaki NH_4^+ ortalamaları artmış olsa bile, elde edilen tüm değerler gökkuşağı alabalığı için Sarioglu (2005) tarafından bildirilmiş olan sınır değerinin (1,5 mg/l)'nin altındadır.

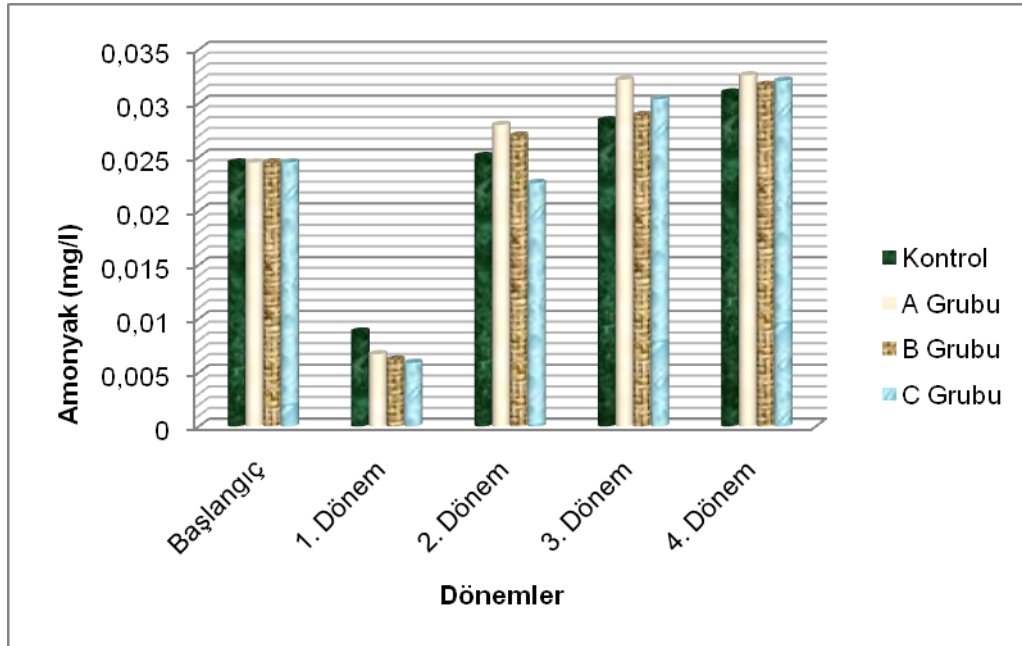
Klinoptilolit NH_4^+ 'u adsorblama oranı, suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerinin yanında, uygulanan klinoptilolit miktarına (Sarioglu, 2005) ve zamana göre değişmektedir. Bu çalışmada geçen zamanla birlikte klinoptilolit adsorblama kapasitesinin azaldığı; bunun suya konulan klinoptilolit değiştirilme aralıklarının uzunluğuna bağlı olarak geliştiği ifade edilebilir. Ayrıca, uygulanan klinoptilolit oranlarının bu çalışmada hedeflenmiş NH_4^+ oranını düşürme konusunda yetersiz kaldığı söylenebilir.

Buradan hareketle, havuz suyu NH_4^+ oranının olabildiğince azaltılması için, bu çalışmada uygulanan oranlardan daha yüksek oranlarda klinoptilolit uygulanmasının, kullanılan klinoptilolit daha sık aralıklarla değiştirilmesinin veya tuzlu su solüsyonundan geçirilerek adsorbladığı maddelerin bırakılarak tekrar kullanılmasının sağlanmasının uygun olacağı söylenebilir.

Çizelge 4.1. Grupların Dönemlere Göre Amonyum Ortalamaları (mg/l)

Gruplar	Başlangıç	1. Dönem	2. Dönem	3. Dönem	4. Dönem
Kontrol	0,0245±0,000 ^{a*}	0,0088±0,003 ^a	0,0251±0,003 ^a	0,0284±0,002 ^a	0,0310±0,020 ^a
A Grubu	0,0245±0,000 ^a	0,0067±0,003 ^a	0,0280±0,005 ^a	0,0322±0,006 ^a	0,0326±0,010 ^a
B Grubu	0,0245±0,000 ^a	0,0062±0,002 ^a	0,0270±0,003 ^a	0,0289±0,003 ^a	0,0317±0,054 ^a
C Grubu	0,0245±0,000 ^a	0,0059±0,001 ^a	0,0226±0,001 ^a	0,0304±0,001 ^a	0,0321±0,005 ^a

* Aynı sütundaki harfler Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarını göstermektedir.



Grafik 4.1. Dönemlere Göre Grupların Amonyum Ortalamaları (mg/l).

4.1.2.3. Nitrit – Nitrat

Grupların dönemlere göre NO_2^- ortalamaları Çizelge 4.2’de, NO_3^- ortalamaları Çizelge 4.3’de verilmiştir. Bunların grafik olarak gösterimi ise, Grafik 4.2 ve 4.3’de verilmiştir.

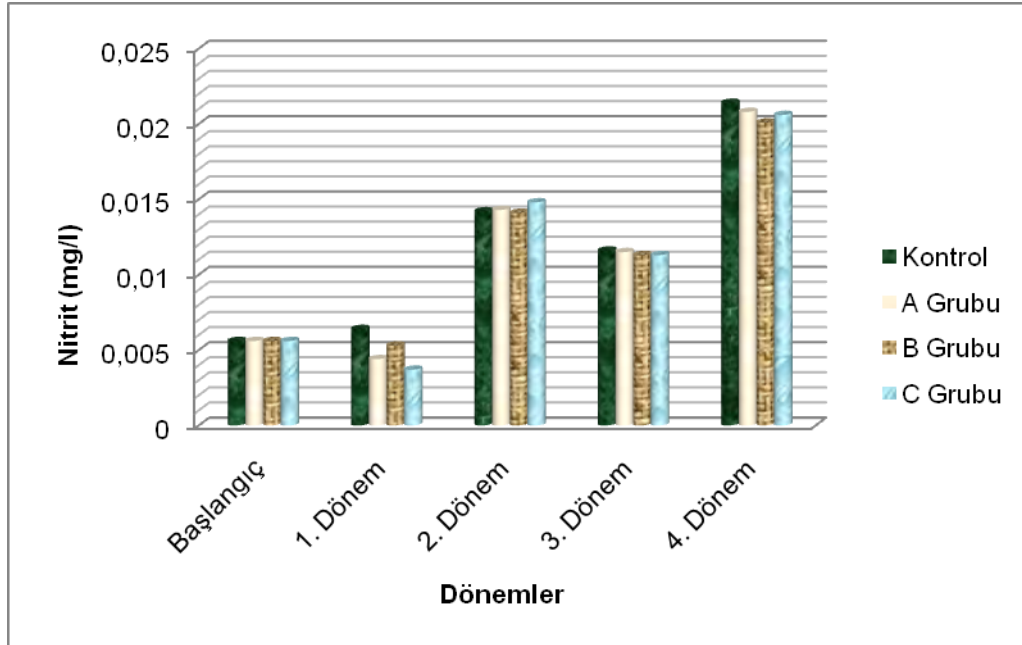
Çalışmada grupların NO_2^- ortalamaları arasında fark bulunmamıştır ($P>0,05$). Son örnekleme döneminde (4.) gruplara göre sırasıyla, $0,0214\pm 0,001$ mg/l, $0,0208\pm 0,002$ mg/l, $0,0201\pm 0,005$ mg/l ve $0,0206\pm 0,002$ mg/l NO_2^- ortalamaları tespit edilmiştir.

Alabalık yetiştiriciliği için toksik olan NO_2^- oranlarının, 0,1 – 0,2 mg/l olduğu bildirilmektedir (Emre ve Kürüm, 1998; Tekelioğlu, 2000). Denemeden elde edilen sonuçlar, bildirilen bu sınır değerlerin altındadır. Ancak, zamana bağlı olarak klinoptilolitin bağlama kapasitesinin azalmasından dolayı, 4. Ölçüm Döneminde NO_2^- bağlanma oranı azalmıştır.

Çizelge 4.2. Grupların Dönemlere Göre Nitrit Ortalamaları (mg/l)

Gruplar	Başlangıç	1. Dönem	2. Dönem	3. Dönem	4. Dönem
Kontrol	0,0056±0,000 ^{a*}	0,0064±0,002 ^a	0,0142±0,001 ^a	0,0116±0,001 ^a	0,0214±0,001 ^a
A Grubu	0,0056±0,000 ^a	0,0044±0,001 ^a	0,0143±0,001 ^a	0,0115±0,001 ^a	0,0208±0,002 ^a
B Grubu	0,0056±0,000 ^a	0,0053±0,001 ^a	0,0141±0,001 ^a	0,0113±0,001 ^a	0,0201±0,005 ^a
C Grubu	0,0056±0,000 ^a	0,0037±0,001 ^a	0,0148±0,001 ^a	0,0113±0,001 ^a	0,0206±0,002 ^a

* Aynı sütündeki harfler Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarını göstermektedir.



Grafik 4.2. Dönemlere Göre Grupların Nitrit Ortalamaları (mg/l).

Denemenin sonunda grupların NO_3^- ortalamaları, sırasıyla, $0,385 \pm 0,031$ mg/l, $0,370 \pm 0,067$ mg/l, $0,370 \pm 0,092$ mg/l ve $0,272 \pm 0,032$ mg/l olarak tespit edilmiş olup farklar diğer dönemlerdeki gibi istatistiki olarak benzer bulunmuştur ($P > 0,05$).

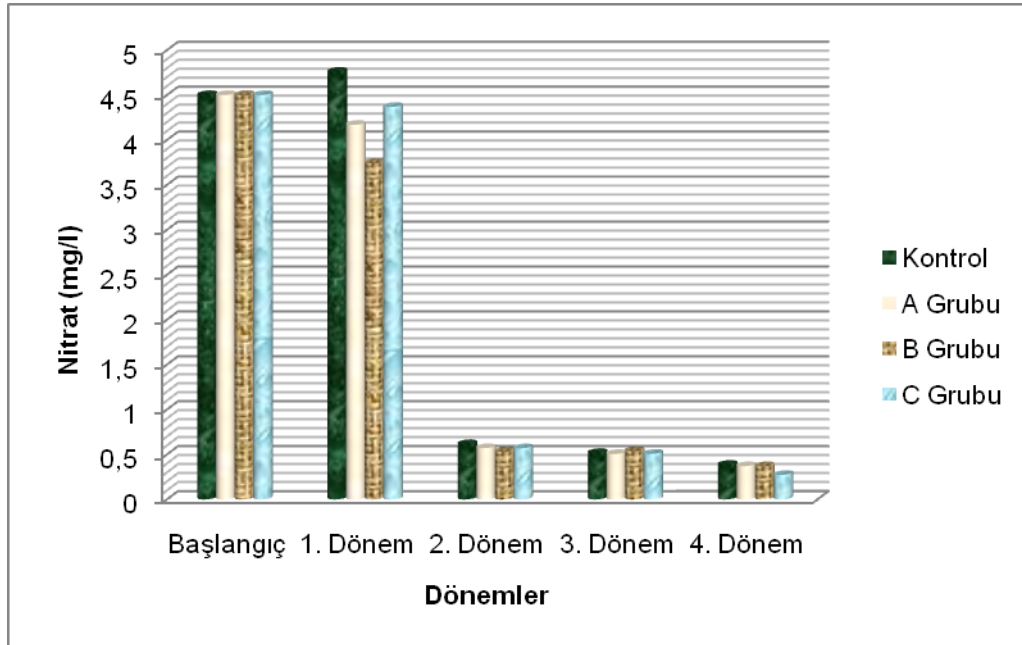
Ancak, klinoptilolit uygulamasının, sudaki NO_3^- düzeyini deneme başından sonuna kadar, her dönemde bariz olarak düşürdüğü Grafik 4.3'den anlaşılmaktadır.

Alabalık yetiştiriciliği için toksik olan NO_3^- değerlerinin, 100 – 300 mg/l olduğu bildirilmektedir (Emre ve Kürüm, 1998; Tekelioğlu, 2000). Denemenin sonunda elde edilen sonuçlar bildirilen bu sınır değerlerin altındadır. Suya katılan klinoptilolit denemenin başlamasından sonuna kadar havuzlardaki NO_3^- seviyelerini azalttığı ve C Grubundan en düşük NO_3^- oranının elde edildiği gözlenmiştir.

Çizelge 4.3. Grupların Dönemlere Göre Nitrat Ortalamaları (mg/l)

Gruplar	Başlangıç	1. Dönem	2. Dönem	3. Dönem	4. Dönem
Kontrol	4,500±0,00 ^{a*}	4,760±0,329 ^a	0,615±0,036 ^a	0,516±0,001 ^a	0,385±0,031 ^a
A Grubu	4,500±0,00 ^a	4,169±0,502 ^a	0,571±0,030 ^a	0,505±0,008 ^a	0,370±0,067 ^a
B Grubu	4,500±0,00 ^a	3,745±0,346 ^a	0,534±0,003 ^a	0,538±0,026 ^a	0,370±0,092 ^a
C Grubu	4,500±0,00 ^a	4,368±0,274 ^a	0,569±0,023 ^a	0,507±0,004 ^a	0,272±0,032 ^a

Aynı sütundaki harfler Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarını göstermektedir.



Grafik 4.3. Dönemlere Göre Grupların Nitrat Ortalamaları (mg/l).

4.1.3. Büyüme Parametreleri**4.1.3.1. Ağırlık ve Boyca Büyüme**

Deneme gruplarının örnekleme dönemlerine göre W ve L ortalamaları Çizelge 4.4 ve 4.5’de ve karşılaştırmaları Grafik 4.4 ve 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Örnekleme Dönemlerine Göre Grupların Canlı Ağırlık Ortalamaları (g)

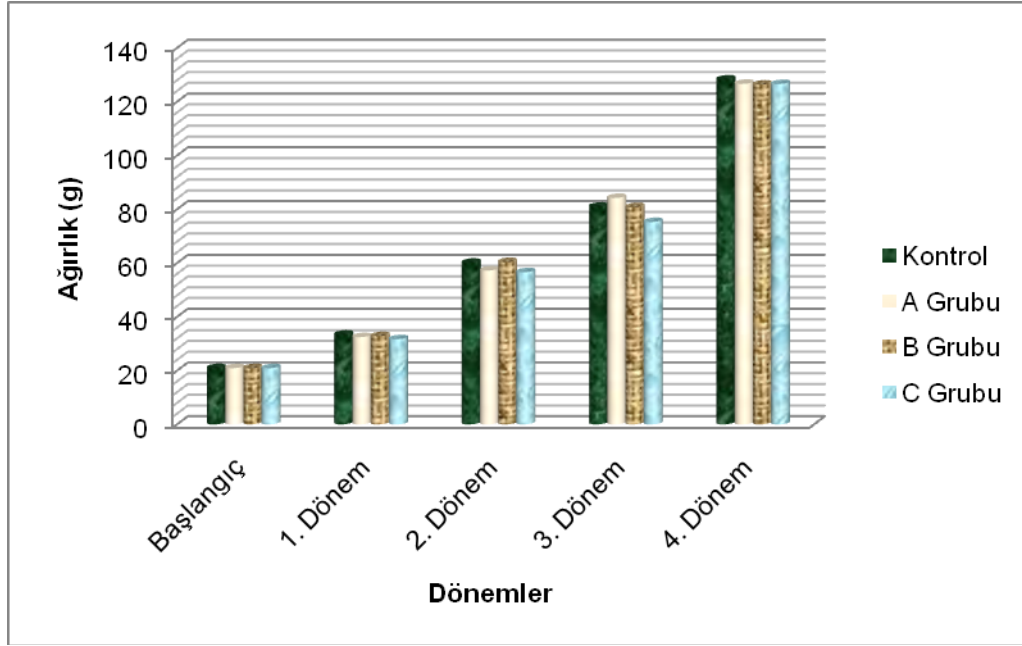
Gruplar	Başlangıç	1. Dönem	2. Dönem	3. Dönem	4. Dönem
Kontrol	20,899±0,564 ^{a*}	33,363±0,815 ^a	60,087±1,223 ^a	80,928±0,992 ^b	128,242±4,748 ^a
A Grubu	20,899±0,564 ^a	32,453±1,437 ^a	57,214±3,524 ^a	84,207±1,266 ^b	126,623±5,545 ^a
B Grubu	20,899±0,564 ^a	32,829±1,608 ^a	60,370±1,158 ^a	80,781±1,213 ^b	126,349±0,339 ^a
C Grubu	20,899±0,564 ^a	31,651±1,008 ^a	56,581±0,787 ^a	77,154±1,940 ^a	126,556±7,663 ^a

* Aynı sütundaki harfler Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarını göstermektedir.

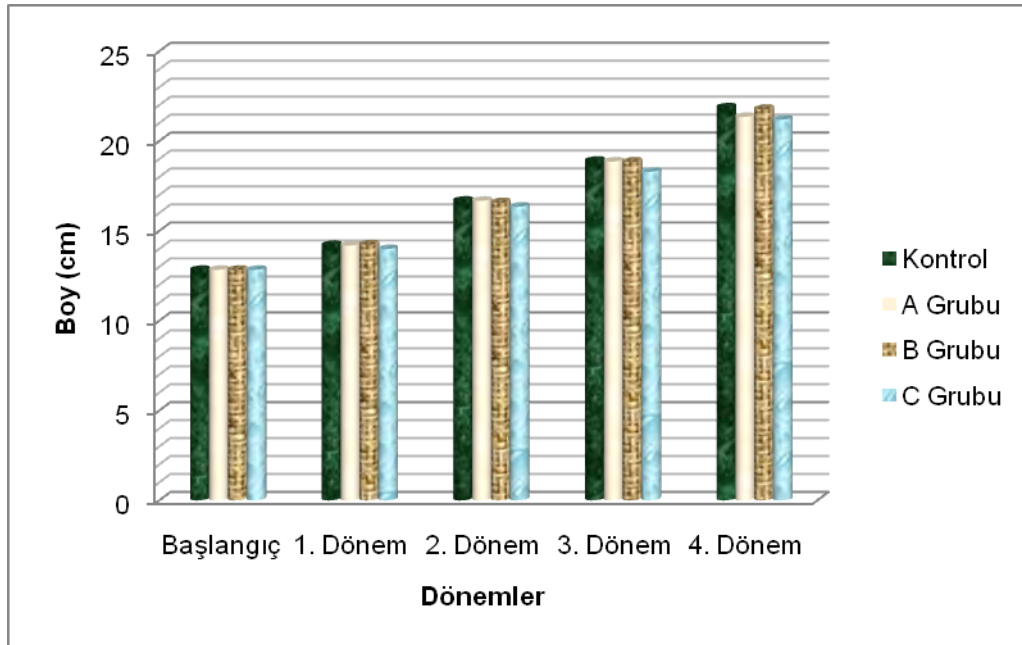
Çizelge 4.5. Örnekleme Dönemlerine Göre Grupların Total Boy Ortalamaları (cm)

Gruplar	Başlangıç	1. Dönem	2. Dönem	3. Dönem	4. Dönem
Kontrol	12,826±0,122 ^{a*}	14,205±0,206 ^a	16,676±0,088 ^a	18,895±0,106 ^a	21,870±0,355 ^a
A Grubu	12,826±0,122 ^a	14,181±0,180 ^a	16,668±0,349 ^a	18,854±0,259 ^a	21,340±0,341 ^a
B Grubu	12,826±0,122 ^a	14,244±0,084 ^a	16,586±0,104 ^a	18,850±0,050 ^a	21,783±0,255 ^a
C Grubu	12,826±0,122 ^a	13,985±0,181 ^a	16,342±0,162 ^a	18,288±0,187 ^a	21,191±0,193 ^a

* Aynı sütundaki harfler Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarını göstermektedir.



Grafik 4.4. Örnekleme Dönemlerine Göre Grupların Canlı Ağırlık Ortalamaları (g).



Grafik 4.5. Örnekleme Dönemlerine Göre Grupların Total Boy Ortalamaları (cm).

Sadece, 3. Örneklem Döneminde Kontrol, A ve B Grupları ile C Grubunun W ortalamaları arasında istatistiksel bir farkın olduğu ($P < 0,05$); buna karşın, diğer örneklem dönemlerinde tüm grupların ortalamaları arasında bir farkın bulunmadığı ($P > 0,05$) tespit edilmiştir.

Denemenin sonunda, deneme gruplarının W değerlerinin ortalamaları, sırasıyla, $128,242 \pm 4,748$ g, $126,623 \pm 5,545$ g, $126,349 \pm 0,339$ g ve $126,556 \pm 7,663$ g olarak belirlenmiştir. Yapılan analiz neticesinde, elde edilen sonuçlar arasında istatistiksel açıdan önemli olmayan bir farkın olduğu tespit edilmiştir ($P > 0,05$). Buna rağmen, rakamsal olarak en iyi büyüme performansını Kontrol Grubu göstermiştir.

Denemenin sonunda, deneme gruplarının L değerlerinin ortalamaları, sırasıyla, $21,870 \pm 0,355$ cm, $21,340 \pm 0,341$ cm, $21,783 \pm 0,255$ cm ve $21,191 \pm 0,193$ cm olarak belirlenmiştir. Birbirine çok yakın değerler elde edilmiş ve tüm örneklem dönemlerinde de olduğu gibi istatistiksel analiz sonuçlarına göre deneme grupları arasında önemli bir fark bulunmamıştır ($P > 0,05$).

Şimdiki çalışma ile benzer özelliklerde olan, daha önceden yapılmış herhangi bir çalışmaya ulaşılamamıştır. Bu nedenle sonuçlar karşılaştırılamamıştır.

Denemede elde edilen sonuçlara göre, havuz suyuna katılan klinoptilolit oranlarının (1, 2 ve 3 g/l), balıkların W ve L ortalamaları üzerine etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Her ne kadar Kontrol Grubunun ulaştığı W ortalaması rakamsal olarak diğerlerinden yüksek olup, bunun üretim sonu total biomas üzerine olumlu katkı yapacağı düşünülebilecek olsa da, aşağıda da belirtilmiş olduğu gibi, bu grupta YO ve YDO değerleri açısından diğerlerine göre olumlu sonuç alınamamış olması nedeniyle, total biomas olumlu etkilenmeyecektir.

4.1.3.2. Günlük Canlı Ağırlık Artışı

Deneme gruplarının GCAA ortalamalarının, sırasıyla, $1,073 \pm 0,048$ g, $1,057 \pm 0,056$ g, $1,055 \pm 0,003$ g ve $1,057 \pm 0,077$ g olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.6 ve Grafik 4.6). GCAA ortalamaları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır ($P > 0,05$).

Bu çalışma ile benzer özelliklerde olan, daha önceden yapılmış herhangi bir çalışmaya ulaşılamadığı için, sonuçların karşılaştırılması yapılamamış ve havuz suyuna katılan klinoptilolit oranlarının, balıkların GCAA ortalamaları üzerine etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

4.1.3.3. Yem Dönüşüm Oranı

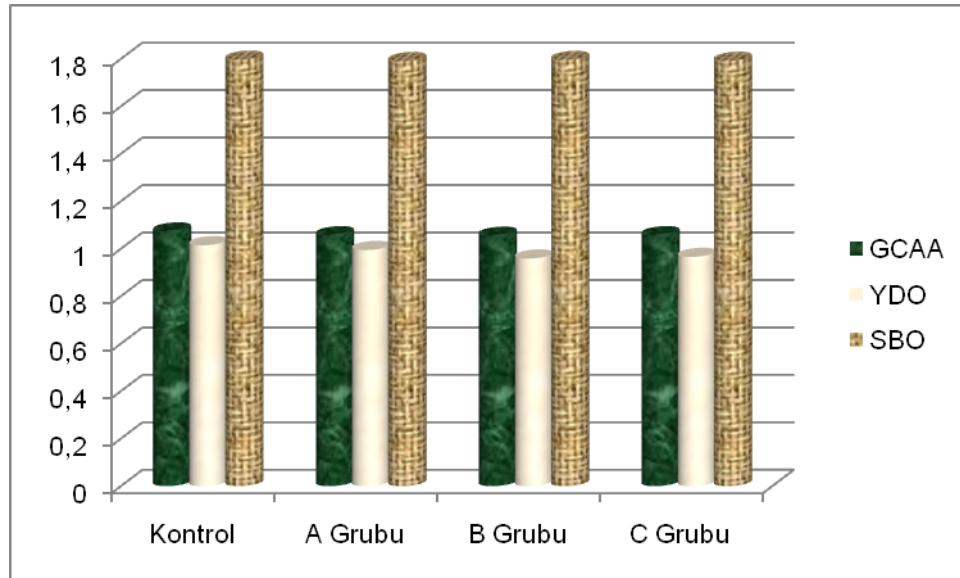
Deneme gruplarının YDO değerleri ortalamalarının, sırasıyla, $1,015 \pm 0,029$, $0,995 \pm 0,034$, $0,959 \pm 0,027$ ve $0,966 \pm 0,043$ olduğu belirlenmiş olup (Çizelge 4.6 ve Grafik 4.6) aralarında istatistiksel açıdan önemli bir fark bulunmadığı tespit edilmiştir ($P > 0,05$). Ancak, rakamsal olarak, B Grubu en düşük YDO değerini göstermiştir. Bunu C Grubu ve aynı değeri gösteren A Grubu ile Kontrol Grubu takip etmiştir. Gökkuşuğu alabalığı için YDO değeri, Emre ve Kürüm (1998) tarafından 1,2-1,3 olarak bildirilmişken, aynı değerin, Roberts ve Shepherd (2001) tarafından 1,0 olduğu bildirilmiştir. Deneme sonunda gözlemlenen tüm YDO değerleri, yukarıda belirtilmiş olan araştırmacılar tarafından bildirilen sınırlar içinde veya altındadır. Ayrıca, Dias ve ark. (1998) tarafından levrek ve Aybal (2001) tarafından gökkuşuğu alabalığı için bildirilmiş olan YDO ortalamalarından daha düşük, dolayısıyla daha iyidir.

Elde edilen sonuçlara göre havuz suyuna katılan klinoptilolit oranları, balıkların W ortalamalarına istatistiksel olarak önemli bir fark getirmemesine karşın, YDO üzerindeki en önemli etkiyi B Grubunda göstermiştir. Bu sonuç ticari gökkuşuğu alabalık işletmelerindeki en önemli gideri oluşturan yem maliyetini azaltacağı için, bu gruba uygulanan klinoptilolit oranı olan 2 g/l oranının yetiştirme havuz sularına katılmasının yararlı olacağı söylenebilir.

Çizelge 4.6. Deney 1’de Gruplara Göre Elde Edilen Büyüme Parametreleri Ortalamaları

Değer	Kontrol Grubu	A Grubu	B Grubu	C Grubu
W (g)	128,242±4,748 ^{a*}	126,623±5,545 ^a	126,349±0,339 ^a	126,556±7,663 ^a
L (cm)	21,870±0,355 ^a	21,340±0,341 ^a	21,783±0,255 ^a	21,191±0,193 ^a
GCAA (g)	1,073±0,048 ^a	1,057±0,056 ^a	1,055±0,003 ^a	1,057±0,077 ^a
YDO	1,015±0,029 ^a	0,995±0,034 ^a	0,959±0,027 ^a	0,966±0,043 ^a
SBO	1,797±0,048 ^a	1,791±0,044 ^a	1,796±0,003 ^a	1,792±0,061 ^a
K	1,215±0,006 ^a	1,245±0,014 ^a	1,225±0,038 ^a	1,325±0,050 ^a
YO (%)	94,828±5,172 ^a	98,485±1,515 ^a	97,727±2,273 ^a	98,485±1,515 ^a
HSI (%)	1,083±0,100 ^a	1,051±0,056 ^a	0,984±0,007 ^a	1,246±0,082 ^a
GSI (%)	0,153±0,015 ^a	0,133±0,016 ^a	0,157±0,070 ^a	0,159±0,012 ^a
VSI (%)	12,035±0,145 ^a	12,175±0,303 ^a	12,288±0,204 ^a	12,677±0,670 ^a

* Aynı satırdaki harfler Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarını göstermektedir.



Grafik 4.6. Grupların Günlük Canlı Ağırlık Artışı, Yem Dönüşüm Oranı ve Spesifik Büyüme Oranı Ortalamaları.

4.1.3.4. Spesifik Büyüme Oranı

Deneme gruplarının SBO ortalamaları, sırasıyla, $1,797\pm 0,048$, $1,791\pm 0,044$, $1,796\pm 0,003$ ve $1,792\pm 0,061$ olarak belirlenmiş ve bu ortalamalar arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark bulunmamıştır ($P>0,05$) (Çizelge 4.6 ve Grafik 4.6).

Bu çalışma ile benzer özelliklerde olan, daha önceden yapılmış herhangi bir çalışmaya ulaşılamamıştır. Bu nedenle sonuçlar karşılaştırılmamıştır. Bununla birlikte, Dias ve ark. (1998) levrek yemine, Kanyılmaz (2008) ise sazan yemine katarak söz edilen balıklarla yaptıkları çalışma sonunda klinoptilolit, grupların SBO ortalamalarını etkilemediğini belirlemişlerdir.

Şimdiki çalışmada klinoptilolit havuz suyuna katılmış olup, SBO ortalamalarını etkilemediği sonucu, Dias ve ark. (1998) ile Kanyılmaz (2008)'ın sonuçlarıyla uyumludur.

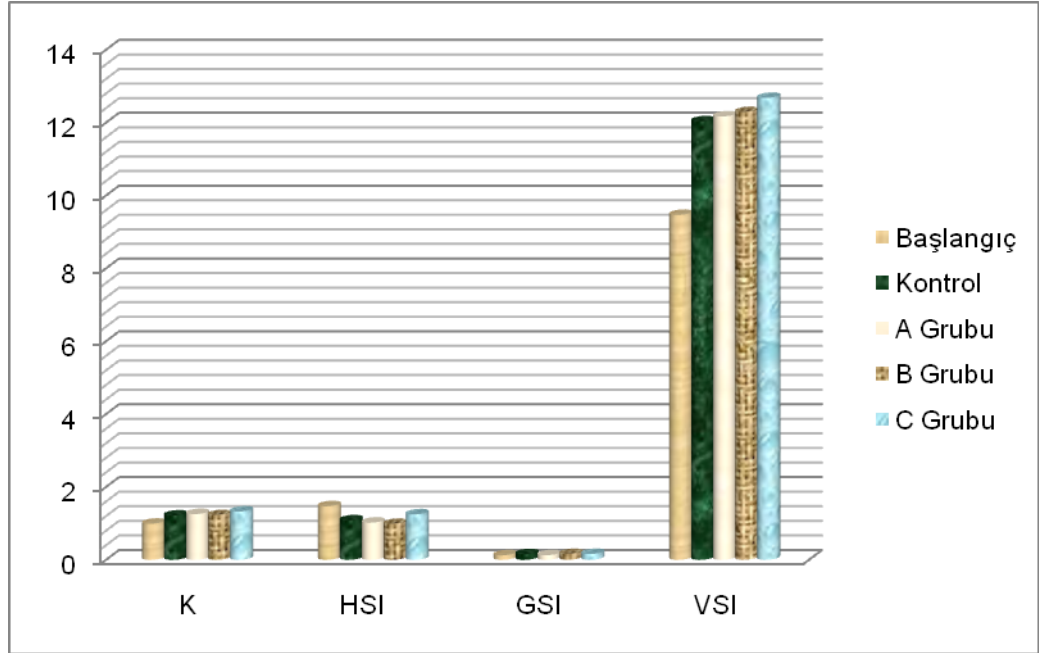
4.1.3.5. Kondisyon Faktörü

Deneme gruplarının K ortalamaları, sırasıyla, $1,215\pm 0,006$, $1,245\pm 0,014$, $1,225\pm 0,038$ ve $1,325\pm 0,050$ olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.3 ve Grafik 4.7). Grupların K değerleri arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark bulunmamıştır ($P>0,05$).

Deneme sonuçlarına göre, grupların K değerleri birbirine çok yakın olmasına rağmen, en düşük değer Kontrol Grubundan, en yüksek değerse C Grubundan elde edilmiştir.

Fulton'un K'ne göre, gökkuşağı alabalıklarının ortalamalarının 1 olması istenmektedir. "K<1" olması balığın zayıflığını, "K>1" olması balığın rakama bağlı olarak kilolu olduğunu ve "K=1" olması ise, balığın fuziform olduğunu göstermektedir (Emre ve Kürüm, 1998).

Daha önceden yapılmış benzer çalışma bulunmaması nedeniyle karşılaştırma yapılamamasına rağmen, deneme sonuçlarına göre K ortalamaları açısından çok az farklar olsa da, Kontrol Grubundaki balıkların daha fuziform olduğu söylenebilir.



Grafik 4.7. Grupların Kondisyon Faktörü, Hepatosomatik İndeksi, Gonadosomatik İndeksi ve Viserosomatik İndeksi Ortalamaları.

4.1.3.6. Yaşama Oranı

Çizelge 4.6'de görüldüğü gibi deneme gruplarının YO ortalamaları, sırasıyla, % 94,828±5,172, % 98,485±1,515, % 97,727±2,273 ve % 98,485±1,515 olarak belirlenmiştir. Grupların YO ortalamaları arasındaki farkın önemli olmadığı tespit edilmiştir ($P>0,05$).

Elde edilen bu değerler ticari işletmelerin karlılığı için hesaplanmış ve şimdiye kadar bildirilen % 90 YO ortalamasının (Tekelioğlu, 2000) üzerindedir. Buna ek olarak, deneme gruplarında % ~98 oranında bir YO gözlenmiş olup, her üç gruptan da Kontrol Grubundan daha yüksek YO ortalamaları elde edilmiştir. Gözlemlenen bu sonuç, yüksek kapasiteli üretim işletmeleri göz önünde bulundurulduğunda toplam biomasta büyük farklar ortaya çıkarabilmektedir. Bu nedenle, havuz suyuna klinoptilolit eklenmesi önerilebilir.

4.1.3.7. Hepatosomatik İndeks

Grupların HSI ortalamaları Çizelge 4.6 ve Grafik 4.7’de verilmiştir. Grupların HSI ortalamaları, sırasıyla, % 1,083±0,100, % 1,051±0,056, % 0,984±0,007 ve % 1,246±0,082 olarak hesaplanmıştır. Grupların HSI ortalamaları arasında istatistiksel olarak önemsiz olan bir farkın olduğu tespit edilmiştir (P>0,05). C Grubu en yüksek HSI değerine sahipken, en düşük değer B Grubunda gözlenmiştir.

Şimdiki çalışma ile benzer özelliklerde olan, daha önceden yapılmış herhangi bir çalışmaya ulaşılamamıştır. Bu nedenle sonuçlar karşılaştırılamamıştır.

Ancak, HSI ortalamaları, Dias ve ark. (1998) tarafından levrek yemine klinoptilolit ekleyerek elde ettiği sonuçlardan düşük bulunmuştur ve Kanyılmaz (2008)’ın sazanları klinoptilolit içeren yemle besleme çalışması sonuçları için bildirdiği gibi, havuz suyuna klinoptilolit eklenmesinden etkilenmemiştir.

4.1.3.8. Gonadosomatik İndeks

Grupların GSI ortalamaları sırasıyla, % 0,153±0,015, % 0,133±0,016, % 0,157±0,070 ve % 0,159±0,012 olarak hesaplanmış olup, gruplar arası farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (P>0,05) (Çizelge 4.6 ve Grafik 4.7). A grubunun GSI değeri, diğer deneme gruplarına oranla daha düşük bulunmuştur.

Deneme sonuçlarına göre, havuz suyuna katılan klinoptilolit oranlarının balıkların GSI ortalamaları üzerine etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

4.1.3.9. Viserosomatik İndeks

Grupların VSI ortalamaları, sırasıyla, % 12,035±0,145, % 12,175±0,303, % 12,288±0,204 ve % 12,677±0,670 olarak hesaplanmış (Çizelge 4.6 ve Grafik 4.7) ve grupların ortalamaları arasında istatistiksel olarak önemli olmayan bir farkın olduğu tespit edilmiştir (P>0,05). Buna rağmen, suya katılan klinoptilolit oranının artışına paralel olarak VSI ortalamaları rakamsal olarak artmıştır.

Yemlere katılarak yapılan levrek (Dias ve ark., 1998), tilapia (Töre, 2006) ve sazan (Kanyılmaz, 2008) çalışmalarında bildirilmiş olan sonuçlardaki gibi, grupların VSI ortalamaları, farklı oranlarda havuz suyuna katılan klinoptilolit oranlarından etkilenmemiştir.

4.2. Deney 2

4.2.1. Su Sıcaklığı, Çözünmüş Oksijen ve pH

Deneme süresince elde edilen sıcaklık değerleri ortalamaları $18,34 \pm 0,21$ ile $19,05 \pm 0,20$ °C değerleri arasında değişmiştir. Deney süresince elde edilmiş olan sıcaklık değerlerinin ortalamaları, Emre ve Kürüm (1998), Tekelioğlu (2000) ve Alpbaz (2005) tarafından Deney 1’de bildirilmiş olan gökkuşağı alabalıklarının optimum yaşama sıcaklıkları arasında ve aralarındaki fark önemsiz bulunmuştur ($P > 0,05$).

Deneme süresince havuz sularının çözünmüş O_2 değeri ortalamaları $9,89 \pm 0,05$ ile $10,04 \pm 0,06$ mg/l arasında değişmiştir ($P > 0,05$). Elde edilmiş olan bu ortalamalar, yetiştiricilik ortamında gökkuşağı alabalıkları için arzu edilen çözünmüş O_2 değerlerinden (Emre ve Kürüm, 1998; Tekelioğlu, 2000; Alpbaz, 2005) yüksek bulunmuştur.

Deneme süresince, gruplara göre ölçülen pH ortalamaları, $7,32 \pm 0,04$ ile $7,26 \pm 0,01$ arasında değişmiştir ($P > 0,05$). Elde edilmiş olan bu ortalamalar, Roberts ve Shepherd (2001) tarafından bildirilmiş olan değerler arasındadır.

Yeme katılarak balıklara uygulanan klinoptilolitin de, havuz suyu pH’sı üzerine etkisi olmamıştır.

4.2.2. Büyüme Parametreleri**4.2.2.1. Ağırlık ve Boyca Büyüme**

Balıkların gruplara ve örnekleme dönemlerine göre W ve L ortalamaları Çizelge 4.7 ve 4.8’de; karşılaştırılmaları Grafik 4.8 ve 4.9’da verilmiştir.

Deneme sonunda, Kontrol Grubu ile A, B ve C Gruplarının W ortalamaları, sırasıyla, 100,221±0,787 g, 126,129±5,701 g, 109,822±4,807 g ve 101,504±3,959 g olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre, en iyi W ortalaması A Grubunda tespit edilmişken, bu grubu sırası ile B, C ve Kontrol Grupları izlemiştir. Grupların W ortalamaları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0,05).

A Grubunda tespit edilen W ortalaması, Kontrol Grubuna oranla % 26 daha iyi bir büyüme göstermiştir. A Grubu, ikinci en iyi büyümenin olduğu B Grubuna oranla ise, % 13’lük daha fazla bir büyüme göstermiştir. B Grubu, aralarındaki fark istatistiksel olarak önemsiz olan Kontrol ve C Grubuna oranla % 9 daha iyi bir büyüme performansı göstermiştir.

Çizelge 4.7. Örnekleme Dönemleri ve Gruplara Göre Balıkların Canlı Ağırlık Ortalamaları (g)

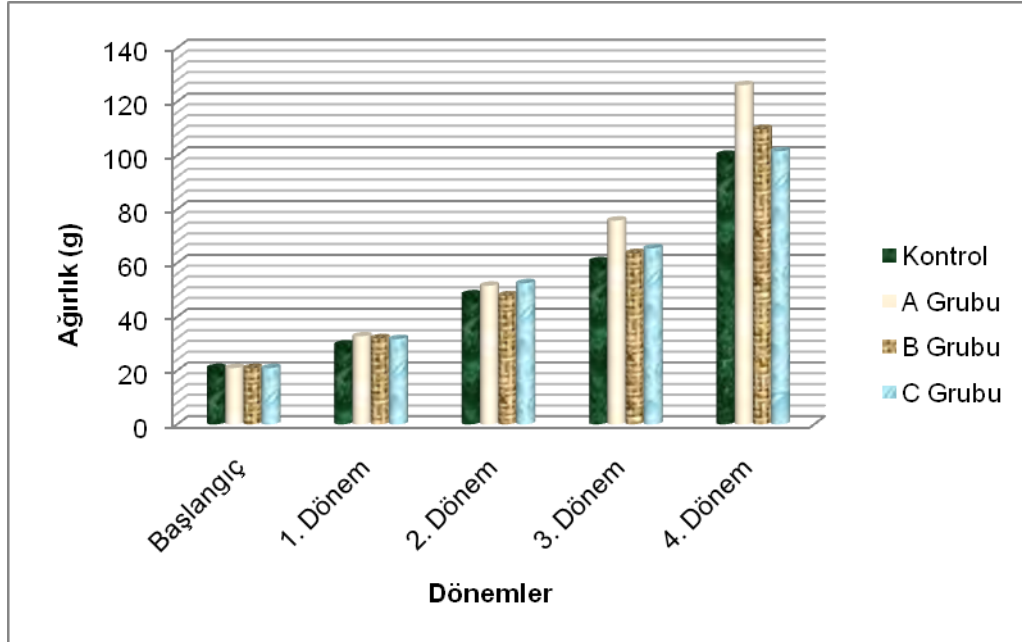
Gruplar	Başlangıç	1. Dönem	2. Dönem	3. Dönem	4. Dönem
Kontrol	20,899±0,564 ^{a*}	29,653±0,846 ^a	48,291±0,487 ^{ab}	60,604±1,218 ^a	100,221±0,787 ^a
A Grubu	20,899±0,564 ^a	32,742±0,714 ^a	51,516±1,336 ^{bc}	75,743±5,237 ^b	126,129±5,701 ^b
B Grubu	20,899±0,564 ^a	31,992±1,868 ^a	47,905±1,320 ^a	63,648±4,863 ^{ab}	109,822±4,807 ^{ab}
C Grubu	20,899±0,564 ^a	31,683±0,318 ^a	52,464±0,633 ^c	65,444±2,498 ^{ab}	101,504±3,959 ^a

* Aynı sütundaki harfler Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarını göstermektedir.

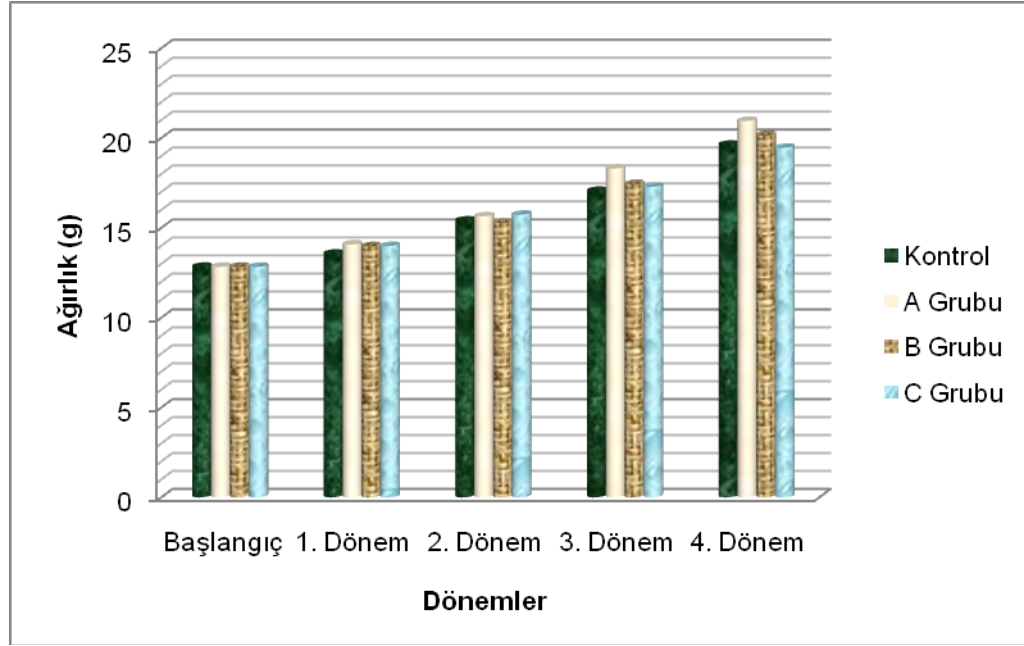
Çizelge 4.8. Örnekleme Dönemleri ve Gruplara Göre Balıkların Total Boy Ortalamaları (cm)

Gruplar	Başlangıç	1. Dönem	2. Dönem	3. Dönem	4. Dönem
Kontrol	12,826±0,122 ^{a*}	13,555±0,097 ^a	15,400±0,076 ^a	17,048±0,010 ^a	19,619±0,244 ^a
A Grubu	12,826±0,122 ^a	14,073±0,093 ^{ab}	15,634±0,204 ^a	18,300±0,322 ^a	20,946±0,245 ^b
B Grubu	12,826±0,122 ^a	13,974±0,233 ^{ab}	15,283±0,210 ^a	17,433±0,540 ^a	20,156±0,056 ^a
C Grubu	12,826±0,122 ^a	13,985±0,094 ^b	15,725±0,130 ^a	17,282±0,132 ^a	19,450±0,100 ^a

*Aynı sütundaki harfler Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarını göstermektedir.



Grafik 4.8. Örnekleme Dönemlerine Göre Grupların Canlı Ağırlık Ortalamaları (g).



Grafik 4.9. Örnekleme Dönemlerine Göre Grupların Total Boy Ortalamaları (cm).

Deney sonunda, grupların L ortalamaları, sırasıyla, $19,619 \pm 0,244$ cm, $20,946 \pm 0,245$ cm, $20,156 \pm 0,056$ cm ve $19,450 \pm 0,100$ cm olarak belirlenmiş ve en iyi performans A Grubundan elde edilmiştir. Kontrol Grubu ile B ve C Grupları arasındaki fark önemsiz iken ($P > 0,05$), A Grubu ortalaması tüm gruplardan istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($P < 0,05$).

Zeolit mineralleri, sindirim sisteminde gastrik ve intestinal sıvılara karşı dayanıklı olup (Mumpton, 1999; İvkoviç ve ark., 2004), sindirim sisteminde besinin hareketini yavaşlatıcı, NH_4^+ ü bağlayıcı ve enzimatik reaksiyonları katalizleyici olarak hareket etmektedirler (Mumpton, 1999; Anonymous VIII, 2004; İvkoviç ve ark., 2004). Sindirim sistemindeki hareketi esnasında, bir azot kaynağı olarak adsorbladığı NH_4^+ ü yavaşça bırakarak bağırsaktaki mikroorganizmaların azotu daha iyi kullanmasını sağlamakta (Ayvaz, 2004; Hargreaves ve Tucker, 2004; İvkoviç ve ark., 2004) ve böylece, burada protein sentezini arttırmaktadır (Sanders ve ark., 1997).

Zeolit mineralinin yukarıda anlatılan özelliklerinin neticesinde, besin maddelerinin bağırsağın her bir birim alanından daha yavaş bir hızla ve etkin bir

şekilde emilimi söz konusu olabilmekte, bunun doğal bir sonucu olarak da canlı besin maddelerinden daha iyi oranda yararlanabilmekte (Kleiner ve ark., 2001; Ayvaz, 2004) ve canlıda ağırlık artışı elde edilebilmektedir.

Önceki çalışmalarda da bu özellik gözlemlenmiştir.

Leonard (1979)'ın 100 adet gökkuşuğu alabalığı üzerinde yapmış olduğu çalışmada elde ettiği sonuçlara göre, % 2 klinoptilolit eklenen grubun büyüme performansında % 10'luk bir artış gözlenmiştir (Pond ve Mumpton, 1984). Şimdiki çalışmada ise, % 2 klinoptilolit verilen B Grubunda büyüme performansı % 9 artış göstermiş, ancak % 1 klinoptilolit verilen A Grubu 3 kat daha yüksek bir performans göstermiştir. Deney süreleri ve deney başlangıç ağırlıkları dikkate alınır, Pond ve Mumpton (1984)'nın bildirdiğine göre Leonard (1979) tarafından verilen değer ile B Grubunun sonuçlarının birbirine benzerlik gösterdiği söylenebilir.

Aybal (2001) tarafından yapılan çalışmada ise, başlangıç ağırlıkları 139 – 140g olan gökkuşuğu alabalıkları, % 0, 1, 2, 3, 4, 5 ve 6 oranında klinoptilolit içeren yemlerle 60 gün süreyle beslenmiştir. Denemenin sonunda Kontrol Grubundan $318,3 \pm 8,274$ g'lık bir W ortalaması elde edilmiştir. Deneme sonuçlarına göre, sadece % 3 klinoptilolit eklenen grupta ($320,07 \pm 8,657$ g), Kontrol Grubunun W ortalamasından daha iyi bir performans elde edilmiştir. Ancak, tüm deneme gruplarından elde edilen W ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P > 0,05$). Ancak, mevcut çalışmada elde edilen W ortalamaları arasında istatistiksel olarak önemli bulunan farklar tespit edilmiştir. Çalışmadan elde edilen değerlerin daha iyi olmasının, başlangıç ağırlığının, balığın daha iyi bir büyüme performansı gösterdiği genç dönemde olmasından kaynaklanıyor olabileceği söylenebilir. Çünkü Aybal (2001), çalışmasına ortalama 140 g canlı ağırlığa sahip olan balıklarla başlamıştır.

4.2.2.2. Günlük Canlı Ağırlık Artışı

Grupların GCAA değerleri ortalamaları, sırasıyla, $0,793 \pm 0,008$ g, $1,052 \pm 0,057$ g, $0,889 \pm 0,048$ g ve $0,806 \pm 0,024$ g olarak belirlenmiştir ve GCAA değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P < 0,05$). Bu

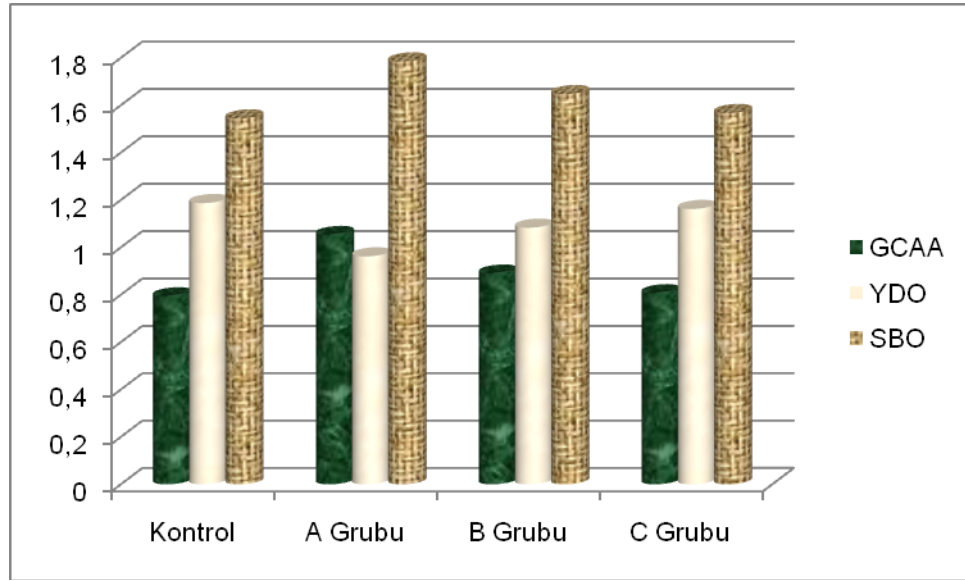
değerlere göre A Grubu (1,052±0,057 g) en iyi performansı, B Grubu (0,889±0,048 g) ikinci en iyi performansı göstermiştir ve bu grupları sırasıyla C Grubu ve Kontrol Grubu takip etmiştir (Çizelge 4.9 ve Grafik 4.10).

Kanyılmaz (2008), klinoptiloliti sazan yemine katarak yaptığı çalışmanın sonunda, klinoptilolitin, GCAA ortalamaları üzerinde etkili olmadığını; ancak, Töre (2006) tilapia yemine ekleyerek, yeme katılan klinoptilolitin GCAA ortalamalarını değişik oranlarda arttırdığını bildirmiştir. Şimdiki çalışmadan elde edilen sonuçlar, Töre (2006) ile uyumludur.

Çizelge 4.9. Deney 2’de Gruplara Göre Elde Edilen Büyüme Parametreleri Ortalamaları

Değer	Kontrol Grubu	A Grubu	B Grubu	C Grubu
W (g)	100,221±0,787 ^{a*}	126,129±5,701 ^b	109,822±4,807 ^{ab}	101,504±3,959 ^a
L (cm)	19,619±0,244 ^a	20,946±0,245 ^b	20,156±0,056 ^a	19,450±0,100 ^a
GCAA (g)	0,793±0,008 ^a	1,052±0,057 ^b	0,889±0,048 ^{ab}	0,806±0,024 ^a
YDO	1,187±0,003 ^a	0,962±0,063 ^b	1,083±0,034 ^{ab}	1,162±0,024 ^a
SBO	1,544±0,007 ^a	1,785±0,044 ^b	1,647±0,037 ^{ab}	1,567±0,037 ^a
K	1,307±0,045 ^a	1,364±0,011 ^a	1,335±0,044 ^a	1,371±0,028 ^a
YO (%)	81,817±9,091 ^a	93,939±4,009 ^a	93,182±2,273 ^a	84,098±2,273 ^a
HSI (%)	1,179±0,059 ^a	1,346±0,079 ^a	1,117±0,077 ^a	1,202±0,001 ^a
GSI (%)	0,176±0,001 ^a	0,171±0,010 ^a	0,176±0,001 ^a	0,176±0,001 ^a
VSI (%)	11,855±0,376 ^b	12,353±0,589 ^b	8,874±0,564 ^a	9,492±0,837 ^a

Aynı satırdaki harfler Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarını göstermektedir.



Grafik 4.10. Grupların Günlük Canlı Ağırlık Artışı, Yem Dönüşüm Oranı ve Spesifik Büyüme Oranı Ortalamaları.

4.2.2.3. Yem Dönüşüm Oranı

Grupların YDO değerleri ortalamaları, sırasıyla, $1,187 \pm 0,003$, $0,962 \pm 0,063$, $1,083 \pm 0,034$ ve $1,162 \pm 0,024$ olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.9 ve Grafik 4.10). YDO değerleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemsiz olarak bulunmuştur ($P > 0,05$).

Ayrıca, yeme katılan klinoptilolit oranlarına koşut olarak YDO ortalamalarının da arttığı görülmektedir.

YDO, ticari üretim işletmelerinde en önemli faktörlerden bir tanesidir. Bu işletmelerin amacı, minimum yem miktarı ile maksimum canlı ağırlığı elde etmek olmasından dolayı, YDO değerinin mümkün olduğu kadar düşük olması önemlidir. Yapılan çalışmalarla, balıklar için YDO değerleri mümkün olduğu kadar aşağı çekilmeye çalışılmaktadır.

Gökkuşuğu alabalığı için YDO değeri, Emre ve Kürüm (1998) tarafından 1,2-1,3 olarak bildirilmişken, aynı değer, Roberts ve Shepherd (2001) tarafından 1,0 olduğu bildirilmiştir.

Şimdiki çalışmanın Kontrol Grubundan elde edilen YDO ortalaması, $1,187 \pm 0,003$ iken, deney gruplarından daha düşük değerler elde edilmiştir ve A

Grubundan elde edilen deęerin ($0,962\pm 0,063$), Roberts ve Shepherd (2001) tarafından bildirilmiř olan YDO deęerinden daha dūřuk, dolayısıyla daha iyi olduęu görülmektedir. Bu oran, özellikle büyük kapasiteli ticari üretim iřletmelerinde, üretim en önemli girdisi olan yem maliyetini azaltacaktır.

Gökkuşağı alabalığı yemine klinoptilolit katılarak yapılan çalışmada, aynı oranların verildiği grupların (A, B ve C Grupları) YDO ortalamaları, sırasıyla, 1,110, 1,102 ve 1,230 olarak bulunmuştur (Aybal, 2001). Şimdiki çalışmada, aynı oranların verilmiş olduğu gruplardan çok daha iyi performanslar elde edilmiştir.

Ayrıca, bu çalıřmadan, levrekten elde edilen YDO deęerlerinden (Dias ve ark., 1998) daha dūřuk deęerler elde edilmiřtir.

4.2.2.4. Spesifik Büyüme Oranı

Grupların SBO ortalamaları, sırasıyla, $1,544\pm 0,007$, $1,785\pm 0,044$, $1,647\pm 0,037$ ve $1,567\pm 0,037$ olarak belirlenmiştir (izelge 4.9 ve Grafik 4.10). Gruplar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$).

En iyi SBO ortalaması A Grubundan ($1,785\pm 0,044$) elde edilmiş olup, bunu, B Grubu, C Grubu ve Kontrol Grubu izlemiştir. Yeme katılan klinoptilolit oranlarının artmasına koşut olarak SBO ortalamaları azalmıştır.

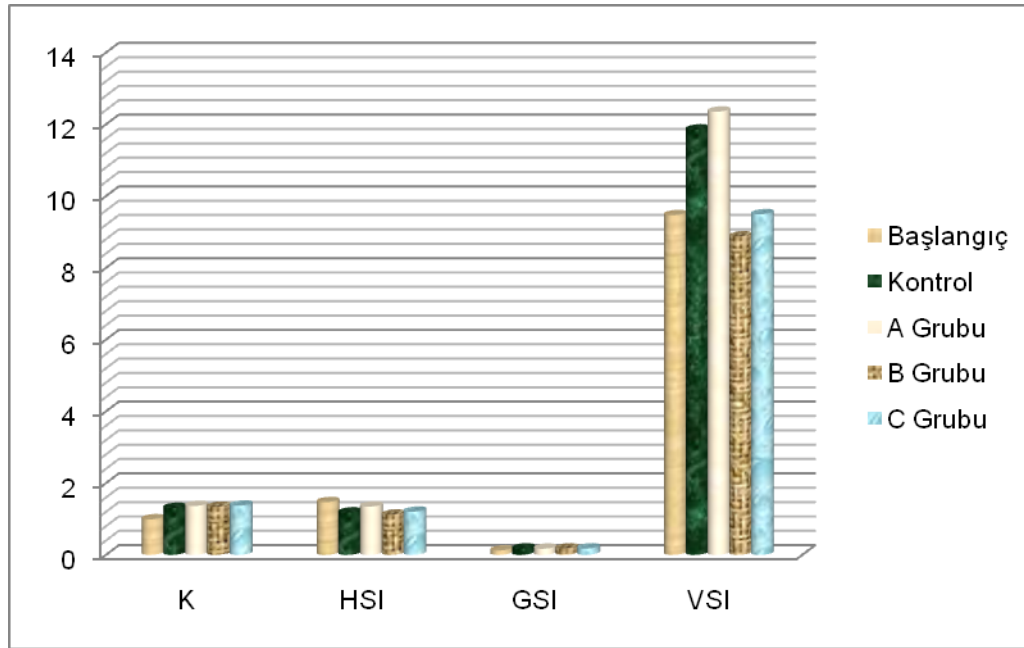
Yeme değişik oranlarda katılan klinoptilolit, levrek (Dias ve ark., 1998) ve sazanın (Kanyılmaz, 2008) SBO ortalamalarını etkilemezken, gökkuşağı alabalığının ortalamalarını değişik oranlarda arttırmıştır.

4.2.2.5. Kondisyon Faktörü

Grupların K ortalamaları, sırasıyla, $1,307\pm 0,045$, $1,364\pm 0,011$, $1,335\pm 0,044$ ve $1,371\pm 0,028$ olarak belirlenmiştir (izelge 4.9 ve Grafik 4.11) ve gruplar arasındaki farklar önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). En iyi K ortalamasını Kontrol Grubu göstermiştir.

Deneme sonuçlarına göre elde edilen değerler, Fulton'un K'ne göre, 1'den büyük olmasına rağmen, K ortalamalarının arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmaması, sonuçlarda büyük bir sapmanın olmadığını göstermektedir.

Aybal (2001) gökkuşuğu alabalığı üzerinde yaptığı çalışmada, K ortalamalarının 1,33 ile 1,56 arasında değiştiğini bildirmiştir. Şimdiki çalışmanın sonuçları, bildirilmiş olan bu değerler ile uyumluluk göstermektedir.



Grafik 4.11. Grupların Kondisyon Faktörü, Hepatosomatik İndeksi, Gonadosomatik İndeksi ve Viserosomatik İndeksi Ortalamaları.

4.2.2.6. Yaşama Oranı

Grupların YO ortalamaları, sırasıyla, % 81,817±9,091, % 93,939±4,009, % 93,182±2,273 ve % 84.098±2,273 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.9). YO değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Ayrıca, yeme katılan klinoptilolit oranlarına paralel olarak, YO ortalamaları azalmıştır.

Elde edilen bu değerler ticari işletmelerin karlılığı için hesaplanmış ve şimdiye kadar bildirilen % 90 YO ortalamasının (Tekelioğlu, 2000) üzerindedir. Buna ek olarak, deneme gruplarından A ve B'den elde edilen % ~93 YO oranı diğer

gruplardan fazla olarak gözlemlenmiştir. Gözlemlenen bu sonuç, yüksek kapasiteli üretim işletmeleri göz önünde bulundurulduğunda toplam biomasta büyük farklar ortaya çıkarmaktadır. Bu nedenle, diğer büyüme parametreleri de göz önüne alınarak A Grubu için bildirilen klinoptilolit oranının yeme eklenmesi önerilebilir.

4.2.2.7. Hepatosomatik İndeks

Grupların HSI ortalamaları, sırasıyla, % 1,179±0,059, % 1,346±0,079, % 1,117±0,077 ve % 1,202±0,001 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.9 ve Grafik 4.11) ve Gruplar arasında istatistiksel olarak önemsiz olan bir farkın olduğu tespit edilmiştir (P>0,05).

Yeme değişik oranlarda katılan klinoptilolit, levrek (Dias ve ark., 1998) ve sazan (Kanyılmaz, 2008) için bildirildiği gibi, gökkuşuğu alabalığında da HSI ortalamalarını etkilememiştir.

4.2.2.8. Gonadosomatik İndeks

Grupların GSI ortalamaları, sırasıyla, % 0,176±0,001, % 0,171±0,010, % 0,176±0,001 ve % 0,176±0,001 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.9 ve Grafik 4.11). Grupların GSI değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir (P>0,05).

Denemede yavru balıklar üzerinde çalışıldığı ve bu balıklar henüz gonad geliştirmeye başladıkları için, gonad ağırlıkları küçük; dolayısıyla, da GSI ortalamaları birbirine yakın olarak tespit edilmiştir ve yeme klinoptilolit katılmasıyla etkilenmemiştir.

4.2.2.9. Viserosomatik İndeks

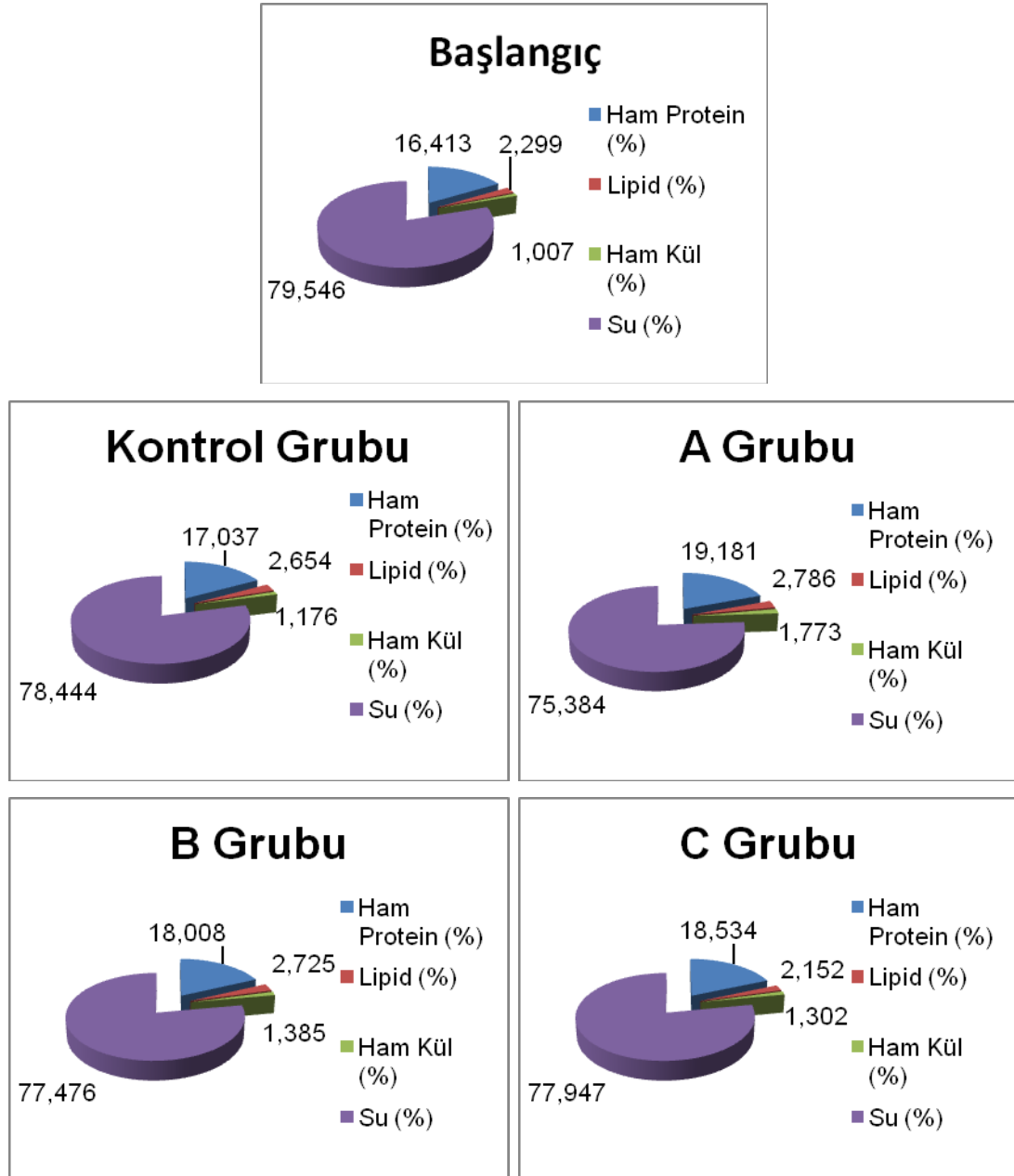
Grupların VSI ortalamaları, sırasıyla, % 11,855±0,376, % 12,353±0,589, % 8,874±0,564 ve % 9,492±0,837 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.9 ve Grafik 4.11). Grupların VSI ortalamaları arasında istatistiksel olarak önemli olan bir farkın olduğu

tespit edilmiştir ($P<0,05$). Deneme sonuçlarına göre, B ve C Grubunun, A ve Kontrol Grubuna oranla daha düşük bir VSI değerine sahip olduğu gözlenmiştir.

Yeme katılan klinoptilolit, tilapia (Töre, 2006) ve sazan (Kanyılmaz, 2008) için bildirilen sonucun aksine, grupların VSI ortalamalarını etkilemiştir.

4.2.3. Balık Vücut Kompozisyonu

Gruplara göre deneme başı ve sonu, balık vücut kompozisyonu kimyasal analiz sonuçları Grafik 4.12’de şematik olarak gösterilmiştir.



Grafik 4.12. Gruplara Göre Deneme Başı ve Sonu Balık Vücut Kompozisyonu.

4.2.3.1. Ham Protein

Grupların ham protein ortalamaları Çizelge 4.10 ve Grafik 4.13'de verilmiştir.

Deneme sonunda balıklardan alınan fileto örneklerinden belirlenen % ham protein ortalaması başlangıçtaki % 16,4132±0,404 ortalamadan artış göstermiş olup gruplara göre sırasıyla, % 17,037±0,584, % 19,181±0,067, % 18,008±0,745 ve % 18,534±0,415 oranlarına ulaşmıştır. En yüksek değer de A Grubunda tespit edilmiştir ve tüm deneme gruplarının ham protein ortalamaları Kontrol Grubundan daha yüksek bulunmuştur. Deneme sonuçlarına göre grupların ham protein oranlarının istatistiki olarak karşılaştırmasına göre aradaki farklar önemli bulunmuştur (P<0,05).

Balık filetolarında ham protein oranlarının ortalama, % 14-20 arasında değiştiği, gökkuşuğu alabalıklarında ise, ortalama olarak % 18,8 – 19,1 civarında olduğu bildirilmektedir (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999).

Denememizde elde edilen değerler bakımından, Kontrol Grubu bildirilen değerden daha düşük bir oran göstermiş olsa da, deneme grupları bildirilen değerler civarında ve üzerinde oranlar göstermiştir.

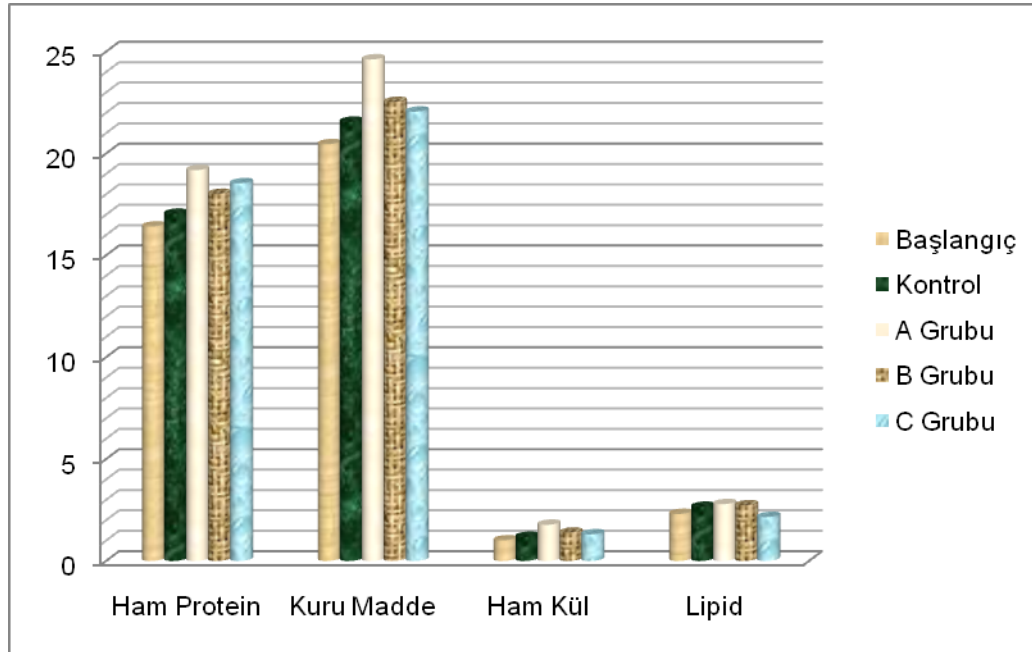
Lanari ve ark. (1996) yaptıkları çalışma sonucunda, gökkuşuğu alabalıklarının yemlerine 3 farklı oranda kuban zeoliti (% 35 saf mordenit, % 35 saf klinoptilolit) katılmasının ham protein oranlarını etkilemediğini bildirmişlerdir. Ayrıca, tilapia (Töre, 2006) ve sazan (Kanyılmaz, 2008) için de, klinoptilolit ham protein oranını etkilemediği bildirilmiştir.

Denemeden elde edilen verilere göre, deneme grupları Kontrol Grubu ile karşılaştırıldığı zaman, yukarıdaki araştırmacıların bildirdiğinin aksine, klinoptilolit, yeme katılan klinoptilolit miktarlarına bağlı olarak balıkların ham protein ortalamalarını değişik oranlarda arttırdığı söylenebilir. Ancak alınan değerler daha önceden bildirilen alabalık ham protein oranlarının içerisinde bulunmaktadır. Dolayısı ile balık filetosundaki bu besin madde bileşenlerinin değişimi açısından uygulanan madde ve oranlarının olumsuz bir potansiyele sahip olmadığı ifade edilebilir.

Çizelge 4.10. Gruplara Göre Balık Vücut Kompozisyonu (Ham Protein, Kuru Madde, Ham Kül ve Lipid) Ortalamaları

	Kontrol Grubu	A Grubu	B Grubu	C Grubu
Ham Protein (%)	17,037±0,584 ^{ab*}	19,181±0,067 ^c	18,008±0,745 ^{abc}	18,534±0,415 ^{bc}
Kuru Madde (%)	21,556±0,672 ^a	24,616±1,015 ^b	22,524±0,121 ^{ab}	22,053±0,397 ^a
Ham Kül (%)	1,176±0,225 ^a	1,773±0,049 ^b	1,385±0,090 ^a	1,302±0,099 ^a
Lipid (%)	2,654±0,498 ^a	2,786±0,057 ^a	2,725±0,606 ^a	2,152±0,007 ^a

* Aynı satırdaki harfler Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarını göstermektedir.



Grafik 4.13. Grupların Ham Protein, Kuru Madde, Ham Kül ve Lipid Ortalamaları.

4.2.3.2. Kuru Madde

Deneme başlangıcında ortalama kuru madde oranı % 20,4538±0,521 iken, deneme sonundaki grupların ortalamaları, Çizelge 4.10 ve Grafik 4.13'de de görüldüğü gibi sırasıyla, % 21,556±0,672, % 24,616±1,015, % 22,524±0,121 ve % 22,053±0,397 olarak bulunmuştur. Tüm grupların kuru madde oranında başlangıç

oranına göre artış söz konusu olmuştur. En yüksek kuru madde ortalaması, A Grubundan elde edilirken, yeme eklenen klinoptilolitin kuru madde ortalamalarını etkilediği açıkça görülmektedir. Yapılan istatistiki değerlendirmeye göre grupların deneme sonu kuru madde ortalamaları arasında farkın önemli olduğu ortaya konmuştur ($P<0,05$).

Balık filetosundaki su dışındaki maddeler kuru maddeyi oluşturmaktadır (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999). Dolayısıyla, filetodaki ham protein, ham kül ve lipid oranlarının artması ile kuru madde oranı da artmıştır.

Denemeden elde edilen sonuçlar, Lanari ve ark. (1996), Töre (2006) ve Kanyılmaz (2008) tarafından bildirilen ifadelerle zıt veriler ortaya koymuştur ve balık filetosundaki kuru madde oranlarını etkilemiştir.

4.2.3.3. Ham Kül

Deneme başlangıcındaki balıklardan alınan fileto örneklerindeki ham kül ortalaması, $\% 1,007\pm 0,007$ olarak bulunmuşken, deneme sonunda grupların ortalamaları, sırasıyla, $\% 1,176\pm 0,225$, $\% 1,773\pm 0,049$, $\% 1,385\pm 0,090$ ve $\% 1,302\pm 0,0$ değerlerine ulaşmıştır (Çizelge 4.10 ve Grafik 4.13). Grupların ham kül ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$). Tüm deneme gruplarının ham kül oranları deneme başlangıcına göre artmış ve en yüksek ham kül oranı A Grubunda, en düşük ise Kontrol Grubunda tespit edilmiştir.

Alabalıklardaki ham kül oranının ortalama $\% 1,8$ civarında olduğu bildirilmiştir (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999). Tüm deneme grupları bildirilen bu değerden daha düşük düzeyde ham kül oranına sahiptir. Sadece A Grubu bu değere yakın bir sonuç vermiştir.

4.2.3.4. Lipid

Deneme başlangıcındaki balıklardan alınan örneklerde $\% 2,304\pm 0,094$ olarak bulunan lipid ortalaması, az bir fark göstererek gruplara göre sırasıyla, $\%$

2,654±0,498, % 2,786±0,057, % 2,725±0,606 ve % 2,152±0,007 değerlerine ulaşmıştır (Çizelge 4.10 ve Grafik 4.13). Grupların lipid ortalamaları arasında istatistiksel olarak önemsiz bir farkın olduğu belirlenmiştir (P>0,05). Deneme grupları içerisinde en yüksek lipid oranı A Grubundan elde edilmiş, en düşük oran ise, C Grubunda görülmüştür. C Grubu hariç, diğer gruplarının lipid oranları deneme başlangıcına oranla artmıştır. Bu çalışmada, yeme katılan klinoptilolit oranındaki artış, balık filetosundaki lipid oranını azaltmıştır.

Alabalıklarda lipid oranının % 1,2 ile 10,8 (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999) ve % 2,5 ile 5,7 (Guillaume ve ark., 2001) arasında olduğu bildirilmiştir. Ölçülen tüm değerler bildirilen oranlar içerisinde yer almaktadır.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada klinoptilolitin, farklı oranlarda suya (Deney 1) ve yeme (Deney 2) katılmasının, bazı su parametreleri ile gökkuşacağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nin büyüme parametreleri ve vücut kompozisyonuna etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Genel olarak aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

Deney 1;

1. Havuz suyunun O₂ ve pH ortalamaları üzerinde önemli bir fark bulunmamıştır (P>0,05).
2. NH₄⁺, NO₂⁻ ve NO₃⁻ değerleri bakımından gruplar arasında bir fark tespit edilmemiştir (P>0,05).
3. Tüm büyüme parametreleri açısından gruplar arasında istatistiksel bir fark bulunamamıştır. Klinoptilolitin deney grupları üzerinde olumlu bir etkisi tespit edilmemiştir (P>0,05). W ve L bakımından en yüksek değerler Kontrol Grubundan elde edilmiştir.

Deney 2;

1. W ve L üzerinde klinoptilolitin olumlu etkisi gözlenmiş (P<0,05) ve % 1 oranında yeme katıldığı zaman (A Grubu), W bakımından Kontrol Grubuna göre yaklaşık % 26'lık bir büyüme farkının olduğu tespit edilmiştir.
2. GCAA, YDO, SBO, YO, HSI ve VSI bakımından en iyi değerler % 1 klinoptilolit eklenen A Grubundan elde edilmiştir (P<0,05).
3. K ve GSI bakımından, gruplar arasında istatistiksel olarak bir farkın olmadığı belirlenmiştir (P>0,05).
4. Ham protein, kuru madde ve ham kül değerlerince en iyi değer A grubundan elde edilmişken (P<0,05), lipid bakımından gruplar arasında bir fark bulunamamıştır (P>0,05).

Dünyada olduğu gibi ülkemizde de su ürünleri yetiştiriciliği her geçen yıl daha da önem kazanmakta ve üretim sürekli artmaktadır. Ülkemizde toplam su ürünleri yetiştiriciliği, 2007 yılı verilerine göre 139.873 tondur ve bu toplam miktarın 61.173 tonunu gökkuşacağı alabalığı üretimi oluşturmaktadır (TÜİK, 2007). Ülkemizde

su ürünleri yetiştiriciliğinin en büyük dilimini oluşturmasından dolayı, alabalık en önemli tür durumundadır.

Şimdiki çalışmada, Deney 1'den elde edilen sonuçlara göre, havuz suyuna 1, 2 ve 3 g/l oranlarında klinoptilolit eklenmesinin, yukarıda ifade edilen parametreler üzerinde etkili olmadığı belirlenmiş olup, daha yüksek oranların kullanılarak çalışılması ve etkilerinin belirlenmesi önerilebilir.

Bununla birlikte, Deney 2'den elde edilen sonuçlara göre, % 1 oranında yeme klinoptilolit katılması (A Grubu), gökkuşuğu alabalığı üzerinde Kontrol Grubuna oranla % 26'lık bir büyüme farkı göstermiştir. Ayrıca YDO'yu düşürmüş ve YO'yu arttırmıştır. Bu değerler, ticari üretim işletmeleri açısından kriter olarak kullanılmaktadır ve en önemli parametreler arasındadır.

Sonuç itibarıyla, yukarıda bahsedilen parametreler üzerindeki olumlu etkilerinden ve düşük maliyetinden (120 YTL/ton) dolayı, klinoptilolit % 1 oranında gökkuşuğu alabalığı yavru yemlerine katılması önerilebilir.

Yapılan bu çalışmanın ülkemizdeki su ürünleri yetiştiricilik çalışmalarına bir teşvik olacağına ve katkı sağlayacağına inanılmaktadır.

KAYNAKLAR

- AKŞİT, M., BOZKURT, M. ve ALÇİÇEK, A., 2000.** Farklı Formda Yemlerle Beslenen Etlik Piliçlerde Altlığa Değişik Düzeylerde Zeolit İlavesinin Performans ve Altlık Özellikleri Üzerine Etkileri. Hayvansal Üretim, 41: 84-90.
- AKTÜRK, A., ERGÜL, H, ŞENER, F. M., KALKAVAN, İ. ve ÖZTÜRK, M., 1978.** Endüstriyel Hammaddeler. Diyarbakır, p. 146-147.
- ALÇİÇEK, A., BOZKURT, M., ÖZKAN, K., ALTAN, A., ÇABUK, M., AKBAŞ, Y. ve ALTAN, Ö., 1998.** Tavukçulukta Doğal Zeolit Kullanımı II: Zeolitin Etlik Piliç Performansı, Bazı Kan Serum ve Tibia Özellikleri Üzerine Etkileri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 35 (1-2-3), 13s.
- ALP, E., 2005.** Aromatik Bileşiklerin Zeolit Katalizörler Üzerinde Transalkilasyonu ve Disproporsiyonu. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 155s.
- ALPBAZ, A., 2005.** Su Ürünleri Yetiştiriciliği (Genel Su Ürünleri Yetiştiriciliği, Yetiştirilen Su Canlıları ve Üretim Teknikleri). E.Ü. Su Ürünleri Fakültesi, Alp Yayınları, İzmir, 548s.
- ANONYMOUS I, 2002.** Erionite. <http://ntp.niehs.nih.gov/ntp/roc/element/profiles/s083erio.pdf>. CAS No. 66733-21-9.
- ANONYMOUS II, 2006.** Natural Zeolites- Potential and Applications. <http://www.techno-preeur.net/new-timeis/ScienceTechMag/feb04/natural-zeolites.htm>.
- ANONYMOUS III, 2006.** Zeolit nedir? <http://www.zeoliteproducer.com/rotamintr.html>.
- ANONYMOUS IV, 2005.** Zeolit Nedir? http://www.teknomin.com.tr/turkçe/zeolit_b.html.
- ANONYMOUS V, 2006.** <http://www.zeolitenutrient.com>.
- ANONYMOUS VI, 2006.** <http://www.bearriverzeolite.com>.
- ANONYMOUS VII, 2000.** Aquaculture. <http://www.gsaresources.com/aquacult.htm>.

- ANONYMOUS VIII, 2004.** ZEO-ACTIVE Zeolite for Aquaculture. http://www.nusagri.com/index_files7pages749.htm.
- ANONYMOUS IX, 2006.** Overview. <http://www.wernerspds.com/zeolite.html>.
- ANONYMOUS X, 2006.** Industrial. <http://zeolite.ca/Aquaculture.htm>.
- ANONYMOUS XI, 2006.** Zeolites in Aquaculture. <http://www.zeolitepruducer.com/aquaculture.htm>.
- ANONYMOUS XII, 2006.** Use of Clinoptilolite Zeolites for Ammonia-N Transfer and Retention in Integrated Aquaculture Systems and for Improving Pond Water Quality Before Discharge. <http://pdacrsp.oregonstate.edu/pubsworkplns/wp10/10ATR5.html>.
- AOAC., 1984.** Official Methods of Analysis 14th. Ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC, USA.
- AOAC., 1990.** Official Methods of Analysis 15th. Ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC, USA.
- APHA, 1995.** Standart Methods fro the Examination of Water and Wastewater, 19th edn. American Public Health Association, Washington DC.
- ATAMAN, G., 1977.** Batı Anadolu (Ege Bölgesi) Zeolit Oluşumlarının Saptanması. TBTA, TBAG – 197 Projesi, 72s.
- AVŞAR, D., 1998.** Balıkçılık Biyolojisi ve Populasyon Dinamiği. Ç.Ü. Su Ürünleri Fakültesi, Baki Kitabevi, No:5, Adana, 303s.
- AYBAL, N. Ö., 2001.** Klinoptilolitin Gökkuşacağı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Yemlerinde Yem Katkı Maddesi Olarak Kullanımı. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 56s.
- AYVAZ, Z., 2004.** 21. Yüzyılın Hammaddesi: Zeolit. Ekoloji Magazin Dergisi, 1. Sayı (Ocak-Mart 2004), 7s.
- BALEVİ, T., COŞKUN, B., ŞEKER, E. ve KURTOĞLU, V., 1998.** Yumurta Tavuğu Rasyonlarına Katılan Zeolitin Verim Performansı Üzerine Etkisi (The Effect of Layer Diets Supplemented With Zeolit on Producton Performance). Selçuk Üni. Vet. Bil. Der., 98 (2):71-76.
- BAŞALAN, M., GÜNGÖR, T., AYDOĞAN, İ., HIŞMİOĞULLARI, S. E., ERAT, S. ve ERDEM, E., 2005.** Broylerde Rasyona Kesim Öncesi

HSCAS İlavesinin Performans, Sindirim Sistem pH'ları ve Biyokimyasal Parametreler Üzerine Etkisi. III. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi, 7-10 Eylül 2005, Adana, s. 374-377.

BERBER-MENDOZA, M. S., LEYVA-RAMOS, R., ALONSO-DAVILA, P., MENDOZA-BARRON, J. ve DIAZ-FLORES, P. E., 2006. Effect of pH and Temperature on The Ion-Exchange Isotherm of Cd(II) and Pb(II) on Clinoptilolite. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 81: 966-973.

BERKA, R., 1989. Canlı Balıkların Taşınması. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Eğirdir Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü No:1, 72s.

BISH, D. L., VANIMAN D. T., CHIPERA, S. J. ve CAREY, J. W., 2003. The Distribution of Zeolites and Their Effects on the Performance of a Nuclear Waste Repository at Yucca Mountain, Nevada, USA. *American Mineralogist*, 88: 1889-1902.

BLIGH, E. G. ve DYER, W. J., 1959. A Rapid Method of Total Lipid Extraction and Purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, 37: 911-917.

CHEN, N. Y., GARWOOD, W. E. ve DWYER, F. G., 1996. Shape Selective Catalysis in Industrial Applications. Marcel Decker Inc., USA, 282p.

CUSHING, D.H., 1968. Fisheries Biology. The University of Wisconsin Pres. London, 200p.

ÇELEBİ, Ş., MACİT, M. ve KARACA, H., 2004. Yumurta Tavuğu Rasyonlarına Geç Dönemde Zeolit İlavesinin Performans ve Bazı Önemli Yumurta Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. 4. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, 1-3 Eylül 2004, Isparta, s. 405-409.

ÇELİK, M. S., ÖZDEMİR, B., TURAN, M., KOYUNCU, I., ATESOK, G. ve SARIKAYA, H. Z., 2001. Removal of Ammonia by Natural Clay Minerals Using Fixed and Fluidised Bed Column Reactors. *Water Science and Technology: Water Supply*, 1(1): 81-88.

DAKOVIC, A., 2005. Mycotoxin Adsorption on Organo Zeolites. Earth and Environmental Science Seminar, 21 June 2005, New Mexico Tech.

- DE SILVA, S. S. ve ANDERSON, T.A., 1995.** Fish Nutrition in Aquaculture. Chapter 12, USA, p. 279-287.
- DELIGIANNIS, K., LAINAS, T. H., ARSENOS, G., PAPADOPOULOS, E., FORTOMARIS, P., KUFIDIS, D., STAMATARIS, C. ve ZYGOYIANNIS, D., 2005.** The Effect of Feeding Clinoptilolite on Food Intake and Performance of Growing Lambs Infected or Not With Gastrointestinal Nematodes. Livestock Production Science, 96: 195–203.
- DIAS, J., HUELVAN, C., DINIS, M. T. ve METAILLER, R., 1998.** Influence of Dietary Bulk Agents (Silica, Cellulose and Natural Zeolite) on Protein Digestibility, Growth, Feed Intake and Trakit in European Seabass (*Dicentrarchus labrax*) Juveniles. Aquatic Living Resource, 11 (4): 219-226.
- DRYDEN, H.T. ve WEATHERLEY, L.R., 1989.** Aquaculture Water Treatment by Ion Exchange: Continuous Ammonium Ion Removal with Clinoptilolite. Aquacultural Engineering, 8 (2): 109-126.
- DYER, A. ve WHITE, K. J., 1999.** Cation Diffusion in the Natural Zeolite (Clinoptilolite). Science Research Institute, Chemistry Division, Cockcroft Building, University of Salford, UK, Thermochimicia Acta, p. 341-348.
- EGEMEN, Ö. ve SUNLU, U., 1996.** Su Kalitesi (Ders Kitabı). Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayın No: 14, Bornova, İzmir, 153s.
- ELEROĞLU, H. ve YALÇIN, H., 2000.** Zeolite Karıştırılan Altlığın Etlik Piliçlerde BesiPerformansı ile Bazı Altlık Parametreleri Üzerine Etkileri. Tavukçuluk Araştırma Dergisi, 7: 405-409.
- ELEKOGLU, H. ve YALCIN, 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 Comporison of Zeolite (Clinoptilolite) and Active Carbon as Ammonia Absorbants in Fish Culture. Naga, The Iclarm Quarterly, 24(1-2):18-20.
- EMRE, Y. ve KÜRÜM, V., 1998.** Havuz ve Kafeslerde Alabalık Yetiştiriciliği Teknikleri. Minpa Matbaacılık Tic. Ltd. Şti., Ulus, Ankara, 232s.

- FACHINI, A., LEAL, M. F. C. ve VASCONCELOS, M. T. 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 Natura. *Aquaculture*, 237: 407-419.
- FAO, 2006.** Fisheries and Aquaculture Production Statistics. <http://www.fao.org/fisheries/statistics/en>. 2008.
- GEZEN, Ş. Ş. ve EREN, M., 2002.** Broyler Rasyonlarına Katılan Narasin ve Nikarbazinin Zeolit ile Etkileşiminin Besi Performansı Üzerine Etkileri. *Uludağ Üniversitesi J. Fac. Vet. Med.*, 21: 95-101.
- GLISIC, I. P., MILOSEVIC, T. M., GLISIC, I. S. ve MILOSEVIC, N. T., 2008.** The Effect of Natural Zeolites and Organic Fertilisers on The Characteristics of Degraded Soils and Yield of Crops Grown in Western Serbia. *Land Degradation & Development*, DOI: 10.1002/ldr.875, John Wiley & Sons, Ltd., p8.
- GUILLAUME, J., KAUSHIK, S, BERGOT, P. ve METAILLER, R., 2001.** Nutrition and Feeding of Fish and Crustaceans. Praxis Publishing, Chichester, UK, 408p.
- GÜLYAVUZ, H. ve ÜNLÜSAYIN, M., 1999.** Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Ders Kitabı, Isparta, 366s.
- HARGREAVES, J. A. ve TUCKER, C. S., 2004.** Managing Ammonia in Fish Ponds. Southern Regional Aquaculture Center, SRAC Publication No:4603.
- HUIBERT, V. D. S. ve NASIR, J., 1997.** Zeolite / Bacteria Compositions for Water Purification. Brit. UK. Pat. Appl. 12p.
- INGLEZAKIS, V. J., LOIZIDOU, M. D. ve GRIGOROPOULOU, H. P., 2001.** Pretreatment of Clinoptilolite in Ion Exchange Packed Beds. 7th International Conference on Environmental Science and Technology Ermoupolis, Syros Island, Greece, 9p.
- 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.
- JAIN, S. K., 1999.** Protective Role of Zeolite on Short- and Long-Term Lead Toxicity in the Fish (*Heteropneustes fossilis*). *Chemosphere*, 39(2): 247-251.
- JAMES, R., SAMPATH, K. ve SELVAMANI, P., 2000.** Effect of Ion-Exchanging Agent, Zeolite on Removal of Copper in Water and Improvement of Growth in *Oreochromis mossambicus* (Peters). *Asian Fisheries Society*, 13 (4).
- JUAN, R., HERNANDEZ, S., ANDRES, J. M. ve RUIZ, C., 2009.** Ion Exchange Uptake of Ammonium in Wastewater From a Sewage Treatment Plant by Zeolitic Materials From Fly Ash. *Journal of Hazardous Materials*, 161: 781-786 (in Press).
- KAISER, H., BRILL, G., CAHILL, J., COLLETT, P., CZYPIONKA, K., GREEN, A., ORR, K., PATTRICK, P., SCHEEPERS, R., STONIER, T., WHITEHEAD, M. A. ve YEARSLEY, Y., 2006.** Testing Clove Oil as an Anaesthetic for Long-Distance Transport of Live Fish: The Case of the Lake Victoria Cichlid *Haplochromis obliquidens*. *J. Appl. Ichthyol.*, 22: 510-514.
- KANYILMAZ, M., 2008.** Sazan Yemlerine (*Cyprinus carpio* L., 1758) Farklı Oranlarda Zeolit (Klinoptilolit) Katkısının Büyüme, Vücut Kompozisyonu, Bazı Kan Parametreleri ve Bağırsak Mukoza Morfolojisi Üzerine Etkileri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 51s.
- KATSOULOS, P. D., ROUBIES, N., PANOUSIS, N., CHRISTAKI, E., KARATZANOS, P. ve KARATZIAS, H., 2005a.** Effects of Long Term Feeding Dairy Cows on a Diet Supplemented With Clinoptilolite on Certain Haematological Parameters. *Vet. Med.- Czech*, 50 (10): 427-431.
- KATSOULOS, P. D., PANOUSIS, N., ROUBIES, N., CHRISTAKI, E. ve KARATZIAS, H., 2005b.** Effects on Blood Concentrations of Certain Serum Fat-Soluble Vitamins of Long-Term Feeding of Dairy Cows on a Diet Supplemented with Clinoptilolite. *J. Vet. Med.*, 52: 157-161.
- KAYGISIZ, F. H., ÇÖREKÇİ, S., ALTINEL, A., AK, S., GÜNEŞ, H. ve DEMİR, H., 2003.** Broiler Üretiminde Zeolitli Altlığın Tekrar

Kullanılabilirliğinin Fayda-Maliyet Analizi. İ.Ü. Veteriner Fakültesi Dergisi, 29 (1): 61-70.

KİBAROĞLU, U., 2008. Zeolitlerin Endüstriyel Kullanımı. Karaelmas Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü, Zonguldak, 44s.

KLEINER, I. M., MESTRIC, Z. F., ZARDO, R., BRELJAK, D., JANDA, S. S., STOJKOVIC, R., MARUSIC, M. ve RADACIC, M., 2001. The Effect of the Zeolite (Clinoptilolite) on Serum Chemistry and Hematopoiesis in Mice. Food and Chemical Toxicology, 39: 717-727.

LANARI, D., AGARO, E. D. ve TURRI, C., 1996. Use of Cuban Zeolite in Trout Diets. Rivista Italiana di Acquacoltura, 31: 23-33.

LEUNG, S., 2004. The Effect of Clinoptilolite Properties and Supplementation Levels on Swine Performance. Department of Bioresource Engineering, McGill University, Montreal.

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 (17): 3309-3316.

MUMPTON, F. A., 1999. La Roca Magica: Uses of Natural Zeolites in Agriculture and Industry. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 96 (7): 3463-3470.

OGUZ, H., KURTOGLU, V. ve COSKUN, B., 2000. Preventive Efficacy of Clinoptilolite in Broilers During Chronic Aflatoxin (50 and 100 ppb) Exposure. Research in Veterinary Science, 69 (2): 197-201.

ÖRGEV, C., ve İNANÇ, İ., 2004. Doğal Zeolitin Doğal Kaynak Sularında pH, İletkenlik ve Sertlik Özelliklerinin Düzenleyicisi Olarak Kullanımı. Biyomedikal Mühendisliği Ulusal Toplantısı (BİYOMUT), İstanbul.

ÖZTÜRK, E., ERENER, G. ve SARICA, M., 1998. Yumurta Tavuklarının Performansı ve Yumurta Kalitesi Üzerine Doğal Zeolitin Etkisi. Tr. J. Agriculture and Forestry, 22: 623-628.

PAPAIOANNOU, D. S., KYRIASKIS, S. C., PAPASTERIADIS, A., ROUMBIAS, N., YANNAKOPOULOS, A. ve ALEXOPOULOS, C., 2002. Effect of in Feed Inclusion of a Natural Zeolite (Clinoptilolite) on

Certain Vitamine, Macro and Trace Element Concentrations in the Blood, Liver and Kidney Tissues of Sows. *Research in Veterinary Science*, 72: 61-68.

- PAVELIC, K., HADZIJA, M., BEDRICA, L., PAVELIC, J., DIKIC, I., KATIC, M., KRALJ, M., BOSNAR, M. H., KAPITANOVIC, S., POLJAK-BLAZI, M., KRIZANAC, S., STOJKOVIC, R., JURIN, M., SUBOTIC, B. ve COLIC, M., 2001.** Natural Zeolite Clinoptilolite: New Adjuvant In Anticancer Therapy. *Journal of Molecular Medicine*, 78 (12): 708-720.
- PECHSIRI, J. ve YAKUPITIYAGE, A., 2005.** A Comperative Study of Growth and Feed Utilization Efficiency of Sex-Reversed Diploid and Triploid Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*, L., *Aquaculture Research*, 36: 45-51.
- PEYGHAN, R. ve AZARY-TAKAMY, G., 2002.** Histopathological, Serum Enzyme, Cholesterol and Urea Changes in Experimental Acute Toxicity of Ammonia in Common Carp, *Cyprinus carpio* and Use of Natural Zeolite for Prevention. *Aquaculture International*, 10: 317-325.
- POLAT, E., DEMİR, H. ve ONUS, A. N., 2005.** Farklı Zeolit Düzeylerinin Marul (*Lactuca sativa* var. *longifolia*) Yetiştiriciliğinde Verim ve Kalite Üzerine Etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (1): 95-99.
- POND, W. G. ve MUMPTON, F. A., 1984.** Use of Natural Zeolites in Agriculture and Aquaculture. *Zeo-Agriculture*, Colorado, p. 3-27.
- RAVENDRA, K. S., VIVEK, R. V., AMJAD, K. B. ve MANOJ, M. G., 2004.** Water Quality Management During Transportation of Fry of Indian Major Carp, *Catla catla* (Hamilton), *Labeo rohita* (Hamilton) and *Cirrhinus mrigala* (Hamilton). *Aquaculture*, 235 (1-4): 297-302.
- REHÁKOVÁ, M., ČUVANOVÁ, S., DZIVÁK, M., RIMÁR, J. ve GAVAL'OVÁ, Z., 2004.** Agricultural and Agrochemical Uses of Natural Zeolite of the Clinoptilolite Type. *Current Opinion in Solid State and Materials Science*, 8: 397-404.
- RICKER, W.E., 1958.** Handbook of Computations for Biological Statistics of Fish Populations. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, p. 119-300.

- ROBERTS, R. J. ve SHEPHERD, C. J., 2001.** Alabalık ve Salmon Hastalıkları (Handbook of Trout and Salmon Diseases), (Çevirmen: Vatansever, H.). Akademi-UĞURER Tarımsal Kitap Tanıtım ve Pazarlama Hizmetleri, Kayseri, 254s.
- 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.
- SARIİZ, K. ve NUHOĞLU, İ., 1992.** Endüstriyel Hammadde Yatakları ve Madenciliği. Anadolu Üniversitesi, Eskişehir, s. 430-442.
- SARIOGLU, M., 2005.** Removal of Ammonium From Municipal Wastewater using Natural Turkish (Dogantepe) Zeolite. Separation and Purification Technology, 41: 1-11.
- SEVGI, K., YUKSEL, O. ve TANIL, A., 2007.** Kinetics and Equilibrium Studies of Heavy Metal Ions Removal by Use of Natural Zeolite. Desalination, 21: 1-10.
- SHURSON, G. C., KU, P. K., MILLER, E. R. ve YOKOYAMA, M. T., 1984.** Effects of Zeolite A or Clinoptilolite in Diets of Growing Swine. J. Anim. Sci., 59 (6): 1536- 1545.
- SPRYNSKYY, M., 2009.** Solid-Liquid-Solid Extraction of Heavy Metals (Cr, Cu, Cd, Ni and Pb) in Aqueous Systems of Zeolite-Sewage Sludge. Journal of Hazardous Materials, 161: 1377-1383 (in Press).
- SPSS, 1999.** Computer Program, MS. for Windows, Version 10.01. USA: SPSS Inc.
- ŞAHİN, T. ve ŞEHU, A., 2003.** Broyler Yemlerinde, Hidrate Sodyum Kalsiyum Aluminosilikatın Aflatoksin Bağlama Etkinliği. II. Ulusal Besleme Kongresi, 18-20 Eylül 2003, Konya, p. 127-131.
- ŞEHU, A., ÇAKIR, S., EŞSİZ, D. ve ERGÜN, L., 2005.** HSCAS'ın (Improved Milbond-TX) Bildircinlarda Aflatoksikozis Semptomlarını Önleyici Etkisi. III. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi, 7-10 Eylül 2005, Adana, p. 130-135.
- TARASEVICH, Y. I., KARDASHEVA, M. V. ve POLYAKOV, V. E., 1997.** Selectivity of Ion Exchange on Clinoptilolite. Colloid J., 59 (6): 756-759.

- TEKELİOĞLU, N., 2000.** İç Su Balıkları Yetiştiriciliği (Soğuk ve Sıcak İklim Balıkları). Ç.Ü. Su Ürünleri Fakültesi Ders Kitabı No:2, Adana, 307s.
- TEPE, Y., AKYURT, I., CİMİNLİ, C., MUTLU, E. ve ÇALIŞKAN, M., 2004.** Protective Effect of Clinoptilolite on Lead Toxicity in Common Carp, *Cyprinus carpio*. Fresenius Environmental Bulletin, V:13, No:7.
- TEPE, Y. ve ATEŞ, A., 2004.** Zeolit Uygulamasının Sediment Solumuna Etkisi. Türk Sucul Yaşam Dergisi 2(3): 287-291.
- TEPE, Y., DİNLER, Z. M. ve TÜRKMEN, M., 2005.** Zeolit ve Yetiştiricilikte Kullanımı. Sucul Yaşam Dergisi, 5: 47-51.
- THILSING-HANSEN, T. ve JØRGENSEN, R. J., 2000.** Hot Topic: Prevention of Parturient Paresis and Subclinical Hypocalcemia in Dairy Cows by Zeolite A Administration in the Dry Period. <http://www.dairy-science.org/cgi/content/abstract>.
- THILSING-HANSEN, T., JØRGENSEN, R. J., ENEMARK, J. M. D. ve LARSEN, T., 2002.** The Effect of Zeolite A Supplementation in the Dry Period on Periparturient Calcium, Phosphorus, and Magnesium Homeostasis. American Dairy Science Association, 85: 1855-1862.
- TOPRAK, R. ve GİRGİN, 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 Tilapia Balıkları Yeminde Dolgu Maddesi Olarak Kullanımının Bazı Vücut ve Kan Kompozisyonu İle Su Kalitesi Parametreleri Üzerine Etkileri. Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Hatay, 39s.
- TÜRKİYE İSTATİSTİK KURUMU (TÜİK), 2007.** Su Ürünleri İstatistikleri. <http://www.tuik.org.tr/suurunleri>. 2008.
- TÜRKMAN, A., ASLAN, Ş. ve EGE, İ., 2001.** Doğal Zeolitlerle Atık Sulardan Kurşun Giderimi. D.E.Ü. Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 3 (2): 13-19.
- VIRTA, R. L., 1998.** Zeolites. U.S. Geological Survey Pulplication, 4p.

- WANG, Y., LIN, F. ve PONG, W., 2008.** Ion Exchange of Ammonium in Natural and Synthesized Zeolites. *Journal of Hazardous Materials*, 160: 371-375.
- WATTEN, B. J. ve ENGLISH, M. J., 1985.** Effects of Organic Matter in Aquacultural Waste on the Ammonium Exchange Capacity of Clinoptilolite. *Aquaculture*, 46 (3): 221-235.
- WOTTEN, R.J., 1990.** Ecology of Teleost Fishes. Chapman&Hall, Fish and Fisheries Series I, Chapman&Hall, London, 404p.
- YÜCEL, H. ve ÇULFAZ, A., 1984.** Doğal ve Yapay Zeolitlerin Endüstriyel Kullanım Alanları. *Uygulamalı Araştırmalar Dergisi*, 3 (10): 1-20.
- ZHOU, Q. C., MAI, K. S., TAN, B. P. ve LIU, Y. J., 2005.** Partial Replacement of Fishmeal by Soybean Meal in Diets for Juvenile Cobia (*Rachycentron canadum*). *Aquaculture Nutrition*, 11: 175.
- ZORPAS, A. A., INGLEZAKIS, V. J. ve LOIZIDOU, M., 2008.** Heavy Metals Fractionation Before, During and After Composting of Sewage Sludge with Natural Zeolite. *Waste Management*, 28: 2054-2060.

ÖZGEÇMİŞ

01.02.1980 tarihinde, Antalya ili Demre ilçesi Gürses Köyü'nde doğdum. İlköğrenimimi burada, Orta ve Lise öğrenimimi Demre ilçesinde tamamladım. 1996 yılında, Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'ni kazanarak üniversite eğitimime başladım. 2000 yılında, Ç.Ü. Su Ürünleri Fakültesi Birincisi olarak mezun oldum. Aynı yıl, Ç. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı Yetiştiricilik Bölümü'nde lisansüstü eğitimime başladım ve 2004 yılında tamamlayarak, aynı yıl ve aynı bölümde doktora eğitimime başladım.