

T.C.
SİNOP ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ZEOLİTİN KOİ BALIKLARININ (*Cyprinus carpio* L., 1758)
YETİŞTİRİCİLİĞİNDE KULLANIMI**

Meryem ÖZ

DOKTORA TEZİ
SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ ANABİLİM DALI

Yrd. Doç. Dr. Orhan ARAL

SİNOP-2010

T.C.
SİNOP ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Bu çalışma jürimiz tarafından 04/06/2010 tarihinde yapılan sınav ile Su
Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalında DOKTORA tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Recep BİRCAN

Üye: Prof. Dr. Sedat KARAYÜCEL

Üye: Yrd. Doç. Dr. Burcu HARMANTEPE

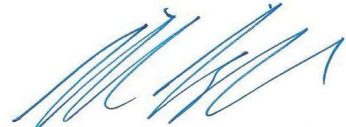
Üye: Yrd. Doç. Dr. Şennan YÜCEL

Üye: Yrd. Doç. Dr. Orhan ARAL (Danışman)

QNAY:

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

30/06/2010



Doç. Dr. İsmihan KARAYÜCEL
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖZET

Zeolitin Koi Balıklarının (*Cyprinus carpio* L., 1758) Yetiştiriciliğinde Kullanımı

Bu araştırmada zeolitin, koi balıklarının yetiştiriciliğinde kullanılabilme olanağı incelenmiştir. Çalışma, dört ayrı denemeden oluşturulmuştur.

Birinci denemede, yeme %2 ve %10 oranında ilave edilen zeolitin, miktarı ile orantılı olarak günlük ortalama TAN değerlerinin azalması üzerine olumlu yönde etki ettiği belirlenmiştir ($P<0.05$). Denemede, yeme %10 oranında zeolit ilavesinin pH ve çözünmüş oksijen değerlerinde artmaya neden olduğu saptanmıştır ($P<0.05$).

İkinci denemede, iki farklı oranda yeme ve/veya akvaryum suyuna zeolit ilavesinin, pH ve çözünmüş oksijen değerlerinde artmaya, NH_3 ve TAN değerlerinde azalmaya neden olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$).

Üçüncü denemede, 2. Grupta en yüksek ağırlık artışı ve en iyi yem değerlendirme oranı belirlenmiştir ($P<0.05$). Diğer deneme gruplarının büyüme ve yem değerlendirme oranları arasındaki farkın ise önemli olmadığı saptanmıştır ($P>0.05$). Denemede akvaryum suyuna 7 ve 20 g/l zeolit ilavesinin gruplarda pH, NH_3 ve TAN değerlerinde artmaya neden olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). Yeme %2 ve %10 oranında zeolit ilavesinin ise NH_3 ve TAN değerlerinde azalmaya neden olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$).

Dördüncü denemede, deneme grupları arasında, 3. Grupta en yüksek ağırlık artışı belirlenmiştir ($P<0.05$). Diğer deneme gruplarının büyüme ve yem değerlendirme oranları arasındaki farkın ise önemli olmadığı saptanmıştır ($P>0.05$). Denemede yeme ve akvaryum suyuna iki farklı oranda zeolit ilavesinin miktarı ile orantılı olarak pH, NH_3 ve TAN değerlerinde artmaya neden olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$).

Sonuç olarak zeolitin, koi balığının büyüme parametreleri ve su koşulları üzerine olumlu yönde katkı sağladığı belirlenmiştir ($P<0.05$).

Anahtar Kelimeler : Koi balığı yetiştiriciliği, amonyak tutumu, zeolit, klinoptilolit

ABSTRACT

Using of Zeolite in Koi Fish (*Cyprinus carpio* L., 1758) Culture

In this experiment, availability of zeolite in koi fish culture was examined. The study was constituted as four different experiments.

In the first experiment, it was determined that adding 2% and 10% zeolite in feed in proportion to its amount had positive effect on decrease of daily average TAN values ($P<0.05$). In the experiment, it was determined that adding 10% zeolite in feed caused an increase in pH and dissolved oxygen values ($P<0.05$).

In the second experiment, addition of zeolite in two different rates in feed and/or aquarium water caused an increase in pH and dissolved oxygen values, and a decrease in NH_3 and TAN values ($P<0.05$).

In the third experiment, the highest weight gain and the best feed conversion ratio in 2nd group was determined ($P<0.05$). The difference between the other experiment groups' growth and feed conversion ratios was determined not to be significant ($P>0.05$). In the experiment, adding 7 and 20 g/l zeolite in aquarium water caused an increase in pH, NH_3 and TAN values ($P<0.05$). Addition of 2% and 10% zeolite in feed caused a decrease in NH_3 and TAN values.

In the fourth experiment, it was determined that the 3rd group had the highest weight gain among the experiment groups ($P<0.05$). The difference between the other experiment groups' growth and feed conversion ratios was determined not to be significant ($P>0.05$). In the experiment, addition of zeolite in two different rates in feed and in aquarium water in proportion to its amount was determined to cause an increase in pH, NH_3 and TAN values ($P<0.05$).

As a consequence, it was determined that adding zeolite in feed or aquarium water has positive effects on growth parameters and aquatic conditions of koi fish ($P<0.05$).

Key words: Koi fish culture, adsorption of ammonia, zeolite, clinoptilolite

TEŞEKKÜR

Bu tezin hazırlanmasındaki katkılarından dolayı danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Orhan ARAL'a, Su Ürünleri Fakültesi Dekanı Prof. Dr. İbrahim ERKOYUNCU'ya, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Recep BİRCAN'a, Prof. Dr. Sedat KARAYÜCEL'e, Yrd. Doç. Dr. Şennan YÜCEL'e, Yrd. Doç. Dr. F. Burcu HARMANTEPE'ye, Yrd. Doç. Dr. Ünal ÖZ'e, Araştırma Görevlileri Dilek ŞAHİN ve Zafer KARSLI'ya, Yüksek Lisans Öğrencileri Aysun GARGACI, Özgül ÖZER, Merve YILDIZ ve Hamide ERDURDU'ya teşekkür ederim.

108O307 No'lu, Hızlı Destek Programı kapsamındaki proje ile bu tezi destekleyen TÜBİTAK'a, yem ve balık eti analizlerinde desteklerini gördüğümüz SİBAL A.Ş.'nin sahibi Engin SAVAŞ'a, balık temininde yardımcı olan Su Ürünleri Mühendisi İsmail DAL'a ve zeolit hammaddesi temininde yardımcı olan ENLİ MADENCİLİK A.Ş.'ye teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
ÇİZELGELER LİSTESİ	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	x
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	7
2.1. Koi Balığı (<i>Cyprinus carpio</i> L., 1758) ve Önemi	7
2.2. Azotlu Bileşikler ve Sucul Ortam Üzerine Etkileri	9
2.3. Zeolitin Tanımı ve Genel Özellikleri	13
3. LİTERATÜR ÖZETİ	22
3.1. Koi Balığının (<i>Cyprinus carpio</i> L., 1758) Yetiştiriciliğinde Su Koşulları	22
3.2. Zeolitin Su Arıtımında Kullanımı	22
3.3. Koi Balığının (<i>Cyprinus carpio</i> L., 1758) Beslemesi ve Büyümesi	24
3.4. Zeolitin Yem Katkı Maddesi Olarak Kullanımı	27
3.5. Zeolitin Su Ürünlerinde Kullanımı	29
4. MATERİYAL ve METOT	33
4.1. Materyal	33
4.1.1. Deneme Yeri ve Akvaryumları	33
4.1.2. Balık Materyali	33
4.1.3. Deneme Yemleri	34
4.1.4. Zeolit Materyali	35
4.1.5. Su Parametrelerini Belirleme Cihazı	38
4.1.6. Balık-Yem Tartım Cihazı	39
4.2. Metot	40
4.2.1. Deneme Süresi	40
4.2.2. Deneme Yemlerinin Hazırlanması	40
4.2.3. Deneme Planı	40

4.2.3.1. Birinci Deneme	42
4.2.3.2. İkinci Deneme	43
4.2.3.3. Üçüncü Deneme	45
4.2.3.4. Dördüncü Deneme	47
4.2.4. Bulguların Değerlendirilmesi	50
5. BULGULAR	52
5.1. Birinci Deneme Bulguları	52
5.2. İkinci Deneme Bulguları	56
5.3. Üçüncü Deneme Bulguları	63
5.3.1. Su Kalitesi Parametreleri	63
5.3.2. Büyüme Parametreleri ve Yem Değerlendirme	69
5.3.3. Balık Etinin Kimyasal Analiz Bulguları	73
5.4. Dördüncü Deneme Bulguları	74
5.4.1. Su Kalitesi Parametreleri	74
5.4.2. Büyüme Parametreleri ve Yem Değerlendirme	79
5.4.3. Balık Etinin Kimyasal Analiz Bulguları	82
6. TARTIŞMA	84
6.1. Birinci Deneme Tartışma	84
6.2. İkinci Deneme Tartışma	87
6.3. Üçüncü Deneme Tartışma	91
6.3.1. Su Kalitesi Parametreleri	91
6.3.2. Büyüme Parametreleri	92
6.4. Dördüncü Deneme Tartışma	97
6.4.1. Su Kalitesi Parametreleri	97
6.4.2. Büyüme Parametreleri	98
7. SONUÇ VE ÖNERİLER	103
7.1. Sonuç	103
7.2. Öneriler	104
KAYNAKLAR	105

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 2.1. Koi balığı varyeteleri	7
Şekil 2.2. Nitrojen döngüsü	10
Şekil 2.3. NH ₄ oranının, pH ve su sıcaklığına bağlı olarak değişimi	12
Şekil 2.4. Zeolitin geometrik şekli	15
Şekil 2.5. Zeolitin, silisyum/alüminyum ve oksijen atomlarının yapısı	15
Şekil 2.6. İyon değişimi	17
Şekil 2.7. Türkiye'nin zeolit yatakları haritası	20
Şekil 4.1. Deneme düzeneği ve akvaryumları	33
Şekil 4.2. Denemede kullanılan koi balığı (<i>Cyprinus carpio</i> L., 1758)	33
Şekil 4.3. Deneme yemleri	35
Şekil 4.4. Yem katkı maddesi olan 100 mikronluk klinoptilolit türü zeolit (A) ve filtre malzemesi olarak kullanılan 1-3 mm'lik klinoptilolit türü zeolit (B)	35
Şekil 4.5. Denemede filtre malzemesi olarak kullanılan zeolitin yıkama işlemi	38
Şekil 4.6. Denemede filtre malzemesi olarak kullanılan tül torbalar içerisindeki zeolit	38
Şekil 4.7. Professional Pluss isimli el tipi saha ve laboratuvar cihazı	39
Şekil 4.8. Balık tartım işlemi	39
Şekil 4.9. Balık yemleme işlemi	42
Şekil 4.10. Birinci deneme akvaryumları	43
Şekil 4.11. Birinci deneme düzeneği	43
Şekil 4. 12. İkinci deneme akvaryumları	44
Şekil 4. 13. İkinci deneme düzeneği	44
Şekil 4. 14. Üçüncü deneme akvaryumları	46
Şekil 4. 15. Üçüncü deneme düzeneği	46
Şekil 4. 16. Dördüncü deneme akvaryumları	48
Şekil 4. 17. Dördüncü deneme düzeneği	49
Şekil 5. 1. Yemde zeolit içermeyen (kontrol) ve farklı oranlarda (%2 ve %10) zeolit içeren deneme gruplarının günlük ortalama toplam amonyak azotu (TAN) değerleri (mg/l)	55
Şekil 5. 2. Yemde ve suda zeolit içermeyen (kontrol) ve yemde (%2 ve %10) ve/veya suda (7 g/l ve 20 g/l) farklı oranlarda zeolit içeren deneme gruplarının günlük toplam amonyak azotu (TAN) değerleri (mg/l)	62

Şekil 5. 3. Deneme gruplarının ölçüm dönemlerine göre ortalama pH değerleri	65
Şekil 5. 4. Deneme gruplarının ölçüm dönemlerine göre ortalama NH ₃ değerleri (mg/l)	67
Şekil 5. 5. Deneme gruplarının ölçüm dönemlerine göre ortalama TAN değerleri (mg/l)	68
Şekil 5. 6. Deneme gruplarındaki balıkların, spesifik büyüme oranı (%), yem değerlendirme oranı ve kondüsyon faktörü (%) değerleri	70
Şekil 5. 7. Visserosomatik ve hepatosomatik indeksin saptanmasında kullanılan balıklar	72
Şekil 5. 8. Balık eti analizinde kullanılan örnekler ve yağ analizi işlemi	73
Şekil 5.9. Deneme gruplarının ölçüm dönemlerine göre ortalama pH değerleri	75
Şekil 5. 10. Deneme gruplarının ölçüm dönemlerine göre ortalama NH ₃ değerleri (mg/l)	77
Şekil 5. 11. Deneme gruplarının ölçüm dönemlerine göre ortalama TAN değerleri (mg/l)	78
Şekil 5. 12. Deneme gruplarındaki balıkların, spesifik büyüme oranı (%), yem değerlendirme oranı ve kondüsyon faktörü (%) değerleri	80
Şekil 5. 13. Visserosomatik ve hepatosomatik indeksin saptanmasında kullanılan balıklar	82
Şekil 5. 14. Balık eti analizi için kullanılan örnekler	83

ÇİZELGELER LİSTESİ

	Sayfa No
Çizelge 2.1. Nitrojen iyonlarının sucul ortamdaki etkileri	10
Çizelge 3. 1. Ticari olarak satışa sunulan koi balığı yemlerinin temel besin değerleri	27
Çizelge 4. 1. Deneme yemlerinin besin madde miktarları ve besin değerleri (g/100g)	34
Çizelge 4. 2. Klinoptilolit türü zeolitin kimyasal kompozisyonu	36
Çizelge 4. 3. Klinoptilolit türü zeolitin fiziksel kompozisyonu	37
Çizelge 5. 1. Deneme başında ve sonunda, grupların ortalama sıcaklık (°C), çözünmüş oksijen (mg/l), pH, elektriksel iletkenlik (mS/cm), NH ₃ (mg/l) ve TAN (mg/l) değerleri (ort.±SH)	52
Çizelge 5. 2. Yemde zeolit içermeyen (kontrol) ve farklı oranlarda (%2 ve %10) zeolit içeren deneme gruplarında belirlenen, günlük ortalama amonyak (NH ₃) değerleri (mg/l) (ort.±SH)	54
Çizelge 5. 3. Yemde zeolit içermeyen (kontrol) ve farklı oranlarda (%2 ve %10) zeolit içeren deneme gruplarının günlük ortalama toplam amonyak azotu (TAN) değerleri (mg/l) (ort.±SH)	55
Çizelge 5. 4. Deneme başı ve deneme sonu, ortalama sıcaklık(°C), çözünmüş oksijen (mg/l), pH, elektriksel iletkenlik (m/Scm), NH ₃ (mg/l) ve TAN değerleri (mg/l) (ort.±SH)	57
Çizelge 5. 5. Yemde ve suda zeolit içermeyen (kontrol) ve yemde (%2 ve %10) ve/veya suda (7 g/l ve 20 g/l) farklı oranlarda zeolit içeren deneme gruplarında belirlenen günlük ortalama amonyak (NH ₃) değerleri (mg/l) (ort.±SH)	59
Çizelge 5. 6. Yemde ve suda zeolit içermeyen (kontrol) ve yemde (%2 ve %10) ve/veya suda (7 g/l ve 20 g/l) farklı oranlarda zeolit içeren deneme gruplarında belirlenen günlük toplam amonyak azotu (TAN) değerleri (mg/l) (ort.±SH)	61
Çizelge 5. 7. Deneme gruplarının aylık ortalama su sıcaklığı değerleri (°C) (ort.±SH)	64
Çizelge 5. 8. Deneme gruplarının aylık ortalama pH değerleri (ort.±SH)	65
Çizelge 5. 9. Deneme gruplarının aylık ortalama çözünmüş oksijen değerleri (mg/l) (ort.±SH)	66
Çizelge 5. 10. Deneme gruplarının aylık ortalama elektriksel iletkenlik değerleri (mS/cm) (ort.±SH)	66
Çizelge 5. 11. Deneme gruplarının aylık ortalama NH ₃ değerleri (mg/l) (ort.±SH)	67
Çizelge 5. 12. Deneme gruplarının aylık ortalama TAN değerleri (mg/l) (ort.±SH)	68
Çizelge 5. 13. Deneme başı ve sonu ortalama ağırlık (g) ve boy (cm) değerleri (ort.±SH)	69
Çizelge 5. 14. Deneme sonunda grupların, ortalama bireysel canlı ağırlık artışı (g), spesifik büyüme oranı (%), günlük canlı ağırlık artışı (%), yem değerlendirme oranı ve kondüsyon faktörü (%) değerleri (ort.±SH)	70

Çizelge 5. 15. Deneme sonunda grupların ortalama visserosomatik indeks (%), hepatosomatik indeks (%) ve yaşama oranı (%) değerleri (ort.±SH)	72
Çizelge 5. 16. Deneme sonunda grupların balık eti kimyasal analiz sonuçları (ort.±SH)	73
Çizelge 5. 17. Deneme gruplarının aylık ortalama su sıcaklığı değerleri (°C) (ort.±SH)	74
Çizelge 5. 18. Deneme gruplarının aylık ortalama pH değerleri (ort.±SH)	75
Çizelge 5. 19. Deneme gruplarının aylık ortalama çözünmüş oksijen değerleri (mg/l) (ort.±SH)	76
Çizelge 5. 20. Deneme gruplarının aylık ortalama elektriksel iletkenlik değerleri (mS/cm) (ort.±SH)	76
Çizelge 5. 21. Deneme gruplarının aylık ortalama NH ₃ değerleri (mg/l) (ort.±SH)	77
Çizelge 5. 22. Deneme gruplarının aylık ortalama TAN değerleri (mg/l) (ort.±SH)	78
Çizelge 5. 23. Deneme başı ve sonu ortalama ağırlık (g) ve boy (cm) değerleri (ort.±SH)	79
Çizelge 5. 24. Deneme sonunda grupların, ortalama bireysel canlı ağırlık artışı (g), spesifik büyüme oranı (%), günlük canlı ağırlık artışı (%), yem değerlendirme oranı ve kondüsyon faktörü (%) değerleri (ort.±SH)	80
Çizelge 5. 25. Deneme sonunda grupların visserosomatik indeks (%), hepatosomatik indeks (%) ve yaşama oranı (%) değerleri (ort.±SH)	82
Çizelge 5. 26. Deneme sonunda grupların balık eti kimyasal analiz sonuçları (ort.±SH)	83

SİMGELER ve KISALTMALAR

SİMGELER

Meq : Miliekivalan

MPa : Megapaskal

mS/cm : milisiemens/santimetre

KISALTMALAR

ALP : Alkalın Fosfataz

ALT : Alanin Aminotransferaz

AST : Aspartat Aminotransferaz

EFSA: European Food Safety Authority (Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi)

EPA : Enviromental Protection Agency (Çevre Koruma Ajansı)

FDA : U. S. Food and Drug Adminitration (Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi)

TAN : Toplam Amonyak Nitrojeni

“Zeolitin Koi Balıklarının (*Cyprinus carpio* L.,1758) Yetiştiriciliğinde Kullanımı”
adlı bu doktora tezi 108O307 No’lu, TÜBİTAK-Hızlı Destek Programı kapsamındaki
proje ile desteklenmiştir.

1. GİRİŞ

Sazan balıklarından seleksiyon ve diğer yöntemlerle üretilmiş olan koi balıkları, birçok ülkede büyük bir öneme sahiptir. Ayrıca, ticari açıdan çok değerli olduğu için üretimi üzerine önemli çalışmalar yapılmaktadır. Ülkemizde, yetiştiriciliğinin yapılabilmesi için uygun koşullar bulunmasına rağmen, henüz yetiştiriciliği çok yaygın değildir. Ancak, gelişen ekonomik koşullar ve artan eğitim seviyesi ile birlikte ülkemizde de bu balıkların yetiştiriciliğinin artacağı düşünülmektedir (Alpbaz, 2005).

Koi balıklarının yetiştiriciliğinde, uygun su ve beslenme koşullarının sağlanabilmesi ideal bir büyüme ve renklenme için zorunludur. Özellikle yavru ve larva dönemlerinde daha fazla özen gösterilmesi gereken bu iki unsur üzerine dikkatle durulması, yetiştiriciliğin başarısını doğrudan etkileyecektir.

Su ürünleri yetiştiriciliğinde, su kalitesinin elverdiği ölçülerde stoklama ve yemleme yapılabilmektedir. Yoğun yetiştiricilik yapılan ortamlarda, üretimin başarılı bir şekilde yürütülebilmesi için, su parametrelerinin optimum koşullarda tutulmasını sağlamak ve ideal besleme rejimleri uygulamak zorunludur. İdeal su koşulları yemin değerlendirilmesinde önemli rol oynarken, yemin iyi değerlendirilmesi de suyun kalitesinin korunmasına katkı sağlamaktadır. Birbirini doğrudan etkileme özelliğinde olan beslenme ve su koşullarının kalitesini koruma işlemleri, bilinçli ve planlı bir yönetim politikası ile sağlanabilir. Bu sağlandığı takdirde, çok daha avantajlı bir üretim yapılabildiği gibi, su ürünlerinin atık sularında bulunan kirletici unsurların azaltılması vasıtasıyla da çevre sağlığı üzerine olumlu bir etki sağlanmış olur.

Yoğun balık yetiştiriciliği yapılan işletmelerde, balıklar tarafından tüketilmeyen yem parçacıkları ve balıkların metabolik atıkları ile suya fazla miktarda nitrojen iyonları (azotlu bileşikler) geçmektedir. Nitrojen iyonları suda çeşitli bakteriler tarafından birbirine dönüştürülebilen NH_3 (amonyak), NH_4 (amonyum), NO_2 (nitrit), NO_3 (nitrat), N_2 (azot gazı) gibi formlarda bulunabilmektedir (Uslu ve Türkman, 1987). Bu formlardan bazıları sınır değerlerin üzerine çıktığında, çeşitli koşullara bağlı olarak (canlı türü, canlının farklı yaşam dönemleri ve su ortamının koşullarına göre) zararlı etki göstermektedir. Özellikle amonyak (NH_3) ve nitrit (NO_2) sucul canlılar üzerine maruz kalma süresi, maruz kalma miktarı, su koşulları (sıcaklık, pH vb.), canlının türü ve biyolojik özelliklerine göre değişen oranlarda zararlı etkilerde bulunmaktadır (Terlizzi, 1996; Floyd ve Watson, 2005).

Suda bulunan azotlu bileşiklerin zararlı seviyelere ulaşma olasılığı oldukça yüksektir. Çünkü, suyun pH, sıcaklık, oksijen gibi birçok fiziksel ve kimyasal özelliği her an değişebilme durumundadır. Bu unsur, sudaki azotlu bileşiklerin hem zararlı formlara

dönüşmesini hem de zararlı miktarlara ulaşmasını tetiklemektedir. Bu durum, azotlu bileşikler yoğun yetiştiricilik yapılan kapalı devre sistemlerde en ciddi problemlerden biri haline getirmektedir (Terlizzi, 1996). Azotlu bileşikler yüksek konsantrasyonlara ani olarak ulaştığında, solunum güçlüklerine, koma haline ve sonuçta, toplu halde ölümlere sebep olmaktadır. Uzun süre düşük konsantrasyonlarda bulunması durumunda da balıklarda iştahsızlığa, büyümede azalmaya ve hastalıklara karşı bağışıklık sisteminin zayıflamasına neden olmaktadır.

Yoğun yetiştiricilik yapılan kapalı devre sistemlerde ve akvaryumlarda en ciddi problemlerden biri olan amonyak (NH_3) birikiminin önlenmesi için, çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Bu yöntemlerin başlıcaları; mekanik arıtım, biyolojik arıtım ve kimyasal arıtım işlemleridir (Emadi ve ark., 2001; Peyghan ve Azar Takamy, 2002; Sarıoğlu, 2005).

Mekanik arıtım işlemlerinde sünger, elyaf, kum gibi çeşitli malzemeler kullanılarak balık, yem ve bitki artıkları gibi suda bulunan kaba parçacıklar uzaklaştırılmaktadır. Bu yöntem, her ne kadar amonyağın azaltılmasına katkı sağlasa da, suda çözünmüş halde bulunan amonyağı yeterince uzaklaştıramamaktadır. Bu nedenle mekanik arıtımın diğer yöntemlerle birlikte kullanılması tavsiye edilmektedir.

Biyolojik arıtım, çeşitli bakteriler tarafından gerçekleştirilen ve ‘nitrifikasyon’ olarak adlandırılan işlem ile yapılmaktadır. Amonyak (NH_3), bakteriler tarafından önce nitrite (NO_2) daha sonra ise nitrate (NO_3) dönüştürülmektedir. Açığa çıkan nitrat yine bakteriler tarafından azot gazına (N_2) dönüştürülerek ortamdan uzaklaştırılmaktadır. Bu yöntemin dezavantajları, pahalı oluşu ve ortam koşullarındaki ani değişimlerden etkilenen bakteri topluluğunun görevlerini yerine getirememeleri neticesinde, ani amonyak artışlarının olmasıdır (Terlizzi, 1996; Karadağ ve ark., 2006).

Kimyasal arıtım işleminde ise iyon değiştirme ve adsorpsiyon özelliğine sahip olan bazı materyallerden yararlanılmaktadır. Yaklaşık 40 tane doğal zeolit türü içinde en yaygın olarak kullanılan klinoptilolitten, bu amaç için etkili ve ekonomik olarak yararlanılmaktadır (Mumpton ve Fishman, 1977; Terlizzi, 1996; Mumpton, 1999; Emadi ve ark., 2001; Peyghan ve Azar Takamy, 2002; Karadağ ve ark., 2006). Zeolitler filtre sistemlerinin içerisinde kullanılabildikleri gibi yetiştiricilik ortamının tabanına konularak da kullanılabilirler. Ayrıca yüksek katyon değiştirme kapasitesine sahip olan zeolitler, hayvan yemlerinde katkı maddesi olarak kullanıldıklarında, hayvanların metabolik atıklarının içinde bulunan amonyak seviyesinin azaltılmasında önemli bir rol oynamaktadır (Dias ve ark., 1998). Bunun yanı sıra, zeolitlerin balık yemlerinde katkı

maddesi olarak kullanılmasının, balığın büyüme oranı, yem değerlendirme oranı ve yaşama oranı üzerine olumlu etki yaptığı bildirilmektedir (Anonim, 2007a).

Zeolitler, alkali ve toprak alkali elementleri içeren kristal yapıya sahip sulu alüminyum silikat olarak tanımlanmaktadır. Tabiatta büyük rezervler halinde bulunan zeolitlerin işletilmesi diğer madenlere göre daha kolay ve ucuzdur.

Herhangi bir zeolit kristalinin en küçük yapı birimi SiO_4 (silisyumoksit) veya AlO_4 (alüminyumoksit) dörtyüzlüleridir. Dört yüzlüler ve bunları birbirine bağlayan ikincil yapı üniteleri arasında yer alan mikro gözenekler birleşip bir, iki veya üç boyutlu boşluk sistemleri ve kanalları oluştururlar. Boşluk miktarı toplam hacmin %20' si ile %50' si arasındadır (Dinler, 2005; Christie ve ark. (2002)'dan).

Zeolitler iyon değiştirebilme, adsorpsiyon ve moleküler elek gibi özelliklerinden dolayı günümüzde çok önemli amaçlar için kullanılmakta ve kullanım alanlarının genişletilebilmesi için üzerinde çok sayıda bilimsel araştırma yapılmaktadır. Bunlar, tarım ve hayvancılık (toprak ıslahı, kirlilik kontrolü, hayvan yemi katkı maddesi), kirlilik kontrolü (evsel ve endüstriyel atıklar, nükleer sanayi atıkları), enerji üretimi (güneş enerjisi depolanmasında), kağıt endüstrisi (daha hafif ve daha kaliteli kağıt üretimi), inşaat sektörü (kolay kesilip işlenilebilen, hafif yapı taşı malzemesi olarak), sağlık sektörü (diş macunu katkı maddesi, ishal ve ülser hastalıklarını önleyici ilaç yapımında) ve su ürünleri yetiştiriciliğidir (suda amonyak ve ağır metalleri tutucu olarak, yem katkı maddesi olarak) (Mumpton, 1999; Töre 2006; Anonim, 2007a; Kanyılmaz, 2008; Danabaş, 2009).

Dünyada uzun yıllardan beri çeşitli amaçlarla kullanılıp, üzerinde çok sayıda araştırmalar yapılmasına karşın, zeolitler ülkemiz için yeni bir konu sayılabilir. Bu konuda kendini geliştiren ülkeler, zeolitlerinin teknolojik özelliklerini belirleyerek gerek yerel olarak kullanmak gerekse yurt dışına ihraç etmek suretiyle değerlendirmektedirler. Ülkemizde ise, zeolitin rezerv tespiti ve kullanım özelliklerini belirleyecek bilimsel araştırmalar son yıllarda yapılmaya başlanmış olup, oldukça bol miktarda ve birçok alanda kullanılabilecek kalitede zeolit rezervlerine sahip olduğumuz belirlenmiştir (DPT, 2001).

Zeolitlerin ülkemizde bol bulunmasına rağmen, henüz pek fazla değerlendirilemediği ancak zenginleştirilmeleri ve aktive edilmeleri durumunda atık su arıtımında ekonomik olarak uygulama alanı bulabilecekleri bildirilmektedir (Türkman ve ark., 2001).

Türkiye'de küçük ve orta boyutta 9 farklı zeolit ürünü üretilmektedir. Tüm dünyada, bu ürünlerin uygulama alanlarına uygun şekilde (doğal, aktifleştirilmiş, modifiye edilmiş

ve özelleştirilmiş v.b. gibi) geliştirilmesi önerilmektedir (Özaydın ve ark., 2006; Kirveli (2004)'den).

Doğal zeolitler ile ilgili yapılacak araştırmalarda, iyi karakterize edilmiş doğal zeolit örneklerinin kullanılması önemlidir. Karakterizasyon teriminden anlaşılması gereken, malzemenin önerildiği kullanımı için önemli olan mineralojik, fiziksel, kimyasal, ısı vb. gibi özelliklerinin tayinidir. Özellikle uygulama ve pazar geliştirmeye yönelik girişimlerin araştırma aşamasında, kullanılacak zeolit gerekliliği olabilecek miktarda ve eş nitelikte sağlanabilecek bir kaynaktan alınması da önem taşımaktadır. Aynı mineral adını taşıyan doğal zeolitlerle yapılan çalışmaların, gerek tekrarlanabilirliğinde karşılaşılan güçlükler gerekse araştırma aşamasında ulaşılan sonuçların uygulamaya geçildiğinde benzer ölçüde sağlanamaması, çoğu kez iyi tanımlanmamış doğal zeolit örnekleri ile çalışılmış olmasından kaynaklanmaktadır (Çulfaz ve ark., 1995).

Klinoptilolit yapısı özellikleri ve işlevleri, çıkarıldıkları bölgenin özelliklerinden, kullanılacakları su ortamının özelliklerine kadar birçok unsurdan etkilenmektedir. Bu sebeple, çıkarıldıkları bölge, kullanımdan önce uygulanan ön işlemler, kullanılacakları su ortamı, yeniden kullanım özelliği kazandırma işlemleri, kullanım süreleri vb. gibi özellikleri, yapılan detaylı bilimsel incelemelerle tam olarak tespit edilmelidir. Kullanım amacına yönelik, teknik özellikleri tanımlanmış zeolitlerin kullanılmasıyla mevcut potansiyellerinden tam olarak faydalanılmış olunacaktır.

Konu ülkemiz açısından ele alındığında durum ümit vericidir. Çünkü 50 milyar tonun üzerinde zeolit rezervine sahip olduğumuz bildirilmektedir (DPT, 2001). Ancak, zeolit rezervlerimiz henüz yeterince değerlendirilmemektedir. Dünyada ise yılda 4 milyar ton zeolit kullanılmaktadır (Anonim, 2007a). Bu rezervlerin kullanım olanaklarını belirleyebilmek için çok detaylı bilimsel araştırmalar yapılması hem ülke içi hem de ülke dışı kullanım olanaklarını artırarak, ekonomimize katkı sağlayacaktır.

Zeolitler üzerine ülkemizde yapılan çalışmaların büyük bir kısmı, şehir ve sanayi atık sularının arıtımı üzerinedir (Güven, 1996; Atay, 2002; Kuleyin (1999)'den; Danabaş 2009; Çelik ve ark. (2001)'dan; Atay, 2002; Karadeniz, 2003; Kuleyin ve Ergun, 2004; Sarioğlu, 2005; Karadağ ve ark., 2006; Moralı, 2006; Yücel, 2006). Yoğun yetiştiricilik yapılan balık çiftliklerinde amonyakın giderilmesine ilişkin ülkemiz zeolitleriyle yapılan az sayıda araştırma bulunmaktadır (Töre, 2006; Danabaş, 2009).

Klinoptilolit türü zeolit, yem katkı maddesi olarak balık yemlerinde kullanıldığında, balıkların metabolik atıklarındaki amonyak seviyelerinin etkili bir miktarda azalmasına katkı sağlayabilir. Bu durum, önce balıkların yetiştirildiği su parametrelerini olumlu olarak

etkileyecek daha sonra bu suların alıcı su ortamlarına deşarjı durumunda çok daha az miktarda kirletici atıklar taşımalarını sağlayacaktır.

Klinoptilolit türü zeolitin, balık yemlerinde yem katkı maddesi olarak kullanılabilirliği araştırılan denemelerde, balıkların sağlıkları ve büyüme parametreleri üzerine olumlu etkiler elde edildiği bildirilmektedir (Lanari ve ark., 1996; Mumpton, 1999; Aybal ve Demir, 2004; Demir ve Aybal, 2004).

Bugün, tüm dünya için su ve su ürünlerinin önemi kesin olarak belirlenmiştir. Hem yemeklik balık üretimi, hem süs balıkları üretimi dünyada önemli sektörler arasında yer almaktadır.

Gıda sektörleri içinde en hızlı büyüyen sektör durumundaki su ürünleri yetiştiriciliği, dünyada günümüz su ürünleri üretiminin yaklaşık %50'sini sağlamaktadır. Gelecek yirmi yıl içinde nüfus artışı, bugünkü düzeyinde gerçekleştiği takdirde, dünyada kişi başına 16.4 kg olan balık tüketiminin korunması için, 2030 yılına kadar üretimin en az 40 milyon ton artması gerekmektedir (FAO, 2004; FAO, 2006). Artan ihtiyacın karşılanabilmesi için, entansif (yoğun) yetiştiricilik zorunluluk haline gelmiştir.

Ülkemizdeki süs balığı ihracatı genel olarak değerlendirildiğinde, aynı iklim kuşağına sahip diğer ülkelerden çok geride olduğumuz sonucuna varılabilir. Ülke olarak süs balığı ihracatındaki yetersizliğin nedenlerinden biri, süs balığı üretimindeki yetersizliktir. Diğer taraftan, ithal edilen balık miktarının ihraç edilenden çok fazla olması haksız rekabete yol açmaktadır. Yurt dışından çok miktarda ve ucuza süs balığı temin edilebildiğinden yerli üretim olumsuz etkilenmektedir.

Ülkemizin birçok yöresi bahçe ve akvaryum süs balıklarının üretimi ve yetiştiriciliği açısından uygun koşullara sahiptir. Ülkemizin Avrupa gibi dünyanın en büyük akvaryum balığı ticaret merkezinin yakınında bulunduğu göz önünde bulundurulursa, ülkemizde de üretimin artabileceği tahmin edilmektedir. Ayrıca bu konuda yapılacak bilimsel çalışmalar ve devletin yerli üreticiyi desteklemesi de Türkiye'deki süs balıkçılığını geliştirecektir (Türkmen ve Albaz, 2001; Watson ve Shireman, 2002; Hekimoğlu, 2006; Anonim, 2009a).

Yemeklik balık ve süs balıkları üretiminde su ve yem kalitesini artırarak üretimin verimini etkileyen, aynı zamanda çevre kirliliğine olumlu yönde etkileri olan ve çevreci mineral olarak adlandırılan zeolitler, oldukça ilgi çekmekte ve gelecek yüzyıl için ümit vermektedirler.

Yapılması düşünülen bu araştırma ile süs balıkları arasında ekonomik değeri yüksek olan koi balıklarının, yavru dönemi yetiştiriciliğinde klinoptilolit türü zeolitin, yem katkı

maddesi olarak, balık yemlerinde ve ayrıca yetiştiricilik suyundaki fazla amonyağı azaltıcı malzeme olarak, akvaryum tabanında kullanılması nın büyüme parametrelerine ve su kalitesine olan etkilerinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Koi Balığı (*Cyprinus carpio* L., 1758) ve Önemi

Koi balıkları, 18. yüzyılın sonunda Japonya’da ortaya çıkmış ve 20. yüzyılda ünü Avrupa ve Amerika’ya yayılmıştır (Rothbard, 1994; McDowall (1989)’dan).

Koi, Japoncada sazan balıklarına verilen isimdir. Renkli sazan balıklarına Komei Koshihara tarafından canlı mücevher anlamına gelen nishikigoi adı verilmiştir (Kuroki, 1981). Japon süs sazanı veya nishiki-goï olarak da bilinen koi balıkları, *Cyprinus carpio*’nun renkli varyetelerinden biridir (Wohlfarth ve Rothbard, 1991) ve günümüzde yüzlerce farklı renk ve desene sahip varyeteleri bulunmaktadır (Şekil 2. 1.). Belli renk, desen ve pul tipini kapsayan bireyler, bu özelliklerine göre adlandırılarak yaklaşık 13 grup altında toplanmışlardır. Bunlardan, Kohaku, Sanke, Showa, Tancho, Utsurimono, Bekko, Asagi, Koromo, Kawarimono, Ogon, Hikarmoyo-mono, Hikari-Utsurimono, Kin-Ginrin grupları en bilindik olan ve yarışma, sergi ve bunun gibi amaçlar için en çok tercih edilen gruplardır (Kuroki, 1981).



Şekil 2. 1. Koi balığı varyeteleri (Anonim, 2009b; Anonim, 2009c)

Koi balığının sistematikteki yeri;

Kingdom : Animalia

Pylum : Chordata

Class : Actinopterygii

Ordo : Cypriniformes

Family : Cyprinidae

Genus : Cyprinus

Species : *Cyprinus carpio* (Anonim, 2009d)

Koi balığı, fusiform (iğ şekli) biçimindedir. Üç adet tek yüzgeç, iki adet çift yüzgece sahiptir.

Koi balığının pulları cycloid tipindedir. Birçoğunda, baş bölgesi hariç tüm vücudu kaplamaktadır. Bazı koiler sadece dorsal hat ve yanal çizgi boyunca pullar ile kaplıdır. Bazı koiler pulsuzdur. Bazı koiler ise düzenli bir sıra halinde iri pullara sahiptir. Ağız, dipten beslenmeye elverişli şekilde ve dışarıya doğru uzayabilen biçimdedir. Bentik beslenenler olmakla birlikte suyun herhangi bir tabakasından yem alabilmektedirler. Çenelerinde dişler yoktur ancak, solungaç yayının hemen arkasında, diş benzeri yapılar bulunmaktadır. Ağız etrafında yer alan iki çift bıyık, koi balıklarını *Carassius auratus* türlerinden ayıran özelliklerden bir tanesidir (Anonim, 2007b).

Koi balıkları omnivordur. Doğada bitki, böcek, salyangoz, kurt ve alg gibi değişik besinleri tüketmektedirler (Meyer, 2005).

Tatlı sularda yaşayan koi balıkları, 8 – 30°C' ler arasında yaşayabilmekte ve ılıksu balığı olarak tanımlanmaktadır. Tüm balık türlerinde olduğu gibi, koi balıkları da su sıcaklığındaki ani değişimlerden olumsuz yönde etkilenmektedir (Kuroki, 1981).

Koi balıklarının günümüzde, oldukça değerli süs balıkları içerisinde yer aldıkları (Mordenti ve ark., 2003; Yanong, 2005; Jha ve ark., 2007) ve kaliteli bireylere olan ilginin giderek arttığı bildirilmektedir (Hancz ve ark., 2003).

Japon süs sazanı nishikigoi veya koi, evcil hayvan endüstrisinde önemli bir yere sahiptir. Günümüzde Avrupa'dan Amerika ve Uzak Doğu'ya uzanan birçok bölgede bulunduğu ve özellikle Japonya'da üretilen kaliteli bireylerin birkaç bin dolara ulaşan fiyatlara alıcı bulabildiği belirtilmektedir (Tripathi ve ark., 2003; David ve ark., 2004).

Koi balıkları yetiştiriciliğinin tercih edilme sebepleri; günlük hayatın stresinden uzaklaştırabilecek bir uğraş olması, kaliteli beslenme ve su koşulları istemelerine rağmen zor koşullara dayanıklı olmaları, birçok besini yem olarak değerlendirebilmeleri, ticari yeme alıştırmalarının kolay olması, insanlarla sosyal olarak iletişim kurabilme yeteneklerinin olması (örneğin elden yem alabilmesi), uzun ömürlü olmaları (ortalama 30-40 yıl gibi), üretimlerinin kolay olması, uygun koşullarda istenilen zamanda üreyebilmeleri ve bir defada fazla sayıda yumurta verebilmeleri (200.000-400.000 adet/kg), kaliteli bireylerinin küçük boyda uygun fiyata alınabilmeleri ve birkaç yılda hızlı bir şekilde büyüyebildiklerinden kısa sürede oldukça değerli balıklar haline gelebilmeleri (örneğin küçük boylarda birkaç dolar iken 15-20 cm ve üzerindeki boylarda birkaç bin dolarlık fiyatlarda alıcı bulabilmektedirler), sanat eserlerine benzeyen yüzlerce renk desenlerine sahip varyetelerinin olması ve halen farklı renk, desen, pul tipi ve yüzgeç şekli gibi farklı bireylerinin üretilme olanağının olması gibi faktörlerdir (Kuroki, 1981; Anonim, 2009e).

Koi balıkları iç ve dış mekan havuzlarına görsellik katmak amacıyla, oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Amerika ve Japonya’da koi balıkları, birçok evin bahçesinde ve parklarda bulunan havuzları süslemektedir. Türkiye coğrafyasının da üyesi, *Cyprinus carpio*’nun renkli bireyleri olan koi balıklarının üretimi için, ülkemizde uygun koşullar mevcuttur. Günümüzde bu türe olan ilgideki artışın, artan eğitim seviyesi ve ekonomik koşulların etkisi ile gelecekte çok daha fazla olacağı tahmin edilmektedir.

2.2. Azotlu Bileşikler ve Sucul Ortam Üzerine Etkileri

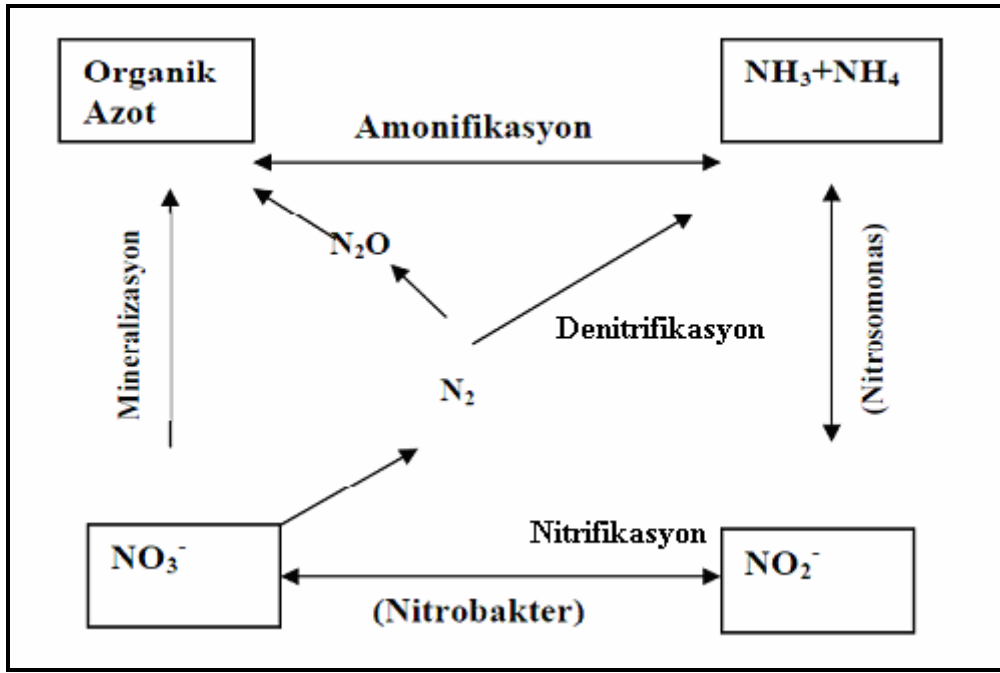
Sucul ortamda bulunan azotlu bileşiklerden biri olan amonyak, su ürünleri üretimi yapılan ortama gübrelerle, balık dışkılarıyla ve nitrojenli bileşiklerin mikrobiyal çürümesiyle ulaşırken, bitkilerin absorpsiyonu ve bazı bakterilerin nitrata dönüştürmeleri ile kaybolmaktadır. Fakat balık yoğunluğunun çok fazla olduğu havuzlarda yapılan aşırı yemleme de, amonyak konsantrasyonunu istenmeyen seviyelere çıkarabilmektedir. Balıklar, yemle aldıkları proteinleri sindirmeleri sonucunda açığa çıkan amonyağı, solungaçları ile diğer nitrojenli bileşikleri de dışkılarıyla bulundukları ortama atmaktadır. Atılan bu nitrojenli maddelerin miktarı, kültür sistemine veya havuza verilen yemin miktarı ve kimyasal bileşimine göre değişmektedir, yani yemleme oranı attıkça amonyak oranı da artmaktadır. Ayrıca, yenmemiş yemler, ölü algler ve sucul bitkilerin bakteriyel dekompozisyonu sonucunda da havuzlara amonyak girişi olduğu bildirilmektedir (Yanık ve ark., 2001).

Entansif balık yetiştiriciliği yapılan tesisler sürekli olarak, yem kalıntısı, dışkı ve boşaltım ürünleri şeklinde organik atık üretmektedir (Yıldırım ve Korkut, 2004).

Balıklar tarafından tüketilen azotlu bileşiklerin yaklaşık %70’i, suda çözünebilen amonyum ve üre olarak atılmaktadır (Çelikkale ve ark., 1999).

Boyd (1997)’un bildirdiğine göre Boyd (1990), balığın tükettiği her 100 g yem proteininin balık tarafından 5.6 g amonyak üretimine dönüştürüldüğünü belirtmiştir.

Nitrojen iyonları suda çeşitli bakteriler tarafından birbirine dönüştürülebilen NH_3 , NH_4 , NO_2 , NO_3 , N_2 gibi formlarda bulunabilmektedir (Uslu ve Türkman, 1987). Şekil 2.2.’de nitrojen iyonlarının dönüşümü ve Çizelge 2.1.’de sucul ortam üzerindeki etkileri gösterilmektedir.



Şekil 2.2. Nitrojen döngüsü (Anonim, 2009f)

Bu dönüşüm işlemleri nitrifikasyon, denitrifikasyon, amonifikasyon ve mineralizasyon gibi işlemleri kapsamaktadır.

Çizelge 2.1. Nitrojen iyonlarının sucul ortamdaki etkileri (Anonim, 2009f)

Form	Sembol	Sucul ortamdaki rolü
Azot gazı	N ₂	Etkisiz gazdır. Atmosferden su içine ve dışına hareket eder.
Organik azot	Org-N	Serbest amonyağın parçalanmasıyla oluşur.
Amonyak	NH ₃	Sucul hayvanlar için oldukça toksiktir. Yüksek pH düzeylerinde daha çok ortaya çıkmaktadır.
Amonyum	NH ₄ ⁺	Çok yüksek konsantrasyonları dışında toksik değildir. Düşük pH düzeylerinde daha çok ortaya çıkmaktadır.
Toplam amonyak	NH ₃ +NH ₄ ⁺	İyonize ve iyonize olmamış amonyağın toplamıdır. Çoğunlukla amonyak testlerinde total amonyak azotu olarak ölçüm yapılır. Nitrifikasyon bakterileri ile nitrite dönüşür.
Nitrit	NO ₂ ⁻	Sucul hayvanlar için toksiktir ve nitrifikasyon bakterileri ile nitrata dönüşür.
Nitrat	NO ₃ ⁻	Çok yüksek konsantrasyonları dışında toksik değildir. Su bitkileri tarafından kullanılabilir.

Nitrifikasyon işleminde her bir mol amonyak azotundan iki mol hidrojen serbest kalmakta ve hidrojen iyonları toplam alkaliniteyi (bikarbonat ve karbonat) nötralize

etmektedir. Bundan dolayı pH azalmaktadır. Nitrifikasyon aerobik bir işlem olduğu için çözünmüş oksijen tüketilmektedir. Yapılan bir araştırmada, 1 mg amonyak azotunun tam olarak oksidasyonu için 4.57 mg/l çözünmüş oksijen kullanıldığı ve 0.14 mg/l hidrojen iyonu üretilerek 7 mg/l toplam alkalinitenin potansiyel olarak nötralize edildiği bildirilmektedir (Boyd, 1997; Boyd (1990)'dan).

Amonyak, azotun inorganik ve suda en az kararlı olan formudur. Oksijenli sularda kolayca nitrata, oksijensiz sularda ise azot gazına dönüşebilmektedir. Amonyak suda, hem amonyum iyonu (NH_4) hem de çözünmüş ve aynı zamanda elektriksel yükü olmayan amonyak gazı (NH_3) olarak iki şekilde bulunmaktadır. Toplam amonyum nitrojeni (TAN) ise, amonyum (NH_4) ve yüksüz amonyağın (NH_3) toplamıdır. Baskın form, suyun pH ve sıcaklığına göre değişmektedir (Boyd, 1997; EPA, 1999; Yanık ve ark., 2001; Stickney (1991)'den; Karadeniz, 2003).

NH_3 ve NH_4 arasındaki denge aşağıda verilen iki eşitlik ile açıklanmaktadır;

$$\text{NH}_4^+ = \text{NH}_3 + \text{H}^+ \quad (2.1)$$

$$K = [(\text{NH}_3) (\text{H}^+)] / (\text{NH}_4^+) \quad (2.2)$$

Dengedeki K sabiti sıcaklık ile bağlantılıdır. Bu bağlantı;

$$\text{pK} = 0.09018 + [2729.92 / (273+T)] \quad (2.3)$$

ile ifade edilmektedir (Emerson ve ark., 1975). Bu formülde;

$$\text{pK} = -\log_{10} K \quad (2.4)$$

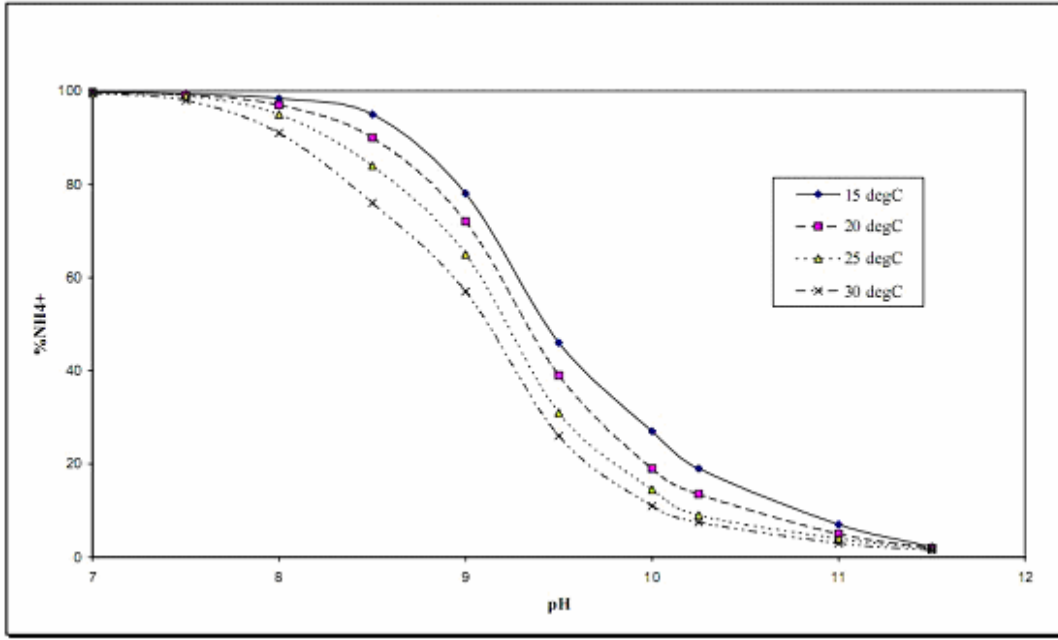
ve T santigrat biriminden ölçülen sıcaklıktır.

$\text{pK} = 0.09018 + [2729.92 / (273+T)]$ ve $\text{pH} = -\log_{10} \text{H}^+$ formülleri kullanılarak toplam amonyak nitrojeni (TAN) belirlenmektedir (EPA, 1999).

Toplam amonyak nitrojeninin, sadece küçük bir kısmı iyonize olmamış toksik amonyak (NH_3) olarak bulunur ve moleküler amonyumla (NH_4^+) arasında bir denge mevcuttur ($\text{H}^+ + (\text{NH}_3) \rightarrow (\text{NH}_4^+)$) (2.5)

İyonize olmamış amonyak (aniyonize), balıklara yüksek derecede toksiktir. Amonyum iyonu (NH_4^+) ise iyonize olmamış amonyağa oranla nispeten zararsızdır (Yanık ve ark., 2001).

Amonyum ve amonyak oranı suyun pH ve sıcaklığına bağlı olarak değişmektedir (Şekil 2.3.). PH'nın 8.5' den yüksek olduğu sularda, amonyak yüzdesi ve buna bağlı olarak zehirleyiciliği hızlı bir şekilde artmaktadır. Ilık ve alkali sularda amonyak miktarının artması balıklar için tehlikelidir (Uslu ve Türkman, 1987; Swann, 1992; Jorgensen, 2002; Hargreaves ve Tucker, 2004; Floyd ve Watson, 2005).



Şekil 2. 3. NH_4 oranının, pH ve su sıcaklığına bağlı olarak değişimi (Jorgensen, 2002)

Balık yetiştiriciliğinde, stok yoğunluğunun artması ile üretim maliyeti azalmaktadır. Fakat su kalitesi, stoklama yoğunluğundan doğrudan etkilenen faktörlerdendir. Balık stoklama yoğunluğunu sınırlandıran ilk faktör ise oksijendir. Ancak, çözülmüş oksijen artırılması zor bir işlem değildir ve bu faktör kolaylıkla arzu edilen düzeylere yükseltilebilmektedir. Çözülmüş oksijenden sonra en önemli faktör amonyaktır. Balık stoklama yoğunluğu, ancak amonyak birikiminin önlenildiği durumlarda arttırılabilmektedir (Zhang ve ark., 2004).

İyonize olmamış amonyağın (NH_3) toksisitesinin 0.05 mg/l düzeylerinde başladığı, 2 mg/l düzeylerinde ise ölümlere neden olduğu bildirilmektedir (Floyd ve Watson, 2005). Genellikle amonyak için güvenli sınır 0.02 ppm olarak kabul edilmektedir (Swann, 1992).

Balık üretim sistemlerinde, amonyak birikimi öldürücü seviyelere ulaştığında balıklarda solunum güçlüğü, uyuşukluk, koma hali ve ölüm görülmektedir. Amonyak havuzlarda öldürücü seviyelerde bulunmasa bile yani, düşük dozda uzun süreli kalınması halinde; büyüme azalma, iştah kaybı, kanda oksijen azalması ve hastalıklara karşı direnç düşmesi gibi olumsuzluklara neden olmaktadır (Hargreaves ve Tucker, 2004; Floyd ve Watson, 2005; Yosha, 2005; Figueroa ve ark., 2007).

Balık üretim sistemlerinde takip edilmesi ve kontrol altında tutulması zorunlu olan en önemli parametrelerden olan amonyak, kokusuz ve renksiz bir özellik gösterdiği için farkedilebilmesi oldukça güçtür. Amonyak ölçümünde kullanılan metodlar, doğrudan neslerizasyon, fenat metodu, amonyak elektrodu metodu ve titrasyon metodudur. Rutin

amonyak ölçümlerinde, çok sık örnek alınması durumunda kullanım kolaylığı ve distilasyon yönteminin deneysel prosedürünün amonyak elektroduna göre daha aşamalı olması sebebiyle daha fazla deney hatası getirebileceği düşünülerek, sürekli ölçümlerde amonyak elektrodu metodu kullanılabileceği bildirilmektedir (Güven, 1996).

Su ürünleri üretim havuzlarında yüksek konsantrasyonlarda amonyak birikimi, balık ve karideslerde, yaşama ve büyüme oranı üzerine olumsuz etki göstermektedir. Balık ve karides çiftliklerinde toplam amonyak nitrojeni (TAN) takip edilerek, 2-3 mg/l'nin üzerine çıktığında TAN'ın azaltılması için değişik teknikler uygulanmaktadır. Bu maksatla uygulanan başlıca yöntemler; su değişimi, havalandırma ve arıtım işlemleridir (mekanik arıtım, fizikokimyasal arıtım ve biyolojik arıtım) (Chiayvareesajja ve Boyd, 1993; Figueroa ve ark., 2007).

Yoğun yetiştiricilik yapılan özellikle kapalı devre sistemlerde, nitrifikasyon işlemi, çeşitli bakteriler tarafından gerçekleştirilmekte ve biyolojik arıtım ile nitrojenli bileşikler ortamdaki ani değişimlerden etkilenen bakteri topluluğunun görevlerini yerine getirememeleri neticesinde, ani amonyak artışlarının olmasıdır. Bu çerçevede, iyon değişimi fizikokimyasal bir süreç olarak, önemli bir alternatif olarak görülmektedir (Mumpton, 1999; Karadeniz, 2003).

İyon değişimi ile gerçekleştirilen fizikokimyasal arıtım işleminde, azotlu bileşiklerin sucul ortamdaki uzaklaştırılmasında, amonyumu (NH_4) %90'a varan ölçülerde tutma kapasitesine sahip olan klinoptilolit türü zeolit, ekonomik ve verimli bir materyal olarak dikkatleri üzerinde toplamıştır.

2.3. Zeolit Tanımı ve Genel Özellikleri

Zeolitler milyonlarca yıl evvel, volkanik küllerin tatlı sular veya tuzlu sular ile kimyasal reaksiyona girmeleri sonucunda oluşmuşlardır (Ayvazoğlu, 2006).

Doğal zeolit yataklarının oluşumu ortamlarına göre;

Suyu tuzlu (kapalı) göllerde volkanik malzemenin birikmesi ve göl suyu ile reaksiyonu sonucu oluşan yataklar,

Tuzlu veya tatlı açık göllerde volkanik malzemenin birikip, göl suyu ile reaksiyonu sonucunda oluşan yataklar,

Kıyıda veya derin denizel ortamda volkanik malzemenin birikip, deniz suyu ile reaksiyonu sonucu oluşan yataklar,

Düşük ısılı gömülme Al-Si'li sedimanter ya da volkanik malzemelerden oluşan yataklar,

Hidrotermal ya da sıcak kaynak sularının Al-Si'lu malzemeye etkisiyle bu malzemenin bozulması sonucu oluşan yataklar,

Genellikle ikinci zaman tortulları arasında görülen ve orijinlerinin volkanik olup olmadığının belirlenemediği denizel veya gölsel ortamlarda oluşan yataklar olarak 6 grupta toplanabilir (Köktürk, 1995).

İlk zeolit minerali 1756 yılında İsveçli mineralog Fredrich Cronstedt tarafından bulunmuştur. Bu kristaller, yapılarında bulunan ve zeolitik su adı verilen suyun, ısıtıldıklarında köpürmesinden dolayı yunanca 'kaynayan taş' anlamına gelen zeolit adını almıştır (Yörükoğulları, 1997).

Bugüne kadar, 150'yi aşkın zeolit yapısı sınıflandırılmış olup bunların 40 kadarı doğal, 110 kadarı ise yapaydır (Ayvazoğlu, 2006). Doğal tip zeolitlerden yaklaşık 8 tanesi ekonomik değere sahiptir. Bunlar; flipsit, şabazit, holandit, erionit, natrolit, mordenit, analsim ve klinoptilolittir. Bu türler içerisinde ticari açıdan en önemli olan, klinoptilolit türüdür (Güven, 1996; Anonim 2007a). Kısaca klino olarak da bilinen klinoptilolit, doğal zeolitlerden dünyada rezerv olarak en çok bulunan ve teknolojik özellikleri en iyi olanlardan biridir (Ayvazoğlu, 2006).

İyon değişimi, adsorbsiyon, moleküler ayırma, dehidrasyon ve kataliz gibi eşsiz özelliklere sahip olan klinoptilolit (doğal bir zeolit türü), su ürünlerinde bazı su parametrelerini düzenleyici ve balık yemi katkı maddesi olarak etkili ve ekonomik bir şekilde kullanılabilme alt yapısına sahip olan mineral maddedir (Mumpton, 1999; Anonim, 2007a).

Zeolitler sahip oldukları özellikler sayesinde 150'ye yakın alanda kullanılmaktadır (Yörükoğulları, 2005).

Dünyada doğal zeolitlerin tüketiminin 3.98 milyon ton olarak hesaplandığı ve bu rakamın 2005 ve 2010'da 4.58-5.5 milyon tona ulaşacağının tahmin edildiği bildirilmektedir (Özaydın ve ark., 2006; Anonim (2001)' den).

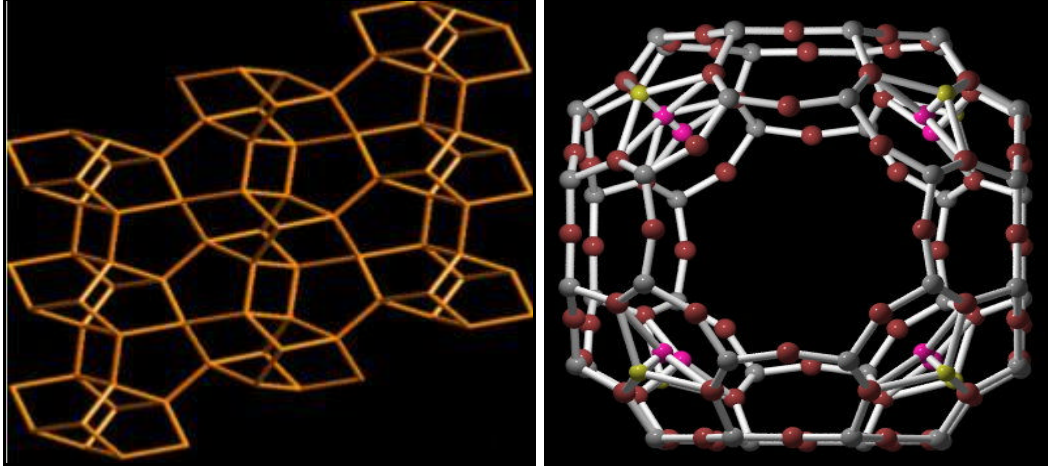
Zeolitlerin genel kimyasal formülü;



şeklindedir. Bu formülde M harfi ile K, Ca, Na veya diğer monovalent katyonlar, D harfi ile Ca, Sr, Ba ve diğer divalent katyonlar ifade edilmektedir (Özaydın ve ark., 2006).

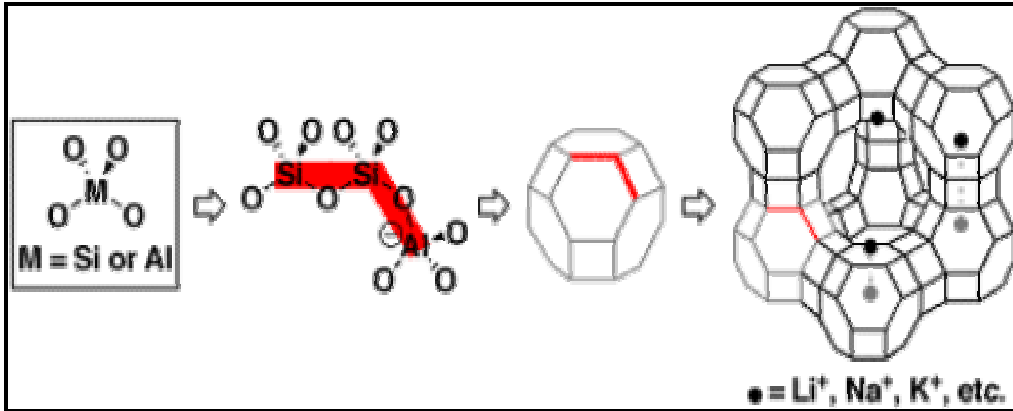
Zeolitler, alkali (Na, K, Rb, Cs) ve toprak alkali (Mg, Ca, Sr, Ba) elementleri içeren, kristal yapıya sahip, sulu alüminyum silikatlar olarak tanımlanmaktadır (Karadeniz, 2003; Trckova ve ark., 2004). Kuvars ve feldispat gibi tektosilikat ailesinin üyesidirler ve tetraederlerin üç boyutlu dizilimi ile oluşmaktadırlar (Şekil 2. 4.). Zeolit minerali birbiri ile

ilişkili katyonlar ve su molekülleri tarafından doldurulan ve birbirine bağlı boşlukların çevrelediği kafes sisteminde bir yapıya sahiptir (Atay, 2002).



Şekil 2. 4. Zeolitin geometrik şekli (Anonim, 2006a; Anonim, 2007a)

Zeolit çatısının esas yapı bloğu tetrahedrandır (dört yüzlü). Merkezi dikey olarak dört oksijen atomu ile bir silisyum veya alüminyum atomu tarafından oluşturulmaktadır. Bu dört yüzlülerin merkezinde Si^{+4} iyonları yer almaktadır. Eğer her bir dört yüzlünün merkezi katyon olarak yalnızca Si^{+4} ihtiva ederse yapı elektriksel olarak nötraldir ve silisyum ile oksijen arasındaki oranı (Si/O), 2/1 şeklindedir. Çünkü oksijen iyonu -2 değerlikli olduğundan bir silisyum iyonu kendisini çevreleyen dört oksijen iyonunun ancak -4 değerliğini karşılamaktadır. Böylece her oksijen iyonunun -1 değerliği kalmakta ve bu da başka bir silisyum iyonu ile birleşmektedir (Şekil 2. 5.) (Atay, 2002; Kuleyin (1999)'den).



Şekil 2. 5. Zeolitin, silisyum/alüminyum ve oksijen atomlarının yapısı (Anonim, 2009g)

Alüminyum silikat çatı, zeolitlerin en sağlam ve durağan parçasıdır. Değişebilen alanların (Al^{+3}) dağılımı ve miktarı, kristal yapının oluşumu aşamasında biçimlenmekte ve zeolitlerin teknolojik olarak en önemli özelliğini oluşturmaktadır. Silisyum/alüminyum oranı ve katyon içeriği, zeolitlerin en önemli özelliklerinden biridir. Doğal zeolitlerde

silisyum/alüminyum oranı 1-6 arasındadır (klinoptilolit, mordenit ve ferrieritte bu oran 5-6'ya kadar ulaşabilir) (Moralı, 2006; Vaughan ve ark. (1978)'dan; Tsitsishvili ve ark. (1992)'dan).

Zeolitlerin iyon değiştirme kapasitesi, temelde iskelet yapısındaki silisyumun yerine geçen alüminyum miktarının bir fonksiyonudur. Diğer bir ifade ile alüminyum miktarı arttıkça daha fazla yük eksikliği ortaya çıkmakta, bunun sonucunda da yapıdaki alkali ve toprak alkali elementlerin miktarı yükselmektedir (Atay, 2002; Çerikçioğlu (1997)'den; Karadeniz, 2003). Doğal zeolitlerde iyon değişimi, çözeltideki iyon ile zeolit alüminyum silikat yapısındaki katyonların yer değiştirmesi işlemidir (Atay, 2002).

Zeolitlerin yapısındaki sodyumun, sudaki Ca^{+2} , Mg^{+2} , Cu^{+2} , Cd^{+2} , Fe^{+2} , Zn^{+2} ve diğer divalent (iki değerli) katyonlar ile yer değiştirebildiği bildirilmektedir (James ve Sampath, 1999).

İyon değişimi, bir katının yüzeyinde bulunan fonksiyonel gruplardaki elektriksel kuvvetlere bağlı iyonların, katının temas ettiği çözeltideki benzer yüklü iyonlarla değiştiği bir işlemdir. Ayrıca değişimin olduğu fonksiyonel gruplar katının yüzeyinde, değişen iyonlar çözelti fazından yüzey fazına taşınmak zorunda olduğundan ve birikim yüzeyde gerçekleştiğinden iyon değişimi bir adsorpsiyon işlemi olarak sınıflandırılmaktadır. Adsorpsiyon işlemi, bir maddenin bir fazdan diğer bir faza taşınarak ikinci fazın yüzeylerinde birikimini ya da maddelerin bir yüzeyde veya yüzeyler arasında konsantre olmasını içermektedir (Güven, 1996).

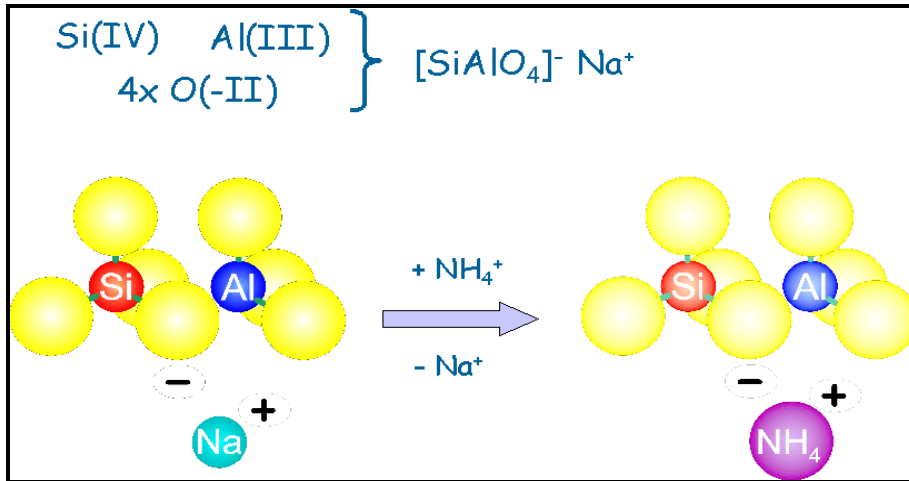
İyon değişimi ve adsorpsiyon arasındaki karakteristik farkın; adsorpsiyonun tersine, iyon değişiminin stokiyometrik bir işlem olmasıdır. Çözeltiden uzaklaşan her iyon, aynı işaretli diğer iyonik türlerin eşdeğer miktarı ile yer değiştirmektedir. Adsorpsiyonda ise, elektrolit veya elektrolit olmayan çözünen, diğer iyon türleri ile yer değiştirmeksizin tutulmaktadır. Pratikte bunu uygulamanın oldukça güç olduğu, çünkü hemen hemen her iyon değişim işlemine elektrolit adsorpsiyon veya desorpsiyonun eşlik ettiği bildirilmektedir (Karadeniz, 2003; Orhun (1997)'dan).

Zeolit yapısının önemli özelliklerinden bir başkası, bu minerallerin özel yapılarından dolayı kanal ve boşluklarının bulunmasıdır. Bu yapısal kanal ve boşluklar, alkali ve toprak alkali katyonlar ile su molekülleri tarafından doldurulmaktadır. Yapıdaki bu suyun, zeolitler 100-400°C'ye kadar ısıtıldıklarında buharlaşarak yapıdan uzaklaştığı ve geriye kalan boş gözeneklerin diğer gaz ve sıvı molekülleri ile doldurulabildiği bildirilmektedir. Bu kanal ve gözeneklerde su ile birlikte Na^+ , K^+ , Ca^{++} gibi değiştirilebilir katyonlar da bulunmaktadır. Katyonlar su molekülleri ile çevrilidir ve su molekülleri zayıf

bağlarla hem artı yüklü katyonlara hemde silikat yapıya bağlıdır. Genellikle kalsiyumlu zeolitler diğerlerinden daha fazla su içermektedir. Suyun yapıdan uzaklaşması sırasında katyonların bazıları da dışarı atılmaktadır. Yapıda elektrik dengesini korumak için bazı katyonlar kanalların çeperlerinde veya kanal yapılarındaki boşluklar içinde yer almakta ve diğer katyonlar ile her zaman yer değiştirebilmektedir. Su moleküllerinin ve katyonlardan bazılarının atılması, kanallardaki tıkanıklıkların giderilmesini sağlamaktadır. Ancak tutulan katyonların özellikleri kanal açıklığını büyük ölçüde etkilemektedir (Ayvazoğlu, 2006).

Sıvı ortamlarda amonyak, pH ve sıcaklığa bağlı olarak iyonize olmayan (NH_3) ve iyonize amonyak (NH_4^+) olmak üzere iki halde bulunmaktadır. İyon değişim işleminde sadece iyonize olmuş amonyak (NH_4^+) uzaklaştırılabilmektedir. Zeolit ile bulunduğu ortam arasındaki katyon değişim dengesi, pH 7 ve üzerine çıktığında giderek azalmaktadır. Yüksek pH değerlerinde NH_4^+ iyonları NH_3 formuna dönüştüğünde, havalandırma ile sucul ortamdan uzaklaştırılabilir. Optimum iyon değişim işlemi için sıvı solusyonun pH'sı 7 ve aşağısında olmalıdır (Rahmani ve ark., 2009).

İyon değişim işlemi süresince, Na^+ iyonları NH_4^+ iyonları ile yer değiştirmekte (Şekil 2. 6.) ve böylece iyon değişimi süresince sulu ortamda Na^+ iyonu konsantrasyonu artmaktadır. Doygunluğa ulaşan zeolitler tuz solusyonu ile yeniden kullanılabilir hale getirilebilmektedir ($\text{Zeolit-NH}_4^+ + \text{Na}^+ \rightarrow \text{Zeolit-Na}^+ + \text{NH}_4^+$ (2.7)) (Rahmani ve ark., 2004).



Şekil 2. 6. İyon değişimi (Anonim, 2009h)

Zeolitlerin bazı önemli özellikleri şu şekilde sıralanmaktadır (Özaydın ve ark., 2006; Özaydın (2004)'dan).

- Zeolitler mikro gözenekli materyallerdir. Gözenek boyutları benzer ve bal peteği biçimindedir. Bazı yapılar bu gözeneklerden geçebilmekte ancak bazıları geçememektedir.

Bu özellik, zeolitın seçici adsorpsiyon ve katalitik yararışlılığı alanlarında uygulamalara izin vermektedir.

- Zeolitlerin suyu adsorplama kapasiteleri yüksek olduğu için tarımda ve diğer uygulama alanlarında sudan daha fazla yararlanılmasına olanak tanımaktadır.

- Zeolitın katyon değişim özellikleri çok iyidir. Bundan dolayı tarımda toprak ıslahı için ve su ya da gazın saflaştırılması veya gazların ayrılması için değerlendirilmelerine olanak vermektedir.

- Zeolitlerin adsorbsiyon özellikleri değiştirilebilmekte ve böylece onlardan katalitik amaçlar için faydalanılabilmektedir.

- Zeolitler bazı radyoaktif maddeleri adsorplayabilmektedir. Bu özellikleri zeolitlerin radyoaktif izolasyon veya çevresel radyoaktif uygulamalar için kullanılmalarını sağlamaktadır.

- Zeolitler büyük bir yüzey alanına sahiptir. Böylece, saflaştırma uygulamalarındaki diğer maddeler ve kirlenmiş maddelerin tutulmasında başarıyla kullanılabilmektedir.

- Zeolitler, pelet bağlayıcıdır ve bu amaçla, hayvan yemi katkı maddesi olarak kullanılmaktadır.

- Mikotoksinlerin bazı türleri, zeolitler tarafından bağlanabilmektedir.

- Zeolitlerin aktifleştirilebilme ve modifiye edilebilme özellikleri antibakteriyel, antimikrobiyal ve bunun gibi birçok uygulamada kullanılmalarını sağlamaktadır.

- Nem ve koku adsorplama özellikleri, evsel ve diğer alanlarda kullanılabilmesine fırsat vermektedir.

- Zeolitler suda çözülmedikleri için, uzun süreli kullanılabilmektedir.

- Suyun artırılması gibi birçok uygulamada kullanılabilmekte ve kolaylıkla yeniden kullanılır hale getirilerek bir çok kez değerlendirilebilmektedir.

- Zeolitler ısıya dayanıklı olduklarından yüksek sıcaklık koşullarında da kullanılabilmektedir.

- Zeolitler etkili bir biçimde amonyumu adsorplayabildikleri için, hayvan üretim sistemlerinde, amonyumu uzaklaştırıcı malzeme olarak kullanılabilmektedir.

Zeolitlerin verimini arttırmak amacı ile yapılan şartlandırılma işlemi, doğada saf halde bulunan zeolitın iyon değiştirici yüzeylerinin, sudan ayrılması istenen iyon ile yer değiştirebilecek özellikteki bir diğer iyonla yüklenmesi işlemidir. Şartlandırma çalışmasında kullanılacak iyon için zeolitın seçiciliği, sudan ayrılması istenen iyonun seçiciliğinden küçük olmalıdır. Örneğin atık sulardan amonyak ayrımında, zeolitın

seçiciliğinin amonyaktan daha az olan bir iyonla şartlandırılması gereklidir. Bu işlem için en uygun iyonlar, sodyum ve kalsiyum iyonlarıdır (Güven, 1996).

İyon değişim kapasitesi, katyon türlerinin cins, boyut, değerlik ve yapıdaki görevlerine, sıcaklığa ve çözeltideki katyon türlerinin derişimine bağlıdır (Karadeniz, 2003; Dyer (1988)'den).

Zeolitlerin katyon seçiciliği $Cs > Rb > K > NH_4 > Ba > Sr > Na > Ca > Al > Mg > Li$ şeklindedir (Mumpton, 1999).

Doğal zeolitlerin amonyum iyonu değiştirme kapasitesi su ortamında bulunan başka katyonlara ve başlangıç konsantrasyonuna bağlı olarak 1-35 mg/g NH_4 arasında değişmektedir (Demir ve ark., 1999). Örneğin, arıtılacak sudaki rakip iyonların konsantrasyonu, verimi etkileyebilen faktörlerden bir tanesidir. Arıtılacak su önemli miktarda potasyum içeriyor ise bu amonyum iyonu değişimi için, kapasite azalmasına sebep olmaktadır (Güven, 1996; Polta (1978)'dan).

Ülkemiz, bu mineral bakımından büyük rezerv potansiyeline sahip olmasına rağmen, tespit edilen rezervlerin, kullanım alanları ve teknolojik özellikleri tam olarak araştırılmamıştır. Birçok alanda kullanılma olanağı bulunan zeolitlerden yararlanılabilmesi için, zeolit araştırmalarının hızlandırılması gerekmektedir (DPT, 2001).

Doğal zeolitlerin potansiyel kullanım alanları çok çeşitlidir. Ancak, aynı mineral adıyla anılan doğal zeolitlerin jeolojik oluşumlarına bağlı olarak farklı özellikler gösterebildiği görölmüştür. Bu tür farklılıklar doğal zeolitlerin doğrudan kullanımını güçleştirmekte ve önemli rezervi olan zeolit yataklarının öngörölen kullanım alanlarına yönelik olarak seçilmiş özelliklerinin ayrı ayrı incelenmesini gerektirmektedir. Ülkemizde, özellikle Batı Anadolu'da (Emet, Bigadiç ve Gördes) saf ve zengin zeolit rezervlerinin bulunduğu bilinmektedir (şekil 2. 7.) (Yücel, 2006).



Şekil 2. 7. Türkiye'nin zeolit yatakları haritası (Özaydın ve ark., 2006; Anonim, 2010)

Yapılan araştırmalar sonucunda, Gördes, Bigadiç, Emet, Kirka ve Karamürsel'de milyarlarca ton zeolit rezervinin olduğu belirlenmiştir. Özellikle, Gördes ve Bigadiç'te zeolitik kayalarda ki doğal zeolitlerin oranı %80 civarındadır. Bu zeolitler dünyada en önemli zeolit türü olan klinoptilolit türüdür. Türkiye'deki doğal zeolit rezervi 50 milyar ton civarında hesaplanmış olup, bu miktarın dünyadaki rezervlerin %40'ı civarında olduğu tahmin edilmektedir (Özaydın ve ark., 2006; Esenli (2002)' den; Anonim, 2009).

Ülkemiz zeolit rezervi büyük hacimlerde olmakla birlikte, bu rezerv kullanım özelliklerini tam olarak belirleyebilecek araştırmaların yeterli olmaması ve bazı zeolit türlerinin (iğnemsis yapısındaki erionit gibi) kanserojen etki gösterebilmesi gibi nedenlerden dolayı yeterince değerlendirilememiştir. Bu denemede kullanılan klinoptilolit türü zeolit ise, birçok hastalığın yanı sıra, kanser hastalığının tedavisinde de kullanılabilecek alt yapıda olduğu bildirilmektedir (Mumpton, 1999; Pavelic ve ark., 2001).

Türkiye'de sadece klinoptilolit türü doğal zeolitinin madenciliği, işlenmesi yapılmaktadır. Bu ürünün ana kullanım alanı tarım, hayvan yem katkı maddesi, su arıtımı ve hayvan altlığıdır. Özellikle gübre ilavesi, toprak ıslahı ve hayvan yem katkı maddesi olarak Türkiye'de pazarlanan ürünler Avrupa, İsrail ve İngiltere'ye ihraç edilmektedir (Özaydın ve ark., 2006; Kirveli (2004)'den).

Klinoptilolitin kimyasal formülü;



şeklinde (Mumpton ve Fishman, 1977; Mumpton, 1999). Formülde ilk parantez içerisindeki katyonlar değiştirilebilir katyonlar olarak, ikinci parantez içerisindeki katyonlar yapısal katyonlar olarak adlandırılmaktadır.

Klinoptilolit, çevreci bir mineral olarak bilinmektedir. Bunun nedeni, toprakta aşırı gübreleme veya yanlış sulama nedeniyle azotlu gübrelerin yıkanmasına engel olmasıdır. Bu sayede, insan ve hayvan sağlığını doğrudan etkileyen yeraltı ve yerüstü sularının, kirlenmesine engel olmaktadır. Ayrıca su arıtmada, özellikle ABD ve Japonya’da, şehir ve sanayi atık sularının temizlenmesinde kullanılmaktadır. Ülkemizde bol miktarda bulunan ve ekonomik bir şekilde üretilen klinoptilolit, içinde bulunduğumuz yüzyılın en önemli hammaddelerinden biri olacağı bildirilmektedir (Ayvazoğlu, 2006).

Ekonomik değeri yüksek balıklar arasında yer alan koi balığı (*Cyprinus carpio* L., 1758) yetiştiriciliğinde, balıkların metabolik atıkları, tüketilmeyen yem parçaları, ölü bitki kalıntıları gibi değişik kaynaklardan ortaya çıkan ve sucul canlılar üzerinde zararlı etkileri olan amonyak, nitrit ve nitrat gibi azot bileşikleri, çeşitli problemlere sebep olmaktadır. Amonyak, diğer tüm su canlılarında olduğu gibi koi balıklarında da solunum güçlüklerine, iştah azalmasına, büyümede azalmaya, kanda oksijen seviyelerinin düşmesine, tuz dengesizliğine, hastalıklara karşı gösterilen direncin azalmasına ve ölümlere sebep olmaktadır (Yosha, 2005). Koi balığı yetiştiriciliğinde, Türkiye zeolitleri kullanılarak, amonyağa bağlı problemler giderilip beslenme ve su koşulları üzerine olumlu katkı sağlanabilir.

3. LİTERATÜR ÖZETİ

3. 1. Koi Balığının (*Cyprinus carpio* L., 1758) Yetiştiriciliğinde Su Koşulları

Koi balığı yetiştiriciliğinde ideal su sıcaklığı, 22-24°C'dir (Alpbaz, 2005). Tuzlu sulardan hoşlanmamakla birlikte, %0.1 – 0.3 tuzlulukta yaşayabilirler. Amonyak 1 ppm, nitrit 2 ppm, nitrat 50 ppm'den az olmalıdır. 6.5 – 8.0 pH idealdir. Alkalilik 50 – 170 ppm arasında olabilir. Genel olarak durgun sulardan hoşlanırlar. Temiz su ve temiz ortam sağlıklı gelişimleri için zorunludur (Alpbaz, 2005; Ay, 2006).

Saint- Erne (2002), koi balıkları için gerekli olan su koşullarının, sıcaklık; 18-25°C, oksijen; 8-12 mg/l, pH; 7-8, alkalite; 100-250 mg/l, sertlik; 100-250 mg/l, amonyak (NH₃); 0-0.01 mg/l, nitrit; 0-0.01 mg/l, nitrat; 0-20 mg/l ve klor; 0 mg/l olması gerektiğini bildirmektedir.

Weinstein ve Kimmel, (1998), Beş hafta süre ile uygulanan amonyak baskısının 10 gram ağırlığındaki koi balığının (*Cyprinus carpio*) davranışları üzerine yaptığı etkilerin incelendiği araştırmada; 0.4-0.8 mg/l yüksek seviye, 0.12-0.27 mg/l orta seviye, 0.04-0.08 mg/l düşük seviyeler olarak kabul edildiğini bildirmektedir. Aynı araştırmada, Wlasow ve ark., (1990)'nın *Cyprinus carpio* ile 0.033 mg/l gibi düşük doz amonyak konsantrasyonu ile yaptıkları araştırmada beş hafta sonra bağışıklık sisteminde olumsuz değişimler gözlemlendiği ve kan, dalak ve böbrek gibi dokularda değişikliğe sebep olduğu da bildirilmektedir.

Koi balıklarının yetiştiriciliğinde suyun filtrasyonu için dört farklı yöntem kullanılabilmektedir. Bunlar, fiziksel (mekanik), kimyasal, biyolojik ve bitkisel filtrasyon sistemleridir. Kimyasal filtrasyon sisteminde aktif karbon, zeolit gibi iyon değiştiriciler kullanılmaktadır (Kuroki, 1981; Anger, 2006).

3. 2. Zeolitın Su Arıtımında Kullanımı

Su ürünleri yetiştiriciliği sistemlerinde klinoptilolit türü zeolitler amonyak tutucu olarak, canlı balık taşıma poşetlerinde, filtrelerde, akvaryum veya havuzların tabanında gözenekli torbalar içerisinde veya yem katkı maddesi olarak balık yemlerinde kullanılmaktadır (Dias ve ark., 1998; Lim ve ark., 2003; Anonim, 2007a).

Peyghan ve Azar-Takamy (2002), sazan balıklarının akvaryum suyuna 150 mg/l NH₃ ve 0 (kontrol), 5, 8, 10, 15 ve 20 g/l klinoptilolit türü zeolit ilave edilen araştırmada, 24 saatte, ölüm oranlarının sırasıyla %100, %80, %30, %0, %0 ve %0 olarak belirlendiğini ve akut amonyak toksisitesinin önlenmesinde zeolitlerin kullanılabileceğini bildirilmişlerdir.

Mürekkep balığının kapalı devre yetiştiriciliğinde, filtre malzemesi olarak zeolit kullanımının olumlu sonuçlar verdiği bildirilmektedir (Matsumoto ve Shimada, 1980).

Klinoptilolit türü zeolitın amonyum tutumunun incelendiği bir araştırmada, 40 mg/l klinoptilolit eklenen grupta NH_3 değerinin 0.017 mg/l'yi aşmadığı, buna karşın klinoptilolit bulunmayan grupta ise değer 0.074 mg/l'ye kadar yükseldiği saptanmıştır (Berka, 1986; Bower ve Turner (1982)'dan).

Sing ve ark., (2004), sazan balıklarının canlı taşımacılığında, 7 g/l oranında zeolit kullanılmasının taşımacılığın verimine katkı sağladığını bildirmektedirler.

Hutchinson (1984), alabalık yavrularının taşındığı torbalarda klinoptilolit türü zeolit kullanımının yaşama oranını arttırdığını bildirmektedir.

Su ürünleri üretiminde, NH_4^+ iyonu konsantrasyonunun balık besleme ile ilgili olduğu ve ortamda Ca^{++} iyonlarının bulunması durumunda klinoptilolit iyon değişim kapasitesinin düştüğü bildirilmektedir (Danabaş, 2009; Dryden ve Weatherley (1989)'den).

Atık sulardan amonyağı uzaklaştırmak amacıyla yapılan bir araştırmada, klinoptilolit %95-99 oranında amonyağı (NH_3) uzaklaştırdığı tespit edilmiştir. Aynı çalışmada klinoptilolit sudaki Na, Ca, Mg gibi iyonları tutması sonucunda, NH_3 adsorpsiyonunun azalabileceği de bildirilmektedir (Danabaş, 2009; Çelik ve ark. (2001)'dan).

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

Canlı balık taşıma poşetlerinde 48 saat süreyle klinoptilolit etkisinin incelendiği araştırmada, amonyak (TAN) oranının litreye 20 gram oranında klinoptilolit türü zeolit içeren grupta 0.15 mg/l, kontrol grubunda ise 0.54 mg/l olarak belirlendiği ve taşıma poşetlerinde bulunan klinoptilolit bulunmayan deneme grubuna göre %82 oranında amonyağı azalttığı, bundan dolayı bu amaç için etkili biçimde kullanılabileceği bildirilmektedir (Kaiser ve ark., 2006).

Emadi ve ark., (2001), aktive edilmiş karbon ve zeolit kullanarak 24 saat boyunca farklı tuzluluk değerlerinde, zeolit ilk 8 saatte maksimum düzeyde amonyak absorbe ettiğini 24 saat sonunda zeolit sırasıyla 1, 3 ve 5 ppm TAN'nin %80.8, 65.4 ve 58.8'ini adsorbe ettiğini, zeolit 0 ve 10 ppt tuzlulukta aktive edilmiş karbona göre çok daha iyi performans sergilediğini bildirmişlerdir.

Zeolitlerin atık sulardan amonyağın uzaklaştırılmasında kullanımına yönelik yapılan çalışmalarda, ülkemiz zeolitlerinin bu amaç için kullanılabilecek alt yapıya sahip olduğu belirtilmektedir (Güven, 1996; Atay, 2002; Karadeniz, 2003; Kuleyin ve Ergun, 2004).

Anonim (2007a), ticari adı FILTER-CLINO olan ürün, evsel ve endüstriyel atık suların arıtımında, gaz ayırımı ve koku kontrolü uygulamalarında filtre ve arıtım malzemesi olarak kullanılmaktadır. Bu ürün, Manisa-Gördes bölgesindeki klinoptilolit türü doğal zeolitten üretilmiştir. Klinoptilolit, filtrasyon ve arıtım uygulamaları için dünyada yaygın olarak tercih edilen bir zeolit türüdür ve sulu potasyum, kalsiyum alüminyum silikat grup minerali olarak adlandırılmaktadır.

3. 3. Koi Balığının (*Cyprinus carpio* L., 1758) Beslemesi ve Büyümesi

Ekonomik değeri yüksek olan koi balığının, renk kalitesinin ve sağlığının korunabilmesi için su ve beslenme koşullarına dikkat edilmesi zorunludur (Kuroki, 1981).

Yetiştiricilik birimlerinde koi bakımı için, beslenme çok önemli unsurlardan bir tanesidir. Protein ihtiyaçlarının belirlenmesinde ilk dikkat edilen faktör yaştır. Genç balıkların protein ihtiyacı yetişkin bireylere göre daha fazladır. Su sıcaklığı, protein ihtiyacını etkileyen diğer bir faktördür. Su sıcaklığı düşük olduğunda (15°C) protein ihtiyacı da azalır. Böyle sularda, tüm yaş gruplarındaki balıkların protein ihtiyaçları %25 civarındadır. Koi balıklarının protein ihtiyacının, 1 yaşına kadar %40-45, 1 ile 3 yaş arasında %35-40, 3 yaşın üzerinde ise 25-30 arasında olduğu belirlenmiştir (Meyer, 2005).

Farklı proteinler ve protein kaynaklarının amino asit içerikleri farklıdır. Bu nedenle balık türüne uygun protein kaynağının kullanılması gerekmektedir. Koi balıklarının yemlerinde balık unu ve soya ununun protein kaynağı olarak kullanılması önerilmektedir (Meyer, 2005).

Ham protein oranı %45 olan yem ile canlı ağırlıklarının %5'i oranında yemlenen koi balıklarında spesifik büyüme oranının (%) 0.32 ile 1.02 arasında değiştiği bildirilmektedir (Vasanth ve ark., 2003).

Farklı yağ kaynaklarının sazan balıklarının yemlerinde kullanıldığı araştırmada, spesifik büyüme oranının (%); 0.36 ile 1.00, yem değerlendirme oranının; 2.56 ile 5.27 ve hepatosomatik indeks değerinin (%); 2.61 ile 3.13 arasında değiştiği ve yaşama oranının tüm gruplarda %100 olduğu bildirilmektedir. Aynı çalışmada balık etinde ham protein oranının (%); 18.53 ile 17.00, ham yağ oranının (%); 1.44 ile 3.06 ve kuru madde oranının (%) ise 19.93 ile 21.14 arasında olduğu da belirtilmektedir (Yılmaz ve Genç, 2006).

Ogunji ve ark., (2006)'nın sazan balıkları ile yaptıkları araştırmada, spesifik büyüme oranının (%); 2.15 ile 2.92, yem değerlendirme oranının; 1.21 ile 1.96, kondüsyon

faktörü değerinin (%); 1.56 ile 1.76 ve hepatosomatik indeks değerinin (%); 2.15 ile 2.52 arasında değiştiği ve yaşama oranının tüm gruplarda %100 olduğu bildirilmektedir. Aynı çalışmada balık etinde ham protein oranının (%); 11.8 ile 13.4, ham yağ oranının (%); 1.0 ile 6.8, ham kül oranının (%); 1.9 ile 2.3 ve nem oranının (%); 73 ile 82 arasında olduğu da bildirilmektedir.

Jha ve ark., (2004), 0.09 gram ağırlığındaki koi balıkları ile yaptıkları 90 günlük denemede, ağırlık artışlarının (g), 2.94 ile 9.08, spesifik büyüme oranının (%), 3.94 ile 5.14 ve yaşama oranının (%) 65.5 ile 86 arasında değiştiğini bildirmektedirler.

Farklı stoklama sıklıklarında canlı yem ve suni yem ile beslenen 10.5 mg ağırlığındaki sazan larvalarında yaşama oranının (%) 61 ile 91 arasında değiştiği bildirilmektedir (Sharma ve Chakrabarti, 1999).

Koi balıkları ile yürütülen bir başka denemede ise spesifik büyüme oranının (%) 0.2 ile 0.3 ve canlı ağırlık artışının (g) ise 4.2 ile 6.7 arasında değiştiği bildirilmektedir (Gouveia ve ark., 2003).

Jia ve ark., (2008)'nın 15-25°C'lik su sıcaklığının 2.7 gramlık sazan balıklarının büyümesi üzerine gösterdiği etkileri incelendikleri denemede, spesifik büyüme oranının (%) 1.31 olarak tespit edildiği belirtilmektedir.

Oguri (1978), kemikli balıklarda hepatosomatik indeks değerlerinin balığın türü ve sağlık koşullarına da bağlı olmak kaydı ile %1 ile %2 arasında olduğunu ve 10 gramlık sazan balığında (*Cyprinus carpio*) bu değerin 1.88 olarak belirlendiğini bildirmektedir.

Koi balıkları ile yürütülen denemede, spesifik büyüme oranının (%) 3.38 ile 5.09, yaşama oranının (%) ise 67.83 ile 95.5 arasında değiştiği bildirilmektedir (Jha ve ark., 2006a).

Jha ve ark., (2006b), koi balıklarının pazar büyüklüğüne (4 gram ve üzeri) gelmesi için gerekli sürenin 10-12 hafta kadar olduğunu bildirmektedirler. Aynı araştırmada, 0.12 gram ağırlığındaki koi balıklarının *Carassius auratus* ile birlikte ve ayrı koşullarda yetiştirilebilme olanakları incelenmiş ve denemede spesifik büyüme oranının (%); 5.43 ile 5.47, yaşama oranının (%) ise 92.7 ile 95.7 arasında değiştiği belirtilmiştir.

Hanc ve ark., (2003), koi balıkları ile yürüttükleri denemede günlük ağırlık kazancının 0.50 gram, yem değerlendirme oranının ise 2.1 olduğunu bildirmektedirler.

Balık unu yerine alternatif protein kaynaklarının, 0.43 gram ağırlığındaki sazan balığı yeminde kullanıldığı denemede, spesifik büyüme oranının (%); 4.78 – 4.85, yem değerlendirme oranının; 1.52 ile 1.61, yaşama oranının (%); 80 ile 85, balık eti ham protein

oranının (%); 13.7 ile 15.2, ham yağ oranının (%); 1.0 ile 8.8 ve nem oranının (%) ise 72.8 ile 74 arasında olduğu bildirilmektedir (Nandeesh ve ark., 2000).

Sazan balığı yemlerinde balık unu yerine kullanılabilecek farklı protein kaynaklarının araştırıldığı denemede, spesifik büyüme oranı, %1.19 - %1.89, yem değerlendirme oranı; 1.71-2.81, balık etinde kuru madde oranı (%); 26.64 ile 29.50, ham protein oranı (%); 15.40 ile 16.35, ham yağ oranı (%); 7.50 ile 12.29 ve ham kül oranı (%); 1.56 ile 2.67 arasında tespit edilmiştir (Emre ve ark., 2003).

Farklı yemleme sıklığının 0.2 gram ağırlığındaki koi balıklarının büyümesi üzerine yaptığı etkilerin incelendiği denemede, spesifik büyüme oranının (%) 5.73 ile 6.41, yem değerlendirme oranının; 2.43 ile 2.9 ve yaşama oranının (%); 66 ile 70 arasında olduğu tespit edilmiştir (Öz ve ark., 2007).

Yemlerdeki yağlar, balıklar için ana enerji kaynaklarıdır. Balıkların enerji ihtiyaçları genellikle aktivite düzeylerine bağlıdır. Doğadaki kadar aktif olmayan, süs havuzlarındaki koilerin enerji ihtiyaçları, doğal ortamda bulunan balıklara oranla daha azdır. Bu sebeple, koi yemlerinin %5-10 arasında yağ asiti içermesinin yeterli olduğu bildirilmektedir (Meyer, 2005).

Vitamin ve minerallerin, koi yemlerinde gerekli ve dengeli düzeylerde bulunması sağlıklı bir yetiştiricilik yapılabilmesi için zorunludur. Balıkların temel vitamin ihtiyaçları; A vitamini 2500-5000 IU/kg, D vitamini 500-2400 IU/kg, E vitamini 50 mg/kg, K vitamini 10 mg/kg, C vitamini 100 mg/kg, Biotin 1 mg/kg, Kolin 3-500 mg/kg, Folik asit 5 mg/kg, Niasin 100-150 mg/kg, Pantotenik asit 40-50 mg/kg, Pridoksin 20 mg/kg, Riboflavin 20 mg/kg, Tiyamin 10-20 mg/kg olarak bildirilmektedir (Meyer, 2005).

Karbonhidratlar, protein, yağ ve vitaminler kadar önemli olmasa da, koi balıkları, karbonhidratlarca zengin yemleri tercih etmektedir. Herhangi bir sağlık sorununa yol açmamak için, yemlerdeki karbonhidrat düzeyleri günlük yemin %10'u oranında olmalıdır (Meyer, 2005).

Watson ve ark., (2004), koi yetiştiriciliğinde kullanılmak üzere üretilen yemlerin %25-32 oranında protein içerdiğini belirtmişlerdir.

Çizelge 3. 1.' de sunulduğu gibi, piyasada ticari olarak satışa sunulan koi balığı yemlerinin ham protein oranı %34-40, ham yağ oranı %3-8, ham kül oranı %4.35-15.0 arasında değişmektedir.

Çizelge 3. 1. Ticari olarak satışa sunulan koi balığı yemlerinin temel besin değerleri (Dalkıran, 2008).

Yem Türü	Protein (%)	Yağ (%)	Kül (%)	Nem (%)
Shokoi	38.00	6.00	4.35	10.00
Ultra Balance	35.00	4.00	9.50	-
Medicarp Koi Food	37.00	4.00	10.00	10.00
Nobori Koi Food	37.00	4.00	11.00	10.00
Sakura Koi Food	40.00	8.00	10.00	10.00
Yamotu – Nishiki Koi Food	34.00	4.00	10.00	10.00
Nozomi Koi Food	35.00	3.00	15.00	10.00

3. 4. Zeolitın Yem Katkı Maddesi Olarak Kullanımı

Hayvan yemlerinde katkı maddesi olarak kullanılan zeolitın, yüksek katyon değiştirme özellikleri ile amonyumun tutulması sayesinde, hayvansal atıkların amonyak seviyesinin azaltılmasında önemli bir rol oynayabileceği bildirilmektedir (Dias ve ark., 1998).

Boyer (2000)' e göre, zeolitlerin birçok hayvan türünün rasyonlarında yem olarak kullanılabildiği ve yem değerlendirmeyi arttırdığı, barsaklardaki yüksek amonyak seviyelerini azalttığı, ishal ve dizanteriyi önlediği ve dışkıdaki kötü kokuyu azalttığı bildirilmektedir. Bazı zeolitlerin, yumurta kabuğu (tavuklarda) kalitesini arttırdığı ve mikotoksinleri absorblayabildiği de saptanmıştır.

Zeolitlerin hayvanlarda besleyici elementlerin sindirimini artıran, doğal yem katkı maddeleri olduğu bildirmektedir. Bu şekilde dışkıdaki besleyici element seviyesinin de azaltıldığı ve klinoptilolit türü zeolitın, bu amaç için sahip olduğu fiziksel - kimyasal özellikler ve ekonomikliği dolayısıyla en uygun zeolit türü olduğu belirtilmektedir (Leung ve ark., 2006; Leung ve ark., 2007).

Zeolitlerin yemlerde kullanılma sebepleri; barsaklardaki mikrobiyal aktivite neticesinde üretilen amonyanın toksik etkisinin azaltılması, barsaklardaki mikrobiyal parçalanmanın ürettiği, P-cresol gibi toksik ürünlerin absorblanarak azaltılması, barsaklarda sindirimin yavaşlatılması ve nutrientlerin daha etkili kullanımı, geniş bir pH aralığında yem bileşiklerinin hidrolizi üzerine uygun etki göstermesi ve aflatoksini önleyici etkisidir. Bunun yanı sıra bazı hastalıkların önlenmesinde ve tedavisinde de faydalı etkisi olduğu belirlenmiştir (Papaioannou ve ark., 2005).

Zeolitlerin, sindirim sisteminde yaptığı fizyolojik etkiler ve adsorpsiyon işlemi karmaşık bir yapıdadır. Zeolitlerin güvenli bir şekilde rasyonlarda kullanılabilmesi için kapsamlı araştırmalara gereksinim duyulmaktadır. Zeolitlerin hayvan beslemede kullanıldığında, vitamin ve mineral gibi bazı esansiyel besleyici elementleri adsorblama ve bağlama potansiyelleri olabileceği ve böyle bir etki olursa hayvanların sağlıklarında ve büyüme performanslarında azalma olabileceği olasılığının incelendiği bir araştırmada, klinoptilolit ilavesinin yemdeki vitamin ve minerallerin vücuda alınması konusunda herhangi bir yan etkiye sebep olmadığı tespit edildiği bildirilmektedir (Papaioannov ve ark., 2002; Pasteiner (1998)' den).

NAT-MIN 9000; doğal zeolit grup minerallerinden biri olan sulu potasyum, kalsiyum alüminyum-silikat minerali olarak adlandırılan klinoptilolitten üretilmekte ve hayvan yemi katkısı olarak kullanılmaktadır. Önerilen kullanım miktarı, bir ton yeme 20 kg civarındadır. Manisa-Gördes bölgesi klinoptilolitinin (Ticari isim, NAT –MIN 9000) yem katkı maddesi olarak faydaları şu şekilde sıralanmaktadır (Anonim, 2007a).

Ruminantlarda (Geviş getiren hayvanlarda): NAT-MIN 9000 doğal mineral yem katkısı sindirim sisteminde, ağızdan itibaren dışkıya kadar aktif olarak görev yapmaktadır. Besin maddelerinin sindirimini kolaylaştırıp, arttırarak etkili ve sağlıklı beslenmeyi sağladığı, sindirim sisteminin asiditesini (pH) dengelediği, amonyumun kademeli olarak bırakılması ile rumendeki mikroorganizmaların hücrel protein sentezinde süreklilik sağladığı, dengeli ve etkili beslenme sayesinde yeni doğan yavruların sağlıklı olmalarının yanı sıra, canlı ağırlıklarında da belirgin artış sağladığı, et kalitesinin iyileşmesine yardımcı olduğu, sütte verimi ve yağ oranını arttırdığı bildirilmektedir.

Broylerlerde (kanatlı hayvanlarda): NAT-MIN 9000 doğal mineral yem katkı maddesinin, etkili ve sağlıklı bir beslenme sağladığı bildirilmektedir. Karkas oluşumunda denge sağladığı, kaliteli et üretimi sayesinde etlerin raf ömrünü uzattığı, yemden yararlanmayı maksimuma çıkarıp sindirilmeden atılan yem oranını azalttığı, kesim için gerekli canlı ağırlık süresini kısalttığı, toksin ve ağır metalleri tuttuğu, özellikle aflatoksin tutumunda önemli etkisi olduğu bildirilmektedir. Cd, Co, Pb gibi ağır metalleri de önemli ölçüde tutarak bunların dışkı ile atılmasını sağladığı, bacak kusurlarını ortadan kaldırarak, suluğa ve yemliğe ulaşmakta zorlanan piliçlerdeki canlı ağırlık gerilemesini önlediği, rumende bir amonyak deposu gibi görev yaparak hayvanı toksik düzeydeki amonyak birikimine karşı koruduğu, NAT-MIN 9000 ilaveli beslenme sayesinde, kandaki amonyak düzeyini düşürdüğü ve karaciğerdeki toksik birikimleri engellediği, döl tutumuna yardımcı olduğu, diare oluşumunu azalttığı, gerek yeşil yem gerekse de kuru yemlere ilave edilen

NAT-MIN 9000'nin ishal ve sulu dışkı olaylarında pozitif etki sağladığı, yaşama gücünü arttırarak ölüm oranlarını azalttığı ve bu sebeple birey başına düşen ilaç masrafını düşürdüğü bildirilmektedir.

Hindilerde: Canlı ağırlık artışına katkısı olduğu, göğüs, kanat ve but verimlerinde denge sağladığı, ölüm oranlarında belirgin azalmalar tespit edildiği bildirilmektedir.

Yumurta tavuklarında: Yumurta verimini arttırdığı, yumurtaya doğal bir renk kazandığı, kalsiyumdan yararlanma oranını arttırarak, yumurta kabuk kalitesini iyileştirdiği, kabuksuz yumurta oluşumunu engellediği, kırık ve çatlak oranını minimuma indirdiği, yumurta kabuklarındaki pürüz oluşumunu azalttığı, yumurta ebat ve ağırlıklarında belirgin artışlar meydana getirdiği, sağlıklı bir yumurta oluşumu sağlayarak yumurtanın raf ömrünü uzattığı, ilk yumurtlama yaşının iki-üç gün öne çekildiği, yaş ilerlemesi ile ortaya çıkan yumurta verim düşüşünü engelleyerek kesime kadar standart bir üretime olanak sağladığı bildirilmektedir.

Üretimi ve depolanmasında; yemin nemini bünyesine alarak, yemin topaklaşmasını ve bozulmasını engellediği, yemdeki serbest yağı bünyesine alarak depolama ve bekleme süresince oksidasyonu ve bozulmayı önlediği, pelet bağlayıcı görevi gördüğü için, peletlemede enerji tasarrufu sağlayıp yem maliyetini azalttığı, daha kokusuz ve kuru dışkı oluşmasını sağladığı, gübrenin nem içeriğini azalttığı, ortamdaki amonyak üretimi ve sinek larvası popülasyonunu azalttığı, gübrenin ve dolayısıyla ortamın (kümes, ağıl, ahır vb) daha az kokulu olmasını sağladığı bildirilmektedir.

NAT-MIN 9000'in üretildiği klinoptilolit, FDA (Food and Drug Administration 21CFR582.2729) tarafından bağlayıcılar grubunda anılmaktadır. Klinoptilolit mineralinin AB komisyonu tarafından da bağlayıcılar ve kekleşmeyi önleyici ajan grubunda, yem katkısı olarak izni bulunmaktadır (70/524/EEC). NAT-MIN 9000, CLINO-SAN ve CLINOPTILOLITE ticari kodlu “yem katkısı” ürünler; EFSA (European Food Safety Authority (EC No: 1831/2003 on additive for use in animal nutrition))’nın direktifine uygun olarak rapor edilmiş olup, Avrupa Birliği ülkelerinde serbest dolaşım izni bulunmaktadır (Anonim, 2007a).

3. 5. Zeolitin Su Ürünlerinde Kullanımı

Zeolitin balık yemlerine sınırlı oranlarda ilave edilmesi yem ve su kalitesi bakımından önerilmektedir (Lanari ve ark., 1996; Mumpton (1984)’den).

Alabalık yemlerinde, zeolit türü klinoptilolitin yem katkı maddesi olarak incelendiği denemede, zeolitin yetiştiricilik ortamının su kalitesine ve çevre kirliliği üzerine etkilerini

saptayacak araştırmaların da yapılması gerektiği konusuna dikkat çekilmektedir (Demir ve Aybal, 2004).

Töre (2006), doğal zeolit ve nişastanın tilapya balıkları yeminde dolgu maddesi olarak %10 ve %20 oranında kullanımının, bazı vücut ve kan kompozisyonu ile su kalitesi parametreleri üzerine etkilerini incelediği araştırmada, deneme gruplarında su kalite parametreleri (sıcaklık, çözünmüş oksijen, pH, toplam amonyak azotu), spesifik büyüme oranları, kondüsyon faktörü değerleri, yem değerlendirme oranları, viserosomatik indeks ve hepatosomatik indeks değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemsiz olduğunu belirlemiştir. Aynı çalışmada, zeolitli yemle beslenen balıklarda, balık eti ham protein seviyelerinin yüksek çıkmasının, zeolit üzerine yapılan çalışmaların artmasına gerek duyulabileceğine de dikkat çekilmiştir.

Nil tilapyaları (10 gram) ile yapılan bir araştırmada, hayvan gübresi ile gübrelenerek besleyici elementleri arttırılan tanklara, değişik miktarlarda klinoptilolit torbaları ilave edilmiştir (1. Grup). Diğer gruba ise gübre ile fertilize edilmeden ilk gruptaki klinoptilolit miktarı kadar klinoptilolit eklenmiştir (2. Grup). Kontrol grubuna ise klinoptilolit konulmamıştır (3. Grup). Birinci grupta elde edilen yaşama oranı (%97), 3. Gruptan (%93) ve 2. Gruptan (%84) ok daha yüksek çıkmıştır. Klinoptilolit miktarı attıkça gübrelenen ortamdaki ağırlık kazancı da artış göstermiştir (Batterson ve ark., 2004).

Edsall ve Smith (1989), Coho salmon (*Onchorhynchus kisutch*) rasyonlarına %5 ile %10 oranında klinoptilolit ilave edilen deneme grupları ile kontrol grubu arasında, sudaki amonyak konsantrasyonu ve büyüme oranı açısından, istatistiksel olarak önemli bir fark elde edilmediğini bildirilmektedirler.

Lanari ve ark., (1996)'nın gökkuşağı alabalığı rasyonlarına farklı oranlarda (Diet A: %0, Diet B: %2.5, Diet C: %5) Küba zeoliti (%35 mordenit, %35 klinoptilolit türü karışımı zeolit) ilave ettikleri araştırmada, zeolit ilaveli gruplarda büyüme ve yem değerlendirme oranı üzerine pozitif etki elde ettiklerini belirtirlerken, sudaki amonyak konsantrasyonlarının azaltılması üzerine istatistiksel olarak önemli bir fark elde etmediklerini bildirmişlerdir. Ancak bu durumun, sindirim analizi için ortamdaki atık maddenin toplanmasının bir neticesi olarak, amonyak birikiminin olmamasından kaynaklandığı şeklinde açıklanabileceğini bildirmişlerdir.

Adi altın balık olarakta bilinen *Carassius auratus* türü balıklar 80 gün süresince günlük verilen yem miktarının %8'i oranında klinoptilolit türü zeolit içeren yem ile beslenmiş ve deneme sonunda büyümede %19 artma, ölüm oranında %14 azalma tespit edilmiştir (Anonim, 2006b).

Aybal ve Demir (2004)' in gökkuşuğu alabalıklarının (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792) serum AST (Aspartat aminotransferaz), ALT (Alanin aminotransferaz) ve ALP (Alkalın fosfataz) enzim aktivite düzeylerine klinoptilolitli yemlerin etkilerini inceledikleri araştırmada, klinoptilolit içeren yemlerle beslenen tüm deneme gruplarında deneme sonundaki serum enzim düzeylerinin, deneme öncesi düzeylere göre önemli oranda azalması nedeniyle, yemlerde belirli oranlarda klinoptilolit kullanımının balıkların sağlıkları üzerine olumlu etki yapabileceği bildirilmektedir.

Sazan yemlerine %1, %2, %3 ve %4 oranında klinoptilolit türü zeolit ilave edilerek 12 hafta boyunca, büyüme, vücut kompozisyonu, bazı kan parametreleri ve bağırsak mukozası morfolojisi üzerine etkilerinin incelendiği denemede, zeolitin, grupların canlı ağırlık artışı, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı, spesifik büyüme oranı, protein etkinlik oranı, viserosomatik indeks, karkas randımanı, kondüsyon faktörü üzerine etkisinin olmadığı tespit edilmiştir ($P>0.05$). Balık etinde yapılan ham protein, kuru madde, ham yağ ve ham kül analizlerinde fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0.05$). Denemede spesifik büyüme oranlarının (%); 1.82 ile 1.87, yem değerlendirme oranlarının; 1.74 ile 1.83, viserosomatik indeks değerlerinin (%); 10.16 ile 11.67, kondüsyon faktörü değerlerinin (%); 2.29 ile 2.34, balık eti kuru madde oranlarının (%); 20.11 ile 26.40, ham protein oranlarının (%); 13.20 ile 15.68 ve ham yağ oranlarının (%); 3.66 ile 8.78 arasında olduğu saptanmıştır. Kan analizleri sonucunda, zeolitin, glikoz ve kan üre azotu düzeyini azalttığı, hemoglobin düzeyini artırdığı ($P<0.05$) lökosit ve kolesterol düzeylerini etkilemediği sonucuna ulaşılmıştır ($P>0.05$). İnce ve kalın bağırsaklardan alınan kesitlerde yapılan histolojik muayenede, zeolitin bağırsak yüzey alanını arttırmadığı ve sindirim kanalı uzunluğu üzerine bir etkisi olmadığı belirlenmiştir ($P>0.05$) (Kanyılmaz, 2008).

Demir ve Aybal (2004)' in gökkuşuğu alabalıklarının (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792) yemlerinde klinoptilolit türü zeolitin farklı oranlarda yem katkı maddesi olarak kullanımını inceledikleri araştırmada, canlı ağırlıklar arasındaki farkın önemli olmadığı bildirilmektedir. Ancak, farklı oranlarda zeolit ilave edilen yemlerin, zeolit katılma oranı ile orantılı olarak ham protein içeriğinin teorik olarak azaldığı ve ham kül miktarının arttığı göz önünde bulundurulduğunda, zeolitin proteinden tasarruf ettirebileceği düşünülmektedir. Böylece yemin birim maliyeti düşürülebilir. Ayrıca, balık yetiştiriciliğinde, yemlemeye bağlı olarak su ortamına bırakılan organik madde yükünün de azaltılmasına, katkı sağlayacağı bildirilmektedir.

Mumpton (1999)'un bildirdiğine göre, Misaila ve ark., (1990); Buzmakov ve Arsenov, (1992); Leonard, (1979), alabalık rasyonlarına küçük oranlarda klinoptilolit türü zeolit ilavesinin (%2) hiçbir sağlık sorunu görülmezsizin toplam ağırlık artışı üzerine (biomass) %10 oranında olumlu etkisi olduğunu belirtmektedirler.

Obradovic ve ark., (2006)'nın Gökkuşluğu alabalığı yeminde (ticari adı Minazel olan) ve suyunda (ticari adı Ambizel-V olan) Sırbistan bölgesi doğal zeolitinin etkisini inceledikleri 150 günlük denemede, yeme %1 oranında ilave edilen zeolitın büyüme üzerine olumlu katkı sağladığı bildirilmektedir. Aynı araştırmada, su kalitesinin korunması amacıyla, Ambizel-V zeolitinin kullanılabileceği önerilmektedir.

Eya ve ark., (2008)'nın, gökkuşluğu alabalığını %2.5, %5 ve %10 oranında zeolit (bentonit ve mordenit türü) içeren yemler ile besledikleri araştırmada, %5 ve %10 bentonit ve %2.5 mordenit içeren gruplarda ağırlık artışı ve yem değerlendirmenin kontrol grubuna göre çok daha iyi olduğu ve bu farkın da istatistiksel açıdan önemli olduğu belirtilmektedir. Aynı denemede ideal oran olarak; %5 bentonit ve %2.5 mordenit miktarının belirlendiği bildirilmektedir.

Gökkuşluğu alabalığı yetiştiriciliğinde, klinoptilolit türü zeolitın yem katkı maddesi ve suda amonyak tutucu materyal olarak kullanıldığı araştırmada, havuz suyuna 0, 1, 2 ve 3 g/l ve deneme yemlerine %0, %1, %2 ve %3 oranında klinoptilolit eklendiği ve 100 gün süre ile balık büyümesi ve bazı su parametreleri üzerine etkilerinin incelendiğini bildirmektedir. Bu deneme neticesinde, havuz suyuna uygulanan klinoptilolit oranlarının su ve büyüme parametrelerini etkilemediği belirlenmiştir ($P>0.05$). Buna karşılık yeme katılan klinoptilolit canlı ağırlık, total boy, günlük canlı ağırlık artışı, spesifik büyüme oranı, yaşama oranı, ham kül oranı, ham protein oranı ve kuru madde oranı değerlerini arttırmış olup ($P<0.05$), yem dönüşüm oranı ve visserosomatik indeksi azaltmıştır ($P<0.05$), ancak kondüsyon faktörü, hepatosomatik indeks, gonadosomatik indeks ve lipid değerlerini etkilememiştir ($P>0.05$). Elde edilen sonuçlara göre, gökkuşluğu alabalığı yavru yemlerine %1 oranında klinoptilolit eklenmesinin yararlı olduğu sonucuna varılmıştır (Danabaş, 2009).

4. MATERYAL ve METOT

4.1. Materyal

4.1.1. Deneme Yeri ve Akvaryumları

Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Akvaryum Ünitesi'nde yürütülen denemede, 30 adet, 60x45x50 cm boyutlarında cam akvaryum kullanılmıştır. Deneme akvaryumlarında kullanılan su hacmi 20 litredir (Şekil 4. 1.).



Şekil 4.1. Deneme düzeneği ve akvaryumları

4.1.2. Balık Materyali

Denemede, Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Akvaryum Ünitesi'nde üretilen 300 adet yavru koi balığı (*Cyprinus carpio* L., 1758) kullanılmıştır (Şekil 4. 2.).



Şekil 4. 2. Denemede kullanılan koi balığı (*Cyprinus carpio* L., 1758)

4.1.3. Deneme Yemleri

Yem hammaddeleri yerel bir yem firmasından temin edilerek, denemede kullanılacak olan yemler hazırlanmıştır (Şekil 4. 3.). Balık unu, soya küspesi, ayçiçeği tohumu küspesi, irmikaltı unu, mısır proteini, balık yağı ve vitamin-mineral karışımı kullanılarak üç adet yem hazırlanmıştır. Kontrol yemine zeolit (klinoptilolit) ilave edilmemiş, diğer iki yeme ise sırasıyla %2 ve %10 oranında zeolit ilave edilmiştir. Zeolit ilaveli yemler yapılırken, irmikaltı unu ve ayçiçeği küspesi miktarı değiştirilerek, gerekli zeolit miktarı eklenmiştir. Böylece deneme yemlerinin kimyasal içeriğinin tüm gruplarda aynı olması sağlanmıştır. Deneme yemlerinin ve balık etinin kimyasal analizleri SİBAL A.Ş. tarafından yapılmıştır. Denemede kullanılan besin madde miktarları ve deneme yemlerinin besin bileşenleri Çizelge 4. 1.'de verilmiştir.

Çizelge 4. 1. Deneme yemlerinin besin madde miktarları ve besin bileşenleri (g/100g)

	Deneme Yemleri		
	Zeolitsiz (Kontrol)	%2 zeolitli	%10 zeolitli
Besin maddeleri			
Balık unu	24	24	24
Soya küsps.	21	21	21
Mısır proteini	4.5	4.5	4.5
Ayçiçeği toh. küsps.	22	23	26
İrmik altı unu	22.5	19.5	8.5
Balık yağı	4	4	4
Vit.- min. karışımı	2	2	2
Zeolit	0	2	10
Besin madde kompozisyonu (Kuru madde üzerinden %)			
Kuru madde	44.30	43.72	43.88
Ham protein	39.90	39.87	39.49
Ham yağ	6.66	6.91	6.96
Ham kül	6.45	8.37	10.43
Ham selüloz	1.78	1.85	2.01
Nişasta	16.19	12.28	10.34
Nitrojensiz öz madde	35.27	34.18	31.09



Şekil 4. 3. Deneme yemleri

4.1.4. Zeolit Materyali

Denemede, yem ve filtre malzemesi olarak kullanılacak olan zeolit türü, rezervlerin büyüklüğü ve kullanım potansiyeli açısından Türkiye'nin en önemli zeolit kaynağı olan Batı-Anadolu klinoptilolitleridir.

Filtre malzemesi (ticari ismi FILTER-CLINO) ile yem katkı maddesi (Ticari ismi NAT-MIN 9000) olarak kullanılacak olan zeolit aynı olup, aralarındaki fark, kırılma boyutlandır. Zeolitler yeme katılabilmesi için 100 mikron, filtre malzemesi olarak ise, 1-3 mm boyutunda kırılmış halde üretici firmadan temin edilmiştir (Şekil 4. 4.).



Şekil 4. 4. Yem katkı maddesi olan 100 mikronluk klinoptilolit türü zeolit (A) ve filtre malzemesi olarak kullanılan 1-3 mm'lik klinoptilolit türü zeolit (B)

Denemede kullanılacak olan zeolitler İzmir’de bulunan Enli Madencilik Şirketinden temin edilmiştir. Denemede kullanılan ve NH_4 değişim kapasitesi; doğal ürün için 1.6–2.1 meq/g arasında (ortalama olarak 1.8 meq/g) olan klinoptilolit türü zeolitin, kimyasal kompozisyonu Çizelge 4. 2.’de, fiziksel kompozisyonu ise Çizelge 4. 3.’de verilmiştir.

Çizelge 4. 2. Klinoptilolit türü zeolitin kimyasal kompozisyonu (Anonim, 2007a)

Oksit bileşeni	% (Ağırlıkça)
SiO_2	67.11
Al_2O_3	11.84
Fe_2O_3	1.47
MgO	1.15
CaO	2.18
Na_2O	0.38
K_2O	3.44
TiO_2	0.07
P_2O_5	< 0.01
MnO	0.02
Cr_2O_3	< 0.001
Kızdırma kaybı	12.5

Çizelge 4. 3. Klinoptilolit türü zeolitin fiziksel kompozisyonu (Anonim, 2007a)

Renk	beyaz, bej, badem yeşili
Sertlik (Mohs sertlik skalasına göre)	3
Yığın yoğunluğu (tozdan < 15 mm'ye değişen tane iriliklerine bağlı olarak)	500-1200 kg/m ³
Hacimsel ağırlık (kuru)	1.4-1.7 g/cm ³
Hacimsel ağırlık (doygun)	1.8 – 2.0 g/cm ³
Özgül ağırlık	2.1 g/cm ³
Görünür porozite	%35
Su adsorbsiyon kapasitesi	%135
Su tutma kapasitesi	%20-40
Yaş adsorbsiyonu	66-72 cm ³ yaş/100 g
Beyazlık indeksi	%64.8 - 71.7
Yüzey alanı	40.79 m ² /g
Isıl dayanımı	840°C'ye kadar
Basınç dayanımı	10.10 MPa
Klinoptilolit kristal boyutu	5-15 µm
Ortalama gözenek yarıçapı	0.041 µm

Filtre malzemesi olarak akvaryum zeminine konulacak olan zeolitler, kullanım kolaylığı sağlamaları açısından, gözenekli tül torbalar içerisine yerleştirilmiştir (Şekil 4.5.; Şekil 4.6.). Zeolitler, tül torbalara yerleştirilmeden önce, bulanıklığı önlemek için berrak su elde edilene kadar akan su altında yıkanmış ve 105°C’ de kurutulmuştur (Türkman ve ark., 2001; Kuleyin ve Ergun, 2004; Rahmani ve ark., 2004).



Şekil 4. 5. Denemede filtre malzemesi olarak kullanılan zeolitin yıkama işlemi



Şekil 4.6. Denemede filtre malzemesi olarak kullanılan tül torbalar içerisindeki zeolit

4.1.5. Su Parametrelerini Belirleme Cihazı

Denemede, çözülmüş oksijen, pH, amonyum, iletkenlik ve sıcaklık YSI Professional Plus isimli el tipi saha ve laboratuvar cihazı ile ölçülmüştür (Şekil 4. 7.).



Şekil 4. 7. Professional Plus isimli el tipi saha ve laboratuvar cihazı

Professional Plus isimli el tipi saha ve laboratuvar cihazından elde edilen pH, su sıcaklığı ve NH_4 değerleri kullanılarak NH_3 ve TAN miktarı hesaplanmıştır (EPA, 1999; Emerson ve ark., (1975)'dan).

4.1.6. Balık-Yem Tartım Cihazı

Deneme balıkları ve yemlerinin tartımında 0.001 gram hassasiyette, KERN marka, EW420-3NM model terazi kullanılmıştır (Şekil 4. 8.).



Şekil 4. 8. Balık tartım işlemi

4.2. Metot

4.2.1. Deneme Süresi

Koi balıklarının yavru dönemi yetiştiriciliğinde klinoptilolit türü zeolitin, yem katkı maddesi olarak (yemde) ve yetiştiricilik suyundaki fazla amonyağı azaltıcı malzeme olarak (akvaryum tabanında) kullanılmasının büyüme parametrelerine ve su kalitesine olan etkilerinin incelendiği bu araştırma, 26/12/2008 ile 19/05/2009 tarihleri arasında yürütülmüştür. Araştırma, dört ayrı denemeden oluşturulmuştur. Birinci deneme, 26/12/2008 ile 02/01/2009 tarihleri arasında ve 2. deneme, 19/01/2009 ile 26/01/2009 tarihleri arasında yürütülmüş olup, yedi gün süreli denemelerdir. Üçüncü ve dördüncü deneme 09/02/2009-19/05/2009 tarihleri arasında yürütülmüş olup 90 gün süreli denemelerdir.

4.2.2. Deneme Yemlerinin Hazırlanması

Deneme yemleri %40 ham protein ve %7 ham yağ içerecek şekilde hazırlanmıştır. Yem hammaddesi olarak balık unu, soya küspesi, tam yağlı soya unu, ayçiçeği tohumu küspesi, irmik altı unu, balık yağı ve vitamin-mineral karması gibi yem hammaddeleri kullanılmıştır.

Kontrol yemi, piyasadaki balık yemleri gibi balık unu ağırlıklı olarak hazırlanmış ve bu yeme zeolit (klinoptilolit türü) katılmamıştır. Kontrol grubu yeminin ham protein ve enerji içeriği sabit tutularak, %2 ve %10 düzeyinde zeolit katılmasıyla deneme yemleri hazırlanmıştır. Elenmesi gereken yem hammaddeleri (balık unu, soya küspesi, ayçiçeği tohumu küspesi, mısır proteini, irmikaltı unu) ve zeolit elendikten sonra, deneme için hedeflenen besin madde içeriğini sağlayacak oranlarda tartılmıştır. Elenen hammaddeler ve vitamin - mineral karışımları kuru halde iken bir araya getirilerek karıştırılmış ve daha sonra balık yağı eklenip tekrar karıştırıldıktan sonra, karışıma %30-40 oranında sıcak su ilave edilmiş ve homojen hale gelene kadar yoğrulmuştur. Kıyma makinesinden geçirilerek, pelet şekli verilen yemler, kurutma dolabında (60°C’de yaklaşık 10 saat) kurutulduktan sonra, balıkların alabileceği boyutta (1-2 mm) kırılmıştır. Deneme süresince, derin dondurucuda -20°C’de muhafaza edilmiştir.

4.2.3. Deneme Planı

Araştırma, dört ayrı deneme düzeneğinden oluşmaktadır. Birinci denemede, yeme farklı oranlarda zeolit ilavesinin su ortamına etkisi ve ikinci denemede, yeme ve/veya akvaryum tabanına farklı oranlarda zeolit ilavesinin su ortamına etkilerinin belirlenmesi planlanmıştır. Üçüncü ve dördüncü deneme ise, balıklı ortamda yeme ve/veya akvaryum

ortamına farklı oranlarda zeolit ilavesinin su koşulları ve balıkların büyüme parametreleri üzerine yaptığı etkilerin belirlenmesi planlanmıştır.

Denemede kullanılan zeolit miktarı literatür taramasında elde edilen ortalama optimum değer ile ortalama en yüksek değer baz alınarak oluşturulmuştur. Ortalama optimum değer ile olası olumlu etkilerinin, ortalama en yüksek değerle ise olası zararlı etkilerinin belirlenmesi hedeflenmiştir (Edsall ve Smith, 1989; Güven, 1996; Lanari ve ark., 1996; Dias ve ark., 1998; Emadi, 2001; Atay, 2002; Jorgensen, 2002; Demir ve Aybal, 2004; Obradovic ve ark., 2006; Töre, 2006; Eya ve ark., 2008; Kanyılmaz, 2008; Danabaş, 2009).

Zeolitin, doğadan elde edildiği haldeki etkilerinin belirlenmesi planlandığı için, deneme başlangıcında aktifleştirilme çözeltileri ile muamele edilmemiştir. Sadece çeşme suyunda bulanıklığı giderilinceye kadar yıkanmış ve 105°C'de kurutulmuştur (Chiayvareessajja ve Boyd, 1993; Batterson ve Christopher, 2004; Kuleyin ve Ergun, 2004). Doygunluğa ulaşan zeolitlerin yeniden sodyum formuna dönüşüp, NH_4 'ü adsorplayabilmesi için belli aralıklarla şartlandırılmıştır. Üç ay süreyle yürütülen iki ayrı denemede, filtre malzemesi olarak kullanılacak olan zeolitlere, üretici firmanın tavsiye ettiği miktar ve çözelti esas alınarak, 15 günde bir şartlandırılma işlemi uygulanmıştır. Şartlandırma işlemi litreye 20 gram tuz (NaCl) konularak hazırlanan tuzlu su çözeltisinde 24 saat bekletilerek yapılmıştır (Anonim, 2007a). Tartım ve ölçüm işlemlerinin yapıldığı her 15 günde bir yemleme yapılmadığı ve su parametreleri ölçülmediği için aynı günlerde şartlandırılma işlemi de yapılmış ve aynı zeolitler üç ay süreyle kullanılmıştır. Yedi gün süreli denemede (2. deneme) ise şartlandırma işlemi uygulanmamıştır.

Balıklı deneme gruplarında, her bir tekerrürde 10 adet olacak şekilde balık stoklanmıştır (litreye 0.5 adet) (Asano ve ark., 2003). Üç ve dördüncü denemede balıklara verilecek günlük yem miktarının ve sifon süresinin belirlenebilmesi için, balıklı deneme koşullarında (su sıcaklığı, stok sayısı vs.) ön araştırma yapılmıştır. Bu çalışmada, sifon süresi su parametrelerinin uygunsuz (balıkların bulanıklık dolayısıyla yem alımında zorlandıkları gözlemlendiğinde) sınırlara ulaşma süresine göre belirlenmiştir. Bu süre 8 ile 10 gün arasında değişmiştir. Balıklara verilecek günlük yem miktarının belirlenebilmesi için, balıklar bir hafta süre ile zeolit ilave edilmeyen (kontrol) deneme yemi ve sırasıyla %2 ve %10 zeolit ilaveli deneme yemleriyle doyuncaya kadar yemlenmiş ve tüm deneme yemlerinin sorunsuz bir şekilde tüketildiği gözlemlenmiştir. Balıklara verilecek yemin yüzdesi bu miktarlara göre tespit edilmiştir. Buna göre, üçüncü deneme balıklarına canlı ağırlığın %2.5'i oranında, 4. denemede ise canlı ağırlığın %1.5'i oranında yemleme

yapılmıştır. Günlük olarak verilecek yemler, iki öğün halinde alüminyum folyoya sarılarak derin dondurucuda muhafaza edilmiştir. Yemleme günde iki defa, balıklar dikkatle gözlenerek yapılmış ve yemleme esnasında, yemlerin tam olarak tüketilmesi sağlanmıştır (Şekil. 4. 9.).



Şekil. 4. 9. Balık yemleme işlemi

Denemede gün ışığı uygulaması esas alınmıştır. Akvaryumlarda deneme başlangıcında kullanılacak olan suyun özelliklerinin, koi balıklarının yetiştiriciliği için tespit edilen ideal sınırlar (ideal su sıcaklığı 22-24°C, oksijen miktarı 5 mg/l' nin üzerinde, pH 6.5-8 arasında, amonyak 1 mg /l'den az) arasında olması sağlanmıştır (Watson ve ark., 2004).

4.2.3.1. Birinci Deneme

Su ürünleri yetiştiricilik tesislerinde, balıklar tarafından tüketilmeyerek ortamda kalan artık yemler amonyak birikiminin ana sebeplerinden biridir. Birinci denemede zeolit katkısız ve iki farklı oranda zeolit katkılı yemin akvaryumdaki su ortamı üzerine yapacağı etkilerin belirlenmesi planlanmıştır. Bu aşamada zeolit katkılı ve zeolit katkılı olmayan 10 gram yem deneme akvaryumlarında kullanılmıştır.

Bu denemenin düzeneği, üç tekerrürlü 3 gruptan oluşmaktadır. Birinci grubun (kontrol grubu) yemi zeolit içermemektedir. İkinci ve üçüncü grubun yemine sırasıyla, %2 ve %10 oranında zeolit ilavesi uygulanmıştır (Şekil 4. 10., Şekil 4. 11.).



Şekil 4. 10. Birinci deneme akvaryumları

1. Grup Yemde zeolit yok, Suda zeolit yok	2. Grup Yemde %2 zeolit, Suda zeolit yok	3. Grup Yemde %10 zeolit, Suda zeolit yok
---	--	---

Şekil 4. 11. Birinci deneme düzeneği

Deneme başlamadan 24 saat önce, tüm deneme gruplarının akvaryumları 20 litre su ile doldurulup, hava taşı kullanılarak havalandırılmış ve 7 günlük deneme süresince de tüm grupların eşit miktarda havalandırılması sağlanmıştır. Deneme başında su parametreleri arasındaki farkın önemli olup olmadığını belirlemek amacıyla varyans analizi yapılmış ve gruplar arasındaki farkın, istatistiksel açıdan önemli olmadığı tespit edilmiştir ($P>0.05$). Daha sonra, birinci grubun akvaryum zeminine zeolit ilave edilmeyen deneme yemi ve ikinci ve üçüncü grubun akvaryum zeminine sırasıyla, %2 ve %10 oranında zeolit katkı olan deneme yemlerinden 10'ar gram dağıtılmıştır. Ertesi gün deneme suyunun oksijen, pH, sıcaklık, amonyum, iletkenlik gibi özellikleri tespit edilerek deneme verileri toplanmaya başlanmış ve 24 saat aralıklarla hergün aynı saatte pH, amonyum, sıcaklık, çözünmüş oksijen ve iletkenlik ölçümleri yapılmıştır. Bir hafta süreyle yürütülen deneme sonunda, zeolitli ve zeolitsiz yemin, balık bulunmayan su ortamına etkisi belirlenmiştir.

4.2.3.2. İkinci Deneme

İkinci aşamada, farklı miktarlarda zeolit katkı yem, farklı miktarlarda zeolit içeren su, zeolit katkısız yem ve zeolitsiz su ortamının birbirleriyle kombinasyonlarının, balıksız ortamdaki su kriterlerine olan etkisinin belirlenmesi planlanmıştır.

Deneme, üç tekerrürlü 9 gruptan oluşmaktadır. İki, üç, dört ve beşinci grubun akvaryum tabanına tül torbalar içerisinde, 7 g/l olacak şekilde zeolit konulmuştur. Altı, yedi, sekiz ve dokuzuncu grubun akvaryumları ise, tabanında tül torbalar içerisinde 20 g/l zeolit içermektedir. Bir, üç ve yedinci grubun yemi zeolit katkısı içermemektedir. Dört ve sekizinci grup yeminde %2 oranında, beş ve dokuzuncu grup yeminde %10 oranında zeolit katkısı içermektedir. İki ve altıncı gruba ise hiç yem konulmamıştır. Birinci grup ise yeminde ve suyunda zeolit içermeyerek kontrol grubu olarak düzenlenmiştir (Şekil 4. 12., Şekil 4. 13.).



Şekil 4. 12. İkinci deneme akvaryumları

1. Grup Yemde zeolit yok, Suda zeolit yok	2. Grup Yemsiz, Suda 7 g/l zeolit	3. Grup Yemde zeolit yok, Suda 7 g/l zeolit
4. Grup Yemde %2 zeolit, Suda 7 g/l zeolit	5. Grup Yemde %10 zeolit, Suda 7 g/l zeolit	6. Grup Yemsiz, Suda 20 g/l zeolit
7. Grup Yemde zeolit yok, Suda 20 g/l zeolit	8. Grup Yemde %2 zeolit, Suda 20 g/l zeolit	9. Grup Yemde %10 zeolit, Suda 20 g/l zeolit

Şekil 4. 13. İkinci deneme düzeneği

Deneme başlamadan 24 saat önce, tüm deneme gruplarının akvaryumları 20 litre su ile doldurulup, hava taşı kullanılarak havalandırılmış ve 7 günlük deneme süresince tüm grupların eşit miktarda havalandırılması sağlanmıştır. Deneme başında su parametreleri arasındaki farkın önemli olup olmadığını belirlemek amacıyla varyans analizi yapılmış ve gruplar arasındaki farkın, istatistiksel açıdan önemli olmadığı tespit edilmiştir ($P>0.05$).

Denemede, gözenekli tül torbalar içerisindeki zeolitler akvaryum zeminine kümeleşmeyecek şekilde dağıtılarak zeolitlerin su ile temas yüzeyi artırılmıştır. Deneme grupları için belirlenen miktarda zeolit, tek bir torba içerisinde akvaryum zeminine yerleştirilmiştir.

Deneme düzeneğinde belirtilen akvaryumlara, deneme planında belirlenen miktarlarda zeolit torbaları yerleştirildikten sonra, yem konulacak olan deneme akvaryumlarının hepsine eşit miktarda olmak üzere 10'ar gram yem, akvaryum zemininde kümeleşmeyecek biçimde dağıtılmıştır. Ertesi gün deneme suyunun oksijen, pH, sıcaklık, amonyum, iletkenlik gibi özellikleri tespit edilerek deneme verileri toplanmaya başlanmış ve 24 saat aralıklarla hergün aynı saatte pH, amonyum, sıcaklık, çözünmüş oksijen ve iletkenlik ölçümleri yapılmıştır.

Yedi gün süreyle yürütülen deneme neticesinde, deneme suyunda 7 g/l (üçüncü grup) ve 20 g/l (yedinci grup) oranında zeolit ve zeolit katkılı olmayan yem ilave edilen ortamın su özellikleri belirlenmiştir. Ortamda hiç yem olmayıp sırasıyla suda 7 ve 20 g/l zeolit içeren iki ve altıncı gruptaki su özelliklerinin belirlenmesi ile, üçüncü ve yedinci grup ile karşılaştırma yapılabilmesi planlanmıştır. Dört, beş, sekiz ve dokuzuncu grupta ise, iki farklı oranda zeolit katkılı yem ve zeolit katkılı su ortamının, birbiriyle etkileşiminin su parametreleri üzerine yaptığı etki belirlenmiştir.

4.2.3.3. Üçüncü Deneme

Üçüncü deneme, üç tekerrürlü beş gruptan oluşmaktadır. Beş grubun akvaryumlarına her bir tekerrürde 10 adet olacak şekilde, bir gruba toplam 30 adet balık stoklanmıştır (Asano ve ark., 2003). Deneme başı balıkların ortalama canlı ağırlıkları 2.54 ± 0.03 g ve boyları 5.65 ± 0.03 cm olarak belirlenmiştir. Deneme başlangıcında, gruplardaki balıkların ortalama canlı ağırlık ve boy değerleri arasındaki farkın önemli olup olmadığını belirlemek amacıyla varyans analizi yapılmış ve gruplar arasındaki farkın, istatistiksel açıdan önemli olmadığı tespit edilmiştir ($P>0.05$).

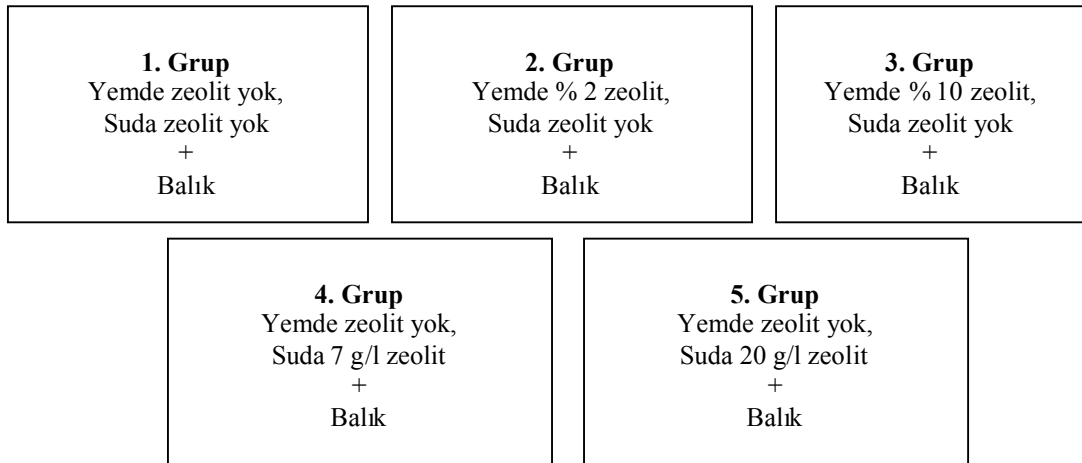
Deneme başında, akvaryumlar 20 litre su ile doldurulmuş ve akvaryum suyu hava taşı kullanılarak havalandırılmıştır. Deneme başlangıcında akvaryumlara konulacak suyun

çözünmüş oksijen, pH, amonyak gibi özellikleri, koi balıkları yetiştiriciliği için önerilen ideal değerlerde (ideal su sıcaklığı 22-24°C, oksijen miktarı 5 mg/l' nin üzerinde, pH 6.5-8 arasında, amonyak 1 mg/l'den az) olması sağlanmıştır. Deneme akvaryumlarına zeolit torbaları ve balıklar yerleştirilmeden önce, deneme başı su parametreleri belirlenmiştir. Deneme başında su parametreleri arasındaki farkın önemli olup olmadığını belirlemek amacıyla varyans analizi yapılmış ve gruplar arasındaki farkın, istatistiksel açıdan önemli olmadığı tespit edilmiştir ($P>0.05$).

Birinci grup kontrol grubu olarak düzenlenerek, akvaryum tabanına ve yemine zeolit eklenmemiştir. İki ve üçüncü grubun akvaryum tabanına zeolit konulmamış ve yemleri sırasıyla, %2 ve %10 oranında zeolit katkılı olacak şekilde hazırlanmıştır. Dört ve beşinci grubun akvaryum tabanına ise sırasıyla litreye 7 ve 20 gram oranında zeolit konulmuş, fakat yemlerine zeolit eklenmemiştir (Şekil 4. 14., Şekil 4. 15.).



Şekil 4. 14. Üçüncü deneme akvaryumları



Şekil 4. 15. Üçüncü deneme düzeneği

Denemede, gözenekli tül torbalar içerisindeki zeolitler akvaryum zeminine kümeleşmeyecek şekilde düzeltilerek dağıtılmış ve zeolitlerin su ile temas yüzeyi artırılarak, en iyi seviyede yararlanılması sağlanmıştır. Deneme grupları için belirlenen miktarda zeolit tek bir torba içerisinde akvaryum zeminine yerleştirilmiştir. Üç ay süreyle yürütülen denemede, her gün aynı saatte amonyum, oksijen, pH, sıcaklık, elektriksel iletkenlik değerleri ölçülmüştür. Deneme gruplarında, su parametrelerinin ölçümü, balıkların sabah öğünlerinden 1 saat sonra (saat 10:30'da) yapılmıştır.

Deneme akvaryumlarının tabanı aynı gün ve aynı miktarda sifonlanmış ve eksilen su miktarı aynı özellikteki su ile tamamlanmıştır. Ayrıca, balıklardaki canlı ağırlık artışı 15 günde bir yapılan tartımlarla belirlenmiştir. Bu değerler balıklara verilecek yem miktarının belirlenmesinde kullanılmıştır. Yemleme günde iki defa olmak üzere sabah 9:30, öğleden sonra 15:30'da yapılmıştır. Balıklar deneme süresince canlı ağırlığın %2.5'i oranında yemlenmişlerdir. Tartımın yapıldığı günlerde balıklara yemleme yapılmamıştır. Her gün ölü balık kontrolü yapılarak, ölü balık sayısı kaydedilip, yaşama oranının tespitinde kullanılmıştır. Tül torbalar içerisinde akvaryum tabanına yerleştirilen zeolitler, 15 günde bir, litreye 20 gram NaCl konularak hazırlanan tuzlu su çözeltisinde bekletilerek yeniden şartlandırılmıştır.

Deneme sonunda her gruptaki 30 adet balık arasından tesadüfi olarak seçilen 10 adet balık visserosomatik indeks ve hepatosomatik indeks değerlerinin saptanması için kullanılmış ve elde edilen balık eti örneği üzerinden kuru madde, ham protein ve ham yağ analizi yapılmıştır. Kondüsyon faktörünün belirlenmesi için ise, her gruptaki 30 adet balık kullanılmış ve milimetrik bölmeli cetvel ile belirlenen total boy üzerinden kondüsyon faktörü hesaplanmıştır.

Deneme sonunda, farklı oranda zeolit katkılı yemlerin ve farklı oranda akvaryum tabanında filtre malzemesi olarak kullanılan zeolitin, su kalitesi ve koi balıklarının büyüme parametreleri üzerine olan etkileri belirlenmiştir.

4.2.3.4. Dördüncü Deneme

Bu deneme, üç tekerrürlü beş gruptan oluşmaktadır. Beş grubun akvaryumlarına her bir tekerrürde 10 adet olacak şekilde, bir gruba toplam 30 adet balık stoklanmıştır (Asano ve ark., 2003). Deneme başı balıkların ortalama canlı ağırlıkları 4.87 ± 0.07 g ve boyları 7.00 ± 0.04 cm olarak belirlenmiştir. Deneme başlangıcında, gruplardaki balıkların ortalama canlı ağırlık ve boy değerleri arasındaki farkın önemli olup olmadığını belirlemek amacıyla

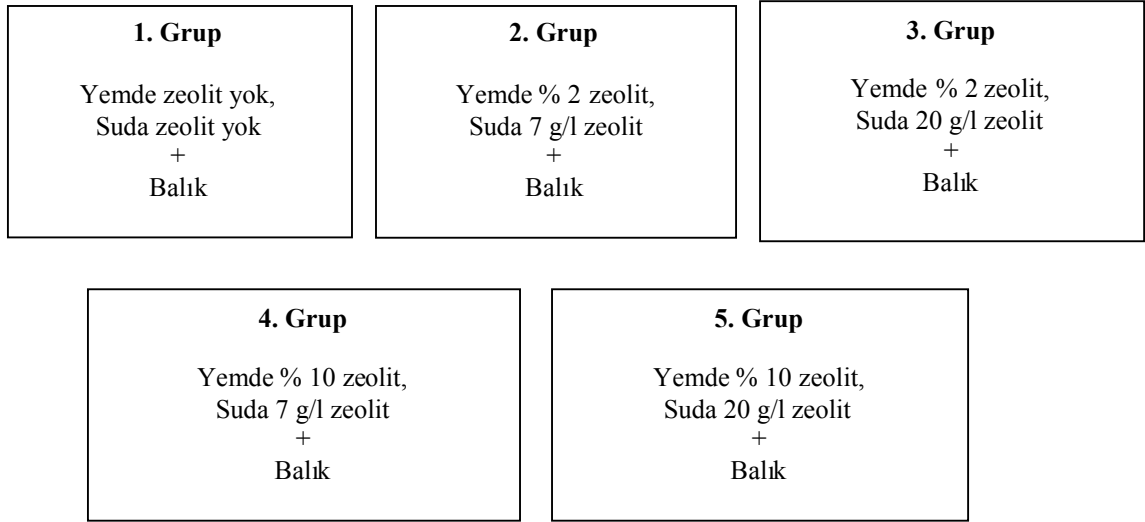
varyans analizi yapılmış ve gruplar arasındaki farkın, istatistiksel açıdan önemli olmadığı tespit edilmiştir ($P>0.05$).

Deneme başında, akvaryumlar 20 litre su ile doldurulmuş ve akvaryum suyu hava taşı kullanılarak havalandırılmıştır. Deneme başlangıcında akvaryumlara konulacak suyun çözülmüş oksijen, pH, amonyak gibi özellikleri, koi balıkları yetiştiriciliği için önerilen ideal değerlerde (ideal su sıcaklığı 22-24°C, oksijen miktarı 5 mg/l' nin üzerinde, pH 6.5-8 arasında, amonyak 1 mg/l'den az) olması sağlanmıştır. Deneme akvaryumlarına zeolit torbaları ve balıklar yerleştirilmeden önce deneme başı su parametreleri belirlenmiştir. Deneme başında su parametreleri arasındaki farkın önemli olup olmadığını belirlemek amacıyla varyans analizi yapılmış ve gruplar arasındaki farkın, istatistiksel açıdan önemli olmadığı tespit edilmiştir ($P>0.05$).

İkinci ve üçüncü grubun yeminde %2 oranında, akvaryum tabanında ise sırasıyla litreye 7 ve 20 gram oranında zeolit uygulanmıştır. Dördüncü ve beşinci grubun yeminde %10 oranında, akvaryum tabanında ise sırasıyla litreye 7 ve 20 gram oranında zeolit uygulanmıştır. Birinci grubun ise yeminde ve akvaryum tabanında zeolit bulunmamaktadır (Şekil 4. 16., Şekil 4. 17.).



Şekil 4. 16. Dördüncü deneme akvaryumları



Şekil 4. 17. Dördüncü deneme düzeneği

Denemede, gözenekli tül torbalar içerisindeki zeolitler akvaryum zeminine kümeleşmeyecek şekilde düzeltilerek dağıtılmış ve zeolitlerin su ile temas yüzeyi artırılarak, en iyi seviyede yararlanılması sağlanmıştır. Deneme grupları için belirlenen miktarda zeolit, tek bir torba içerisinde akvaryum zeminine yerleştirilmiştir.

Üç ay süreyle yürütülen denemede, her gün aynı saatte amonyum, oksijen, pH, sıcaklık, elektriksel iletkenlik değerleri ölçümü yapılmıştır. Deneme gruplarında, su parametrelerinin ölçümü, balıkların sabah öğünlerinden 1 saat sonra (saat 10:30'da) yapılmıştır.

Deneme akvaryumlarının tabanı aynı gün ve aynı miktarda sifonlanmış ve eksilen su miktarı aynı özellikteki su ile tamamlanmıştır. Balıklardaki canlı ağırlık artışı 15 günde bir yapılacak olan tartımlar ile belirlenmiştir. Bu değerler balıklara verilecek yem miktarının belirlenmesinde kullanılmıştır. Yemleme günde iki defa olmak üzere sabah 9:30, öğleden sonra 15:30'da yapılmıştır. Balıklar deneme süresince canlı ağırlığın %1.5'i oranında yemlenmişlerdir. Tartımın yapıldığı günlerde balıklara yemleme yapılmamıştır. Her gün ölü balık kontrolü yapılmış, ölü balık sayısı kaydedilerek yaşama oranının tespitinde kullanılmıştır. Tül torbalar içerisinde akvaryum tabanına yerleştirilen zeolitler, 15 günde bir litreye 20 gram NaCl konularak hazırlanan tuzlu su çözeltisinde bekletilerek yeniden şartlandırılmıştır.

Deneme sonunda her gruptan tesadüfi olarak seçilen 10 adet balık visserosomatik indeks ve hepatosomatik indeks değerlerinin saptanması için kullanılmış ve elde edilen balık eti örneği üzerinden kuru madde, ham protein ve ham yağ analizi yapılmıştır. Kondüsyon faktörünün belirlenmesi için ise, her gruptaki 30 adet balık kullanılmış ve

milimetrik bölmeli cetvel ile belirlenen total boy üzerinden kondüsyon faktörü hesaplanmıştır.

Deneme sonunda, yemlerde ve akvaryum tabanında farklı oranda zeolit kullanılmasının su kalitesi ve koi balıklarının büyüme parametreleri üzerine etkileri belirlenmiştir.

4.2.4. Bulguların Değerlendirilmesi

Deneme süresince elde edilen tüm veriler istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve Ortalama Bireysel Ağırlık Artışı (g), Spesifik Büyüme Oranı (%), Günlük Canlı Ağırlık Artışı (%), Toplam Canlı Ağırlık Artışı (g), Yem Değerlendirme Sayısı, Yaşama Oranı (%), Kondüsyon Faktörü (%), Visserosomatik İndeks (%), Hepatosomatik İndeks (%) ve Toplam Amonyak Nitrojeni (TAN) ilgili literatür ışığında değerlendirilmiştir (EPA, 1999; Emerson ve ark. (1975)'dan; Atay ve ark., 1980; Refstie ve Austreng, 1981; Çelikkale, 1983; Clark ve ark. 1990; Springate, 1992; Düzgüneş ve ark., 1993; Zhou ve ark., 2005).

$$\text{Ortalama Bireysel Canlı Ağırlık Artışı (g)} = \frac{\text{Deneme Sonu Ortalama Ağırlık (g)} - \text{Deneme Başı Ortalama Ağırlık (g)}}{\text{Deneme Süresi (gün)}} \quad (4.1)$$

$$\text{Spesifik Büyüme Oranı (\%)} = \left[\frac{\ln X_1 - \ln X_0}{\text{Yemleme Gün Sayısı}} \right] \times 100 \quad (4.2)$$

$$X_1 = \text{Den. sonu ort. canlı ağırlık (g)}, X_0 = \text{Den. başı ort. canlı ağırlık (g)}$$

$$\text{Toplam Canlı Ağırlık Artışı (g)} = \text{Deneme Sonu Toplam Canlı Ağırlık (g)} - \text{Deneme Başı Toplam Canlı ağırlık (g)} \quad (4.3)$$

$$\text{Yem Değerlendirme Sayısı} = \frac{\text{Deneme Süresince Tüketilen Toplam Yem Miktarı (g)}}{\text{Toplam Canlı Ağırlık Artışı (g)}} \quad (4.4)$$

$$\text{Günlük Canlı Ağırlık Artışı (\%)} = \left[\frac{\text{Bireysel Canlı Ağırlık Artışı (g)} \times 100}{\text{Deneme Başı Ortalama Ağırlık (g)}} \right] \times \frac{1}{\text{Gün Sayısı}} \quad (4.5)$$

$$\text{Yaşama Oranı (\%)} = \left[\frac{\text{Deneme Sonu Balık Sayısı}}{\text{Deneme Başı Balık Sayısı}} \right] \times 100 \quad (4.6)$$

$$\text{Kondüsyon Faktörü (\%)} = \left[\frac{\text{Balığın Bireysel Ağırlığı (g)}}{(\text{Balığın Total Boyu (cm)}^3)} \right] \times 100 \quad (4.7)$$

$$\text{Visserosomatik İndeks (\%)} = \left[\frac{\text{Bireysel Balıkta Toplam İç Organ Ağırlığı (g)}}{\text{Bireysel Balığın Toplam Vücut Ağırlığı (g)}} \right] \times 100 \quad (4.8)$$

$$\text{Hepatosomatik İndeks (\%)} = \left[\frac{\text{Karaciğer ağırlığı (g)}}{\text{Bireysel Balığın Toplam Vücut Ağırlığı (g)}} \right] \times 100 \quad (4.9)$$

$$\text{Toplam Amonyak Nitrojeni (TAN)} = \text{NH}_3 + \text{NH}_4 \quad (4.10)$$

$$NH_3 = (NH_4) (10^{(pH - pK(NH_3))}) \quad (4.11)$$

$$pK(NH_3) = 0.09018 + [2729.92 / (273+T)]$$

Formülde T santigrat cinsinden ölçülen sıcaklıktır.

Araştırmada elde edilen sonuçların istatistiksel olarak analizi “ Minitab Release 15 for Windows” paket programı ile yapılmıştır. Varyans analizinin ön koşullarının sağlandığı verilerde parametrik (Anova), sağlanamadığı durumlarda ise parametrik olmayan testler (Kruskal-Wallis) uygulanmıştır. Sonuçlar, ortalama $\pm$ standart hata (ort. $\pm$ SH) olarak verilmiş ve denemede hata payı 0.05 olarak seçilmiştir.

5. BULGULAR

5.1. Birinci Deneme Bulguları

Birinci deneme bir hafta süreyle yürütülmüş olup, deneme sonunda zeolit katkılı ve zeolit katkısız yemin, balık bulunmayan su ortamına etkisi belirlenmiştir. Deneme başlangıcında ve 7 günlük deneme sonunda belirlenen su kalite parametrelerinin ortalama değerleri Çizelge 5. 1.'de verilmiştir.

Çizelge 5. 1. Deneme başında ve sonunda, grupların ortalama sıcaklık (°C), çözünmüş oksijen (mg/l), pH, elektriksel iletkenlik (mS/cm), NH₃ (mg/l) ve TAN (mg/l) değerleri (ort.±SH)

Parametreler		Deneme Grupları*			
		1. Grup	2. Grup	3. Grup	P
Su sıcaklığı	Deneme Başı	22.00±0.00 ^a	22.03±0.03 ^a	22.00±0.00 ^a	0.42
	Deneme sonu	22.65±0.08 ^a	22.74±0.09 ^a	22.69±0.08 ^a	0.75
Çözünmüş oksijen	Deneme Başı	6.71±0.14 ^a	6.41±0.09 ^a	6.69±0.15 ^a	0.27
	Deneme sonu	6.16±0.11 ^a	6.34±0.11 ^a	6.60±0.21 ^b	0.01
pH	Deneme Başı	8.44±0.03 ^a	8.37±0.01 ^a	8.35±0.04 ^a	0.13
	Deneme sonu	8.19±0.05 ^a	8.28±0.04 ^a	8.34±0.06 ^b	0.01
Elektiriksel iletkenlik	Deneme Başı	1.30±0.00 ^a	1.30±0.00 ^a	1.30±0.00 ^a	1.00
	Deneme sonu	1.55±0.09 ^a	1.58±0.08 ^a	1.61±0.06 ^a	0.86
NH ₃	Deneme Başı	0.04±0.00 ^a	0.03±0.00 ^a	0.03±0.00 ^a	0.12
	Deneme sonu	0.57±0.11 ^a	0.50±0.09 ^a	0.47±0.08 ^a	0.75
TAN	Deneme Başı	0.34±0.00 ^a	0.33±0.00 ^a	0.33±0.00 ^a	0.13
	Deneme sonu	5.99±0.93 ^a	4.71±0.71 ^a	3.77±0.54 ^a	0.12

*1. Grup = Yemde zeolit yok - Suda zeolit yok (Kontrol), 2. Grup = Yemde % 2 zeolit - Suda zeolit yok, 3. Grup = Yemde % 10 zeolit - Suda zeolit yok

Aynı satırdaki farklı harfler, deneme grupları arasındaki farkların önemli olduğunu belirtmektedir (P<0.05)

Deneme başlangıcında, grupların su kalite parametreleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (P>0.05) ve deneme gruplarının ortalama olarak su kalite parametreleri sırasıyla, su sıcaklığı (°C); 22.01±0.01, çözünmüş oksijen (mg/l); 6.60±0.08, pH; 8.39±0.02, NH₃ (mg/l); 0.03±0.00, TAN (mg/l) 0.33±0.00 ve elektriksel iletkenlik (mS/cm) 1.30±0.00 şeklinde saptanmıştır.

Deneme sonunda, 1. Grup, 2. Grup ve 3. Grupta, su sıcaklığı, elektriksel iletkenlik, NH_3 ve TAN değerleri arasındaki farkın önemsiz ($P>0.05$) olduğu belirlenmiş ve ortalama olarak su sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$); 22.70 ± 0.05 , elektriksel iletkenlik (mS/cm); 1.58 ± 0.04 , NH_3 (mg/l); 0.51 ± 0.05 ve TAN (mg/l) 4.82 ± 0.44 olarak tespit edilmiştir.

Yem içerisinde zeolit bulunma oranı arttıkça, gruplar arasında sırasıyla, 6.16 ± 0.11 , 6.34 ± 0.11 , 6.60 ± 0.21 ve 8.19 ± 0.05 , 8.28 ± 0.04 , 8.34 ± 0.06 olarak saptanan çözünmüş oksijen (mg/l) ve pH değerlerinin de yükseldiği belirlenmiştir. Yem içerisinde zeolit bulunmayan 1. Grup (kontrol) ile %2 oranında zeolit bulunan 2. Grup arasında çözünmüş oksijen ve pH bakımından fark önemsiz ($P>0.05$) iken, bu iki grubun çözünmüş oksijen ve pH değerleri, %10 oranında zeolit bulunan 3. Grubun çözünmüş oksijen ve pH değerinden istatistiksel olarak önemli derecede farklı bulunmuştur ($P<0.05$).

Birinci denemede zeolit içermeyen (kontrol) ve sırasıyla %2 ile %10 oranında zeolit içeren yemlerden, akvaryum suyuna salınan günlük amonyak (NH_3) değerleri (mg/l) Çizelge 5. 2.'de verilmiştir.

Çizelge 5. 2. Yemde zeolit içermeyen (kontrol) ve farklı oranlarda (%2 ve %10) zeolit içeren deneme gruplarında belirlenen, günlük ortalama amonyak (NH₃) değerleri (mg/l) (ort.±SH)

Deneme		Ölçüm Dönemleri						
Grupları*	Den. Başı	1. Gün	2. Gün	3. Gün	4. Gün	5. Gün	6. Gün	7. Gün
1. Grup	0.04±0.003 ^a	0.018±0.001 ^b	0.072±0.007 ^a	0.254±0.021 ^a	0.445±0.058 ^a	0.649±0.099 ^a	1.139±0.124 ^a	1.384±0.120 ^a
2. Grup	0.03±0.001 ^a	0.019±0.001 ^{cb}	0.093±0.003 ^{ab}	0.270±0.007 ^a	0.420±0.017 ^a	0.574±0.034 ^a	0.995±0.040 ^a	1.117±0.048 ^a
3. Grup	0.03±0.002 ^a	0.012±0.001 ^a	0.115±0.009 ^b	0.236±0.045 ^a	0.507±0.072 ^a	0.542±0.056 ^a	0.881±0.094 ^a	0.972±0.099 ^a
P	0.12	0.02	0.01	0.73	0.54	0.56	0.22	0.54

*1. Grup = Yemde zeolit yok - Suda zeolit yok (Kontrol), 2. Grup = Yemde % 2 zeolit - Suda zeolit yok, 3. Grup = Yemde % 10 zeolit - Suda zeolit yok
Aynı sütundaki farklı harfler, deneme grupları arasındaki farkların önemli olduğunu belirtmektedir (P<0.05)

Deneme gruplarının günlük NH_3 değerlerinin, 5. günden sonra miktarı ile orantılı olarak zeolitli gruplarda daha düşük seyrettiği, ancak aradaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı bulunmuştur ($P>0.05$).

Birinci denemede, yeme zeolit ilave edilmeyen (kontrol yemi) yem ile sırasıyla %2 ve %10 oranında klinoptilolit ilave edilen yemlerden, akvaryum suyuna salınan günlük toplam amonyak azotu (TAN) değerleri (mg/l) Çizelge 5. 3.'de verilmiş ve bu değerler kullanılarak Şekil 5. 1. düzenlenmiştir.

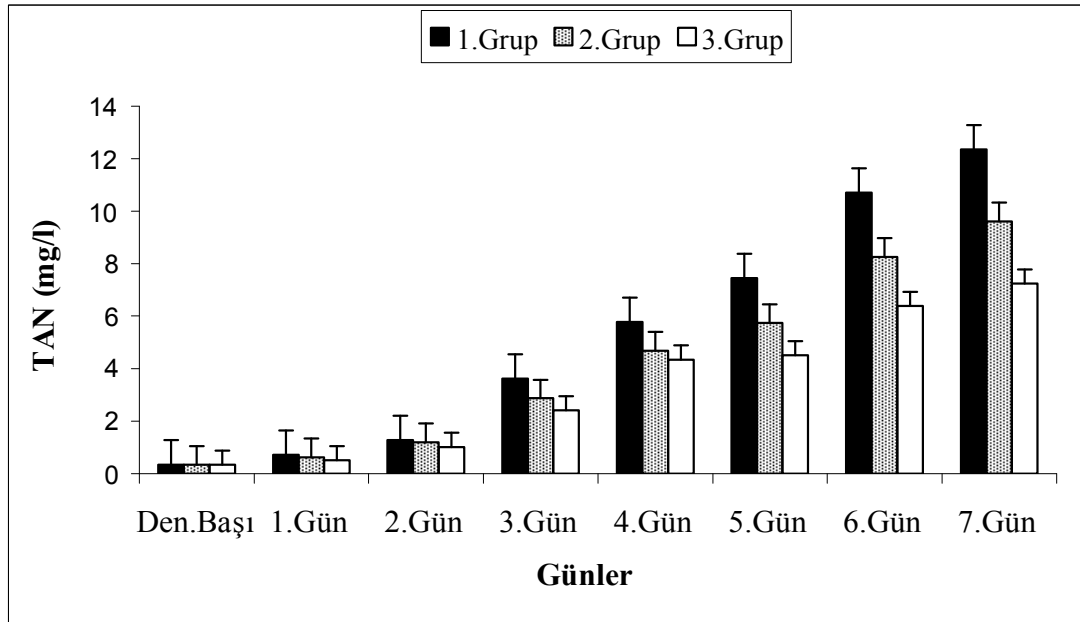
Çizelge 5. 3. Yemde zeolit içermeyen (kontrol) ve farklı oranlarda (%2 ve %10) zeolit içeren deneme gruplarının günlük ortalama toplam amonyak azotu (TAN) değerleri (mg/l) (ort. $\pm$ SH)

Den.	Ölçüm dönemleri							
Grup.*	Den. Başı	1. Gün	2. Gün	3. Gün	4. Gün	5. Gün	6. Gün	7. Gün
1.Grup	0.34 $\pm$ 0.00 ^a	0.72 $\pm$ 0.00 ^c	1.27 $\pm$ 0.05 ^a	3.62 $\pm$ 0.26 ^b	5.78 $\pm$ 0.28 ^b	7.45 $\pm$ 0.33 ^c	10.71 $\pm$ 0.36 ^c	12.35 $\pm$ 0.28 ^c
2.Grup	0.33 $\pm$ 0.00 ^a	0.62 $\pm$ 0.01 ^b	1.19 $\pm$ 0.01 ^a	2.87 $\pm$ 0.10 ^a	4.69 $\pm$ 0.23 ^a	5.74 $\pm$ 0.25 ^b	8.26 $\pm$ 0.21 ^b	9.62 $\pm$ 0.18 ^b
3.Grup	0.33 $\pm$ 0.00 ^a	0.51 $\pm$ 0.00 ^a	1.02 $\pm$ 0.01 ^a	2.40 $\pm$ 0.13 ^a	4.34 $\pm$ 0.24 ^a	4.51 $\pm$ 0.18 ^a	6.38 $\pm$ 0.21 ^a	7.24 $\pm$ 0.22 ^a
P	0.13	0.00	0.08	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00

*1. Grup = Yemde zeolit yok - Suda zeolit yok (Kontrol), 2. Grup = Yemde % 2 zeolit - Suda zeolit yok, 3.

Grup = Yemde % 10 zeolit - Suda zeolit yok

Aynı sütundaki farklı harfler, deneme grupları arasındaki farkların önemli olduğunu belirtmektedir ($P<0.05$)



Şekil 5. 1. Yemde zeolit içermeyen (kontrol) ve farklı oranlarda (%2 ve %10) zeolit içeren deneme gruplarının günlük ortalama toplam amonyak azotu (TAN) değerleri (mg/l)

Birinci deneme gruplarında belirlenen TAN değerlerinin arasındaki farkın, 2. gün hariç istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($P<0.05$). Deneme başlangıcından 24

saat sonra yapılan ilk ölçümde, en düşük TAN değeri, yeminde %10 oranında zeolit içeren 3. Grupta elde edilirken bunu sırasıyla %2 oranında zeolit içeren 2. Grup ve zeolit içermeyen 1. Grup takip etmiş ve tüm grupların TAN değerlerinin, önemli derecede birbirinden farklı olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). TAN değerlerinin, 2., 3. ve 4. gün 1. Grupta en yüksek, 3. Grupta ise en düşük değerlerde seyrettiği ve 2. gün hariç aradaki farkın önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Denemenin 5. gününde grupların TAN değerleri arasında belirginleşen fark, 6. ve 7. günde de devam ederek, en düşük TAN değeri 3. Grupta; 7.24 ± 0.22 mg/l olarak belirlenmiş ve bu değeri 2. Grup ve 1. Grup sırasıyla 9.62 ± 0.18 mg/l, 12.35 ± 0.28 mg/l olarak takip etmiştir.

5.2. İkinci Deneme Bulguları

Farklı miktarlarda zeolit katkılı yem, farklı miktarlarda zeolit içeren su, zeolit katkısız yem ve zeolitsiz su ortamının birbirleriyle kombinasyonlarının, balıksız ortamdaki su kriterlerine olan etkisinin belirlenmesi için, yedi gün süreyle yürütülen bu denemede, zeolitli ve zeolitsiz yem ile zeolitli ve zeolitsiz su ortamının, balık bulunmayan su ortamına etkisi belirlenmiştir. Deneme başı ve deneme sonunda, belirlenen su kalite parametreleri Çizelge 5. 4. sunulduğu gibidir.

Çizelge 5. 4. Deneme başı ve deneme sonu, ortalama sıcaklık (°C), çözülmüş oksijen (mg/l), pH, elektriksel iletkenlik (m/Scm), NH₃ (mg/l) ve TAN (mg/l) değerleri (ort.±SH)

Parametreler		Deneme Grupları*									P
		1. Grup	2. Grup	3. Grup	4. Grup	5. Grup	6. Grup	7. Grup	8. Grup	9. Grup	
Su sıcaklığı	Den. başı	21.57±0.03 ^a	21.53±0.17 ^a	21.30±0.00 ^a	21.60±0.00 ^a	21.63±0.20 ^a	21.30±0.00 ^a	21.37±0.09 ^a	21.53±0.07 ^a	21.37±0.12 ^a	0.19
	Den. sonu	23.24±0.25 ^a	23.08±0.25 ^a	23.18±0.27 ^a	23.18±0.25 ^a	23.16±0.25 ^a	23.03±0.26 ^a	23.07±0.26 ^a	23.21±0.25 ^a	23.16±0.24 ^a	0.68
Çözülmüş Oksijen	Den. başı	7.54±0.13 ^a	7.80±0.13 ^a	7.75±0.02 ^a	7.80±0.12 ^a	7.92±0.06 ^a	7.76±0.11 ^a	7.78±0.10 ^a	7.55±0.03 ^a	7.77±0.12 ^a	0.22
	Den. sonu	6.07±0.05 ^a	7.44±0.15 ^{ih}	6.57±0.07 ^b	6.63±0.09 ^{db}	6.97±0.13 ^{gef}	7.33±0.19 ^h	6.57±0.11 ^{cb}	6.77±0.11 ^{eb}	6.83±0.11 ^{fb}	0.00
pH	Den. başı	8.39±0.03 ^a	8.34±0.00 ^a	8.39±0.02 ^a	8.43±0.04 ^a	8.46±0.04 ^a	8.40±0.05 ^a	8.42±0.02 ^a	8.45±0.02 ^a	8.40±0.04 ^a	0.34
	Den. sonu	8.28±0.04 ^b	8.46±0.01 ^{if}	8.18±0.03 ^a	8.35±0.03 ^d	8.38±0.03 ^{fd}	8.44±0.01 ^{hef}	8.29±0.03 ^{cb}	8.37±0.03 ^{ed}	8.41±0.04 ^{gef}	0.00
Elektriksel iletkenlik	Den. başı	1.50±0.00 ^a	1.50±0.00 ^a	1.50±0.00 ^a	1.50±0.00 ^a	1.50±0.00 ^a	1.50±0.00 ^a	1.50±0.00 ^a	1.50±0.00 ^a	1.50±0.00 ^a	1.00
	Den. sonu	1.80±0.03 ^a	1.81±0.03 ^a	1.77±0.04 ^a	1.80±0.03 ^a	1.78±0.03 ^a	1.81±0.03 ^a	1.77±0.04 ^a	1.79±0.04 ^a	1.79±0.03 ^a	0.54
NH ₃	Den. başı	0.02±0.00 ^a	0.02±0.00 ^a	0.02±0.00 ^a	0.02±0.00 ^a	0.03±0.00 ^a	0.02±0.00 ^a	0.02±0.00 ^a	0.03±0.00 ^a	0.02±0.00 ^a	0.29
	Den. sonu	0.81±0.15 ^{hfg}	0.15±0.01 ^a	0.43±0.08 ^b	0.63±0.09 ^{gb}	0.63±0.08 ^{fb}	0.17±0.01 ^a	0.55±0.08 ^{eb}	0.51±0.07 ^{cb}	0.52±0.06 ^{db}	0.00
TAN	Den. başı	0.22±0.00 ^a	0.22±0.00 ^a	0.22±0.00 ^a	0.22±0.00 ^a	0.23±0.00 ^a	0.22±0.00 ^a	0.22±0.00 ^a	0.23±0.00 ^a	0.22±0.00 ^a	0.29
	Den. sonu	7.46±1.24 ⁱ	1.12±0.05 ^a	4.84±0.71 ^{ec}	5.02±0.61 ^{gc}	4.86±0.56 ^{fc}	1.37±0.07 ^b	5.21±0.63 ^{hc}	4.10±0.43 ^{dc}	3.94±0.35 ^c	0.00

*1. Grup = Yemde zeolit yok - Suda zeolit yok (Kontrol), 2. Grup = Yemsiz - Suda 7 g/l zeolit, 3. Grup = Yemde zeolit yok - Suda 7 g/l zeolit, 4. Grup = Yemde % 2 zeolit - Suda 7 g/l zeolit, 5. Grup = Yemde % 10 zeolit - Suda 7 g/l zeolit, 6. Grup = Yemsiz - Suda 20 g/l zeolit, 7. Grup = Yemde zeolit yok - Suda 20 g/l zeolit, 8. Grup = Yemde % 2 zeolit - Suda 20 g/l zeolit, 9. Grup = Yemde %10 zeolit - Suda 20 g/l zeolit

Aynı satırdaki farklı harfler, deneme grupları arasındaki farkların önemli olduğunu belirtmektedir (P<0.05)

Deneme başlangıcında belirlenen su kalite parametreleri arasında fark, önemsiz bulunmuş ($P>0.05$) ve deneme gruplarının ortalama olarak su kalite parametreleri sırasıyla, su sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$); 21.47 ± 0.04 , çözülmüş oksijen (mg/l); 7.74 ± 0.04 , pH; 8.41 ± 0.01 , NH_3 (mg/l); 0.02 ± 0.00 , TAN (mg/l); 0.22 ± 0.00 , ve elektriksel iletkenlik (mS/cm); 1.50 ± 0.00 olarak tespit edilmiştir.

Deneme sonunda, grupların su sıcaklığı ve elektriksel iletkenlik değerleri arasında farkın önemsiz ($P>0.05$) olduğu belirlenmiş ve ortalama olarak su sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$); 23.15 ± 0.08 ve elektriksel iletkenlik (mS/cm); 1.79 ± 0.01 olarak tespit edilmiştir.

Deneme sonunda, içerisinde zeolit bulunmayan 1. Grup, farklı oranlarda zeolit içeren deneme gruplarından (2., 3., 4., 5., 6., 7., 8. ve 9. Grup) daha düşük ortalama çözülmüş oksijen (mg/l) değerleri göstermiş ve aradaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). Genel olarak yemde veya akvaryum tabanında zeolit bulunma oranı arttıkça oksijen değerlerinde de artış olduğu belirlenmiştir.

Grupların ortalama pH değerleri incelendiğinde, en yüksek değerlerin içerisinde yem bulunmayan 2. Grup ve 6. Grupta elde edildiği ve bu iki grubun pH değerlerinin, 5. Grup ve 9. Grup hariç diğer grupların pH değerlerinden istatistiksel olarak önemli derecede farklı olduğu ($P<0.05$) belirlenmiştir. Deneme gruplarının yeminde ve akvaryum suyunda zeolit bulunma oranı arttıkça (4., 5., 8. ve 9. Grupta) pH değerlerinde de bir artış olduğu belirlenmiş ve bu grupların pH değerleri ile içerisinde zeolit bulunmayan (1. Grup) veya bulunma oranı daha az olan grupların (3 ve 7. Grup) pH değerleri arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$).

Denemede belirlenen ortalama NH_3 (amonyak) değerlerinin, zeolit içermeyen 1. Grupta en yüksek ve diğer gruplardan önemli derecede farklı olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). En düşük değerler ise, içerisinde hiç yem olmayan 2. Grup ve 6. Grupta elde edilmiş ve bu iki grubun NH_3 (amonyak) değerleri arasındaki fark önemsiz iken diğer grupların NH_3 (amonyak) değerleri ile aralarındaki farkın önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Zeolitli gruplar incelendiğinde en düşük NH_3 (amonyak) değerinin yeminde ve akvaryum suyunda en fazla miktarda zeolit içeren 9. Grupta elde edildiği ancak, 9. Grup ile diğer zeolitli grupların (3., 4., 5., 7. ve 8. Grup) NH_3 (amonyak) değerleri arasındaki farkın, önemli olmadığı belirlenmiştir ($P>0.05$).

İkinci denemede, yemde ve suda zeolit içermeyen (kontrol) ve yemde (%2 ve %10) ve/veya suda (7 g/l ve 20 g/l) farklı oranlarda zeolit içeren deneme gruplarının günlük ortalama amonyak (NH_3) değerleri (mg/l) Çizelge 5. 5.'de verilmiştir.

Çizelge 5. 5. Yemde ve suda zeolit içermeyen (kontrol) ve yemde (%2 ve %10) ve/veya suda (7 g/l ve 20 g/l) farklı oranlarda zeolit içeren deneme gruplarında belirlenen günlük ortalama amonyak (NH₃) değerleri (mg/l) (ort.±SH)

Deneme Grupları*	Den Başı	Ölçüm Dönemleri						
		1. Gün	2. Gün	3. Gün	4. Gün	5. Gün	6. Gün	7. Gün
1. Grup	0.022±0.001 ^a	0.019±0.003 ^a	0.136±0.021 ^{ab}	0.378±0.024 ^c	0.673±0.074 ^{hfg}	1.108±0.077 ^h	1.463±0.110 ^h	1.914±0.148 ^h
2. Grup	0.019±0.000 ^a	0.056±0.001 ^{gcd}	0.093±0.004 ^a	0.152±0.002 ^a	0.171±0.002 ^a	0.191±0.005 ^a	0.176±0.004 ^a	0.178±0.000 ^a
3. Grup	0.021±0.000 ^a	0.030±0.003 ^{ab}	0.100±0.008 ^a	0.241±0.012 ^b	0.311±0.009 ^b	0.431±0.017 ^b	0.796±0.107 ^{cb}	1.099±0.146 ^{db}
4. Grup	0.024±0.002 ^a	0.040±0.007 ^{befg}	0.290±0.024 ^d	0.479±0.028 ^{ec}	0.541±0.038 ^{ec}	0.705±0.025 ^{ge}	1.170±0.029 ^{ge}	1.205±0.044 ^{gdf}
5. Grup	0.026±0.002 ^a	0.045±0.009 ^{db}	0.310±0.021 ^{fd}	0.538±0.049 ^{he}	0.579±0.047 ^{fd}	0.702±0.048 ^{fe}	1.097±0.099 ^{fd}	1.108±0.045 ^{eb}
6. Grup	0.022±0.003 ^a	0.079±0.006 ^h	0.112±0.009 ^a	0.171±0.012 ^{ab}	0.174±0.008 ^a	0.241±0.011 ^a	0.219±0.011 ^a	0.194±0.014 ^a
7. Grup	0.023±0.001 ^a	0.040±0.005 ^{cb}	0.182±0.011 ^b	0.394±0.017 ^{dc}	0.509±0.011 ^{dc}	0.645±0.020 ^{ec}	0.934±0.021 ^{eb}	1.112±0.016 ^{fb}
8. Grup	0.025±0.001 ^a	0.051±0.003 ^{gcd}	0.240±0.019 ^c	0.473±0.028 ^{ed}	0.460±0.043 ^c	0.551±0.037 ^c	0.866±0.119 ^{db}	0.917±0.083 ^{cb}
9. Grup	0.022±0.002 ^a	0.048±0.008 ^{ecd}	0.299±0.018 ^{ed}	0.528±0.044 ^{ge}	0.596±0.056 ^{gde}	0.568±0.057 ^{dc}	0.756±0.096 ^b	0.864±0.123 ^b
P	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

*1. Grup = Yemde zeolit yok - Suda zeolit yok (Kontrol), 2. Grup = Yemsiz - Suda 7 g/l zeolit, 3. Grup = Yemde zeolit yok - Suda 7 g/l zeolit, 4. Grup = Yemde % 2 zeolit - Suda 7 g/l zeolit, 5. Grup = Yemde % 10 zeolit - Suda 7 g/l zeolit, 6. Grup = Yemsiz - Suda 20 g/l zeolit, 7. Grup = Yemde zeolit yok - Suda 20 g/l zeolit, 8. Grup = Yemde % 2 zeolit - Suda 20 g/l zeolit, 9. Grup = Yemde %10 zeolit - Suda 20 g/l zeolit

Aynı sütundaki farklı harfler, deneme grupları arasındaki farkların önemli olduğunu belirtmektedir (P<0.05)

Kontrol grubu (1. Grup) ile zeolitli gruplarda günlük NH₃ değerleri incelendiğinde, konsantrasyon ykseldikęe zeolitli gruplarda daha düşük değerlerde kaldığı ve 5. günden sonra aradaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır (P<0.05).

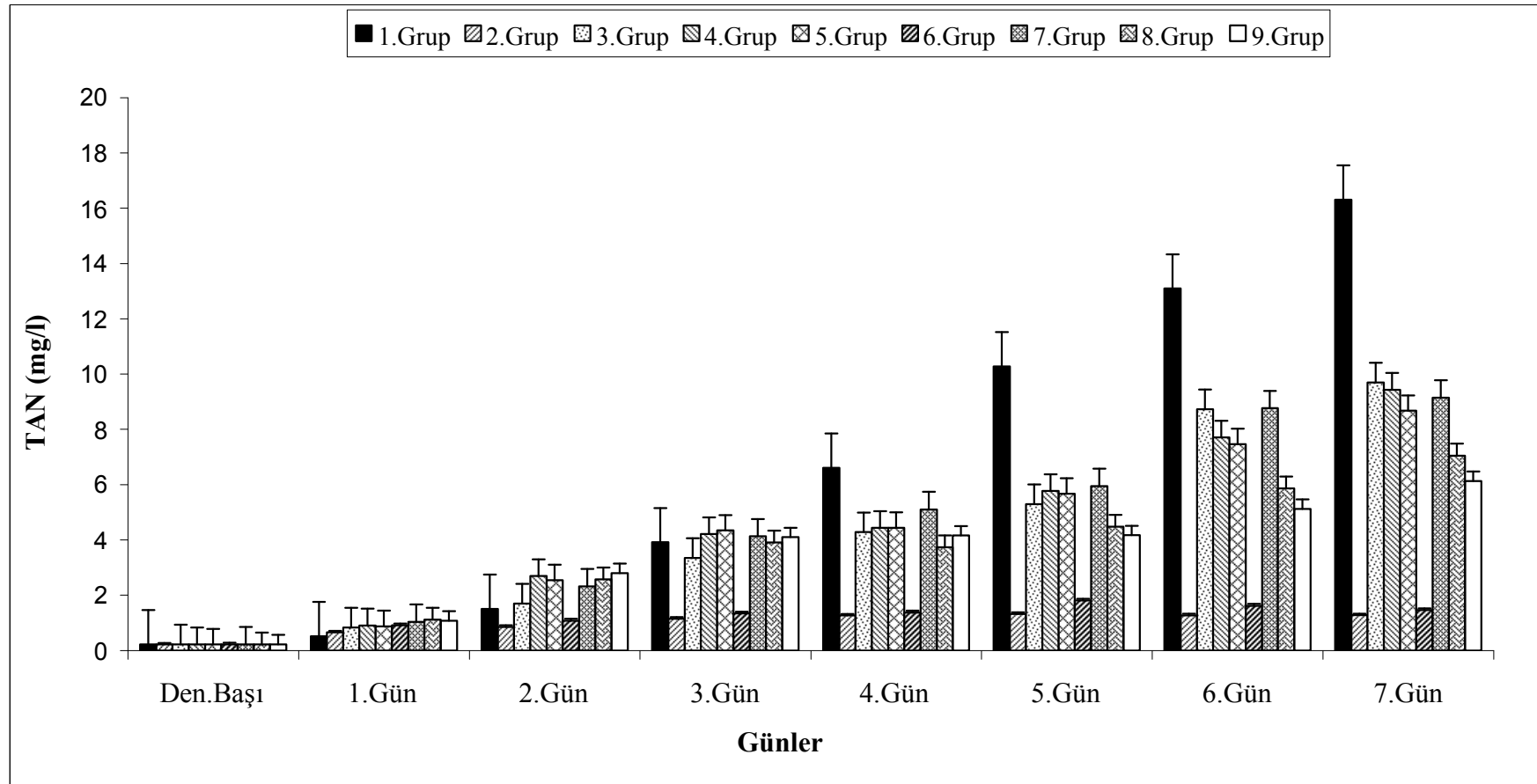
İkinci denemede, yemde ve suda zeolit içermeyen (kontrol) ve yemde (%2 ve %10) ve/veya suda (7 g/l ve 20 g/l) farklı oranlarda zeolit içeren deneme gruplarının, günlük ortalama toplam amonyak azotu (TAN) değerleri (mg/l) izelge 5. 6.'da verilmiş ve bu değerler kullanılarak şekil 5. 2. düzenlenmiştir.

Çizelge 5. 6. Yemde ve suda zeolit içermeyen (kontrol) ve yemde (%2 ve %10) ve/veya suda (7 g/l ve 20 g/l) farklı oranlarda zeolit içeren deneme gruplarında belirlenen günlük ortalama toplam amonyak azotu (TAN) değerleri (mg/l) (ort.±SH)

Deneme Grupları*	Ölçüm Dönemleri							
	Den Başı	1. Gün	2. Gün	3. Gün	4. Gün	5. Gün	6. Gün	7. Gün
1. Grup	0.22±0.00 ^a	0.52±0.00 ^a	1.50±0.14 ^b	3.91±0.09 ^{dc}	6.61±0.28 ^h	10.28±0.15 ^h	13.10±0.12 ^h	16.31±0.15 ^h
2. Grup	0.22±0.00 ^a	0.66±0.00 ^b	0.86±0.04 ^a	1.15±0.00 ^a	1.27±0.00 ^a	1.32±0.04 ^a	1.28±0.00 ^a	1.28±0.00 ^a
3. Grup	0.22±0.00 ^a	0.83±0.06 ^c	1.70±0.05 ^{cb}	3.34±0.14 ^b	4.28±0.44 ^{db}	5.30±0.51 ^d	8.73±0.73 ^{fe}	9.70±0.85 ^{gd}
4. Grup	0.22±0.00 ^a	0.91±0.04 ^{ec}	2.69±0.08 ^{ge}	4.21±0.15 ^{gc}	4.44±0.19 ^{eb}	5.77±0.08 ^{fd}	7.70±0.23 ^{ed}	9.44±0.45 ^{fd}
5. Grup	0.22±0.00 ^a	0.88±0.04 ^{dc}	2.54±0.02 ^{ed}	4.34±0.07 ^{hc}	4.45±0.13 ^{fb}	5.67±0.08 ^{ed}	7.46±0.27 ^d	8.67±0.36 ^d
6. Grup	0.22±0.00 ^a	0.91±0.04 ^{fc}	1.08±0.07 ^a	1.34±0.08 ^a	1.37±0.06 ^a	1.81±0.04 ^a	1.62±0.07 ^a	1.46±0.08 ^a
7. Grup	0.22±0.00 ^a	1.04±0.01 ^g	2.32±0.04 ^d	4.13±0.10 ^{fc}	5.11±0.11 ^{gef}	5.95±0.14 ^{gd}	8.77±0,10 ^{gf}	9.15±0.16 ^{ed}
8. Grup	0.22±0.00 ^a	1.12±0.04 ^{ig}	2.57±0.10 ^{fe}	3.91±0.32 ^c	3.73±0.36 ^b	4.48±0.33 ^{cb}	5.87±0.58 ^{cb}	7.05±0.72 ^{cb}
9. Grup	0.22±0.00 ^a	1.08±0.04 ^{hg}	2.80±0.07 ^{hfg}	4.09±0.13 ^{ec}	4.16±0.19 ^{cb}	4.17±0.16 ^b	5.12±0.35 ^b	6.13±0.56 ^b
P	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

*1. Grup = Yemde zeolit yok - Suda zeolit yok (Kontrol), 2. Grup = Yemsiz - Suda 7 g/l zeolit, 3. Grup = Yemde zeolit yok - Suda 7 g/l zeolit, 4. Grup = Yemde % 2 zeolit - Suda 7 g/l zeolit, 5. Grup = Yemde % 10 zeolit - Suda 7 g/l zeolit, 6. Grup = Yemsiz - Suda 20 g/l zeolit, 7. Grup = Yemde zeolit yok - Suda 20 g/l zeolit, 8. Grup = Yemde % 2 zeolit - Suda 20 g/l zeolit, 9. Grup = Yemde %10 zeolit - Suda 20 g/l zeolit

Aynı sütundaki farklı harfler, deneme grupları arasındaki farkların önemli olduğunu belirtmektedir (P<0.05)



Şekil 5. 2. Yemde ve suda zeolit içermeyen (kontrol) ve yemde (%2 ve %10) ve/veya suda (7 g/l ve 20 g/l) farklı oranlarda zeolit içeren deneme gruplarının günlük ortalama toplam amonyak azotu (TAN) değerleri (mg/l)

Deneme başlangıcından 24 saat sonra yapılan ilk ölçümde, TAN değerleri, içerisinde hiç zeolit olmayan 1. Grupta en düşük değerde iken, akvaryum zemininde bulunan zeolit miktarı 7 mg/l olan gruplarda (sırasıyla 2., 3., 5. ve 4. Gruplarda) artış gösterdiği ve 20 mg/l olan gruplarda (sırasıyla 6., 7., 9. ve 8. Grupta) ise en yüksek değerlerde olduğu belirlenmiştir. 1. Grubun TAN değerinin, istatistiksel olarak önemli derecede diğer grupların TAN değerlerinden farklı olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Suyunda 7 mg/l zeolit içeren gruplarda (2., 3., 4. ve 5. Grupta) 2. Grup hariç ve suyunda 20 mg/l zeolit içeren gruplarda (6., 7., 8. ve 9. Grupta) ise 6. Grup hariç TAN değerleri arasındaki farkın önemsiz olduğu bulunmuştur ($P>0.05$).

Denemenin ikinci gününde TAN, içerisinde hiç yem bulunmayan 2. Grup ve 6. Grup ta en düşük değerlerde seyrederken, en yüksek değerler hem yeminde hem akvaryum zemininde zeolit bulunan gruplarda (sırasıyla, 9., 4., 8. ve 5. Grupta) belirlenmiştir. İçerisinde hiç zeolit olmayan 1. Grupta, denemenin 2. ve 3. gününde başlayan TAN değerindeki artış, 4. günde iyice belirginleşerek diğer tüm gruplardan daha yüksek değerlere ulaşmıştır ($P<0.05$).

Denemenin 7. gününde, en düşük ortalama TAN değeri 2. Grupta; 1.28 ± 0.00 mg/l ve 6. Grupta; 1.46 ± 0.08 olarak belirlenmiş ve bu iki grubun TAN değerleri arasındaki fark önemsiz ($P>0.05$) iken, diğer grupların TAN değerleri ile aralarındaki farkın önemli olduğu saptanmıştır ($P<0.05$). Bu değerleri 9. Grup, 8. Grup, 5. Grup, 7. Grup, 4. Grup, 3. Grup ve 1. Grup sırasıyla 6.13 ± 0.56 , 7.05 ± 0.72 , 8.67 ± 0.36 , 9.15 ± 0.16 , 9.44 ± 0.45 , 9.70 ± 0.85 ve 16.31 ± 0.15 mg/l olarak takip etmiştir. Zeolit içermeyen 1. Grupta zeolit katkılı grupların hepsinden daha fazla TAN değerleri saptanmış olup, aradaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu ($P<0.05$) ve yeme ve/veya akvaryum suyuna zeolit ilavesinin TAN değerlerinin azalmasına katkı sağladığı belirlenmiştir.

5.3. Üçüncü Deneme Bulguları

Üçüncü denemede, farklı oranda zeolit katkılı yemlerin veya farklı oranda akvaryum tabanında filtre malzemesi olarak kullanılan zeolitlerin, koi balıklarının büyüme parametreleri ve su kalitesi üzerine olan etkileri belirlenmiştir.

5.3.1. Su Kalitesi Parametreleri

Doksan günlük deneme süresince, günlük olarak bazı su kalite parametreleri tespit edilmiştir. Deneme başlangıcında, belirlenen su kalite parametreleri arasında fark önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$).

Denemede belirlenen su sıcaklıklarına ilişkin bulgular Çizelge 5. 7.'de sunulduğu gibidir.

Çizelge 5. 7. Deneme gruplarının aylık ortalama su sıcaklığı değerleri (°C) (ort.±SH)

Ölçüm	Deneme Grupları*					
Dönemleri	1. Grup	2. Grup	3. Grup	4. Grup	5. Grup	P
Den. Başı	20.17±0.03 ^a	20.23±0.03 ^a	20.23±0.03 ^a	20.27±0.03 ^a	20.30±0.00 ^a	0.09
1. ay	22.77±0.09 ^a	22.80±0.09 ^a	22.87±0.09 ^a	22.86±0.09 ^a	22.87±0.09 ^a	0.58
2.ay	22.79±0.03 ^a	22.81±0.04 ^a	22.78±0.03 ^a	22.79±0.03 ^a	22.75±0.03 ^a	0.75
3.ay	23.56±0.06 ^a	23.43±0.06 ^a	23.47±0.06 ^a	23.47±0.06 ^a	23.46±0.06 ^a	0.45
Ortalama	23.04±0.04 ^a	23.01±0.04 ^a	23.04±0.04 ^a	23.04±0.04 ^a	23.02±0.04 ^a	0.98

*1. Grup = Yemde zeolit yok - Suda zeolit yok (Kontrol), 2. Grup = Yemde % 2 zeolit - Suda zeolit yok, 3. Grup = Yemde % 10 zeolit - Suda zeolit yok, 4. Grup = Yemde zeolit yok - Suda 7 g/l zeolit, 5. Grup = Yemde zeolit yok - Suda 20 g/l zeolit

Aynı satırdaki farklı harfler, deneme grupları arasındaki farkların önemli olduğunu belirtmektedir (P<0.05)

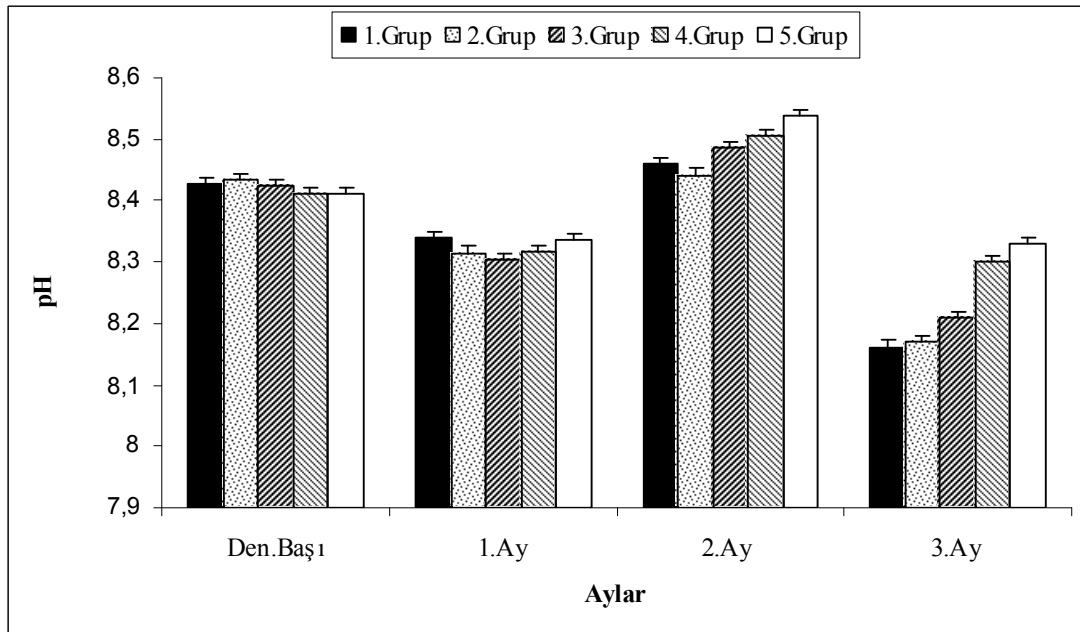
Denemede grupların su sıcaklığı değerleri arasındaki farkın, istatistiksel olarak önemsiz (P>0.05) olduğu belirlenmiştir. Deneme sonunda, gruplar arasında ortalama su sıcaklığı (°C) 23.03±0.02 olarak tespit edilmiştir.

Denemede belirlenen pH değerlerine ilişkin bulgular Çizelge 5. 8.'de sunulmuş ve bu değerler kullanılarak Şekil 5. 3. oluşturulmuştur.

Çizelge 5. 8. Deneme gruplarının aylık ortalama pH değerleri (ort.±SH)

Deneneme Grupları*	Ölçüm Dönemleri				
	Den başı	1. ay	2. ay	3. ay	Ortalama
1. Grup	8.43±0.00 ^a	8.34±0.01 ^a	8.46±0.01 ^b	8.16±0.01 ^a	8.32±0.01 ^a
2. Grup	8.43±0.00 ^a	8.32±0.02 ^a	8.44±0.00 ^a	8.17±0.01 ^a	8.31±0.01 ^a
3. Grup	8.42±0.01 ^a	8.30±0.01 ^a	8.49±0.00 ^c	8.21±0.01 ^b	8.33±0.01 ^a
4. Grup	8.41±0.01 ^a	8.32±0.01 ^a	8.51±0.01 ^d	8.30±0.01 ^c	8.37±0.01 ^b
5. Grup	8.41±0.01 ^a	8.34±0.01 ^a	8.54±0.00 ^e	8.33±0.01 ^d	8.40±0.01 ^c
P	0.13	0.10	0.00	0.00	0.00

*1. Grup = Yemde zeolit yok - Suda zeolit yok (Kontrol), 2. Grup = Yemde % 2 zeolit - Suda zeolit yok, 3. Grup = Yemde % 10 zeolit - Suda zeolit yok, 4. Grup = Yemde zeolit yok - Suda 7 g/l zeolit, 5. Grup = Yemde zeolit yok - Suda 20 g/l zeolit
Aynı sütundaki farklı harfler, deneme grupları arasındaki farkların önemli olduğunu belirtmektedir (P<0.05)



Şekil 5. 3. Deneme gruplarının ölçüm dönemlerine göre ortalama pH değerleri

Deneme sonunda grupların ortalama pH değerleri, 1. Grupta; 8.32±0.01, 2. Grupta; 8.31±0.01, 3. Grupta; 8.33±0.01, 4. Grupta; 8.37±0.01 ve 5. Grupta; 8.40±0.01 olarak tespit edilmiştir. Denemenin birinci ayında, grupların pH değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz (P>0.05) iken, ikinci ve üçüncü ayında farkın önemli olduğu (P<0.05) belirlenmiştir.

Denemede belirlenen çözünmüş oksijen değerlerine ilişkin bulgular Çizelge 5. 9.'da sunulduğu gibidir.

Çizelge 5. 9. Deneme gruplarının aylık ortalama çözünmüş oksijen değerleri (mg/l) (ort.±SH)

Ölçüm	Deneme Grupları*					
Dönemleri	1. Grup	2. Grup	3. Grup	4. Grup	5. Grup	P
Deneme Başı	8.34±0.04 ^a	8.19±0.13 ^a	8.35±0.07 ^a	8.37±0.07 ^a	8.34±0.03 ^a	0.48
1. ay	7.20±0.05 ^a	7.04±0.06 ^a	7.12±0.06 ^a	7.10±0.06 ^a	7.09±0.06 ^a	0.40
2.ay	7.11±0.11 ^a	6.99±0.09 ^a	7.22±0.10 ^a	7.05±0.11 ^a	7.15±0.11 ^a	0.09
3.ay	6.20±0.06 ^a	6.38±0.06 ^a	6.37±0.07 ^a	6.39±0.07 ^a	6.35±0.07 ^a	0.09
Ortalama	6.84±0.05 ^a	6.81±0.05 ^a	6.91±0.05 ^a	6.85±0.05 ^a	6.87±0.05 ^a	0.63

*1. Grup = Yemde zeolit yok- Suda zeolit yok (Kontrol), 2. Grup = Yemde % 2 zeolit - Suda zeolit yok, 3. Grup = Yemde % 10 zeolit - Suda zeolit yok, 4. Grup = Yemde zeolit yok - Suda 7 g/l zeolit, 5. Grup = Yemde zeolit yok - Suda 20 g/l zeolit

Aynı satırdaki farklı harfler, deneme grupları arasındaki farkların önemli olduğunu belirtmektedir (P<0.05)

Denemede, grupların çözünmüş oksijen değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemsiz (P>0.05) olduğu belirlenmiştir. Deneme sonunda grupların ortalama çözünmüş oksijen değerleri (mg/l); 6.86±0.02 olarak tespit edilmiştir.

Denemede belirlenen elektriksel iletkenlik değerlerine ilişkin bulgular Çizelge 5. 10.'da sunulduğu gibidir.

Çizelge 5. 10. Deneme gruplarının aylık ortalama elektriksel iletkenlik değerleri (mS/cm) (ort.±SH)

Ölçüm	Deneme Grupları*					
Dönemleri	1. Grup	2. Grup	3. Grup	4. Grup	5. Grup	P
Den. Başı	1.80±0.00 ^a	1.80±0.00 ^a	1.80±0.00 ^a	1.80±0.00 ^a	1.80±0.00 ^a	1.00
1. ay	1.74±0.01 ^a	1.73±0.01 ^a	1.75±0.01 ^a	1.75±0.01 ^a	1.74±0.01 ^a	0.94
2.ay	1.54±0.02 ^a	1.54±0.02 ^a	1.54±0.02 ^a	1.54±0.02 ^a	1.54±0.02 ^a	1.00
3.ay	1.33±0.01 ^a	1.33±0.01 ^a	1.33±0.01 ^a	1.33±0.01 ^a	1.33±0.01 ^a	1.00
Ortalama	1.54±0.01 ^a	1.54±0.01 ^a	1.54±0.01 ^a	1.54±0.01 ^a	1.54±0.01 ^a	1.00

*1. Grup = Yemde zeolit yok - Suda zeolit yok (Kontrol), 2. Grup = Yemde % 2 zeolit - Suda zeolit yok, 3. Grup = Yemde % 10 zeolit - Suda zeolit yok, 4. Grup = Yemde zeolit yok - Suda 7 g/l zeolit, 5. Grup = Yemde zeolit yok - Suda 20 g/l zeolit

Aynı satırdaki farklı harfler, deneme grupları arasındaki farkların önemli olduğunu belirtmektedir (P<0.05)

Denemede, grupların elektriksel iletkenlik değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemsiz ($P>0.05$) olduğu belirlenmiştir. Deneme sonunda gruplar arasında ortalama elektriksel iletkenlik değerleri (mS/cm), 1.54 ± 0.01 olarak tespit edilmiştir.

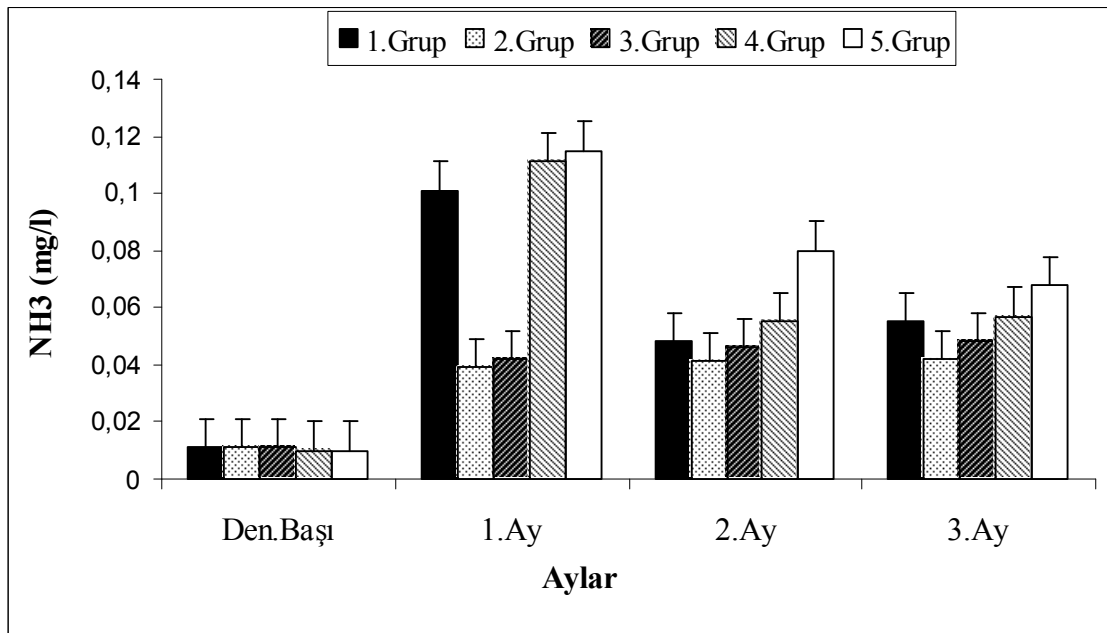
Denemede belirlenen NH_3 değerlerine ilişkin bulgular Çizelge 5. 11.'de sunulmuş ve bu değerler kullanılarak Şekil 5. 4. oluşturulmuştur.

Çizelge 5. 11. Deneme gruplarının aylık ortalama NH_3 değerleri (mg/l) (ort. $\pm$ SH)

Deneneme	Ölçüm Dönemleri				
	Den başı	1. ay	2. ay	3. ay	Ortalama
1. Grup	0.011 ± 0.000^a	0.101 ± 0.013^b	0.048 ± 0.001^{cb}	0.054 ± 0.004^{cb}	0.068 ± 0.005^c
2. Grup	0.011 ± 0.000^a	0.039 ± 0.003^a	0.041 ± 0.001^a	0.042 ± 0.003^a	0.041 ± 0.001^a
3. Grup	0.011 ± 0.000^a	0.042 ± 0.003^a	0.045 ± 0.001^b	0.048 ± 0.004^b	0.045 ± 0.002^b
4. Grup	0.010 ± 0.000^a	0.111 ± 0.009^c	0.055 ± 0.001^d	0.057 ± 0.004^{dc}	0.074 ± 0.004^d
5. Grup	0.010 ± 0.000^a	0.115 ± 0.006^d	0.080 ± 0.002^e	0.068 ± 0.005^e	0.088 ± 0.003^e
P	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00

*1. Grup = Yemde zeolit yok - Suda zeolit yok (Kontrol), 2. Grup = Yemde % 2 zeolit - Suda zeolit yok, 3. Grup = Yemde % 10 zeolit - Suda zeolit yok, 4. Grup = Yemde zeolit yok - Suda 7 g/l zeolit, 5. Grup = Yemde zeolit yok - Suda 20 g/l zeolit

Aynı sütundaki farklı harfler, deneme grupları arasındaki farkların önemli olduğunu belirtmektedir ($P<0.05$)



Şekil 5. 4. Deneme gruplarının ölçüm dönemlerine göre ortalama NH_3 değerleri (mg/l)

Deneme sonunda, grupların ortalama NH_3 (mg/l) değerleri 1. Grupta; 0.068 ± 0.005 , 2. Grupta; 0.041 ± 0.001 , 3. Grupta; 0.045 ± 0.002 , 4. Grupta; 0.074 ± 0.004 ve 5. Grupta; 0.088 ± 0.003 olarak tespit edilmiştir. Denemede grupların NH_3 değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($P < 0.05$).

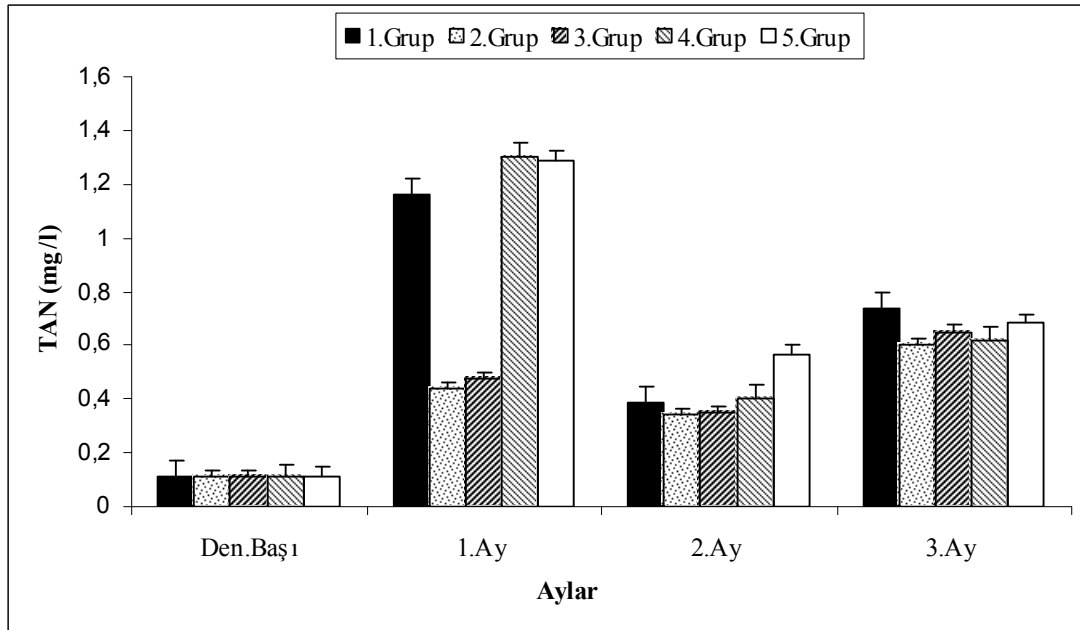
Denemede belirlenen TAN değerlerine ilişkin bulgular izelge 5. 12.'de sunulmuş ve bu değerler kullanılarak şekil 5. 5. dzenlenmiştir.

Çizelge 5. 12. Deneme gruplarının aylık ortalama TAN değerleri (mg/l) (ort. $\pm$ SH)

Deneneme	lm Dönemleri				
Grupları*	Den başı	1. ay	2. ay	3. ay	Ortalama
1. Grup	0.111 ± 0.000^a	1.160 ± 0.157^b	0.386 ± 0.007^{cb}	0.783 ± 0.053^{cb}	0.776 ± 0.059^c
2. Grup	0.111 ± 0.000^a	0.441 ± 0.040^a	0.346 ± 0.005^a	0.603 ± 0.050^a	0.462 ± 0.022^a
3. Grup	0.111 ± 0.000^a	0.474 ± 0.037^a	0.350 ± 0.005^b	0.651 ± 0.054^a	0.490 ± 0.023^b
4. Grup	0.110 ± 0.000^a	1.303 ± 0.115^d	0.404 ± 0.009^d	0.620 ± 0.045^a	0.778 ± 0.048^d
5. Grup	0.110 ± 0.000^a	1.288 ± 0.078^c	0.567 ± 0.012^e	0.681 ± 0.045^b	0.847 ± 0.036^e
P	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00

*1. Grup = Yemde zeolit yok - Suda zeolit yok (Kontrol), 2. Grup = Yemde % 2 zeolit - Suda zeolit yok, 3. Grup = Yemde % 10 zeolit - Suda zeolit yok, 4. Grup = Yemde zeolit yok - Suda 7 g/l zeolit, 5. Grup = Yemde zeolit yok - Suda 20 g/l zeolit

Aynı sütundaki farklı harfler, deneme grupları arasındaki farkların önemli olduğunu belirtmektedir ($P < 0.05$)



şekil 5. 5. Deneme gruplarının ölüm dönemlerine göre ortalama TAN değerleri (mg/l)

Deneme sonunda, grupların TAN (mg/l) değerleri 1. Grupta; 0.776 ± 0.059 , 2. Grupta; 0.462 ± 0.022 , 3. Grupta; 0.490 ± 0.023 , 4. Grupta; 0.778 ± 0.048 ve 5. Grupta; 0.847 ± 0.036 olarak tespit edilmiştir. Denemede, grupların TAN değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($P < 0.05$).

5.3.2. Büyüme Parametreleri ve Yem Değerlendirme

Üçüncü deneme gruplarındaki balıkların deneme başı ve sonu ortalama ağırlık ve boyları Çizelge 5. 13.' de sunulduğu gibidir.

Çizelge 5. 13. Deneme başı ve sonu ortalama ağırlık (g) ve boy (cm) değerleri (ort. $\pm$ SH)

Parametreler		Deneme Grupları*					
		1. Grup	2. Grup	3. Grup	4. Grup	5. Grup	P
Ağırlık	Den. başı	2.53 ± 0.06^a	2.55 ± 0.06^a	2.55 ± 0.06^a	2.55 ± 0.07^a	2.54 ± 0.06^a	1.00
	Den sonu	5.31 ± 0.23^a	6.65 ± 0.25^b	5.41 ± 0.25^a	5.04 ± 0.16^a	5.45 ± 0.19^a	0.00
Boy	Den. başı	5.65 ± 0.05^a	5.63 ± 0.06^a	5.67 ± 0.05^a	5.67 ± 0.06^a	5.63 ± 0.06^a	0.97
	Den. sonu	6.88 ± 0.09^a	7.67 ± 0.11^c	7.20 ± 0.11^b	7.04 ± 0.08^{ab}	7.16 ± 0.09^{ab}	0.00

*1. Grup = Yemde zeolit yok - Suda zeolit yok (Kontrol), 2. Grup = Yemde % 2 zeolit - Suda zeolit yok, 3. Grup = Yemde % 10 zeolit - Suda zeolit yok, 4. Grup = Yemde zeolit yok - Suda 7 g/l zeolit, 5. Grup = Yemde zeolit yok - Suda 20 g/l zeolit

Aynı satırdaki farklı harfler, deneme grupları arasındaki farkların önemli olduğunu belirtmektedir ($P < 0.05$)

Deneme başı ağırlık değerleri (g), 1. Grupta 2.53 ± 0.06 , 2. Grupta 2.55 ± 0.06 , 3. Grupta 2.55 ± 0.06 , 4. Grupta 2.55 ± 0.07 , ve 5. Grupta 2.54 ± 0.06 olarak tespit edilmiştir. Deneme başı boy değerleri (cm), 1. Grupta 5.65 ± 0.05 , 2. Grupta, 5.63 ± 0.06 , 3. Grupta, 5.67 ± 0.05 , 4. Grupta, 5.67 ± 0.06 ve 5. Grupta, 5.63 ± 0.06 olarak tespit edilmiştir. Üçüncü deneme gruplarındaki balıkların deneme başı ortalama ağırlık ve boyları arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir ($P > 0.05$).

Deneme sonunda en yüksek ağırlık (g), 2. Grupta; 6.65 ± 0.25 olarak tespit edilmiştir. Bu değeri 5. Grup, 3. Grup, 1. Grup ve 4. Grup sırasıyla 5.45 ± 0.19 , 5.41 ± 0.25 , 5.31 ± 0.23 ve 5.04 ± 0.16 olarak takip etmiştir. En yüksek boy değerleri (cm), 2. Grupta; 7.67 ± 0.11 , olarak tespit edilmiştir. Bu değeri 3. Grup, 5. Grup, 4. Grup ve 1. Grup sırasıyla 7.20 ± 0.11 , 7.16 ± 0.09 , 7.04 ± 0.08 ve 6.88 ± 0.09 olarak takip etmiştir. Üçüncü deneme gruplarındaki balıkların deneme sonu ortalama ağırlık ve boyları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P < 0.05$).

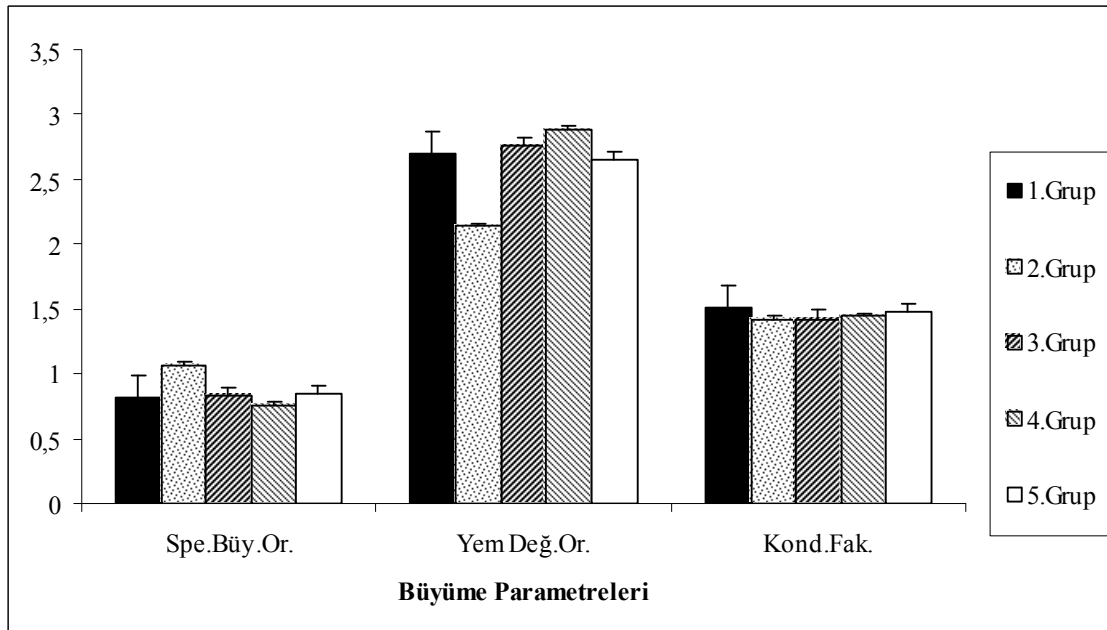
Deneme gruplarındaki balıkların, ortalama bireysel canlı ağırlık artışı, spesifik büyüme oranı, günlük canlı ağırlık artışı, yem değerlendirme oranı ve kondüsyon faktörü değerleri hesaplanmış ve Çizelge 5. 14.'de sunulmuş ve bu değerler kullanılarak Şekil 5. 6. oluşturulmuştur.

Çizelge 5. 14. Deneme sonunda grupların, ortalama bireysel canlı ağırlık artışı (g), spesifik büyüme oranı (%), günlük canlı ağırlık artışı (%), yem değerlendirme oranı ve kondüsyon faktörü (%) değerleri (ort.±SH)

Büyüme Parametreleri	Deneme Grupları*					P
	1. Grup	2. Grup	3. Grup	4. Grup	5. Grup	
Bireysel Canlı Ağırlık Artışı	2.78±0.25 ^a	4.10±0.18 ^b	2.86±0.24 ^a	2.49±0.04 ^a	2.91±0.25 ^a	0.01
Spesifik Büyüme Oranı	0.82±0.05 ^a	1.07±0.03 ^b	0.83±0.05 ^a	0.76±0.01 ^a	0.84±0.05 ^a	0.01
Günlük Canlı Ağırlık Artışı	1.22±0.11 ^a	1.79±0.08 ^b	1.25±0.10 ^a	1.09±0.02 ^a	1.27±0.11 ^a	0.01
Yem Değerlendirme Oranı	2.70±0.20 ^{cb}	2.14±0.01 ^a	2.76±0.12 ^{db}	2.89±0.02 ^{eb}	2.65±0.14 ^b	0.01
Kondüsyon Faktörü	1.51±0.06 ^a	1.46±0.03 ^a	1.43±0.02 ^a	1.45±0.03 ^a	1.48±0.03 ^a	0.95

*1. Grup = Yemde zeolit yok - Suda zeolit yok (Kontrol), 2. Grup = Yemde % 2 zeolit - Suda zeolit yok, 3. Grup = Yemde % 10 zeolit - Suda zeolit yok, 4. Grup = Yemde zeolit yok - Suda 7 g/l zeolit, 5. Grup = Yemde zeolit yok - Suda 20 g/l zeolit

Aynı satırdaki farklı harfler, deneme grupları arasındaki farkların önemli olduğunu belirtmektedir (P<0.05)



Şekil 5. 6. Deneme gruplarındaki balıkların, spesifik büyüme oranı (%), yem değerlendirme oranı ve kondüsyon faktörü (%) değerleri

Deneme sonunda, ortalama bireysel canlı ağırlık artışı (g), spesifik büyüme oranı (%) ve günlük canlı ağırlık artışı (%) değerleri incelendiğinde, deneme süresindeki artışa paralel olarak, tüm gruplarda artış olduğu belirlenmiştir. Deneme grupları arasında, yeminde % 2 oranında zeolit bulunan 2. Grupta en yüksek ağırlık artışı belirlenmiş ve diğer gruplardan önemli derecede farklı olduğu saptanmıştır ($P<0.05$).

En düşük ortalama bireysel canlı ağırlık artışı (g), spesifik büyüme oranı (%) ve günlük canlı ağırlık artışı (%) değerlerinin, akvaryum suyunda 7 g/l zeolit içeren Grup 4 de olduğu belirlenmesine rağmen, 4. Grup ile 1. Grup, 3. Grup ve 5. Grubun, ortalama bireysel canlı ağırlık artışı (g), spesifik büyüme oranı (%) ve günlük canlı ağırlık artışı (%) değerleri arasındaki farkın önemsiz olduğu saptanmıştır ($P>0.05$).

Deneme grupları arasında, yem değerlendirme oranının, yeminde %2 oranında zeolit bulunan 2. Grupta en düşük olduğu ve diğer grupların yem değerlendirme oranı ile arasındaki farkın önemli olduğu bulunmuştur ($P<0.05$). Bu değeri sırasıyla, 5. Grup, 1. Grup, 3. Grup ve 4. Grup takip etmiş ve bu grupların yem değerlendirme oranı arasındaki farkın önemsiz olduğu belirlenmiştir ($P>0.05$).

Kondüsyon faktörünün (%) en yüksek 1. Grupta, en düşük 3. Grupta olduğu tespit edilmiş, ancak deneme gruplarının kondüsyon faktörleri arasındaki farkın önemsiz olduğu bulunmuştur ($P>0.05$).

Deneme sonunda, visserosomatik indeks, hepatosomatik indeks ve yaşama oranı değerleri incelenerek Çizelge 5. 15'deki değerler tespit edilmiş ve visserosomatik indeks ile hepatosomatik indeks belirlenmesinde kullanılan balıklardan genel bir görünüm Şekil 5. 7.'de verilmiştir.

Çizelge 5. 15. Deneme sonunda grupların ortalama visserosomatik indeks (%), hepatosomatik indeks (%) ve yaşama oranı (%) değerleri (ort.±SH)

Büyüme Parametreleri (%)	Deneme Grupları*					P
	1. Grup	2. Grup	3. Grup	4. Grup	5. Grup	
Visserosomatik İndeks	18.92±0.63 ^a	18.79±0.60 ^a	18.96±1.17 ^a	19.16±0.34 ^a	19.19±0.50 ^a	0.99
Hepatosomatik İndeks	0.22±0.01 ^a	0.22±0.01 ^a	0.23±0.02 ^a	0.22±0.03 ^a	0.23±0.02 ^a	0.99
Yaşama Oranı	100.00±0.00 ^a	100.00±0.00 ^a	100.00±0.00 ^a	100.00±0.00 ^a	100.00±0.00 ^a	1.00

*1. Grup = Yemde zeolit yok - Suda zeolit yok (Kontrol), 2. Grup = Yemde % 2 zeolit - Suda zeolit yok, 3. Grup = Yemde % 10 zeolit - Suda zeolit yok, 4. Grup = Yemde zeolit yok - Suda 7 g/l zeolit, 5. Grup = Yemde zeolit yok - Suda 20 g/l zeolit

Aynı satırdaki farklı harfler, deneme grupları arasındaki farkların önemli olduğunu belirtmektedir (P<0.05)



Şekil 5. 7. Visserosomatik ve hepatosomatik indeksin saptanmasında kullanılan balıklar

Deneme sonunda, visserosomatik indeks (%), hepatosomatik indeks (%) ve yaşama oranı değerlerinin (%), yeme veya akvaryum suyuna zeolit ilavesinden etkilenmediği belirlenmiş (P>0.05) ve ortalama olarak deneme gruplarında sırasıyla 19.00±0.30, 0.22±0.01 ve 100.00±0.00 bulunmuştur.

5.3.3. Balık Etinin Kimyasal Analiz Bulguları

Araştırma gruplarına ait balık etinde belirlenen, kuru madde, ham protein ve ham yağ analizi sonuçları Çizelge 5. 16'da sunulmuş ve balık eti analizinden genel bir görünüm Şekil 5. 8.'de verilmiştir.

Çizelge 5. 16. Deneme sonunda grupların balık eti kimyasal analiz sonuçları (ort.±SH)

Kimyasal	Deneme Grupları*					
İçerik(%)	1. Grup	2. Grup	3. Grup	4. Grup	5. Grup	P
Kuru Madde	20.63±0.12 ^a	21.74±0.74 ^a	21.67±0.98 ^a	20.72±0.22 ^a	22.69±1.36 ^a	0.43
Ham Protein	16.19±1.33 ^a	18.29±0.26 ^a	18.23±0.29 ^a	16.83±0.66	18.81±0.07 ^a	0.16
Ham Yağ	1.81±0.01 ^a	1.81±0.01 ^a	1.89±0.05 ^a	1.97±0.01 ^a	1.97±0.08 ^a	0.10

*1. Grup = Yemde zeolit yok - Suda zeolit yok (Kontrol), 2. Grup = Yemde % 2 zeolit - Suda zeolit yok, 3. Grup = Yemde % 10 zeolit - Suda zeolit yok, 4. Grup = Yemde zeolit yok - Suda 7 g/l zeolit, 5. Grup = Yemde zeolit yok - Suda 20 g/l zeolit

Aynı satırdaki farklı harfler, deneme grupları arasındaki farkların önemli olduğunu belirtmektedir (P<0.05)



Şekil 5. 8. Balık eti analizinde kullanılan örnekler ve yağ analizi işlemi

Deneme sonunda balık eti, kuru madde, ham protein ve ham yağ oranı değerlerinin yeme veya akvaryum suyuna zeolit ilavesinden etkilenmediği belirlenmiş (P>0.05) ve ortalama olarak deneme gruplarında sırasıyla, 21.49±0.37, 17.67±0.40 ve 1.89±0.03 bulunmuştur.

5.4. Dördüncü Deneme Bulguları

Denemede, hem yeme hem akvaryum tabanına farklı oranda zeolit ilavesinin, koi balıklarının büyüme parametreleri ve su kalitesi üzerine etkileri belirlenmiştir.

5.4.1. Su Kalitesi Parametreleri

Doksan günlük deneme süresince, günlük olarak bazı su kalite parametreleri tespit edilmiştir. Deneme başlangıcında, belirlenen su kalite parametreleri arasında fark önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$).

Denemede belirlenen su sıcaklıklarına ($^{\circ}\text{C}$) ilişkin bulgular Çizelge 5. 17.'de sunulduğu gibidir.

Çizelge 5. 17. Deneme gruplarının aylık ortalama su sıcaklığı değerleri ($^{\circ}\text{C}$) (ort. $\pm$ SH)

Ölçüm	Deneme Grupları*					
Dönemleri	1. Grup	2. Grup	3. Grup	4. Grup	5. Grup	P
DenemeBaşı	20.20 $\pm$ 0.00 ^a	20.23 $\pm$ 0.03 ^a	20.17 $\pm$ 0.03 ^a	20.20 $\pm$ 0.06 ^a	20.17 $\pm$ 0.03 ^a	0.682
1. ay	22.90 $\pm$ 0.09 ^a	22.99 $\pm$ 0.09 ^a	22.93 $\pm$ 0.09 ^a	22.91 $\pm$ 0.09 ^a	22.90 $\pm$ 0.09 ^a	0.748
2.ay	22.90 $\pm$ 0.04 ^a	22.92 $\pm$ 0.04 ^a	22.86 $\pm$ 0.04 ^a	22.90 $\pm$ 0.04 ^a	22.86 $\pm$ 0.04 ^a	0.733
3.ay	23.56 $\pm$ 0.06 ^a	23.63 $\pm$ 0.07 ^a	23.58 $\pm$ 0.07 ^a	23.66 $\pm$ 0.07 ^a	23.56 $\pm$ 0.07 ^a	0.695
Ortalama	23.12 $\pm$ 0.04 ^a	23.17 $\pm$ 0.04 ^a	23.12 $\pm$ 0.04 ^a	23.15 $\pm$ 0.05 ^a	23.10 $\pm$ 0.04 ^a	0.611

*1. Grup = Yemde zeolit yok - Suda zeolit yok (Kontrol), 2. Grup = Yemde % 2 zeolit - Suda 7 g/l zeolit, 3. Grup = Yemde % 2 zeolit - Suda 20 g/l zeolit, 4. Grup = Yemde % 10 zeolit - Suda 7 g/l zeolit, 5. Grup = Yemde % 10 zeolit - Suda 20 g/l zeolit

Aynı satırdaki farklı harfler, deneme grupları arasındaki farkların önemli olduğunu belirtmektedir ($P<0.05$)

Denemede grupların su sıcaklığı değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemsiz ($P>0.05$) olduğu belirlenmiştir. Deneme sonunda gruplar arasında ortalama su sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$); 23.13 ± 0.02 olarak tespit edilmiştir.

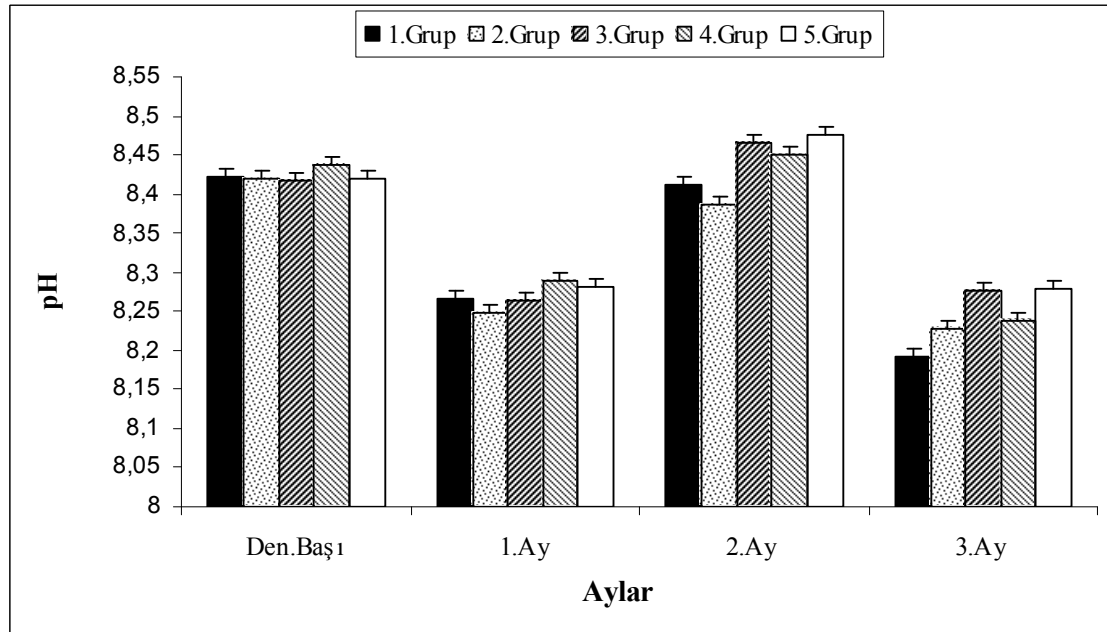
Denemede belirlenen pH değerlerine ilişkin bulgular Çizelge 5. 18.'de sunulmuş ve bu değerler kullanılarak Şekil 5. 9. oluşturulmuştur.

Çizelge 5. 18. Deneme gruplarının aylık ortalama pH değerleri (ort.±SH)

Deneneme	Ölçüm Dönemleri				
Grupları*	Den başı	1. ay	2. ay	3. ay	Ortalama
1. Grup	8.42±0.01 ^a	8.27±0.02 ^a	8.41±0.01 ^b	8.19±0.01 ^a	8.29±0.01 ^a
2. Grup	8.42±0.01 ^a	8.25±0.02 ^a	8.39±0.01 ^a	8.23±0.02 ^{ab}	8.29±0.01 ^a
3. Grup	8.42±0.01 ^a	8.26±0.02 ^a	8.47±0.01 ^{dc}	8.28±0.02 ^c	8.34±0.01 ^{cb}
4. Grup	8.44±0.00 ^a	8.29±0.02 ^a	8.45±0.01 ^c	8.24±0.02 ^{bc}	8.33±0.01 ^b
5. Grup	8.42±0.01 ^a	8.28±0.02 ^a	8.48±0.01 ^{ec}	8.28±0.01 ^{dc}	8.35±0.01 ^{db}
P	0.49	0.36	0.00	0.00	0.00

*1. Grup = Yemde zeolit yok - Suda zeolit yok (Kontrol), 2. Grup = Yemde % 2 zeolit - Suda 7 g/l zeolit, 3. Grup = Yemde % 2 zeolit - Suda 20 g/l zeolit, 4. Grup = Yemde % 10 zeolit - Suda 7 g/l zeolit, 5. Grup = Yemde % 10 zeolit - Suda 20 g/l zeolit

Aynı sütundaki farklı harfler, deneme grupları arasındaki farkların önemli olduğunu belirtmektedir (P<0.05)



Şekil 5. 9. Deneme gruplarının ölçüm dönemlerine göre ortalama pH değerleri

Deneme sonunda grupların ortalama pH değerleri, 1. Grupta; 8.29±0.01, 2. Grupta, 8.29±0.01, 3. Grupta; 8.34±0.01, 4. Grupta; 8.33±0.01 ve 5. Grupta; 8.35±0.01 olarak tespit edilmiştir. Denemenin birinci ayında, grupların pH değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz (P>0.05) iken, ikinci ve üçüncü ayda farkın önemli olduğu (P<0.05) belirlenmiştir.

Denemede belirlenen çözünmüş oksijen değerlerine (mg/l) ilişkin bulgular Çizelge 5. 19.'da sunulduğu gibidir.

Çizelge 5. 19. Deneme gruplarının aylık ortalama çözünmüş oksijen değerleri (mg/l) (ort.±SH)

Ölçüm	Deneme Grupları*					
Dönemleri	1. Grup	2. Grup	3. Grup	4. Grup	5. Grup	P
Den.Başı	8.35±0.09 ^a	8.20±0.09 ^a	8.23±0.05 ^a	8.21±0.07 ^a	8.33±0.05 ^a	0.44
1. ay	6.93±0.07 ^a	6.99±0.06 ^a	7.01±0.06 ^a	7.16±0.05 ^a	7.09±0.07 ^a	0.08
2.ay	6.96±0.09 ^a	6.99±0.08 ^a	7.22±0.08 ^a	7.06±0.09 ^a	7.03±0.09 ^a	0.14
3.ay	6.30±0.08 ^a	6.40±0.07 ^a	6.38±0.08 ^a	6.30±0.08 ^a	6.21±0.09 ^a	0.55
Ortalama	6.74±0.05 ^a	6.80±0.05 ^a	6.87±0.05 ^a	6.85±0.05 ^a	6.78±0.05 ^a	0.35

*1. Grup = Yemde zeolit yok - Suda zeolit yok (Kontrol), 2. Grup = Yemde % 2 zeolit - Suda 7 g/l zeolit, 3. Grup = Yemde % 2 zeolit - Suda 20 g/l zeolit, 4. Grup = Yemde % 10 zeolit - Suda 7 g/l zeolit, 5. Grup = Yemde % 10 zeolit - Suda 20 g/l zeolit

Aynı satırdaki farklı harfler, deneme grupları arasındaki farkların önemli olduğunu belirtmektedir (P<0.05)

Denemede, grupların çözünmüş oksijen değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemsiz (P>0.05) olduğu belirlenmiştir. Deneme sonunda grupların ortalama çözünmüş oksijen değerleri (mg/l), 6.81±0.02 olarak tespit edilmiştir.

Denemede belirlenen elektriksel iletkenlik değerlerine (mS/cm) ilişkin bulgular Çizelge 5. 20'de sunulduğu gibidir.

Çizelge 5. 20. Deneme gruplarının aylık ortalama elektriksel iletkenlik değerleri (mS/cm) (ort.±SH)

Ölçüm	Deneme Grupları*					
Dönemleri	1. Grup	2. Grup	3. Grup	4. Grup	5. Grup	P
Den.Başı	1.80±0.00 ^a	1.80±0.00 ^a	1.80±0.00 ^a	1.80±0.00 ^a	1.80±0.00 ^a	1.00
1. ay	1.72±0.01 ^a	1.71±0.01 ^a	1.71±0.01 ^a	1.71±0.01 ^a	1.71±0.01 ^a	0.97
2.ay	1.56±0.02 ^a	1.55±0.01 ^a	1.56±0.01 ^a	1.56±0.01 ^a	1.56±0.02 ^a	0.98
3.ay	1.33±0.01 ^a	1.33±0.01 ^a	1.33±0.01 ^a	1.33±0.01 ^a	1.33±0.01 ^a	1.00
Ortalama	1.54±0.01 ^a	1.53±0.01 ^a	1.53±0.01 ^a	1.53±0.01 ^a	1.54±0.01 ^a	0.99

*1. Grup = Yemde zeolit yok - Suda zeolit yok (Kontrol), 2. Grup = Yemde % 2 zeolit - Suda 7 g/l zeolit, 3. Grup = Yemde % 2 zeolit - Suda 20 g/l zeolit, 4. Grup = Yemde % 10 zeolit - Suda 7 g/l zeolit, 5. Grup = Yemde % 10 zeolit - Suda 20 g/l zeolit

Aynı satırdaki farklı harfler, deneme grupları arasındaki farkların önemli olduğunu belirtmektedir (P<0.05)

Denemede, grupların elektriksel iletkenlik değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemsiz ($P>0.05$) olduğu belirlenmiştir. Deneme sonunda grupların ortalama elektriksel iletkenlik değerleri (mS/cm); 1.54 ± 0.01 olarak tespit edilmiştir.

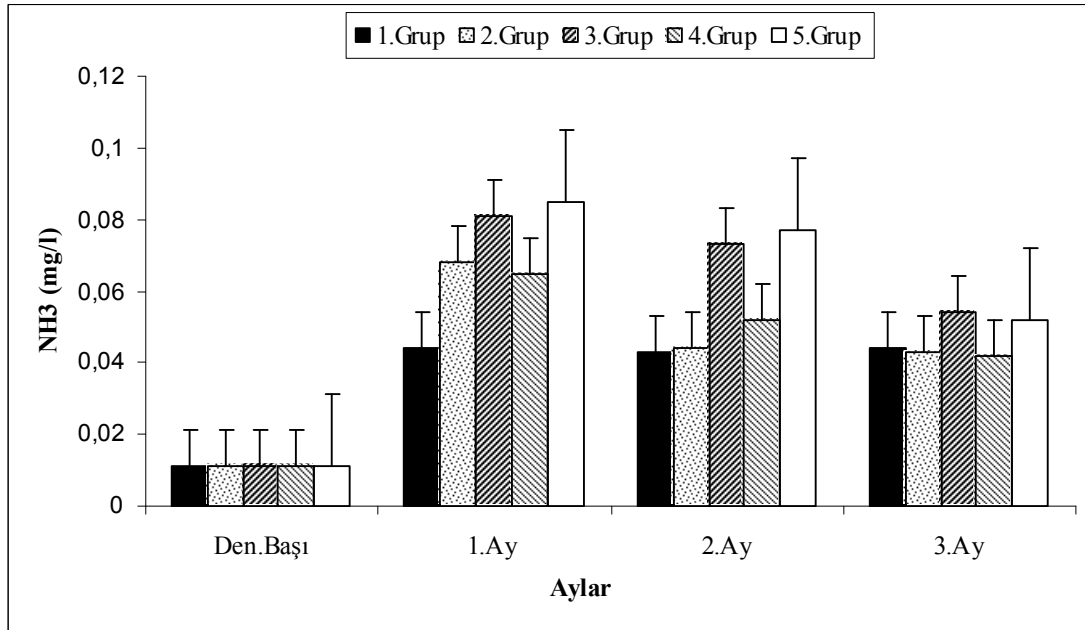
Denemede belirlenen NH_3 değerlerine ilişkin bulgular Çizelge 5. 21.'de sunulmuş ve bu değerler kullanılarak Şekil 5. 10. oluşturulmuştur.

Çizelge 5. 21. Deneme gruplarının aylık ortalama NH_3 değerleri (mg/l) (ort. $\pm$ SH)

Deneneme	Ölçüm Dönemleri				
Grupları*	Den başı	1. ay	2. ay	3. ay	Ortalama
1. Grup	0.011 ± 0.000^a	0.044 ± 0.003^a	0.043 ± 0.001^a	0.044 ± 0.002^b	0.043 ± 0.001^a
2. Grup	0.011 ± 0.000^a	0.068 ± 0.002^{cb}	0.044 ± 0.001^a	0.043 ± 0.002^{ab}	0.052 ± 0.001^b
3. Grup	0.010 ± 0.000^a	0.081 ± 0.002^d	0.073 ± 0.002^c	0.054 ± 0.003^{dc}	0.070 ± 0.001^d
4. Grup	0.011 ± 0.000^a	0.065 ± 0.001^b	0.052 ± 0.001^b	0.042 ± 0.002^a	0.053 ± 0.001^{cb}
5. Grup	0.011 ± 0.000^a	0.085 ± 0.002^{ed}	0.077 ± 0.002^{dc}	0.052 ± 0.002^c	0.072 ± 0.002^{ed}
P	0.472	0.000	0.000	0.000	0.000

*1. Grup = Yemde zeolit yok - Suda zeolit yok (Kontrol), 2. Grup = Yemde % 2 zeolit - Suda 7 g/l zeolit, 3. Grup = Yemde % 2 zeolit - Suda 20 g/l zeolit, 4. Grup = Yemde % 10 zeolit - Suda 7 g/l zeolit, 5. Grup = Yemde % 10 zeolit - Suda 20 g/l zeolit

Aynı sütundaki farklı harfler, deneme grupları arasındaki farkların önemli olduğunu belirtmektedir ($P<0.05$)



Şekil 5. 10. Deneme gruplarının ölçüm dönemlerine göre ortalama NH_3 değerleri (mg/l)

Deneme sonunda grupların ortalama NH_3 değerleri (mg/l), 1. Grupta; 0.043 ± 0.001 , 2. Grupta; 0.052 ± 0.001 , 3. Grupta; 0.070 ± 0.001 , 4. Grupta; 0.053 ± 0.001 ve 5. Grupta;

0.072±0.002 olarak tespit edilmiştir. Denemede, grupların NH₃ değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli (P<0.05) olduğu belirlenmiştir.

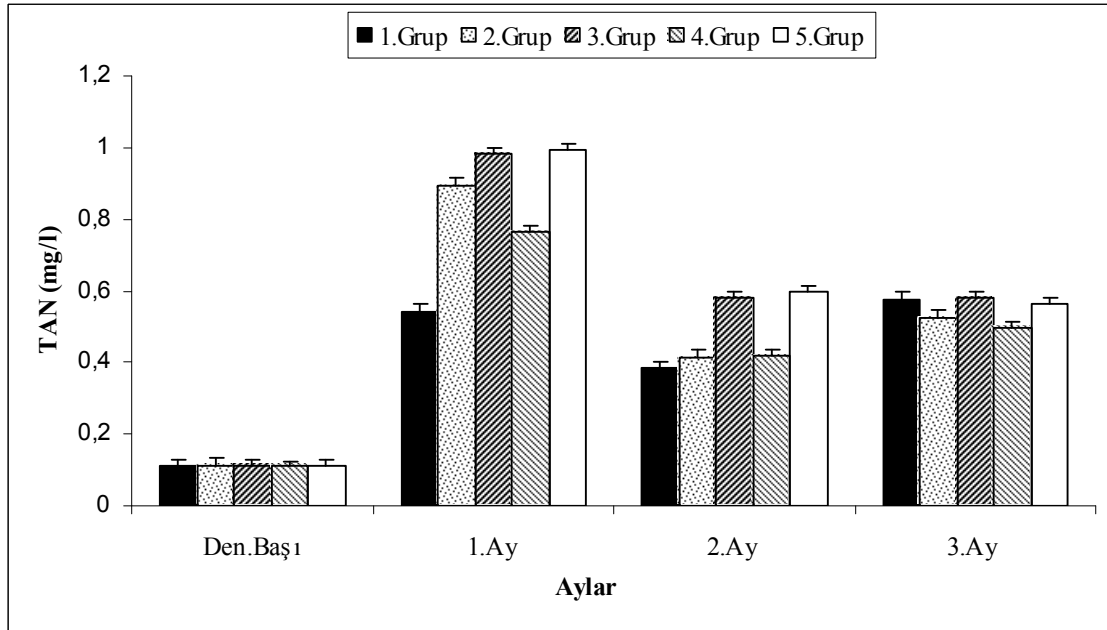
Denemede belirlenen TAN değerlerine ilişkin bulgular Çizelge 5. 22.'de sunulduğu gibidir. Bu değerler kullanılarak Şekil 5. 11. oluşturulmuştur.

Çizelge 5. 22. Deneme gruplarının aylık ortalama TAN değerleri (mg/l) (ort.±SH)

Deneneme	Ölçüm Dönemleri				
Grupları*	Den başı	1. ay	2. ay	3. ay	Ortalama
1. Grup	0.111±0.000 ^a	0.541±0.052 ^a	0.383±0.007 ^a	0.577±0.020 ^b	0.500±0.020 ^a
2. Grup	0.111±0.000 ^a	0.891±0.049 ^{cb}	0.413±0.009 ^b	0.524±0.020 ^a	0.610±0.022 ^{cb}
3. Grup	0.110±0.000 ^a	0.981±0.027 ^d	0.581±0.013 ^d	0.581±0.020 ^{cb}	0.716±0.017 ^d
4. Grup	0.111±0.000 ^a	0.765±0.022 ^b	0.421±0.010 ^c	0.498±0.017 ^a	0.562±0.014 ^b
5. Grup	0.111±0.000 ^a	0.992±0.027 ^{ed}	0.598±0.014 ^{ed}	0.564±0.017 ^{db}	0.720±0.017 ^{ed}
P	0.472	0.000	0.000	0.005	0.000

*1. Grup = Yemde zeolit yok - Suda zeolit yok (Kontrol), 2. Grup = Yemde % 2 zeolit - Suda 7 g/l zeolit, 3. Grup = Yemde % 2 zeolit - Suda 20 g/l zeolit, 4. Grup = Yemde % 10 zeolit - Suda 7 g/l zeolit, 5. Grup = Yemde % 10 zeolit - Suda 20 g/l zeolit

Aynı sütundaki farklı harfler, deneme grupları arasındaki farkların önemli olduğunu belirtmektedir (P<0.05)



Şekil 5. 11. Deneme gruplarının ölçüm dönemlerine göre ortalama TAN değerleri (mg/l)

Deneme sonunda, grupların TAN (mg/l) değerleri 1. Grupta; 0.500±0.020, 2. Grupta; 0.610±0.022, 3. Grupta; 0.716±0.017, 4. Grupta; 0.562±0.014 ve 5. Grupta;

0.720±0.017 olarak tespit edilmiştir. Denemede, grupların TAN değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir (P<0.05).

5.4.2. Büyüme Parametreleri ve Yem Değerlendirme

Dördüncü deneme gruplarındaki balıkların deneme başı ve sonu ortalama ağırlık ve boyları Çizelge 5. 23.'de sunulduğu gibidir.

Çizelge 5. 23. Deneme başı ve sonu ortalama ağırlık (g) ve boy (cm) değerleri (ort.±SH)

Parametreler		Deneme Grupları*					
		1. Grup	2. Grup	3. Grup	4. Grup	5. Grup	P
Ağırlık	Den. başı	4.90±0.18 ^a	4.86±0.17 ^a	4.89±0.18 ^a	4.87±0.16 ^a	4.84±0.17 ^a	0.99
	Den sonu	7.39±0.32 ^a	7.31±0.37 ^a	8.31±0.36 ^b	7.01±0.27 ^a	7.10±0.28 ^a	0.04
Boy	Den başı	7.02±0.10 ^a	7.02±0.10 ^a	6.96±0.09 ^a	6.97±0.11 ^a	7.05±0.09 ^a	0.97
	Den. sonu	8.12±0.14 ^a	8.29±0.13 ^a	8.47±0.14 ^a	8.15±0.11 ^a	8.14±0.10 ^a	0.21

*1. Grup = Yemde zeolit yok - Suda zeolit yok (Kontrol), 2. Grup = Yemde % 2 zeolit - Suda 7 g/l zeolit, 3. Grup = Yemde % 2 zeolit - Suda 20 g/l zeolit, 4. Grup = Yemde % 10 zeolit - Suda 7 g/l zeolit, 5. Grup = Yemde % 10 zeolit - Suda 20 g/l zeolit

Aynı satırdaki farklı harfler, deneme grupları arasındaki farkların önemli olduğunu belirtmektedir (P<0.05)

Deneme başı ağırlık değerleri (g), 1. Grupta 4.90±0.18, 2. Grupta 4.86±0.17, 3. Grupta 4.89±0.18, 4. Grupta 4.87±0.16 ve 5. Grupta 4.84±0.17 olarak tespit edilmiştir. Deneme başı boy değerleri (cm), 1. Grupta 7.02±0.10, 2. Grupta, 7.02±0.10, 3. Grupta, 6.96±0.09, 4. Grupta 6.97±0.11 ve 5. Grupta 7.05±0.09 olarak tespit edilmiştir. Dördüncü deneme gruplarındaki balıkların deneme başı ortalama ağırlık ve boyları arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (P>0.05).

Deneme sonunda en yüksek ağırlık (g), Grup 3' de; 8.31±0.36 olarak tespit edilmiştir. Bu değeri 1. Grup, 2. Grup, 5. Grup ve 4. Grup sırasıyla 7.39±0.32, 7.31±0.37, 7.10±0.28 ve 7.01±0.27 olarak takip etmiştir. En yüksek boy değerleri (cm), 3. Grupta; 8.47±0.14 olarak tespit edilmiştir. Bu değeri 2. Grup, 4. Grup, 5. Grup ve 1. Grup sırasıyla 8.29±0.13, 8.15±0.11, 8.14±0.10 ve 8.12±0.14 olarak takip etmiştir. Dördüncü deneme gruplarındaki balıkların deneme sonu ortalama ağırlık değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli (P<0.05), boy değerleri arasındaki fark ise önemsiz olarak bulunmuştur (P>0.05).

Deneme gruplarındaki balıkların, ortalama bireysel canlı ağırlık artışı, spesifik büyüme oranı, günlük canlı ağırlık artışı, yem değerlendirme oranı ve kondüsyon faktörü

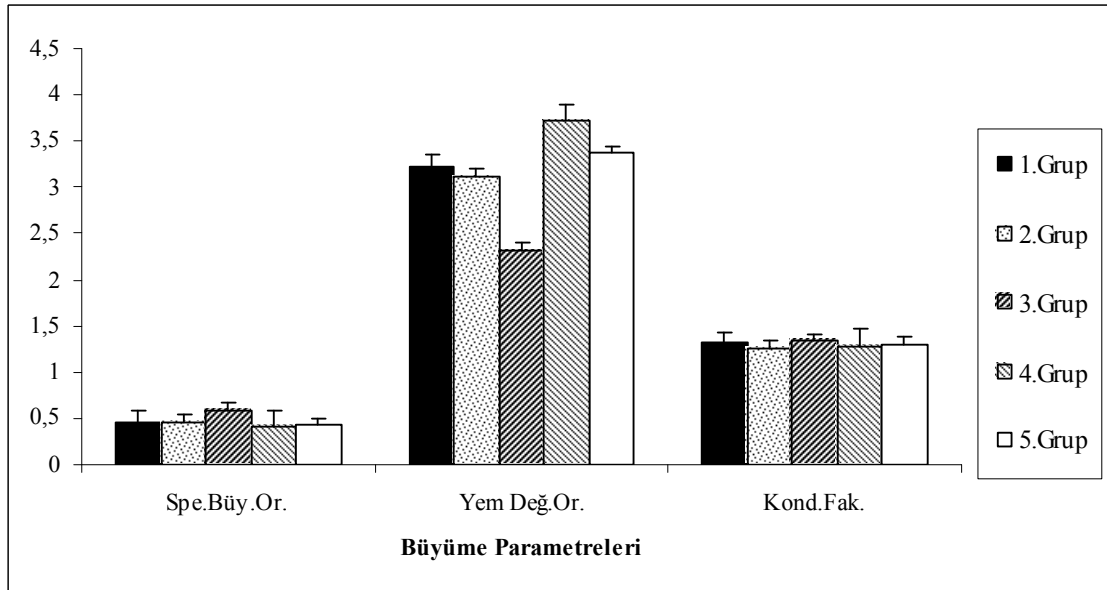
değerleri hesaplanmış ve Çizelge 5. 24.'de sunulmuş ve bu değerler kullanılarak Şekil 5. 12. oluşturulmuştur.

Çizelge 5. 24. Deneme sonunda grupların, ortalama bireysel canlı ağırlık artışı (g), spesifik büyüme oranı (%), günlük canlı ağırlık artışı (%), yem değerlendirme oranı ve kondüsyon faktörü (%) değerleri (ort.±SH)

Büyüme Parametreleri	Deneme Grupları*					P
	1. Grup	2. Grup	3. Grup	4. Grup	5. Grup	
Bireysel Canlı Ağırlık Artışı	2.53±0.34 ^a	2.43±0.20 ^a	3.42±0.27 ^b	2.14±0.31 ^a	2.26±0.15 ^a	0.04
Spesifik Büyüme Oranı	0.46±0.05 ^a	0.45±0.03 ^a	0.59±0.03 ^b	0.40±0.05 ^a	0.43±0.02 ^a	0.05
Günlük Canlı Ağırlık Artışı	0.58±0.08 ^a	0.55±0.04 ^a	0.78±0.06 ^b	0.49±0.07 ^a	0.52±0.03 ^a	0.04
Yem Değerlendirme Oranı	3.23±0.30 ^{ab}	3.11±0.23 ^{ab}	2.31±0.19 ^a	3.71±0.45 ^b	3.37±0.20 ^b	0.04
Kondüsyon Faktörü	1.31±0.03 ^a	1.26±0.03 ^a	1.33±0.03 ^a	1.29±0.03 ^a	1.30±0.02 ^a	0.19

*1. Grup = Yemde zeolit yok - Suda zeolit yok (Kontrol), 2. Grup = Yemde % 2 zeolit - Suda 7 g/l zeolit, 3. Grup = Yemde % 2 zeolit - Suda 20 g/l zeolit, 4. Grup = Yemde % 10 zeolit - Suda 7 g/l zeolit, 5. Grup = Yemde % 10 zeolit - Suda 20 g/l zeolit

Aynı satırdaki farklı harfler, deneme grupları arasındaki farkların önemli olduğunu belirtmektedir (P<0.05)



Şekil 5. 12. Deneme gruplarındaki balıkların, spesifik büyüme oranı (%), yem değerlendirme oranı ve kondüsyon faktörü (%) değerleri

Deneme sonunda, ortalama bireysel canlı ağırlık artışı (g), spesifik büyüme oranı (%) ve günlük canlı ağırlık artışı (%) değerleri incelendiğinde, deneme süresindeki artışa paralel olarak, tüm gruplarda artış olduğu belirlenmiştir. Deneme grupları arasında, yeminde %2, akvaryum suyunda 20 g/l oranında zeolit bulunan 3. Grupta en yüksek ağırlık artışı belirlenmiş ve diğer gruplardan önemli derecede farklı olduğu bulunmuştur ($P<0.05$). En düşük ortalama bireysel canlı ağırlık artışı (g), spesifik büyüme oranı (%) ve günlük canlı ağırlık artışı (%) değerlerinin, yeminde %10 ve akvaryum suyunda 7 g/l zeolit içeren 4. Grupta olduğu belirlenmesine rağmen, 4. Grup ile 1. Grup, 2. Grup ve 5. Grubun ortalama bireysel canlı ağırlık artışı (g), spesifik büyüme oranı (%) ve günlük canlı ağırlık artışı (%) değerleri arasındaki farkın önemsiz olduğu saptanmıştır ($P>0.05$).

Deneme grupları arasında yem değerlendirme oranının, yeminde %2, akvaryum suyunda 20 g/l oranında zeolit bulunan 3. Grupta en düşük olduğu bulunmuştur. Bu değeri sırasıyla, 2. Grup, 1. Grup, 5. Grup ve 4. Grup takip etmiş ve bu grupların yem değerlendirme oranı arasındaki farkın önemsiz olduğu belirlenmiştir ($P>0.05$).

Kondüsyon faktörü oranının (%) en yüksek 3. Grupta, en düşük 4. Grupta olduğu tespit edilmiş ancak deneme gruplarının kondüsyon faktörleri arasında ki farkın önemsiz olduğu saptanmıştır ($P>0.05$). Deneme gruplarında, kondüsyon faktörü değeri ortalama 1.30 ± 0.01 olarak bulunmuştur.

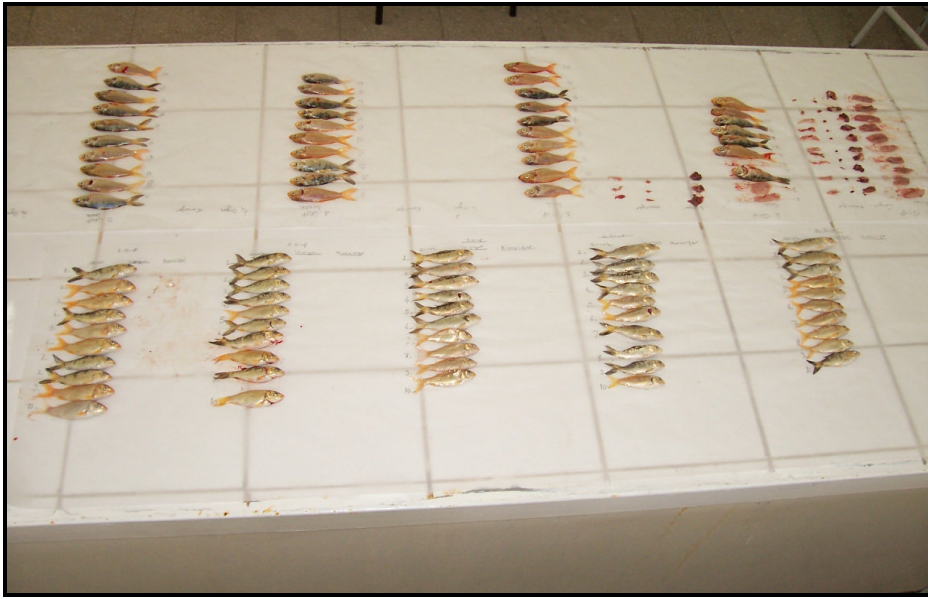
Deneme sonunda, visserosomatik indeks, hepatosomatik indeks ve yaşama oranı değerleri de incelenerek Çizelge 5. 25.'deki değerler tespit edilmiş ve visserosomatik indeks ile hepatosomatik indeks belirlenmesinde kullanılan balıklardan genel bir görünüm Şekil 5. 13.'de verilmiştir.

Çizelge 5. 25. Deneme sonunda grupların ortalama visserosomatik indeks (%), hepatosomatik indeks (%) ve yaşama oranı (%) değerleri (ort.±SH)

Büyüme Parametreleri (%)	Deneme Grupları*					P
	1. Grup	2. Grup	3. Grup	4. Grup	5. Grup	
Visserosomatik İndeks	19.43±0.84 ^a	17.96±0.73 ^a	18.88±0.51 ^a	18.88±0.42 ^a	18.10±0.44 ^a	0.42
Hepatosomatik İndeks	0.29±0.04 ^a	0.29±0.02 ^a	0.30±0.02 ^a	0.29±0.02 ^a	0.29±0.04 ^a	1.00
Yaşama Oranı	100.00±0.00 ^a	100.00±0.00 ^a	100.00±0.00 ^a	100.00±0.00 ^a	100.00±0.00 ^a	1.00

*1. Grup = Yemde zeolit yok - Suda zeolit yok (Kontrol), 2. Grup = Yemde % 2 zeolit - Suda 7 g/l zeolit, 3. Grup = Yemde % 2 zeolit - Suda 20 g/l zeolit, 4. Grup = Yemde % 10 zeolit - Suda 7 g/l zeolit, 5. Grup = Yemde % 10 zeolit - Suda 20 g/l zeolit

Aynı satırdaki farklı harfler, deneme grupları arasındaki farkların önemli olduğunu belirtmektedir (P<0.05)



Şekil 5. 13. Visserosomatik ve hepatosomatik indeksin saptanmasında kullanılan balıklar

Deneme sonunda, visserosomatik indeks, hepatosomatik indeks ve yaşama oranı değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmiş ($P>0.05$) ve deneme gruplarında ortalama, 18.65 ± 0.27 , 0.29 ± 0.01 ve 100.00 ± 0.00 değerleri bulunmuştur.

5.4.3. Balık Etinin Kimyasal Analiz Bulguları

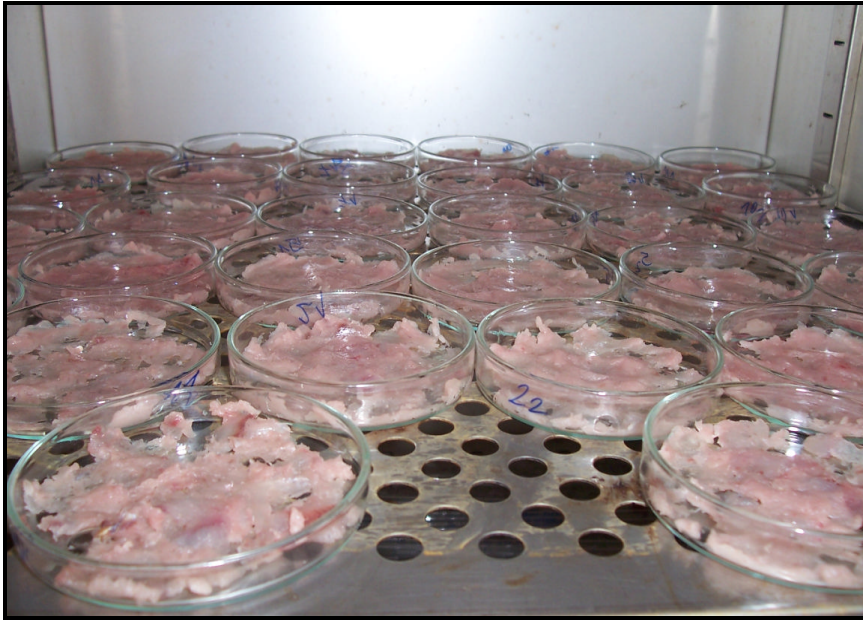
Araştırma gruplarına ait balık etinde, kuru madde, ham protein ve ham yağ analizi sonuçları Çizelge 5. 26.'da verildiği gibi tespit edilmiş ve balık eti analizinden genel bir görünüm Şekil 5. 14.'de verilmiştir.

Çizelge 5. 26. Deneme sonunda grupların balık eti kimyasal analiz sonuçları (ort.±SH)

Kimyasal İçerik(%)	Deneme Grupları*					
	1. Grup	2. Grup	3. Grup	4. Grup	5. Grup	P
Kuru Madde	22.11±0.15 ^a	23.69±0.834 ^a	22.87±0.44 ^a	22.98±0.33 ^a	22.22±0.50 ^a	0.19
Ham Protein	18.20±0.06 ^a	18.86±0.04 ^a	18.19±0.37 ^a	18.89±0.12 ^a	18.17±0.00 ^a	0.06
Ham Yağ	1.67±0.01 ^a	1.70±0.00 ^a	1.69±0.01 ^a	1.65±0.01 ^a	1.65±0.01 ^a	0.07

*1. Grup = Yemde zeolit yok - Suda zeolit yok (Kontrol), 2. Grup = Yemde % 2 zeolit - Suda 7 g/l zeolit, 3. Grup = Yemde % 2 zeolit - Suda 20 g/l zeolit, 4. Grup = Yemde % 10 zeolit - Suda 7 g/l zeolit, 5. Grup = Yemde % 10 zeolit - Suda 20 g/l zeolit

Aynı satırdaki farklı harfler, deneme grupları arasındaki farkların önemli olduğunu belirtmektedir (P<0.05)



Şekil 5. 14. Balık eti analizi için kullanılan örnekler

Deneme sonunda, balık eti, kuru madde, ham protein ve ham yağ oranı değerlerinin yeme veya akvaryum suyuna zeolit ilavesinden etkilenmediği belirlenmiştir (P>0.05). Deneme grupları arasında ortalama olarak balık eti, kuru madde, ham protein ve ham yağ oranı sırasıyla, 22.74±0.23, 18.46±0.13 ve 1.67±0.01 olarak tespit edilmiştir.

6. TARTIŞMA

6.1. Birinci Deneme Tartışma

Su ürünleri üretim tesislerinde, sucul canlılar için zararlı olan amonyak birikiminin ana kaynaklarından biri, ortamda tüketilmeden kalan yem parçacıklarıdır. Amonyumu adsorplama özelliğine sahip olan zeolit yem katkı maddesi olarak kullanıldığında, amonyak giderimine etkisinin belirlenebilmesi için birinci deneme düzeneği oluşturulmuştur. Bir hafta süreyle yürütülen bu deneme sonunda, zeolitli ve zeolitsiz yemin, balık bulunmayan su ortamına etkisi belirlenmiştir.

İyonize olmamış amonyumun (NH_3) toksik etkisi balık türüne ve çevresel koşullara bağlı olarak değişmektedir. Birçok tropikal ve ılıman balık türü için güvenilir konsantrasyonun 0.02-0.05 mg/l, zararlı ancak öldürücü olmayan (sublethal) etkilerin gözlemlendiği konsantrasyonun 0.05-0.4 mg/l ve birçok balık türü için öldürücü konsantrasyonun 0.4-2.5 mg/l arasında olduğu bildirilmektedir (Egemen ve Sunlu, 1999).

Koi balıkları yavru dönemi yetiştiriciliğinde, 0.04-0.08 mg/l düşük seviyeler, 0.12-0.27 mg/l orta seviyeler, 0.4-0.8 mg/l NH_3 konsantrasyonları ise yüksek seviyeler olarak bildirilmiştir (Weinstein ve Kimmel, 1998).

Deneme sonunda, 1. Grup, 2. Grup ve 3. Grubun, su sıcaklığı, elektriksel iletkenliği, NH_3 ve TAN değerleri arasındaki farkın önemsiz ($P>0.05$) olduğu belirlenmiş ve ortalama olarak su sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$); 22.70 ± 0.05 , elektriksel iletkenlik (mS/cm); 1.58 ± 0.04 , NH_3 (mg/l); 0.51 ± 0.05 ve TAN (mg/l) 4.82 ± 0.44 olarak tespit edilmiştir.

Denemede, sıcaklık ve elektriksel iletkenlik parametreleri, yeme zeolit ilavesinden etkilenmemiştir. Bu parametreler bakımından sonuçlar, Lanari ve ark., (1996); Töre (2006) ve Danabaş (2009)'ın sonucu ile benzer bulunmuştur.

Deneme sonunda, 1. Grup (kontrol grubu) ve %2 oranında zeolit içeren 2. Grubun pH değerleri arasındaki fark önemsiz iken, her iki grubun pH değerleri, yemde %10 oranında zeolit içeren 3. Grubun pH değerinden istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($P<0.05$) (Çizelge 5.1.). Yeme zeolit ilavesi, miktarı ile orantılı olarak pH değerlerini yükseltmiştir. Yemde %2 ve %10 oranında zeolit içeren gruplar ile kontrol grubunun NH_3 değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmasına karşın, NH_3 konsantrasyonu zeolitli gruplarda çok daha düşüktür (Çizelge 5.1.). Bu durum yemdeki zeolit akvaryum suyunda NH_3 konsantrasyonunu azalttığını göstermektedir. Buna paralel olarak, nitrifikasyon işleminde ortaya çıkan hidrojen iyonlarının bu gruplarda daha az ortaya çıkması ve dolayısıyla da pH değerlerinin daha yüksek olması sonucunu

desteklemektedir. Çünkü suda bulunan amonyum iyonlarının, nitrit ve nitrata dönüşmesi esnasında, pH'nın düşmesine neden olan hidrojen iyonları serbest hale geçmektedir (Boyd, 1997; Boyd (1990)'dan; Yanık ve ark., 2001). Zeolitli gruplarda pH yükselmesini tetikleyebilecek bir diğer unsur ise, zeolitin yapısında bulunan kalsiyum ve magnezyum karbonatların (CaCO_3 ve MgCO_3) su ile hidrolizi olabilir (Mazeikiene ve ark., 2008).

Su ortamının pH değerleri, NH_3 / NH_4 oranını etkileyen en önemli faktördür. PH değerlerinin 1 birim artması NH_3 'ün bulunma oranını 10 kat arttırmaktadır (Yanık ve ark., 2001; Durborow ve ark., (1992)'dan). Bu denemede, zeolitli gruplardaki pH artışının NH_3 değişimine etkisi incelendiğinde (Çizelge 5.2.), NH_3 değerlerini etkileyecek düzeylerde olmadığı, özellikle artan amonyak konsantrasyonlarında (5. günden itibaren), zeolitli gruplarda daha düşük değerlerde kaldığı belirlenmiştir. Bu sonuç, zeolitli deneme grubunda pH oranı 0.10 birim (7.85'den 7.95'e) artmasına rağmen, kontrol grubuna oranla istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığının belirlendiği, Zhang ve Perschbacher (2003)' in araştırmasında da desteklenmektedir. Deneme gruplarındaki pH değerleri, %10 oranında zeolit ilavesinden etkilenmesine karşın tüm deneme gruplarında balık yetiştiriciliğine uygun sınırlar içerisinde seyretmiştir (Çizelge 5.1.).

Deneme sonunda, 1. Grup (kontrol grubu) ve %2 oranında zeolit içeren 2. Grubun çözünmüş oksijen değerleri arasındaki fark önemsiz iken, bu gruplardaki çözünmüş oksijen değerleri, yeminde %10 oranında zeolit içeren 3. Grubun çözünmüş oksijen değerinden istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($P < 0.05$) (Çizelge 5.1.). Yeme zeolit ilavesi, miktarı ile orantılı olarak çözünmüş oksijen değerlerini yükseltmiştir. Zeolitlerden özellikle kuluçkahanelerde oksijence zengin ortamın oluşturulabilmesi için faydalanılabileceği bildirilmektedir (Anonim, 2007a). Yemde %2 ve %10 oranında zeolit içeren grupların NH_3 değerleri ile kontrol grubunun (1. Grup) NH_3 değerleri arasında ki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmasına karşın, NH_3 konsantrasyonu zeolitli gruplarda çok daha düşüktür. Buna paralel olarak, zeolit tarafından amonyağın bir kısmının tutulması dolayısıyla nitrifikasyon işleminin yemde zeolit bulunan grupların akvaryumunda daha az olduğu ve tüketilen çözünmüş oksijen değerlerinin bu gruplarda daha yüksek olduğu sonucuna varılabilir. Sucul ortamdan amonyağın uzaklaştırılması için doğal bir süreç olan nitrifikasyon döngüsü, aerobik bir işlem olduğu için çözünmüş oksijen tüketilir (Boyd, 1997; Boyd (1990)'dan). Deneme gruplarındaki çözünmüş oksijen değerleri, %10 oranında zeolit ilavesinden olumlu yönde etkilenmesine karşın, diğer deneme gruplarında da balık yetiştiriciliğine uygun sınırlar içerisinde kalmıştır (Çizelge 5.1.).

Birinci deneme akvaryumlarında 20 litre su içerisinde 10 gram yem (litreye 0.5 gram yem) bulunacak şekilde uygulama yapılmıştır. 7 günlük deneme süresince ortalama su sıcaklığı; 22.70 ± 0.05 °C, ortalama pH; 8.27 ± 0.03 olarak seyretmiştir. Bu koşullar altında deneme başlangıcında ortalama konsantrasyonu 0.33 ± 0.00 mg/l olan TAN değerleri 7 gün sonunda, içerisinde zeolit katkısı olmayan 1. Grupta (kontrol grubu) 12.35 ± 0.28 mg/l'ye kadar yükselmiştir. Bu değer, yeminde %2 oranında zeolit içeren grupta (2. Grup), 9.62 ± 0.18 mg/l, %10 oranında zeolit içeren grupta (3. Grup) ise 7.24 ± 0.22 mg/l'ye kadar yükselmiştir (Çizelge 5.1.). TAN değerlerinin, yeminde zeolit bulunmayan gruba (1. Grup) göre, yeminde %2 oranında zeolit içeren grupta %22.8 oranında, yeminde %10 oranında zeolit içeren grupta ise, %41.4 oranında daha az konsantrasyonlarda kaldığı belirlenmiştir. Yeme konma miktarı üzerinden birim olarak hesaplandığında yemden suya salınan amonyak miktarını, yeme %2 oranında zeolit ilave edilmesi 1.4 oranında $[(12.35-9.62)/2]$, %10 oranında zeolit ilavesi ise 0.5 oranında $[(12.35-7.24)/10]$ azaltmıştır. Bu durumda; verimi ve ekonomikliği göz önüne alınarak, yeme %2 oranında zeolit ilavesinin tavsiye edilebileceği sonucuna varılmıştır.

Denemede günlük TAN değişimleri incelendiğinde, ilk ölçümde, en düşük TAN değeri, yeminde %10 oranında zeolit içeren 3. Grupta elde edilirken bunu sırasıyla %2 oranında zeolit içeren 2. Grup ve zeolit içermeyen 1. Grup takip etmiş ve tüm grupların TAN değerlerinin önemli derecede birbirinden farklı olduğu belirlenmiştir ($P < 0.05$). TAN değerlerinin, 2., 3. ve 4. gün 1. Grupta en yüksek, 3. Grupta ise en düşük değerlerde seyrettiği ve 2. gün hariç aradaki farkın önemli olduğu belirlenmiştir ($P < 0.05$). Denemenin 5. gününde grupların TAN değerleri arasında belirginleşen fark, 6. ve 7. günde de devam etmiş ve zeolitli gruplar, kontrol grubuna göre daha düşük TAN değerleri göstermiştir ($P < 0.05$) (Çizelge 5. 3.).

Bu deneme değerleri, Obradovic ve ark., (2006) ile benzerlik göstermekte (yeme konulan zeolitler su koşulları üzerine etkili olmuştur) iken, Edsall ve Smith (1989); Lanari ve ark., (1996); Töre (2006) ve Danabaş (2009) ile farklı olduğu bulunmuştur (yeme konulan zeolitler su koşulları üzerine etkili olmamıştır). Bu durumun, denemelerin yöntem ve materyal farklılıklarından (kullanılan zeolit türü ve miktarları, amonyak konsantrasyonu, ortam koşulları) kaynaklandığı düşünülmektedir. Örneğin Lanari ve ark., (1996)'nın yaptıkları araştırmada kullanılan zeolit türü bu denemedeki zeolit türünden farklıdır. Zeolit amonyumu tutma kapasitesi çok sayıda değişkenin etkisi altında olduğu için, farklı kaynaklardan alınmış ve farklı aktiveleştirilme işlemleri uygulanmış zeolit ve farklı canlı türleri ve bunlara uygun su koşulları ile yapılmış çalışmalarda elde edilen sonuçların birbiri

ile tam olarak örtüşmesi beklenemez. Konu ile ilgili çalışmaların sayısı arttıkça, zeolitlerin kullanım olanaklarına ilişkin veriler de artacaktır.

Denemede elde edilen sonuçlar, balık yemlerine zeolit ilave edilmesinin su koşullarının düzeltilmesine katkı sağlayabileceğini göstermiştir. Bu sonuç, yeme ilave edilen zeolitın sadece, sindirimi artırması ve dışkıdaki besleyici elementlerin (azotlu bileşikler) bir kısmını azaltmasının (Mumpton ve Fishman, 1977; Erener ve ark., 2001; Leung ve ark., 2006; Leung ve ark., 2007) yanı sıra, su ortamında tüketilmeden kalan yemlerden kaynaklanan amonyak birikimi üzerine de etkili olduğunu göstermiştir. Bu durum zeolitın yemdeki azotlu bileşikleri yapısında tutup, suya daha az miktarlarda ve daha yavaş bırakması ile veya nem çekici özelliği sayesinde yemin bağlayıcılığını artırması ve suda kolay çözünmesini engellemesi ile açıklanabilir.

Yeme zeolit ilave edilen grupların kontrol grubuna göre ilave edilme oranına paralel olarak çok daha düşük TAN ve çok daha yüksek çözünmüş oksijen değerleri vermesi bu şekilde kullanımının, su ürünleri yetiştiriciliğine katkı sağlayacağını göstermektedir.

6.2. İkinci Deneme Tartışma

İkinci denemede, farklı miktarlarda zeolit katkılı yem, farklı miktarlarda zeolit içeren su, zeolitsiz yem ve zeolitsiz su ortamının birbirleriyle kombinasyonlarının, balıksız ortamdaki su kriterlerine olan etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Yedi gün süreyle yürütülen bu çalışma neticesinde, zeolitli ve zeolitsiz yemin ve/veya zeolitli ve zeolitsiz su ortamının, balık bulunmayan su ortamına etkisi belirlenmiştir.

Denemede, sıcaklık ve elektriksel iletkenlik, suya, yeme veya hem yeme hem suya zeolit ilavesinden etkilenmemiştir. Bu parametreler (sıcaklık ve elektriksel iletkenlik) bakımından sonuçlar, Lanari ve ark., (1996); Töre (2006) ve Danabaş (2009)'ın sonucu ile benzer bulunmuştur.

Deneme sonunda, pH bakımından, 2., 4., 5., 6., 8. ve 9. Gruptaki değerlerin birbirlerine yakın, ve bu gruptaki değerlerin 1., 3. ve 7. Gruptan daha yüksek değerlerde olduğu saptanmıştır ($P < 0.05$). 2., 4., 5., 6., 8. ve 9. Grubun, su ve yeminde zeolit olup, 1., 3. ve 7. Gruplar, düşük oranda zeolit içeren veya hiç zeolit içermeyen gruplardır. Sadece suda zeolit bulunan, içerisinde yem bulunmayan gruplarda (2. ve 6. Grup) en yüksek pH değerleri elde edilmiştir. Zeolit katkısız yem olan gruplarda (1., 3. ve 7. Grupta) en düşük pH değerleri elde edilmiştir (Çizelge 5.4.). Bu noktada elde edilen sonuçlara göre, yeme veya suya zeolit ilavesinin pH değerlerinde yükselmeye neden olduğu sonucuna varılabilir. Bu durum, Mazeikiene ve ark., (2008)'nın bulduğu sonuç ile benzerlik göstermektedir.

Zeolitli gruptaki pH artışına, zeolitin yapısında bulunan kalsiyum ve magnezyum karbonatların (CaCO_3 ve MgCO_3) su ile hidrolizi neden olmuş olabilir (Mazeikiene ve ark., 2008).

Su ortamının pH değerleri, $\text{NH}_3 / \text{NH}_4$ oranını etkileyen en önemli faktördür. PH değerlerinin 1 birim artması NH_3 'ün bulunma oranını 10 kat arttırmaktadır (Yanık ve ark., 2001; Durborow ve ark., (1992)'dan). Bu denemede, zeolitli gruptaki pH artışının, NH_3 değişimine etkisi incelendiğinde (Çizelge 5.5.), NH_3 değerlerini etkileyecek düzeylerde olmadığı, özellikle artan amonyak konsantrasyonlarında (4. günden sonra), zeolitli grupta daha düşük değerlerde kaldığı belirlenmiştir. Bu sonuç, zeolitli deneme grubunda pH oranı 0.10 birim (7.85'den 7.95'e) artmasına rağmen, kontrol grubuna oranla istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı belirlendiği, Zhang ve Perschbacher (2003)' in araştırmasında da desteklenmektedir. Deneme gruplarındaki pH değerleri, zeolit ilavesinden etkilenmesine karşın tüm deneme gruplarında balık yetiştiriciliğine uygun sınırlar içerisinde seyretmiştir.

Çözünmüş oksijen bakımından, 2. ve 6. Grup birbirleri ile aynı, diğer tüm gruptan daha yüksek çıkmıştır. Bu farklılık, sularında hiç yem olmaması nedeniyle, ortamda oksijen tüketimine sebep olacak bir faktör bulunmadığından kaynaklanmaktadır. Çözünmüş oksijenin en düşük değeri, yeminde ve suyunda zeolit içermeyen 1. Grupta elde edilmiştir (Çizelge 5.4.). Yemde ve suda zeolitin bulunma oranı arttıkça oksijen oranı da genel olarak artış göstermiştir. Zeolitin, yemden kaynaklanan amonyağın bir kısmını tutması dolayısıyla nitrifikasyon işleminin, yem ve suda zeolit bulunan grupta daha az olduğu ve çözünmüş oksijen değerlerinin bundan dolayı daha yüksek seyrettiği sonucuna varılabilir. Sucul ortamdan amonyağın uzaklaştırılması için doğal bir süreç olan nitrifikasyon döngüsü aerobik bir işlem olduğu için, çözünmüş oksijen tüketilir (Boyd, 1997; Boyd (1990)'dan). Sonuç olarak, çözünmüş oksijen, suya, yeme veya hem yeme hem suya zeolit ilavesinden olumlu yönde etkilenmiştir. Bu açıdan sonuçlar, Berka, 1986; Bower ve Turner, (1982)'dan; Sing ve ark., (2004)'nın sonuncu ile benzer, Lanari ve ark., (1996); Töre (2006); Danabaş (2009) ile farklı bulunmuştur.

Amonyak suda iki formda (NH_3/NH_4) bulunur ve ikisi birlikte toplam amonyak nitrojeni (TAN) olarak adlandırılır. Amonyak bu iki formu suyun pH ve sıcaklığına bağlı olarak suda herhangi bir anda baskın olabilir. Zeolit (özellikle klinoptilolit türü), sulu ortamdan amonyum iyonlarını (NH_4) etkili bir biçimde uzaklaştırarak, sudaki toplam amonyak nitrojeni (TAN) düzeyleri üzerine etki etmektedir (Mumpton ve Fishman, 1977;

Nguyen ve Tanner, 1998; James ve Sampath, 1999; Emadi ve ark., 2001; Kuleyin ve Ergun, 2004; Anonim, 2007b).

İkinci denemenin akvaryumlarında 20 litre su içerisinde 10 gram yem (litreye 0.5 gram yem) bulunacak şekilde uygulama yapılmıştır. Yedi günlük deneme süresince ortalama su sıcaklığı; $23.15 \pm 0.08^{\circ}\text{C}$, ortalama pH; 8.35 ± 0.01 olarak seyretmiştir. Bu koşullar altında deneme başlangıcında ortalama konsantrasyonu 0.22 ± 0.00 mg/l olan TAN değerleri 7 gün sonunda, akvaryum tabanında ve yeminde zeolit katkısı olmayan 1. Grupta (kontrol grubu) 16.31 ± 0.15 mg/l'ye kadar yükselmiştir. Yeminde zeolit olmayıp suyunda sırasıyla 7 ve 20 g/l zeolit olan 3. ve 7. Grupta bu değer 9.70 ± 0.85 mg/l, 9.15 ± 0.16 mg/l olarak tespit edilmiştir. Yeminde ve suyunda iki farklı oranda zeolit içeren 4., 5., 8., ve 9. Grupta ise TAN değerleri zeolitin bulunma miktarı arttıkça düşme eğilimi göstermişlerdir. Bu gruplar arasında en düşük değer, yeminde ve suyunda en yüksek oranlarda zeolit içeren 9. Grupta; 6.13 ± 0.56 mg/l olarak tespit edilmiştir (Çizelge 5.4.). TAN değeri kontrol grubuna göre bu grupta %62.5 oranında daha az konsantrasyonda seyretmiştir. Suya konma miktarı üzerinden birim olarak hesaplandığında, yemden suya salınan amonyak miktarını, suya 7 g/l oranında zeolit ilave edilmesi 0.9 oranında $[(16.31-9.70)/7]$, 20 g/l oranında zeolit ilavesi ise 0.4 oranında $[(16.31-9.15)/20]$ azaltmıştır. Bu durum az miktardaki zeolitin su ile temas yüzeyinin daha fazla olması ile açıklanabilir. Diğer bir faktör ise, zeolit miktarına paralel olarak artan pH değerleri ile amonyağın (NH_3) miktarının, amonyuma (NH_4) oranla artmasıdır. Zeolitin verimi, sadece NH_4 formunu tutabildiği için, yüksek pH değerlerinde azalmaktadır.

İçerisinde hiç yem bulunmayan 2. ve 6. Grup, diğer tüm deneme gruplarından daha düşük TAN değerleri göstermiş ve bu fark istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). 2. ve 6. ile 3. ve 7. Grup incelendiğinde zeolit bulunma oranı attıkça TAN oranında da bir artış olduğu dikkat çeken bir nokta olarak belirlenmiş ancak, 4. ve 8. ile 5. ve 9. Gruplar arasında böyle bir durum belirlenmemiştir (Çizelge 5.4.). Su ortamında bulunan zeolitin az miktarda da olsa amonyağı yükselttiğine dair, literatürde açıklayıcı bir bilgiye rastlanılmamıştır. Zeolit suda kimyasal veya fiziksel bir değişikliğe sebep olarak, TAN değerlerinin bir miktar yükselmesine sebep olmuş olabilir. Diğer bir ihtimal ise, zeolitin kaynağından veya daha sonraki işlemlerden, bir miktar amonyumu bünyesinde biriktirmesi olabilir. Örneğin, çıkarılma veya depolanması sırasında topraktan veya yıkanma esnasında yıkama suyundan amonyumu adsorplamış olabilir. Sadece yıkama ve kurutma işlemine maruz bırakılan (bu denemede olduğu gibi) zeolitler bundan dolayı amonyumu bir miktar yükseltebilir. Bu durumda ilk kullanımdan önce NaCl veya KCl gibi

şartlandırılma solüsyonları ile içeriğinin amonyum giderimine hazırlanması çok daha etkili bir şekilde kullanımını sağlayabilir.

Denemede günlük TAN değişimleri incelendiğinde, içerisinde hiç zeolit olmayan 1. Grupta, denemenin 2. ve 3. gününde başlayan artış, 4. günde iyice belirginleşerek diğer tüm gruplardan daha yüksek değerlere ulaşmıştır ($P<0.05$) (Çizelge 5.6.).

Denemenin 7. gününde, en düşük TAN değeri 2. Grupta; 1.28 ± 0.00 mg/l ve 6. Grupta; 1.46 ± 0.08 olarak belirlenmiş ve bu iki grup arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$). Bu değerleri 9. Grup, 8. Grup, 5. Grup, 7. Grup, 4. Grup, 3. Grup ve 1. Grup sırasıyla 6.13 ± 0.56 , 7.05 ± 0.72 , 8.67 ± 0.36 , 9.15 ± 0.16 , 9.44 ± 0.45 , 9.70 ± 0.85 ve 16.31 ± 0.15 mg/l olarak takip etmiştir. Deneme grupları arasında TAN değerlerinin istatistiksel olarak önemli derecede farklı olduğu ($P<0.05$) ve yeme ve/veya akvaryum suyuna zeolit ilavesinin TAN değerlerinin azalmasına katkı sağladığı bulunmuştur.

İçerisinde yem bulunan deneme grupları (1., 3., 4., 5., 7., 8. ve 9. Grup) arasında, yedi günlük ortalama, toplam amonyak azotu bakımından en düşük değer, 3.94 ± 0.35 mg/l olarak 9. grupta (yemde %10 zeolit, suda 20 g/l zeolit) tespit edilmiştir. En yüksek değer ise, 7.46 ± 1.24 olarak, 1. Grupta (yemde zeolit yok, suda zeolit yok) tespit edilmiştir. Dokuz ve birinci grubun TAN değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.05$). Birinci Grup, diğer deneme gruplarının hepsinden daha yüksek TAN değerleri göstermiş ve bu fark istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ($P<0.05$) (Çizelge 5.4.).

Bu sonuç, Berka, 1986; Bower ve Turner (1982)'dan; Nguyen ve Tanner (1998); Kuleyin ve Ergun (2004); Obradovic ve ark., (2006)'nın sonucu ile benzerlik, Lanari ve ark., (1996); Töre (2006) ve Danabaş (2009)' ın sonucu ile farklılık göstermektedir. Bu durumun, denemelerdeki yöntem ve materyal farklılıklarından (kullanılan zeolit miktarları, amonyak konsantrasyonu, ortam koşulları) kaynaklandığı düşünülmektedir. Örneğin, Lanari ve ark., (1996)'nın yaptıkları araştırmada, sindirim analizi için dışkı toplanmasından dolayı, denemede amonyak birikiminin düşük konsantrasyonlarda kaldığı, bu nedenle zeolitın TAN değerleri üzerine etki etmediği bildirilmektedir. Çünkü, düşük amonyak konsantrasyonlarında zeolitın amonyağı tutma kapasitesi azalmaktadır (Chiayvareesajja ve Boyd, 1993; Sarioğlu, 2005; Rahmani ve Ehsani, 2006).

Sonuç olarak, yemde, suda veya hem yemde hem suda zeolit kullanılması, sudaki TAN değerlerinin etkili bir biçimde düşürülmesine katkı sağlamaktadır. Zeolitli gruplar arasında TAN değerleri bakımından istatistiksel olarak fark çıkmaması denemede düşük zeolit miktarlarının dahi etkili bir şekilde kullanılabileceğini göstermiştir. Ekonomikliği ve

kullanım kolaylığı göz önüne alınarak, yemde %2 ve/veya akvaryum suyunda 7 g/l zeolit kullanımının tavsiye edilebileceği sonucuna varılmıştır.

6.3. Üçüncü Deneme Tartışma

Üçüncü denemede, farklı oranda zeolit katkılı yemlerin veya farklı oranda akvaryum tabanında filtre malzemesi olarak kullanılan zeolitlerin, koi balıklarının büyüme parametreleri ve su kalitesi üzerine olan etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Doksan gün süre ile yürütülen deneme sonunda, zeolit katkılı yemlerin ve farklı oranda akvaryum tabanında filtre malzemesi olarak kullanılan zeolitlerin, koi balıklarının yetiştiriciliği üzerine olan etkileri belirlenmiştir.

6.3.1. Su Kalitesi Parametreleri

Denemede, ortalama $23.03 \pm 0.02^{\circ}\text{C}$, 6.86 ± 0.02 mg/l ve 1.54 ± 0.01 mS/cm olarak belirlenen sıcaklık, çözünmüş oksijen ve elektriksel iletkenlik değerleri, suya veya yeme zeolit ilavesinden etkilenmemiştir. Bu parametreler bakımından sonuçlar, Lanari ve ark., (1996); Töre (2006) ve Danabaş (2009)' ın sonucu ile benzer bulunmuştur.

Deneme sonunda, pH değerleri, akvaryum zemininde zeolit bulunan gruplarda (4. Grup ve 5. Grup), akvaryum zemininde zeolit bulunmayan gruplardan (1. Grup, 2. Grup ve 3. Grup) daha yüksek olarak tespit edilmiştir ve aradaki fark istatistiksel olarak da önemlidir ($P < 0.05$) (Çizelge 5.8.). Bu durum, Mazeikiene ve ark., (2008)'nın bulduğu sonuçlar ile benzerlik göstermektedir. Zeolitli gruplardaki pH artışına, zeolit yapısında bulunan kalsiyum ve magnezyum karbonatların (CaCO_3 ve MgCO_3) su ile hidrolizi neden olmuş olabilir (Mazeikiene ve ark., 2008). Deneme gruplarındaki pH değerleri, zeolit ilavesinden etkilenmesine karşın tüm deneme gruplarında balık yetiştiriciliğine uygun sınırlar içerisinde seyretmiştir.

Deneme sonunda, NH_3 ve TAN değerleri paralel bir seyir izlemiş ve sadece yeminde zeolit bulunan gruplarda (2. Grup ve 3. Grup) diğer gruplardan istatistiksel olarak önemli derecede düşük olduğu tespit edilmiştir ($P < 0.05$) (Çizelge 5.11., Çizelge 5.12.). Bu durum, yeme ilave edilen zeolitın sindirimi artırması ve dışkıdaki besleyici elementlerin (azotlu bileşikler) bir kısmını azaltması veya su ortamında tüketilmeden kalan yemlerden kaynaklanan amonyak birikimi üzerine etki etmesi ile açıklanabilir (Mumpton ve Fishman, 1977; Erener ve ark., 2001; Leung ve ark., 2006; Leung ve ark., 2007). Denemede elde edilen bu sonuç, balık yemlerine zeolit ilave edilmesinin su koşullarının düzeltilmesine katkı sağlayabileceğini göstermiştir.

Sadece akvaryum zemininde zeolit bulunan gruplarda (4. Grup ve 5. Grup), NH_3 ve TAN'ın en yüksek değerleri kaydedilmiş ve 1. Grup, 2. Grup ve 3. Grubun NH_3 ve TAN değerleri ile 4. ve 5. Grubun TAN değerleri arasındaki fark, istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P < 0.05$) (Çizelge 5.11., Çizelge 5.12.). PH değerlerindeki artış ile amonyak (NH_3) değerleri de artış göstermektedir (Yanık ve ark., 2001). Zeolitin de bu yönde etki göstermesi amonyak artışına sebep olmuş olabilir. Diğer bir faktör ise, zeolit miktarına paralel olarak artan pH değerleri ile amonyağın (NH_3) miktarının, amonyuma (NH_4) oranla artmasıdır. Zeolit sadece NH_4 formunu tutabildiği için, yüksek pH değerlerinde, zeolitin verimi azalmaktadır. Diğer bir olasılık ise, zeolitin, kaynağından veya daha sonraki işlemlerden, bir miktar amonyumu bünyesinde biriktirmiş olmasıdır. Örneğin, çıkarılma veya depolanması esnasında topraktan veya yıkanma esnasında yıkama suyundan amonyumu adsorplamış olabilir. Sadece yıkama ve kurutma işlemine maruz bırakılan (bu denemede olduğu gibi) zeolitler bundan dolayı amonyağı bir miktar yükseltebilir. Bu durumda ilk kullanımdan önce NaCl veya KCl gibi şartlandırılma solusyonları ile içeriğinin amonyum giderimine hazırlanması çok daha etkili bir şekilde kullanımını sağlayabilir. Bu konu ile ilgili araştırma yapılmasının yararlı olabileceği düşünülmektedir. Zeolitin yüksek konsantrasyonlarda amonyak tutma kapasitesi oldukça fazla iken, düşük konsantrasyonlarda, amonyak tutma kapasitesi azalmaktadır (Chiayvareesajja ve Boyd, 1993; Sarioğlu, 2005; Rahmani ve Ehsani, 2006). Bu denemede akvaryum zemininde bulunan zeolitin (4. Grup ve 5. Grupta) etkili bir şekilde amonyağı adsorplayamamasının, amonyağın düşük konsantrasyonlarda oluşundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Daha sonra yapılacak araştırmalarda, düşük konsantrasyonlarda zeolitin amonyak tutma kapasitesinin artırılmasına yönelik araştırmalar yapılması faydalı olacaktır.

NH_3 ve TAN değerleri, 4. Grup ve 5. Grupta daha yüksek olmasına karşın, tüm gruplarda balık yetiştiriciliği bakımından güvenli sınırlar içerisinde kalmıştır. Birçok tropikal ve ılıman balık türü için güvenilir konsantrasyon değerlerinin; 0.02-0.05 mg/l, sublethal etkilerin gözlemlendiği konsantrasyon değerlerinin; 0.05-0.4 mg/l, birçok balık türü için öldürücü konsantrasyon değerlerinin ise; 0.4-2.5 mg/l arasında olduğu bildirilmektedir (Egemen ve Sunlu, 1999).

6.3.2. Büyüme Parametreleri

Bu denemede elde edilen spesifik büyüme oranı değerlerinin 0.82 ± 0.05 ile 1.07 ± 0.03 arasında olduğu tespit edilmiştir. Spesifik büyüme oranının, Nandeeshha ve ark. (2000)' nın 0.43 gramlık sazan balığı ile yaptıkları denemede 4.78 ile 4.85 arasında, Emre ve ark.,

(2003)'nın 15 gramlık aynalı sazan balığı ile yaptıkları denemede 1.19 ile 1.89 arasında, Gouveia ve ark., (2003)'nın 24.6 gramlık koi balığı ile yaptıkları denemede 0.2 ile 0.3 arasında, Jha ve ark., (2006b)'nın 0.12 gramlık koi balığı ile yaptıkları denemede 5.43 ile 5.47 arasında, Jha ve ark., (2004)'nın 0.09 gramlık koi balığı ile yaptıkları denemede 3.94 ile 5.14 arasında, Ogunji ve ark., (2006)'nın 0.74 gramlık sazan balığı ile yaptıkları denemede 2.15 ile 2.92 arasında, Jha ve ark., (2006a)'nın 0.12 gramlık koi balığı ile yaptıkları denemede 3.38 ile 5.09 arasında, Vasantha ve ark., (2003)'nın farklı ağırlıklardaki (8.42 ile 39.49 gram arasında) koi balığı ile yaptıkları denemede 0.32 ile 1.02 arasında, Öz ve ark., (2007)'nin 0.2 gramlık koi balıkları ile yaptıkları denemede 5.73 ile 6.61 arasında, Yılmaz ve Genç (2006)'in 18.6 gramlık sazan balığı ile yaptıkları denemede 0.36 ile 1.00 arasında, Jia ve ark., (2008)'nin 2.7 gramlık sazan balığı ile yaptıkları denemede 1.31 olduğu bildirilmektedir.

Bu denemede elde edilen yem değerlendirme oranı değerlerinin 2.14 ± 0.01 ile 2.89 ± 0.02 arasında olduğu tespit edilmiştir. Yem değerlendirme oranı, Nandeesha ve ark. (2000)'nin 0.43 gramlık sazan balığı ile yaptıkları denemede 1.52 ile 1.61 arasında, Emre ve ark., (2003)'nin 15 gramlık aynalı sazan balığı ile yaptıkları denemede 1.71 ile 2.81 arasında, Gouveia ve ark., (2003)'nin 24.6 gramlık koi balığı ile yaptıkları denemede 0.32 ile 0.43 arasında, Hanc ve ark., (2003)'nin 69.1 gramlık koi balığı ile yaptıkları denemede 2.1 olarak, Ogunji ve ark., (2006)'nin 0.74 gramlık sazan balığı ile yaptıkları denemede 1.21 ile 1.96 arasında, Öz ve ark., (2007)'nin 0.2 gramlık koi balıkları ile yaptıkları denemede 2.43 ile 2.90 arasında, Yılmaz ve Genç (2006)'in 18.6 gramlık sazan balığı ile yaptıkları denemede 2.55 ile 5.27 arasında olduğu bildirilmektedir.

Bu denemede elde edilen spesifik büyüme oranı ve yem değerlendirme oranı değerleri, *Cyprinus carpio* ile yapılan önceki denemelerde elde edilen değerlerin bir kısmından yüksek, bir kısmından ise düşük olarak bulunmuştur (Sharma ve Chakrabarti, 1999; Nandeesha ve ark., 2000; Emre ve ark., 2003; Gouveia ve ark., 2003; Hancz ve ark., 2003; Vasantha ve ark., 2003; Jha ve ark., 2004; Jha ve ark., 2006a; Jha ve ark., 2006b; Ogunji ve ark., 2006; Öz ve ark., 2007; Jia ve ark., 2008). Araştırmalar arasındaki bu farkın, denemeye alınan balık büyüklüğünden, deneme yemlerinin içeriğinden veya ortam koşullarının farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Literatür incelenmesinde, zeolit katkılı yemin ve akvaryum tabanında filtre malzemesi olarak kullanılan zeolitin, koi balığının büyüme parametreleri ve su kalitesi üzerine olan etkilerinin incelendiği araştırmaya rastlanılamamıştır. Bu nedenle denemede

elde edilen sonuçların karşılaştırılabilmesi amacıyla, koi balığının yanı sıra, zeolitin etkisinin araştırıldığı farklı balık türleri ile yapılan araştırmalar da kullanılmıştır.

Zeolitin, sudaki amonyağı azaltıcı filtre malzemesi olarak ve özellikle yem katkı maddesi olarak su ürünleri üretiminde kullanıldığı araştırmaların, sınırlı sayıda olduğu bildirilmektedir (Demir ve Aybal, 2004; Kanyılmaz, 2008; Danabaş, 2009). Bu araştırmaların, genelinde büyüme parametreleri üzerine zeolitin etkisinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmesine rağmen, zeolitli gruptaki büyümenin kontrol grubundan daha yüksek olduğu bildirilmektedir (Edsall ve Smith, 1989; Dias ve ark., 1998; Mumpton, 1999; Demir ve Aybal, 2004; Obradovic ve ark., 2006; Töre, 2006; Danabaş, 2009). Eya ve ark., (2008) ile Lanari ve ark., (1996)'nın yaptıkları araştırmada ise, zeolitli grupta kontrol grubuna göre, ağırlık kazancının daha iyi ve aradaki farkın da önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). Denemeler arasında ki bu farkın, kullanılan zeolit türü, miktarı veya boyutu, balık türü veya büyüklüğü, deneme yemlerinin içeriği veya ortam koşullarının farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Örneğin, yem hammaddelerinin temel besin madde içeriği (ham protein, ham yağ vb gibi) sabitlenmeden yürütülen denemelerde (Edsall ve Smith, 1989; Dias ve ark., 1998), zeolit ilave edilme oranına paralel olarak yemin ham protein ve yağ içeriği azalmış, ama buna rağmen büyüme parametreleri kontrol grubu ile istatistiksel olarak aynı bulunmuştur ($P>0.05$). Buna karşılık, bu denemede olduğu gibi, deneme yemlerinin ham protein ve yağ içeriği dengelenerek eşitlenen denemelerde (Lanari ve ark., 1996; Obradovic ve ark., 2006; Eya ve ark., 2008), zeolitli grupta büyüme parametreleri kontrol grubundan önemli derecede yüksek bulunmuştur ($P<0.05$).

Bu deneme neticesinde, ortalama bireysel canlı ağırlık artışı (g), spesifik büyüme oranı (%), günlük canlı ağırlık artışı (%) ve yem değerlendirme oranı, 2. Grupta (yeminde %2 oranında zeolit içeren) diğer gruptardan daha iyi sonuç vermiştir. Bu sonuç, alabalık yeminde %2.5 ve %5 oranında zeolit ilavesi incelenen Lanari ve ark., (1996)'nın ve yine alabalık yeminde %2.5, %5 ve %10 oranında zeolit ilavesi incelenen Eya ve ark., (2008)'nin denemesindeki bulgular ile uyumludur. 1. Grup, 3. Grup, 4. Grup ve 5. Grup arasında, ortalama bireysel canlı ağırlık artışı (g), spesifik büyüme oranı (%), günlük canlı ağırlık artışı (%) ve yem değerlendirme oranı ile ilgili fark ise önemsiz olarak bulunmuştur ($P>0.05$). Bu sonuçlar değerlendirildiğinde, yeme %2 oranında zeolit ilavesinin büyüme parametreleri üzerine olumlu etki gösterdiği sonucuna varılmıştır. Bu konuda yapılan araştırmaların çoğu, yem katkı maddesi olarak bu denemedeki oran gibi küçük değerleri

desteklemektedir (Mumpton, 1999; Obradovic ve ark., 2006; Eya ve ark., 2008). Bu denemede, yeme %10 oranında zeolit ilavesi, varsa zararlı etkilerin belirlenebilmesi amacıyla özellikle tercih edilmiş ve deneme sonundaki bulgular neticesinde zararlı bir etki göstermediği diğer yönden ise büyüme üzerine önemli bir katkısının da olmadığı belirlenmiştir. Bu sonuçlar değerlendirildiğinde, yeme %2 oranında zeolit ilavesinin tavsiye edilebileceği sonucuna varılmıştır.

Akvaryum suyuna iki farklı oranda zeolit ilavesi olan 4. Grup ve 5. Grup incelendiğinde, büyüme verileri üzerine olumlu veya olumsuz yönde bir etki yapmadığı, kontrol grubuna göre herhangi bir fark göstermediği belirlenmiştir. Bu sonuç, alabalık havuzlarında farklı oranlarda zeolit (klinoptilolit türü) torbalarının etkisinin incelendiği Danabaş (2009)'ın araştırmasındaki bulgular ile benzerlik göstermektedir. Bu çalışmada, amonyak konsantrasyonunun, zeolit tutumunu tetikleyecek düzeylere yükselmediği için bu sonucun elde edildiği düşünülmektedir. Amonyak konsantrasyonu arttıkça zeolit amonyumu tutma veriminin arttığı bildirilmektedir. Daha sonra yapılacak çalışmalarda, düşük konsantrasyonlarda zeolit amonyum tutma kapasitesinin artırılmasına yönelik araştırmalar yapılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir. Ancak, amonyak konsantrasyonunun düşük olduğu durumlarda dahi, güvenlik önlemi olarak akvaryum ortamında zeolit bulundurulması, herhangi bir yan etkisi olmadığı da göz önüne alınarak tavsiye edilebilir. Çünkü, amonyak konsantrasyonları, su ürünleri üretim sistemlerinde ani olarak yükselebilen alt yapısına sahiptir ve duyuşal olarak algılanabilecek belirtiler (koku, renk vb gibi) göstermediği için en önemli potansiyel tehlike unsurları arasındadır.

Deneme gruplarının yaşama oranı değerleri arasında fark çıkmaması, yeme veya suya zeolit ilavesinin olumsuz bir etki göstermediği sonucunu desteklemektedir. Bu denemede elde edilen yaşama oranı değerleri, Sharma ve Chakrabarti (1999); Nandeesh ve ark., (2000); Jha ve ark., (2004); Jha ve ark., (2006a); Jha ve ark., (2006b); Ogunji ve ark., (2006); Yılmaz ve Genç, (2006); Öz ve ark., (2007)'nın bulduğu değerler ile benzerlik göstermektedir.

Deneme grupları arasında, ortalama 1.46 ± 0.02 , 19.00 ± 0.30 ve 0.22 ± 0.01 olarak tespit edilen kondüsyon faktörü, visserosomatik indeks ve hepatosomatik indeks oranları arasındaki farklar ise önemsiz bulunmuştur ($P > 0.05$). Bu denemede elde edilen sonuçlar, Dias ve ark., (1998); Demir ve Aybal (2004); Töre (2006); Kanyılmaz (2008)'ın araştırmalarında bulunan sonuçlar ile benzer bulunmuştur. Danabaş (2009) ise, visserosomatik indeks değerlerinin zeolit uygulanmasından etkilendiği, hepatosomatik indeks ve kondüsyon faktörü değerlerinin ise etkilenmediğini bildirmektedir.

Kondüsyon faktörü, balıkların ağırlığı ile boyu arasındaki ilişkiyi ifade eden bir kavramdır. Hoşsucu (1985)'nin bildirdiğine göre, ergin balıklarda kondüsyon faktörünün 2'nin altına düşmesi yetersiz beslenmeyi belirtmekte ise de, bu çalışmada ele alınan boy aralığı için bulunan sonuçların normal olduğu kabul edilebilir. Bu denemede elde edilen kondüsyon faktörü değerlerinin (1.43 ile 1.51 arasında), sazandan farklı diğer balık türleri ile zeolit üzerine yapılan, Obradovic ve ark., (2006) (1.13-1.15 arasında), Töre (2006) (1.84-1.94 arasında) ve Danabaş (2009) (1.31-1.37 arasında)'ın denemelerinde tespit edilen değerlere yakın olduğu, sazan balıklarının büyüme parametrelerinin incelendiği Ogunji ve ark., (2006) (1.56 ile 1.76 arasında) ile zeolit sazan balıkları yetiştiriciliğinde yem katkısı olarak kullanılabilirliğinin incelendiği Kanyılmaz (2008) (2.29 ile 2.34 arasında)'ın denemesinde elde ettiği değerlerden ise, biraz daha düşük olduğu belirlenmiştir. Denemeler arasındaki bu farkın, denemeye alınan balık türü ve büyüklüğünden, ortam koşullarının farklılığından ancak özellikle deneme yemlerinin içeriğinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Çünkü, sazan balıkları ile yürütülen bazı denemelerde ki yemlerin ham protein ve ham yağ içeriği, ((Ogunji ve ark., (2006)'nın deneme yemlerinde; ham protein %40.1 ile 41.8 arasında; ham yağ %20.5 ile 25.5 arasında ve Kanyılmaz (2008)'ın deneme yemlerinde; ham protein %46.14 ile 46.96 arasında; ham yağ %10.41 ile 10.84 arasında)), bu denemedeki yemlerin ham protein (%39.49 ile 39.90 arasında) ve ham yağ (%6.66 ile 6.96 arasında) içeriğinden daha yüksektir. Bu anlamda, bu denemede kullanılan oranlardan biraz daha yüksek, protein ve yağ oranı olan yemler kullanılarak kondüsyon faktörü ve büyüme parametreleri üzerine olan etkileri incelenebilir.

Balık filetolarında ham protein oranının %14 ile 20 arasında değiştiği bildirilmektedir (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999). Su ürünleri etlerinde nem oranının %60 ile 80 arasında olduğu belirtilmektedir (Töre, 2006; Wheaton ve Lawson (1985)'dan). Bu denemede elde edilen değerler, normal değerler içerisindedir ve buradan yola çıkılarak zeolit uygulamalarının olumsuz bir gelişmeye neden olmadığı sonucuna varılabilir. Deneme sonunda, grupların balık etinde belirlenen, kuru madde, ham protein ve ham yağ değerleri arasındaki fark önemsiz ($P>0.05$) olarak belirlenmiş ve bu sonuçlar, Dias ve ark., (1998); Töre (2006) ve Kanyılmaz (2008)'in araştırmalarında elde edilen sonuçlar ile benzer bulunmuştur.

Bu araştırmada elde edilen sonuçlar neticesinde, zeolit katkılı gruplarda kontrol grubu ile aynı (3. 4. ve 5. Grup) veya daha iyi (2. Grup) büyüme ve yem değerlendirme değerleri elde edilmesi, zeolit, su ürünleri yetiştiriciliğinde yem katkı maddesi ve amonyumu tutucu filtre malzemesi olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

6.4. Dördüncü Deneme Tartışma

Dördüncü denemede, farklı miktarlarda zeolitli yem ve farklı miktarlarda zeolitli su, ortamının birbirleriyle kombinasyonlarının, balıklı ortamdaki su kriterlerine ve balık büyüme parametrelerine olan etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Doksan gün süreyle yürütülen bu çalışma neticesinde, zeolitli ve zeolitsiz yemin ve zeolitli ve zeolitsiz su ortamının koi balıkları yetiştiriciliğine etkisi belirlenmiştir.

6.4.1. Su Kalitesi Parametreleri

Deneme gruplarında, ortalama $23.13 \pm 0.02^{\circ}\text{C}$, 6.81 ± 0.02 mg/l ve 1.54 ± 0.01 mS/cm olarak belirlenen sıcaklık, çözünmüş oksijen ve elektriksel iletkenlik değerleri, suya, yeme veya hem yeme hem suya zeolit ilavesinden etkilenmemiştir. Bu parametreler bakımından sonuçlar, Lanari ve ark., (1996); Töre (2006) ve Danabaş (2009)' ın sonucu ile benzer bulunmuştur.

Deneme sonunda, 1. Grup ile 2. Grubun pH değerleri, bu gruplara göre yem ve suda zeolit oranları biraz daha fazla olan diğer gruplardan (3. Grup, 4. Grup, 5. Grup), daha düşük bulunmuş ve aradaki farkın, istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($P < 0.05$) (Çizelge 5.18). Bu durum, Mazeikiene ve ark., (2008)' nın bulduğu sonuçlar ile benzerlik göstermektedir. Zeolitin suda ve yemde bulunma miktarı arttıkça pH değerinde de artış olduğu belirlenmiştir. Zeolitli gruplardaki pH artışına, zeolitin yapısında bulunan kalsiyum ve magnezyum karbonatların (CaCO_3 ve MgCO_3) su ile hidrolizi neden olmuş olabilir (Mazeikiene ve ark., 2008). Deneme gruplarındaki pH değerleri, zeolit ilavesinden etkilenmesine karşın, tüm deneme gruplarında balık yetiştiriciliğine uygun sınırlar içerisinde seyretmiştir.

Deneme sonunda, NH_3 ve TAN değerleri, paralel bir seyir izlemiştir. Her iki parametre, yeminde ve suyunda zeolit olmayan 1. Grupta diğer gruplardan daha düşük bulunmuştur ve aradaki fark önemlidir ($P < 0.05$) (Çizelge 5.21. ve Çizelge 5.22.). Yapılan literatür incelemesinde, su ortamında bulunan zeolitin az miktarda da olsa amonyağı yükselttiğine dair, literatürde açıklayıcı bir bilgiye rastlanılamamıştır. Zeolit, suda kimyasal veya fiziksel bir değişikliğe sebep olarak, TAN' ın bir miktar yükselmesine sebep olmuş olabilir. PH değerlerindeki artış ile amonyak değerleri de artış göstermektedir (Yanık ve ark., 2001). Zeolitin de bu yönde etki göstermesi amonyak (NH_3) artışına sebep olmuş olabilir.

Zeolitin yüksek konsantrasyonlarda amonyak tutma kapasitesi oldukça fazla iken, düşük konsantrasyonlarda amonyak tutma kapasitesi azalmaktadır (Chiayvareesajja ve

Boyd, 1993; Sarioğlu, 2005; Rahmani ve Ehsani, 2006). Bu denemede zeolitin veriminin düşük olması bu nedenden kaynaklanmış olabilir. Daha sonra yapılacak araştırmalarda, düşük konsantrasyonlarda zeolitin amonyak tutma kapasitesinin artırılmasına yönelik çalışmalar yapılmasının özellikle su ürünleri sektörü adına faydalı olacağı düşünülmektedir. Diğer bir faktör ise, zeolit miktarına paralel olarak artan pH değerleri ile amonyak (NH_3) miktarının amonyuma (NH_4) oranla artmasıdır. Zeolitin verimi, sadece NH_4 formunu tutabildiği için, yüksek pH değerlerinde azalmaktadır.

Birçok tropikal ve ılıman balık türü için güvenilir konsantrasyon değerlerinin; 0.02-0.05 mg/l, subletal etkilerin gözlemlendiği konsantrasyon değerlerinin; 0.05-0.4 mg/l, birçok balık türü için öldürücü konsantrasyon değerlerinin ise; 0.4-2.5 mg/l arasında olduğu bildirilmektedir (Egemen ve Sunlu, 1999).

Zeolitli deneme gruplarında, NH_3 ve TAN değerleri, Grup 1'e göre yüksek olmasına karşın, tüm gruplarda balık yetiştiriciliği bakımından güvenli sınırlar içerisinde kalmıştır.

6.4.2. Büyüme Parametreleri

Bu denemede elde edilen spesifik büyüme oranı değerlerinin 0.40 ± 0.05 ile 0.59 ± 0.03 arasında olduğu tespit edilmiştir. Spesifik büyüme oranlarının, Nandeeshia ve ark. (2000)'nin 0.43 gramlık sazan balığı ile yaptıkları denemede 4.78 ile 4.85 arasında, Emre ve ark., (2003)'nin 15 gramlık aynalı sazan balığı ile yaptıkları denemede 1.19 ile 1.89 arasında, Gouveia ve ark., (2003)'nin 24.6 gramlık koi balığı ile yaptıkları denemede 0.2 ile 0.3 arasında, Jha ve ark., (2006b)'nin 0.12 gramlık koi balığı ile yaptıkları denemede 5.43 ile 5.47 arasında, Jha ve ark., (2004)'nin 0.09 gramlık koi balığı ile yaptıkları denemede 3.94 ile 5.14 arasında, Ogunji ve ark., (2006)'nin 0.74 gramlık sazan balığı ile yaptıkları denemede 2.15 ile 2.92 arasında, Jha ve ark., (2006a)'nin 0.12 gramlık koi balığı ile yaptıkları denemede 3.38 ile 5.09 arasında, Vasantha ve ark., (2003)'nin farklı ağırlıklardaki (8.42 ile 39.49 gram arasında) koi balığı ile yaptıkları denemede 0.32 ile 1.02 arasında, Öz ve ark., (2007)'nin 0.2 gramlık koi balıkları ile yaptıkları denemede 5.73 ile 6.61 arasında, Yılmaz ve Genç (2006)'in 18.6 gramlık sazan balığı ile yaptıkları denemede 0.36 ile 1.00 arasında, Jia ve ark., 2008' nin 2.7 gramlık sazan balığı ile yaptıkları denemede 1.31 olduğu bildirilmektedir.

Bu denemede elde edilen yem değerlendirme oranı değerlerinin 2.31 ± 0.19 ile 3.71 ± 0.45 arasında olduğu tespit edilmiştir. Yem değerlendirme oranlarının, Nandeeshia ve ark. (2000)'nin 0.43 gramlık sazan balığı ile yaptıkları denemede 1.52 ile 1.61 arasında, Emre ve ark., (2003)'nin 15 gramlık aynalı sazan balığı ile yaptıkları denemede 1.71 ile

2.81 arasında, Gouveia ve ark., (2003)'nın 24.6 gramlık koi balığı ile yaptıkları denemede 0.32 ile 0.43 arasında, Hanc ve ark., (2003)'nın 69.1 gramlık koi balığı ile yaptıkları denemede 2.1 olarak, Ogunji ve ark., (2006)'nın 0.74 gramlık sazan balığı ile yaptıkları denemede 1.21 ile 1.96 arasında, Öz ve ark., (2007)'nin 0.2 gramlık koi balıkları ile yaptıkları denemede 2.43 ile 2.90 arasında, Yılmaz ve Genç (2006)'nın 18.6 gramlık sazan balığı ile yaptıkları denemede 2.55 ile 5.27 arasında olduğu bildirilmektedir.

Bu denemede elde edilen spesifik büyüme oranı ve yem değerlendirme oranı değerleri, *Cyprinus carpio* ile yapılan önceki denemelerde elde edilen değerlerin bir kısmından yüksek, bir kısmından ise düşük olarak bulunmuştur (Sharma ve Chakrabarti, 1999; Nandeeshia ve ark., 2000; Emre ve ark., 2003; Gouveia ve ark., 2003; Hancz ve ark., 2003; Vasantha ve ark., 2003; Jha ve ark., 2004; Jha ve ark., 2006a; Jha ve ark., 2006b; Ogunji ve ark., 2006; Öz ve ark., 2007; Jia ve ark., 2008). Araştırmalar arasındaki bu farkın, denemeye alınan balık büyüklüğünden, deneme yemlerinin içeriğinden veya ortam koşullarının farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Literatür incelenmesinde, zeolit katkılı yemin ve akvaryum tabanında filtre malzemesi olarak kullanılan zeolit, koi balığının büyüme parametreleri ve su kalitesi üzerine olan etkilerinin incelendiği araştırmaya rastlanılamamıştır. Bu nedenle denemede elde edilen sonuçların karşılaştırılabilmesi amacıyla, koi balığının yanı sıra, zeolit etkisinin araştırıldığı farklı balık türleri ile yapılan araştırmalar da kullanılmıştır.

Zeolit, sudaki amonyağı azaltıcı filtre malzemesi olarak ve özellikle yem katkı maddesi olarak su ürünleri üretiminde kullanıldığı araştırmalar sınırlı sayıdadır (Demir ve Aybal, 2004; Kanyılmaz, 2008; Danabaş, 2009). Bu araştırmaların, genelinde büyüme parametreleri üzerine zeolit etkisinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmesine rağmen, zeolitli gruptaki büyümenin kontrol grubundan daha yüksek olduğu bildirilmektedir (Edsall ve Smith, 1989; Dias ve ark., 1998; Mumpton, 1999; Demir ve Aybal, 2004; Obradovic ve ark., 2006; Töre, 2006; Danabaş, 2009). Eya ve ark., (2008) ile Lanari ve ark., (1996)'nın yaptıkları araştırmada ise, zeolitli grupta kontrol grubuna göre, ağırlık kazancının daha iyi ve aradaki farkın da istatistiksel açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). Denemeler arasında ki bu farkın, kullanılan zeolit türü, miktarı veya boyutu, balık türü veya büyüklüğü, deneme yemlerinin içeriği veya ortam koşullarının farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Örneğin yem hammaddelerinin temel besin madde içeriği (ham protein, ham yağ vb gibi) sabitlenmeden yürütülen denemelerde (Edsall ve Smith, 1989; Dias ve ark., 1998), zeolit ilave edilme oranına

paralel olarak yemin ham protein ve yağ içeriğinin azalmasına rağmen, büyüme parametreleri kontrol grubu ile istatistiksel olarak aynı bulunmuştur ($P>0.05$). Buna karşılık, bu denemede olduğu gibi, deneme yemlerinin ham protein ve yağ içeriği dengelenerek eşitlenen denemelerde (Lanari ve ark., 1996; Obradovic ve ark., 2006; Eya ve ark., 2008), zeolitli gruplarda büyüme parametreleri, kontrol grubundan önemli derecede yüksek bulunmuştur ($P<0.05$).

Bu deneme sonucunda, ortalama bireysel canlı ağırlık artışı (g), spesifik büyüme oranı (%) ve günlük yüzde canlı ağırlık artışı değerlerinin 3. Grupta (yeminde %2 ve akvaryum zemininde litreye 20 g oranında zeolit içeren) diğer gruplardan daha iyi olduğu ve aradaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). En iyi yem değerlendirme oranı, yeminde %2 ve akvaryum zemininde litreye 20 g oranında zeolit içeren 3. Grupta elde edilirken, yeminde %10 oranında zeolit bulunan 4. ve 5. Grupta ise daha yüksek yem değerlendirme oranı elde edilmiştir. Bu konuda yapılan araştırmaların çoğu, yem katkı maddesi olarak bu denemedeki oran gibi küçük değerleri desteklemektedir (Mumpton, 1999; Obradovic ve ark., 2006; Eya ve ark., 2008). Yemde %10 oranında zeolit ilavesi olan gruplarda (4. Grup ve 5. Grup), %10 oranında zeolit ilavesinin, büyüme parametreleri üzerine zararlı bir etki göstermediği ancak önemli bir katkısının da olmadığı tespit edilmiştir.

Akvaryum suyuna iki farklı oranda zeolit ilavesi olan 2., 3., 4. ve 5. Grup incelendiğinde, 3. Grup hariç, büyüme verileri üzerine olumlu ve olumsuz yönde bir etki yapmadığı, kontrol grubuna göre herhangi bir fark göstermediği belirlenmiştir. Bu sonuç, alabalık havuzlarında farklı oranlarda klinoptilolit torbalarının etkisinin incelendiği Danabaş (2009)'ın araştırmasındaki bulgular ile benzerlik göstermektedir. Yemde ve akvaryum suyunda zeolit bulunmayan 1. Grup ile yeminde ve suyunda diğer gruplara göre daha fazla zeolit içeren 4. ve 5. Grubun büyüme parametreleri, visserosomatik indeks, hepatosomatik indeks ve balık eti kimyasal içeriği arasında fark olmamasına rağmen ($P>0.05$), en düşük büyüme parametreleri saptanmıştır. Bu durum, bu gruplarda NH_3 ve TAN konsantrasyonunun, diğer gruplardan biraz daha yüksek seyretmesinden kaynaklanmış olabilir. Çünkü, düşük amonyak (NH_3) konsantrasyonlarına uzun süre maruz kalma durumunda, balıklarda büyümede azalma meydana gelmektedir (Terlizzi, 1996). Bu durum göz önünde tutulduğunda, yeme %10 ve suya 20 g/l oranının üzerine çıkılmaması, yeme %2 ve suya 7 g/l oranında zeolit ilavesinin tavsiye edilebileceği saptanmıştır. Bu araştırmada, amonyak konsantrasyonu, zeolit tutumunu tetikleyecek düzeylere yükselmediği için bu sonucun elde edildiği düşünülmektedir. Daha sonra yapılacak

araştırmalarda, düşük konsantrasyonlarda zeolitın amonyak tutma kapasitesinin artırılmasına yönelik çalışmalar yapılmasının faydalı olacağı düşünölmektedir. Ancak, amonyak konsantrasyonunun düşük olduğu durumlarda dahi, güvenlik önlemi olarak zeolitın akvaryum ortamında bulundurulması, herhangi bir yan etkisi olmadığı da göz önüne alınarak tavsiye edilebilir. Çünkü, amonyak konsantrasyonları, su ürünleri üretim sistemlerinde ani olarak yükselme alt yapısına sahiptir ve duysal olarak algılanabilecek belirtiler (koku, renk vs gibi) göstermediği için en önemli potansiyel tehlike unsurları arasındadır.

Deneme gruplarının yaşama oranı değerleri arasında fark çıkmaması, yeme ve/veya suya zeolit ilavesinin olumsuz bir etki göstermediği sonucunu desteklemektedir. Bu denemede elde edilen yaşama oranı değerleri, Sharma ve Chakrabarti (1999); Nandeesha ve ark., (2000); Jha ve ark., (2004); Jha ve ark., (2006a); Jha ve ark., (2006b); Ogunji ve ark., (2006); Yılmaz ve Genç, (2006); Öz ve ark., (2007)'nın bulduğu değerler ile benzerlik göstermektedir.

Deneme grupları arasında, 1.30 ± 0.01 , 18.65 ± 0.27 ve 0.29 ± 0.01 olarak belirlenen kondüsyon faktörü (%), visserosomatik indeks (%) ve hepatosomatik indeks (%) değerleri arasındaki farklar ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$). Bu denemede elde edilen sonuçlar, Dias ve ark., (1998); Demir ve Aybal (2004); Töre (2006); Kanyılmaz (2008)'ın araştırmalarında bulunan sonuçlar ile benzer bulunmuştur. Danabaş (2009), visserosomatik indeks değerlerinin zeolit uygulamasından etkilendiği, hepatosomatik indeks ve kondüsyon faktörü değerlerinin ise etkilendiğini bildirmektedir.

Kondüsyon faktörü, balıkların ağırlığı ile boyu arasındaki ilişkiyi ifade eden bir kavramdır. Hoşsucu (1985)' nun bildirdiğine göre, ergin balıklarda kondüsyon faktörünün 2'nin altına düşmesi yetersiz beslenmeyi belirtmekte ise de, bu çalışmada ele alınan boy aralığı için, bulunan sonuçların normal olduğu kabul edilebilir. Bu denemede elde edilen kondüsyon faktörü değerlerinin (1.26 ile 1.33 arasında), sazandan farklı diğer balık türleri ile zeolit üzerine yapılan, Obradovic ve ark., (2006) (1.13-1.15 arasında), Töre (2006) (1.84-1.94 arasında) ve Danabaş (2009) (1.31-1.37 arasında)'ın denemelerinde tespit edilen değerlere yakın olduğu belirlenmiştir. Bu denemedeki değerlerin, sazan balıklarının büyüme parametrelerinin incelendiği Ogunji ve ark., (2006) (1.56 ile 1.76 arasında) ile zeolitın sazan balıkları yetiştiriciliğinde yem katkısı olarak kullanılabilirliğinin incelendiği Kanyılmaz (2008) (2.29 ile 2.34 arasında)'ın denemesinde elde ettiği değerlerden ise, biraz daha düşük olduğu belirlenmiştir. Denemeler arasındaki bu farkın, denemeye alınan balık büyüklüğünden, ortam koşullarının farklılığından ancak özellikle deneme yemlerinin

içeriğinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Çünkü, sazan balıkları ile yürütülen bazı denemelerdeki yemlerin ham protein ve ham yağ içeriği, (Ogunji ve ark., (2006)'nın deneme yemlerinde; ham protein %40.1 ile 41.8 arasında; hamyağ %20.5 ile 25.5 arasında ve Kanyılmaz (2008)'ın deneme yemlerinde; ham protein %46.14 ile 46.96 arasında; ham yağ %10.41 ile 10.84 arasında), bu denemedeki yemlerin protein (%39.49 ile 39.90 arasında) ve ham yağ (%6.66 ile 6.96 arasında) içeriğinden daha yüksektir. Bu anlamda, bu denemede kullanılan oranlardan biraz daha yüksek, protein ve yağ oranı olan yemler kullanılarak, kondüsyon faktörü ve büyüme parametreleri üzerine olan etkileri incelenebilir.

Balık filetolarında ham protein oranının %14 ile %20 arasında değiştiği bildirilmektedir (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999). Su ürünleri etlerinde nem oranının %60 ile 80 arasında olduğu belirtilmektedir (Töre, 2006; Wheaton ve Lawson (1985)'dan). Bu denemede elde edilen değerler, normal değerler içerisinde ve buradan yola çıkılarak zeolit uygulamalarının olumsuz bir gelişmeye neden olmadığı sonucuna varılabilir. Deneme sonunda, balık etinde ortalama 22.74 ± 0.23 , 18.46 ± 0.13 ve 1.67 ± 0.01 olarak belirlenen kuru madde, ham protein ve ham yağ değerleri bakımından, gruplar arasında fark önemsiz olarak belirlenmiş ve bu sonuçlar Dias ve ark., (1998); Töre (2006) ve Kanyılmaz (2008)'ın araştırmalarında bulunan sonuçlar ile benzer bulunmuştur.

Bu araştırmada elde edilen sonuçlar neticesinde, zeolit katkılı gruplarda kontrol grubu ile aynı (2. 4. ve 5. Grup) veya daha iyi (3. Grup) büyüme ve yem değerlendirme değerleri elde edilmesi zeolitin, su ürünleri yetiştiriciliğinde yem katkı maddesi ve amonyumu tutucu filtre malzemesi olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

7. SONUÇ ve ÖNERİLER

7.1. Sonuç

Birinci denemede yeme %2 ve % 10 oranında zeolit eklenmesi, su koşulları üzerine olumlu yönde katkı sağlamıştır.

İkinci denemede, toplam amonyak azotu değerlerinde yeme ve/veya suya ilave edilen zeolit miktarıyla orantılı olarak azalma, pH ve çözünmüş oksijen değerlerinin ise artma eğiliminde olduğu tespit edilmiştir.

Üçüncü denemede, akvaryum suyuna 7 g/l ve 20 g/l oranında zeolit ilavesi miktarıyla orantılı olarak pH, NH₃ ve TAN değerlerinde artmaya neden olmuştur. Yeme %2 ve %10 oranında zeolit ilavesi miktarı ile ters orantılı olarak NH₃ ve TAN değerlerinde azalmaya neden olmuştur. Yeme %2 oranında zeolit ilavesi boyca ve ağırlıkça büyüme ve yem değerlendirme üzerine, yeme %10 oranında zeolit ilavesi boyca büyüme üzerine olumlu yönde katkı sağlamıştır.

Dördüncü denemede, yeme ve suya zeolit ilavesi, miktarı ile orantılı olarak pH, NH₃ ve TAN değerlerinde artmaya neden olmuştur. Yeme %2 ve suya 20 g/l zeolit ilavesi büyüme ve yem değerlendirme üzerine olumlu yönde etki göstermiştir.

Bu araştırma kapsamında yürütülen dört denemede belirlenen veriler genel olarak değerlendirildiğinde; amonyum konsantrasyonu yükseldikçe yeme ve suya zeolit ilavesi miktarı ile orantılı olarak pH ve çözünmüş oksijen konsantrasyonunu artırmış, NH₃ ve TAN konsantrasyonunu azaltmıştır (1. ve 2. deneme). Düşük amonyak konsantrasyonlarında ise, özellikle akvaryum suyuna zeolit ilavesi, miktarı ile orantılı olarak, NH₃ ve TAN konsantrasyonunu yükseltmiştir (3. deneme). Yeme ve akvaryum suyuna zeolit ilavesi, miktarı ile orantılı olarak, su koşulları üzerine olumsuz yönde etki gösterirken, büyüme parametreleri üzerine olumlu yada olumsuz bir etkisi tespit edilmemiştir (4. deneme). Yeme %2 oranında zeolit ilavesi, gerek su koşulları gerekse büyüme parametreleri üzerine olumlu yönde etki göstermiştir (3. ve 4. deneme). Büyüme parametreleri üzerine, akvaryum suyuna 7 g/l oranında zeolit ilavesinin olumlu yada olumsuz bir etkisi tespit edilmemiştir (3. ve 4. deneme). Amonyum konsantrasyonlarının düşük olduğu 3. ve 4. denemede, zeolit, bulunma miktarı ile orantılı olarak, NH₃ ve TAN konsantrasyonlarını yükseltmiş, buna rağmen bu konsantrasyon değerleri, tüm deneme gruplarında balık yetiştiriciliğine uygun sınırlar içerisinde seyretmiştir.

Bu çalışmada elde edilen bulgular sonucunda, koi balığı yetiştiriciliğinde yem katkı maddesi veya sudaki amonyumu tutucu filtre malzemesi olarak, birim alanda elde edilen verim de göz önünde bulundurularak, düşük oranlarda zeolit kullanılmasının (yemde %2

ve akvaryum suyunda 7 g/l) herhangi bir sağlık sorununa yol açmaksızın, büyüme parametreleri ve su koşulları üzerine olumlu yönde katkı sağladığı saptanmıştır.

7.2. neriler

Bu denemede elde edilen veriler sonucunda belirlenen öneriler, genel olarak aşağıdaki gibi sıralanabilir.

Yemde %2 oranında zeolit kullanılması,

Akvaryum suyunda 7 g/l oranında zeolit kullanılması,

Düşük konsantrasyonlarda zeolitın amonyum tutma verimini artıracak uygulamalar yapılması (n hazırlama ve şartlandırma, filtre içi kullanım vb gibi),

Zeolitın stoklama yoğunluğuna ilişkin etkilerinin incelenmesi,

Zeolitın daha yüksek protein ve yağ içeriği olan yemlerle beslemedeki etkilerinin incelenmesi,

Zeolitın daha yüksek canlı ağırlık yüzdesi ile beslemedeki etkilerinin incelenmesi.

KAYNAKLAR

- Alpbaz, A. 2005. Su Ürünleri Yetiştiriciliği. Alp yayınları, Bornova İzmir, 548 s.
- Anger, M. 2006. KHA- Korner-Ammonia. Mid-Atlantic- Koi, April, Page. 19.
- Anonim, 2001. Zeolites: Industry Trends and Worldwide Markets in 2010. New York: Technical Insights (Alınmıştır: Özaydın, S., Koçar, G., Hepbaşlı, A. 2006. Natural Zeolites in Energy Applications. Energy Sources, Part A, 28, 1425-1431).
- Anonim, 2006a. <http://www.vscht.cz/min/foto/sbirky-1.jpg> (Erişim tarihi: 11/12/2006).
- Anonim, 2006b. [http // www. Megagreen. Se / pdf-filer / Nfeed_ fish.pdf](http://www.Megagreen.Se/pdf-filer/Nfeed_fish.pdf). (Erişim tarihi: 21/12/2006)
- Anonim, 2007a. www.enlimining.com.tr (Erişim tarihi: 07/03/2007)
- Anonim, 2007b. [http : // www. Akca. Org / kht / anatomy. Pdf](http://www.Akca.Org/kht/anatomy.Pdf) (Erişim tarihi 07/03/2007.)
- Anonim, 2009a. [http:// www.rockymountinkoi.com](http://www.rockymountinkoi.com) (Erişim tarihi 21/12/2009)
- Anonim, 2009b. [http://bardensgardens.com./images/koi3.jpg](http://bardensgardens.com/images/koi3.jpg) (Erişim tarihi 18/12/2009).
- Anonim, 2009c. [http://www.clokoi.com./files/2008_mixed_koi_B_grade.jpg](http://www.clokoi.com/files/2008_mixed_koi_B_grade.jpg) (Erişim tarihi 16/12/2009)
- Anonim, 2009d. <http://en.wikipedia.org/wiki/Koi> (Erişim tarihi: 22/12/2009)
- Anonim, 2009e. www.nass.usda.gov/Census_of_Agriculture/2002/Aquaculture/ United States Department of Agriculture, National Agricultural Statistic Service. Ornamental fish production and sales by species, by State and United States: 2005 and 1998 (Erişim tarihi:10.07.2007).
- Anonim, 2009f. www.utafoundation.org/utacambod/msc99thes/Sophinlr.htm (Erişim tarihi 21/12/2009)
- Anonim, 2009g. ochem.jsd.claremont.edu/images/zeo_graphics.gif (Erişim tarihi 11/12/2009)
- Anonim, 2009h. [www_mpi-muelheim_mpg_de-kofo-institut-arbeitsbereiche-schueth-grafik-z_ion_exchange_gif](http://www.mpi-muelheim-mpg.de-kofo-institut-arbeitsbereiche-schueth-grafik-z-ion_exchange.gif) (Erişim tarihi 11/12/2009)
- Anonim, 2009ı. <http://www.turkforum.gen.tr/vforum/fizik-kimya-projeleri-t247484.html> (Erişim tarihi 16/12/2009).
- Anonim, 2010. <http://zenginotoyardim.com/bilgiler/turkiye-haritasi.jpg> (Erişim tarihi: 12.04.2010)
- Asano, L., Aka, H., Shimizu, E., Tamaru, C.S. 2003. Limited water Exchange production systems for freshwater ornamental fish. Aquaculture Research, 34(11): 937-941.
- Atay, D., Çelikkale, M. S., Erkoyuncu, İ. 1980. Sulama kanallarında alabalık yetiştirme olanakları üzerine bir araştırma. Vet. Hay. / Tar. Orm., 4: 31-47.

- Atay, Ü.A. 2002. Amasya Doğan Tepe zeoliti kullanılarak atık sudan amonyak giderilebilirliğinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas, 82 s.
- Ay, S. 2006. Havuzların vazgeçilmez balığı koi. Akvaryum Dünyası, Mayıs-Haziran, 14, 38.
- Aybal, N.Ö., Demir, O. 2004. Gökkuşluğu alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792)'nın serum AST, ALT ve ALP enzim aktivite düzeylerine clinoptilolite'li yemlerin etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 1(11): 26-31.
- Ayvazoğlu, G. 2006. Zeolit nedir? Akvaryum Dünyası Dergisi, Mayıs-Haziran, 14, 56
- Batterson, T.R., Christopher, F.K.H. 2004. Use of clinoptilolite zeolites for ammonia- N transfer and retention in integrated aquaculture systems and for improving pond water quality before discharge. Twenty-First Annual Technical Report. Aquaculture CRSP, Oregon State University, Corvallis, Oregon.
- Berka, R. 1986. The Transport of Live Fish. A Review. EIFAC Technical Paper, 79s
- Bower, C.E., Turner, D.T. 1982. Ammonia removal by clinoptilolite in the transport of ornamental freshwater fishes. Progressive Fish Culture, 44(1), 19-23, (Alınmıştır: Berka, R. 1986. The Transport of Live Fish. A Review. EIFAC Technical Paper, 79s).
- Boyd, C. E. 1990. Water quality in ponds for aquaculture. Auburn, AL: Auburn University. Alabama Agricultural Experiment Station. Pres. 482 p (Alınmıştır: Boyd, C. E. 1997. Practical aspects of chemistry in pond aquaculture. The Progressive Fish Culturist, 59: 85-93).
- Boyd, C. E. 1997. Practical aspects of chemistry in pond aquaculture. The Progressive Fish Culturist, 59: 85-93.
- Boyer, J. 2000. Zeolite in animal nutrition; Undergraduate Seminar, McGill University, Animal Science Department, Web Content. (animsci. agrenv. mcgill.ca / courses / ugradsem / 00_01 / abstracts3. pdf)
- Buzmakov, G.T., Arsenov, O.A. 1992. Rybn. Khoz. (Moscow) (6), 2-7 (Alınmıştır: Mumpton, F. A. 1999. Uses of Natural Zeolites in Agriculture and Industri. Proc. Natl. Acad. Sci. USA., 96: 3463-3470).
- Clark, A.E., Watanabe, W.O., Olla, B.L., Wicklund, R.I. 1990. Growth, feed conversion and protein utilization of Florida red tilapia feed isocaloric diets with different protein levels in seawater pools. Aquaculture, 88: 75-85.

- Chiayvareesajja, S., Boyd, C. E. 1993. Effects of zeolit, formalin, bacterial augmentation, and aeration on total ammonia nitrogen concentrations. *Aquaculture*, 116: 33-45.
- Christie, T., Bob, B., Thompson, B. 2002. Zeolites, mineral commodity report 23. New Zealand Mining, 31: 16-24 (Alınmıştır: Dinler, Z., M. 2005. Zeolitin (klinoptilolit) tilapiada (*Oreochromis niloticus*) bakır toksisitesi üzerine koruyucu etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay, 45s).
- Çelik, M.S., Özdemir, B., Turan, M., Koyuncu, I., Atesok, G., Sarıkaya, H.Z. 2001. Removal of ammonia by natural clay minerals using fixed and fluidised bed column reactors. *Water Sciences and Technology: Water Supply*, 1(1): 81-88 (Alınmıştır: Danabaş, D. 2009. Farklı oranlardaki zeolit (klinoptilolit)'in bazı su parametreleri ile Gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792)'nın gelişimi ve vücut kompozisyonuna etkileri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 82s).
- Çelikkale, M. S. 1983. Kafeslerde alabalık yetiştiriciliğinde değişik stok düzeyleri ve yemleme tekniklerinin karşılaştırılması. *Doğa Bilim Dergisi, Veterinerlik ve Hayvancılık Dergisi*, 7(3): 283-297 .
- Çelikkale, M. S., Düzgüneş, E., Okumuş, İ. 1999. Fisheries sector in Turkey: Potential, Current State, Constraints and Recommendations (in Turkish), İstanbul Ticaret Odası, Yayın No: 1992-2, A.S., İstanbul, 414s.
- Çerikçioğlu, B. 1997. Doğal zeolitler. Yüksek Lisans Semineri, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas (Alınmıştır: Atay, Ü.A. 2002. Amasya Doğan Tepe zeoliti kullanılarak atık sudan amonyak giderilebilirliğinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Sivas, 82 s).
- Çulfaz, A., Yücel, H., Ural, A.T., Abusefa, A. 1995. Türkiye'nin doğal zeolit kaynaklarının teknolojik değerlendirilmesi. Tübitak, Proje no: KTÇAĞ-DPT3.
- Dalkıran, G. 2008. Bitkisel protein ağırlıklı yemde betain kullanımının koi balıklarında (*Cyprinus carpio*, L.) yem alımı ve büyüme performansı üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 41s.
- Danabaş, D. 2009. Farklı oranlardaki zeolit (klinoptilolit)'in bazı su parametreleri ile Gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792)'nın gelişimi ve vücut kompozisyonuna etkileri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 82s.

- David, L., Rothbard, S., Rubinstein, I., Katzman, H., Hulata, G., Hillel, J., Lavi, U. 2004. Aspects of red and black color inheritance in the japanese ornamental (koi) carp (*Cyprinus carpio* L.). *Aquaculture*, 233: 129-147.
- Demir, A., Günay, A., Debik E. 1999. Zeolit dane çapının ve aktifleştirmenin NH₄ iyonu değiştirme kapasitesine etkisi. Türkiye’de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu III. 18-19 Kasım, Gebze-Kocaeli, s:1087-1093
- Demir, O., Aybal, N.Ö. 2004. Gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum 1792) yemlerinde clinoptilolite’nin farklı oranlarda yem katkı maddesi olarak kullanımı. Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 2(12): 15-19.
- Dias, J., Huelvan, C., Dinis, M., T., Metailler, R. 1998. Influence of dietary bulk agents (silica, cellulose and a natural zeolite) on protein digestibility, growth, feed intake and feed transit time in European seabass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles. *Aquatic Living Resources*. Paris, 11(4): 219-226.
- Dinler, Z., M. 2005. Zeolitin (klinoptilolit) tilapiada (*Oreochromis niloticus*) bakır toksisitesi üzerine koruyucu etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay, 45s.
- DPT, 2001. Genel endüstri mineralleri II (mika-zeolit-lületaşı). Çalışma Grubu Raporu, Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu, Dpt: 2619-ÖİK: 630, Ankara.
- Dryden, H.T., Weatherley, L.R. 1989. Aquaculture water treatment by ion exchange: continuous ammonium ion removal with clinoptilolite. *Aquacultural Engineering*, 8(2): 109-126 (Alınmıştır: Danabaş, D. 2009. Farklı oranlardaki zeolit (klinoptilolit)’in bazı su parametreleri ile Gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum,1792)’nın gelişimi ve vücut kompozisyonuna etkileri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 82s).
- Durborow, R.M., Crosby, D., Brunson, M.W. 1992. Ammonia in fish ponds, SRAC publication No. 463 (Alınmıştır: Yanık, T., Çiltaş, A., Aras, M. 2001. Balık Yetiştiriciliğinde Su Kalitesine Giriş. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları 225, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi Erzurum, 132s).
- Düzgüneş, O., Kesici, T. ve Gürbüz, F. 1993. İstatistik Metodları. II. Baskı, Ank. Üniv. Zir. Fak. Yay.: 1291, Ders Kitabı, 369, Ankara, 218 s.
- Dyer, A. 1988. An introduction to zeolite molecular sieves: John Wiley and Sons. Pub., Newyork, pp.149 (Alınmıştır: Karadeniz, R.B. 2003. Doğal zeolit’le (klinoptilolit)

- atıksulardan amonyak giderimi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, Ankara, 97 s).
- Edsall, A. D., Smith C E. 1989. Effects of dietary clinoptilolite on levels of effluent ammonia from hatchery Coho salmon. *The Progressive Fish Culturist*, 51(2): 98-100.
- Egemen, Ö., Sunlu, U. 1999. Su Kalitesi Ders Notları. Ege Üni. Basımevi, İzmir, 148s.
- Emadi, H., Nezhad J. E., Pourbagher, H. 2001. In vitro comparison of zeolite (clinoptilolite) and activated carbon as ammonia absorbants in fish culture. *Naga, The Iclarm Quarterly*, 24 (182): 18-20.
- Emerson, K.R.C., Russo, R.E., Thurston, R.V. 1975. Aqueous ammonia equilibrium calculations: effect of pH and temperature. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*. 32:2379-2383. (Alınmıştır: EPA, 1999. Ambient Water Quality Criteria for Ammonia. United States Environmental Protection Agency, EPA-822-R: 99-104).
- Emre, Y., Sevgili, H., Diler, İ. 2003. Replacing fish meal with poultry by-product meal in practical diets for Mirror carp (*Cyprinus carpio*) fingerlings. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 3: 81-85.
- EPA, 1999. Ambient water quality criteria for ammonia. United States Environmental Protection Agency, EPA-822-R: 99-104.
- Erener, G., Ocak, N., Öztürk, E., Özdaş, A. 2001. Japon bıldırcınlarının bazı büyüme özellikleri üzerine ilave doğal zeolitinin etkileri. *OMÜ. Zir. Fak. Dergisi*, 16 (1): 52-55.
- Esenli, F. 2002. Natural zeolite reserves, mining, production, and market situation. National Zeolite Symposium. Tübitak-Mam, Gebze, Kocaeli (in Turkish). www.mam.gov.tr. (Alınmıştır: Özaydın, S., Koçar, G., Hepbaşlı, A. 2006. Natural zeolites in energy applications. *Energy Sources, Part A*, 28: 1425-1431).
- Eya, J.C., Parson, A., Haile, I., Jagidi, P. 2008. Effects of dietary zeolites (bentonite and mordenite) on the performance juvenile Rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 2(4): 961-967.
- FAO, 2004. Yearbooks of fishery statistics summary tables, <ftp://ftp.fao.org/fi/stat/summary/default.htm#capture>.
- FAO, 2006. State of world aquaculture: 2006. FAO Fisheries Technical Paper, No.500, Rome, FAO, 134 p.

- Figuerola, J.L.A., Mora, G.İ., Legarreta, I.G., Palafox, J.T.P., Sosa, I. A.B. 2007. Ammonia and nitrite removal rates in a closed recirculating-water system, under three load rates of Rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. Universidad Autonoma Metropolitana-Iztapalapa Distrito Federal Mexico, Revista Mexicana de Ingenieria Quimica, 6(003): 301-308.
- Floyd, R.F., Watson, C. 2005. Ammonia. IFAS FA-16, [http:// www.pondhoppers.org / Articles/ UF_Ammonia.pdf](http://www.pondhoppers.org/Articles/UF_Ammonia.pdf) (Erişim tarihi: 14/12/2009).
- Gülyavuz, H., Ünlüsayın, M. 1999. Su Ürünleri İşletme Teknolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Ders Kitabı, Isparta, 266s.
- Güven, D. A. 1996. Klinoptilolit ve kum filtresi kullanılarak amonyak piklerinin giderilmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 73s.
- Gouveia, L., Rema, P., Pereira, O., Empis, J. 2003. Colouring ornamental fish (*Cyprinus carpio* and *Carassius auratus*) with microalgal biomass. Aquaculture Nutrition, 9: 123–129.
- Hancz, C., Magyary, I., Molnar, T., Sato, S., Horn, P., Taniguch, N. 2003. Evalvation of color intensity enhanced by paprika as feed additive in Goldfish and Koi Carp using computer-assisted İmage Analysis. Fisheries Science, 69: 1158-1161.
- Hargreaves, J.A., Tucker, S.C. 2004. Managing ammonia in fish ponds. SRAC Publication, No: 4603. December, 76.
- Hekimoğlu, M. A. 2006. Akvaryum sektörünün dünyadaki ve Türkiye’deki genel durumu. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 23 (Ek:(1/2)): 237–241.
- Hutchinson, B.G. 1984. Idaho department of fish and game. Fish Hatchery Superintendent II. Article, 11: 1-19.
- Hoşsucu, B. 1985. Kefal balığında (*M. Capito* Cuvier, 1829) büyüme ve gelişme üzerine deneysel araştırmalar. Su Ürünleri Dergisi, 2: 7-8.
- James, R., Sampath, K. 1999. Effect of zeolite on the reduction of cadmium toxicity in water and a freshwater fish, *Oreochromis mossambicus*. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 62: 222-229.
- Jha, P., Sarkar, K., Barat, S. 2004. Effect of different aplication rates of cowdung and poultry excreta on water quality and growth of ornamental carp, *Cyprinus carpio* vr. koi, in concrete tanks. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 4: 17-22.

- Jha, P., Barat S., Nayak C.R. 2006a . A comparison of growth, survival rate and number of marketable koi carp produced under different management regimes in earthen ponds and concrete tanks. *Aquacult. Int.*, 14: 615–626.
- Jha, P., Sarkar, K., Barat, S. 2006b. Comparison of food selection and growth performance of Koi carp, *Cyprinus carpio* L., and Goldfish, *Carassius auratus* L., in mono-and polyculture rearing in tropical ponds. *Aquaculture Research*, 37: 389-397.
- Jha, P., Barat S., Sarkar, K. 2007. Comparative effect of live food and manured treatments on water quality and production of ornamental carp, *Cyprinus carpio* var. Koi L., during winter, summer, monsoon and post-monsoon growout experiments in concrete tanks. *J. Appl. Ichthyol.*, 23: 87–92
- Jia, Y., Chen, Y., Xie, S., Yang, Y. 2008. Pysiological advantages may contribute to successsful invasion of the exotic *Cyprinus carpio* into the Xingyun Lake, China. *Environ. Biol. Fish*, 81:457-463.
- Jorgensen, T.C. 2002. Removal of ammonia from wastewater by ion exchange in the presence of organic compounds. Master Thesis, Department of Chemical & Process Engineering University of Canterbury Christchurch, New Zealand, 166p.
- Kaiser, H., Brill, G., Cahill, J., Collett, P., Czypionka, K., Green, A., Orr, K., Pattick, P., Scheepers, R., Stonier, T., Whitehead, M. A., Yearsley, R. 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.
- Kanyılmaz, M. 2008. Sazan yemlerine (*Cyprinus carpio* L., 1758) farklı oranlarda zeolit (klinoptilolit) katkısının büyüme, vücut kompozisyonu, bazı kan parametreleri ve bağırsak mukoza morfolojisi üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 51 s.
- Karadağ, D., Koç, Y., Turan, M., Armağan, B. 2006. Removal of ammonium ion from aqueous solution using natural Turkish clinoptilolite. *Journal of Hazardous Materials*, B136: 604-609.
- Karadeniz, R.B. 2003. Doğal zeolitle (klinoptilolit) atıksulardan amonyak giderimi. Yüksek Lisans Tezi. Hacettepe Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, Ankara, 97 s.
- Kirveli, A. 2004. Personel telecommunication. İzmir, Turkey: Enli Mining Company, www.enliminnig.com.tr. (Alınmıştır: Özaydın, S., Koçar, G., Hepbaşlı, A., 2006. Natural zeolites in energy applications. *Energy Sources, Part A*, 28: 1425-1431).

- Köktürk, U. 1995. Zeolit Madencilği ve Çevre sağlığına Etkileri. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, 21-22 Nisan 1995, İzmir, Köse ve Kail (eds), s: 293-301.
- Kuleyin, A. 1999. Doğal Klinoptilolit ile Sızıntı Suyu ve Atıksudan Ağır Metal ve Amonyak Giderimi, Doktora Tezi, OMÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 115s (Alınmıştır: Atay, Ü.A. 2002. Amasya Doğan Tepe zeoliti kullanılarak atık sudan amonyak giderilebilirliğinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas, 82 s).
- Kuleyin, A., Ergun, O.N. 2004. Doğal Çankırı-Çorum zeolit'i kullanılarak sulu ortamdan amonyak-azotunun gideriminin incelenmesi. Çevre 2004. I. Ulusal Çevre Kongresi. Cumhuriyet Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü 58140, Sivas.
- Kuroki, T. 1981. Manual to Nishikigoi. Shin Nippon Kyoiku Tosho Co., 272 p.
- Lanari, D., D'agaro, E., Turri, C. 1996. Use of cuban zeolites in trout diets. Rivista Italiana di Acquacoltura, 31: 23-33.
- Leonard, D.W. 1979. The role of natural zeolites in industry. Trans. Soc. Min. Eng. A.I.M.E. 79, 380-401 (Alınmıştır: Mumpton, F. A. 1999. Uses of Natural Zeolites in Agriculture and Industri. Proc. Natl. Acad. Sci. USA., 96: 3463-3470).
- Leung, S., Barrington, S., Zhao, X., El-Husseini, B. 2006. Effect of particle size on physio-chemical properties of clinoptilolite as feed additive. Microporous and Mesoporous Materials, 95: 48-56.
- Leung, S., Barrington, S., Wan, Y., Zhao, X., El-Husseini, B. 2007. Zeolite (clinoptilolite) as feed additive to reduce manure mineral content. Bioresource Technology, 98: 3309-3316.
- Lim, L.C., Dhert, P., Sorgeleos, P. 2003. Recent developments and improvements in ornamental fish packaging systems for air transport. Aquaculture Research, 34 (11): 923.
- Matsumoto, G., Shimada, J. 1980. Furter improvement upon maintenance of adult squid (*Doryteuthis bleekeri*), in a small circular and closed system aquarium tank. Biol. Bull., 159: 319-324.
- Mazeikiene, A., Valentukeviciene, M., Rimeika, M., Matuzevicius, A.B., Dauknys, R. 2008. Removal of nitrates and ammonium ions from water using natural sorbent zeolites (clinoptilolite). Journal of Environmental Engineering and Landscape Management, 16 (1): 38-44.

- McDowal, A., 1989. The Interpet Encyclopedia of Koi. Salamander Books Ltd., London & New York, 208 pp. (Alınmıştır: Rothbard, S. 1994. Cloning of nishiki-goï, japanese ornamental (koi) carp. Israeli J. Aquacult – Bamidgeh, 46 (4): 171-181) .
- Misaila, C., Misaila, E.R., Marton, A., Bucar, N. 1990. Lucrarile, S.C.R. Piscicola- Iasi, 1: 223-230 (Alınmıştır: Mumpton, F. A. 1999. Uses of Natural Zeolites in Agriculture and Industri. Proc. Natl. Acad. Sci. USA., 96: 3463-3470).
- Meyer, M. 2005. The fundamentals of feeding koi and goldfish. Aquarium Fish, 1-3. (<http://www.fishchannel.com/media/freshwater-aquariums/fish-food/feeding-koi-and-goldfish-2.aspx.pdf>).
- Moralı, N. 2006. Investigation of zinc and lead removal from aqueous solutions using clinoptilolite. M Sc. Thesis, Middle East Technical University, Ankara, 76p.
- Mordenti, O., Roncarati, A., Dees, A., Bonaldo, A., Melotti, P. 2003. Influence of broodstock age on reproductive performance in Koi carp (*Cyprinus carpio*, L.), Italy, J. Anim., Sci., 2 (1): 637-639.
- Mumpton, F.A. 1984. Flammae et Fumus Proximi Sunt: The Role of Natural Zeolites in Agriculture and Aquaculture (Alınmıştır: Lanari, D., D'agaro, E., Turri, C. 1996. Use of cuban zeolites in trout diets. Rivista Italiana di Acquacoltura, 31: 23-33).
- Mumpton, F.A., Fishman, P.H. 1977. The application of natural zeolites in animal science and aquaculture. Journal of Animal Science, 45 (5): 1188.
- Mumpton, F. A. 1999. Uses of Natural Zeolites in Agriculture and Industri. Proc. Natl. Acad. Sci. USA., 96: 3463-3470.
- Nandeesh, M.C., Gangadhara, B., Varghese, T.J., Keshavanath, P. 2000. Growth response and flesh quality of Common carp, *Cyprinus carpio* fed with high levels of nondefatted silkworm pupae. Asian Fisheries Science, 13: 235–242.
- Nguyen, M.L., Taner, C.C. 1998. Ammonium removal from wastewater using natural New Zealand zeolites. NZJ. Agric. Res., 41: 427-466.
- Obradovic, S., Adamovic, M., Vukasinovic M., Jovanovic, R., Levic, J. 2006. The application effects of natural zeolite in feed and water on production results of *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). Roumanian Biotechnological Letters, 11 (6): 3005-3013.
- Ogunji, J., Sutter, D., Renner, B., Kloas, W., Schulz, C. 2006. Growth performance and body composition of carp (*Cyprinus carpio*) fed diets containing housefly maggot meal (magma). AQUA 2006, Linking Tradition & Technology, Highest Quality For the Consumer, WAS/EAS Special Publication 2006, 861.

- Oguri, M. 1978. On the hepatosomatic indeks of holocephalian fish. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 44(2): 131-134.
- Orhun, Ö. 1997. Zeolitlerde iyon değişimi. Anadolu Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, Anadolu Üniversitesi Yayınları, No. 989, Eskişehir, 53s (Alınmıştır: Karadeniz, R.B. 2003. Doğal zeolit'le (klinoptilolit) atıksulardan amonyak giderimi. Hacettepe Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 97 s).
- Öz, M., Aral, O., Şahin, D. ve Ünal, H. 2007. Koi (*Cyprinus carpio*) yavrularında farklı yemleme sıklığının büyüme üzerine olan etkileri. IVX. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu 4-7 Eylül 2007, Muğla.
- Özaydın, S. 2004. Advantageous features of zeolites and utilization areas of clinoptilolite over the world. Documants on Research and Development Department of Enlimining Company. İzmir, Turkey: Enli Mining Corporation (Alınmıştır: Özaydın, S., Koçar, G., Hepbaşlı, A. 2006. Natural zeolites in energy applications. Energy Sources, Part A, 28, 1425-1431).
- Özaydın, S., Koçar, G., Hepbaşlı, A. 2006. Natural zeolites in energy applications. Energy Sources, Part A, 28: 1425-1431.
- Papaioannov, D.S., Kyriakis, S.C., Papasteriadis, A., Roumbies, N., Yannakopoulos, A., Alexopoulos, C. 2002. Effect of in feed inclusion of a natural zeolite (clinoptilolite) on certain vitamin, macro and trace element concentrations in the blood, liver and kidney tissues of sows. Research in Veterinary. Sciences, 72: 61-68.
- Papaioannou, D., Katsoulos, P.D., Panousis, N., Karatzias, H. 2005. The role of natural and synthetic zeolites as feed additives on the prevention and/or the treatment of certain from animal diseases: A Review. Microporous and Mesoporous Materials, 84: 161-170.
- Pasteiner, S. 1998. Mycotoxins in animal husbandry. Biomin Gesunde Tierernahrung International GesmbH Austrial (Alınmıştır: Papaioannov, D.S., Kyriakis, S.C., Papasteriadis, A., Roumbies, N., Yannakopoulos, A., Alexopoulos, C. 2002. Effect of in feed inclusion of a natural zeolite (clinoptilolite) on certain vitamin, macro and trace element concentrations in the blood, liver and kidney tissues of sows. Research in Veterinary Sciences, 72: 61-68).
- Pavelic, K., Hadzija, N., Bedrica, L., Pavelic, J., Dikic, I., Katic, M., Kralj, M., Bosnar, M.H., Kapitanovic, S., Poljak- Blazi, M., Kirizanac, S., Stojkovic, R., Jurin, M.,

- Subotic, B., Colic, M. 2001. Natural zeolite clinoptilolite: New adjuvant in anticancer therapy. *Journal of Molecular Medicine*, 78 (12): 708-720.
- Peyghan, R., Azar Takamy, G. 2002. Histopatological, 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.
- Polta, R.C. 1978. A demonstration of ammonia removal by ion exchange. *Proceedings of the 33th Industrial Waste Conference*, Purdue University, May, 9- 11 (Alınmıştır: Güven, D. A. 1996. Klinoptilolit ve kum filtresi kullanılarak amonyak piklerinin giderilmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 73s.).
- Rahmani, A.R., Mahvi, A.H., Mesdaghinia, A.R., Nasser, S. 2004. Investigation of ammonia removal from polluted waters by clinoptilolite zeolite. *International Journal of Environmental Sciences & Technology*, 1 (2): 125-133.
- Rahmani, A.R., Ehsani, H.R. 2006. Application of ion exchange and air stripping methods to remove ammonium in recirculation fish culture system effluents. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 15 (2): 19-28.
- Rahmani, A.R., Samadi, M.T., Ehsani, H.R. 2009. Investigation of clinoptilolite natural zeolite regeneration by air stripping followed by ion exchange for removal of ammonium from aqueous solutions. *Iran. J. Environ. Health. Sci. Eng.*, 6 (3): 167-172.
- Refstie, T., Austreng, E. 1981. Carbohydrate in Rainbow trout diets. III. growth and chemical composition of fish from different families fed four levels of carbohydrate in the diet. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam-Printed in the Netherlands. *Aquaculture*, 25: 35-49.
- Rothbard, S. 1994. Cloning of nishiki-goi, japanese ornamental (koi) carp. *Israeli J. Aquacult – Bamidgeh*, 46 (4): 171-181.
- Saint-Erne, N. 2002. Advanced koi care for veterinarians and professional koi keepers. Phoenix, AZ, Metagraphix, Glendale, Az: Erne Enterprises, 194p.
- Sarıoğlu, M. 2005. Removal of ammonium from municipal wastewater using natural Turkish (Doğantepe) zeolite. *Separation and Purification Technology*, 41: 1-11.
- Sharma, J.G., Chakrabarti, R. 1999. Larval rearing of Common carp *Cyprinus carpio*: A comparison between natural and artificial diets under three stocking densities. *Journal of the World Aquaculture Society*, 30 (4): 490-495.

- Sing, R. K., Vartak, V.R., Balange, A.K., Ghughuskar, M.M. 2004. Water quality management during transportation of fry of Indian Major carps, *Catla catla* (Hamilton), *Labeo rohita* (Hamilton), *Cirrhinus mrigala* (Hamilton). Aquaculture, 235: 297-303.
- Springate, J. 1992. Fish must shape up to requirements. Fish Farmer January/ February. 39p.
- Swann, L. 1992. A basic overview of aquaculture. Funding has been Provided Through United States Department of Agriculture Grant, # 88: 38500- 3885.
- Stickney, R.R. 1991. Culture of salmonid fishes. CRC Pres, Inc., Florida, 50-51 (Alınmıştır: Yanık, T., Çiltaş, A., Aras, M. 2001. Balık Yetiştiriciliğinde Su Kalitesine Giriş. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları 225, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi Erzurum, 132s)
- Terlizzi, D. 1996. Water quality issue in aquaculture: Ammonia. Maryland Aquafarmer, 03: 403-4220.
- Tripathi, N. K., Latimer, K.S., Lewis, T.L., Burnley, V.V. 2003. Biochemical reference intervals for koi (*Cyprinus carpio*). Comp. Clin. Pathol., 12: 160-165.
- Tsitsishvili, G. V., Andronikashvili, T.G., Kirov, G.M., Filzova, L. D. 1992. Natural zeolites. Ellis, Horwood Limited (Alınmıştır: Moralı, N. 2006. Investigation of Zinc and Lead Removal from Aqueous Solutions Using Clinoptilolite. M Sc. Thesis, Middle East Technical University Ankara, 76p).
- Trckova, M., Matlova, L., Duorska, L., Pavlik, I. 2004. Kaolin, bentonite, and zeolites as feed supplements for animals: Healt advantages and risk. Vet. Med.- Czech, 49 (10): 389-399.
- Türkman, A., Aslan, Ş., Ege, İ. 2001. Doğal zeolitlerle atık sulardan kurşun giderimi. DEÜ Mühendislik Fakültesi, Fen ve Mühendislik Dergisi, 3 (2): 13-19.
- Türkmen, G., Alpbaz A. 2001. Türkiye'ye ithal edilen akvaryum balıkları ve sonuçları üzerine araştırmalar. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi. 18 (3-4): 483–493.
- Uslu, O., Türkman, A. 1987. Su Kirliliği ve Kontrolü. T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları Eğitim Dizisi 1. Ankara, 364 s.
- Israeli-Weinstein, D., Kimmel, E. 1998. Behavioral response of carp (*Cyprinus carpio*) to ammonia stress. Aquaculture, 165 (1): 81-93.
- Vasanth, L., Jeyakumar, A., Pitchai, M.A. 2003. Influence of music on the growth of Koi carp, *Cyprinus carpio* (Pisces: Cyprinidae). NAGA, World Fish Center Quarterly Oct.-Dec., 26 (4): 25-26.

- Vaughan, D. E. W., Sand, L.B., Mumpton, F.A. 1978. Natural zeolites, occurrence, properties and use. Pergamon Pres, New York. (Alınmıştır: Moralı, N. 2006. Investigation of Zinc and Lead Removal from Aqueous Solutions Using Clinoptilolite. M Sc. Thesis, Middle East Technical University Ankara, 76p).
- Watson, C. A., Shireman, J. V. 2002. Production of ornamental aquarium fish. FA35. Fisheries and Aquatic Sciences Department, Florida Cooperative Extension Services, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. Orijinal yayım tarihi Haziran 1996, yenileme Temmuz 2002.
- Watson, C.A., Hill, J.E., Pouder, D.B. 2004. Species profile: Koi and Goldfish. Southern Regional Aquaculture Center (SRAC) Publication No: 7201.
- Weinstein, D.I., Kimmel, E. 1998. Behavioral response of carp (*Cyprinus carpio*) to ammonia stress. Aquaculture, 165 (1): 81-93.
- Wheaton, F.W., Lawson, T.B. 1985. Processing aquatic food product. Properties of Aquatic Materials, 3: 21-59 (Alınmıştır: Töre, Y. 2006. Doğal zeolit ve nişastanın tilapya balıkları yeminde dolgu maddesi olarak kullanımının bazı vücut ve kan kompozisyonu ile su kalitesi parametreleri üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay, 45s)
- Wlasow, T., Dabrowska, H., Ziomek, E. 1990. Hematology of carp in prolonged sublethal ammonia intoxication. Pol. Arch. Hydrobiol. 37(3), 429-438. (Alınmıştır: Israeli-Weinstein, D., Kimmel, E. 1998. Behavioral Response of Carp (*Cyprinus carpio*) to Ammonia Stress, Aquaculture, 165 (1): 81-93).
- Wohlfarth, G. W., Rothbard, S. 1991. Preliminary investigations on color inheritance in japanese ornamental carp (Nishiki-goi). The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh, 43(2): 62-68.
- Yanık, T., Çıltaş, A., Aras, M. 2001. Balık Yetiştiriciliğinde Su Kalitesine Giriş. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları 225, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi Erzurum, 132s.
- Yanong, R.P.E. 2005. Pharmacokinetic studies of florfenicol in Koi carp and Threespot gourami *Trichogaster trichopterus* after oral and intramuscular treatment. Journal of Aquatic Animal Health, 17: 129-137.
- Yıldırım, Ö., Korkut, A.Y. 2004. Su ürünleri yemlerinin çevreye etkisi. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, 21 (1-2): 167-172.
- Yılmaz, E., Genç, E. 2006. Effects of alternative dietary lipid sources (soy-acid oil and yellow grease) on growth and hepatic lipidosis of Common carp (*Cyprinus carpio*)

- fingerling: A Preliminary Study. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 6: 37-42.
- Yosha, S. 2005. Koi husbandry, health assesment and health maintenance koi health. Advisor Program of the Akca.
- Yörükoğulları, E. 1997. Doğal zeolitlerde fiziksel adsorbsiyon uygulamaları, Anadolu Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları, 58 s.
- Yörükoğulları, E. 2005. Doğal zeolitlerin karayollarında buz/kar çözücü olarak kullanımı. Madencilik Bülteni İnceleme, Aralık, 40-42 s.
- Yücel, H. 2006. Sodyum formuna dönüştürülmüş Gördes klinoptiloliti üzerine amonyum, kurşun, kadmiyum çok bileşenli iyon değişiminin İncelenmesi, Tübitak, proje no, 105M047
- Zhang, Z., Goodwin, A.E., Pfeiffer, T.J., Thomforde, H. 2004. Effects of temperature and size on ammonia excretion by fasted Golden shiners. North American Journal of Aquaculture, 66:15-19.
- Zhang, Z., Perschbacher, P. 2003. Comparison of the zeolite sodium chabazite and activated chorcoal for ammonia control in sealed containers. Asian Fisheries Sciences, 16: 141-145.
- Zhou, Q. C., Mai, K. S., Tan, B.P., Liu, Y. J. 2005. Partial replacament of fishmeal by soybean meal in diets for juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). Aquaculture Nutrition, 11: 175-182.

ÖZGEÇMİŞ

Meryem Öz 1973 yılında Artvin’de doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Artvin’de tamamladı. 1991 yılında girdiği Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sinop Su Ürünleri Fakültesi’nden 1995 yılında mezun oldu. 1995-1998 yılları arasında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans öğrenimini tamamladı. 2005 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı’nda başladığı doktora öğrenimine halen devam etmektedir.