



**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI**

**ZEOLİTİN (*Clinoptilolite*) TİLAPYADA (*Oreochromis niloticus*)
BAKIR TOKSİSİTESİ ÜZERİNE
KORUYUCU ETKİSİ**

ZÜHTÜ METE DİNLER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HATAY
EYLÜL, 2005**

Mustafa Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne,

Doç. Dr. Mustafa TÜRKMEN danışmanlığında, yüksek lisans öğrencisi Zühtü Mete DİNLER tarafından hazırlanan bu çalışma 19/01/2006 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından, Su Ürünleri Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Doç Dr. Mustafa TÜRKMEN

İmza.....

Üye : Doç Dr. Mahmut KESKİN

İmza.....

Üye : Yrd.Doç Dr. A. Yalçın TEPE

İmza.....

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduklarını onaylarım.

Kod No:

İmza

19/01/2006

Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Abdurrahman YİĞİT

Bu çalışma M.K.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyon Başkanlığı tarafından desteklenmiştir.

Proje No: 04 M 1702

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

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	II
ÖNSÖZ.....	III
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	V
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VI
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	8
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	10
3.1. Materyal.....	10
3.1.1. Balık Materyali	10
3.1.2. Deneme Yeri ve Ortamı.....	10
3.1.3. Denemede Kullanılan Zeolit Materyali.....	10
3.2. Yöntem.....	11
3.2.1. Denemenin Planlanması ve Kurulması.....	11
3.2.2. Yemleme.....	12
3.2.3. Kan Analizleri.....	12
3.2.4. Ağır Metal Analizleri.....	12
3.2.5. Protein Analizi.....	13
3.2.6. İstatistiksel Analizler.....	13
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	14
4.1. Karaciğer Bakır Birikimi.....	18
4.2. Kan Parametreleri.....	20
4.2.1. Birinci Dönem.....	20
4.2.2. İkinci Dönem.....	21
4.2.3. Üçüncü Dönem.....	22
4.2.4. Muamelelerin Dönemler İçinde İncelenmesi.....	22
4.2.5. Dönemler Gözetilmeksizin İnceleme.....	25
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	28
KAYNAKLAR.....	31
ÖZGEÇMİŞ.....	35

ÖZET

ZEOLİTİN (*Clinoptilolite*) TİLAPYADA (*Oreochromis niloticus*) BAKIR TOKSİSİTESİ ÜZERİNE KORUYUCU ETKİSİ

Bu çalışmada bakırın sublethal düzeyine maruz kalmış Tilapya'lar üzerine sudaki zeolitın koruyucu etkisi araştırılmıştır. Muameleler, bakır ($1,5 \text{ mg l}^{-1}$), bakır+zeolit ($1,5 \text{ mg l}^{-1}+50 \text{ mg l}^{-1}$), zeolit (50 mg l^{-1}) ve kontroldür. 92 gün boyunca balıkların ağırlık ve boyca gelişimi, karaciğerde bakır birikimi ve kas protein oranları ölçülmüştür. Ayrıca her ay yapılan kan örneklemelerinde BUN, LDH, glikoz, kolesterol, trigliserit parametreleride ölçülmüştür. Ağırlık değişimi en yüksek % 68,5 oranı ile zeolit muamelesinde bulunmuştur. Karaciğer bakır birikimleri bakır, bakır+zeolit, zeolit ve kontrol muameleleri için sırasıyla 12,6; 10,8; 1,27; 1,33 ppm olarak bulunup, istatistiksel olarak aralarındaki fark önemlidir ($p<0,05$). Deneme sonunda bakır+zeolit muamelesinin kan parametreleri, kontrol muamelesi ile karşılaştırıldığında, BUN, LDH, kolesterol seviyesi düşük bulunmuştur. Buna karşın trigliserit ve glikoz seviyesi yüksek bulunmuştur. Başlangıç protein oranına göre, deneme sonundaki kas protein oranı düşük bulunmuştur. Balıkların sağlıklarında hiçbir ters etki bulunmamıştır. Bu sonuçlara göre, Tilapya'da bakır toksitesine karşı zeolit uygulanması önerilebilir.

2005, 35 sayfa

Anahtar Kelimeler: Tilapya , *Oreochromis niloticus*, doğal zeolit, clinoptilolite, BUN, LDH, trigliserit, kolesterol, glikoz, bakır

ABSTRACT

**PROTECTIVE EFFECT OF ZEOLITE (*Clinoptilolite*)
ON COPPER TOXICITY IN TILAPIA
(*Oreochromis niloticus*)**

In this study, protective effects of zeolite in Tilapia, exposed to sublethal concentration of copper, were investigated. Treatments were copper (1.5 mg l^{-1}), copper plus zeolite ($1.5 \text{ mg l}^{-1} + 50 \text{ mg l}^{-1}$), zeolite (50 mg l^{-1}) and control. During the 92 days long experiment, fish growth by weight and length, copper accumulation in liver, and muscle protein ratios were measured. BUN, LDH, glucose, cholesterol, and triglyceride parameters of blood were also measured by taken monthly blood samples. The greatest increase in weight was observed in zeolite treatment by 68.8%. Liver copper accumulations were 12.6; 10.8; 1.27 and 1.33 ppm for the copper, copper plus zeolite, zeolite and control treatment, respectively. Although, BUN, LDH, cholesterol of copper plus zeolite treatment were lower, triglyceride and glucose levels were higher comparing to control group ($p < 0.05$). Muscle protein ratios decreased in all treatments at the end of the study. No adverse effects of zeolite treatment for fish were observed. According to these results, zeolite treatment against copper toxicity in tilapia would be recommended.

2005, 35 pages

The Key Words: Tilapia , *Oreochromis niloticus*, natural zeolite, clinoptilolite, BUN, LDH, triglyceride, cholesterol, glucose, copper

III

ÖNSÖZ

Lisansüstü eğitimim boyunca bana yol gösteren, araştırmanın belirlenmesi, gerçekleştirilmesi ve değerlendirilmesi sırasında yardımlarını esirgemeyen, bana karşı sonsuz anlayışı ve güvenine, layık olmaya çalıştığım, örnek aldığım, babacan tavırları ile hayatımda özel bir yeri olan, danışman hocam Temel Bilimler Bölüm Başkanı, Sayın Doç. Dr. Mustafa TÜRKMEN' e teşekkürlerimi sunarım.

Farklı anlatım tekniği ile balık beslemeyi bize sevdiren, kendisini tanıdıktan sonra izinden gidebilmek için çabaladığım Dekanımız, Sayın Prof. Dr. İhsan AKYURT'a, minnettarlığımı ve teşekkürlerimi sunmaktan zevk alırım.

Yüksek Lisans eğitimim süresince ilgi ve yardımlarını esirgemeyen, gönlümde ayrı yerleri olan, su kalitesi hakkında bildiklerimi ona borçlu olduğum, değerli hocam; Sayın Yrd. Doç. Dr. A. Yalçın TEPE'ye bana gösterdiği ilgi ve alaka için teşekkür ederim.

Ayrıca eğitimim süresince, bana yardımlarını ve desteklerini hiç esirgemeyen, yabancı dil öğrenme gayretimde hep danıştığım, Sayın hocam Arş. Gör. Erdal YILMAZ'a ve Sayın hocam Arş. Gör. Mehmet NAZ'a,

Çalışmalarım süresince ilgi ve yardımlarını esirgemeyen, sevgili arkadaşlarım Ahmet Taner İKİZDOĞAN'a, Su Ürünleri Yüksek Mühendisi Evren ÇALIŞKAN'a, Su Ürünleri Yüksek Mühendisi Canan CİMİNLİ'ye Yalçın TÖRE'ye, Alparslan ATEŞ'e ve uzak mesafelerde bile olsak, desteğini esirgemeyen Sayın Su Ürünleri Yüksek Mühendisi Ekrem MUTLU'ya,

Her konuda maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen, sıkıntılarımı uzaktan da olsa paylaşan, pek değerli Annem Asiye DİNLER ile Babam Ahmet DİNLER'e, ve kardeşlerim ile nişanlım Sevgi ASKER'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ**Simgeler**

l	Litre
ml	Mililitre
g	Gram
mg	Miligram
kg	kilogram
kcal	kilo kalori
μ	Mikron
ppm	Milyonda Bir (1/1.000.000)
Na	Sodyum
K	Potasyum
Cr	Krom
Cu	Bakır
Fe	Demir
Mn	Mangan
Ni	Nikel
Pb	Kurşun
Zn	Çinko
HNO ₃	Nitrik asit
BUN	Blood urea nitrogen (Kan üre azotu)
LDH	Lactate dehydrogenase
CuSO ₄ ·5H ₂ O	Bakır sülfat (Göz taşı)
LC ₅₀	Lethal konsantrasyon % 50
Ø	Çap
°C	Santigrad derece

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1.	Çalışmada kullanılan zeolit (clinoptilolite)'in kimyasal içeriği	11
Çizelge 4.1.	Muamelelerin, başlangıç ve sonu için, balık ağırlığı ortalamaları (g balık ⁻¹), boy ortalamaları (cm balık ⁻¹), karaciğer ağırlığı ortalamaları (g balık ⁻¹), kas dokusu protein oranı ortalamaları (%).	14
Çizelge 4.2.	Çalışmanın sonunda balıkların, başlangıç değerlerine göre ağırlık kazancı (g), boy artışı (cm) ve karaciğer ağırlık kazancı (g) ve kas dokusu protein oranı değişikliği (%).	16
Çizelge 4.3.	Çalışma sonunda karaciğer bakır birikimi (yaş ağ. ppm).	18
Çizelge 4.4.	Muamelelerin ilk dönem sonunda incelenen kan parametreleri ortalamaları.	20
Çizelge 4.5.	Muamelelerin ikinci dönem sonunda incelenen kan parametreleri ortalamaları.	21
Çizelge 4.6.	Muamelelerin üçüncü dönem sonunda incelenen kan parametreleri ortalamaları.	22
Çizelge 4.7.	Kan kolesterol seviyesi için, muamelelerin dönemler içinde incelenen ortalamaları (mg dL ⁻¹).	23
Çizelge 4.8.	Kan glikoz seviyesi için, muamelelerin dönemler içinde incelenen ortalamaları (mg dL ⁻¹).	23
Çizelge 4.9.	Kan LDH seviyesi için, muamelelerin dönemler içinde incelenen ortalamaları (µg dL ⁻¹).	24
Çizelge 4.10.	Kan BUN seviyesi için, muamelelerin dönemler içinde incelenen ortalamaları (mg dL ⁻¹).	24
Çizelge 4.11.	Kan trigliserit seviyesi için, muamelelerin dönemler içinde incelenen ortalamaları (mg dL ⁻¹).	25
Çizelge 4.12.	Muamelelerin dönemler göz ardı edilerek, incelenen Kan parametreleri ortalamaları.	26

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1.	Çalışmanın muamelelere göre başlangıç ve sonunda elde edilen ağırlık ortalamaları (g).....	15
Şekil 4.2.	Çalışmanın muamelelere göre başlangıç ve sonunda elde edilen kaz dokusu protein oranı ortalamaları (%).	16
Şekil 4.3.	Çalışmanın muamelelere göre başlangıç ve sonunda elde edilen karaciğer ağırlık ortalamaları (g).	17
Şekil 4.4.	Çalışma sonunda karaciğer bakır birikimi (ppm).....	18

1. GİRİŞ

Günümüzde çevresel sorunlar içinde, en tehlikeli kabul edileni, ağır metal kirliliğidir (ALMEIDA ve ark., 2001). Kimyasal bir kirlilik olarak kabul edilen ağır metal kirliliği, çeşitli kaynaklardan ortaya çıkabilir olmaları, ortamdan kaldırılmasının zor olması ve kolaylıkla besin zincirine girerek canlılarda artan yoğunluklarda birikebilmeleri nedeni ile diğer kimyasal kirleticiler arasında ilk sırada yer almaktadırlar (UZUNOĞLU, 1999).

Ağır metaller, iz elementler veya eser elementler olarak da adlandırılabilirler. Ağır metallerin deniz suyundaki konsantrasyonları 1 ppm'den düşüktür. Ağır metallere örnek olarak Cu, Fe, Zn, Pb, Hg, Co, Mn, Cr, Se, Ni, ve Cd sayılabilir (ÖZDEMİR, 1981). Doğada bulunan bu elementler belli bir doza kadar canlı yaşamı için gereklidir. Ancak doğal kaynaklardan; jeolojik ve volkanik faaliyetler, erozyon, yangınlar veya insan faaliyetleri sonucunda; maden arama, işleme, evsel atıklar, tarımsal faaliyetler, endüstriyel atıklar ile derişimleri artar (ŞENGÜL, 1993; SAWYER ve ark., 1994). Metallerin büyük bir bölümü canlılarda birikim yapar. Birikim sonucu canlıların bünyesinde yoğunlaşan bu elementler etkili dozlara ulaştıklarında, ciddi hastalıklara hatta ölümlere sebep olabilirler (ŞENGÜL, 1993; KARGI, 1995). Bazı ağır metaller canlı organizmalar için esansiyel oldukları halde yüksek konsantrasyonda toksittirler. Bunlar bakır (Cu), krom (Cr^{+3} formu), demir (Fe), mangan (Mn), molibden (Mo), çinko (Zn) ve nikel (Ni)'dir. Bununla birlikte kadmiyum (Cd), krom (Cr^{+6} formu), cıva (Hg) ve kurşun (Pb) gibi ağır metaller canlılar için esansiyel olmayıp eser miktarları bile toksit etki gösterebilir (BEYAZIT ve PEKER, 1998).

Bakır (Cu), bakır sülfat ($CuSO_4$) şeklinde suya eklendiğinde bileşik Cu^{+2} ve SO_4^{-2} iyonlarına ayrışır. Kübrik olarak adlandırılan Cu^{+2} iyonları, suda ayrıştıktan hemen sonra $Cu_2(OH)_2CO_3$ bileşimini oluşturur veya CuO şeklinde çökelti oluşturur. Çeşitli çözünmüş inorganik ve organik bileşikler oluşturur. Cu^{+2} konsantrasyonu ve çözünmüş bileşiklerinin sudaki konsantrasyonları pH, toplam alkalinite, toplam sertlik, tuzluluk, çözünmüş organik madde konsantrasyonuna bağlıdır. Bakırın ana toksit türü Cu^{+2} olarak kabul edilir. Balıkların solungaç yüzeylerinde absorbe edilir ve toksit etkilerini ya direkt burada yada solungaçları geçerek iç organlarda gösterirler. Toksititenin ana mekanizması basitçe, solungaçlardaki osmoregülasyon aktivitesinin bozunmasıyla, Na ve Cl iyonlarının

solungaçtan, kana geçmesini sınırlandırması olarak açıklanabilir. Sucul ortamlarda bakırın toksititesi detaylı çalışılmıştır. Fakat toksititeye bağlı bir çok etkenin bulunması sebebiyle, bakırın ve bakırlı bileşiklerin toksit seviyeleri tam olarak açıklanamamıştır (BOYD ve TUCKER, 1998). Nil Tilapyası (*Oreochromis niloticus*) için açıklanan bazı 24h LC₅₀ değerleri 73,4 µg l⁻¹, 48h LC₅₀ değeri 63,92 µg l⁻¹ olarak belirtilmiştir (PAN, 2004). Buna rağmen aynı kaynak bakır sülfat için 96h LC₅₀ değeri 25 ila 100 µg l⁻¹ arasında olduğunu bildirmektedir (PAN, 2004). Nil Tilapyası (*Oreochromis niloticus*) için 96h LC₅₀ değeri 6,5 mg l⁻¹ CuSO₄·5H₂O olarak bildirilmiştir (VERA VE POCSIDIO, 1998).

Bakır sülfat su ürünleri yetiştiriciliğinde *Chara* gibi yüksek yapılı ve filamentli alglerde dahil olmak üzere havuzlarda alg kontrolünde kullanılabilir. Bunun yanında *Ichthyophthirius multifiliis* gibi balıklarda hastalık etkeni olan dış parazitlerinde kontrolü için kullanılır. Sucul ortama bakır sülfat muamelesi, sucul ortamın toplam alkalinitesinin %1'i oranında uygulanır. Eğer ortam alkalinitesi 50 ppm'den düşük yada 250 ppm'den yüksek ise bakır sülfat uygulanmamalıdır. (WATSON ve YANONG, 2002; BOYD, ve TUCKER, 1998).

Çevredeki bakır bulaşması kaynaklarının; araba mezarlıkları, soğutma suyu deşarjları, bakır içeren pestisitler, su dağıtım boruları, otomobil, kamyon, otobüs ve tır gibi vasıtaların fren balataları, metal kaplama ve işleme endüstrisi, rafineriler, çatı malzemeleri ve maden eritme işletmeleri olduğu bildirilmektedir (FIALKOWSKI ve NEWMAN, 1998). Tarımsal yüzey akışlarından çözülebilir bakır bileşikleri, son derece zararlı olabilir. Bunlar sucul ekosistemlere girdiklerinde genellikle yaklaşık bir günde sudaki parçacıklara bağlanır ve bu şekilde ortam şartlarına bağlı olarak çevreye daha az bir tehdit oluşturur. Bakırın kanserojen olmadığı bildirilmektedir. Yüksek düzeylerde bakır içeren su, kusma, ishal, mide bulantısı ve kramplara sebep olmaktadır. En çok karaciğer, böbrek, mide, akciğer, barsak, kalp, beyin ve adrenal bezde birikim yapar (ATSDR, 2003).

Balıklarda enzim sistemi için önemli bir esansiyel element olan bakır, yüksek konsantrasyonlarda toksittir. Suda bakırın, yüksek seviyeleri balık türlerinin daha hızlı oksijen tüketmesine neden olur. Ayrıca histin, sistin ve metionin içeren proteinlerin yapısına bağlanarak işlevlerini yerine getirmelerine engel olur. Suda bakır için birincil hedef balıkların geniş yüzey alanı olan solungaçlarıdır. Düşük sodyum içeren sularda bakır,

solungaçada sodyum alımını engelleyerek balık bünyesine alınır. Bakırın sudaki yüksek konsantrasyonu, solungaçlardaki iyon dengesini değiştirerek balıklarda ölümlere sebebiyet verebilir (VAN HEERDEN ve ark., 2004).

Doğal zeolitler alüminyum silikat kil mineralleridir. Tabiatta büyük rezervler halinde bulunup, işletilmesi diğer madenlere göre daha kolay ve ucuzdur. Buna rağmen doğal zeolitlerin istenilen saflık ve gözenek çaplarında olmamaları nedeni ile dünya pazarında tam yerini alamamıştır (MUMPTON, 1999). Ülkemiz büyük rezerv potansiyeline sahip olmasına rağmen, tespit edilen rezervlerin, kullanım alanları ve teknolojik özellikleri tam olarak araştırılmamıştır. Yaşadığımız dünyada çok çeşitli kullanım alanları bulunan zeolitler sık sık gündeme gelmektedir. Bu nedenle Türkiye'nin bundan yararlanması için zeolit araştırmalarının hızlandırılması gerekmektedir (DPT, 2001).

İskelet yapılarındaki Si/Al oranları ve içerdikleri katyon cinsi ile miktarlarındaki bazı farklılıklara rağmen; $(M^+, M^{+2}) O.Al_2O_3.9SiO_2. nH_2O$ genel formülü ile ifade edilebilirler. Burada M^+ bir alkali katyon olup genellikle Na^+ veya K^+ , nadiren de Li^+ olur. M^{+2} ise bir toprak alkali katyondur ve genellikle Mg^{+2} , Ca^{+2} , Fe^{+2} nadiren de Ba^{+2} , Sr^{+2} olur (CHRISTIE ve ark., 2001; DPT, 2001; MUMPTON, 1999;).

Herhangi bir zeolit kristalinin en küçük yapı birimi SiO_4 veya AlO_4 dört yüzlüleridir. Dört yüzlüler ve bunları birbirine bağlayan ikincil yapı üniteleri arasında yer alan mikro gözenekler birleşip bir, iki veya üç boyutlu boşluk sistemleri ve kanalları oluşturur. Boşluk miktarı toplam hacmin %20'si ile %50'si arasındadır. Zeolit minerallerinin en önemli özelliği; bu boşluklar ve bu boşluklara kolayca girebilen ve yer değiştirebilen sıvı ve gaz molekülleri ile toprak alkali iyonlardan ileri gelen "moleküler elek" olmalarıdır (CHRISTIE ve ark., 2001).

Doğal zeolitler sulu alimino silikat mineralleri olarak da bilinirler. Mineralin kafes yapısından dolayı iyon değişimi yaptığı iç ve dış yüzey alanını, zeolit'in her bir gramı birkaç yüz metrekaare alan oluşturabilmekte olduğunu bildirmiştir (MIER ve ark., 2000). Bazı zeolitler kendi ağırlığının %30'u kadar başka gaz ve diğer molekülleri çekebilirler. Zeolitlerdeki katyonlar, içinde bulunduğu solüsyonun katyonları ile yer değiştirirler. Örneğin, zeolitteki Na^+ , sudaki NH_4^{+} ile yer değiştirir (GHOSE, 2002). Belirgin negatif yükünden dolayı, genellikle katyonları ancak bazı anyon ve polar olmayan organik

molekülleri de, yapısına çektiği veya hapsedtiğini BOWMAN ve ark., (1995)'de bildirmiştir (MIER ve ark., 2000). Doğal zeolitlerin kimyasal yapısı çıkartıldığı maden yataklarına göre değişebilmekte bu nedenle de kullanımı kısıtlanmaktadır (PICKHARDT, 2000).

Son elli yılda zeolit çalışmaları oldukça yoğun olarak devam etmesine rağmen doğal zeolitinin kullanımı son yıllarda önem kazanmıştır. Doğal zeolitler, sulardan iyon değiştirme ile katyonları uzaklaştırmaktadır (TÜRKMAN ve ark., 2001; BABEL, 2003). Clinoptilolite Pb^{+2} , Zn^{+2} , Cd^{+2} , Ni^{+2} , Cu^{+2} , Fe^{+2} ve Mn^{+2} gibi ağır metal iyonlarına karşı oldukça yüksek kapasitede seçiciliğe sahiptir (PARK, 2000; TÜRKMAN ve ark., 2001). OUKI, (1999)'da yaptığı çalışmada clinoptilolite ve şabazit ile sudan, ağır metal gideriminde %99'a ulaşan arıtma verimleri elde etmiştir ve bu çalışmada zeolit türlerinin ağır metaller için seçicilik sıralamasını clinoptilolite için; $Pb > Cu > Cd > Zn > Cr > Co > Ni$, olarak vermiştir (TÜRKMAN ve ark., 2001). Bununla beraber BABEL, (2003)'de clinoptilolite için izleyen $Pb^{+2} > Cd^{+2} > Cu^{+2} > Co^{+2} > Cr^{+2} > Zn^{+2} > Ni^{+2} > Hg^{+2}$ sıralamayı vermiştir.

Hayvanlarda kan kimyasal parametrelerinin değerlendirilmesi, alışıla gelmiş bir usul ve önemli bir araçtır. Bu basit teknik ile hayvanın fizyolojik durumu hakkında güvenilir kararlar verebilmek mümkün olur. Balıklarda kan parametreleri üzerine etki eden bir çok faktör bulunur. Bunlar çevresel (sıcaklık, fotoperyot, yoğunluk, tuzluluk gibi...), fizyolojik (seksüel olgunlaşma döngüsü, yaş, cinsiyet, beslenme gibi...) ve sosyal (sosyal hiyerarşi gibi...) faktörler olabilir. Su ürünleri yetiştiriciliği uygulamalarında kan kimyasının izlenmesi su kalitesi, hastalık veya toksit maddelere maruz kalma ile sıkı bağlantılı olduğunu bildirilmiştir (BAŞUSTA, 2005; CHEN, ve ark., 2003; TÜRKMEN ve ark., 2000).

Balıkların en kolay kullandığı karbonhidrat glikozdur ve kanda bulunan tek şekerdir (HOŞSU ve ark., 2001). Kan glikozu balıkların karaciğerlerinde glikojen olarak depo edilip organizmanın gereksinimi olduğu zamanlarda glikoza çevrilerek kana verilir (BAŞUSTA, 2005). Glikozun parçalanması ile yaşamsal faaliyetlerin sürdürülmesi için gerek duyulan enerji sağlanır (HOŞSU ve ark., 2001). Yoğunlukla balığın yaşadığı ortamın kirlenmesi yada herhangi bir nedenden dolayı oluşan stres faktörü balıktaki kas aktivitesinin artmasına yol açar. Buna bağlı olarak kan glikozu miktarında ise artış kaydedilir (BAŞUSTA, 2005). Balıkların beslenme şekline göre karbonhidratları değerlendirme şekillerinin değişmesinden

dolayı, omnivor ve herbivor balıkların, karnivor balıklara göre karbonhidratları daha iyi değerlendirdikleri ve karbonhidrat metabolizmasında glikozun önemli bir yer tuttuğu bildirilmektedir. Balıkların, kan glikoz düzeyi, yem alımından sonra ani bir şekilde yükselmesine karşın, tekrar aynı seviyeye düşmesi için uzun bir süreye ihtiyaç duyduğu, ayrıca ağır metallerden ve yemin kompozisyonundan etkilendiği bildirilmiştir (TÜRKMEN ve ark., 2000; ŞAHAN ve CENGİZER, 2003). Suyun kalitesi, besin durumu ve üreme gibi doğal faktörlerin yanı sıra, yakalanma stresi, anestezi yöntemi, kan alma metodu gibi faktörlerin soğuk kanlı canlıların kan parametrelerini değiştirebileceği bildirilmektedir. Ayrıca, kan glikoz düzeyinin türler arasında varyasyon gösterebileceği de bilinmektedir (AYDIN ve ark., 2000).

Balıklarda ağır metal kirliliğinin strese neden olduğu ve metabolizmada strese bağlı değişikliklerin meydana geldiği bilinmektedir. Balıkların kas ve karaciğer dokularında depo edilen glikojen, stres etkisinde acil enerji gereksinimini karşılamada kullanılmaktadır. Bakırın öldürücü olmayan derişimlerinin alabalık (*Onchorhynchus mykiss*), sazan (*Cyprinus carpio*) gibi balıklarda kas ve karaciğer dokularındaki glikojen seviyelerini azalttığı, kan glikoz miktarının arttığı bildirilmiştir (CİCİK, 2003).

Glikoz formunda absorbe edilen karbonhidratların üç önemli metabolik görevi vardır. Bunlar acil enerji gerektiren olaylarda kullanılırlar, gerektiğinde kullanılmak üzere glikojen şeklinde depolanırlar ve trigliseritler, esansiyel amino asitler gibi bileşiklere sentezlenirler. Kandan hücre içine giren glikoz sitoplazmada bir seri tepkimeye girerek sonuçta pirüvik asite parçalanır ve sonra su ve CO₂'ye oksitlenir (AKYURT, 2004). Pirüvik asit oksijen bulursa koenzim a'ya dönüşerek Krebs döngüsüne katılır yada tekrar glikojene geri sentezlenir. Burada eğer oksijen bulamazsa ya laktik aside dönüşerek birikir, ya alkole dönüşür yada karaciğerde glikojene geri sentezlenir. Kas hücrelerinde oksijen bulunmadığı durumlarda pirüvik asit, asetil koenzim a'ya dönüşmeyerek LDH ile NADH'den bir hidrojen alarak laktik asite indirgenir (AKYURT, 2004).

Laktik asit dehidrogenaz olarakta adlandırılan LDH laktat ve piruvatın birbirine dönüşümünü katalizleyen bir enzimdir. Hücrelerde enerji üretiminde kan ve diğer vücut dokularında bulunan bir grup enzimdir. Balık vücudundaki tüm hücrelerde bulunur.

Kandaki miktarının yükseltilmesi, kan dahil hücrelere zararlıdır. LDH miktarının artışı, doku hasarının ve bazı kanser tiplerinin yada diğer hastalıkların belirtisi olabilir (AACC, 2005).

Bir lipit türü olan kolesterol, hayvansal dokularda bulunan sterollerin en önemli üyesidir. Balıkların tüm hücrelerinde ve kanda, serbest ve yağ asitleriyle birleşmiş ester olarak bulunur. Balıklarda serum kolesterol seviyesi cinsiyete göre değiştiği bulunmuştur. Kandaki miktarı yüksekse kalp ve damar hastalıklarına neden olabilir. Balığın yaşamsal fonksiyonlarını sürdürebilmesi için kolesterolün belirli miktarına ihtiyaç duyar (AKYURT, 2004). Kan kolesterol seviyesini bakır, krom, kalsiyum, vitamin C ve vitamin E azaltır. Tuzlar ise kandaki kolesterol seviyesini artırır (ALFIN-SLATER ve HOWTON, 1993).

Trigliserit adipoz dokuda depo edilen lipitlerin en yaygın şeklidir ve temel enerji kaynağıdır. Her mol trigliserit 3 mol yağ asiti 1 mol gliserin içerir. Trigliserit, besin içeriğindeki lipitlerin sindirimi ve absorpsiyonu ile barsak mukozasında ve karaciğerde sentezlenir (ATAMANALP ve ark, 2003). Yüksek trigliseritin bulunması pankreas iltihaplanması olarak düşünülebilir. Kandaki seviyesi kolesterolün seviyesine bağlı olarak ve doğru orantılı artar (KARATAŞ, 2005).

Kan üre azotu (BUN), metabolizma işlevleri sonucu üretilen azotlu bileşikler ifade eder ve balıklarda böbrekler ile solungaçlar tarafından kandan ayrılan, atık ürünlerdir. Yüksek proteinli besinle beslenen balıkların kanlarında BUN seviyesi artabilir. Yüksek seviyeleri böbreklerin iyi çalışmadığına işaret eder (AACC, 2005). Yemlerine bakır katılan balıkların serum BUN seviyelerinde yükselme olabilir. Bu artış, solungaç epitel hücrelerinde bozulma ve tam gelişememeye sebep olmakta, solunum ve boşaltım dengesindeki bozulmanın klinik bir açıklaması olarak anlaşılmalıdır (CİCİK, 2003).

Bakır, omurgalılarda 30 kadar enzimde kofaktör olarak kullanılır. Kan glikoz, kolesterol, total protein, hemogloblin, hematokrit parametrelerini etkiler. Balıklarda ağır metal kirliliğinin strese neden olduğu ve metabolizmada strese bağlı değişikliklerin meydana geldiği bilinmektedir. Balıkların kas ve karaciğer dokularında depo edilen glikojen, stres etkisinde acil enerji gereksinimini karşılamada kullanılmaktadır (CİCİK, 2003; AKYURT 2004).

Bu çalışmada, bakır sülfatın, sublethal düzeyine maruz kalmış tilapyaalar üzerine sudaki zeolitin koruyucu etkisini araştırmak amaçlanmıştır. Zeolitin yüksek iyon değiştirme

kapasitesi sayesinde, bakırın balık karaciğerindeki birikimi ve bazı kan parametreleri üzerine etkileri çalışılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

FUGII, (1974)'de, doğal zeolitlerin, sadece besleyici iyonların bitkiye aktarılmasında yararlı olmakla kalmayıp aynı zamanda, beslenme zincirinde arzu edilmeyen bazı ağır katyonların tuzaklanmasında da kullanılabileceğini bildirmiştir (ELEROĞLU, 2000)

Doğal zeolitin, sazan balıklarında kurşun toksitesini üzerine koruyucu etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, 35 gün boyunca kurşun nitratin subletal konsantrasyonlarına maruz kalan sazanlarda, suya 50 mg l⁻¹ oranında karıştırılan zeolitin balıkların karaciğerlerindeki çözünabilir protein ve RNA içeriğinin, her ikisinin de azaldığı ve incelenen kan parametrelerinde istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur. Balıklarda kurşun birikiminde ve zararlı etkilerinde de bir azalma olduğu bulunmuş ve zeolitin balıkların bulunduğu ortama uygulanmasının balıklarda hiçbir ters etkiye yol açmadığını bulmuşlardır (TEPE ve ark., 2004).

Zeolitin toprak ıslahında potansiyel kullanımının olması önemini dahada artırır (DYER ve WHITE, 1999). Sediment solunumuna zeolitin etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, zeolit uygulanmış ve uygulanmamış topraklar arasında, toprak solunumları açısından istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmuştur (TEPE ve ATEŞ, 2004).

Zeolit, balık veya karides havuzlarındaki amonyak ve hidrojen sülfür seviyelerini azaltabilir, bu şekilde balık veya karideslerin büyüme oranlarında ve populasyon yoğunluğunda artış sağlanır. Zeolit'in yüksek bir amonyak seçiciliği vardır. (ANONİM, 2002).

Doğal kil mineralleri ile, atık sulardan amonyağın kaldırılması üzerine yapılan bir çalışmanın sonuçlarına göre, clinoptilolite'in atık sulardan % 95 ila % 99 oranında amonyağı uzaklaştırdığı, buna karşın sepiolite'in % 70 ila % 85 oranında amonyağı uzaklaştırdığı bulunmuştur (ÇELİK ve ark., 2001).

Domuz yemlerine katılan doğal zeolitin, kan, karaciğer ve böbrek dokularındaki başlıca vitamin, mineral, makro ve iz elementlerin konsantrasyonlarının araştırıldığı bir çalışmada kan plazmasında makro elementlerin konsantrasyonunu zeolitin yönettiğini bulmuşlardır. Bununla birlikte serumun bakır ve çinko konsantrasyonlarının 30. günden itibaren düştüğü fark edilmiştir (PAPAIOANNOU ve ark., 2002).

TEPE ve ark., (2004)'de Aynalı Sazanlarda, kurşun toksisitesinin giderilmesi üzerine yaptıkları bir çalışmada, kurşun nitrata ve zeolite maruz kalmış balıkların karaciğer protein oranlarının düştüğünü bildirmiştir. Bu durumun muhtemelen clinoptilolite'in veya kurşunun enzim metabolizmasını etkilediği sonucuna varmışlardır.

On gün süreyle kadmiyumun 0,05 ila 1,0 mg^l⁻¹'lik subletal derişimlerine maruz kalan sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758) balıklarının kas ve karaciğer dokularındaki glikojen seviyeleri, önemli ölçüde azaldığını bulmuşlardır. Kadmiyum etkisinde kalan balıkların plazma glikoz düzeyleri, metal etkisinde kalmayan balıklara göre önemli düzeyde artarken, bu artışın metalin ortam derişimindeki artışına paralel olduğu saptanmıştır (CÜCÜK ve ENGÜN, 2005).

Karasu Irmağı'nın Aşkale mevki'nden yakalanan *Capoeta capoeta umbla* balığının kan glikoz düzeyindeki değişimleri inceleyen TÜRKMEN ve ark., (2000)'de balıkların yaşlarının ilerlemesi ile birlikte kan glikoz seviyelerinin azaldığını, ayrıca su sıcaklığı ile ters orantılı olarak değiştii ve üreme ile birlikte azaldığı sonucuna varmışlardır.

Sazan balığında bakırın kas ve karaciğer dokularındaki glikojen stokları ile serum glikoz seviyesine etkilerinin incelendiğı bir çalışmada, kas ve karaciğer glikojen seviyesi sırasıyla %70 ve %63 oranında azalmış, serum glikoz seviyesi kontrole göre 6 kat artığı bildirilmiştir. Ayrıca bu artış ortam derişimine paralel olarak meydana gelmiştir. Serum glikoz düzeyinin balıklardaki stres durumunun en duyarlı göstergelerinden biri olduğunu, kandaki glikozun artışının bakıra bağlanabileceğini ve kas ve karaciğerdeki glikojen gibi enerji rezervinin önemli şekilde kullanıldığını bildirmiştir. Bu arada bakır etkisinde ortaya çıkan hipoksik koşulların anaerobik metabolizmayı stimule ederek kas ve karaciger dokularındaki laktik asit derişimini artırdığını, glikojen derişimini düşürdüğünü bildirmiştir. Glikojen derişiminindeki düşmenin, glikojenin laktatın başlıca metabolik kaynağı olmasından kaynaklanmasından dolayı olabileceğini bildirmiştir. (CİCİK, 2003).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Balık Materyali

Çalışmada canlı balık materyali olarak, Tilapia (*Oreochromis niloticus*) kullanılmıştır. Adana D.S.İ. Su Ürünleri İşletmelerinden getirilen balıklar deneme başlayana kadar 200 X 50 X 50 cm boyutlarındaki polietilen tankta ticari bir yem ile beslenmiştir. Balıkların yem almaları yeterli olduğunda, her akvaryuma, 32'şer adet olarak stoklanmıştır.

3.1.2. Deneme Yeri ve Ortamı

Çalışma Mustafa Kemal Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Akvaryum ünitesinde 4 adet akvaryumda yürütülmüştür. Akvaryumlar 80 x 40 x 40 cm boyutlarında olup 128 l. hacme sahiptir ve bunun 90 l.'si kullanılmıştır. Akvaryumlardaki su derinliği 28,1 cm olarak kullanılması uygun görülmüştür. Akvaryum ünitesindeki havalandırma sistemi ile ısıtıcılar devamlı çalıştırılmıştır. Denmede şehir suyu kullanılmıştır. Akvaryumlarda biriken metabolik artıkların atılması amacıyla 3 günde bir akvaryum su hacminin 2/3'ü sifonlanmış yerine, aynı miktar su ile, bu suyun içerdiği $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ve zeolit miktarları hesaplanarak akvaryuma tekrar geri koyulmuştur

3.1.3. Denemede Kullanılan Zeolit Materyali

Çalışmada kullanılan doğal zeolit minerali clinoptilolite, İzmir madenlerini işleten ENLİ Madencilik Şirketinden 100 µ çapında elde edilmiştir. Mineralin ICP analizi sonucu kimyasal bileşimi Çizelge 3.1. ile aktarılmıştır (TEPE ve ark., 2003).

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan zeolit (clinoptilolite)'in kimyasal içeriği (TEPE ve ark., 2004).

Bileşen	Oranı (%)
SiO ₂	70,90
MnO	<0,01
Al ₂ O ₃	12,40
K ₂ O	4,46
Na ₂ O	0,28
MgO	0,83
CaO	2,54
TiO ₂	0,089
P ₂ O ₅	0,02
SO ₃	n.d
Cl	n.d
L.I.O.	7,20
Fe ₂ O ₃	1,21

3.2. Yöntem

3.2.1. Denemenin Planlanması ve Kurulması

Bakırın 96h LC₅₀ değeri 6,5 mg l⁻¹ CuSO₄·5H₂O olarak alınmıştır (VERA ve POCSIDIO, 1998). Bakır muamelesinde suya 1,5 mg l⁻¹ Cu, bakır+zeolit muamelesi suya 1,5 mg l⁻¹ Cu ve 50 mg l⁻¹ zeolit, zeolit muamelesi suya 50 mg l⁻¹ zeolit ve kontrol grubu, olarak 4 muamele ve her akvaryumdan 30 günde bir, 3 adet balık alınarak tekerrür oluşturulmuştur. . Deneme 24.12.2004 tarihinden 24.03.2004 tarihine kadar 3 ay süre ile sürdürülmüştür. Denemede 24.12.2004 ile 24. 01. 2005 tarihleri arası 1. dönem, 25. 01. 2005 ile 25. 02. 2005 tarihleri arası 2. dönem, 25. 02. 2005 ile 24.03. 2005 tarihleri arası ise 3. dönem olarak adlandırılmıştır.

3.2.2. Yemleme

Çalışmada, Sazanlar %30 ham protein ve 2600 kcal kg⁻¹ metabolik enerji içeren ticari yemle beslenmiş olup, balıklar canlı ağırlıklarının % 3'ü kadar günlük olarak üç öğün halinde yemlenmiştir.

3.2.3. Kan Analizleri

Balıklar kuyruk bölgesinden kan alınması sırasında, 1/20000 konsantrasyonda Quinaldine ile anestezi edildi. Anestezi sonrası ıslak bir havlu ile tespit edilen balıkların kuyruk kısımları keskin bir bıçak ile tek darbede kesilerek kuyruk venasından akmakta olan kan, içerisinde EDTA (2,5 mg/ml) bulunan steril tüplere 1,5-3 ml kadar alındı. Kan alma işlemi en fazla 45 sn'de tamamlanarak çalışmaya başlanmıştır.

Her muamelede ki balıklardan alınan 3'er ml kan örnekleri, zaman kaybetmeden silikon bazlı tüplere alınarak, 3100 rpm'de 10 dakika santrifüj edilip, kan plazma örnekleri çıkartılmıştır. Kan örneklerinden kolesterol (cholesterol), trigliserit (triglyseride), BUN (blood urea nitrogen), glikoz (glucose), LDH (lactate dehydrogenase) otoanalizörde saptanmıştır (TEPE ve ark., 2004).

3.2.4. Ağır Metal Analizleri

Çalışmalara başlamadan önce, herhangi bir bulaşmanın olmaması için kullanılan bütün malzemeler %0,69'luk nitrik asit ve deiyonize su ile hazırlanan yıkama suyundan geçirilerek etüvde kurutulmuştur. Kanları alınmış balıkların, karaciğerleri alınmıştır. Doku örneklerinin yaş ağırlıkları 0,001 g hassasiyetli terazide tartılıp darası alınarak porselen krozelere konulmuş ve 650 °C'de MF 120 Nüve marka kül fırınında 12 saat süreyle yakılmıştır (YAZKAN ve ark., 2002). Kül fırınından çıkarılan ve beyaz kül haline gelen

numunelerin üzerine %65 saflıkta 2 ml HNO₃ ilave edilmiştir (ÜNLÜ ve GÜMGÜM, 1993). Örneklerin berraklaşması için çeker ocakta düz ısıtıcı üzerinde ısıtılmış ve bu süre içerisinde berraklaşmaya kadar her örneğe eşit miktarda HNO₃ ilave edilmiştir. Berraklaşan örnekler soğutularak 589/3 Ø100 mm mavi band filtre kağıdından süzildükten sonra deiyonize su ile 25 ml'ye tamamlanmıştır (SALİM ve ark., 2003).

Analize hazır hale getirilen karaciğer örnekleri için Multi IV (Merck) element stok çözeltisinden standartlar hazırlanmış ve bu standartlarla cihaz kalibre edilmiştir. Kalibrasyondan sonra örnekler ICP-AES Varian Liberty Series-2 cihazı kullanılarak 324,8 nm dalga boyunda okutulmuştur. Bakır seviyeleri karaciğer örneklerinde ise ppm yaş ağırlık olarak belirlenmiştir.

3.2.5. Protein Analizi

Balıkların kas örnekleri için, ham protein tayini, A.O.A.C., Official Methods of Analysis 955.04 (1990)'un bildirildiğine göre, Kjeldahl yöntemi ile analiz edilmiştir (DURU, 2004).

3.2.6. İstatistiksel Analizler

Bu çalışmada araştırma bulgularının değerlendirilmesi, tek yönlü varyans analiziyle (One Way ANOVA) incelenmiş olup, gruplar arası farklılıkların istatistiksel olarak önemliliğini belirlemek için One Way ANOVA Post-Hoc testi (Duncan) uygulanmıştır (ÖZDAMAR, 2001). Bütün istatistiksel analizler SPSS 13.0 paket programla yapılmıştır. Denemede hata payı 0,05 olarak seçilmiştir.

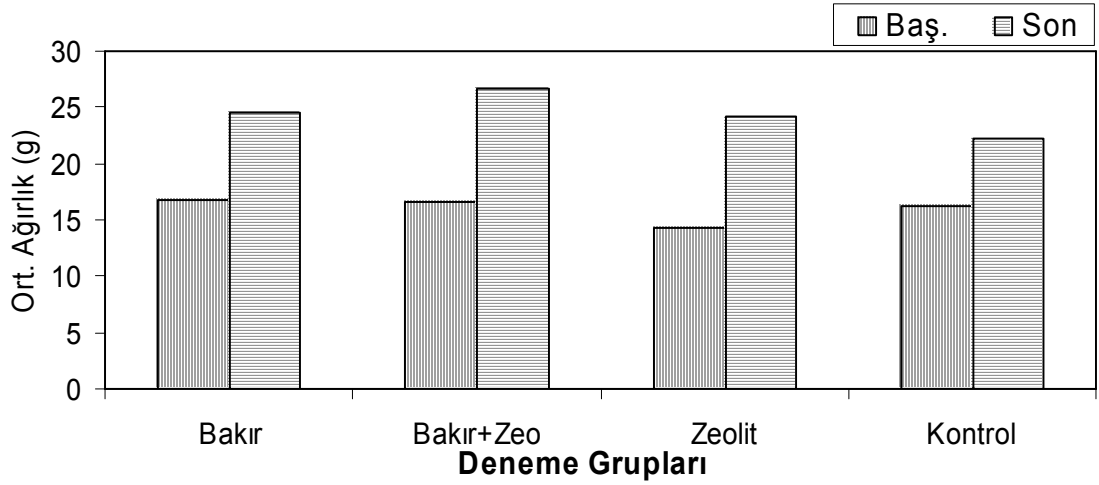
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Bakır sülfatın sublethal seviyesine maruz kalmış tilapyalar (*Oreochromis niloticus*) üzerine, sudaki zeolitin koruyucu etkisinin araştırıldığı 90 günlük bu çalışmanın sonunda balıkların boy, ağırlık, karaciğer ağırlığı ile kas dokusu protein oranları Çizelge 4.1.'de sunulmuştur.

Çizelge 4.1. Muamelelerin, başlangıç ve sonu için, balık ağırlığı ortalamaları (g balık⁻¹), boy ortalamaları (cm balık⁻¹), karaciğer ağırlığı ortalamaları (g balık⁻¹), kas dokusu protein oranı ortalamaları (%) ile $\pm$ standart hataları.

	Araştırma Grupları				
	Bakır	Bakır+Zeo.	Zeolit	Kontrol	P
Başlangıç Ağırlık Ort. (g balık⁻¹)	16,7 $\pm$ 0,58	16,6 $\pm$ 1,00	14,3 $\pm$ 0,58	16,2 $\pm$ 1,42	0,280
Son Ağırlık Ort. (g balık⁻¹)	24,6 $\pm$ 4,80	26,6 $\pm$ 3,72	24,1 $\pm$ 3,67	22,2 $\pm$ 5,57	0,918
Başlangıç Boy Ort. (cm balık⁻¹)	10,0 $\pm$ 0,17	10,0 $\pm$ 0,16	9,40 $\pm$ 0,16	9,53 $\pm$ 0,33	0,107
Son Boy Ort. (cm balık⁻¹)	11,6 $\pm$ 0,67	11,8 $\pm$ 0,64	11,3 $\pm$ 0,71	11,3 $\pm$ 0,72	0,948
Baş. Karaciğer Ağ. Ort. (g balık⁻¹)	0,15 $\pm$ 0,03	0,20 $\pm$ 0,01	0,13 $\pm$ 0,02	0,15 $\pm$ 0,02	0,193
Son Karaciğer Ağ. Ort. (g balık⁻¹)	0,51 $\pm$ 0,14	0,48 $\pm$ 0,11	0,60 $\pm$ 0,12	0,61 $\pm$ 0,08	0,804
Baş. Kas Dokusu Protein Or. (%)	12,37 $\pm$ 1,62	10,15 $\pm$ 1,22	10,62 $\pm$ 1,10	11,17 $\pm$ 0,28	0,528
Son Kas Dokusu Protein Or. (%)	8,93 $\pm$ 0,68	9,11 $\pm$ 0,56	7,95 $\pm$ 0,28	9,55 $\pm$ 0,46	0,242

Deneme süresi boyunca ölüm gözlenmemiştir. Balıkların başlangıç boy ve ağırlıkları incelendiğinde muameleler arasında fark olmadığı bulunmuştur ($p>0,05$). Çalışmanın muamelelere göre başlangıç ve sonunda elde edilen ağırlık ortalamaları Şekil 4.1'de sunulmuştur. Deneme sonunda balık ağırlığında en düşük değer, 22,2 g balık⁻¹ ile kontrol muamelesinde, en yüksek değer ise 26,6 g balık⁻¹ ile bakır+zeolit muamelesinde bulunmuştur (Çizelge 4.1.). En fazla canlı ağırlık kazancı 10 g balık⁻¹ ile bakır+zeolit muamelesinde, en düşük canlı ağırlık kazancı 6,0 g balık⁻¹ ile kontrol muamelesinde bulunmuştur (Çizelge 4.2.). Ayrıca deneme sonunda muamelelerin ağırlıkları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunamamıştır ($p>0,05$) ve muamelelerin deneme sonunda boyları incelendiğinde de önemli bir fark bulunamamıştır ($p>0,05$).



Şekil 4.1. Çalışmanın muamelelere göre başlangıç ve sonunda elde edilen ağırlık ortalamaları (g).

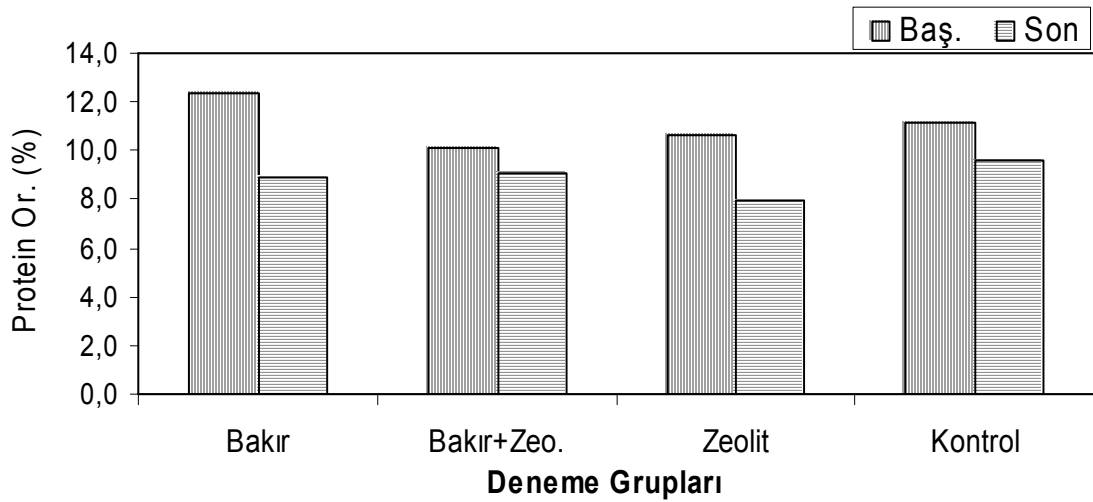
Muameleler arasında en düşük boy kazancı 1,60 cm ile bakır muamelesinde, en fazla boy kazancı 1,90 cm ile zeolit muamelesinde bulunmuştur (Çizelge 4.2). Muameleler arasında, karaciğer ağırlıkları için, deneme başlangıcında ve sonunda istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Ancak hem vücut ağırlığı hem de karaciğer ağırlıklarında deneme sonunda, başlangıç durumuna göre ağırlık kazancı bulunmuştur (Çizelge 4.2). Karaciğer canlı ağırlık kazancında en fazla artış $0,47 \text{ g balık}^{-1}$ ile zeolit grubunda, en düşük ise $0,28 \text{ g balık}^{-1}$ ile bakır+zeolit grubunda belirlenmiştir.

Deneme başındaki ve sonundaki kas dokusu protein oranları incelendiğinde muamelelerin ortalamaları arasındaki farklar istatistiksel açıdan önemsizdir ($p>0,05$). Buna karşın, kas dokusu protein seviyesinin, deneme başlangıcında, deneme sonuna göre daha yüksek olduğu bulunmuştur (Şekil 4.2.). Boy değişim yüzdelerinde ise en fazla değişim %20,2 sadece zeolit uygulanmış muamelede, en az değişim ise %16,0 ile sadece bakır muamelesinde bulunmuştur (Çizelge 4.2).

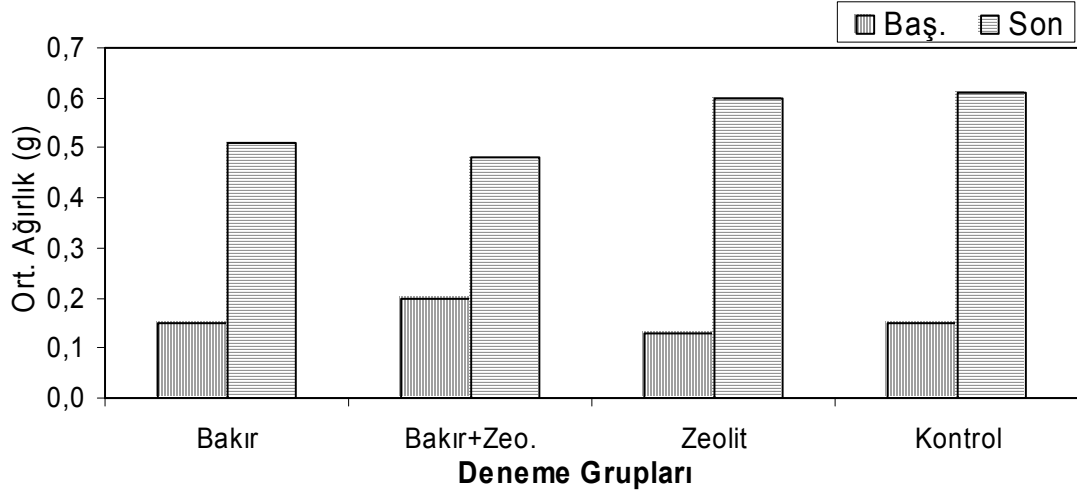
Çizelge 4.2. Çalışmanın sonunda balıkların, başlangıç değerlerine göre ağırlık kazancı (g balık⁻¹), boy artışı (cm balık⁻¹) ve karaciğer ağırlık kazancı (g balık⁻¹) ve karaciğer protein oranı değişikliği (%), canlı ağırlık değişimi (%).

		Araştırma Grupları			
		Bakır	Bak. +Zeo.	Zeolit	Kontrol
Canlı Ağırlık Kazancı	(g balık⁻¹)	7,90	10,0	9,80	6,00
Boy Kazancı	(cm balık⁻¹)	1,60	1,80	1,90	1,77
Karaciğer C. Ağırlık Kaz.	(g balık⁻¹)	0,36	0,28	0,47	0,46
Kas Protein Oranı Değişikliği	(%)	-3,44	-1,04	-2,67	-1,62
Ağırlık Değişimi	(%)	47,3	60,2	68,5	37,0
Boy Değişimi	(%)	16,0	18,0	20,2	18,6

Çalışmanın muamelelere göre başlangıç ve sonunda elde edilen karaciğer ağırlık ortalamaları Şekil 4.3’de sunulmuştur. Ağırlık değişimi en fazla %68,5 oranı ile zeolit muamelesinde, en az %37,0 oranı ile kontrol muamelesinde olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.2). Sadece bakıra maruz kalan balıkların ağırlık değişimi yüzdesi kontrol muamelesine göre yüksek olsa bile, zeolit ve bakır+zeolit muamelelerinden daha düşüktür (Çizelge 4.2). Ayrıca bakır+zeolit muamelesi %60,2 ağırlık artışı değişimi ile sadece zeolit muamelesine yakın bir gelişim göstermiştir. Protein seviyesindeki en az değişim %1,04 düşüş ile bakır+zeolit muamelesinde, en fazla değişim ise %3,44 düşüş ile bakır muamelesinde gerçekleşmiştir.



Şekil 4.2. Çalışmanın muamelelere göre başlangıç ve sonunda elde edilen kas protein oranı ortalamaları (%).



Şekil 4.3. Çalışmanın muamelelere göre başlangıç ve sonunda elde edilen karaciğer ağırlık ortalamaları (g).

Deneme sonunda protein oranları, bakır muamelesinde %8,93 bakır+zeolit muamelesinde %9,11 zeolit muamelesinde %7,95 ve kontrol muamelesinde %9,55 olarak bulunmuştur. Sublethal dozlarda bakıra maruz kalan Tilapia balıkları (*Oreochromis niloticus*) için yapılan bir denemede, sırasıyla suya 0,15 ppm, 0,30 ppm, 0,50 ppm ve hiç bakır uygulanmış muamelelerin, deneme sonunda karkas protein oranlarını %14,94; 14,95; 14,82 ve 15,18 olarak bildirilmiştir. Araştırmacılar karkas protein oranı için, deneme sonunda, suda bakır konsantrasyonunun artışına bağlı bir protein azalmasının istatistiksel olarak önemli olduğunu bildirmişlerdir. (ALI ve ark., 2003). Çalışmamızda bulunan protein oranları bu çalışmadan daha düşük bulunmuştur. Çizelge 4.2’de sunulan protein oranları düşüşü, ALI ve ark., (2003)’nın protein oranı düşüşünden farklı olmuştur. Çalışmamızda kullanılan sudaki bakır konsantrasyonunun ALI ve ark., (2003)’nın çalışmasından daha yüksek olmasının yanında, JAMES ve SAMPATH, (2003)’ün bildirdiği 96h LC₅₀ değeri 4,27 mg l⁻¹’den daha düşüktür. Bunun yanında protein oranlarının düşmesi aktarılan çalışmalarda kullanılan yem içeriğinin farklı olmasından kaynaklanabilir.

Balık etinde ham protein oranı balığın, türüne, yaşına, cinsiyetine, beslenme ortamına, üreme ve göç mevsimlerine göre değişiklikler gösterir. Balık etinde protein miktarı %15-24 arasında değişmektedir (GÜLYAVUZ ve ÜNLÜSAYIN, 1999).

Çalışmamızda görülen protein seviyeleri aktarılan çalışmanın bildirdiği değerlerden düşüktür.

4.1. Karaciğer Bakır Birikimi

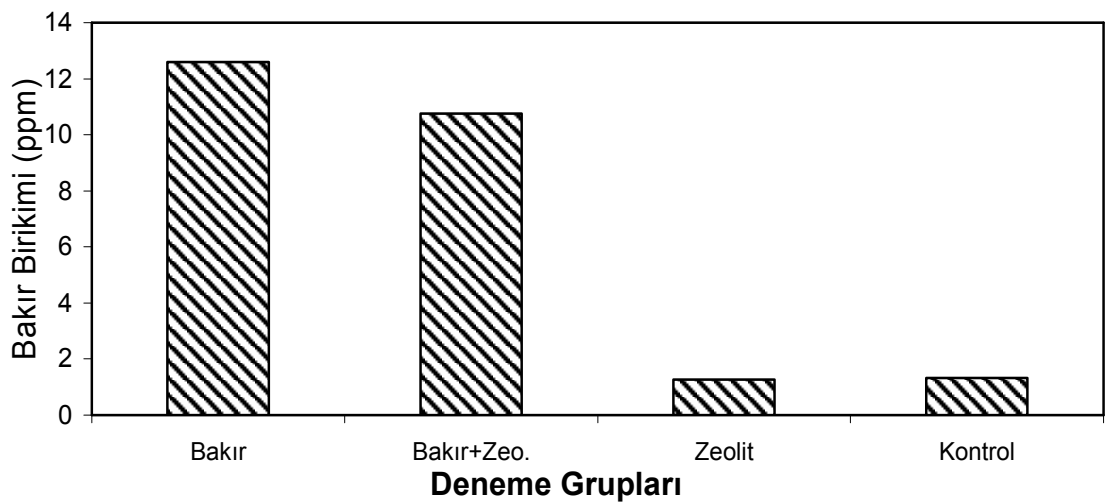
Deneme sonunda karaciğerde bakır birikimi düzeyleri incelenmiştir. Sırasıyla bakır, bakır+zeolit, zeolit, kontrol muamelelerinin karaciğer bakır birikimi yaş ağırlık üzerinden 12,6; 10,8; 1,27; 1,33 ppm olarak bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Çalışma sonunda karaciğer bakır birikimi (yaş ağı. ppm).

	Araştırma Grupları			
	Bakır	Bakır+Zeo.	Zeolit	Kontrol
Karaciğer Bakır Birikimi (ppm)	12,6±2,87 ^b	10,8±5,27 ^b	1,27±0,39 ^a	1,33±0,13 ^a

*Farklılıklar üssel harflerle belirtilmiş ve benzerlik aynı harfle karakterize edilmiştir. Değerler ortalama ± standart hata biçimindedir.

Zeolit ve kontrol muameleleri, bakır ve bakır+zeolit muamelelerinden farklı ($p < 0,05$) ve daha düşük değerdedir. En düşük birikim 50 mg l⁻¹ Zeolit'e maruz kalan muamelede, en yüksek birikim ise 1,5 mg l⁻¹ Cu'a maruz kalan muamelede gözlenmiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Çalışma sonunda karaciğer bakır birikimi (ppm).

Bakır muamelesi, bakır+zeolit muamelesinden düşük bulunmasına karşın (Çizelge 4.3), bu iki muamele arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmadı ($p>0,05$).

Ağır metaller, metabolik aktivitesi yüksek olan dokularda toplam protein derişimini artırmaktadırlar. Bakırın etkisinde kalan *O. niloticus*'da karaciğer dokusu toplam protein oranı artarken, kas dokusu toplam protein oranının düşüş gösterdiği bildirilmiştir (KALAY ve ERDEM, 2003). Bu durum çalışmamıza benzerdir.

ALI ve ark., (2003) yapmış oldukları bir çalışmada, karaciğerde bakır birikimini sırasıyla 16,27 ppm, 24,41 ppm, 38,34 ppm ve 10,92 ppm olarak bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızın bakır birikimi seviyeleri, bu değerlerden düşük çıkmıştır. Bu çalışmalarda bakır birikimi miktarının farklı olmasının sebebi, su kalitesi (pH, alkalinite ve sertlik), balık ağırlıkları, bakıra maruz kalma süresi ve bakırın sudaki konsantrasyonlarının farklılığı nedeniyle olduğu düşünülebilir.

Tilapya balıkları üzerine yapılan bir çalışmada, suya katılan zeolit ile bakırın kaldırılması amaçlanmış, 2,14 mg l⁻¹ konsantrasyonunda bakır kullanılmıştır. Sadece bakıra maruz kalan tilapyalarda 90. gün sonunda, karaciğer bakır birikimi 8,63 ppm, zeolitin artan oranlarında karaciğer bakır birikimi 0,12 ila 0,17 ppm arasında bulunmuştur. Ayrıca bakır ve zeolite maruz kalan tilapyalarda zamanla bakır oranlarının belirgin bir şekilde azaldığı bildirilmiştir (JAMES ve SAMPATH, 2003). Çalışmamızın sonuçları ile karşılaştırıldığında aktarılan çalışmanın sonuçları benzerdir (Çizelge 4.3).

Sazan balığı kullanılarak yapılmış bir çalışmada, suya zeolit eklenmesi ile kurşun toksisitesinden korunumu araştırılmış, deneme sonunda karaciğer ağırlığında ve ağırlık kazancında, muameleler arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark bulunmamıştır (TEPE ve ark., 2004). Çalışmamız, bu çalışma ile uyum içindedir.

4.2. Kan Parametreleri

4.2.1. Birinci Dönem

Birinci dönem sonunda elde edilen BUN, LDH, glikoz, kolesterol ve trigliserit değerleri Çizelge 4.4.'de sunulmuştur. Birinci dönem sonunda, balıkların BUN düzeyleri incelendiğinde en yüksek değer $2,4 \text{ mg dl}^{-1}$ ile bakır+zeolit muamelesinde, en düşük değer ise $1,9 \text{ mg dl}^{-1}$ ile zeolit muamelesinde belirlenmiştir.

LDH, kolesterol ve glikoz ortalamaları incelendiğinde, bu kan parametrelerinde kontrol muamelesi diğer muamelelerden istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Kontrol grubu en düşük LDH seviyesine $772 \text{ } \mu\text{g dl}^{-1}$ sahipken, sadece zeolit grubu da en yüksek LDH seviyesi $1268 \text{ } \mu\text{g dl}^{-1}$ bulunmuştur (Çizelge 4.4). Kan glikoz seviyesinde zeolit muamelesi 160 mg dl^{-1} ile en yüksek, bakır+zeolit muamelesi 108 mg dl^{-1} ile en düşük ortalama bulunmuştur (Çizelge 4.4). En yüksek kolesterol ortalama değeri sadece bakır uygulanmış grupta 134 mg dl^{-1} , en düşük ortalama değer ise 95 mg dl^{-1} olarak kontrol muamelesinde bulunmuştur (Çizelge 4.4).

Trigliserit değerleri için yapılan analiz sonuçlarına göre, zeolit muamelesi, sadece bakır ve kontrol muamelesi ile farklı ($p<0,05$) ve düşük bir değerdedir. $71,7 \text{ mg dl}^{-1}$ değeri ile en yüksek ortalamaya sahip muamele bakır+zeolit muamelesi iken, $49,3 \text{ mg dl}^{-1}$ değeri ile en düşük ortalamaya sahip muamele sadece zeolit uygulanmış muamele bulunmuştur (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Muamelelerin ilk dönem sonunda incelenen kan parametreleri ortalamaları.

Kan Parametresi	Araştırma Grupları*			
	Bakır	Bakır+Zeo.	Zeolit	Kontrol
BUN (mg dl^{-1})	$2,3 \pm 0,00$	$2,4 \pm 0,00$	$1,9 \pm 0,00$	$2,1 \pm 0,00$
LDH ($\mu\text{g dl}^{-1}$)	$864 \pm 4,06^b$	$893 \pm 1,76^c$	$1268 \pm 1,45^d$	$772 \pm 1,45^a$
Glikoz (mg dl^{-1})	$122 \pm 0,67^b$	$108 \pm 0,88^a$	$160 \pm 1,16^d$	$134 \pm 1,76^c$
Kolesterol (mg dl^{-1})	$134 \pm 0,88^d$	$122 \pm 1,45^b$	$128 \pm 0,67^c$	$95 \pm 0,88^a$
Trigliserit (mg dl^{-1})	$65,0 \pm 1,16^b$	$71,7 \pm 0,88^c$	$49,3 \pm 0,88^a$	$62,7 \pm 1,20^b$

*Farklılıklar üssel harflerle belirtilmiş ve benzerlik aynı harfle karakterize edilmiştir.

Değerler ortalama $\pm$ standart hata biçimindedir.

4.2.2. İkinci Dönem

İkinci dönem sonunda elde edilen BUN, LDH, glikoz, kolesterol ve trigliserit değerleri Çizelge 4.5.'de sunulmuştur. Muamelelerin BUN değerleri ortalamaları arasında bakır+zeolit muamelesi 2,7 mg dl⁻¹ ile en yüksek, 2,0 mg dl⁻¹ değeri ile sadece zeolit muamelesi en düşük seviyede bulunmuştur (Çizelge 4.5).

LDH, kolesterol ve glikoz ortalamaları incelendiğinde, bu kan parametrelerinde kontrol muamelesi diğer muamelelerden istatistiksel açıdan önemli bir fark bulunmuştur (p<0,05). Kontrol grubu en düşük LDH seviyesine 795 µg dl⁻¹ sahipken, sadece zeolit grubu da en yüksek LDH seviyesi 1492 µg dl⁻¹ bulunmuştur (Çizelge 4.5). Kan glikoz seviyesinde zeolit muamelesi 160 mg dL⁻¹ ile en yüksek, bakır+zeolit muamelesi 129 mg dl⁻¹ ile en düşük ortalama bulunmuştur (Çizelge 4.5). En yüksek kolesterol ortalama değeri sadece zeolit uygulanmış grupta 138 mg dl⁻¹, en düşük ortalama değer ise 100 mg dl⁻¹ olarak kontrol muamelesinde bulunmuştur (Çizelge 4.5).

Trigliserit değerleri incelendiğinde, 62,0 mg dl⁻¹ değeri ile en yüksek ortalamaya sahip muamele bakır+zeolit muamelesi iken, 51,7 mg dl⁻¹ değeri ile en düşük ortalamaya sahip muamele sadece zeolit uygulanmış muamele bulunmuştur (Çizelge 4.5). Kontrol muamelesi, bakır ve zeolit muameleleri ile BUN hariç diğer parametrelerde benzer (p>0,05), zeolit muamelesinden farklıdır. (p<0,05).

Çizelge 4.5. Muamelelerin ikinci dönem sonunda incelenen kan parametreleri ortalamaları.

Kan Parametresi	Araştırma Grupları*			
	Bakır	Bakır+Zeo.	Zeolit	Kontrol
BUN (mg dl ⁻¹)	2,6±0,00	2,7±0,00	2,0±0,00	2,1±0,00
LDH (µg dl ⁻¹)	1102±1,8 ^c	974±2,3 ^b	1492±1,5 ^d	795±1,5 ^a
Glikoz (mg dl ⁻¹)	135±1,20 ^b	129±0,88 ^a	160±0,58 ^c	137±1,16 ^b
Kolesterol (mg dl ⁻¹)	123±0,88 ^c	112±1,16 ^b	138±0,57 ^d	100±0,58 ^a
Trigliserit (mg dl ⁻¹)	57,3±1,20 ^b	62,0±1,16 ^c	51,7±0,33 ^a	59,7±0,88 ^{bc}

*Farklılıklar üssel harflerle belirtilmiş ve benzerlik aynı harfle karakterize edilmiştir. Değerler ortalama ± standart hata biçimindedir.

4.2.3. Üçüncü Dönem

Üçüncü dönem sonunda elde edilen BUN, LDH, glikoz, kolesterol ve trigliserit değerleri Çizelge 4.6.'de sunulmuştur. BUN değerleri ortalamaları arasında bakır+zeolit muamelesi 2,9 mg dl⁻¹ ile en yüksek, 2,1 mg dl⁻¹ değeri ile sadece kontrol muamelesi en düşük değerde bulunmuştur (Çizelge 4.6).

LDH, kolesterol, trigliserit ve glikoz ortalamaları incelendiğinde, bu kan parametrelerinde, kontrol muamelesi diğer muamelelerden istatistiksel açıdan önemlidir (p<0,05). Kontrol grubu en düşük LDH seviyesine 800 µg dl⁻¹ sahipken, sadece zeolit grubu da en yüksek LDH seviyesi 1528 µg dl⁻¹ bulunmuştur (Çizelge 4.6). Kan glikoz seviyesinde zeolit muamelesi 162 mg dl⁻¹ ile en yüksek, kontrol muamelesi 137 mg dl⁻¹ ile en düşük ortalamaya sahiptir (Çizelge 4.6). En yüksek kolesterol ortalama değeri sadece zeolit uygulanmış grupta 141 mg dl⁻¹, en düşük ortalama değer ise 98 mg dl⁻¹ olarak kontrol muamelesinde bulunmuştur (Çizelge 4.6). Trigliserit seviyesinde en düşük ortalama 53,7 mg dl⁻¹ ile zeolit muamelesi, en yüksek ortalama 73,0 mg dl⁻¹ ile bakır muamelesinde bulunmuştur (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. Muamelelerin üçüncü dönem sonunda incelenen kan parametreleri ortalamaları.

Kan Parametresi	Araştırma Grupları			
	Bakır	Bakır+Zeo.	Zeolit	Kontrol
BUN (mg dl⁻¹)	2,8±0,00	2,9±0,00	2,2±0, 00	2,1±0,00
LDH (µg dl⁻¹)	1366±2,4 ^c	1010±0,6 ^b	1528±1,2 ^d	800±1,2 ^a
Glikoz (mg dl⁻¹)	148±0,88 ^c	141±0,88 ^b	162±0,57 ^d	137±0,66 ^a
Kolesterol (mg dl⁻¹)	112±0,58 ^b	100±0,58 ^a	141±0,58 ^c	98±0,58 ^a
Trigliserit (mg dl⁻¹)	73,0±0,58 ^d	50,7±0,33 ^a	53,7±0,33 ^b	59,0±0,58 ^c

* Farklılıklar üssel harflerle belirtilmiş ve benzerlik aynı harfle karakterize edilmiştir. Değerler ortalama ± standart hata biçimindedir.

4.2.4. Muamelelerin Dönemler İçinde İncelenmesi

Kan parametreleri için, dönemler arasındaki farklılık incelenmiş her parametre sonuçları ayrı birer çizelge halinde sunulmuştur. Kolesterol parametresinin zamana bağlı

olarak değişimi incelendiğinde, bakır uygulanmış her iki muamelede kolesterol seviyesi giderek düşmüştür. Sadece zeolit muamelesinde ise kolesterol seviyesi artmıştır. Kontrol muamelesinde ilk dönem diğer dönemlerden istatistiksel olarak farklı olsa da ($p<0,05$), değerler birbirlerine yakın bulunmuştur (Çizelge 4.7). Diğer muamelelerde dönemler birbirlerinden istatistiksel olarak farklıdır ($p<0,05$).

Çizelge 4.7. Kan kolesterol seviyesi için, muamelelerin dönemler içinde incelenen ortalamaları (mg dl^{-1}).

Kan Parametresi	Araştırma Grupları*			
	Bakır	Bakır+Zeo.	Zeolit	Kontrol
1. Dönem	134±0,88 ^z	122±1,45 ^z	128±0,67 ^x	95±0,88 ^x
2. Dönem	123±0,88 ^y	112±1,16 ^y	138±0,58 ^y	100±0,68 ^y
3. Dönem	112±0,58 ^x	100±0,58 ^x	141±0,58 ^z	98±0,58 ^y

*Dönemler arası farklılıklar üssel harflerle belirtilmiş ve benzerlik aynı harfle karakterize edilmiştir. Değerler ortalama ± standart hata biçimindedir.

Glikoz seviyesi ise bakıra maruz kalmış her iki muamelede zamanla artmıştır. Bu muamelelerde üç dönemde istatistiksel olarak birbirlerinden farklıdır ($p<0,05$). Buna karşılık zeolit ve kontrol muamelelerinde hiç değişiklik olmamıştır (Çizelge 4.8), ve dönemler istatistiksel olarak benzerdir ($p<0,05$). Stresin kan glikoz düzeyini önemli derecede yükselttiği ve farklı kaynaklara sahip rasyonların karbonhidrat içeriğinin kan glikoz seviyesini etkilediği bildirilmektedir (YILDIRIM ve ark.,1999).

Çizelge 4.8. Kan glikoz seviyesi için, muamelelerin dönemler içinde incelenen ortalamaları (mg dl^{-1}).

Kan Parametresi	Araştırma Grupları*			
	Bakır	Bakır+Zeo.	Zeolit	Kontrol
1. Dönem	122±0,67 ^x	108±0,88 ^x	160±1,16 ^x	134±1,76 ^x
2. Dönem	135±1,20 ^y	129±0,88 ^y	160±0,58 ^x	137±1,16 ^x
3. Dönem	148±0,88 ^z	141±0,88 ^z	162±0,57 ^x	137±0,66 ^x

*Dönemler arası farklılıklar üssel harflerle belirtilmiş ve benzerlik aynı harfle karakterize edilmiştir. Değerler ortalama ± standart hata biçimindedir.

Bakırın, balık metabolizma hızını artırdığı ve daha hızlı oksijen tüketmesine sebep olduğu bilinmektedir. Ayrıca bakır, bazı proteinlerin yapısına bağlanarak onların işlevlerini yerine getirmelerine engel olduğu da bildirilmiştir (VAN HEERDEN, 2004).

LDH seviyesi, dönemler içinde, deneme sonuna kadar giderek yükselmiştir (Çizelge 4.9). Tüm muamelelerde, dönemler birbirlerinden istatistiksel olarak farklıdır ($p<0,05$).

Çizelge 4.9. Kan LDH seviyesi için, muamelelerin dönemler içinde incelenen ortalamaları ($\mu\text{g dl}^{-1}$).

Kan Parametresi	Araştırma Grupları*			
	Bakır	Bakır+Zeo.	Zeolit	Kontrol
1. Dönem	864 $\pm$ 4,05 ^x	893 $\pm$ 1,76 ^x	1268 $\pm$ 1,45 ^x	772 $\pm$ 1,45 ^x
2. Dönem	1102 $\pm$ 1,76 ^y	974 $\pm$ 2,30 ^y	1492 $\pm$ 1,45 ^y	795 $\pm$ 1,45 ^y
3. Dönem	1366 $\pm$ 2,40 ^z	1010 $\pm$,57 ^z	1528 $\pm$ 1,15 ^z	800 $\pm$ 0,88 ^z

*Dönemler arası farklılıklar üssel harflerle belirtilmiş ve benzerlik aynı harfle karakterize edilmiştir. Değerler ortalama $\pm$ standart hata biçimindedir.

Kontrol muamelesi hariç, diğer muamelelerde deneme başından itibaren BUN seviyesi giderek artmıştır (Çizelge 4.10). Dönemler arasında istatistiksel karşılaştırma yapılamamıştır.

Çizelge 4.10. Kan BUN seviyesi için, muamelelerin dönemler içinde incelenen ortalamaları (mg dl^{-1}).

Kan Parametresi	Araştırma Grupları*			
	Bakır	Bakır+Zeo.	Zeolit	Kontrol
1. Dönem	2,30 $\pm$ 0,0	2,40 $\pm$ 0,0	1,90 $\pm$ 0,0	2,10 $\pm$ 0,0
2. Dönem	2,60 $\pm$ 0,0	2,70 $\pm$ 0,0	2,00 $\pm$ 0,0	2,10 $\pm$ 0,0
3. Dönem	2,80 $\pm$ 0,0	2,90 $\pm$ 0,0	2,20 $\pm$ 0,0	2,10 $\pm$ 0,0

*Dönemler arası farklılıklar üssel harflerle belirtilmiş ve benzerlik aynı harfle karakterize edilmiştir. Değerler ortalama $\pm$ standart hata biçimindedir.

Trigliserit seviyesi (Çizelge 4.11), zeolit muamelesinde deneme süresi boyunca istatistiksel olarak değişmemiştir ($p>0,05$). Bakır muamelesinde ise trigliserit seviyesi deneme süresi boyunca artmıştır. Ancak ilk iki dönem istatistiksel olarak benzer iken ($p>0,05$), son dönem istatistiksel olarak farklı ($p<0,05$) ve daha yüksektir. Bakır+zeolit muamelesi ikinci dönem yükselmiş ancak deneme sonunda, başlangıç seviyesine inmiştir. İstatistiksel olarak bakır+zeolit muamelesi, diğer iki dönemden farklı ve yüksektir ($p<0,05$).

Kontrol seviyesi ise, deneme süresince giderek azalmıştır (Çizelge 4.11). Bununla birlikte, ilk dönem trigliserit seviyesi, diğer iki dönemden farklı ($p<0,05$) ve yüksektir.

Çizelge 4.11. Kan trigliserit seviyesi için, muamelelerin dönemler içinde incelenen ortalamaları (mg dl^{-1}).

Kan Parametresi	Araştırma Grupları*			
	Bakır	Bakır+Zeo.	Zeolit	Kontrol
1. Dönem	59,67 $\pm$ 2,60 ^x	55,33 $\pm$ 3,33 ^x	56,33 $\pm$ 2,73 ^x	69,33 $\pm$ 4,18 ^y
2. Dönem	57,33 $\pm$ 1,20 ^x	62,00 $\pm$ 1,15 ^y	51,67 $\pm$ 0,33 ^x	59,67 $\pm$ 0,88 ^x
3. Dönem	73,00 $\pm$ 0,58 ^y	50,67 $\pm$ 0,33 ^x	53,67 $\pm$ 0,33 ^x	59,00 $\pm$ 0,58 ^x

* Dönemler arası farklılıklar üssel harflerle belirtilmiş ve benzerlik aynı harfle karakterize edilmiştir. Değerler ortalama $\pm$ standart hata biçimindedir.

4.2.5. Dönemler Gözetilmeksizin İnceleme

Dönemler göz ardı edilerek, her parametre için muameleler arasındaki farklar incelendiğinde (Çizelge 4.12), BUN düzeylerinde en yüksek değer 2,67 mg dl^{-1} ile bakır+zeolit muamelesi, en düşük değer ise 2,03 mg dl^{-1} ile zeolit muamelesi bulunmuştur (Çizelge 4.12). BUN seviyesi için, kontrol ve zeolit grupları, bakır ve bakır+zeolit gruplarından istatistiksel olarak farklı ve düşük bulunmuştur ($p<0,05$). Trigliserit parametresinde en yüksek 65,3 mg dl^{-1} ile sadece bakır muamelesi, en düşük 53,9 mg dl^{-1} ile sadece zeolit muamelesinde bulunmuştur (Çizelge 4.12). Trigliserit seviyesi için zeolit ve bakır+zeolit muameleleri, diğer iki muameleden, istatistiksel olarak farklı ve düşük bulunmuştur ($p<0,05$). LDH ve kolesterol parametreleri incelendiğinde, tüm muameleler bir birlerinden istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($p<0,05$). LDH seviyesi en düşük 789 $\mu\text{g dl}^{-1}$ ile kontrol muamelesinde, en yüksek 1429 $\mu\text{g dl}^{-1}$ ile zeolit muamelesinde bulunmuştur (Çizelge 4.12). Kolesterol seviyesi, en yüksek 136 mg dl^{-1} ile zeolit muamelesinde, en düşük kontrol muamelesinde 97,9 mg dl^{-1} olarak bulunmuştur (Çizelge 4.12). Glikoz seviyesi incelendiğinde kontrol ve bakır muameleleri birbirleri ile istatistiksel olarak benzerken, diğer iki muameleden istatistiksel olarak farklıdır ($p<0,05$). Kontrol muamelesi ile sadece bakıra maruz bırakılmış muamele, sadece zeolit uygulanmış

muameleden düşük bulunmuştur. Buna rağmen bu iki muamele, bakır+zeolit muamelesinden yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. Muamelelerin dönemler göz ardı edilerek, incelenen Kan parametreleri ortalamaları.

Kan Parametresi	Araştırma Grupları			
	Bakır	Bakır+Zeo.	Zeolit	Kontrol
BUN (mg dl ⁻¹)	2,57±0,07 ^b	2,67±0,07 ^b	2,03±0,04 ^a	2,10±0,00 ^a
LDH (µg dl ⁻¹)	1111±72 ^c	959±17 ^b	1429±40 ^d	789±4,4 ^a
Glikoz (mg dl ⁻¹)	135±3,78 ^b	126±4,73 ^a	160±0,44 ^c	136±0,73 ^b
Kolesterol (mg dl ⁻¹)	123±3,15 ^c	111±3,23 ^b	136±2,04 ^d	97,9±0,81 ^a
Trigliserit (mg dl ⁻¹)	65,3±2,58 ^b	56,0±1,94 ^a	53,9±1,05 ^a	62,7±2,08 ^b

* Farklılıklar üssel harflerle belirtilmiş ve benzerlik aynı harfle karakterize edilmiştir. Değerler ortalama ± standart hata biçimindedir.

TEPE ve ark., (2004) kan kolesterol seviyesini kontrol için 104,5 mg dl⁻¹, sadece kurşun muamelesi için 239 mg dl⁻¹, zeolit+kurşun için 171,5 mg dl⁻¹ ve sadece zeolit için 164,5 mg dl⁻¹ olarak bildirmiştir. Çalışmamızın glikoz ve kolesterol seviyeleri (Çizelge 4.12), aktarılan çalışmadan daha düşük değerlerde bulunmuştur. Bununla birlikte sadece kurşun muamelesi, kontrol muamelesine göre LDH ve kolesterol seviyeleri için istatistiksel olarak önemli bir artışa sebep olduğu bildirilmiştir (TEPE ve ark., 2004). Bu durum çalışmamız ile benzerlik içindedir.

Hussein ve ark., (1996), ortalama 38,46 g ağırlığındaki Tilapya (O. niloticus) ile yapmış oldukları bir çalışmada, BUN 8,41 mg dl⁻¹, kolesterol 161,3 mg dl⁻¹ glikoz 52,33 mg dl⁻¹ bildirmiştir (CHEN ve ark., 2003). Bu çalışmanın BUN ve kolesterol seviyeleri, bizim çalışmamızdan yüksek, glikoz seviyesi ise düşük çıkmıştır (Çizelge 4.12).

Terao and Ogawa (1984) tarafından, beş erkek ve beş dişi Tilapya balığı (O. niloticus) üzerinde yapılan bir çalışmada, glikoz 408 ♂ ve 197 ♀ mg dl⁻¹, kolesterol 462 ♂ ve 567 ♀ mg dl⁻¹, BUN 2,4 ♂ ve 3,7 ♀ mg dl⁻¹ olarak bildirilmiştir (CHEN ve ark., 2003). Bu değerler bizim çalışmamızdan glikoz ve kolesterol seviyesi için daha yüksek, BUN ile benzerlik içermektedir (Çizelge 4.12).

CHEN ve ark., (2003)'de 120 sağlıklı Tilapya ile 23 kan parametresini, bir yıl boyunca, mevsimsel olarak izlemiş glikoz için normal seviyenin en az 52 mg dl⁻¹, en çok

156 mg dl⁻¹ aralığında, kolesterol seviyesinin normal aralığını en düşük 162 mg dl⁻¹, en yüksek 440 mg dl⁻¹ aralığında ve BUN değerini 2 mg dl⁻¹ bulmuşlardır. Çalışmamızın değerleri ile karşılaştırıldığında glikoz seviyeleri aktarılan çalışma ile uyumludur. Kolesterol seviyesi ise aktarılan çalışmadan daha düşük seviyede bulunmuştur. BUN seviyesi kontrol ve zeolit muameleleri ile uyumlu, bakır ve bakır+zeolit muamelesinden yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.12).

Daha önce *Vibrio vulnificus* yada *Streptococcus iniae* bulaştırılmış ve karbon tetraklorit, gentamicin, yada bakır sülfat'a maruz bırakılan Tilapya balıklarının (*Oreochromis niloticus*) kan kimyası ve histopatolojisini karşılaştıran, CHEN ve ark., (2004)'nın bildirdiğine göre, ortalama 197 g ağırlığında olan kontrol ve 219,9 g ortalama ağırlığındaki sadece bakır sülfat muamelesinde bulunan balıkların glikoz düzeyi sırasıyla 68,1 mg dl⁻¹ ve 114,3 mg dl⁻¹ bulunmuştur. Aynı çalışmada kolesterol düzeyi kontrol muamelesinde 178,4 mg dl⁻¹ ve bakır sülfat muamelesinde 208,9 mg dl⁻¹ bildirilmiştir. Bu çalışmada bakır sülfat muamelesinin kontrol muamelesinden daha yüksek olması, çalışmamızda görülen bakır muameleli iki grubun, kontrol muamelesinden yüksek olması ile benzerlik içindedir. Çalışmamızın bulguları ile karşılaştırıldığında glikoz ve kolesterol seviyesinin (Çizelge 4.12), tüm muamelelerden daha yüksek olduğu görülmüştür.

Tayland'da ekonomik önemi olan bir tatlı su midyesi için besi ortamı geliştirmek amacıyla dört farklı balık türünün kan kimyasının karşılaştırıldığı bir çalışmada, Tilapya balığının trigliserit seviyesi 286,7 mg dl⁻¹ olarak bildirilmiştir (UTHAIWAN ve ark., 2002). Bu değer bulgularımızdan oldukça yüksektir.

Tilapya balıklarında uzun süre bakıra maruz kalma, karaciğer glikojeninin, kan glikozuna taşınmasına sebebiyet verebilir. Glikoz, kolesterol, BUN değerlerinin fazla olması kısa zamanlı bakıra maruz kalmayı, düşük olması uzun zamanlı bakıra maruz kalma durumunu işaret eder (STRAUS., 2003). Denememizin bulguları uzun zamanlı bakıra maruz kalmayı işaret etmektedir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bakır ($1,5 \text{ mg l}^{-1}$) ve zeolit'in (50 mg l^{-1}) balıkların bulunduğu su ortamına ilave edilmiştir. Bakır metalinin zeolit tarafından tutulması ve balıklarda bazı kan parametreleri üzerine bakırın toksin etkisi araştırıldı. En fazla canlı ağırlık artışı %68,5 oranı ile zeolit muamelesinde bulunmuştur. Ardından, %60,2 oranıyla bakır+zeolit muamelesi, %47,3 oranı ile bakır muamelesi ve %37,0 oranı ile kontrol muamelesinde bulunmuştur. Bakır+zeolit muamelesi, sadece zeolit muamelesine yakın bir gelişim göstermiştir. Bu durum ortamda zeolit'in varlığında balıkların daha iyi geliştiğinin bir göstergesi olabilir. Bakır, bakır+zeolit, zeolit ve kontrol muamelelerinde kas protein oranları ile protein değişim oranı, çalışma sonunda sırasıyla %8,93 ile -3,44, %9,11 ile -1,04, %7,95 ile -2,67 ve %9,55 ile -1,62 oranında düşüş bulunmuştur. Karaciğer bakır birikimi muameleler için sırasıyla 12,6, 10,8, 1,27, 1,33 ppm olarak bulunmuştur.

Çalışmamızda kas dokusu protein oranları en fazla bakır muamelesinde daha sonra zeolit muamelesinde, kontrole göre azalma görülmüş olup, en az düşüş ise bakır+zeolit grubunda bulunmuştur. Bu durum, suya eklenen zeolit'in, bakıra maruz kalmış balıklarda, kas dokusu protein oranında bir iyileşmeye sebep olması ile açıklanabilir. Bunun yanında kas dokusu protein seviyesinin tüm muamelelerde azalması, kan glikoz seviyesine yada deneme ortamının kısıtlı bir alan olmasından dolayı balıkların fazla hareket etmemesinden dolayı, besinlerden alınan enerjiyi harcayamamalarına bağlı olarak dokularda yağ birikimi ile açıklanabilir. Bu durumda kas protein oranı artan yağ miktarından dolayı görece olarak daha fazla düşüş göstermiş olabilir.

Karaciğer bakır birikimi, bakır+zeolit muamelesinde, bakır muamelesine göre azalmış ancak bu azalma istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0,05$). Bu durumun, su kalitesi (pH, alkalinite, sertlik ve tuzluluk), balık ağırlıkları, bakıra maruz kalma süresi ve bakırın sudaki konsantrasyonlarının farklılığı nedeniyle oluştuğu düşünülebilir.

Çalışmamızda zeolit muameleli grupların kan glikoz seviyesi kontrol muamelesinden büyüktür. Bakır+zeolit muamelesi, kontrol muamelesinden düşük bulunmuştur. Zeolit grubunun kontrol grubundan deneme süresince daha yüksek olması, bakır+zeolit grubunun hem zeolit, hem de bakır uygulanmış gruptan düşük seviyelerde

olmasında dolayı, zeolit'in Tilapya balıkları üzerinde tek başına belli bir stres oluşturduğu, ancak bakır uygulanmış ortamda zeolit'in stresi azalttığı söylenebilir.

Kan glikoz seviyesi bakır uygulanmış her iki muamele grubunda deneme boyunca artmıştır. Zeolit muamelesi, kontrol muamelesinden fazla olmakla beraber, deneme boyunca kan glikoz seviyesi değişmemiştir. Bu durum ortamdaki bakır nedeniyle, balık üzerinde bir stres oluştuğuna ve bundan dolayı da artan enerji ihtiyacını glikozdan karşılamak amacıyla kas ve karaciğerde depo edilmiş glikojenin, kana glikoz olarak taşınmasına sebebiyet verdiği düşünülebilir.

Kolesterol seviyesi bakır ve bakır+zeolit muamelelerinde, deneme boyunca azalmıştır. Bu durum, ortamda bulunan bakırdan dolayı olabilir. Zeolit muamelesinde deneme süresi boyunca yükselmiştir. Deneme sonunda bakır+zeolit muamelesi, kontrol muamelesine, istatistiksel olarak benzemesi ise balığın, ortama adaptasyonu ile açıklanabilir. Bakır ile bakır+zeolit muamelesinde kolesterol seviyesinin giderek düşmesine rağmen, deneme boyunca dönemler gözetilmeksizin kolesterol seviyesi incelendiğinde bakır muamelesi bakır+zeolit muamelesinden daha yüksektir. Bu durumdan, zeolit'in adaptasyon sürecini kolaylaştırdığı kanısına varılabilir.

Trigliserit seviyesinin bakır muamelesinde deneme esnasınca artmıştır. Bu durum, metabolizmanın başlıca enerji kaynağı olan trigliserit'in gereken miktarda kullanılmadığı anlamına gelebilir. Ortamdaki bakırın, bazı proteinlerin yapısına bağlanarak onların işlevlerini yerine getirememeleri dolayısıyla da olabilir. Zeolit muamelesinde trigliserit'in deneme boyunca düşmesi, enerji ihtiyacının trigliseritten sağlandığı anlamına gelebilir. Bakır+zeolit muamelesinde trigliserit seviyesinin önce artması, daha sonra ise azalması ise ortam şartlarına adaptasyonun varlığı ile açıklanabilir.

LDH seviyesi ise deneme süresi boyunca artmıştır. LDH seviyesinin artışı, karaciğer hücre hasarının bir belirtisi olabilir, fakat bu artışın karbonhidratlardan enerji üretimini karşılamak için de olabilir. LDH seviyesinin tüm muamelelerde deneme esnasınca artmasına rağmen, kontrol grubunun en az artış göstermiş, en fazla artış ise bakıra maruz kalan muamele grubunda gerçekleşmiştir. Bakır ve zeolit muamelesinde gerçekleşen artışın, kontrol muamelesinden fazla olması her iki muamelede ki balıkların karaciğerlerinde ve dokularında hücre hasarının bulunduğu anlamına gelebilir. Ancak

bakır+zeolit muamelesi, bakır ve zeolite maruz kalmış gruplardan daha düşük olması, Tilapya balıklarının bakır bulunan ortama adaptasyon süreci ile ilgili olabilir. Zeolit ve bakıra maruz kalan gruplarda deneme boyunca diğer iki muameleden daha yüksek olması, her iki muamelede de stresin varlığına işaret ediyor olabilir.

BUN seviyesinin bakır+zeolit ve bakıra maruz kalan gruplarda kontrol ve zeolit muamelelerinden yüksek olması bu gruplarda böbrek sisteminin yeterli çalışamaması olarak yada böbrek ve solungaçların hasar görmüş olabilmesi ile açıklanabilir. Bununla birlikte sadece zeolit muamelesinin kontrol muamelesine benzer olması da böbrek hasarının bakırdan kaynaklanmış olabileceğine işaret ediyor olabilir.

Sonuç olarak, BUN ve LDH parametrelerinin bazı fizyolojik hasarları işaret etmesine karşın, bakır bulunan su ortamına eklenen zeolit'in bakırın zararlı etkilerinin azalttığı, Tilapya balıklarının ortama adaptasyonuna destek olduğu söylenebilir. Öldürücü olmayan konsantrasyonda bakıra maruz kalan Tilapya balıklarında, suya eklenen zeolit'in, balıkların gelişimine ters bir etki oluşturmadığı ve protein oranında görülen ufak düşüşe rağmen et kalitesinde düşüş olmadığı da söylenebilir. Bakır kirliliği bulunan sucul ortamlarda, kirliliğin ortamdan kaldırılması için zeolit'in kullanılması durumunda, balıkların sağlığını bozmadan yetiştiricilik yapılabilir.

KAYNAKLAR

- AKYURT, İ., 2004. **Balık Besleme**. Mustafa Kemal Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Ders Kitapları No: 3, 226. Hatay.
- ALFIN-SLATER, R., ve HOWTON, D., 1993. **Lipids, Chemistry, Biochemistry and Nutrition**. Plenum Pub., N.Y.
- ALI, A., AL-OGAILY, S., M., AL-ASGAH, N., A., GROPP, J., 2003. Effect Of Sublethal Concentrations Of Copper On The Growth Performance Of *Oreochromis Niloticus*. **J. Appl. Ichthyol.** 19 : 183 – 188.
- ALMEIDA, J., A., NOVELI, E., L., B., DAL PAI SILVA, M., ALVES JUNIOR, R., 2001. Environmental Cadmium Exposure And Metabolic Responses Of The Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Environmental Pollution**. 114 : 169-175.
- ANONİM., 2002. **Rotamin Doğal Yem Katkısı Broşürü** , Rota Madencilik, Rota Mad. Hay. Tar. Nak. Dış Tic. A.Ş., <http://www.zeoliteproducer.com/tr/urunler.htm>.
- ATAMANALP, M., HALILOĞLU, H. İ., AYIK, Ö. CENGİZ, M., ÖZDEMİR, N., BEKTAŞ, S., 2003. Üç Farklı Çiftlikten Elde Edilen Gökkuşığı Alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792)'nın Kan Biyokimyası Parametrelerinin Karşılaştırılması. **XII. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu**, Elazığ. 238-240.
- ATSDR, 2003. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, <http://www.atsdr.cdc.gov/toxfaq.html>.
- AYDIN, S., YILDIRIM, A., ERDOĞAN, O., 2000. Aras Nehrinde Yaşayan *Capoeta capoeta capoeta* (Güldenstaedt, 1772) 'nın Kan Glikoz Düzeyindeki Aylık Değişimler. **Turk. J. Vet. Anim. Sci.** 24 : 523-528
- BAŞUSTA, A., G., 2005. Balık Hematolojisi Ve Hematolojik Metodlar. (M. KARATAŞ, Editör). **Balık Biyolojisi Araştırma Yöntemleri**. Nobel Yayın, 772, 498, Ankara.
- BEYAZIT, N., ve PEKER, İ., 1998. Atıksularda Ağır Metal Kirliliği ve Giderim Yöntemleri. In: Atlı, V., Belenli İ. (Eds), **Kayseri I. Atıksu Sempozyumu Bildirileri**, 22-24 Haziran 1998, Kayseri, 209-215
- BOYD, C., E., TUCKER, C., S., 1998. **Pond Aquaculture Water Quality Management**. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama.
- CHEN, A., C., Y., WOOSTER, G., A., GETCHELL, R., G., BOWSER, P., R., TIMMONS, M., B., 2003. Blood Chemistry Of Healthy, Nephrocalcinosis-Affected And Ozone-Treated Tilapia In A Recirculation System, With Application Of Discriminant Analysis. **Aquaculture**. 218 : 89–102
- CHEN, C., Y., WOOSTER, G., A., BOWSER, P., R., 2004. Comparative Blood Chemistry And Histopathology Of Tilapia Infected With *Vibrio vulnificus* Or *Streptococcus iniae* Or Exposed To Carbon Tetrachloride, Gentamicin, Or Copper Sulfate. **Aquaculture** 239 : 421–443
- CHRISTIE, T., BOB, B., THOMPSON, B., 2002. Zeolites, Mineral Commodity Report 23. **New Zealand Mining**, 31: 16 – 24.
- CİCİK, B. 2003. *Cyprinus carpio* (L.)'Da Bakırın Kas ve Karaciğer Dokularındaki Glikojen Stokları ile Serum Glukoz Düzeyi Üzerine Etkileri. **XII. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu**, Elazığ. 37-41.

- CÜCÜK, B., ENGÜN, K., 2005. The Effects Of Cadmium On Levels Of Glucose In Serum And Glycogen Reserves In The Liver And Muscle Tissues Of *Cyprinus carpio* (L., 1758). **Turk J. Vet. Anim. Sci.** 29 : 113-117
- ÇELİK, M. S., ÖZDEMİR, B., TURAN, M., KOYUNCU, I., ATESOK, G., SARIKAYA, H.Z., 2001. Removal of Ammonia by Natural Clay Minerals Using Fixed and fluidised Bed Column Reactors, **Water Science and Technology: Water Supply**, 1 (1) : 81 - 88.
- 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.
- DURU, M., 2005. Yohimbe Bark (*Pausinystalia Yohimbe*) ve Demir Dikeni (*Tribulus Terrestris*) Ekstratlarının Etlik Cıvcıvlerde Büyüme Performansı ve Vucut Bileşimi Üzerine Etkilerinin Araştırılması, **Yüksek Lisans Tezi**, Mustafa Kemal Üniversitesi, 62 Sayfa, Hatay.
- DYER, A., WHITE., K., J., 1999. Cation Diffusion In The Natural Zeolite Clinoptilolite, **Thermochimicia Acta**, (340-341) 341- 348.
- ELEROĞLU H., YALÇIN H., 2000. Zeolitle Karıştırılan Altlığın Etlik Piliçlerde Besi Performansı İle Bazı Altlık Parametreleri Üzerine Etkileri. **Tavukçuluk Araştırma Dergisi**, 7 : 405-409
- FIALKOWSKI, W., ve NEWMAN, W., A., 1998. A Pilot Study Of Heavy Metal Accumulations In A Barnacle From The Salton Sea, Southern California. **Mar. Poll. Bull.** 36 (2), 138-143.
- GHOSE, M., K., 2002. Complete Physico-Chemical Treatment For Coke Plant Effulents, **Water Research.** Vol: 36 : 1127-1134.
- GÜLYAVUZ, H. ve ÜNLÜSAYIN, M., 1999. **Su Ürünleri İşleme Teknolojisi**. Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi, Isparta.
- HOŞSU, B., KORKUT, A. Y., FIRAT, A., 2001. **Balık Besleme Ve Yem Teknolojisi I**. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No 50, Ders Kitabı Dizini No 19, 295, İzmir.
- JAMES, R., SAMPATH, K., 2003. Removal of Copper Toxicity by Zeolite in Java Tilapia *Oreochromis mossambicus* (Peters). **Bull. Environ. Contam. Toxicol.** 71 : 1184 – 1191.
- KALAY, M., ERDEM, C., 2003. *Tilapia Nilotica*'da Kadmiyum Birikiminin Total Protein Düzeyine Etkisi. **Turk J. Vet. Sci.** 27 : 1367 – 1374.
- KARGI, F., 1995. **Çevre Mühendisliği'nde Biyoprosesler**, Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Basım Ünitesi, 2. Baskı. İzmir.
- MUMPTON, F., A., 1999. *La roca magica*: Uses of natural zeolites in agriculture and industry. **Proc. Natl. Acad. Sci.**, 96 : 3463–3470.
- ÖZDAMAR, K., 1999. **SPSS İle Biyoistatistik**. Kaan Kitapevi, Yayın No: 3, 4. Baskı, ISBN: 975-6787-03 - 1, Eskişehir.
- ÖZDEMİR, H., İ., 1981. **Genel Anorganik ve Teknik Kimya**. Matbaa Teknisyenleri Basımevi, İstanbul.
- PAN, 2004. PAN Pesticides Database Chemical Toxicity Studies on Aquatic Organisms. <http://www.pesticideinfo.org/>

- PAPAIIOANNOU, D., S., KYRIASKIS, S., C., PAPASTERIADIS, A., ROUMBIES, N., YANNAKOPOULOS, A., ALEXOPOULOS, C., 2002. Effect Of In-Feed Inclusion Of A Naturel Zeolite (*Clinoptilolite*) On Certain Vitamin, Macro And Trace Element Concentrations In The Blood, Liver And Kidney Tissues Of Sows. **Research In Veterinary Science**, (72) : 61 – 68.
- PARK, J., B., LEE, S., H., LEE, J., W., LEE C.,Y., 2002. Lab Scale Experiments For Permeable Reactive Barriers Against Contaminated Groundwater With Ammonium And Heavy Metals Using Clinoptilolite. **Journal Of Hazardous Materials**, B95 : 65–79
- PICKHARDT, C., BRENNER, I. B., BECKER, J. S., DIETZE, H., J., 2000. Determiration Of Trace Elements In Zeolites By Laser Ablation ICP-MS. **Fresenius J Anal Chem**, 368 :79–87.
- SAWYER, C., N., MCCARTY, P., L., PARKIN, G.,F., 1994. **Chemistry for Environmental Engineering**. Fourth Edition, McGraw-Hill Book Co., Singapore.
- SPSS, 2005. Spss 13.0 for Windows. Leadtools, Lead Technologies SPSS Inc., Headquarters. <http://www.spss.com>.
- STRAUS., D., L., 2003. The Acute Toxicity Of Copper To Blue Tilapia In Dilituons Of Settled Pond Water. **Aquaculture**, 219 : 233 – 240.
- ŞAHAN, A., CENGİZER, İ., 2003. Seyhan Nehri (Adana Kent İçi Bölgesi)’nde Yaşayan Adi Sazan (*Cyprinus carpio*, Linnaeus, 1758) ve Bıyıklı Balık (*Barbus rajanorum*, Heckel, 1843)’ta Bazı Hematolojik Parametrelerin Belirlenmesi. **XII. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu**, Elazığ. 196-201.
- ŞENGÜL, F., 1993. **Çevre Kimyası**. Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İzmir.
- TEPE, Y., AKYURT, İ., CİMİNLİ, C., MUTLU, E., ÇALIŞKAN, M., 2004. Protective Effect Of Clinoptilolite On Lead Toxicity In Common Carp (*Cyprinus Carpio*), **Fresenius Environmental Bulletin**, 13 (7) : 639-642.
- TEPE, Y., ATEŞ, A., 2004. Zeolite Uygulamasının Sediment Solunumuna Etkisi, Ulusal Su Günleri 2004, 6-8 Ekim 2004, İnciraltı-İzmir. **Türk Sucul Yaşam Dergisi**. 2 (3) : 287-291.
- TÜRKMAN, A., ASLAN, Ş., EGE, İ., 2001. Doğal Zeolitlerle Atıksulardan Kurşun Giderimi (*Lead Removal From Wastewaters By Natural Zeolites*). **Deü Mühendislik Fakültesi Fen Ve Mühendislik Dergisi**, 3 (2) : 13-19.
- UTHAIWAN, K., PAKKONG, P., NOPARATNARAPORN, N., VILARINHO, L., MACHADO, J., 2002. Study of a suitable fish plasma for in vitro culture of glochidia *Hyriopsis myersiana*. **Aquaculture**. 209 : 197–208.
- UZUNOĞLU, O., 1999. Gediz Nehrinden Alınan Su ve Sediment Örneklerinde Bazı Ağır Metal Konsantrasyonlarının Belirlenmesi. Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, **Yüksek Lisans Tezi**, Manisa.
- ÜNLÜ, E. ve GÜMGÜM, B., 1993. Concentrations of Copper and Zinc in Fish and Sediments From the Tigris River in Turkey. **Chemosphere**, 26 (11) : 2055-2061.
- VAN HEERDEN, D., TIEDT, L., R., VOSLOO., A., 2004. Gill Damage In *Oreochromis Mossambicus* And *Tilapia Sparrmanii* After Short-Term Copper Exposure. **International Congress Series**. 1275 : 195– 200

- VERA, M. P., POCSIDIO, G. N., 1998. Potential Protective Effect Of Calcium Carbonate As Liming Agent Against Copper Toxicity In The African Tilapia *Oreochromis Mossambicus*. **Sci. Total Environ.**, 214 : 193– 202
- WATSON, C., YANONG R., P., E., 2002. **Use of Copper in Freshwater Aquaculture and Farm Ponds**. Department of Fisheries and Aquatic Sciences, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida.
- YAZKAN, M., ÖZDEMİR, F., GÖLÜKÇÜ, M., 2002. Antalya’ da Avlanan Bazı Balık Türlerinde Cu, Zn, Pb ve Cd İçeriği. **Turk J. Vet. Anim Sci.**, 26 : 1309 – 1313.
- YILDIRIM, A., TÜRKMEN, M., ALTUNTAS, İ., 1999. Çoruh Havzası-Oltu Çayı’nda Yasayan Bıyıklı Balık, *Barbus Plebejus Escherichi* (Steindachner, 1897)’ın Kan Glikoz Düzeyindeki Mevsimsel Degisimler. **Tr. J. Of Veterinary And Animal Sciences**. 23 : 373-378
- YILMAZ, E., NAZ, M., AKYURT, İ., 2004. Effect Of Dietary Olive Pomace Oil And L-Carnitine On Growth And Chemical Composition Of African Cat Fish, *Clarias Gariepinus* (Burchell, 1822). **The Israeli Journal Of Aquaculture – Bamidgeh**, 56 (1) : 14 – 21.

ÖZGEÇMİŞ

Zühtü Mete DİNLER, 1975 yılı İzmir doğumlu olup, lise eğitimini Edirne İpsala Lisesinde 1992 yılında bitirmiştir. 1993 yılında Gazi Üniversitesi Çorum Meslek Yüksek Okulu İnşaat Teknikerliği bölümünü kazanmış, 1995 yılında mezun olmuştur. 1996 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesini kazanmış, 2001 yılında Su ürünleri Mühendisi ünvanı ile mezun olmuştur. 2002 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Yetiştiricilik Ana Bilim Dalında Yüksek lisans öğrenimine başlamıştır.