

İZMİR KÂTİP ÇELEBİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AMONYAK VE NİTRİTİN AHLİ BALIKLARI (*Sciaenochromis ahli*)
ÜZERİNE AKUT TOKSİK ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HASAN ÖZ

SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI

AĞUSTOS 2017

İZMİR KÂTİP ÇELEBİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AMONYAK VE NİTRİTİN AHLİ BALIKLARI (*Sciaenochromis ahlı*)
ÜZERİNE AKUT TOKSİK ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HASAN ÖZ

(Y150107009)

SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI

TEZ DANIŞMANI: Doç. Dr. RAMAZAN SEREZLİ

AĞUSTOS 2017

İKÇÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün Y150107009 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Hasan ÖZ, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**AMONYAK VE NİTRİTİN AHLİ BALIKLARI (*Sciaenochromis ahli*) ÜZERİNE AKUT TOKSİK ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç.Dr.Ramazan SEREZLİ**
İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi

Jüri Üyeleri: **Doç. Dr.Özgür ALTAN**
Ege Üniversitesi
Yrd.Doç.Dr.Sevim HAMZAÇEBİ
İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi

İÇİNDEKİLER TABLOSU

1.GİRİŞ	1
1.1.Akvaryumun Kısa Tarihçesi	2
1.2.Akvaryumda Azot Çevrimi	4
1.3 Suda Yaşayan Canlılara Amonyanın Toksik Etkileri	5
1.4 Nitritin Sucul Canlılara Olan Toksik Etkileri	6
1.5 Sularda Nitrit Oluşumu	6
1.6 Nitritin Uzaklaştırılması	7
2. LİTERATÜR ÖZETİ	9
3. MATERYAL VE METOT	14
3.1. Kullanılan Balık Ahli Çiklit (<i>Sciaenochromis ahli</i>)	14
3.2 Deneme Düzenegi	14
3.3 AHLİ ÇIKLİT, (<i>Sciaenochromis ahli</i>)	17
3.4 Ahli Çiklit Morfoloji	17
3.5 Ahli Çiklitlerde Üreme	19
3.6 Çözelti Hazırlanışı	20
3.7 LC ₅₀ Değerlerinin Belirlenmesi	21
3.8 Kan Frotilerinin Boyanması ve Hücre Büyüklüklerinin Belirlenmesi	21
3.9 İstatistiksel Analizler	23
4. BULGULAR	24
4.1 Amonyanın Ahli balıkları üzerindeki etkisi ve LC ₅₀ değerleri	27
4.2 Nitritin Ahli Balıkları Üzerindeki Etkisi Ve LC ₅₀ Değerleri	27
4.3 Eritrosit ölçümleri	27
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	33
6. KAYNAKÇA	37

KISALTMALAR

NH_3	: İyonize olmamış amonyak
$NH_3 - N$: İyonize olmamış amonyak azotu
LC ₅₀	: Toksik bir maddenin canlıların %50'sini öldüren konsantrasyonu
pH	: Hidrojen iyon derişiminin negatif logaritması
g	: Gram
μm	: Mikrometre
NH_4^+	: İyonize olmuş amonyak (amonyum)
NO_3^-	:Nitrat
NO_2^-	:Nitrit
P	: Fosfor elementi
N	: Azot elementi
TAN	: Toplam Amonyak Nitrojeni
H	: Hidrojen elementi
mg/L (ppm)	: Miligram/Litre
°C	: Santigrat
ATP	: Adenozin trifosfat
Top.-N	: Toplam azot
kJ/mol	: Kilojoule/mol
O_2	: Oksijen elementi
C	: Karbon elementi
m^2	: Metrekare
m^3	: Metreküp
Na	: Sodyum elementi
SD	: Standart sapma

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 4.1: Amonyak (NH_3) LC_{50} değerleri pH: 8,65	27
Çizelge 4.2: Nitrit (NO_2) LC_{50} değerleri pH:8,65	27
Çizelge 4.3: Nitrit grubu eritrosit kısa eksen ölçümü T-testi	31
Çizelge 5.1: Benzer çalışmalardan amonyak LC_{50} değerleri.	34
Çizelge 5.2: Benzer çalışmalardan nitrit LC_{50} değerleri	34

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1 Azot Döngüsü.....	4
Şekil 1.2: Balıklar tarafından kullanılan amonyak toksisite giderim stratejisi	5
Şekil 3.1: Çalışmanın gerçekleştirildiği deney düzeneği.	15
Şekil 3.2: Balıkların seçimi	15
Şekil 3.3: Deneme düzeneği (mg/L).....	16
Şekil 3.4: Dişi Ahli.....	18
Şekil 3.5: Erkek Ahli	18
Şekil 3.6: Eritrosit ölçümü.....	22
Şekil 3.7 : Eritrosit ölçümlerinde kullanılan ışık mikroskobu.....	23
Şekil 4.1: Nitrite maruz kalan balıklar	24
Şekil 4.2: Ölen nitrit grubu balığı.....	25
Şekil 4.3: Ölen amonyak grubu balığı.....	25
Şekil 4.4 : Eritrosit uzun eksen ölçümleri	28
Şekil 4.5: Eritrosit kısa eksen ölçümleri.....	28
Şekil 4.6: Nükleus uzun eksen ölçümleri	29
Şekil 4.7: Nükleus kısa eksen ölçümleri	30
Şekil 4.8: Amonyaka maruz kalan balıkların eritrositlerinden bir görünüm.....	30

ÖNSÖZ

İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi'nde yüksek lisans tezi olarak yürütülen bu çalışmada amonyak ve nitritin ahli balıkları üzerine olan etkileri araştırılmış ve literatüre toksisite çalışması olarak katkıda bulunulmuştur.

İki yıllık bir çalışmanın ürünü olan bu tezin hazırlanması süresince, engin bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşmaktan çekinmeyen, ilgisini, inancını ve desteğini daima hissettiğim danışmanım sayın Doç. Dr. Ramazan SEREZLİ hocama, çalışmamı büyük bir titizlikle inceleyen değerli görüş ve önerileriyle çalışmama katkı sağlayan sayın jüri üyelerine, tezin yazım süreci boyunca manevi katkılarından dolayı sevgili eşim Arş. Gör. Döndü ÖZ'e teşekkürü bir borç bilirim.

AĞUSTOS 2017

Hasan ÖZ

AMONYAK VE NİTRİTİN AHLİ BALIKLARI (*Sciaenochromis ahli*) ÜZERİNE AKUT TOKSİK ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

ÖZET

Günümüzde akvaryum sektörü son derece önemlidir. Akvaryumda çok çeşitli balık türleri yetiştirilmekle beraber bunların en popülerlerinden biri de çiklit türleridir. Ahli çiklit (*Sciaenochromis ahli*) akvaryum sektöründe önemli türler arasında yer almaktadır.

Bu çalışmada Ahli çiklit (*Sciaenochromis ahli*) balıkları için hayati öneme sahip olan amonyak ve nitritin toksik etkileri ele alınmıştır. 24, 48, 72 ve 96 saatlik gözlem sürelerinde, LC₅₀ değerleri probit analizi yapılarak belirlenmiş, amonyağın ve nitritin, kan hücrelerindeki eritrositlerin büyüklüklerine olan etkileri incelenmiştir.

24, 48, 72 ve 96 saatlik LC₅₀ değerleri sırası ile nitrit için 48,893, 31,648, 31,609, 29,974 mg/L, amonyak için 2,033, 1,961, 1,864, 1,785 mg/L olarak hesaplanmıştır. Eritrositlerin büyüklükleri, eritrosit ve nukleusun kısa ve uzun eksenini olarak ölçülmüştür. Amonyak grubunda eritrosit uzun eksenini 11,50±0,19 µm, kısa eksen ise 6,03±0,14 µm, nitrit grubunda ise eritrosit uzun eksenini 11,76±0,25 µm, kısa eksen ise 7,03±0,15 µm olarak belirlenmiştir. Kontrol grubunda eritrosit uzun eksenini 11,62±0,19 µm, kısa eksen 6,30±0,08 µm olarak ölçülmüştür. Amonyak grubunda eritrositler kısalırken, nitrit grubunda eritrositlerin büyüdüğü tespit edilmiş, ancak aralarındaki fark istatistiksel olarak sadece nitrit grubunda kısa eksenini büyümesi şeklinde anlamlı bulunmuştur (P<0,05).

Anahtar Kelimeler: Amonyak, akut, nitrit, toksisite, LC₅₀, ahli, *Sciaenochromis ahli*

INVESTIGATION OF ACUTE TOXIC EFFECTS OF AMMONIA AND NITRITE ON THE AHLI FISH (*Sciaenochromis ahli*)

ABSTRACT

Nowadays the aquarium sector is extremely important sector. A wide variety of fish species are grown in the aquarium and the most popular group is cichlidae.. Ahli cichlid (*Sciaenochromis ahli*) is among the important species in the aquarium sector.

In this study, the toxic effects of ammonia and nitrite, which are vital for the Ahli cichlid (*Sciaenochromis ahli*), was investigated. LC₅₀ values were determined by probit analysis at 24, 48, 72 and 96 hour observation times. The effects of ammonia and nitrite on the size of erythrocytes in blood cells were examined.

LC₅₀ values for 24, 48, 72 and 96 hours were calculated as 48.093, 31.648, 31.609, 29.974 mg / L for nitrite; and 2.033, 1.961, 1.864, 1.785 mg / L for ammonia respectively. The sizes of erythrocytes and their nuclei are measured as short and long axis micrometricly. The long axis in the ammonia group is $11.50 \pm 0.19 \mu\text{m}$ and the short axis is $6.03 \pm 0.14 \mu\text{m}$. In the nitrite group, the long axis is $11.76 \pm 0.25 \mu\text{m}$ and the short axis is $7.03 \pm 0.15 \mu\text{m}$. In the control group, the long axis $11.62 \pm 0.19 \mu\text{m}$ and the short axis $6.30 \pm 0.08 \mu\text{m}$ were found to have statistical dimensions of erythrocytes. While erythrocytes were shortened in the ammonia group, erythrocytes were found to grow in the nitrite group, but the difference between them was statistically significant only in the nitrite group ($p < 0.05$).

Keywords: Ammonia, acute, nitrite, toxicity, LC₅₀, ahli, *Sciaenochromis ahli*

1.GİRİŞ

Akvaryumlar, genellikle cam ya da plastik malzemelerden yapılan, başta balıklar olmak üzere omurgasızlar, sürüngenler, deniz memeleri, amfibyumlar gibi bitki ve hayvanların bulunduğu daha çok görsel sergileme olarak kullanılan yapılardır.

Akvaryum denilince herkesin aklına bir fanus içinde yüzen Japon balığı gelir. Fazla bir bakım istemeyen dirençli bir balıktır ve herhangi bir sisteme gerek kalmadan oda sıcaklığında yaşayabilir. Fakat balık yoğunluğu arttıkça, cinsler değiştikçe sistemler ve ihtiyaçlarda farklılıklar göstermektedir.

Sıcaklık, pH, O₂, amonyak ve nitrit akvaryum için en önemli parametrelerdendir. Bu değerlerin belirli bir düzeyde olması akvaryumun canlılığını koruması için oldukça önemlidir. Bu parametrelerin herhangi birinde meydana gelen ani bir değişiklik direkt ölümlere sebep olabilmektedir.

Yapılan çalışmada ele alınan ahli çiklitler de hassas olarak nitelendirilebilecek türlerdendir. Ahli çiklitler yaşam ortamı olarak 25°C sıcaklık, 7-8,5 pH değerine, yarı kumluk ve yarı kayalık alanları tercih ederler. Uygun ortam şartları sağlandığında 8-10 yıl kadar yaşamaları mümkün olabilmektedir (URL-1).

Ahli çiklitler Güney Amerika ve Afrika kökenli olup doğada birçok farklı renklerde bulunabilmektedirler. Güzel görünüşleri ve çok çeşitli renk seçeneklerinden dolayı akvaryumlarda insanlar tarafından beslenirler. Bu tür ülkemizde Çiklit adı ile tanınır (URL-1).

Çalışma için Ahli çiklitin seçilmesinin en önemli sebeplerinden biride daha önce ahli çiklitlerle hiç akut toksisite çalışması yapılmamasıdır.

Tropikal balıklardan olan çiklitler yüksek su sıcaklarına dayanabilirler. Boyları 2,5 cm ve 100 cm arasından türlere göre değişkenlik gösterirler. Çiklitler farklı balıklarla bir arada yaşamaya uygun türler değildirler. Korumacı içgüdüye sahip olduklarından diğer balıklara zarar vermektedirler. Yavru sayısı 20-90 arası

değişkenlik gösterebilir. Yavrularını gelişimlerini tamamlayana kadar 21 günlük süre ile ağızlarında taşırlar ve bu sırada beslenmezler ahli çiklit bu guruptandır bazı çiklit türleri ise yumurtalarını dışarı dökerler (URL-1).

1.1.Akvaryumun Kısa Tarihçesi

Akvaryumların süs amaçlı olarak kullanılmasının Antik Mısırda dayandığı yapılan arkeolojik çalışmalarda görülmüştür. Avrupa'nın Japon balıkları ile tanışması ise daha sonra olmuştur. Bu balıklar İngiltere'ye ancak 17. yüzyılda, yani 1691 yılları civarında gelmiştir. Devam eden yüzyıllar içerisinde ise Japon balıkları süs olarak kullanılan gölcük ve göllere yayılmıştır. Birleşik Devletlere ulaşmasının ise 1859 tarihli 'Suyun Altındaki Yaşam' isimli kitaptan kısa bir süre önce olduğu tahmin edilmektedir (URL-2).

19. yüzyılın ortalarından itibaren balık beslemek ve bununla birlikte akvaryumculuk da Avrupa'da ciddi bir iş haline gelmeye başlamıştır. 1853'te Londra Zooloji Derneği, içinde su bitkileri ve balıklar bulunan 'Dengeli Akvaryum' kavramını oluşturmak için uğraşan Philips Gosse'nin desteği ile bir gösteri akvaryumu kurmuştur. Sonrasında bu akvaryumu 1859'da Paris ve 1864'de Hamburg'da açılan başka akvaryumlar takip etmiştir. Bu tarihten hemen sonra Alman akvaryum meraklıları, süs balıkları üretmeye başlamış ve Birleşik Devletlere yönelik olarak günümüzde de devam eden ticari bir faaliyetin ilk adımlarını atmışlardır (URL-2).

Gosse'nin dengeli akvaryum kavramı, bugün bilinen anlamdaki balık besleme anlayışının gelişmesine önemli ölçüde katkıda bulunmuştur. İlk akvaryum örneklerinin çoğunda çevredeki ırmak ve kaya göletlerinden yakalanan balıklar yer almıştır. Bunlar tek bir yaşam ortamına ait ya da biyotop - tek bir yaşam ortamına dayalı - ılıman akvaryumlardı. Hava aktarımının gelişmesi ile birlikte dünyadaki egzotik balıkların tamamını besleme imkânı oluşmuş ve bununla birlikte de karışık akvaryum kavramı gelişmiştir (URL-2).

Türkiye’de son yıllarda büyük halk akvaryumları popüler olmuştur. Bu akvaryumlara giriş ücretleri 30-50 TL arası arasında değişmektedir ve buralarda birçok işçi çalıştırılmaktadır. Bu yönleriyle ekonomik olarak ülkeye hatırı sayılır bir katkı getirdiği söylenebilir. Bunlardan başlıcaları şunlardır;

- 1-Sea life 2009 İstanbul (Özel Sektör)
- 2- Deniz Dünyası 2010 Ankara (Belediye)
- 3- İstanbul akvaryum 2011 İstanbul (Özel Sektör)
- 4- Kaplıkaya Cazibe Merkezi 2011 Bursa (Belediye)
- 5- Aqua Vega 2012 Ankara (Özel Sektör)
- 6- Antalya Akvaryum 2012 Antalya (Özel Sektör)
- 7- Eti Su Altı Dünyası 2014 Eskişehir (Belediye)
- 8- Wildpark Vialand 2015 İstanbul (Özel Sektör)
- 9- Diyarbakır Akvaryum 2015 Diyarbakır (Özel Sektör)
- 10- Viasea Tuzla akvaryum 2016 İstanbul (Özel Sektör)

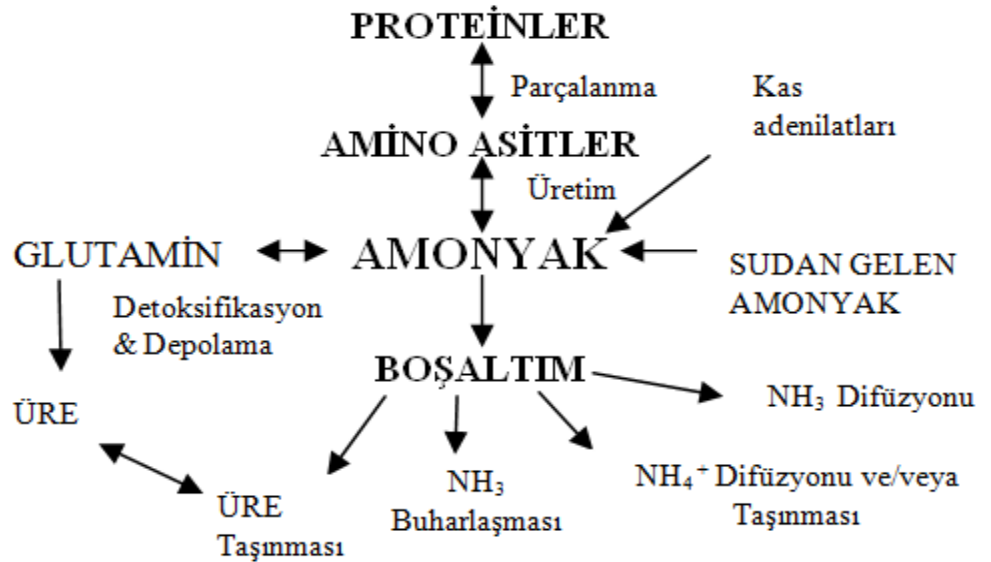
Akvaryum bakımının önemli sorunlarından biride içinde yaşayan canlıların biyolojik atıklarının yönetim işlevidir. Balıkların, omurgasızların, mantarların ve bazı bakterilerin atıkları amonyak şeklinde azot içerir ve bu atıklar azot çevrimine girer. Amonyak bitki ve hayvan atık maddelerinin çürümesi yoluyla da oluşabilmektedir. Yüksek konsantrasyonlarda azotlu atıklardan oluşan ürünler balık ve diğer canlılarda toksik etkiye sahiptir. Bu noktada azot çevrimi son derece önemlidir.

1.3 Suda Yaşayan Canlılara Amonyakın Toksik Etkileri

Amonyak suya doğrudan organik maddeler aracılığı ile girebildiği gibi balıkların dışkısı yoluyla da oluşmaktadır. Amonyak genelde suyun içerisinde iyonize olarak (NH_4^+) olarak bulunur ve amonyum olarak adlandırılır. Bunun iyonize olmamış haline (NH_3) denir. NH_3 , NH_4^+ 'e göre çok daha zehirli bir maddedir. NH_3 vücutta protein ve nükleik asit yıkımlarına neden olmaktadır. (Verbeeten ve diğ., 1999). Bu gibi nedenlerden dolayı balıkların solungaçlarından geçerek direk hücrelere etki edebilmektedir.

Amonyak pH ve nitrit ile doğrudan ilişkilidir. Sudaki pH oranı amonyak ile logaritmik olarak azalmaktadır. (Stickney, 1991). Şekil 1.1'de de görüldüğü gibi amonyak suyun içerisinde bakteriler yardımı ile daha sonradan nitrit ve nitrate dönüşmektedir.

Amonyakın sudan nasıl arındırılacağı şekil 1.2'de gösterilmektedir.



Şekil 1.2: Balıklar tarafından kullanılan amonyak toksisite giderim stratejisi (Ip ve diğ., 2001'den uyarlanmıştır).

1.4 Nitritin Sucul Canlılara Olan Toksik Etkileri

Amonyakın yanı sıra balıklar için diğere önemli veya tehlikeli madde de nitrittir. Nitritte aynı amonyakta olduğu gibi suda toksik etki gösterir ve balığı ölüme sürükler. Bundan dolayı suda bulunması istenmez. Kapalı devre sistemlerde amonyağın yanı sıra nitriti de uzaklaştırmak için çaba sarf edilir. Nitrit de amonyakta olduğu gibi yem ve balık dışkıının su içinde geçirdiği reaksiyonlar sonucu oluşmaktadır (Küçükağtaş, 2012).

Nitratın tolere edilebilecek sınırı alabalıklar için 100-300 mg/l olarak belirlenmiştir. Buna karşın 0,1-0,2 mg/l toksik etki düzeyine sahip olan nitrit ile zehirlenme çok yavaş seyretmektedir. Karaciğer, dalak ve böbreklerde kan yapan pigmentlerin birikmesine ve anemiye sebep olmaktadır. Sulardaki üre miktarı % 3 olduğunda balıklar 6 saat içinde ölürlere. Üre solungaç yaprakçıklarının birbirine yapışmasına ve büzülererek dağılmasına neden olur (Durmaz, 2017).

Bazı tür balıklar yüksek nitrit konsantrasyonlarına dirençlidir. Bunlar; büyük ve küçük ağızlı levrek (*Micropterus salmoides*, *Micropterus dolomieu*), mavi solungaç (*Lepomis macrochirus*) ve yeşil güneş balığı (*Lepomis cyanellus*) dır. İzmaritler nitritin solungaçlara girmesini etkili bir şekilde engelleyebilir. Ancak, yayın balıkları ve tilapialar nitrite oldukça duyarlıdır. Alabalıklar ve diğere soğuk su balıkları ise son derece düşük miktarlardaki nitrite duyarlıdır. Altın balık ve iri başlı küçük balıkların (*Carassius auratus* ve *Pimephales promelas*) yüksek nitritten kaynaklanan kahverengi kan hastalığına olan hassasiyetleri, yayın balıkları ve levreklerin hassasiyetleri aralarında dır. Çizgili levrek ve bunun hibridlerinin nitrite duyarlı olduğu görülür fakat diğere türlerle kıyaslanan nispi duyarlılıkları hakkında çok az şey bilinmektedir (Durborow ve diğ., 1997).

1.5 Sularda Nitrit Oluşumu

Nitrit, balıkların kültür ortamına, yemin sindirilmesinden sonra girer ve yüksek miktarlardaki azot amonyağa dönüştürülür. Amonyak suya dışkı olarak bırakılır. Toplam amonyak azotu (TAN; NH₃ ve NH₄) daha sonra normal şartlar

altında nitrite (NO_2) dönüştürülür, nitrit ise hızlı bir şekilde doğal olarak oluşan bakteriler tarafından toksik olmayan nitrata (NO_3) dönüştürülür. Balık tarafından alınmamış yem ve diğer organik materyalde benzer bir yolla amonyak, nitrit ve nitrata parçalanır (Durborow ve diğ., 1997).

1.6 Nitritin Uzaklaştırılması

Nitritin uzaklaştırılması azota bağlı bir problem olduğu için en belirgin koruma önlemi, tüketilen besinle sisteme giren azot miktarını azaltmak ya da minimize etmektir. Bununla birlikte, yoğun ve hızlı gelişim uygulanan modern intensif havuz sistemleri ya da kapalı sistem balık kültürlerinde uzun süre besinin düşük seviyelerde tutulması pek çok üretici tarafından uygulanabilir bir yöntem olarak görülmemektedir. Yüksek nitrit oluşumu engellenememesine rağmen, nitritin etkileri güvenli ve ekonomik bir şekilde minimize ya da nötralize edilebilir (Durborow ve diğ., 1997).

Sudaki amonyak bakteriler yardımıyla öncelikle nitrite daha sonra balıklar için daha az zararlı olan nitrata çevrilmektedir. Burada oluşan nitratta sudaki algler ve bitkilerce kullanılmaktadır. Böylece sudaki azotlu bileşikler uzaklaşmış olmaktadır. Bu noktada temel oyuncular bakteriler olduğundan bu bakterilerin ortamda bulunması ve üreyebilmesi çok önemlidir (Durborow ve diğ., 1997).

Son zamanlarda su ürünleri yetiştiriciliğinde bu azot döngüsü sisteminden yararlanarak akuaponik yetiştiricilikte yapılmaktadır. Akuaponik, su ürünleri yetiştiriciliği yapılan ortamın yoğun besin ve azot içeriğinden yararlanmak koşulu ile bitkilerin köklerinin bu solüsyonla birleştirilmesi yöntemidir. Akuaponik sistemlerde sudaki oluşan azotlu bileşikleri bitkiler tükettiğinden hem bitki hem de balık açısından çok olumlu sonuçlar olduğu yapılan çalışmalarda görülmektedir. (Kızak, 2016)

Batı'da 20.yy da New Alchemy Enstitüsü' nde atık su yönetiminde bitkisel üretimin kullanılması üzerine çalışmalar yapılmıştır. Bu araştırmalarda, balık atıklarının bitki üretiminde gübre olması fikrinden yola çıkılmıştır. (Kızak, 2016)

1974 yılında, The Journal of New Alchemists dergisinin 2. ve 3. sayılarında William McLarney tarafından “Balık Havuzlarının Verimli Sularıyla Bahçe Bitkilerinin Sulanması” ve “Balık Havuzlarının Verimli Sularıyla Bahçe Bitkilerinin Sulanması Üzerine Denemeler” adlı makaleler yayınlanmıştır. (Kızak, 2016)

1985 yılında ise Kuzey Karolayna Üniversitesi'nde domates ve diğer bitki türleri ekilmiş olan sisteme Tilapia havuzlarından gelen atık suyun geçirildiği ilk kapalı devre akuaponik sistem oluşturulmuştur. (Kızak, 2016)

Kısaca balıklar yemleri yiyerek azot bileşenleri üretir. Aşırı atık madde balıklar için zararlıdır. Fakat balıklar yüksek seviyede nitrata dayanabilirler.

Ortamda üreyen bakteriler zararlı olan amonyağı önce nitrite daha sonra nitrata dönüştürür.

Bitkiler, büyümek için yoğun miktarda azota ihtiyaç duyarlar ve ortamda bolca üretilmiş olan nitratı besin olarak kullanırlar. Ayrıca kökleri de bir filtre görevi görmektedir.

Akuaponik sistem için kullanılan yöntemler

1. Nft (düşüş ve akış sistemi)
2. Sulama ve drenaj sistemi
3. Derin su kültürü sistemi
4. Floating raft (Şamandıra sistemi)
5. Kombine sistem

Böylece hem bitki büyümesi için gerekli olan besin maddeleri üretilmiş olur hem de balıklar için zararlı olan azotlu bileşiklerden arınmış bir ortam oluşturulur.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Redner ve Stickney (1979) yaptıkları çalışmada Mavi tilapia (*Tilapia aureus*) türü için 48 saatlik süre için LC₅₀ değerini 2,40 mg/L NH₃ – N olarak saptamışlardır. Bu araştırmacılar, 0,43-0,53 mg/L NH₃ – N uygulanan mavi tilapia balıklarının solungaçlarında hemoraji, telangiektazi (anevrizma) ve kongesyon ile karşılaşmışlardır.

Amonyak toksisitesinin letal etkilerini pullu sazan yavruları üzerinde incelemiştir. LC₅₀ değerlerini ise 48, 96, 168 saatlik olarak hesaplamış ve sırasıyla 1,76 (1,67–1,85), 1,74 (1,65–1,84) ve 1,64 (1,53–1,76) mg/L NH₃ – N şeklinde saptamışlardır (Hasan ve Machintosh 1986).

Malik ve diğ. (1986), letal ve subletal amonyağın etkilerini kontrollü koşullar altında (pH 9, 20°C) 96 saat (0,25-1,34 mg/L NH₃) ve 28 gün (0,03-0,37 mg/L NH₃) süre ile pullu sazan solungaç dokuları üzerinde araştırmışlardır. 96 saatlik süre sonunda solungaç dokularında hücre dışı ödemler, solungaç epitelinde şişkinlik, hipertrofi, telangiektazi ve hiperplazi saptanmış; 28 günlük süre sonunda 0,37 mg/L NH₃ derişiminde ise solungaçlarda telangiektazi, hiperemi ve pillar hücrelerinde hasar gözlemlemiştir.

Yang ve Chun (1986), ortalama olarak 59,6 g pullu sazanları, 72 saatlik süre ile farklı amonyak (10, 20 ve 30 mg/L TA-N), pH (6,5-7-7,5 ve 8) ve su sıcaklıkları (20°C, 25°C ve 30°C) olarak maruz bırakmışlardır. Sonuç olarak karaciğer, solungaç ve böbrekler histopatolojik olarak incelenmiştir. pH, Su sıcaklığı ve amonyak konsantrasyonunu arttırmak bu üç organda hipertrofi ve nekroz gibi doku değişimlerine neden olmuştur. pH'ın ve su sıcaklığının artması ile karaciğerde ağır vakuolasyon gözlemlenirken, böbrek hasarları 20°C'de pH 8'de 30 mg/L TA-N konsantrasyonunda görülmüştür.

Orban ve Tatrai (1987) 3 gün süre ile 20°C sıcaklıkta ortalama ağırlıkları 2,4 g olan sazanlarla yaptıkları çalışmada ortam suyuna 0,125, 0,375 ve 0,625 mg/L

miktarlarında NH_4Cl ekleyerek en duyarlı organizmaların etkilenmeden yaşayabileceği derişim düzeyini yani eşik tolerans limitini 0,125 ve 0,375 mg/L $NH_3 - N$ aralığında hesaplamışlardır. Yavru havuzlarında ise 0,375 mg/L'nin üzerindeki NH_3 derişimlerinde büyümede düşüş görülebileceğini belirtmişlerdir.

Kanada'da gökkuşacağı alabalığı çiftliklerinde nisan mayıs aylarında, NH_3 ün su içerisinde toksik seviyelere gelmesi ($> 0,04 NH_3 - N$ mg/L) sonucunda 48 saatlik süre içerisinde 450-500 g ağırlığındaki 13000 adet pazarlık balığın 4000 adedinin öldüğünü kaydetmişlerdir. Ayrıca patolojik olarak yapılan araştırma sonucu solungaç lamellerinde telangiektazi ve böbrekte kongesyon saptanmıştır (Speare ve Backman, 1988).

Daud ve diğ. (1988) yaptıkları çalışmada, iyonize olmamış amonyağın etkilerini ortalama standart boyları $2,13 \pm 0,35$ cm olan Tayvan orijinli hibrit kırmızı tilapia yavrularında (*Oreochromis mossambicus* \times *Oreochromis niloticus*) araştırmışlar. Daud ve diğ. 48 saatlik LC_{50} değerini 6,6 mg/L, 72 saatlik LC_{50} değerini 4,07 mg/L ve 96 saatlik LC_{50} değerini de 2,88 mg/L $NH_3 - N$ olarak saptamışlardır. Eşik letal konsantrasyon ise 0,24 mg/L $NH_3 - N$ şeklinde belirlenmiştir. Ayrıca ölüm öncesinde balıkların solungaç filamentlerinde hemoraji'ye rastlanmıştır.

Salin ve Williot tarafından 1991'de Sibirya mersin balıklarında (*Acipenser baeri*) yapılan çalışmada amonyak için 24 saatlik LC_{50} değerleri ağırlığı 60-260 mg olan larvalarda 1 mg/L, 10-270 g arasında olan balıklarda 1,7 mg/L ve ortalama 450 g olan balıklarda 2,5 mg/L olarak belirlenmiştir. Bunun yanı sıra solungaç lamellerinde hipertrofi, nekrozlar ve hiperplazi saptanmıştır.

Kirk ve Lewis (1993), gökkuşacağı alabalığına iki saat süreyle 0,1 mg/L amonyak uygulamış ve solungaçlarında lamel hasarı saptamışlardır. Birçok balığın filament ve lamel epiteli yüzeysel olarak, lamel yüzeyi tamamıyla katlanmıştır. Aynı derişimlerde 24 saatlik süre sonunda ise filament üzerindeki iki ya da üç lamellerde telangiektazi gözlemlenmiştir. 0,5 mg/L amonyak uygulanan solungaçların lamellerinde daha çok katlanma ve kıvrılma ortaya çıkmıştır. 24 saatlik süre sonunda epiteldeki hasarlar daha derin çukurlar şeklinde meydana

gelmiştir. Ayrıca mukus ve klorit hücrelerinde artış ve mukus hücrelerinde şekil bozukluğu belirlenmiştir.

Cardoso ve diğ., (1996), *Lophiosilurus alexandri* larvalarını (10 günlük, 0,02 g) 0,99 mg/L ve alevinlerini (35 günlük, 0,41±0,11 g) 1,5 mg/L iyonize olmamış amonyak derişimlerine 48 saat süreyle maruz bırakmışlardır. Deney sonucunda larva ve alevinlerin solungaçlarında ışık mikroskobu altında branşiyal dokuda düzensizlik, mukus hücrelerinde hipertrofi, kapilerde şişkinlik, branşiyal epitelde ayrılma ve kopma, hücrel nekroz, sekonder lamellalarda füzyon, epitel ve pillar hücrelerde ayrılma; elektron mikroskopta ise sekonder lamellaların distal kenarlarında katlanma ve mukus üretim artışı belirlenmiştir.

Vedel ve diğ., (1998) yaptıkları çalışmada, gökkuşağı alabalıklarına (*Oncorhynchus mykiss*) 1,8, 5,4 ve 9 mg amonyak ve 13,8, 27,6 mg nitriti 4 gün süre ile uygulamışlardır. Plazma NH_3 ün artışı, 9 mg NH_3 ve 27,6 mg NO_2 uygulanan grupta sudaki NH_3 artışı ile meydana gelmiştir. En yüksek amonyak derişimi uygulanan alabalıklarda ise hematokrit derişimlerinde kalıcı olmayan artış belirlenmiştir.

Karasu Benli (2006) subletal amonyak konsantrasyonlarının Nil tilapia (*Oreochromis niloticus*) balıkları üzerine yaptığı çalışmada, kontrol, 1, 2, 5, 10 mg/L TA-N ve kontrol, 0,5, 1, 2, 5 mg/L TA-N konsantrasyonlarına sırasıyla 20°C ve 25°C su sıcaklıklarında maruz bırakmıştır. Altı hafta süren deney sonucunda Nil tilapia balıklarında yem değerlendirme oranları artarken ($p<0,05$), mutlak büyüme, ağırlık kazancı, kondisyon faktörü istatistik olarak azalmıştır ($p<0,05$). Özellikle büyüme seviyesindeki düşüş istatistik olarak kayda değer bulunmamıştır ($p>0,05$). Deneylerde balıkların yaşama oranı %100 olarak belirlenmiştir. Deneyler süresince amonyağın etkisinde kalan Nil tilapia balıklarının, kontrol grubuna nazaran yem alımında düşüş gözlenmiştir.

Kır ve Arslan (2007) yaptıkları Gökkuşağı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) yavrularında ağırlık ve akut amonyak toksisitesi ilişkisi adlı çalışmalarında; ağırlıkları 1, 5 ve 10 g olmak üzere üç farklı büyüklükte gökkuşağı

alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yavrularının, 13°C su sıcaklığında ve pH 7,0 düzeyinde, NH_3 LC₅₀ değerleri saptanmıştır. Ayrıca balık büyüklüğü ile türün 24, 48, 72 ve 96 saatlik süre ile NH_3 LC₅₀ değerleri arasındaki bağlantı saptanmıştır. 1 g balık yavrularında toplam Amonyak Azotu (TAN) için 96 saatlik süre ile LC₅₀ değeri 10,57 mg/L, 5 g balık yavrularında toplam Amonyak Azotu (TAN) için 96 saatlik süre ile LC₅₀ değeri 3,39 mg/L ve 10 g balık yavrularında toplam TAN için 96 saatlik süre ile LC₅₀ değeri 2,50 mg/L olarak belirlenmiştir. Her bir ağırlık grubu için, güvenli üst TAN düzeyi sırasıyla 1,05 mg/L, 0,33 mg/L ve 0,25 mg/L şeklinde belirlenmiştir. Çalışma sonuçları balık ağırlığının yükselmesiyle NH_3 LC₅₀ değerinin düştüğü saptanmıştır.

Küçükağtaş, (2012), amonyak ve nitritin melek balığı (*Pterophyllum scalare*) üzerine akut toksisitesi ve eritrosit morfolojisine etkisi adlı yüksek lisans tez çalışmasında; melek balıkları için amonyağın 24 saatlik LC₅₀ değeri 0,99 mg/L, 48 saatlik LC₅₀ değeri 0,75 mg/L, 72 saatlik LC₅₀ değeri 0,65 mg/L ve 96 saatlik LC₅₀ değeri 0,58 mg/L olarak kaydedilmiş; nitritin 24 saatlik LC₅₀ değeri 29,38 mg/L, 48 saatlik LC₅₀ değeri 12,30 mg/L, 72 saatlik LC₅₀ değeri 7,98 mg/L ve 96 saatlik LC₅₀ değeri 6,28 mg/L olarak hesaplanmıştır. Amonyak ve nitritin histopatolojik olarak melek balıklarının solungaç lamellerinde ödem oluşumuna, lamellerden epitelyumların ayrılmasına, lamellerin birbirine yapışmasına, epitel hücrelerde hiperplaziye neden olduğu belirlenmiştir. Yapılan kan sürme froti incelemelerinde oval olan eritrositlerin büyüklüğü (eritrositin ve çekirdeğinin büyüklüğü) uzun ve kısa eksen olarak ölçülmüş ve değerlendirilmiştir. Amonyak veya nitrite maruz bırakılan balıkların eritrosit morfolojilerinin değiştiği, bu değişikliğin kontrol grubundan istatistiksel olarak da farklı olduğu (P<0,05) belirlenmiştir.

Ceylan, (2015), iyonize olmamış amonyak azotunun ($NH_3 - N$) yunus çiklit (*Cyrtocara moorii*) balıkları üzerine akut toksik etkileri adlı yüksek lisans tez çalışmasında; 24 saatlik LC₅₀ değerini 1,18 mg/L, 48 saatlik LC₅₀ değerini 1,03 mg/L, 72 saatlik LC₅₀ değerini 0,91 mg/L ve 96 saatlik LC₅₀ değerini 0,83 mg/L

şeklinde kaydetmiştir. Çalışmada eritrositlerin büyüklükleri kısa eksen ile uzun eksen şeklinde kaydedilmiştir. Deneme grubunda uzun eksen $12,78\pm0,044$ μm ve kısa eksen $6,87\pm0,025$ μm olarak bulunmuştur. Kontrol grubunda ise uzun eksen $11,80\pm0,042$ μm ve kısa eksen $6,72\pm0,026$ μm şeklinde bulunmuştur. Amonyak maruz kalan balıkların eritrositlerinin büyüdüğü istatistiksel olarak ortaya konmuştur ($P<0,05$).

Yapılan çalışmalar amonyak ve nitrit balık yaşamı açısından son derece önemlidir. Direkt yaşama etkisi konusunda LC_{50} değeri balıklarının %50'sinin ölüm zamanını göstermektedir. Ayrıca amonyak ve nitritin balıkların eritrosit yapısında da değişiklikler gösterdiği yapılan çalışmalarda görülmektedir.

Çalışmanın bu bölümünde literatür özetine değinilmiştir. Yapılan literatür araştırmasında ahli çiklitlerle ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Çalışmanın orijinalliği literatür taramasında görülmektedir. Çalışma literatüre akut toksisite çalışması olarak katkıda bulunmaktadır. Bir sonraki bölümde çalışmada kullanılan materyal ve metot konusuna değinilecek çalışmanın nasıl ve hangi şartlarda, hangi malzemeler ile yapıldığı anlatılacaktır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Kullanılan Balık Ahli Çiklit (*Sciaenochromis ahli*)

Bu çalışmada, piyasada yer alan yavru ahli balıklarının (6 aylık) İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Eğitim, Araştırma ve Uygulama Birimi Akvaryum Ünitesi'nde hazırlanan düzenekte üretime alınması sonucu elde edilen $4,8\pm 0,1$ cm ortalama boy ve $1,4\pm 0,1$ g ortalama ağırlıktaki yavru kullanılmıştır. Çalışmada 180 adet 6 aylık balıklar kullanılmıştır. Her akvaryumda 10'ar adet balık olacak şekilde stoklama yapılmıştır.

3.2 Deneme Düzeni

Bu tez çalışması, İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Su Ürünleri Araştırma ve Uygulama Birimi Akvaryum Ünitesi'nde kurulan sistemde gerçekleştirilmiştir. Deneyde, 50x15x40 cm ebatlarında yaklaşık 30 L hacimli olan 18 tane cam akvaryum kullanılmış ve bu akvaryumlara pH değeri 8,3 olan 10 L dinlenmiş şebeke suyu konulmuştur. Deneme OECD 203 de belirtilen kriterlere göre dizayn edilmiştir. Su kullanılmadan evvel hazırlanan dinlendirme tankında en az 2 gün süre ile bekletilmiştir. Deneyin uygulanacağı ortam ısıtılarak, $25\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ sıcaklığında su kullanılmıştır. Deneme yarı statik olarak yürütülmüş, her gün suyun yarısı taze su ile değiştirilmiştir.

Deneye başlamadan önce tüm akvaryumlar 100 ppm klorak ile $2\text{NaOH} + \text{Cl}_2 + \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$ ile dezenfekte edilmiştir. 10 L su ölçümü plastik bidon yardımı ile yapılmış olup daha sonrasında akvaryumdaki hizası kalemle çizilmiştir. Her gün %50 su değişimi yapıldığından 5 lt su hacmi mezür yardımı ile ölçülmüş ve akvaryumdaki su çizgisi işaretlenmiştir. Balıklar özenle aynı boyda ve sağlıklı olanlardan seçilmiş olup adaptasyon için hazırlanan düzeneğe 48 saat önceden bırakılmıştır ve yemleme yapılmamıştır.



Şekil 2.1: Çalışmanın gerçekleştirildiği deney düzeneği.



Şekil 3.2: Balıkların seçimi

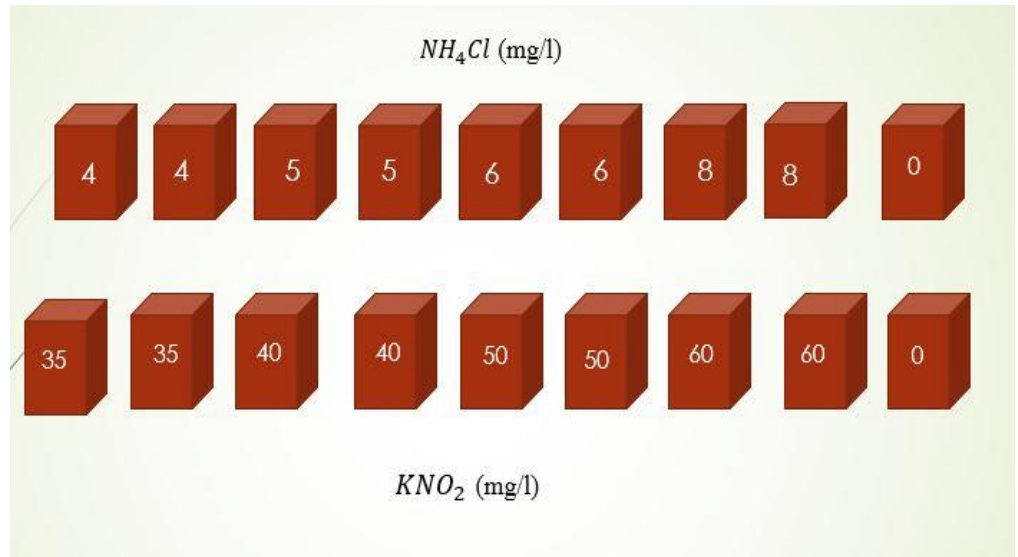
LC₅₀ değerlerinin tespit edilmesi için öncelikle ön denemelerle dozlar belirlenmiştir. Deneme sırasında su parametrelerinden sıcaklık, oksijen, sertlik, pH,

klor değerleri takip edilmiştir. Deneme, OECD 203'de (Url-3) belirtilen kıstaslar göz önünde bulundurularak yrtlmştir.

Belirlenen dozlarda, LC₅₀ değerleri ölen balıklar ve süre göz önünde bulundurularak Probit analizi ile belirlenmiştir. Kan sürme frotileri May Grunwalt-Giemsa boyama yöntemi ile boyanarak, x1000 büyütmede mikrometrik oküler ve ölüm programı ile llmştir.

Çalışmada kullanılmak üzere bir litreye 1,85 g/L KNO_2 (Merck) ve 4,458 g/L NH_4Cl (Merck) ile hazırlanan stok çözelti hazırlanmıştır.

Deneme 8 akvaryum NH_4Cl , 8 akvaryum KNO_2 olacak şekilde düzenlenmiş olup, NH_4Cl 4 grup 2 tekerrür şeklinde yapılmıştır. KNO_2 de aynı şekilde 4 grup 2 tekerrür olacak şekilde yapılmıştır. Ayrıca 2 adet kontrol grubu bulunmaktadır. Uygulanan dozlar önceden n denemelerle belirlenmiştir.



şekil 3.3: Deneme düzeneği (mg/L)

3.3 AHLİ ÇIKLİT, (*Sciaenochromis ahli*)

Cichlidae familyasına dahil olan bu tür, 1927 yılında Dr. Ernst Ahl tarafından *Haplochromis serranoides* olarak adlandırılmış, ancak 1935 yılında Trewavas tarafından *Sciaenochromis ahli* olarak tanımlanmış ve *Haplochromis serranoides* ahli çiklit türünün sinonimi olarak kabul edilmiştir (Axellrod ve diğ., 1986). Ülkemizde ‘‘Ahli Çiklit, Elektrik Mavi’’ olarak tanınan Ahli çiklit türünün sistematikteki yeri:

Regnum: *Animalia*

Subregnum: *Metazoa*

Phylum: *Chordata*

Subphylum: *Vertebrata*

Classis: *Actinopterygii*

Ordo: *Perciformes*

Family: *Cichlidae*

Genus: *Sciaenochromis*

Species: *Sciaenochromis ahli* (Trewavas, 1935)

3.4 Ahli Çiklit Morfoloji

Ahli çiklit türünde ağız yapısı geniş, dudaklar ise kalındır. Sırt yüzgeçleri uzun, anal yüzgeçleri kısa olup her yüzgeçte de sert ve yumuşak ışınlar bulunmaktadır. Erkek balıkların sırt yüzgeçlerin sonu sivri, dişilerinki ise yuvarlak uçlu olarak sonlanmaktadır. Ayrıca erkek balıklar, dişilere göre daha uzun ve ince bir vücut yapısına sahipken, dişi balıklar erkeklere göre daha küçük ve daha yuvarlak vücut yapısına sahiptirler. Erkekler koyu parlak mavi olup, anal yüzgeçleri

sarı, turuncu veya kırmızı renktedir. Dişiler ise genellikle kahverengi-gümüşü renkte olup, nadiren açık mavi tonlarda olabilmektedirler. Balıkların vücudunda dikine 9-12 adet bant bulunmaktadır. Anal yüzgeç üzerinde 2-3 adet benek taşırlar. Renklenme, altıncı aydan itibaren başlar ve on ikinci aya kadar devam eder. Erkek balıklar maksimum 20 cm boya, dişiler ise 15 cm boya kadar büyürler (Şahin, 1999).



Şekil 3.4: Dişi Ahli (*Sciaenochromis ahli*)



Şekil 3.5: Erkek Ahli (*Sciaenochromis ahli*)

Afrika'da Malawi Gölü'nün yarı kayalık ve yarı kumluk kesimlerinde yaşayan Ahli çiklit türleri, akvaryumlarda da taşlık ve ağaç kütüklerinden oluşturulmuş oyuntulu mekânları severler. Karnivor balıklardan olup, doğal ortamlarında böcek, küçük kabuklular, küçük balık, yavru ve yumurtalarını; akvaryumlarda ise palet, yaş ve canlı yemleri severek tüketirler (Şahin, 1999).

Balıkların yaşaması için optimum 24-26°C sıcaklık, 7,5-8,5 pH içeren su koşulları gerekmektedir. Yetiştiricilik ve akvaryum koşullarında 21-28°C'de rahatlıkla yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilirler. Bu balıkların üremeleri için su sıcaklığının 25-27°C arasında olması tercih edilmektedir. Ahli çiklitler yaklaşık 8-10 yıl kadar yaşayabilmektedirler (Alpbaz, 2000).

3.5 Ahli Çiklitlerde (*Sciaenochromis ahli*) Üreme

Ahli Çiklit balıklarında yumurta ile (ovipar) üreme özelliği görülmektedir. Bu balıklar hemen hemen bir yılda cinsi olgunluğa ulaşırlar ve bir seferde 15-70 adet yumurta bırakırlar. Üreme döneminde erkek balıkların baş bölgesinin üzerinde belirgin parlak bir mavilik, dişilerin ise vücut renginde bir parlaklaşma gözlenmektedir. Üremelerinde esas olan kendilerine bir alan oluşturmaktır. Bu alanı doğada pek fazla oluşturamazlar, ancak akvaryumlarda oluştururlar. Eğer bu alan içerisine bir başka erkek balık girerse, iki erkek arasında öldüresiye bir mücadele başlar. Eğer müdahale edilmezse zayıf olan erkek ölür. Bunun için mutlaka yetiştiricilikte, akvaryumların içinde gizlenme yerleri yapılmalıdır. Bu amaçla oyuklu taşlar, kökler, çiçek saksıları kullanılabilir. Çoğunlukla bir akvaryuma bir erkek balığa 2-3 dişi balık denk gelecek şekilde konulması uygun olmaktadır. Yumurtlama öncesi üremeye hazır erkek ve dişi balık tarafından yuva olarak seçilen gizlenme yerleri erkek balık tarafından temizlenir. Hazır olan dişi, yumurtalarını bırakmaya başlarken erkek birey bu yumurtaları döller. Dişi yumurtaları ağzında kuluçka yapar. Bu nedenle dişi döllenmiş yumurtaları ağzına alarak kuluçka dönemini başlatır. Yavrular 2-5 günlük kuluçka döneminden sonra yumurtadan çıkar, fakat ilk zamanlarda yavrular besin kesesi taşırlar. Yaklaşık 2-3 hafta kadar

dişinin ağzında kalan yavrular, besin kesesini tüketip serbest olarak yüzmeye başlayınca dişinin ağzını terk ederler. (Alpbaz, 2000;Şahin, 1999).

Balıklarda renklenme genellikle üreme, kur yapma gibi davranışların dışında gizlenmek ve korunmak için kullanılır. Balıkların renklenmesini ve değişik görümlerini sağlayan birçok yapı mevcuttur. Balıkların vücut renkleri, derilerindeki kromatofor denilen özel hücrelerin varlığı sayesinde. Bu özel hücreler pigmentleri veya ışık yayan ya da ışık yansıtan organelleri kapsar. Biyolojide, bitki, hayvan doku ya da hücrelerindeki renklenmeyi sağlayan maddelere pigment denir.

Hücrelerdeki renklenmeyi sağlayan pigmentler 4 ana grup altında toplanır. Bunlar melanin, pteridin, purine ve karotenoiddir. Melanin balıklarda siyah renklenmeyi sağlarken, pteridin suda çözünebilir ve karotenoidler gibi parlak renk verirler. Ancak karotenoidlerle kıyaslandığında renklenmedeki rolleri küçüktür. Purine bileşiklerinden en çok bilineni guanindir ve balıkların çoğunda gümüşü renkteki karın kısmında çok fazla miktarda bulunur. Yağda çözünebilir, sarı ve kırmızı renkleri verebilen renk maddesi de karotenoiddir. Bu temel bileşikler, proteinler gibi bazı bileşenlerle birleşerek, balıklarda görülen mavi, mor ve yeşil renklerin oluşumunu sağlamaktadır (Anderson, 2000).

Şekil 3.4 ve şekil 3.5 de görüldüğü gibi dişi ahlili grimsi veya gümüşü renktedir ve dikey siyah çizgiler içermektedir. Erkek ahliler ise almış olduğu yemin kalitesine göre mavi rengin tonlarını yansıtmaktadır. Dikey bantlar koyu mavi olarak erkek ahlide de görülmektedir.

3.6 Çözelti Hazırlanışı

Hassas tartıda 4,458 g/L olacak şekilde NH_4Cl tartılarak 1 L saf su içinde çözüldürüldü. Aynı şekilde 1,85 g/L KNO_2 hassas tartıda tartılarak 1 lt su içerisinde çözüldürüldü. Böylece 1 ml'de 1,5 mg NH_4 ve 1 ml'de 1 mg NO_2 elde edilmiş oldu.

NH₃ değerleri sıcaklık, pH ve toplam amonyak üzerinden hesaplanmıştır.

3.7 LC₅₀ Değerlerinin Belirlenmesi

LC₅₀ değerleri SPSS programı içindeki probit analizi ile hesaplanmıştır. Hesaplamalar 24, 48, 72 ve 96 saat LC₅₀ değerleri olarak belirlenmiştir. NH₃ değerleri toplam amonyum azotu şeklinde belirlenmiş olup pH ve sıcaklığa bağlı iyonize olmamış amonyak değerleri belirtilmiştir. Denemelerde kullanılacak dozlar n denemeler sonucunda belirlenmiştir. Yarı statik olarak yürütülen çalışmada her yenileme sonrası nitrit ve amonyak değerleri ile pH, oksijen ve sıcaklık takip edilmiştir.

LC₅₀ değerlerinin belirlene bilmesi için çalışma için 3-4 aylık ön hazırlık ve ön denemeler yapılarak ahli çiklitler için en uygun dozlar belirlenmiştir. Her denemede ayrı balıklar kullanılmış olup amonyak ve nitritin ahli balıklarına öldürücü etki yapan LC₅₀ değerini en iyi yansıtacak dozlar belirlenmeye çalışılmıştır.

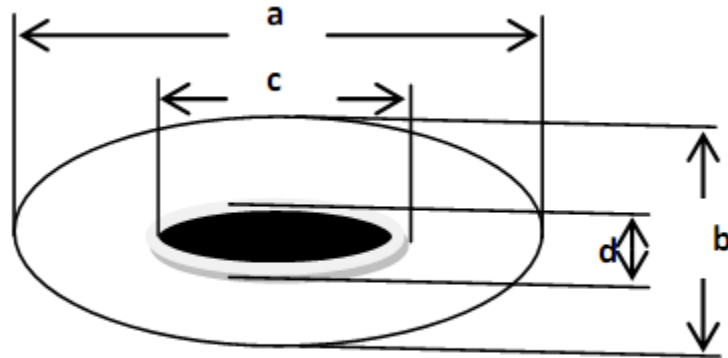
3.8 Kan Frotilerinin Boyanması ve Hücre Büyüklüklerinin Belirlenmesi

Kan rnekleri kuyruk kesimi yapılarak alınmıştır. Her balık için 3'er preparat hazırlanmıştır. Frotiler hava yoluyla kurutulmuştur. Kan rneklerinin boyanmasında May-Grunwalt Giemsa boyama yöntemi (Url-4) kullanılmış olup, yöntem aşağıda belirtilmiştir. Kan rnekleri 96 saat sonunda alınmıştır.

Balığın kuyruk kısmının kesilmesiyle akan kandan birer damla lam üzerine alınarak 3 sürme froti hazırlandı. Kan frotisi kuruduktan sonra 3 dakika süreyle metanol ile tespit edildi. Preparatlar pens ile tutulup saf su ile yıkandı. May-Grünwald boyasından pipetle alınarak preparatların üzerini tamamen kaplayacak şekilde damlatıldı (May-Grünwald boyası direkt kullanıldı). 5 dakika beklendi, ardından saf su ile yıkandı. Seyreltilerek kullanılan Giemsa boyası pipetle preparatın üzerini örtecek şekilde damlatıldı (1 birim Giemsa, 4 birim KH₂PO₄ / Na₂HPO₄ zltisi) ve 20 dakika beklendi. Saf su ile yıkandıktan sonra kurutuldu.

Boyanan froti üzerine orta kısma gelecek şekilde 1 damla Entellan damlatıldı. Üzerine ince lam kapatılarak birleştirildi. Böylece preparatlar incelenmek için uygun hale getirilmiş oldu.

Hücre ölçümü için uygun duruma getirilen numuneler x1000 büyütmede araştırılarak ölçülmüş ve fotoğrafları kaydedilmiştir. Numunelerin araştırılması Olympus CKX41 ışık mikroskobu ve Olympus SC100 kamera kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Fotoğrafların ölçüme uygun biçimde olmasına özen gösterilmiştir. Kaydedilen fotoğraflardan ölçümü yapılacak eritrositlerin hepsinin görünüşünün düzgün ve elipsoid şeklinde olmasına özen gösterilmiştir. Tüm numunelerden otuzar tane eritrositin hücre ebatları eritrosit uzun ve kısa eksen olarak Olympus SC100 kamerası ile Cellsens programındaki gibi mikrometrik olarak hesaplanmıştır. Ölçümler Protokol K'ya göre yürütülmüştür (Url-5). Bu ölçümler: a- Eritrositin uzun eksen uzunluğu, b- Eritrositin kısa eksen uzunluğu, c- Çekirdeğin uzun eksen uzunluğu, d- Çekirdeğin kısa eksen uzunluğudur. Değerlendirilmesi ve istatistiksel analizleri gerçekleştirilmiştir. İstatistiksel analizde SPSS programı kullanılmıştır ve T-testi yapılmıştır.



Şekil 3.6: Eritrosit ölçümü (a- Eritrosit uzun eksen, b- Eritrosit kısa eksen, c- Nükleus uzun eksen, d- Nükleus kısa eksen)



Şekil 3.7 : Eritrosit ölçümlerinde kullanılan ışık mikroskobu

3.9 İstatistiksel Analizler

İstatistiksel analizlerin kaydedilip hesaplanmasında SPSS 22.0 ve excel 2013 programları kullanılmıştır. LC₅₀ değeri SPSS programında probit analizi yapılarak belirlenmiştir. SPSS programında eritrosit ölçümlerinin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını anlamak amacı ile t-testi yapılmıştır. Diğer tüm verilerin ortalama hesabı, standart sapma ve standart hataların hesaplanması ve grafik çizimlerinde Excel programı kullanılmıştır.

Bu bölümde çalışmanın nasıl ve ne koşullarda yapıldığına değinmiş olduk çalışmanın bir sonraki bölümünde elde edilen bulgulara değinilecektir.

4. BULGULAR

Deneme gruplarında ortalama pH:8,7, O_2 :8,65, sıcaklık: 25°C, tuzluluk: -95 mv olarak ölçülmüştür. Deneye saat 10:00'da başlanmış olup ilk ölümler saat 14:30'da amonyak grubunda gözlenmiştir. Amonyak grubunda renklerde koyulaşma, yan yüzme, aşırı hızlı hareketlerin yanı sıra balıkların bir kısmının su yüzeyine çıktıkları gözlemlenmiştir.

Nitrit grubundaki balıklarda sakinlik ve durgunluğun hakim olduğu görülmüştür. Nitrit grubundaki balıklarda amonyak grubunun aksine renklerde açılma gözlemlenmiştir. 1. gün saat 17:00'a kadar yapılan gözlemlerde nitrit grubunda ölüm gözlenmemiştir. 48 saat sonunda nitrit grubunun büyük bir kısmının öldüğü saptanmıştır. Nitrit grubunda ölen balıkların ağzı açık, gözler dışarı fırlamış ve bazılarının solungaçlarının kırmızı olduğu görülmüştür.



Şekil 4.1: Nitrite maruz kalan balıklar

Amonyak grubunda başlarda görülen panik havası 48 saat sonunda azalmış durumda olup, renklerde koyuluğun bariz şekilde ayırt edici olduğu tespit edilmiştir.

İlk başlarda görülen yoğun ölümlere nispeten 72 saat sonunda ölüm hızının düştüğü tespit edilmiştir. Amonyak grubunda bazı balıkların renklerinde açılma, sarıya dönme gözlemlenmiştir.

Deney sonunda sağ kalan balıkların normal suya konulduktan sonra renkleri düzelmiş ve yem alımına başladığı görülmüştür.



Şekil 4.2: Ölen nitrit grubu balığı



Şekil 4.3: Ölen amonyak grubu balığı

Ölen nitrit grubu balığına bakıldığında renk açılmış, solungaçlar açık gözler dışarı fırlamıştır, ağız açıktır (şekil 4.2). Balığın boğulma şeklinde öldüğü gözlemlenmektedir. Bazı balıkların kuyruk ve dorsal yüzgeçlerinde erimeler görülmüştür. Balıklar ölmeden akvaryumun bir köşesine çekilip hareketsiz olarak bekledikleri ve bir süre sonra solungaç hareketinin durduğu gözlemlenmiştir. Solungaç hareketi duran balıklar ölüm olarak kabul edilmiştir ve ortamdan uzaklaştırılmıştır.

Balıklar zaman zaman ani hareketler yaparak panik havası sergilemişlerdir. Ortamdan kaçma belirtileri göstermişlerdir. Su yüzeyinde hızlı hareketler ve sıçrama davranışları gözlemlenmiştir. Bu hareketler devamlı olmayıp zaman zaman tekrarlanmıştır. Nitrit konusunda ahli çiklitler için genel kanımız renkte açılma, ortamdan kaçma belirtisi, bir köşede hareketsiz bekleme gibi durumlar gözlemlendiğinde ortamda nitrit açısından problem olduğu düşünülebilir diyebiliriz.

Ölen amonyak gurubu balığında renkte koyulaşma kuyruk ve diğer yüzgeçlerde erime gözlemlenmiştir (şekil 4.3). Amonyak gurubunda nitrit gurunda görülen boğulma belirtileri solungaçlar ve ağız açık, gözler dışarı fırlamış gibi belirtiler görünmemektedir. Genel olarak balıklar önce sudan kaçma davranışı göstermiş olup daha sonra hareketsiz bir biçimde bir kenara çekilmiş ve solungaç hareketi durmuştur. Amonyak gurubunda da nitrit gurubunda olduğu gibi solungaç hareketi duran balıklar öldü olarak kabul edilmiş olup ortamdan uzaklaştırılmıştır.

Amonyak gurubunda renklere koyulaşma oluyor ve sudan kaçma davranışları sergileniyorsa, balıklar bir köşede hareketsiz bekliyorsa ortamda amonyak açısından sorun olduğu düşünülebilir.

4.1 Amonyakın Ahli balıkları üzerindeki etkisi ve LC₅₀ değerleri

SPSS versiyon 22.0 programı kullanılarak yapılan probit analizi sonucunda amonyak için 24 saatlik süre için LC₅₀ değeri 2,033 mg/L, 48 saatlik süre için LC₅₀ değeri 1,961 mg/L, 72 saatlik süre için LC₅₀ değeri 1,864 mg/L ve 96 saatlik süre için LC₅₀ değeri 1,785 mg/L olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.1: Amonyak (NH₃) LC₅₀ değerleri pH: 8,65

LC ₅₀ 24	LC ₅₀ 48	LC ₅₀ 72	LC ₅₀ 96
2,033	1,961	1,864	1,785
(1,728-2,760)	(1,676-2,486)	(1,557-2,316)	(1,468-2,166)

4.2 Nitritin Ahli Balıkları Üzerindeki Etkisi Ve LC₅₀ Değerleri

SPSS ver. 22.0 programı kullanılarak yapılan probit analizi sonucunda 24, 48, 72 ve 96 saatlik LC₅₀ değerleri sırasıyla nitrit için 48,893, 31,648, 31,609, 29,974 mg/L olarak hesaplanmıştır.

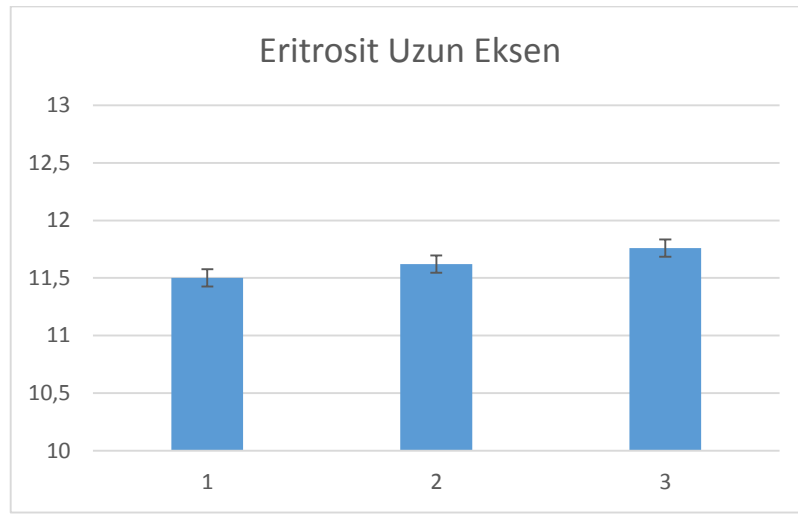
Çizelge 4.2: Nitrit (NO₂) LC₅₀ değerleri pH:8,65

LC ₅₀ 24	LC ₅₀ 48	LC ₅₀ 72	LC ₅₀ 96
48,893	31,648	31,609	29,974

4.3 Eritrosit ölçümleri

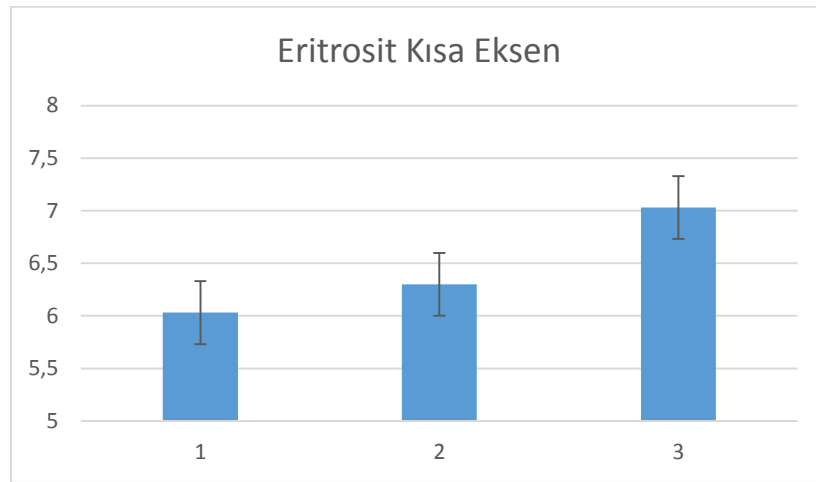
Amonyak grubunda eritrositlerin uzun eksen 11,50±0,19 µm (SD:0,65), kısa eksen 6,03±0,14 µm (SD:0,47) olarak tespit edilmiştir. Kontrol grubunda ise uzun

eksen 11,62 μm (SD:0,65), kısa eksen 6,30 μm (SD:0,28) olarak saptanmıştır. Nitrit grubunda uzun eksen 11,76 \pm 0,25 μm (SD:0,87), kısa eksen 7,03 \pm 0,15 μm (SD:0,53) olarak tespit edilmiştir. Amonyak grubunda eritrositler kısalırken, nitrit grubunda eritrositlerin büyüdüğü görülmüştür.



Şekil 4.4 : Eritrosit uzun eksen ölçümleri

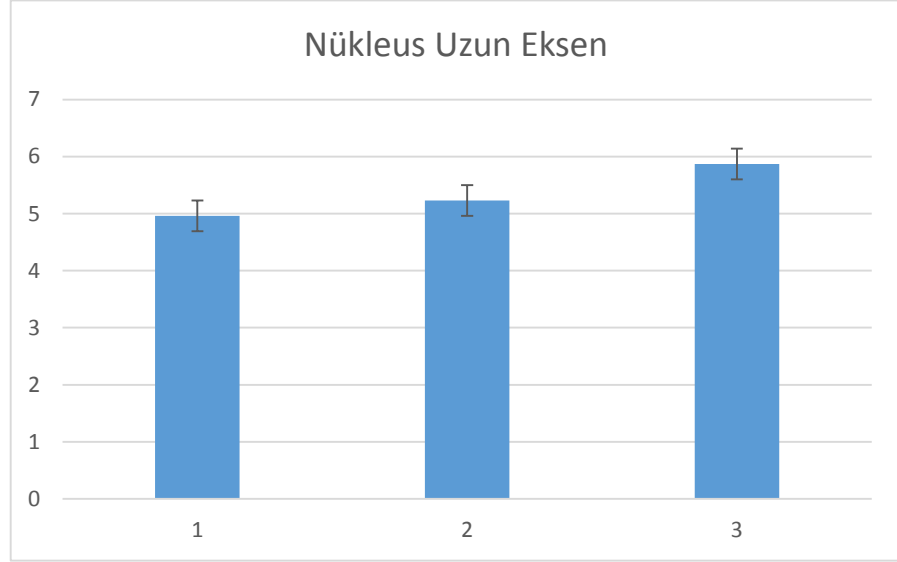
(1) Amonyak uzun eksen, (2) Kontrol uzun eksen, (3) Nitrit uzun eksen.



Şekil 4.5: Eritrosit kısa eksen ölçümleri

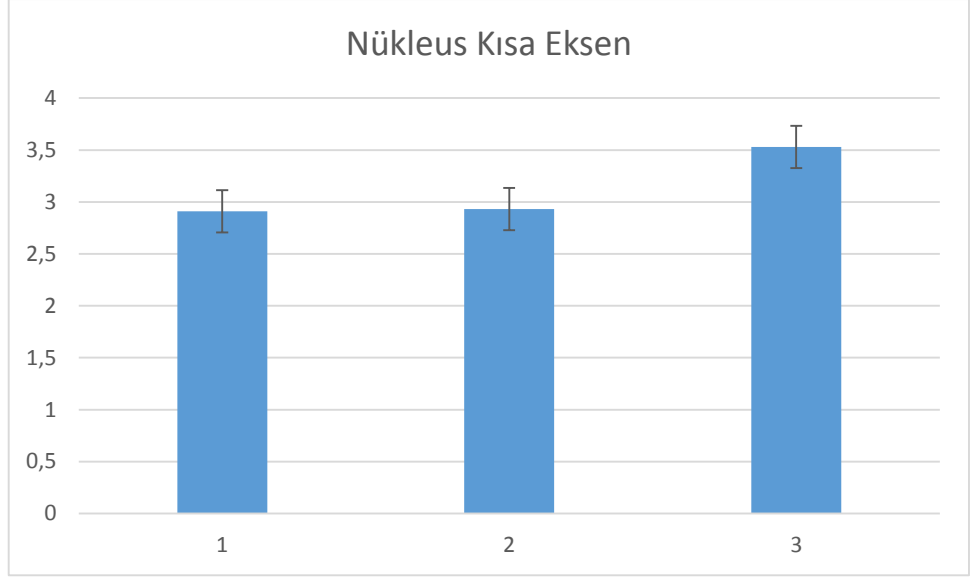
(1) Amonyak kısa eksen, (2) Kontrol kısa eksen, (3) Nitrit kısa eksen.

Ayrıca eritrositlerin nükleusları’da uzun ve kısa eksen olarak ölçülmüştür. Bunun sonucunda amonyak grubu uzun eksen $4,96 \pm 0,14 \mu\text{m}$ (SD:0,48), kısa eksen $2,91 \pm 0,96 \mu\text{m}$ (SD:0,33) olarak bulunmuştur. Kontrol grubu uzun eksen $5,23 \pm 0,17 \mu\text{m}$ (SD:0,60), kısa eksen $2,93 \pm 0,09 \mu\text{m}$ (SD:0,31), nitrit grubu uzun eksen $5,87 \pm 0,14 \mu\text{m}$ (SD:0,49) kısa eksen $3,53 \pm 0,20 \mu\text{m}$ (SD:0,72) ve olarak bulunmuş olup amonyağa maruz kalan balıkların nükleuslarının küçülürken, nitrite maruz kalan balıkların nükleuslarının normale göre büyüdüğü tespit edilmiştir.



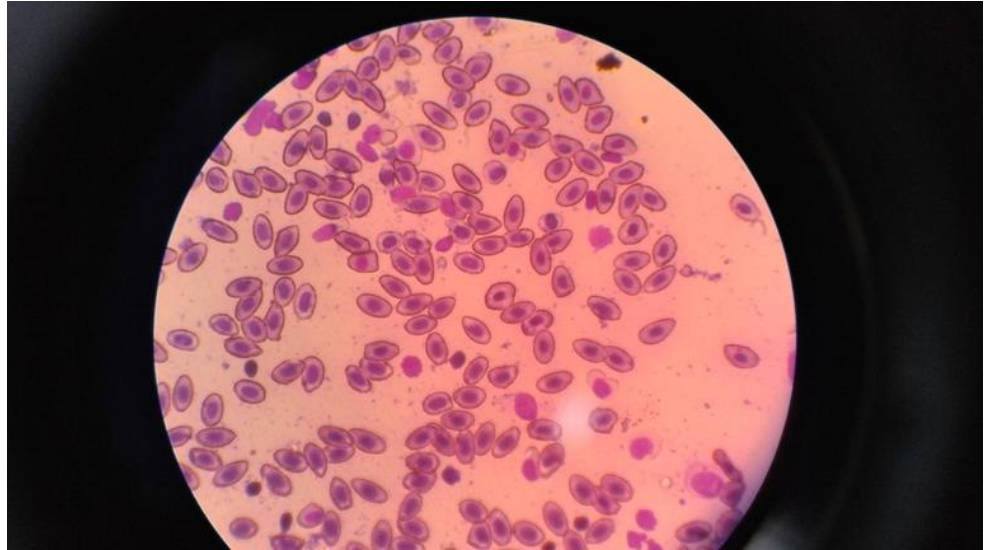
Şekil 4.6: Nükleus uzun eksen ölçümleri

(1) Amonyak uzun eksen, (2) Kontrol uzun eksen, (3) Nitrit uzun eksen.



Şekil 4.7: Nükleus kısa eksen ölçümleri

(1) Amonyak uzun eksen, (2) Kontrol uzun eksen, (3) Nitrit uzun eksen.



Şekil 4.8: Amonyğa maruz kalan balıkların eritrositlerinden bir görünüm.

Amonyak grubu eritrositleri uzun eksen olarak ($p>0,05$) olduğundan anlamlı bir fark göstermediği anlaşılır. Kısa eksen olarak baktığımızda da ($p>0,05$) olduğundan anlamlı bir fark göstermemektedir. Nükleus uzun eksen ölçümü

($p>0,05$) olup anlamlı bir fark göstermemektedir. Nükleus kısa eksen ölçümü de aynı şekilde ($p>0,05$) olup anlamlı bir farklılık göstermemektedir.

Yaptığımız istatistiksel analizlerde t-testi kullanılmış olup spss programından yararlanılmıştır. Yapılan analizde (çizelge 4.3)'de görünen sonuç çıkmaktadır. Burada önemli olan 'Sig. (2-tailed)' değeridir bu değer 0,05'den az olması bize iki değer arasındaki farkın anlamlı bir farka sahip olduğunu gösterir. 0,05'den büyük değerler ise rastlantısal farklılık olarak kabul edilir ve istatistiksel olarak bir anlam taşımadığı iki grup arasında fark olmadığı kanısına varılır. Bizim çalışmamızda (çizelge 4.3)'de görüldüğü gibi sadece nitrit grubu eritrosit kısa eksen ölçümü 0,05'den küçük çıkmıştır.

Çizelge 4.3: Nitrit grubu eritrosit kısa eksen ölçümü T-testi

Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
boynEqual variances assumed	4,017	,057	-4,006	22	,001	-,73250	,18283	-1,11168	-,35332
Equal variances not assumed			-4,006	16,716	,001	-,73250	,18283	-1,11875	-,34625

Nitrit grubu için yapılan istatistiksel analizde eritrosit uzun eksen ölçümü ($p>0,05$) olduğundan anlamlı bir farklılık göstermemektedir. Nitrit grubu için yapılan eritrosit kısa eksen ölçümü ($p<0,05$) olup gruplar arası fark olduğu kabul edilir (çizelge 4.3). Nitrit grubu için yapılan nükleusların uzun eksen ölçümü

($p>0,05$) olup anlamlı bir farklılık yoktur. Nitrit grubu nükleuslarının kısa eksen ölçümü ($p>0,05$) olup anlamlı bir farklılık göstermediği anlaşılır.

Çalışmamızın bu bölümünde elde edilen bulgulara ve istatistiksel analizlere detaylı olarak değindik. Bir sonraki ve aynı zamanda son bölümde tartışma ve sonuç bölümüne değinilecek olup bizim çalışmamızın diğer çalışmalarla karşılaştırılması yapılacaktır. Elde edilen verilerin ne derece benzerlik gösterdiğine değinilecektir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Su altı ve suda yaşayan canlılar geçmişten günümüze insanların ilgi odağı olmuştur. Özellikle 18. yy'dan sonra gıda dışında süs ve hobi olarak insan hayatına etkide bulunmuşlardır. Akvaryum ortamının sıcaklığının ve O_2 oranının yanı sıra amonyak ve nitrit suda yaşayan canlılar için son derece kritik öneme sahiptir. Çalışmamızda da akvaryum için önemli bir tür olan ahli çiklitin amonyak ve nitrit için LC_{50} değerleri ve eritrosit ölçümleri yapılarak ahli çiklitin akut toksik etkileri araştırılmıştır.

Suda balıkların metabolik ve sindirim atıklarının birikmesi amonyağın ortaya çıkma sürecini hızlandırır. Bu süreçte amonyak nitrite ve nitrata belirli şartlar oluştuğunda dönüşmektedir. Bu nedenle statik sistemler olan akvaryum sistemlerinde azotlu bileşiklerden kaynaklanan balık/canlı kayıpları görülebilir. Bu nedenle bu tarz kapalı sistemlerin iyi bir filtre sistemine sahip olması, su değişiminin düzenli ve yeterince yapılması gerekmektedir. Bunun yanı sıra yetiştirilen türlerin de azotlu bileşiklere toleranslarının ve azotlu bileşiklerin olumsuz etkilerinin bilimsel olarak ortaya konulması önemlidir.

Çalışmada LC_{50} değerleri OECD 203 de belirtilen yöntemler uygulanmıştır. OECD 203 ilk kez 1981'de yayınlanmış olup 1984'de güncellenmiştir. Balıklar üzerinde yürütülecek toksisite deneylerinde uyulması gereken standartları belirten bu dünya genelinde kabul gören kriterleri içerir ve OECD uzmanlarının bir toplantısında Kasım 1988'de oluşturulmuş ve halen güncelliğini korumaktadır. Çalışma şartlarına göre; balık tercihen 96 saat süresince test maddesine maruz bırakılır. 24, 48, 72 ve 96 saatlerde kaydedilmiş ve balıkların yüzde 50'sini öldüren konsantrasyon (LC_{0-100}) değerleri istatistiksel analiz yöntemleriyle belirlenir.

Sonuç olarak 24, 48, 72 ve 96 saatlik LC_{50} değerleri sırası ile nitrit için 48,893, 31,648, 31,609, 29,974 mg/L, amonyak için 2,033, 1,961, 1,864, 1,785 mg/L olarak hesaplanmıştır. Ceylan (2015), Yunus çiklit balıklarında amonyak için 24, 48, 72 ve 96 saatlik LC_{50} değerlerini sırası ile 1,18, 1,03, 0,91, 0,83 mg/L olarak

bulmuştur. Küçükağtaş (2012) amonyağın melek balıkları için 24, 48, 72, 96 saatlik LC₅₀ değerlerini sırası ile 0,99, 0,75, 0,65 ve 0,58 mg/L; nitrit için ise 29,38, 12,30, 7,98 ve 6,28 mg/L olarak hesaplamıştır.

Çizelge 5.1: Benzer çalışmalardan amonyak LC₅₀ değerleri.

Tür	Zaman (saat)	LC ₅₀ (mg/L NH ₃ – N)	Literatür
Yunus çiklit (<i>Cyrtocara moorii</i>)	96	0,83	Ceylan (2015)
Melek balığı (<i>Pterophyllum scalare</i>)	96	0,58	Küçükağtaş (2012)
Gökkuşluğu Alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	96	10,57	Kır ve Aslan, 2007
<i>Carassius auratus</i>	96	7,2	Dowden ve Bennet, 1965
<i>Pimephales promelas</i>	96	1,5	Mayes ve diğ., 1986
<i>Cichlasoma facetum</i> (cichlid)	96	2,95	Piedras ve diğ., 2006
<i>Cyprinus carpio</i>	96	2,33	Guan ve diğ., 2010
<i>Lepomis macrochirus</i>	96	1,06	Mayes ve diğ., 1986
Ahli çiklit (<i>Sciaenochromis ahli</i>)	96	1,78 (NH₃)	Bu Çalışma

Çizelge incelendiğinde en düşük değer amonyak için 0,58 mg/L ile melek balığı (*Pterophyllum scalare*) üzerinde yapılan çalışmada bulunmuştur (Küçükağtaş, 2012). En yüksek değer ise gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) ile yapılan çalışmada 10,57 mg/L olarak bulunmuştur (Kır ve Aslan, 2007). Bizim çalışmamızda bulduğumuz değer Ahli çiklit (*Sciaenochromis ahli*) için 1,78 mg/L olup diğer çalışmalara yakın bir değer bulunmuştur.

Çizelge 5.2: Benzer çalışmalardan nitrit LC₅₀ değerleri

Tür	Zaman (saat)	LC ₅₀ (mg/L NO ₂ -N)	Literatür
Gökkuşluğu alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	96	0,24	Lewis ve diğ., (1986)
Kanal kedi balığı (<i>Ictalurus punctatus</i>)	96	7,1	Lewis ve diğ., (1986)
Mavi tilapia (<i>Oreochromis aureus</i>)	96	16	Lewis ve diğ., (1986)
juvenile cobia (<i>Rachycentron canadum</i>)	96	210	Saroglia ve diğ., (1981).
Chinook salmon	96	248	Crawford ve diğ., (1977).
Kardinal tetra (<i>Paracheirodon axelrodi</i>)	96	1,1	Oliveira ve diğ., (2008)
Melek balığı (<i>Pterophyllum scalare</i>)	96	6,28	Küçükağtaş (2012)
Ahli çiklit (<i>Sciaenochromis ahli</i>)	96	29,9 (NO₂)	Bu Çalışma

Nitrit suda son derece tehlikeli ve toksik bir maddedir. Gökkuşuğu alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*) diğer türlere oranlara nitrite karşı daha dayanıksızdırlar ve toksik değerler oldukça düşüktür. Lewis ve diğ., (1986)'de yapmış olduğu çalışmada alabalıkların LC₅₀ nitrit değerlerini 0,24 mg/L olarak belirlemiştir. En yüksek değerler ise Chinook salmon'da 248 mg/L (Crawford ve diğ., 1977) ve juvenile cobia'da (*Rachycentron canadum*) 210 mg/L olarak belirlenmiştir (Saroglia ve diğ., 1981). Nitrit ile yapılan çalışmalar çok fazla farklılık göstermektedir ve çalışmalar arasında belirli bir fark ya da oran bulunmaktadır (Çizelge 5.2). Bizim çalışmamızda ahli çiklit için belirlediğimiz LC₅₀ nitrit değeri 29,9 mg/L'dir. Çizelgedeki diğer birçok balığa göre yüksek bir değer olarak kabul edilebilir. Ahli çiklit (*Sciaenochromis ahli*) gerek amonyak yönünden gerek nitrit yönünden yunus çiklit (*Cyrtocara moorii*) ve melek balığı (*Pterophyllum scalare*)'den daha yüksek değerlerde etkilenmektedirler. Ahli çiklit diğer önemli akvaryum canlılarına nazaran amonyak ve nitrite olan toleransları diğer türlerden daha yüksektir.

Rasmussen ve Korsgaard (1998) yaptıkları çalışmada, çevresel amonyaktan etkilenen kalkan balıklarının ilk 48 saatlik süre içerisinde uyum sağlamaya uğraştıklarını ve 48 saatlik süre içerisinde yem alımlarında düşüş gerçekleştiğini kaydetmişlerdir. İkinci 48 saatlik süre içerisinde de uyumun başlayarak yem alımının yükseldiğini belirtmişlerdir. Ancak kontrol grubundaki yem alım düzeyinin, NH₃ etkisindeki balıklardan daha iyi olduğunu saptamışlardır. Gökkuşuğu alabalığı üzerinde gerçekleştirilen çalışmalar yüksek seviyelerde çevresel amonyak etkisindeki balıklarda, plazma amonyak düzeyindeki artışın belirli bir süre sonra çevresel amonyak derişiminden daha düşük seviyedeki değerlerde sabitlendiğini saptamıştır (Wood, 1993).

Wilson ve Taylor 1992'de yaptıkları çalışmada yüksek seviyede çevresel amonyak etkisindeki alabalıkların kanındaki asit-baz farklılıklarını araştırmışlardır. Bu durumu tatlı suda H⁺/NH₄⁺ ve tuzlu suda Na⁺/NH₄⁺ farklılıklarının aktivasyonu yani metabolik uyum çabası şeklinde değerlendirmişlerdir.

Akvaryum sektörü ve su ürünleri insanların ilgisini çeken, sektör haline gelen yetiştiriciliğin bir alt faaliyet alanıdır. Akvaryum ortamları genellikle durgun suları olan ve suları filtre edilerek kullanılan kapalı sistemlerdir. Bu sistemlerde en önemli sorun yem atıkları, canlıların metabolik faaliyetleri sonucu oluşan atıklar, canlıların ölüp çürümeleri gibi faaliyetler sonucu oluşan azotlu bileşikler olup, bunlar içerisinde en tehlikelisi amonyaktır. Amonyanın balıklar üzerine olumsuz etkilerinin bilinmesinin ardından bu konu ile ilgili birçok çalışma ve veri ortaya konulmuştur. Bilinen en önemli nokta ise amonyanın toksik etkisinin pH, tuzluluk ve sıcaklık ile ilişkili olduğu ve toksisiteyi oluşturan maddenin toplam amonyum içinde bulunan çözünmemiş formunun yani NH_3 'ün olduğudur. Nitrit ise sucul canlıları etkileyen başka bir bileşik olup, akut ve kronik etkileri vardır. Amonyak şartlar oluştuğunda nitrite dönüşüm yapmaktadır (Serezli, 2011).

Yapılan bu çalışmada, her bir ağırlık grubu için ilk 24 saatlik süre için probit mortalite değerleri ağırlığa göre farklı ancak homojen bir dağılım gözlenirken, sonraki süre içerisinde yani 48, 72 ve 96. saatlerde bir gramlık yavruların NH_3 'e daha dirençli olduğu saptanmıştır. Ölüm düzeylerinin diğer iki gruptan heterojen olarak farklılık gösterdiği saptanmıştır. İlk 24 saatlik süre sonrasında probit mortalite değerlerindeki stabilizasyonun kaybedilmesi, balıkların bu süre içerisinde ortam amonyak derişimine uyum sağlamaya çalıştığını, sonrasında da balıkların ağırlıkları, dolayısıyla metabolik hızları ile alakalı olarak toleransın ve ölümlerin meydana geldiği düşünülmektedir.

6. KAYNAKÇA

- Anderson, S., 2000.** Salmon color and the consumer. IIFET 2000 proceeding, 1-3.
- Alpbaz, A., 2000.** Akvaryum Balıkları Ansiklopedisi. Alp Yayıncılık, İzmir, 214.
- Axelrod, H. R., Burgess, W. E., Pronek, N. ve Walss, J. G., 1986.** Dr. Axelrod's atlas of freshwater aquarium fishes. T.F.H. Publications, Inc., U.S.A., 736 .pp
- Bower, C. E. ve Bidwell, J. P., 1978.** Ionization of Ammonia in Seawater - Effects of Temperature, Ph, and Salinity. Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 35, 1012-1016.
- Cardoso, E.L., Garcia, H.C., Ferrira, R.M.A. ve Poli, C.R., 1996.** Morphological changes in the gills of *Lophiosilurus alexandri* exposed to un-ionized ammonia. J. Fish Biol., 49, 778-787.
- Ceylan, O., 2015.** İyonize Olmamış Amonyak Azotunun ($\text{NH}_3\text{-N}$) Yunus Çiklit (*Cyrtocara moorii*) Balıkları Üzerine Akut Toksik Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Dabrowska, H. ve Wlasow, T., 1986.** Sublethal effect of ammonia on certain biochemical and haematological indicators in common carp (*Cyprinus carpio L.*). Comp. Biochem. Physiol. 83C, 179–184.
- Daud, S. K., Hasbollah, D. ve Law, A.T., 1988.** Effects of unionized ammonia on red tilapia (*O. mossambicus x O. niloticus hybrid*) The second international symposium on tilapia in aquaculture. Bangkok. Thailand, 15, 411-413.
- Durborow, R.M., Crosby, D.M. ve Brunson, M. W., 1997.** Nitrite in fish ponds. Southern regional aquaculture center publication, pp. 462.
- Durmaz, Y., 2017.** Kültür Balıkçılığında Su Kalitesinin Önemi, [http://vetkontrol.tarim.gov.tr/samsun/Belgeler/Makaleler/K%C3%9CLT%](http://vetkontrol.tarim.gov.tr/samsun/Belgeler/Makaleler/K%C3%9CLT%20)

C3%9CR%20%20BALIK%C3%87ILI%C4%9EINDA%20%20SU%20%
20KAL%C4%B0TES%C4%B0N%C4%B0N%20%C3%96NEM%C4%B
0.pdf, 2s. (E.T 26.06.2017)

Hargreaves, J. A., 1998. Nitrogen biogeochemistry of aquaculture ponds. *Aquaculture*, 166, 181-212.

Hasan, M. R. ve Machintosh, D. J., 1986. Acute toxicity of ammonia to common carp fry. *Aquaculture*. 54, 97-107.

Karasu-Benli, A.Ç., 2006. Subletal Amonyak Konsantrasyonlarının Tilapia (*Oreochromis niloticus*) ve Sazan (*Cyprinus carpio*) Balıklarında Büyüme Ve Kan Parametreleri İle Dokulara Etkisi. Doktora Tezi, A.Ü., FBE, Ankara.

Karşlı, Z., 2013. Farklı Oranlarda Yeme Katılan 17 β -Estradiol ve 17 α -Metiltestosteron Hormonlarının Ahli Çiklit (*Sciaenochromis ahli Trewavas*, 1935) Türü Üzerine Etkilerinin İncelenmesi, Doktora Tezi, Sinop, 7-8-9s.

Kır, M., ve Arslan, T., 2006-2007. Gökkuşuğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss Walbaum*, 1792) Yavrularında Ağırlık ve Akut Amonyak Toksikitesi İlişkisi, Süleyman Demirel Üniversitesi Mehmet KIR, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, Cilt:2-3; Sayı:1-2; 50-55.

Kızak, V., 2016. Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Akuaponik Yetiştiricilik Tunceli Üniversitesi Ders Notları.

Kirk, R.S. ve Lewis, J.W., 1993. An evaluation of pollutant induced changes in the gills of rainbow trout using scanning electron microscopy. *Environmental Technology*. 14, 577-585.

Küçükkağtaş, A., 2012. Amonyak Ve Nitrit'in Melek Balığı (*Pterophyllum scalare*) Üzerine Akut Toksikitesi Ve Eritrosit Morfolojisine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Rize.

- Levi, G., Morisi, G., Coletti, A. ve Catanzaro, R., 1974.** Free amino acids in fish brain: normal levels and changes upon exposure to high ammonia concentrations in vivo and upon incubation of brain slices. *Comp. Biochem. Physiol.* 49A, 623–636.
- Malik, E. Z., Gyore, K. ve Olah, J., 1986.** Effect of ammonia on gill tissues of common carp (*Cyprinus carpio L.*). *Aquacultura Hungarica*, 5, 97-105.
- Mommsen, T. P. ve Walsh, P. J., 1992.** Biochemical and environmental perspectives on nitrogen metabolism in fishes. *Experientia* 48, 583–593.
- Mutluay, H. ve Demirak, A., 1996.** Su Kimyası, İstanbul. 81-82 s.
- Peng, K. W., Chew, S. F., Lim, C. B., Kuah, S. S. L., Kok, W. K. ve Ip, Y. K., 1998.** The mudskippers *Periophthalmodon schlosseri* and *Boleophthalmus boddarti* can tolerate environmental NH₃ concentrations of 446 and 36 IM, respectively. *Fish Physiol. Biochem.* 19, 59–69.
- Randall, D. J., Wood, C. M., Perry, S.F., Bergman, H., Maloiy, G. M., Mommsen, T. P. ve Wright, P. A., 1989.** Urea excretion as a strategy for survival in a fish living in a very alkaline environment. *Nature* 337, 165–166.
- Rasmussen, R.S. ve Korsgaard, B., 1998.** Ammonia and urea in plasma of juvenile turbot (*Scophthalmus maximus L.*) in response to external ammonia. *Comp. Biochem. Physiol.* 120A:163-168.
- Redner, B. D. ve Stickney, R. R., 1979.** Acclimation to ammonia by tilapia aurea. *Transactions of The American Fisheries Society*, 108, 383-388.
- Salin, D. ve Williot, P., 1991.** Acute toxicity of ammonia to siberian sturgeon (*Acipenser baeri*). *Acipenser*, P. Williot, Ed., Cemagref Publ., 153-167.
- Serezli, R., 2011.** Sularda amonyak ve sucul canlılarda toksik etkileri. *Yunus Araştırma Bülteni*, 3, 5-7.

Speare, D. ve Backman, S., 1988. Ammonia and nitrite waterborne toxicity of commercial rainbow trout. Can. Vet. J., 29, 666.

Stephan, C. E., Mount, D. I., Hansen, D. J., Gentile, J. H., Chapman, G. A. ve Brungs, W. A., 1985. Guidelines for deriving numerical national water quality criteria for the protection of aquatic organisms and their uses. NTIS #PB85-227049. National Technical Information Service, Springfield, VA.

Şahin, Y., 1999. A'dan Z'ye Akvaryum. İnkılap Kitabevi, İstanbul, 320 s.

Thurston, R. V., Phillips, G. R., Russo, R. C. ve Hinkins, S. M., 1981. Increased toxicity of ammonia to rainbow-trout (*Salmo-Gairdneri*) resulting from reduced concentrations of dissolved-oxygen. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 38, 983-988.

Uslu, O. ve Türkman, A., 1987. Su kirliliği ve kontrolü. T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları, Eğitim Dizisi I, Ankara.

Vedel, N. E., Korsgaard, B. ve Jensen, F. B., 1998. Isolated and combined exposure to ammonia and nitrite in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): Effects on electrolyte status and brain glutamine/glutamate concentrations. Aquatic Toxicology, 41, 325-342.

Yang, H.C. ve Chun, S.K., 1986. Histopathological study of acute toxicity of ammonia on common carp, (*Cyprinus carpio*). Bulletin of Korean Fish Society, 19,(3), 249-256.

Wezernak, C. T. ve Gannon, J. J., 1967. Oxygen-Nitrogen Relationships in Autotrophic Nitrification, Applied Microbiology, American Society for Microbiology, 1211-1215.

Wood, C.M., 1993. Ammonia and urea metabolism and excretion. In: The Physiology of Fishes (Bölüm 13), Evans D.H. (Ed.). CRC Press, FL, ABD, 379-426.

URL-1<http://www.akvaryumsatis.com/akvaryum_tarihi.html> (E.T 24.05.2017)

URL-2<http://www.merveakvaryum.net/download/akvaryum_genel.pdf>

(E.T 24.05.2017)

URL-3<<http://www.oecd-ilibrary.org/docserver/download/9720301e.pdf?expires=1498334811&id=id&accname=guest&checksum=7F23DCFEA27805B219A1282DDEF9F0A>>

(E.T 24.06.2017)

URL-4 <http://www.gbl.com.tr/wp-content/uploads/2016/10/5025_Prosept%C3%BCs_10.pdf>

(E.T 24.06.2017)

URL-5<<http://ressources.ciheam.org/om/pdf/b63/00800917.pdf>>

(E.T 24.06.2017)

URL-6<<http://web.deu.edu.tr/atiksu/ana58/bolum06.pdf>>(E.T 18.07.2017)

ÖZGEÇMİŞ

Hasan ÖZ 04.03.1990 tarihinde Yalova'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Yalova'da tamamladıktan sonra 2009 yılında Ege üniversitesi su ürünleri mühendisliği bölümüne girdi ve 2015 yılında (3,36) derece ile yetiştiricilik opsiyonundan mezun oldu. Lise yıllarında tiyatro oyunculuğu ve tanıtım pazarlama işleri ile ilgilendi. Üniversite stajını Poyrazdan Veterinerlik hizmetlerinde yaptı burada boylama, paketlenme, aşılama işlerinde çalıştı. 2010-2014 yılları arası CMAS 3 yıldız uzman dalgiç brövesini aldı. 2014 yılında Site Ajans'ta tanıtım görevlisi olarak bir ay çalıştı. 03.05.2015'de askerliğini yedek subay piyade olarak tamamladı ve askerde santral-telsiz operatörlüğü ve kablo-elektrik hat sorumluluğu aldı. 2015 yılında bir ay Sagun Group'da Mühendis-Dalgiç olarak çalıştı. 2015 yılında 5 ay aşu sorumlusu olarak Agromey su ürünlerinde çalıştı. Sonrasında İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesinde Su Ürünleri alanında yüksek lisansa başladı. Aynı zamanda 2. Üniversite olarak da İstanbul Üniversitesi Açık Öğretim İşletme bölümüne başladı. 22.08.2015 tarihinde evlenen Hasan ÖZ hayatını İzmir'de sürdürmektedir ve 13.04.2016'dan itibaren Turkcell Global Bilgi A.Ş. de çalışmaktadır.