

T.C.
RECEP TAYYIP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GÖKKUŞAĞI ALABALIĞININ (*Oncorhynchus mykiss*) CANLI
OLARAK FARKLI TRANSFER UYGULAMALARINDA
BİYOMARKIR OLARAK SOLUNGAÇLARIN
DEĞERLENDİRİLMESİ

GÜLPERİ AKDEMİR

TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. ŞEVKİ KAYIŞ
TEZ JÜRİLERİ
PROF. DR. EROL ÇAPKIN
DOÇ. DR. İLKER ZEKİ KURTOĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI




RİZE-2019

Her Hakkı Saklıdır

T.C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GÖKKUŞAĞI ALABALIĞININ (*Oncorhynchus mykiss*) CANLI OLARAK
FARKLI TRANSFER UYGULAMALARINDA BİYOMARKIR OLARAK
SOLUNGAÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Prof. Dr. Şevki KAYIŞ danışmanlığında Gülperi AKDEMİR tarafından hazırlanan bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulu kararıyla oluşturulan jüri tarafından 28/06/2019 tarihinde Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS** tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	Unvanı Adı Soyadı	İmzası
Başkan	: Prof. Dr. Şevki KAYIŞ	
Üye	: Prof. Dr. Erol ÇAPKIN	
Üye	: Doç. Dr. İlker Zeki KURTOĞLU	


Doç. Dr. Ferhat KALAYCI
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

ÖNSÖZ

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanan bu çalışmada; alabalıkların canlı olarak taşınması sürecinde farklı kimyasalların uygulanması ve bu uygulamaların solungaç histolojisi kullanılarak avantajları belirlenmeye çalışılmıştır.

Çalışma alabalık transferlerinde stres şartlarının mümkün olduğunca azaltılmasına yönelik olumlu uygulamaların elde edilmesine vesile olacak niteliktedir. Tezin gerçekleştirilmesi aşamasında desteği için Arş. Gör. Akif ER'e ve çalışmamızın her anında önerileri ve paylaşımlarıyla yardımını ve desteğini esirgemeyen çok değerli danışman hocam sayın Prof. Dr. Şevki KAYIŞ'a teşekkürlerimi bir borç bilirim.

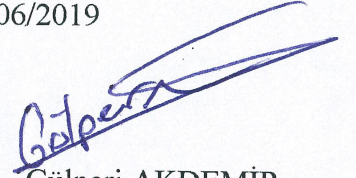
Hayatımın her aşamasında yanımda olan, verdiğim kararlarda desteklerini her zaman arkamda hissettiğim maddi ve manevi her konuda yanımda olan ve ideallerimi gerçekleştirmemi sağlayan değerli eşim Tolga AKDEMİR'e sonsuz şükranlarımı sunarım.

Hayatım boyunca attığım her adımda yanımda olan ve bugünlere ulaşmamı sağlayan sevgili babam Neşet KIZIL' a sevgili annem Asuman KIZIL' a ve bana her an destek olan kardeşlerime sonsuz sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Gülperi AKDEMİR

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Tarafımdan hazırlanan “Gökkuşuğı Alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) Canlı Olarak Farklı Transfer Uygulamalarında Biyomarkır Olarak Solungaçların Değerlendirilmesi” başlıklı bu tezin Yükseköğretim Kurulu Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesindeki hususlara uygun olarak hazırladığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal işlemleri kabul ettiğimi beyan ederim. 15/06/2019


Gülperi AKDEMİR

Uyarı: Bu tezde kullanılan özgün ve/veya başka kaynaklardan sunulan içeriğin kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

GÖKKUŞAĞI ALABALIĞININ (*Oncorhynchus mykiss*) CANLI OLARAK FARKLI TRANSFER UYGULAMALARINDA BİYOMARKIR OLARAK SOLUNGAÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Gülperi AKDEMİR

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Su Ürünleri Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi
Danışmanı: Prof. Dr. Şevki KAYIŞ

Bu çalışmada, gökkuşağı alabalıklarının (*Oncorhynchus mykiss*) canlı transfer koşullarında yapılan değişikliklerin etkileri, bazı su kalite parametrelerinin ve solungaç histolojisinin incelenmesiyle belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmada ortalama ağırlıkları $18,7 \pm 0,8$ gr olan alabalıklar kullanılmıştır. Balıkların canlı transfer şartları olarak taşıma suyunun pH seviyeleri; yüksek pH (YpH) $7,98 \pm 0,2$, düşük pH (DpH) $6,01 \pm 0,1$ olacak şekilde ayarlanmıştır. Bunun dışında tuz 6 gr/l ve seramik top 10 gr/l kullanılan diğer gruplar oluşturulmuştur. Kontrol grubu ile birlikte tüm gruplar iki tekerrür olarak tasarlanmıştır. Oluşturulan deneme düzeneği taşıma şartlarının gerçeği yansıtması amacıyla bir araca yüklenmiştir. Her bir saatte bütün gruplarda suyun amonyak, pH, çözünmüş oksijen ve sıcaklık değerleri ölçümü yapılmıştır. Ayrıca solungaç histolojisi için her gruptan saatte birer örnek alınarak fikse edilmiştir. Deneme 5. saatte sonlandırılmıştır. Deneme sonunda en düşük amonyak değeri seramik top bulunan (ST) grupta 1,98 mg/l olarak belirlenmiştir. En yüksek amonyak değeri ise yüksek pH (YpH) grubunda 2,83 mg/l ölçülmüştür. Başlangıç ve deneme sonucunda balıkların solungaç dokuları incelendiğinde önemli sayılabilecek farklılığın, kontrol ve yüksek pH gruplarında ödem ve epitel lifting olduğu belirlenmiştir. Seramik top (ST) dışında kalan diğer deneme gruplarında ise hiperplazi ve epitel ayrılma ile çoklu deformasyonlar dikkati çekmiştir. Elde edilen bulgular ışığında seramik top kullanılan grupta diğer gruplara göre daha az bir deformasyon olduğu gözlemlenmiştir. Sunulan bu tez çalışmasının sonunda elde edilen veriler, seramik ürünlerin özellikle solungaç histolojisi bulguları, pH seviyesinin stabilitesi ve amonyak değerinin azaltılmasına yönelik etkisi nedeniyle canlı balık naklinde faydalı olduğunu ortaya koymuştur.

2019, 29 sayfa

Anahtar Kelimeler: Alabalık, Canlı Transfer, Seramik Top, Solungaç, Histoloji

ABSTRACT

GILLS AS MORPHOLOGICAL BIOMARKERS IN DIFFERENT LIVE TRANSFER APPLICATION OF RAINBOW TROUT (*Oncorhynchus mykiss*)

Gülperi AKDEMİR

Recep Tayyip Erdogan University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Fisheries
Master Thesis
Supervisor: Prof. Dr. Şevki KAYIŞ

In this study, the efficiency of changes in live transfer conditions of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) was determined by examining some water quality parameters and gill histology. Trout with an average weight of 18.7 ± 0.8 g was used in the study. The pH levels of the transport water were adjusted to be high pH (YpH) 7.98 ± 0.2 and low pH (DpH) 6.01 ± 0.1 . In addition, other groups were formed using 6 g / l salt and 10 g / l ceramic balls. The control group and all groups were designed as two replications. The test device is installed on a vehicle in order to reflect the reality of the conditions of transport. Ammonia, pH, dissolved oxygen and temperature values of water were measured in all groups at each hour. In addition, samples were taken from each group for gill histology and fixed every hour. The experiment was terminated at the 5th hour. At the end of the experiment, the lowest ammonia value was determined as 1.98 mg / l in the group with ceramic ball (ST). The highest ammonia value in the high pH (YpH) group was 2.83 mg / l. When the gill tissues of the fish were examined at the beginning and at the end of the experiment, it was determined that the significant differences were oedema and epithelial lifting in the control and high pH groups. Hyperplasia and epithelial detachment and multiple deformations were observed in the other experimental groups except the ceramic ball (ST). In the light of the findings, it was observed that there was less deformation in the ceramic ball group compared to the other groups. The data obtained at the end of this thesis study showed that ceramic products are especially useful in live fish transplantation due to the gill histology findings, the stability of the pH level and the effect of reducing ammonia value.

2019, 29 pages

Keywords: Trout, Live Transfer, Ceramic Ball, Gill, Histology

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	I
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	II
ÖZET	III
ABSTRACT.....	IV
İÇİNDEKİLER	V
ŞEKİLLER DİZİNİ	VII
TABLolar DİZİNİ.....	VIII
SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ	IX
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Türkiye Su Ürünleri Yetiştiricilik Sektörü.....	1
1.2.1. Yetiştirilen Türler	1
1.2.2. Yem	3
1.2.3. Uzman ve Teknik Personel	3
1.2.4. Kanunlar	4
1.2.5. Hastalıklar	4
1.3. Yetiştiricilik Uygulamaları.....	5
1.3.1. Canlı Balık Transferi	5
1.3.2. Alabalıkların Canlı Olarak Transferi.....	6
1.3.3. Balık Transferinde Taşıma Suyuna İlave Edilen Maddeler	6
1.3.4. Amonyak Tutucu ve pH Düzenleyici Maddeler.....	7
1.3.4.1. Zeolit	7
1.3.4.2. Seramik Malzemeler	8
1.4. Balık Solungaçlarının Biomonitör Olarak Kullanımı	9
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	10
2.1. Materyal	10
2.1.1. Balık Materyali.....	10
2.1.2. Kimyasallar	10
2.1.3. Taşıma Kapları	11
2.1.4. Su Kalite Ölçümleri.....	12
2.2. Metot	13

2.2.1.	Deneme Düzeniği	13
2.2.2.	Histolojik Çalışmalar	15
3.	BULGULAR	16
3.1.	Su Kalite Değişimleri	16
3.1.1.	Amonyak Değerleri	16
3.1.2.	Suyun Sıcaklık, pH ve Çözünmüş Oksijen Değerleri	17
3.2.	Solungaçlarda Meydana Gelen Histolojik Değişimler	19
4.	TARTIŞMA ve SONUÇLAR	22
5.	ÖNERİLER	24
	KAYNAKLAR	25
	ÖZGEÇMİŞ	29

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Zeolitlerin yapısı.....	7
Şekil 2. Denemede kullanılan seramik toplar	10
Şekil 3. Işık geçirgenliği olmayan taşıma kapları.....	11
Şekil 4. Suyun amonyak değerinin ölçen cihaz ve kit.....	11
Şekil 5. Deneme düzeneği	13
Şekil 6. Solungaçların histolojik çalışma öncesi çıkarılması	15
Şekil 7. İlk deneme amonyak ölçümleri sonuçları	16
Şekil 8. Grupların pH değerleri	17
Şekil 9. Kontrol ve seramik top grubu olarak yapılan çalışmanın pH değerleri .	18
Şekil 10. Başlangıç (BK) ve deneme sonu solungaç dokularına ait bulgular	19
Şekil 11. Deneme sonunda gruplarda meydana gelen histopatolojiler.....	20
Şekil 12. Deneme sonunda seramik top kullanılan gruba ait bulgular	20

TABLULAR DİZİNİ

Tablo 1. Seramik topların bazı özellikleri.....	9
Tablo 2. Deneme gruplarının bazı su kalite değerleri	13
Tablo 3. İkinci denemeye ait başlangıç değerleri.....	14
Tablo 4. Deneme sonunda meydana gelen histolojik değişimler.....	19



SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ

°C	Derece Santigrat
cm	Santimetre
D (pH)	Düşük pH
el	Epitel Lifting
g	Gram
HCl	Hidroklorik Asit
hp	Hiperplazi
l	Litre
K	Kontrol
kg/m ³	Kilogram Metre Küp
mg	Miligram
NaOH	Sodyum Hidroksit
SS	Standart Sapma
ST	Seramik Top
T	Tuz
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
Y (pH)	Yüksek pH

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Su ürünleri insan tüketiminde oldukça geniş yer tutan değerli bir besin grubudur. Türkiye 1970’li yıllarda 35 milyon olan insan nüfusuna karşın, 184 bin ton toplam su ürünleri üretimine sahip bir ülke konumunda bulunmaktaydı. Ancak bu üretimin tamamı avcılık yoluyla elde edilmekteydi ve su ürünleri yetiştiricilik üretimi 1984 yılına kadar bu istatistiklerde hiç yer almamıştır (Kayış, 2019). Su ürünleri yetiştiricilik verileri resmi olarak ilk kez 1984 yılında 2.226 tonluk bir değer ile istatistiklerde yer almıştır. Ancak yetiştiricilik faaliyetlerinin bu tarihten daha erken yıllara dayandığı ayrı bir gerçektir. Türkiye’de su ürünleri yetiştiriciliğinin ilk denemeleri 1970’li yılların başlarında sazan (*Cyprinus carpio*) ve gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yetiştiriciliği ile başlamıştır (Demir ve Polat, 2003). Oysa dünya genelinde su ürünleri yetiştiriciliğinin geçmişi çok daha eskilere dayanmaktadır. Bu anlamda değerlendirildiğinde Türkiye su ürünleri yetiştiricilik sektörünün diğer ülkelere göre çok daha sonraları başladığı söylenebilir. Ancak 1980’li yıllara gelindiğinde gökkuşağı alabalığının yanı sıra, deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) ve çipura (*Sparus aurata*) yetiştiriciliği ile birlikte ülkede su ürünleri yetiştiriciliği çeşitlendirilmiş ve üretim miktarı 1990 yılında 5.782 tona, 2000’li yılların başında ise 60.000 ton seviyesine ulaşmıştır. Günümüz Türkiye’inde artık 85 milyonu aşan bir insan nüfusu bulunmakta ve yetiştiricilik faaliyetlerinden elde edilen su ürünleri miktarı avcılık faaliyetlerinden elde edilen miktara oldukça yaklaşmış durumdadır. 2017 Türkiye su ürünleri resmi verilere göre Türkiye’de 2.308 adet su ürünleri yetiştiricilik tesisinde, 314.502 bin ton balık yetiştirilmiş, buna karşın 354.318 ton su ürünleri ise avcılık yoluyla üretimi gerçekleştirilmiştir (TUİK, 2019; Kayış, 2019).

1.2. Türkiye Su Ürünleri Yetiştiricilik Sektörü

1.2.1. Yetiştirilen Türler

Türkiye’de tatlı su şartlarında yetiştirilen baskın türün gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yetiştiriciliği olduğu göze çarpmaktadır. İlk yetiştirilen tür

gökkuşığı alabalığı olmakla birlikte, Anadolu coğrafyasının yerli türü olan alabalık türleri de yetiştirilmektedir. Bu türler haricinde Kuzey Amerika menşeli kaynak alabalığı da (*Salvelinus fontinalis*) Ar-Ge çalışmalarında kullanılmaktadır.

Tatlı su balıklarından Avrupa yayın balığı (*Siluris glanis*), Anadolu sazani (pullu-aynalı-dizi sazani) (*Cyprinus carpio*), Nil Tilapia balığı (*Oreochromis niloticus*) türleri yetiştiriciliği de oldukça düşük miktarlarda, resmi ve özel kuruluşlarda ilgilenilen türlerdir.

2000'li yıllardan sonra mersin balıkları yetiştiriciliği yönünde çalışmalar hız kazanmıştır. Halen Adana'da bir işletme mersin balığı et ve havyar üretimi gerçekleştirirken, Karadeniz Bölgesinde bazı işletmeler Bakanlık ve Üniversite Ar-Ge çalışmalarından temin ettikleri mersin balığı yavrularını semirtmektedir. Mersin balığı üretim miktarları da henüz istatistiklere yansiyacak kapasiteye ulaşamamıştır.

Deniz suyunda yetiştirilen türlerin başında deniz levreği ve çipura balığı gelse de halen 16 yeni deniz balığı türünün yetiştiricilik protokolü ortaya konulmuş durumdadır. Ancak, pazarın talebi ağırlıklı olarak bu iki türe yoğunlaşmıştır. Antenli mercan (*Pagrus caeruleostictus*), bantlı mercan (*Pagrus auriga*), fangri (*Pagrus pagrus*), işkine (*Sciaena umbra*), kalkan (*Psetta maxima*), karagöz (*Diplodus vulgaris*), kırma mercan (*Pagellus erythrinus*), lahoz (*Epinephelus aeneus*), mırmır (*Lithognathus mormyrus*), minekop (*Umbrina cirrosa*), sargoz, tahta balığı (*Diplodus sargos sargos*), sarıağız (=Granyöz) (*Argyrosomus regius*), sinarit (*Dentex dentex*), sivriburun karagöz (*Diplodus puntazzo*), Akdeniz midyesi (*Mytilus galloprovincialis*), yeşil kaplan karidesi (*Penaus semisulcatus*), Japon karidesi (*Penaus japonicus*), sarıkuyruk (*Seriola dumerili*) türlerinin yetiştiricilik protokolleri ortaya konulmuştur. Orkinos balığı (*Thunnus thynnus*), doğadan toplanan yavru balıklar ile başarılı bir şekilde semirtmesi gerçekleştirilmektedir (Kayış, 2019).

1.2.2. Yem

Ülke genelinde su ürünleri yetiştiriciliği sektörünün tüm bileşenleri, aynı paralelde gelişim göstermekte zorlansa da, üretime yönelik devlet desteği, yükseköğrenim kurumları ve araştırma enstitüleri gibi sektörün temsilcileri konumunda olan birimlerin varlığı ve ülkenin ekonomik istikrarı sorunların belli oranda elimine edilmesini sağlamıştır. Yetiştiricilik sektörü ilk yıllardan itibaren öncelikle miktar, fiyat ve kalite olarak yem problemiyle karşı karşıya kalmıştır. Özellikle sektörün yeni bir fırsat olarak değerlendirildiği yıllar olarak kabul edilebilecek olan 2000 yılında 40.646 ton olan balık yemi üretimi, 2010 yılında 184.810 tona ulaşmıştır (Demir, 2011). Bu miktar 2017 yılında ise 513.000 ton seviyesindedir (TUİK, 2019). Sektör için gerekli olan bu yem miktarının üretilmesi için neredeyse iki kat balık ve balık ununa ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle yem hammaddelerinin bir kısmının ithal edilmesine neden olmaktadır. Yem hammadde ithalat bağımlılığı, yem fiyatının da uluslararası pazara bağımlılığına neden olmaktadır. Bununla birlikte yem firmalarının kapasitelerinin ve teknolojilerinin yükselmesi, su ürünleri yetiştiriciliği sektörüne daha kaliteli yemin ve dolayısıyla nispeten daha yüksek üretimin gerçekleşmesinin sağlanmasında da katkısı büyüktür.

1.2.3. Uzman ve Teknik Personel

Türkiye’de su ürünleri yetiştiriciliğinde teknik bilgiye ulaşabilme ve teknik personel ihtiyacı sektörün ilk yıllarında (1970) doğal olarak sektör dışı teknik personel yardımı ile olmuştur. Yetkin teknik personel eksikliği Ziraat Mühendisliği ve Veteriner Hekimlik temel alanlarından diplomalı personelin sahada istihdamını zorunlu kılmıştır. Farklı alanlarda uzman kişilerin su ürünleri yetiştiriciliği alanında uzmanlaşması, temel bilgilerinin tecrübeye dönüşmesi ve sektör ile ilgili farkındalığın oluşması neredeyse 20 yılı almıştır. 1960’lı yıllarda bilimsel anlamda sektörün ilk temsil edildiği birimlerden biri İstanbul Üniversitesi Hidrobiyoloji Araştırma Enstitüsü olmuştur. Hidrobiyoloji Araştırma Enstitüsü, Avusturya ve Almanya’dan Türkiye’ye getirdiği balık yumurtalarından ilk defa yavru elde ederek İznik Gölü’ne bırakmış, yetiştiricilik alanında ilk çalışmalara örnek teşkil etmiştir (Yurtoğlu, 2017). Türkiye’de 1980’li yıllara gelindiğinde Su Ürünleri ve Deniz Bilimleri Fakülteleri kurulmuş ve bu fakülteler bünyesinde Su Ürünleri Yetiştiriciliği Bölümlerinde yetkin teknik personelin yetişmesi

sağlanmıştır. Günümüz Türkiye’inde bu alanda faaliyet gösteren 17 su ürünleri fakültesi ve 4 deniz bilimleri fakültesi diğer alanların yanında su ürünleri yetiştiriciliği sektörüne teknik personel yetiştirmektedir. Bu fakülteler bünyesinde balık besleme, balık sağlığı, biyoteknoloji ve akuakültür teknik gibi birçok alt alanda uzmanlaşma fırsatı sağlanmaktadır. Bugün Türkiye kamu ve özel sektörde akuakültür sektörüne bu yetiştirilmiş personeller yön vermektedir.

1.2.4. Kanunlar

Yetiştiricilik faaliyetlerinin sürdürülebilir olması amacıyla, üreticiler birçok ülkenin kendi resmi kanun ve yönetmeliklerinin yanı sıra bağlı buldukları uluslararası toplulukların da yükümlülüklerini yerine getirmek zorundadır. Türkiye su ürünleri yetiştiricilik sektörü 1971 yılında yayınlanan 1380 sayılı Su Ürünleri Kanunu ile resmi sorumluluk alanı belirlenen bir sektör konumundadır. Bu kanun, yetiştiricilik faaliyetlerinin sınırlarını, çevre ile ilgili yükümlülükleri, hastalıklar ile mücadele, ithalat, ihracat, desteklemeler gibi bütün detayları kapsamakta ve yıllar geçtikçe güncellenmektedir (Kayış, 2019). Bununla birlikte Türkiye Avrupa Birliği uyum yasalarına göre 1983 yılında AB’nin Ortak Balıkçılık Politikası (OBP) sürecine dâhil edilmiştir (Çelikkale vd., 1999).

1.2.5. Hastalıklar

Su ürünleri sektörünün bileşenleri içerisinde önemli bir payı olan ve büyük bir problem olarak kabul edilen “hastalıklar” belki de sektörün en son ancak en hızlı gelişen alanıdır. Türkiye’de balık hastalıkları ile ilgili ilk bilgiler, genelde parazitik patojenlerin ilk kayıtları şeklinde yerli ve yabancı bilim insanlarının vermiş olduğu raporlardır. Bu kayıtların ilk örnekleri olarak, protozoan parazitlerden olan *Mucophilus cyprini*’nin 1965 yılında sazan (*Cyprinus carpio*) balıklarından (Koç, 1965), bir sestod türü olan *Caryophyllaeus brachycollis*’in yine sazan balıklarından (Kayış, 2019) rapor edilmesi verilebilir. Balıklardan izole edilen paraziter kayıtları ancak 1980’li yıllarda verilen bakteriyel kayıtlar takip etmiştir. Bu anlamda ilk örnekler gökkuşağı alabalıklarından (*Oncorhynchus mykiss*) izole edilen *Aeromonas hydrophila* (Baran vd. 1980) ve *Stizostedion lucioperca*’dan izole edilen *Pseudomonas* sp. (Timur ve Timur, 1985) dir.

Türkiye’de balıklardan izole edilen ilk viral patojen olan Infectious pancreatic necrosis virüs (IPN), ancak 2002 yılında yine gökkuşağı alabalıklarından rapor edilmiştir (Candan, 2002). Günümüzde kontrollü şartlarda balık yetiştiriciliğinin yaygınlaşması ve bu alanda yetişen bilim insanlarının varlığı gibi etkenler ile birlikte, balıklardan rapor edilen patojenlerin nicelik ve nitelik açısından ciddi bir artışı söz konusu olmuştur. Türkiye’den 2014 yılı dikkate alındığında 48 farklı balık patojeni bakteri ve 5 farklı balık patojeni virüsün 112 farklı çalışmada varlığından söz edilmektedir (Öztürk ve Altınok, 2014). Paraziter patojenler açısından irdelendiğinde ise Türkiye’de sadece 2003 ile 2009 yılları arasında rapor edilen paraziter balık patojenlerinin sayısal karşılığı 79 farklı tür olarak karşımıza çıkmaktadır (Kayış vd., 2009).

1.3. Yetiştiricilik Uygulamaları

Su ürünleri yetiştiriciliğinde üretime yönelik farklı uygulamalar mevcuttur. Kuluçka sistemlerinde anaç balık bakımı, yumurta eldesi ve dölleme, balıkların boylanması, hastalıklara karşı müdahale, ön besleme ve porsiyonluk üretimi gibi birçok uygulama işletmelerde gerçekleştirilmektedir (Emre ve Kürüm, 1998). Bu uygulamalar içerisinde önemli bir aşamada balıkların canlı olarak farklı sistemlere taşınmasıdır.

1.3.1. Canlı Balık Transferi

Su ürünleri yetiştiriciliğinde havuzlarda ön büyütmesi yapılan yavru balıkların kafeslere aktarımı ya da diğer işletmelerden yavru veya damızlık balık satın alınması gibi durumlarda balıkların bir yerden diğer yere taşınması söz konusudur. Yetiştiricilik işletmelerindeki önemli aktivitelerinden biri olan nakil işlemi, hayvan refahı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Giovagnoli vd., 2002). Çünkü nakil işleminde balıkların elle muameleye maruz kalması, taşıma ortamlarına yerleştirilmesi, su sıcaklığı, çözülmüş oksijen ve su kalitesinin bozulması ve yeni yerlerine adapte olmaları balıklarda stres oluşumuna sebep olacaktır.

Balık nakli sırasında, sürece bağlı olarak nakil suyunun amonyak konsantrasyonunun yükselmesi akut toksik etkiler oluşturabilmektedir (Russo ve Thurston, 1991; Wilkie ve Wood, 1991; Wicks ve Randall, 2002). Balıkların metabolik

atıklarından amonyak, solungaçlar yardımıyla vücuttan uzaklaştırılmaktadır. Amonyak azotu nakil suyunda iyonize olmamış amonyak (NH₃-N) ve amonyum iyonu (NH₄-N) halinde bulunabilmektedir. Suyun asiditesine ve sıcaklığı ile ilişkili olarak amonyağın iyonize olup olmaması değişkenlik gösterir. Nakil suyunun asiditesi ve sıcaklığı arttıkça, amonyağın iyonlaşma oranı azalır (Losordo vd., 1992, Masser vd., 1992). Amonyum iyonu (NH₄⁺-N) sucul canlıların hücre çeperinden geçemezken, iyonize olmamış amonyak (NH₃-N) hücre çeperinden geçebilmektedir. Bu da çoğu sucul organizmada iyonize olmamış amonyağın toksik etki oluşturmasının ana nedeni olarak tanımlanmaktadır (Drennan ve Malone, 1992; Malone ve Drennan, 1993; Kır ve Aslan, 2006; Genç, 2017).

Balık naklinde balığın türü, evresi, suyun fiziksel ve kimyasal özellikleri, taşıma süresi, ortaya çıkan metabolik ürünler, nakil aracının özellikleri yol ve iklim koşulları gibi göz önünde bulundurulması gereken birçok önemli unsur söz konusudur.

1.3.2. Alabalıkların Canlı Olarak Transferi

Canlı alabalık transferinde su kalitesi önem arz etmektedir. Özellikle su sıcaklık değerlerinin 8-10°C, erimiş oksijen değerinin başlangıç için 9-10 mg/L daha sonraları 5-6mg/L nin altına düşmemesi istenmektedir. Yine pH değeri 7-8 civarında olması ifade edilmektedir. Bir başka dikkat edilmesi gereken önemli bir konuda taşıma öncesinde balıkların 1-2 gün önceden aç bırakılmasıdır. Bu sayede organik yükün taşıma esnasında azaltılması hedeflenmektedir. Su kriterleri, balık boy ve ağırlığı ve taşıma süresi ile değişmekle birlikte alabalıklarda transfer için stok yoğunluğu ortalama 100 kg/m³ olarak kabul edilmektedir (Kayış, 2019).

1.3.3. Balık Transferinde Taşıma Suyuna İlave Edilen Maddeler

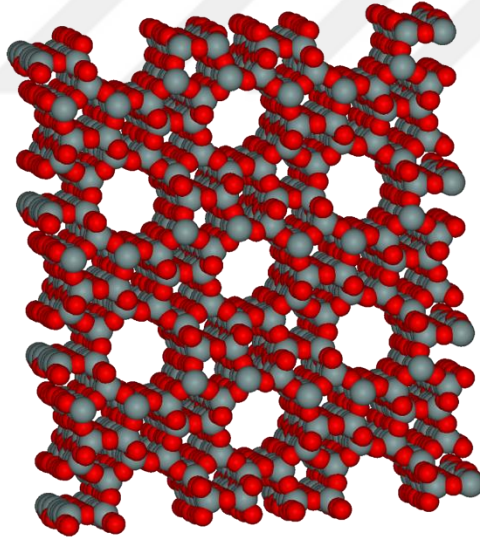
Balıkların farklı amaçlarla, farklı hayat evrelerinde canlı olarak başka sistemlere taşınması, oldukça yaygın ve geniş bir coğrafyada uygulanabilir hale gelmiştir. Günümüzde farklı kıtalara dahi canlı balık nakli gerçekleştirilmektedir. Özellikle süs balıklarının uzak doğu ülkelerinden dünyanın her bölgesindeki farklı ülkelere transferine olanak sağlayacak sistemler ve taşıma prosedürleri yaygınlaşmış durumdadır (Belema

vd., 2017). Bu anlamda bakıldığında transfer öncesinde balıkların aç bırakılması, oksijen ilavesi, antibiyotik katkısı, balık yoğunluğu ve değişik anestezi ilaveleri gibi uygulamalar bu transferlerin sağlıklı olmasına yardımcı olmaktadır (Belema vd., 2017).

1.3.4. Amonyak Tutucu ve pH Düzenleyici Maddeler

1.3.4.1. Zeolit

Zeolit, 40'dan fazla doğal mineral grubuna verilen genel bir isimdir. Bunlardan en önemlileri klinoptilolit, şabazit ve analim'dir. Bunun yanı sıra 150'yi aşkın sentetik minerali de mevcuttur. Zeolit volkanik küllerin su ortamında değişime uğraması sonucunda oluşan ve birbirlerine kanallarla bağlanan, düzgün gözeneklere sahip kristal yapıda, kolay ve bol bulunan alüminyum silikat yapısında bileşikler olup Na, K, Ca, Mg gibi alkali ve toprak alkali elementleri içermektedir (Sarıçiçek 1995).



Şekil 1. Zeolitlerin yapısı (Gülen vd., 2012)

Zeolitler üç yapı, kristal ve gözenekli olan silikat yapısında maddeler olarak tanımlanmaktadır (Demir ve Polat, 2003). Zeolitler yapılarında barındırdıkları silisyum (Si^{+4}) ve alüminyum (Al^{+3}) gibi iyonlar sayesinde iyon değişimi ve adsorbsiyon gibi özelliklere sahiptir ve bu sayede amonyak tutucu özelliklere sahiptirler. Bu özellikleri

nedeniyle alabalık taşıma suyuna zeolit ilavesi ve olumlu olabilecek katkıları çalışmalara konu olmuştur.

Balık transferlerinde metabolik aktivite nedeniyle taşıma suyunda azotlu bileşiklerin miktarı balıklar için toksik olmaktadır. Bu bağlamda bakıldığında yetiştiricilik ve taşıma şartlarında iyonize olmamış amonyak (NH₃) miktarı 0,2 mg/l den daha az olmalıdır. Bu değerin üzerine çıktığında balıklarda toksikasyon meydana gelmektedir (Boyd ve Tucker, 1988). Taşıma esnasında amonyak toksisitesinin azaltılması ve birikiminin engellenmesi amacıyla son yıllarda zeolit gibi amonyak tutucu maddelerin ilavesi gündeme gelmiştir. Doğal zeolit klinoptilolitin yavru alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) taşımıcılığında kullanımı ile ilgili yapılan bir çalışmada, deneme sonunda 7gr/l zeolit ilave edilen grupta amonyum miktarının 2,8 mg/l olduğu, kontrol grubunda ise bu değerin 3,4 mg/l olduğu belirlenmiştir (Öz vd., 2010). Zeolitin sadece suya ilavesi değil, aynı zamanda besinlere ilave edilerek yetiştiricilik sistemlerinde yem değerlendirme ve su kalitesine olumlu etkileri de araştırılmış ve tilapya (*Tilapia zillii*) pozitif katkı sağladığı belirlenmiştir (Yıldırım vd., 2009).

1.3.4.2. Seramik Malzemeler

Son yıllarda özellikle akvaryum sektöründe amonyak tutucu, pH düzenleyici ya da bakteriler üzerinde çeşitli etkileri olan doğal seramik top ya da halkalar balık refahı için kullanılabilir hale gelmiştir. Bu seramik maddeler genellikle zeolit gibi silisyum (Si⁺⁴) ve alüminyum (Al⁺³) içerikleri ile öne çıkmaktadır. Birçok amaca yönelik farklı tipte seramik ürünler mevcuttur. Örneğin anti bakteriyel, pH düzenleyici, enzim aktivite düzenleyici, klor uzaklaştırıcı ve amonyak tutucu özelliğe sahip farklı seramik ürünler bulunmaktadır (URL-1).

Bu ürünlerin balık refahına muhtemel katkılarının araştırıldığı bilimsel çalışmalar oldukça kısıtlıdır. Ürünler, özellikle atık suların iyileştirilmesi için çalışmalara konu olmakta, pH, amonyak atılımı ve sıcaklık ile ilgili değerler araştırılmaktadır (Sajuni vd., 2010). Ayrıca seramik ürünlerin bakteriler için uygun tutunma materyali olarak kullanıldığı ve bakteri çoğalmasına katkı sağladığı da rapor edilmiştir (Ni vd., 2007). Bu durumun aksine, patojenik olan *E. coli* bakterilerinin üremelerinin baskılanmasında da seramik topların kullanıldığı bildirilmiştir.

1.4. Balık Solungaçlarının Biyomonitör Olarak Kullanımı

Sucul ekosistemlerde ekolojik dengenin sürdürülebilirliği ya da önem arz eden canlıların refah düzeyi açısından belirleyici bazı gösterge ayraçları bulunmaktadır. Bu ayraçlar biyotik ve ya abiyotik olabilir. Örneğin sucul ekosistemlerde kirlilik belirteçleri olarak ağır metaller, antibiyotikler ve azotlu bileşikler abiyotik belirteçler olarak kabul edilmektedir (Barlas vd., 2005; Sönmez vd., 2008; Topal vd., 2012). Biyotik olarak ise özellikle bazı bakteriler ve birçok sucul canlı belirteç olarak kullanılmaktadır.

Balık hastalıkları ve refahı açısından bakıldığında çevresel etkilerin ortaya konulabileceği ve belirteç olarak kullanılacak dokuların başında solungaçlar gelmektedir (Strzyżewska-Worotyńska vd., 2017). Çünkü solungaçlar hem solunum yapılan merkez hem de toksik olabilecek birçok metabolik atığın atılım yeridir (Abrahamson vd., 2008). Bu nedenle solungaçlar olumsuz şartlara diğer dokulara göre daha erken belirti verebilen merkezlerdir (Sorour, 2001). Örneğin gökkuşuğu alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*) ile ilgili gerçekleştirilen bir çalışmada, akar sistemde yapılan yetiştiricilik ile kapalı devre sistemde bulunan balıkların solungaç morfolojileri karşılaştırılmış ve sonuçta solungaç morfolojisindeki farklılıkların balık refahını tanımlamada referans olabileceğini ortaya konulmuştur (Strzyżewska-Worotyńska vd., 2017).

Sunulan bu tez çalışmasında, gökkuşuğu alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) canlı transferinde farklı ortam şartlarının değişikliklerin balıklar üzerine olan histopatolojik su kalite parametrelerinin ve solungaç morfolojisinin incelenmesiyle belirlenmeye çalışılmıştır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal

2.1.1. Balık Materyali

Çalışmada kullanılan gökkuşacağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*), Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi İyidere Su Ürünleri Uygulama ve Araştırma Birimi'nden temin edilmiştir. Ortalama ağırlıkları $18,7 \pm 0,8$ gr olan toplam 100 adet balık kullanılmıştır.

2.1.2. Kimyasallar

Balıkların farklı pH seviyelerinde taşınımlarının etkisinin belirlenmesi amacıyla, pH değerini yükseltmek amacıyla 0,1 N NaOH, pH değerinin düşürülmesi için ise yine 0,1 N HCl kullanılmıştır. Denemede ozmotik dengenin sağlanmasına yardımcı olacağı düşünülen taşıma suyuna ilave edilen bir diğer kimyasal ise Tuz'dur. Son olarak suyun amonyak değerini iyileştirici ve pH seviyesini dengede tutma özelliği olan seramik toplar kullanılmıştır (Şekil 1). Kullanılan seramik top malzemesinin özellikler Tablo 1 de verilmiştir.

Tablo 1. Seramik top (B tipi) bazı özellikleri (URL-1).

İçerik/Özellik	(%)
Al ₂ O ₃	>99
Fe ₂ O ₃	<0.1
Na ₂ O	<1.0
SiO ₂	<0.2
MgO	~0.11
CaO	<1.0
Maksimum sıcaklık dayanımı	>1500°C
Su absorpsiyonu	<1.0
Özgül ağırlık	3.50-3.75 (g/cm ³)



Şekil 2. Denemede kullanılan seramik toplar

Histolojik çalışmaların gerçekleştirilebilmesi amacıyla, tamponlanmış formalin çözeltisi, etik alkol, parafin, ksilol, eozin, hematoksilen kullanılmıştır.

2.1.3. Taşıma Kapları

Denemenin gerçekleştirilebilmesi için balıklar 5 lt kapasiteli plastik kaplar içerisine alınmıştır. Bu kapların etrafı ışık geçirgenliğini engellemek ve stresi en aza indirmek amacıyla alüminyum folyo ile kaplanmıştır (Şekil 2).



Şekil 3. Işık geçirgenliğini engellemek ve stresi en aza indirmek amacıyla alüminyum folyo ile kaplanmış tanklar

2.1.4. Su Kalite Ölçümleri

Suyun amonyak değerinin ölçülebilmesi için HACHLANGE marka DR 3900 model spektrofotometre ve kitleri kullanılmıştır (Şekil 3). Sıcaklık, çözülmüş oksijen ve pH değerleri ise HACHLANGE HQ40d taşınabilir multiprop ile ölçülmüştür.



Şekil 4. Suyun amonyak değerinin ölçülmesinde kullanılan spektrofotometre

2.2. Metot

2.2.1. Deneme Düzeneği

Çalışmada, bahsi geçen balıkların farklı özellikte su kalitesi ve madde içeriği olan kaplar içerisine aktarılması ve belirli sürelerde bazı su kalite parametrelerinin ölçülmesi, histolojik kesit için örnek alınması ve gerçek taşıma şartlarının oluşması için araç ile seyahat şeklinde tasarlanmıştır. Bu amaçla Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'ne ait bir araç üzerine oksijen tüpü monte edilmiş ve her bir deneme şartı iki tekerrür olacak şekilde çalışma başlatılmıştır (Şekil 4).

Deneme kontrol, yüksek pH, düşük pH, tuz ve seramik top grupları olmak üzere 5 grup ve iki tekerrür olarak tasarlanmıştır. Her bir gruba 3 litre su ve 10 adet balık konulmuştur. Deneme gruplarının bazı su kalite değerleri ve diğer özellikleri Tablo 2'de verilmiştir. Çalışma tankların bulunduğu aracın 10 km mesafede bulunan Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su ürünleri Fakültesi'ne hareketiyle başlatılmıştır. Bir saatlik sürenin hareket halinde geçmesi için azami dikkat sarf edilmiş ve bir saat sonrasında her gruptan su örneği alınarak amonyak seviyesi ölçümü yapılmıştır. Bu bağlamda pH ve sıcaklık değerleri de kaydedilmiştir. Ayrıca solungaç filamentlerinin histolojik durumlarının incelenmesi için her gruptan saatte birer örnek alınarak fikse edilmiştir. Deneme 5. saatte sonlandırılmıştır.



Şekil 5. Deneme düzeneği

Tablo 2. Deneme gruplarının deneme başlangıcında bazı su kalite değerleri ve denemeye dair diğer bilgiler. K; kontrol, Y (pH); yüksek pH, D (pH); yüksek pH, ST; seramik top; Tuz (T)

Parametre ve Özellikler	Deneme Grupları				
	K	Y (pH)	D (pH)	T	ST
Su Sıcaklığı (°C)	11,1±0,2	11,5±0,4	11,4±0,2	11,2±0,1	11,1±0,3
pH	7,10±0,3	7,98±0,2	6,01±0,1	6,71±0,2	7,91±0,4
Çözünmüş oksijen (mg/l)	14,1	14,2	13,9	14,0	14,2
Ortalama balık ağırlığı (g)	187±2,1	187±2,3	186±2,1	186±2,2	188±2,4
Seramik top miktarı (g/l)	-	-	-	-	10
Tuz miktarı (g/l)	-	-	-	6	-

Gerçekleştirilen bu deneme sonuçları dikkate alınarak, ikinci bir deneme düzeneği kurulmuştur. Bu denemede sadece kontrol grubu ve seramik top grubu kullanılmıştır. Bu denemeye ait başlangıç değerleri ise Tablo 3'te verilmiş olup deneme 7 saat sonunda bitirilmiştir.

Tablo 3. İkinci denemeye ait başlangıç değerleri

Parametre ve Özellikler	Deneme Grupları	
	K	ST
Su Sıcaklığı (°C)	18,1±0,2	17,8±0,5
pH	6,85±0,2	6,86±0,2
Çözünmüş oksijen (mg/l)	7,3±3,8	7,5±2,7
Ortalama balık ağırlığı (g)	175±2,2	175±2,2
Seramik top miktarı (g/l)	-	10

2.2.2. Histolojik Çalışmalar

Balıklar canlı iken benzokain ile bayıltılarak, periton kısımları açılmış ve bütün olarak nötral formaline aktarılmışlardır. Bir gün sonra balıklar %50'lik etil alkole aktarılmışlardır. Balıkların solungaçları çıkarılarak, alkol serileri ve ksilolden geçirilmiştir ve 65°C'de parafin içerisinde 12 saat bekletilmiş ardından parafin ile gömme işlemi gerçekleştirilmiştir (Şekil 5). Dokular mikrotom cihazı ile 0,5µm kalınlığında kesilmiş, 65°C'de bir gece bekletilmiş ardından ksilol ve alkol serilerinden geçirilerek hematoksilin ve eozin ile boyanmıştır. Kesitler nihai inceleme için entallen ile lamel kullanılarak fikse edilmiştir.



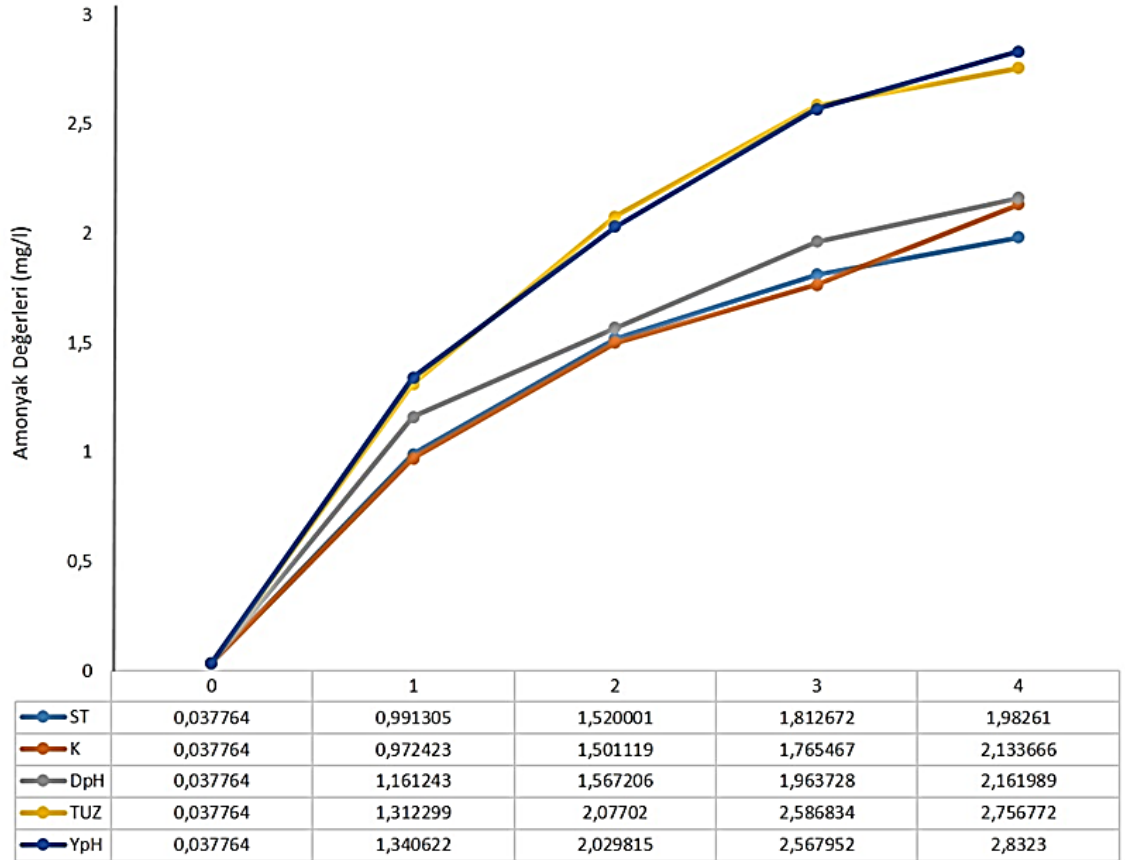
Şekil 6. Solungaçların histolojik çalışma öncesi çıkarılması

3. BULGULAR

3.1. Su Kalite Değişimleri

3.1.1. Amonyak Değerleri

İlk deneme çalışması süresince 5 kez yapılan amonyak ölçümleri sonuçları Şekil 6'da verilmiştir. Bu ölçümlere göre deneme suyunun amonyak miktarı başlangıçta balıklar için sınır değer olan 0,02 mg/l değerinden daha yüksek olan 0,037 değerinde olduğu gözlemlenmiştir. Deneme sonunda ise en düşük değer seramik top bulunan (ST) grubunda olduğu (1,98 mg/l) belirlenmiştir. En yüksek amonyak değeri ise yüksek pH (YpH) grubunda (2,83 mg/l) ölçülmüştür.

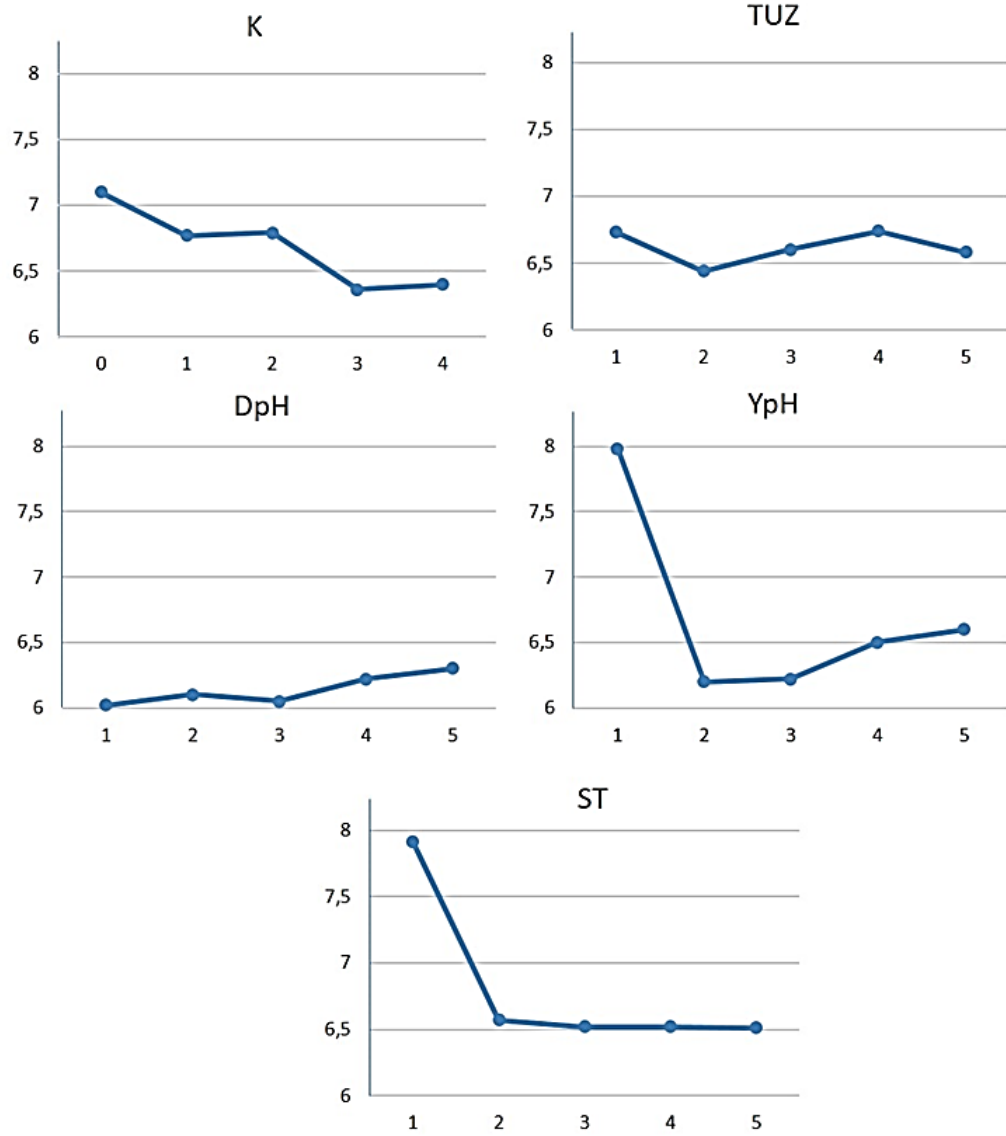


Şekil 7. İlk deneme amonyak ölçümleri sonuçları.

En düşük amonyak değerlerine sahip olan gruplar (ST ve K) seçilerek yapılan ikinci denemede ise başlangıç amonyak değerleri ST ve K gruplarında sırasıyla 0,013 mg/l ve 0,016 mg/l olarak kaydedilmiş, 7. saat sonunda ise yine sırasıyla 3,26 mg/l ve 3,71 mg/l olarak kaydedilmiştir. İlk alışma ile paralel sonuçlar veren bu denemede de yine seramik topların kullanıldığı grupta amonyak değeri daha düşük olarak belirlenmiştir.

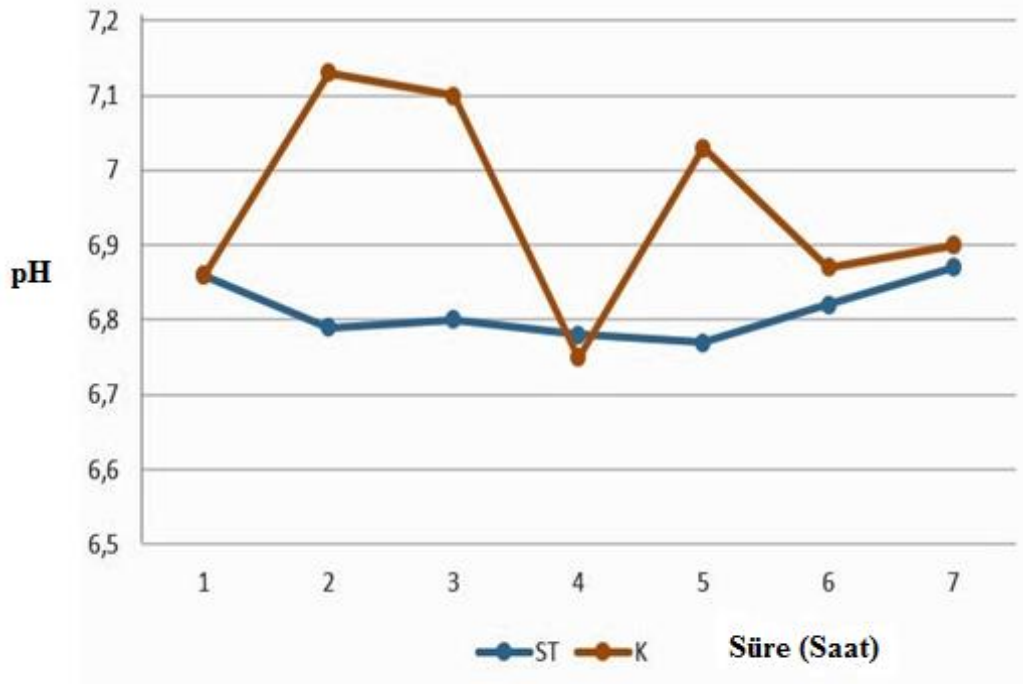
3.1.2. Suyun Sıcaklık, pH ve özünmüş Oksijen Değerleri

Çalışmada her bir gruba ait pH değerleri ölçölmüş ve şekil 7’de bu değerler verilmiştir. Bu değerlere göre seramik top kullanılan grupta pH değerinin başlangıçta 7,98 gibi en yüksek değerde olmasına karşın daha sonra yapılan ölçömlerde pH değerinin sabit bir değerde seyrettiği belirlenmiştir. Diğer gruplarda ise bu standart değer ölçömlü gözlemlenememiştir. Özellikle yüksek pH grubunda ani olarak düşen pH değeri, çalışma süresince yükselme eğilimi göstermiştir. Yine tuz grubunda pH değerinin inişli çıkışlı bir seyir halinde olduğu belirlenirken kontrol grubunda ise sürekli iniş seyrinde bir sonuç elde edilmiştir. Düşük pH grubunda da çok ciddi bir fark olmamakla beraber sürekli artış eğilimi kaydedilmiştir.



Şekil 8. Grupların pH değerleri

Sadece ST ve Kontrol grubu olarak tasarlanan denemede de bir önceki verilere paralel pH değerleri belirlenmiştir. Yine seramik top grubunda daha stabil bir pH seyri varken kontrol grubunda dalgalı bir seyir belirlenmiştir (Şekil 8).



Şekil 9. Kontrol ve seramik top grubu olarak yapılan çalışmanın pH değerleri.

İlk deneme süresince suyun sıcaklık değerleri tüm gruplarda en düşük ve en yüksek 11,6 ile 12,3 °C olmak üzere bu iki değer arasında kaydedilmiştir. Suyun çözülmüş oksijen değerleri de deneme başlangıç değerleri ile (14,0-14,2 mg/l) benzer olarak ölçülmüştür.

İkinci deneme de ise su sıcaklık değerleri tüm gruplarda 17,7°C ile 18,3°C aralığında ölçülmüştür. Bu denemede çözülmüş oksijen değeri ST grubunda ortalama 8,4 mg/l iken kontrol grubunda 7,6 mg/l olarak kaydedilmiştir.

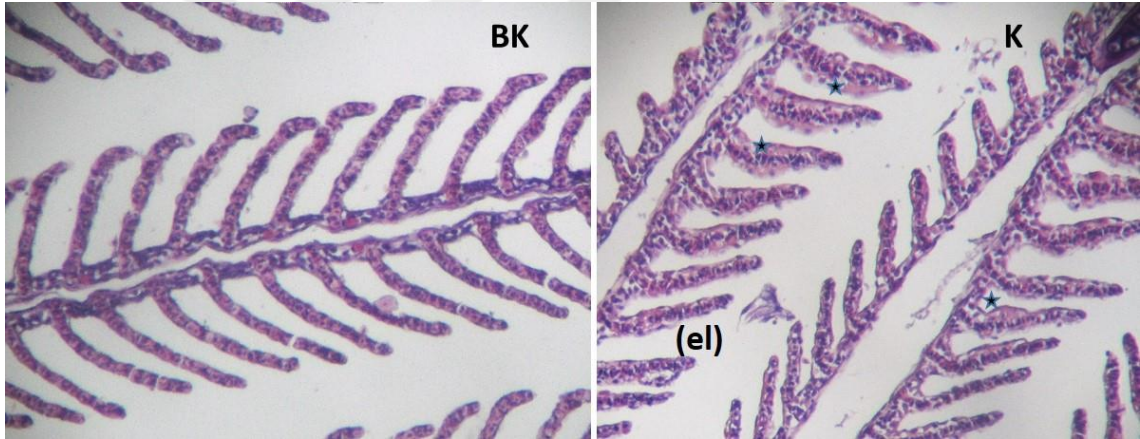
3.2. Solungaçlarda Meydana Gelen Histolojik Değişimler

Denemeden örneklenen her bir gruba ait solungaç örnekleri histolojik açıdan incelendiğinde, en fazla gözlemlenen histopatolojik bulgunun hiperplazi olduğu gözlenmiştir. Özellikle tuz, yüksek ve düşük pH gruplarında bu patoloji yaygın olarak belirlenmiştir. Solungaçlarda meydana gelen histolojik değişimler Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Deneme sonunda meydana gelen histolojik değişimler.(-); yok, (+); az, (++); orta üzeyde, (+++); yoğun miktarda.

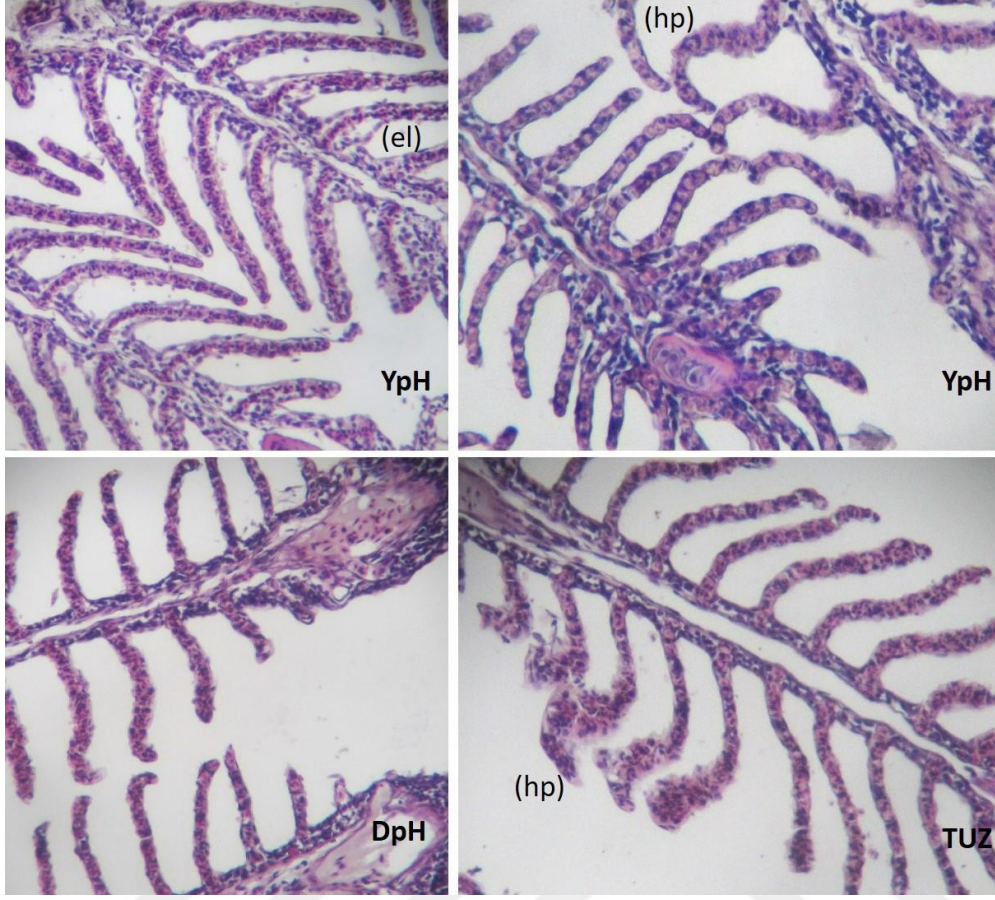
Histopatolojik etkiler	K	ST	YpH	DpH	T
Hiperplazi	+	+	+++	+	++
Hipertofi	-	-	+	-	-
Epitel lifting	++	-	++	-	+
Lameller füzyon	-	-	+	-	-
Deformasyon	-	-	++	+	+
Ödem	++	-	-	-	-

Başlangıç ve deneme sonucunda kontrol grubundaki balıkların solungaçları incelendiğinde önemli sayılabilecek farklılığın ödem ve epitel lifting olduğu belirlenmiştir. Bu bilgilere ait bulgular Şekil 9’da verilmiştir.



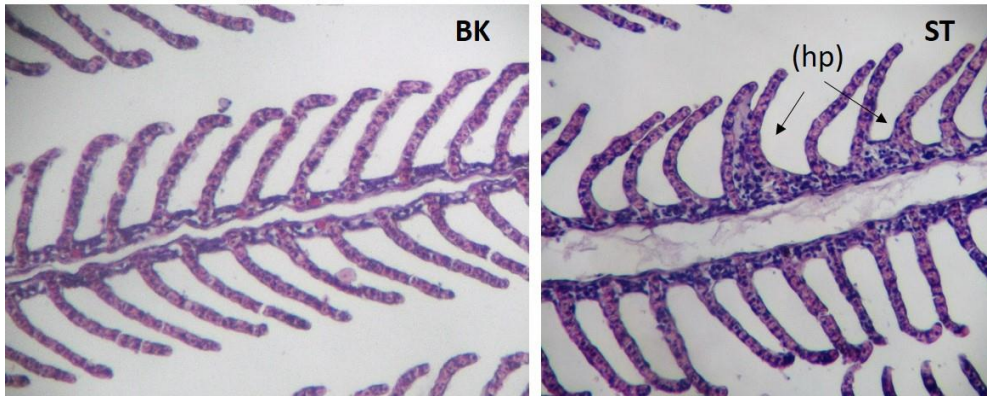
Şekil 10. Başlangıç (BK) ve deneme sonu (K) kontrol grubunda bulunan balık solungaç dokularına ait bulgular, (el); epitel lifting, (★); ödem

Seramik top dışında kalan diğer deneme gruplarında ise özellikle tuz ve yüksek pH gruplarında hiperplazi ve epitel lifting ile çoklu deformasyonlar dikkati çekmiştir (Şekil 10).



Şekil 11. Deneme sonunda gruplarda meydana gelen histopatolojiler. YpH; yüksek pH grubu, (el); epitel lifting, (hp); hiperplazi, DpH; düşük pH grubu.

Elde edilen bulgular ışığında seramik top kullanılan grupta diğer gruplara göre daha az deformasyon olduğu ve az seviyede hiperplazi oluşumu gözlemlenmiştir (Şekil 11).



Şekil 12. Deneme sonunda seramik top kullanılan gruba ait bulgular. (BK); başlangıç kontrol, (ST); seramik top grubu, (hp); hiperplazi.

4. TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Balıklarda solungaçlar boşaltım ve solunum gibi iki ana görevi üstlenmiş önemli organların başında gelmektedir (Lasee, 1995). Solungaçlar sucul ortam ile doğrudan temas halinde olduğundan dış ortamda meydana gelen değişimlerin daha kolay ve ani fark edilebildiği belirtilere açık olan organlardır. Bu yüzden birçok araştırmacı toksikoloji, patojenite ve biyomonitör konularında yapılan çalışmalarda solungaç histolojisine özellikle yer vermişlerdir (Çapkın vd., 2017; Yandı vd., 2017). Solungaç dokularında meydana gelen patolojilere sebep olan etkenlerin başında su kalitesindeki olumsuzluklar gelmektedir. Özellikle ani pH değişimleri solungaçlarda aşırı tahribata yol açan ve balıklarda ani ölümlere sebep olan bir etkidir (Er vd., 2019). Balıklar için güvenilir pH aralığı 5,5-9,5 değerleri arasındadır. Bu değerlerin alt ve üst sınırlara yakınlığı özellikle yetiştiriciliği yaygın olarak yapılan alabalıklar için stres ve metabolik bozulmalara neden olmaktadır. Bu nedenle alabalıkların farklı pH seviyelerine verdikleri tepkiler detaylı olarak araştırılmalıdır. Sunulan bu tez çalışmasında alabalıkların canlı olarak taşıma (transfer) süresince farklı pH seviyelerinde gösterdikleri tepki solungaçlar üzerinden belirlenmeye çalışılmıştır.

Yüksek pH olarak belirlenen grupta ($7,98\pm 0,2$), lamellerde epitel ayrılma ve yapısal deformasyonların dışında özellikle yoğun hiperplazik bir durumun meydana gelmesi taşıma sırasında bu pH seviyelerinde diğer gruplara göre balıkların daha hassas olduklarına işaret etmektedir. Düşük pH grubunda ($6,01\pm 0,1$) ise az seviyede hiperplazik bir durumun olması bu pH seviyelerinin balıkların daha güvenli taşınımına olanak sağlayabileceğini göstermektedir.

Balıklar metabolik atıklarının büyük çoğunluğunu solungaçlardan amonyak olarak atmaktadır. Amonyakın suda yüksek miktarda olması balıklarda toksikasyon meydana getirmektedir (Randall ve Tsui, 2002). Alabalıklar için suda bulunması gereken en yüksek amonyak değeri 0,02mg/l dir. Balıkların canlı transferi sırasında önemli stres ve toksikasyon nedenlerinden biri de yüksek birikim oluşturan azotlu bileşiklerin varlığıdır. Bu çalışmada farklı gruplarda amonyak değerleri hesaplanmış ve solungaç histoloji ile bu değerler karşılaştırılmaya çalışılmıştır. Deneme sonunda elde edilen sonuçlara göre, amonyak 2,83 mg/l ile en fazla yüksek pH grubunda kaydedilmiştir. En düşük değer ise

seramik topların etkisiyle bu grupta 1,98 mg/l olarak gözlemlenmiştir. Kontrol grubunda ise bu değer 2,13 mg/l dir. Bu değerlerin solungaçlarda tahmini olarak histolojik karşılığı ise özellikle kontrol grubunda yaygın ödemler ile epitel lifting, yüksek pH grubunda epitel lifting ve hiperplaziler yine tuz ve düşük pH gruplarında hiperplazi olarak gözlemlenmiştir. Bu patolojilerin sadece amonyak değerleri ile ilintili olduğu söylenemez. Yüksek pH seviyelerinin amonyak toksisitesini etkileyen önemli bir faktör olduğu da unutulmamalıdır. Bu anlamda bakıldığında seramik topların yer aldığı deneme grubunda, en düşük amonyak değerinin varlığı ve pH seviyesinin ani değişimine olanak vermemesi ve 6,5 seviyesinde sabit kalması bu grupta solungaçlar adına en sağlıklı histolojik yapıyı ortaya koymuştur.

Canlı balık naklinde tuz kullanımı (5g/l oranında NaCl) osmoregulasyonun dengelenmesi ve stresin azaltılması için tavsiye edilen bir uygulamadır (Tacchi vd., 2015). Hatta bu şekilde taşıma suyuna ilave şeklindeki tuz uygulamasının patojenik bakteri yükünü baskılayıcı özellikte olduğu da ifade edilmektedir. Sunulan bu çalışmada taşıma suyuna 6g/l oranında tuz ilavesinin, amonyak değerini diğer gruplara göre daha iyi baskılaması söz konusu olmamıştır. Yine pH değerlerinin standart bir seviyede tutulması ve solungaçlar üzerinde patolojilerin elimine edilmesinde tuz uygulamasının çok etkin olmadığı belirlenmiştir.

Seramik topların kullanım alanları son yıllarda yayılım göstermektedir. Faydalı bakteriler için tutunma yüzeyi oluşturması ve zararlı bazı bakteriler için inhibe edici özellikleri yanında balık refahının sağlanmasında su kalitesinin iyileştirilmesi amacıyla da kullanılmaktadır (Sajuni vd., 2010). Gerçekleştirilen bu çalışmada, içeriği büyük miktarda Al₂O₃ olan seramik toprak kullanılmıştır. Bunun yanı sıra Fe, Na, Si, Mg ve Ca içeren bu seramik maddelerin denemelerde suda amonyak birikimi diğer gruplara göre azaltıcı özelliklerinin olduğu belirlenmiştir. Bunun yanı sıra bu maddenin suyun pH değerini de tamponlama özelliği dikkati çekmiştir. Bu özellik balık refahının sağlanmasında özellikle canlı nakillerde oldukça faydalı bir uygulama olarak tavsiye edilebilir. Sunulan bu tez çalışmasının sonunda elde edilen veriler seramik ürünlerin özellikle solungaç histolojisi bulgularına göre canlı balık naklinde faydalı olduğunu ortaya koymuştur

5. ÖNERİLER

Sunulan bu tez çalışmasının neticesinde elde edilen veriler irdelendiğinde aşağıda sıralanan öneriler yapılabilir.

1. Canlı alabalık naklinde önemli problemlerin başında suyun amonyak değerinin optimum seviyeden çok yüksek değerlerde seyretmesi gelmektedir. Bu değer sabit tutulması ya da daha az seviyelerde olmasını sağlayacak uygulamalar canlı balık naklinde oldukça önem arz etmektedir. Bu bağlamda gerçekleştirilen tez çalışması ile alabalık taşıma suyuna seramik top (B tip) ilavesinin suyun amonyak değerini diğer gruplara göre daha az seviyede tutabilmesi önemli bir sonuç olarak karşımıza çıkmıştır. Bu uygulamanın genele yaygınlaştırılarak canlı transferde balık refahının iyileştirilmesi sağlanabilir.

2. Balık yetiştiriciliğinde yüksek pH seviyesi amonyak toksisitesi üzerinde önemli etkiye sahiptir. Bu nedenle pH seviyelerinin stabil ve özellikle 7 değerinin altında tutulması istenen bir özelliktir. Bu çalışmada seramik topların pH seviyesini 7 değerinde yakın bir değerde tutabildiği ve stabiliteyi sağladığı gözlemlenmiştir. Bu bakımdan diğer yetiştiricilik şartlarında da (özellikle kapalı devre sistemlerde) bu uygulama yapılabilir.

3. Solungaç histolojisi bilgileri baz alınarak yapılan bu çalışmada önemli sonuçlar elde edilmiştir. Özellikle balıklar için önem arz eden solungaç yapısının taşıma sırasında mümkün olduğunca zarar görmemesine olanak sağlayan seramik top uygulamasının, diğer önemli dokularda nasıl etkiler meydana getirdiği gelecekte incelenebilir.

4. Bu çalışmada kullanılan seramik top türü dışında da benzer ürünler kullanılabilir ve taşıma süresinin daha da uzatılarak su kriterlerinin nasıl değişeceği ve diğer ürünlerin etkisinin nasıl olabileceği belirlenebilir.

5. Gelecekte yapılacak çalışmalar ile bu tür uygulamaların suyun mikrobiyal kalitesine ve balıkların biyokimyasal değerlerine etkileri daha detaylı olarak incelenebilir.

KAYNAKLAR

- Abrahamson, A., Brandt, I., Brunström, B., Sundt, R.C. and Jørgensen, E.H., 2008.** Monitoring contaminants from oil production at sea by measuring gill eroductivity in Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Environmental Pollution*, 152(1), 169–175.
- Baran, I., Timur, M., Aydın, N., İstanbulluoğlu, E. and Aydintuğ, M.K., 1980.** An out-break of bacteria hemorrhagic septicemia of rainbow Trout (*Salmo gairdneri irideus*) in a fish farming station located in Eskişehir Çifteler, Sakaryabaşı Turkey. *Veterinary Journal of Ankara University*, 27, 467- 473.
- Barlas, N., Akbulut, N. and Aydoğan, M., 2005.** Assessment of heavy metal residues in the sediment and water samples of Uluabat lake, Turkey. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 74(2), 286-293.
- Belema, M., Idowu, K.O., Aghogho, K.D., Ndubuisi, A., Oluwakemi, A. and Stella U., 2017.** Handling and packaging of ornamental fishes for successful transportation. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 5 (5), 263-265.
- Boyd, C.E. and Tucker, C.S., 1998.** Pond aquaculture water quality management. Kluwer Academic Publishers, Boston, USA.
- Candan, A., 2002.** First report on the diagnosis of infectious pancreatic necrosis (IPN) based on reverse transcription polymerase chain reaction (RT-PCR) in Turkey. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists*, 22, 45-48.
- Çapkin, E., Özçelep, T., Kayış, Ş. and Altınok, İ., 2017.** Antimicrobial agents, triclosan, chloroxylenol, methylisothiazolinone and borax, used in cleaning had genotoxic and histopathologic effects on rainbow trout, *Chemosphere*, 182, 720-729.
- Çelikkale, M.S., Düzgüneş, E. and Okumuş, İ., 1999.** Türkiye su ürünleri sektörü ve Avrupa Birliği ile entegrasyonu. İstanbul, Türkiye, İstanbul Ticaret Odası Yayın No: 63, 533.
- Demir, H. ve Polat, E., 2003.** Zeolit (klinoptilolit) ve tarımda kullanımı. *Hasad*, 221, 54-59.
- Demir, O., 2011.** Aquaculture and fish feed sectors of Turkey general view – II. *Journal of Eğirdir Fisheries Faculty*, 7, 39-49.
- Drennan, D.G. ve Malone, R.F., 1992.** Design of recirculating systems for intensive tilapia culture. Presented paper at Louisiana Aquaculture Conference and Trade Show, Baton Rouge, Louisiana, January 30-31, 1992.

- Emre, Y. ve Kürüm, V., 1998.** Havuz ve ağ kafeslerde alabalık yetiştiricilik teknikleri. Ankara, 25.
- Er, A., Öztekin, Ö. and Kayış Ş., 2019.** Effects of concrete additives on vital tissues of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): A histological examination. Fresenius Environmental Bulletin, 28, 3829-3834.
- Genç, S., 2017.** Sibiryaya mersin balığı (*Acipenser baerii*) nakil işleminde balık refahının değişimi. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 5 s.
- Giovagnoli, G., Marinucci, T.M. and Bolla, A., 2002.** Transport stress in horses: an Electromyographic Study on Balance Preservation. Livestock Production Science, 73, 247-254.
- Gülen, Z., Zorbay, F. and Arslan, S., 2012.** Zeolites and usage areas, Karaelmas Science and Engineering Journal, 12 (1), 63-68.
- He, Ni., Ling, Li. and Hai-Hang, Li., 2007.** Tourmaline ceramic balls stimulate growth and metabolism of three fermentation microorganisms, World Journal Microbiology Biotechnology. 24, 725-731.
- Kayış, Ş., 2019.** Analysis of fish health status in terms of sustainability of aquaculture in Turkey-A SWOT analysis. Aquaculture Studies, 19(1), http://doi.org/10.4194/2618-6381-v19_1_07.
- Kayis, S., Ozcelep, T., Capkin, E. ve Altinok, I., 2009.** Protozoan and metazoan parasites of cultured fish in Turkey and their applied treatments. The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh, 61, 93-102.
- Koç, F., 1965.** Sazan balıklarında tespit olunan mucophilose üzerinde araştırma. Journal of the Turkish Veterinary Medical Society, 35,104-107.
- Lasee, B.A., 1995.** Introduction to fish health management, U.S. fish and wildlife service la crosse fish health center 555, Lester Avenue Onalaska, Wisconsin, 54650, 92.
- Lim, L.C., Dhert, P. ve Sorgeloos, P., 2003.** Recent development and improvements in ornamental fish packaging systems for air transport. Aquaculture Research, 34, 923- 935.
- Losordo, T.M., Masser, M.P., Racoky, J., 1992.** Recirculating aquaculture tank production systems: An overview of critical considerations. Southern Regional Aquaculture Center. Publication No: 451. Stoneville, MS, 6 s.
- Malone, R.F. ve Drennan, D.G., 1993.** Bead filters. Appeared in Alternative Aquaculture Network, Vol: II. No: 3 pp. 23.

- Masser, M.P., Rakocy, J., Losordo T.M., 1992.** Recirculating aquaculture tank production system, management of recirculating systems, Southern Regional Aquaculture Center, Publication No: 452 Stoneville, MS, 12 s.
- Ndubuisi, A., Oluwakemi, A. and Ukaonu, S., 2017.** Handling and packaging of ornamental fishes for successful transportation. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 5(5), 263-265.
- Öz, M., Şahin, D. and Aral, O., 2010.** Using of the natural zeolite clinoptilolite in transportation of fingerling trout (*Oncorhynchus mykiss*, W., 1792). *Journal of Fisheries Sciences*, 4(3), 264-268.
- Öztürk, R.Ç. and Altınok, I., 2014.** Bacterial and viral fish diseases in Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 14, 275-297.
- Randall, D.J. and Tsui, T.K.N., 2002.** Ammonia toxicity in fish. *Marine Pollution Bulletin*, 45(1-12), 17-23.
- Russo, R.C., Thurston, R.V., 1991.** Toxicity of ammonia, nitrite and nitrate to fishes. Brune, D. E., Tomasso, J.R. (Ed.) *Aquaculture and water quality*. The World Aquaculture Society, LSU., USA., 58-89.
- Sajuni, N.R., Ahmad, A.L. and Vadimelu, V.M., 2010.** Effect of filter media characteristics, pH and temperature on the ammonia removal in the wastewater. *Journal of Applied Sciences*, 10(12), 1146-1150.
- Sarıççek, B. and Erener, G., 1995.** Kanatlı hayvan beslemede zeolit kullanımı. *Teknik Tavukçuluk Dergisi*, (82), 18-22.
- Sorour, J., 2001.** Ultrastructural variations in *Lethocerus niloticus*, (Insecta: Hemiptera) caused by pollution in Lake Mariut, Alexandria, Egypt. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 48(3), 268–274.
- Sönmez, İ., Kaplan, M. ve Sönmez, S., 2008.** Kimyasal gübrelerin çevre kirliliği üzerine etkileri ve çözüm önerileri. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 25(2), 24-34.
- Strzyżewska-Worotyńska, E., Szarek, J., Babińska, I., Gulda, D., 2017.** Gills as morphological biomarkers in extensive and intensive rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792) production technologies. *Environmental Monitoring Assessment*, 189, 611-620.
- Tacchi, L., Lowrey, L., Musharrafieh, R., Crossey, K., Larragoite, E.T. and Salinas, I., 2015.** Effects of transportation stress and addition of salt to transport water on the skin mucosal homeostasis of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 435, 120–127.

- Timur, G. and Timur, M., 1985.** A Study on the hemorrhagic bacterial septicemia disease which induced high mortality among pike-perch (*Stizostedion lucioperca*, L. 1758) at the lake of Eğridir. Veterinary Journal of Ankara University, 32, 33-41.
- Topal, M., Uslu, G., Topal, A.E.I. and Öbek, E., 2012.** Resources and environmental impacts of antibiotics. BEU Journal of Science, 1(2), 137-152.
- TÜİK, 2019.** Türkiye İstatistik Kurumu T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Su Ürünleri İstatistikleri. Ankara, Türkiye, 1-21
- URL-1, 2019.** <https://www.greenfieldnaturals.com/ceramic-mineral-balls> (28.06.2019)
- Wicks, B.J. and Randall, D.J., 2002.** The effect of feeding and fasting on ammonia toxicity in juvenile rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Aquatic Toxicology, 59, 71–82.
- Wilkie, M. P. ve Wood, C. M., 1991.** Nitrogenous waste excretion, acid-base regulation, and ionoregulation in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) exposed to extremely alkaline water. Physiol., Zool., 64:1069-1086.
- Yandi, İ., Kayış, Ş. and Er, A., 2017.** Histopathological effects of etiological and non-etiological agents in some fish gills. Fresenius Environmental Bulletin, 26, 995-1000.
- Yıldırım, Ö., Türker, A. and Şenel, B., 2009.** Effects of natural zeolite (clinoptilolite) levels in fish diet on water quality, growth performance and nutrient utilization of tilapia (*Tilapia zillii*) fry. Fresenius Environmental Bulletin, 18(9), 1568-1571.
- Yurtoğlu, N., 2017.** Fishing activities in Turkey in the early republic period and its aftermath (1923-1960). Tarih İncelemeleri Dergisi, 32(1), 233-263.

ÖZGEÇMİŞ

09.01.1984 tarihinde Ankara’da doğdu. İlköğrenimini Hazar İlkokulu ve Mimar Sinan Ortaokulu’nda tamamladı. Ortaöğrenimini Prof. Dr. Şevket Raşit Hatipoğlu Lisesi’nde tamamladı. 2013 yılında Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesini ikinci olarak tamamladı. 2016 yılında Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı’nda yüksek lisans öğrenimine devam etmektedir. 3 Yıldız Dalıcı sertifikasına sahiptir ve İngilizce bilmektedir. Evli ve 2 çocuk annesidir.

