

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

**VAN BALIĞI (*Alburnus tarichi*)'NDA ÜREME GÖÇÜ SIRASINDA
OSMOREGÜLASYONDA ETKİLİ BAZI HORMONLARIN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Ayşe YEŞİLBAŞ
DANIŞMAN: Doç. Dr. Ahmet Regaib OĞUZ

VAN-2019

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

**VAN BALIĞI (*Alburnus tarichi*)'NDA ÜREME GÖÇÜ SIRASINDA
OSMOREGÜLASYONDA ETKİLİ BAZI HORMONLARIN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Ayşe YEŞİLBAŞ

Bu çalışma YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından FYL-2019-7890
No'lu proje olarak desteklenmiştir

VAN-2019

KABUL VE ONAY SAYFASI

Biyoloji Anabilim Dalında Doç. Dr. Ahmet Regaib OĞUZ danışmanlığında, Ayşe Yeşilbaş tarafından sunulan “**Van Balığı (*Alburnus tarichi*)’nda Üreme Göçü Sırasında Osmoregülasyonda Etkili Bazı Hormonların İncelenmesi**” isimli bu çalışma Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği’nin ilgili hükümleri gereğince 12/07/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile başarılı bulunmuş ve Yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Güler ÜNAL

İmza:

Üye: Doç. Dr. Ahmet Regaib OĞUZ

İmza:

Üye: Dr. Ögr. Üyesi Şükrü ÖNALAN

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 19.07/2019 tarih ve 2019/39-1 sayılı kararı ile onaylanmıştır.


Enstitü Müdürü
Prof. Dr. Sevat SENSÖY
Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

(İmza)

Ayşe YEŞİLBAŞ

ÖZET

VAN BALIĞI (*Alburnus tarichi*)'NDA ÜREME GÖÇÜ SIRASINDA OSMOREGÜLASYONDA ETKİLİ BAZI HORMONLARIN İNCELENMESİ

YEŞİLBAŞ, Ayşe

Yüksek Lisans Tezi, Biyoloji Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ahmet Regaib OĞUZ

Temmuz 2019, 53 sayfa

Van Gölü, dünyanın en büyük sodalı gölleri arasındadır. Gölün ekstrem özellikleri canlı yaşamını büyük ölçüde sınırlar. Diğer canlılar için ölümcül olan bu ortama Van balığı (*Alburnus tarichi* Gldenstdt, 1814) adapte olan tek omurgalı türdür. Van balıkları her yıl üremek için tatlı sulara göç ederler. remesini tamamlayan balıklar gl ortamına geri dönerler. Balıklar göç sırasında farklı sucul alanlara maruz kalırlar. Çok hücreli canlılarda olduğu gibi balıklarda da fizyolojik düzenlenmeler endokrin sistem kontrolü altındadır.

Bu alışmada Van balığının üreme göçü sırasında maruz kaldığı gl, mansap, akarsu giriş ve akarsu üst bölgelerdeki suların pH, sıcaklık ve iyon seviyeleri (Na, K, Cl) belirlendi. Ayrıca balıklarda üreme göçü üzerine etkili olduğu bilinen Kortizol, Serbest Triiyodotronin (FT3), Serbest Tiroksin (FT4), İnsülin Benzeri Büyüme Hormonu (IGF-I), Büyüme Hormonu (GH), Prolaktin Hormon (PRL) seviyeleri incelendi. Örneklenen iyonların tatlı su lokalitelerinde gl lokalitelerine göre azaldığı, serum iyon seviyelerinin ise belirli düzeyde tutulduğu gözlendi. Hormon seviyelerinin üremenin başladığı gl ortamından üremenin tamamlandığı akarsu üst bölgelerinde farklılık gösterdiği belirlendi.

Sonuç olarak, ölçülen hormonların diğer teleost türlerinde olduğu gibi Van balıklarında da osmoregülasyon üzerinde direkt ve dolaylı etkilerinin var olduğu belirlendi.

Anahtar kelimeler: Büyüme hormonu, hormonlar, İnsülin benzeri büyüme faktörü (IGF-I), Kortizol, Osmoregülasyon, Prolaktin, Tiroid hormonları, Van balığı.

ABSTRACT

INVESTIGATION OF SOME HORMONES EFFECTING OSMOREGULATION OF VAN FISH (*Alburnus tarichi*) DURING REPRODUCTIVE MIGRATION

YEŞİLBAŞ, Ayşe

MSc. Thesis Department of Biology,

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ahmet Regaib OĞUZ

July 2019, 53 pages

Lake Van is one of the largest soda lakes in the world. The extreme characteristics of the lake greatly limit the living life. Van fish (*Alburnus tarichi* Gldenstdt, 1814) is the only vertebrate species adapted to in this environment the which is fatal to other acuatic animals. Van fish migrate to fresh water every year for breeding. The fish return to the lake environment, which they have completed their breeding. Fish are exposed to different aquatic areas during migration. Physiological regulation of fish is under the endocrine control system as well as multicellular organism.

In this study, pH, temperature and ion levels (Na, K, Cl) of the water in the lake, downstream, river inlet and upstream regions that Van fish were exposed during the reproduction migration were determined. Cortisol, Free Triiodotronin (FT3), Free Thyroxine (FT4), Insulin-like Growth Hormone (IGF-I), Growth Hormone (GH), Prolactin Hormone (PRL) levels were also investigated. It was observed that the sampled ions decreased in freshwater localities compared to lake localities and serum ion levels were kept at a certain level. It was determined that the hormone levels differed in the upper regions of the river where the reproduction was completed from the lake environment where the reproduction started.

As a result, it was determined that the measured hormones had direct and indirect effects on osmoregulation in Van fish as in other teleost species.

Keywords: Cortisol, Fish, Growth hormone, Hormones, Inslin like growth factor (IGF-I), Osmoregulation, Prolactin, Thyroid hormones.

ÖN SÖZ

Bu tez çalışmasında, her türlü ilgi ve yardımlarını esirgemeyen danışmanım Sayın Doç. Dr. Ahmet Regaib OĞUZ'a teşekkür ederim. Başta her türlü desteklerini esirgemeyen varlıklarını her zaman yanımda hissettiğim ailem olmak üzere arkadaşlarım Biyolog Zehra ALKAN, Biyolog Ayşenur KIRAÇÇAKALI, Pınar GÜNDOĞDU, Biyolog Derya KARTAL, Muhammed M.GÜNDOĞDU ve Biyoloji Bölümü'nün değerli hocalarına teşekkürlerimi sunarım.

Temmuz 2019
Ayşe YEŞİLBAŞ

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÖN SÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ	xii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ	3
2.1. Balıklarda Göçe Neden Olan Dış Faktörler	4
2.1.1.Fotoperiyod	4
2.1.2.Sıcaklık	4
2.1.3.Bulanıklık	5
2.1.4. Oksijen konsantrasyonu	5
2.1.5. Ay döngüsü.....	5
2.1.6.Diğer faktörler	6
2.2. Balıklarda Göçe Neden Olan İç faktörler	7
2.2.1.Fizyolojik faktörler	7
2.3. Balıklarda Osmoregülasyon ve Hormonal Kontrolü	8
2.3.1.Kortizol hormonu	12
2.3.2. Prolaktin hormonu	14
2.3.3 Büyüme hormonu	16
2.3.4. İnsülin benzeri büyüme faktörü.....	17
2.3.5.Tiroid hormonları	17
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	21
3.1. Materyal	21
3.1.1. Balık	21
3.2. Yöntem.....	21
3.2.1. Serum eldesi	21

	Sayfa
3.2.1. Biyokimyasal ve hormonal Analizler.....	21
3.2.2.1. Sıcaklık, pH ve tuzluluk ölçümleri.....	22
3.2.2.2. Su ve serum örneklerinde Na, K, Cl seviyelerinin ölçümü.....	22
3.2.2.3. Kortizol (K) ve Troid hormon ölçümleri ((T3) ve (T4)	22
3.2.2.4. İnsülin benzeri büyüme hormonu (IGF-I) ölçümü.....	22
3.2.2.5. Büyüme hormonu (GH) ölçümü	23
3.2.2.6. Prolaktin hormonu ölçümü	23
3.2.3. İstatistiksel analiz	24
4. BULGULAR	25
4.1. Serum ve Su Örneklerinde Na, K, Cl Seviyeleri	25
4.1.1. Su örneklerinde Na, K ve Cl seviyeleri.....	25
4.1.2. Serum örneklerinde Na, K ve Cl seviyeleri.....	26
4.2. Hormon Analizleri	27
4.2.1. Serum kortizol seviyeleri.....	27
4.2.2. Serum serbest triiyodotronin (FT3) seviyeleri	28
4.2.3. Serum serbest tiroksin (FT4) seviyeleri	29
4.2.4. Serum insülin benzeri büyüme hormonu (IGF-I) seviyeleri	30
4.2.5. Serum büyüme hormonu (GH) seviyeleri	31
4.2.6. Serum prolaktin (PRL)seviyeleri.....	32
TARTIŞMA VE SONUÇ.....	35
KAYNAKLAR.....	41
ÖZ GEÇMİŞ.....	53

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.1. Örnekleme yapılan sucul bölgelerdeki Na, K, Cl iyon seviyeleri	25
Çizelge 4.2. Van balığı serum örneklerinde Na, K, Cl iyon seviyeleri	27
Çizelge 4.3. Van balığı serum Kortizol seviyeleri	28
Çizelge 4.4. Van balığı serum FT3 seviyeleri	29
Çizelge 4.5. Van balığı serum FT4 seviyeleri	30
Çizelge 4.6. Van balığı serum IGF-I seviyeleri.....	31
Çizelge 4.7. Van balığı serum GH seviyeleri	32
Çizelge 4.8. Van balığı serum PRL seviyeleri	33

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Van Gölü Havza sınırları ve akarsular	1
Şekil 4.1. Örnekleme yapılan bölgelerdeki Na, Cl ve K iyon seviyeleri.....	26
Şekil 4.2. Van balığı serum Na, Cl ve K iyon seviyeleri.....	27
Şekil 4.3. Van balığı serum Kortizol seviyeleri	28
Şekil 4.4. Van balığı serum FT3 seviyeleri	29
Şekil 4.5. Van balığı serum FT4 seviyeleri	30
Şekil 4.6. Van balığı serum IGF-I seviyeleri.....	31
Şekil 4.7. Van balığı serum GH seviyeleri	32
Şekil 4.8. Van balığı serum Prolaktin seviyeleri	33

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
μl	Mikrolitre
ml	Mililitre
dk	Dakika
dl	Desilitre
K	Potasyum
km	Kilometre
km²	Kilometrekare
KSO₄	Potasyum sülfat
m	Metre
Mg	Magnezyum
MgCO₄	Magnezyum karbonat
ml	Mililitre
mlU/ml	Uluslararası ünite (international units)/mililitre
mmol/L	Milimol/litre
mOsm/kg	1 kg solüsyon içerisinde çözülmüş partikül miktarı
Na	Sodyum
NaCl	Sodyum klorür
NaCO₃	Sodyum karbonat
NaHCO₃	Sodyum bikarbonat
NaSO₄	Sodyum sülfat
NH₄	Amonyum
nm	Nanometre
°C	Santigrad derece
pg/ml	Pikogram/litre
pH	Asit baz dengesi
pmol/L	Pikomol/litre

Simgeler**Açıklama****ppt**

Trilyonda bir (part per trillion)

rpm

Dakikadaki devir sayısı

ug/dL

Mikrogram/litre

Kısaltmalar**Açıklama****FT3**

Serbest triiyodo tironin hormonu

FT4

Serbest tiroksin hormonu

GH

Büyüme hormonu

IGF-I

İnsülin benzeri büyüme faktörü

Na-K-ATPase

Sodyum potasyum pompası

NaCl₂

Sodyum klor ikili kanalı

NKCC

Na- K- 2Cl-cotransporter

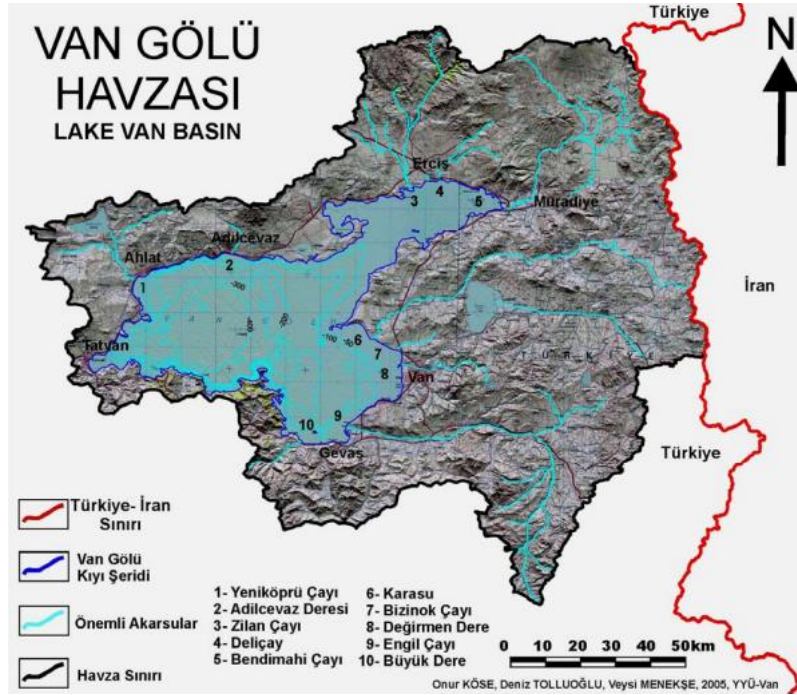
PRL

Prolaktin hormonu

1. GİRİŞ

Van Gölü, Türkiye'nin doğusunda yer alan, 3522 km²'lik yüzölçümü ile Türkiye'nin en büyük gölüdür. Göl, fiziki özelliklerinin yanı sıra Dünyanın ve Türkiye'nin en büyük sodalı gölü olma özelliğini taşımaktadır (Reimer ve ark., 2009).

Van Gölü, Bitlis ve Van illerinin sınırları içinde yer alır. Volkanik Nemrut Dağı'nın patlamasıyla meydana gelen lavların bir set oluşturarak suların birikmesiyle oluşturduğu volkanik bir lav-set gölüdür. Gölün doğu-batı yönündeki uzunluğu 70 km, çevresi de karadan 430 km olarak ölçülmüştür. Van Gölü'nün ortalama derinliği 171 m ve en derin yeri ise 460 m olarak ölçülmüştür. Su seviyesinin ortalama olarak denizden yüksekliği 1648 m'dir (Kempe ve ark., 1991; Kadioğlu ve ark., 1997; Özalp ve ark., 2006). Van Gölü içinde bulundurduğu kayalardan dolayı tuzlu-alkali su sınıfında yer alır. Bor, sodyumbikarbonat ve volkanik kayalar göl suyunun tuzlu karakteristiğinin sebebidir. Van Gölü ‰ 22.4 tuzluluk oranına sahiptir. Göldeki kimyasalların tuz oranları sırasıyla; % 42 NaCl, % 34 NaCO₃, % 16 NaSO₄, % 3 KSO₄ ve % 2.5 MgCO₄ olarak hesaplanmıştır (Çiftçi ve ark., 2008).



Şekil 1.1. Van Gölü Havza sınırları ve akarsular (Köse ve ark., 2005).

Gölün yüksek-alkali (9.8 pH) ve tuzlu sucul ekosistemi belirli birkaç türün yaşamasına izin vermektedir. Bundan dolayı sadece bir omurgalı türü ve birkaç omurgasız türü gölde yaşayabilmektedir. Yaşayan tek omurgalı türü ise Van Gölü'ne endemik olan Van balığı (*Alburnus tarichi*)'dır (Danulat ve Kempe, 1992).

Van balığı yaşamının üreme evresi dışındaki dönemini Van Gölü'nde sürdürür. Van Gölü'nde beslenme ve gelişim aşamasını geçiren balıklar üremek için yeterli olgunluğa sahip olduktan sonra (+3 yaş) yılın Nisan ve Temmuz aylarında göle dökülen çevre akarsulara üremek için hareket ederler. Üremesini tamamlayan balıklar Van Gölü'nün hiper alkali ve tuzlu sucul ortamına geri dönerler (Elp, 1996; Ünal ve ark., 1999).

Hava sıcaklığı ve akabinde su sıcaklığının artması ile Van balıklarının üreme göçü başlar. Van Gölü'nün tuzlu (% 22.4), pH'sı (9.8) oldukça yüksek olan sucul ortamından çıkan Van balıkları giriş yaptıkları tatlı su ortamlarının iyon konsantrasyonlarına bünyelerinin adaptasyonunu sağlamak ve akarsuların üremeleri için yeterli sıcaklığa ulaşması için akarsuların giriş kısımlarında beklerler. Bu adaptasyon aşamasından sonra Van balığı tatlı sulara giriş yapar ve üreme dönemi boyunca tatlı sulara yaşar. Üremesini tamamlayan balıklar Temmuz ayı gibi gölün mansap kısmında göl suyuna adaptasyon için bir süre beklerler. Göl suyuna adaptasyonu sağlayan balıklar Van Gölü'ne geçerek sonbahar ve kış ayları boyunca Van Gölü'nde yaşarlar.

Farklı balık türleri üzerinde yapılan osmoregülasyon yeteneğine yönelik çalışmalar, Van balığı'nın 550 mOsm/kg osmolarite değeri ile dünya genelinde bugüne kadar tespit edilmiş, osmolaritesi en yüksek balık türü olduğunu göstermektedir (Oğuz, 2013; Oğuz, 2015).

Van Gölü'nde yaşayan tek balık türü olan Van balığının Van Gölü'nün hiper alkali sucul ortamı ile üremek için dönemsel göç ettiği tatlı su ortamında adaptasyonunu hangi mekanizmalarla gerçekleştirdiği ve bu adaptasyonda belirli hormonların ne ölçüde etkili olduğu merak konusudur. Bu amaçla, Van balığının Van Gölü'nün ekstrem sucul koşullarına ve tatlı su ortamına adaptasyonunu ve osmoregülasyonunu sağlayan prolaktin, kortizol, insülin benzeri büyüme hormonu, büyüme hormonu ve tiroid hormonlarının etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

Göç canlıların fizyolojik ve çevresel uyaranlar nedeniyle yaşam alanlarını dönemsel veya kalıcı olarak terk etmesi ve yer değiştirmesidir. Dolayısıyla göç davranışı üreme gibi canlı türlerinin devamını sağlayan veya beslenme gibi temel yaşamsal kaynakları elde ederek canlılıklarını devam ettirmeleri için zorunlu olan davranışlardır (Tsukamoto, 1994; Tsukamoto ve ark., 2002; Nabi ve ark., 2014).

Sucul habitatlar karasal habitatlara göre çeşitlilik gösterirler. Bu nedenle sucul canlılar tuzlu, tatlı, sodalı olmak üzere çok çeşitli sucul habitatlara göç ederler ve bu farklı ortamlara yaşamsal adaptasyonlarının gerçekleşmesi fizyolojik ve endokrinolojik sistemlerle kontrol edilir (McCormick ve ark., 1998; Nabi ve ark., 2014). Bazı balık türleri yaşamlarının belirli dönemlerinde gerek iç (fizyolojik) gerekse dış (çevresel) faktörlerin etkisi ile yer değiştirirler. Beslenme ve yumurtalarını bırakmak için göç eden balıklar buldukları alandan binlerce kilometre uzağa uzun süreli olarak göç ederler. Fakat mevsimsel ve uzun süreli göçün dışında günlük göç eden balıklar da vardır (Nabi ve ark., 2014). Göç eden balıkların çevreye adaptasyonu ve yaşamını devam ettirmesi yeterli enerji birikimi, hareket kabiliyeti ve bir hayvanı belirli bir şekilde davranmaya çağırıcı ve sürücü veya motivasyon olarak adlandırılan psikolojik faktörlere bağlıdır (Dingle ve Drake, 2007; Tsukamoto ve ark., 2009). Kuluçkaya yatma zamanı, larvalaşma, büyüme veya yaşa bağlı göçler fizyolojik göçlerdir ve bu sebeplerle gerçekleşen göçler hormonlar yoluyla başlatılır (Tsukamoto ve ark., 2009). Çevresel faktörlerin canlının aleyhine gelişmesi ve ortamdaki besin kaynaklarının tükenmesi nedeniyle gerçekleşen göç olayında ise balıklar hayatta kalmak için daha iyi iklim koşulları olan sulara göç ederler ve buldukları habitatlardan ayrılırlar. Bazen de balıklar avcılardan kaçma sırasında hayatta kalmak ve bir yere yerleşmek için göç ederler (Poulsen ve ark., 2002).

2.1. Balıklarda Göçe Neden Olan Dış Faktörler

2.1.1. Fotoperiyod

Günlük güneşlenme süresi canlı organizması üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Günlük ışık miktarı afotik deniz canlıları ve karanlığı seven bazı hayvan türleri dışında organizmanın ihtiyaç duyduğu temel çevresel besleyicilerdendir. Balık türleri özellikle larva ve büyüme dönemlerinde gelişimlerini tamamlamak için ışığa ihtiyaç duyarlar. Bu nedenle önemli bir kontrol faktörü olan fotoperiyod fizyolojik değişiklikler için gereklidir ve göç olayında en önemli tetikleyici faktörlerdendir. Birçok balık türünün larvalaşma için belirli dönemlerde farklı sulara göç ettiği araştırmalarla kanıtlanmıştır. Bu duruma Pasifik taşemenler (*Lampetra tridentata*) ve Somon balıkları (*Oncorhynchus*) örnek olarak verilebilir (Hvidtsen ve ark., 1995; McCormick ve ark., 1998; Boeuf ve Le Bail, 1999).

Göç olayı dışında günlük sıcaklık ve fotoperiyodun bazı canlıların günlük davranışlarını etkilediği ve hareketlerini buna göre ayarladığı tespit edilmiştir. Crepuscular (alacakaranlıkta çıkan), nokturnal (gece hareketlenen) ve diurnal (gündüz hareketlenen) olarak adlandırılan bu canlılar günlük yaşamlarını ihtiyaç duydukları ışık ya da karanlığa göre ayarlarlar. Örneğin nokturnal balıklar yoğun ışığı sevmezler, bulutlu günlerde veya havanın bulanık olduğu zamanlarda aktif olurlar (Tsukamoto ve ark., 2009).

2.1.2. Sıcaklık

Balık, ektoterm bir canlı olarak, sıcaklığa oldukça bağımlıdır. Sıcaklık, sucul ortamın pH, tuzluluk, ışık yoğunluğu gibi fiziki koşullarının yanı sıra balıkların sucul habitatlarında yaşayabilmesi için ihtiyaç duydukları önemli bir koşuldur (Boeuf ve Le Bail, 1999). Ortamın sıcaklığının istenilen seviyenin altına düşmesi balık yaşamını olumsuz etkiler. Dolayısıyla sıcaklık balıklarda göç periyodu üzerinde önemli etkiye sahip potansiyel bir kontrol faktörüdür (Hvidsten ve ark., 1995; McCormick ve ark., 1998). Sıcaklığa cevap olarak gerçekleşen göç hareketleri, yaşamın devamı için gerekli olan düzenlemelerden biri olan termoregülasyonun bir sonucudur. Maksimum veya

minimum sıcaklık faktörleri yer değiştirme ihtiyacını doğurur. Sıcaklık, balık popülasyonunun tolerans eşiğinin üstüne ulaştığı zaman bazı balık türleri aşırı sıcaktan uzaklaşır ve daha elverişli olan sıcak habitatlara göç ederler. Sıcaklığa bağlı olarak görülen göçlere deniz taşemenleri (*Petromyzon marinus*) örnek olarak verilebilir (Tsukamoto ve ark., 2009).

2.1.3. Bulanıklık

Su saydamlığı ve bulanıklığındaki değişimler göçe neden olan çevresel faktörlerdendir. Ortam suyunun bulanık olması ışık geçişini azaltır. Dolayısıyla sucul ortamdaki ışık yoğunluğunun değişmesi balık yaşamını etkiler ve göçe neden olur (McCormick ve ark., 1998). Laos kuşu (*Tenualosa thibaudeaui*), Yayın balığı (*Pangasianodon gigas*), Kanatlı balık (*Paralaubuca typus*), Mekong balığı (*Pangasius polyuranodon*) gibi türlerin ortam suyu bulanıklaştığında göç ettiği gözlenmiştir (Visser ve ark., 2003).

2.1.4. Oksijen konsantrasyonu

Sudaki balık popülasyonunun artması, kirlilik ve oksijen konsantrasyonunu azaltan sebepler arasındadır. Oksijene gereksinim duyan balıklar için sudaki oksijen konsantrasyonu hayati bir tehlikedir. Bunun sonucu olarak oksijen konsantrasyonu düştüğü zaman göç eden bazı balıklar vardır. Güneş balığı (*Centrarchidae*) ve Üç dikenli balık (*Gasterosteus aculeatus*) bu duruma örnek olarak verilebilir (Baird ve ark., 2001).

2.1.5. Ay döngüsü

Bazı balık türlerinde göç yılın belli dönemlerindeki ay hareketi ile ilişkilidir. Bu balıklarda yerçekimi gücü ve gelgit hareketleri direkt veya dolaylı olarak göç hareketlerini etkiler (Bénech ve Dansoko, 1994) Yapılan araştırmalar ay döngülerinin dikey dağılımı (Chiou ve ark., 2003); balık davranışlarını ve beslenmeyi etkilediği

gözlemlenmiştir (Millar ve ark., 1997; Stoner, 2004). Çeşitli deniz ve tatlı su türlerinde, bazı deniz kabuklularında ve genç anadrom salmonidlerin denize doğru göçününün, bazı göç davranışlarını etkilediği görülmüştür (Jonsson, 1991; DeVries ve ark., 2004). Bunun nedeni de ay döngülerinin biyolojik saat olarak işlev görmesidir (Yako ve ark., 2002).

Çamur sazan (*Cirrhinus microlepis*), Kanatlı balık (*Paralaubuca typus*), Laos kuşu (*Tenualosa thibaudeaui*) gibi belli balık türlerinde ise göç hareketinin dolunay ile tetiklendiği gözlenmiştir. Asya kedi balığında (*Pangasianodon hypophthalmus*) göç öncelikli olarak dolunay sırasında başlar (McConnell ve Lowe-McConnell, 1987).

2.1.6. Diğer faktörler

Mevsimlerin etkisi olarak görülen yağışlar beraberinde su seviyesinde ve su akış hızında bazı değişikliklere sebep olmaktadır. Tropik mevsimde yağışın başlamasıyla yükselen su seviyeleri üreme ve beslenme göçünü tetikler (McConnell ve Lowe-McConnell, 1987). Balık türleri düşen yağış miktarı ile orantılı olarak azalan su seviyeleri sonucu göç edebilirler (Poulsen ve Valbo-Jorgensen, 2001). Bazı balıklarda göç davranışı muson mevsiminin yaklaşmasıyla başlarken, su seviyesi yükseldiği zaman su taşkınlarının sebep olduğu göçlere de rastlanmaktadır (Poulsen ve ark., 2004). Daha sonra balıklar bu taşmış alanlardan durağan çevrelere su seviyesi geri çekilene kadar göç ederler (Oliveira ve Garavello, 2003).

Yapılan bir araştırmaya göre 1992'den 2004'e kadar döner vidalı tuzaklarda yakalanan balıklardan toplanan verilere dayanarak akış eğiliminin göç üzerine olumsuz etkiye sahip olduğunu, göç başladığında akışın önemli bir rol oynadığını ve hatta bir sonlandırma işlevi görebileceğini ileri sürmektedir. Bu çalışmanın sonuçlarına dayanarak, ilkbahardaki sıcaklık, sıcaklığın süresini veya derecesini değiştiren akış manipülasyonlarının Somon balığı (*Oncorhynchus kisutch*) göçünü etkilediği görülmüştür (Sykes, 2009).

Sıcaklıkla birlikte, ilkbaharda artan akışlar, belirli popülasyonlarda göçü teşvik eder ve sıcaklıkla beraber akış artışı göçü başlatmada önemli rol oynar (Hvidsten ve ark., 1995; McCormick ve ark., 1998).

Yapılan bazı araştırmalara göre belli yerlerde mayıs sineği ve yusufçuk gibi böceklerin sayıca arttığı ve bazı balıklarda ge neden olduğu gözlenmiştir. Böceklerin görünmesiyle göç eden türler, bazı Yayın balıkları (*Pangasius pleurotaenia*, *Pangasius conchophilus*); Kanatlı balık (*Paralabuca typus*) gibi türlerdir (Poulsen ve Valbo-Jorgensen, 2001; Chhuon, 2000).

Balık göçünü etkileyen diğer bir faktör ise ortamdaki balık populasyonudur. Türler için tehlike arzeden balık türlerinin sayıca artışına bağlı yer değiştirme hareketleri (Tsukamoto ve ark., 2009; Baird ve Flaherty, 2001) ve azalan besin kaynakları da bir çok balık türünün besin aramak için farklı alanlara yönelmesinde etkilidir. Ortam kaynaklarının azalmasına ve rekabete bağlı gelişen gler hayatta kalmak için balıkların yer değiştirmesini gerektiren önemli hareketlerden biridir (Tsukamoto ve ark., 2009).

2.2. Balıklarda Ge Neden Olan İ faktörler

2.2.1. Fizyolojik faktörler

Gonadların olgunlaşması, gonadlardan hormon salınımı ve biyolojik saat gibi faktörler balık göçünü etkileyen biyolojik faktörlerdir. Prolaktin, büyüme hormonu, tiroid hormonları, kortizol hormonu gibi salınan birçok hormon balık göçü sırasındaki osmoregülasyonu sağlamak için organizmanın fizyolojik düzenleyici cevaplarıdır (Matty, 1985; Sakamoto ve McCormick, 2006).

G olayı endokrin değişikliklerle önemli ölçüde ilişkilidir. Benzer bir şekilde prolaktin ve büyüme hormonu osmoreglasyona ek olarak olgunlaşmanın tamamlanmasında da önemli fonksiyonlara sahiptir. Bu değişiklikler özellikle gelişimsel süreçten ziyade g olayı ile ilgilidir. Hormonal düzenleme g olayında veya tuzluluk transferine tabi tutulan hayvanlarda homeostaz durumunun sürdürülmesi için gereklidir. Teleost balıklar amfihalin (tatlı su-tuzlu su arası göç eden), halohalin (aynı tuzlu sularda göç eden), katadrom (aşağı akış yönünde göç etme), anadrom (yukarı akışa doğru göç etme) olabilirler. Uzun süreli dönemlerde a kalmaya karşı koymak için yeterli enerji birikimi, çevresel değişikliklerle baş etmek için gerekli stres cevabı, osmotik

düzenleme, üreme ve yumurtlama gibi davranışların hepsi hormonların uyarması ile başlar (Matty, 1985).

2.3. Balıklarda Osmoregülasyon ve Hormonal Kontrolü

Balıklar, buldukları ortamdan direkt etkilenen, sucul canlılar içerisinde büyük çoğunluğu oluşturan omurgalıdır. Balıkların büyük bölümü stenohalinler'dir. Stenohalin, ortamın tuzluluk değişimlerine çok az toleranslı olan balıklardır. Bu grupta yer alan balıklar, ya tatlı su ya da deniz formundadırlar. Buna karşılık örihalin, yani, ortamın tuzluluk değişimlerine karşı çok toleranslı olan balıklar hem tatlı suda, hem de denizde yaşayabilirler. Bu nedenle balıklarda boşaltım ve osmoregülasyon tatlı su formu, deniz formu ya da örihalin oluşlarına göre farklı biçimlerde yapılmaktadır. Örihalin balıkların tuzluluğa karşı toleranslı oluşunun fizyolojik nedeni, bu balıkların hiperosmotik ortamda vücut sıvılarını ayarlayabilmekte zorluk çekmemeleridir. Yapılan araştırmaların sonuçlarına göre, yaşamlarını denizlerde sürdüren, fakat belirli dönemlerde tatlı sulara giren balıkların sayısının (tür sayısı), bunun tersi yaşantıya sahip balık türlerinden daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Sakamoto ve McCormick, 2006; Timur, 2006).

Tatlı su balıklarının vücutları dış ortama göre hiperosmotiktir. Tatlı su balıklarının vücutlarına devamlı ve istemsiz olarak giren fazla su, bol idrar oluşturarak atılır. Vücutta kaybedilen tuzların bir kısmı besinlerle, bir kısmı ise solungaçlarla etkin iyon taşınımı ile alınır. Tatlı su balıklarında Na ve Cl iyonları etkin olarak solungaçlardan alınırken amonyum (NH_4) ve bikarbonat (NaHCO_3) iyonları difüzyonla atılır. Yani Na-NH_4 ve Cl-NaHCO_3 iyonları arasında bir değişim vardır (Demir, 1992).

Tuzlu su balıklarında ise vücut sıvıları tatlı su balıklarına göre daha yoğun olup dış ortama göre hipoosmotiktir. Vücut geçirgen olan kısımlarından su kaybedip tuz alır. Tuzluluk ne kadar fazla olursa vücuda alınan su miktarı o kadar fazla olur. Bu balıklarda, böbreklerin dışında da su kaybı olması nedeniyle, oluşturulan idrar miktarı tatlı su balıklarına göre çok azdır. Su kaybı osmoregülatör düzenleme sonucu suyun bağırsaktan geri emilimiyle karşılanır. Vücuda giren fazla tuz başlıca solungaçlar ve

bağırsaklar yoluyla dışarı atılır. Yalnızca az miktarda tuz idrarla dışarı atılır. Dışarı atılan iyonlar iki değerli (Ca^{2+} ve Mg^{2+}) iyonlardır. Besinlerle ve içilen suyla alınan iki değerli iyonların çoğu bağırsaklar tarafından emilmez, oksit ve hidroksitlere dönüştürülerek dışkıyla atılır. Na, K ve Cl gibi tek değerli iyonlarsa bağırsaktan kana geçer ve başlıca solungaçlardaki klorür hücrelerinin etkinliğiyle dışarı atılırlar (Demir, 1992).

Balıklarda farklı sucul ortamara geçiş fizyolojik bir stres oluşturmaktadır. Stresin anlamı hakkında çok farklı tanımlar yapılmaktadır. Fakat genel anlamda stres, organizmanın kendi iç dengesini (homeostazis) tehdit eden bir durumla karşılaştığında, fizyolojik ve davranışsal olarak o duruma yanıt vermesi olarak ifade edilir. Sucul yaşam formları için değişen dış ortama göre kendi iç elektrolit ve su dengelerini korumak yaşamsal bir zorunluluktur (Chrousos, 1998).

Tatlı su veya tuzlu su da yaşayan balıkların değişen harici tuzluluğa karşı kendi iç elektrolit ve su dengelerini koruma mekanizmasına osmoregülasyon denir. Balıklarda osmoregülasyon bozulan su ve iyon dengesini yeniden düzenlemek için solungaç böbrek ve bağırsakların su-iyon taşıma hareketleri ile gerçekleştirilir (Kim ve ark., 2008).

Balıklarda solungaçlar iyon alımının ve dolayısıyla osmoregülasyonun ana bölgesidir. Solungaçlar sadece gaz değişimi için değil aynı zamanda iyon transportu, asit-baz regülasyonu ve nitrojen atık atılımı için de önemli bir bölgedir (Varsamos ve ark., 2005). Solungaçta tuz salgılanmasına dahil olan bazolateral yerleşimli sodyum-potasyum-klor kotransporter (Na-K-2Cl kotransporter) ve kistik fibrosis transmembran iletkenlik düzenleyici (CFTR) ile homolog olduğu anlaşılan apikal 2Cl_2 kanalı vardır (Hiroi ve ark., 1998).

Bunun dışında idrar oluşturarak bu düzenlemede rolü olan böbrekler de osmoregülasyon mekanizmasında düzenleyici fonksiyona sahiptir. Besinler yoluyla alınan su ve tuzun geri emilesini sağlayan bağırsaklar ve vücudu dıştan örten deri de pasif difüzyonla solunum, boşaltım ve osmoregülasyonda dolaylı rol oynarlar (Demir, 1992).

Hipoozmotik ve hiperozmotik ortama adaptasyon farklı ozmoregülatör düzenlemelerle gerçekleşir. Hipoozmotik tatlı su ortamında, vücut yüzeylerince istemsiz

olarak vücuda giren su ozmotik kontrolle sınırlandırılarak vücuda alınır ve bu fazla su böbrek yoluyla dışarı atılır (Marshall ve Grosell, 2006). Vücuda giren fazla su ile beraber bir miktar iyon da solungaçlardan ve böbreklerden kaybedilir. Bu zorunlu iyon kaybı solungaç ve bağırsaklardan iyon alımı hızlandırılarak telafi edilir. Buna karşılık, bir hiperosmotik tuzlu su ortamına adaptasyonda, içinde bulunan deniz suyunun içilmesiyle su kazancı sağlanır ve ardından vücut yüzeylerinden ozmotik su kaybını telafi etmek için de suyun bir kısmı bağırsaktan geri emilim yolu ile kazanılır (Marshall ve Grosell, 2006). Osmoregülatör organlar ile alınan (esas olarak solungaçlar) ve bağırsaklara giden fazla monovalent iyonlar (Na ve Cl) solungaç ve operküler epitelde iyonositler (mitokondri bakımından zengin hücreler veya klorür hücreleri olarak da adlandırılır) tarafından aktif olarak vücut dışına atılır. Bu nedenle, euryhalinite de çevresel tuzluluğa uyum sağlamak için, içme oranı değiştirilir. Hiposmotik ve hiperosmotik ortamlarla karşılaşıldığında da ana osmoregülatör organlarda (solungaç, bağırsak ve böbrek) su ve iyon alımı tersine çevirmelidir ve bu adaptasyon yeteneğinin en önemli kuralıdır.

Balıklarda sucul ortama adaptasyon ve düzenleme endokrin sistem kontrolü altındadır. Endokrin sistem hormonları ile sucul canlıların sıvı homeostazını düzenleyen sinir sistemi birlikte vücut fonksiyonlarının yönetilmesini ve osmoregülatör sistemin kontrolünü sağlayan vücudun kimyasal iletişim sistemleridir. Endokrin sistem, tuzluluk toleransına uyum sağlama ve bunu başarabilme kabiliyetinde çok önemli bir rol oynar. İç ortamın iyon ve su dengesini korumak için homeostatik düzenlemeye aracılık eder. Endokrin sistem salgıları olan hormonlar osmoregülasyonda görevli organların işleyişine etki ederler. Hormonlar bu yolla osmoregülatör organlar tarafından vücuda alınan su ve iyonların miktarını arttırma veya azaltmayı sağlarlar (Sakamoto ve McCormick, 2006).

Bazı hormonların, çevresel tuzlulukları farklı şekillerde düzenleme etkisi vardır ve bunlar genellikle adaptasyon hormonları olarak gruplandırılmıştır (McCormick, 2001; Takei ve Loretz, 2006). Hormonların fonksiyonları türler arasında farklılık gösterebileceği gibi diğer hormonlar ile etkileşimlerine bağlı olarak çift fonksiyonlara da sahip olabilir.

Euryhalinite derecesi (tuzluluk toleransı) genellikle balıkların yaşam süresi boyunca değişir. Göçmen diadrom balıklar ya tatlı suda (anadrom) ya da deniz suyunda (katadrom) yumurtlarlar ve bu tolerans göç için hazırlanan balıklar ile karşılaştırıldığında erken yaşam aşamalarında farklılık gösterebilir. Balık, göçün bitiminden sonra amfihaliniteyi de kaybedebilir. Birçok göçmen balık, vücut işlevlerinde, örneğin smolitifikasyon (salmonidler) veya gümüşleşme (silvering, yılan balıkları) gibi ozmotik ortama göç etmeden önce ciddi değişiklikler yaşar (McCormick ve ark., 2013).

Örihalin balıklar genellikle tatlı sudan deniz suyuna veya tam tersi olarak amfihalinite olarak bilinen doğrudan transferi sürdürebilirler. Erken dönemde sucul ortama alışma aşaması, sempatik sinir sisteminin acil yanıtları ve genellikle su içme miktarında değişiklik tepkisi ile sağlanır. Solungaç ve bağırsak gibi ozmoregülatör organlara ve su-iyon akışı düzenleyen böbreklere kan akışının ayarlanması, hormonlar yoluyla gerçekleştirilir (Marshall, 2003).

Sinir sistemi hızlı ve yavaş hareket eden hormonlardan oluşan hormonal sistemi, çevresel değişikliklerle başa çıkmak için koordineli bir şekilde harekete geçirir. Hızlı hareket eden hormonlar, sucul ortamdaki değişiklikler üzerine hemen (saniye ila dakika süresince) salgılanan ve kana verilen (amin veya oligopeptid) hormonlardır (McCormick ve Bradshaw, 2006; Takei, 2008). Hızlı hareket eden hormonlar, periferik osmoregülatör organlara, taşıma epitelinde mevcut olan çeşitli taşıma moleküllerinin (taşıyıcılar, kanallar, pompalar ve hücre yapışma molekülleri) aktivitesine etki ederler ve beyin üzerine etki ederek su içme miktarını düzenlerler. Hızlı etkili hormonlar genellikle uzun süreli alışma dönemlerinde ozmotik adaptasyonu sağlayacak olan yavaş etkili hormonların salgılanmasını uyarırlar. Bu hormonlar çevresel tuzluluk değişiklikleriyle karşılaştıktan kısa bir süre sonra, endokrin organlardan veya plazmada enzim faaliyetleri (renin–anjyotensin sistemi ve kallikrein–kinin sistemi) ile üretilirler (Nelson, 2006).

Yavaş hareket eden hormonlar, osmoregülatör organların epitelyal hücre zarı ve hücreler arası birleşme noktalarındaki nakil moleküllerine etki ederler. Hücre tiplerinin kök hücrelerinin çoğalması ve farklılaşması ile yeniden düzenlenmesine neden olurlar.

Prolaktin, büyüme hormonu, insülin benzeri büyüme faktörü-1 (IGF-I), tiroid hormonları ve kortizol gibi hormonlar teleost balıklardaki genel osmoregülasyon kapasitesini değiştirirler. Bu protein hormonları ve steroid hormonları plazmada nispeten uzun yarı ömürlere sahiptir ve taşıma proteinleri, taşıyıcı kanal (pompalar), hücreler arası matriksin yeniden sentezi yoluyla, hücre çoğalmasının ve farklılaşmasının düzenlenmesi ile osmoregülatuar organların çalışmasını yeniden düzenlerler.

Balıklarda yapılan çalışmalar; tatlı-tuzlu su geçişlerinden sonra kanda bazı hormonların seviyesinde değişiklikler olduğunu göstermiştir. Bu hormonların balıklara enjeksiyonu sonrası tatlı-su, tuzlu-su geçişlerine adaptasyonlarının gözlenmesi ve bu hormonların reseptörlerinin dokulardaki varlığı osmoregülasyonda hormonal kontrolün kanıtı olarak gösterilmiştir (Sakamoto ve McCormick, 2006).

Balıklarda osmoregülasyonda rol oynayan hormonlar kortizol, prolaktin, büyüme hormonu, IGF-I (İnsülin benzeri büyüme faktörü-I), triiyodotronin (T3) ve tiroksin (T4)'dir (Sakamoto ve McCormick, 2006). Bu hormonların etkilerinin ne yönde olduğunu açıklayan çalışmalar farklı balık türlerine göre belirlenmiştir.

2.3.1. Kortizol hormonu

Balıklarda yapılan çalışmalar ile bir stres hormonu olarak tanımlanmış olan kortizol hormonu (Donaldson, 1981), adrenal kortikal doku tarafından kortikosteroid yapısında üretilen, en geniş kapsamlı tuzlu su adaptasyon hormonudur. Kortizol hormonu balıklarda yüksek omurgalıdakine eşdeğerdir. Teleostlarda baş böbrek bölgesinin ön tarafında, birkaç hücre tabakası haline bulunurlar. Adrenokortikostreoid hormonlar böbrekler, solungaçlar ve mide-bağırsak üzerine etki ederek osmoregülasyonu kontrol ederler (Demir, 1992). Bu hormonun osmoregülasyon, büyüme, stres ve bağışıklık gibi çeşitli fizyolojik rolleri vardır (Wendelaar, 1997; Mommsen ve ark., 1999).

Kortizol tatlı su balıklarında klorid hücrelerine (mitokondrice zengin solungaç hücreleri, iyonositler) etki eder ve balıkların tuzlu suya adaptasyonlarının yanısıra böbrek fonksiyonlarını da etkileyerek bu organlardaki sodyum ve klor geçişini artırır. Kortizol ayrıca bütün bunlara ek olarak tatlı su klorid hücrelerinin morfolojisini

değiştirir (McCormick, 2011). Yani, bifonksiyonel olan klorid hücrelerinin adaptasyon sürecinde bir iyon alımından bir iyon sekresyon moduna hızla geçmesini sağlar (Hiroi ve ark., 1998). Balıklar üzerine yapılan çalışmalar (*S. aurata*) kortizolün solungaç Na-K-ATPase (NKA)'ı üzerine ikili osmoregulator etki sunduğunu göstermiştir. Kortizol hiperosmotik ortamlarda büyüme hormonu (GH)/İnsülin benzeri büyüme hormonu (IGF-I) işbirliği ile iyon salgılanmasına etki eder ve sonuç olarak fazla iyonların dışarı atılmasını sağlar, hipoosmotik ortamda da prolaktin işbirliği ile solungaçlardan iyon alımının artırılmasını uyarır (Mancera, 2002).

Yapılan çalışmalara göre Mozambik tilapiası (*Oreochromis mossambicus*)'nın tatlı sudan distile edilmiş suya transferi veya prolaktin enjeksiyonunun kortizol seviyesini arttırdığı gözlenmiştir (McCormick, 2011). Kortizolün deniz suyuna adaptasyon sağlamış teleostlarda plazma iyon seviyelerini ve ozmolaliteyi düşürdüğü, düşük tuzlu sudan yüksek tuzlu suya transfer edildikten sonra ise tuzluluk toleransını arttırdığı gözlenmiştir. Bu etki kortizolün solungaçta klorid hücrelerinin sayısı ve boyutunu arttırmasından kaynaklanmaktadır. Kortizolün tatlı suya alışmış *S. salarda* Na-K-2Cl cotransporter'in solungaçlardaki ekspresyonunu ve sayısının arttırılmasını uyardığı, bunun sonucunda ise iyon ve su emilimi ile birlikte yüksek çevresel tuzluluğa uyum sağlamaya yardımcı olduğu gözlemlenmiştir (Veillette ve Young, 2005). Tatlı suda kortizol ile muamele edilen ile bir takım örihalin balıkların, tuzlu suya geçişlerinden sonra düşük plazma iyonlarını korumak ve hayatta kalmak için adaptasyonlarını geliştirdikleri görülmüştür. İn vivo ve in vitro olarak gösterilen bu etki solungaç iyonositlerinin büyüklüğündeki ve bolluğundaki artışlardan kaynaklanmaktadır (McCormick, 2001). Kortizolün ayrıca solungaç tarafından tuz salgılanmasına neden olan ana nakil proteinlerinin transkripsiyonunu ve bolluğunu, özellikle de onu içerdiği bilinen türlerde NKA tatlı su izoformunu (NKAA1b), NKCC ve CFTR'yi arttırdığı gösterilmiştir (Singer ve ark., 2003; McCormick ve ark., 2008; Tipsmark ve Madsen, 2009). Bununla birlikte, son çalışmalar, kortizolün bazı osmoregulator etkilerinin nispeten hızlı olabileceği ve bir saatten az sürede osmoregulator organları etkilediği (Babitha ve Peter, 2010), bağırsakta iyon ve su emilimini uyardığı, böylece yüksek çevresel tuzluluğa alışmayı arttırdığı tespit

edilmiştir (Hirano ve Utida, 1968; Cornell ve ark., 1994; Veillette ve ark., 1995). Yine yapılan bazı çalışmalar spesifik iyon taşıyıcılarının (NKA, NKCC2 ve AQP-1 ve AQP-3) kortizol yoluyla bağırsak fonksiyonlarını düzenlediği gözlenmiştir (Seidelin ve ark., 1999; Martinez ve ark., 2005; Veillette ve Young, 2005; Cutler ve ark., 2007). Bazı balık türlerine ait yapılan çalışmalar (Afrika yayın balığında) kortizol enjeksiyonunun balıklarda adaptasyon sağlayana kadar NKA aktivitesini arttırdığı görülmüştür. Artan çevresel tuzluluğa yanıt olarak dolaşımdaki kortizoldeki değişiklikler birçok teleost türünde belirtilmiştir (Mommsen ve ark., 1999). Kortizolün klirens hızı da deniz suyunda artar, bu da osmoregülatör hedef dokular tarafından kortizolün daha fazla kullanıldığını göstermektedir. Hipofizektomi uygulanmış yılan balıklarında, akvaryum balıklarında ve Kel balık (*Amia calva*)’ta kortizol enjeksiyonu ile osmolalite ve iyon seviyeleri normal seviyeye getirilmiştir (McCormick, 2001). Solungaç klorid hücrelerine etki ederek tatlı su Gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*), Tilapia, Yılan balığı (*Anguilliformes*) ve Yayın balıklarında (*Silurus glanis*) sodyum ve klor akışında artış gözlemlenmiş (Laurent ve Perry, 1990), tatlı su alabalığı solungaç epitelinde kalsiyum pompası uyarılmıştır (Flik ve Perry, 1989; Perry ve ark., 1992). Bu çalışmalara göre kortizolün tuzlu su adaptasyonuna bir cevap olarak arttığı, bu hormonun birçok teleost türünde tuz stresini azaltarak davranışsal olarak da etkili olduğu gösterilmiş ve kortizolün bir stres hormonu olduğu kanıtlanmıştır.

2.3.2. Prolaktin hormonu

Pickford ve Phillips (1959), tatlı su Killifish balığında hipofizin çıkarılmasının ölüm ile sonuçlandığını ancak prolaktin uygulaması ile sağkalımın geri kazanılabileceğini bulmuş, sonrasında yapılan çalışmalar prolaktinin tatlı su ve euryhalinlerdeki sodyum-klorid transportunu etkilediği ve iyon alımını arttırdığı açıklanmıştır. Bu kanıt beraberinde birçok çalışmanın yapılmasını sağlamış ve sonraki yıllarda prolaktin uygulamasıyla indüklenen osmoregülatör mekanizmalar üzerinde daha ileri çalışmalar yapılarak (McCormick, 2001; Manzoni, 2002; Sakamoto ve McCormick, 2006), prolaktin tatlı su balıklarının osmoregülasyonunda rol alan en önemli yaşamsal adaptasyon hormonu olarak tanımlanmıştır (Utida ve ark., 1972;

Deane ve ark., 1999; Kwong ve ark., 2009). Çoğu örihalin teleost için, tatlı suya maruz kaldıktan sonra tatlı su klorid hücrelerinin gen ifadesi ve sentezinin yanısıra prolaktin plazma seviyelerinin de arttığı gözlemlenmiştir (Manzon, 2002; Lee ve ark., 2006; McCormick, 2011). Prolaktinin hem tuzlu su klorid hücrelerini inaktive ettiği hem de iyon alan hücrelerin morfolojisinin gelişmesini sağladığı ve klorid hücrelerinin iyon alma kapasitesini arttırdığı tespit edilmiştir (Herndon, 1991). Prolaktinin tatlı su adaptasyonu sırasında bağırsak ve özofagustaki iyon ve su geçirgenliğini azalttığı gözlenmiştir (Manzon, 2002). Yapılan birçok çalışmaya göre de prolaktinin idrar toplayıcı kanalın geçirgenliğini azalttığı, NKA seviyelerini arttırarak sodyum transportunu arttırdığı, ayrıca epitelyal hücrelerde de bazı moleküler değişikliklere neden olduğu gözlemlenmiştir (Ogawa ve ark., 1997). Prolaktin su geçişinden sorumlu kanallar olan AQP-1 (akuaporinler) kanallarına etki eder ve AQP-1 kanallarının sayısını azaltarak bu yolla su geçirgenliğini azaltır (Takei ve ark., 2006). Hipofiz bezi çıkarılmış *Tilapia* balıklarında, prolaktin enjeksiyonunun bu balıkların solungaçlarının apikal kısımlarında bulunan iyon alan kanal sayısını arttırdığı ve bağırsak hücre proliferasyonunu tetiklediği gösterilmiştir. Prolaktin reseptörlerinin transkripsiyonu ve varlığı solungaç, böbrek, bağırsak gibi osmoregülasyonu düzenleyen organlarda fazladır. Yapılan çalışmalar tuzlu su teleostlarındaki prolaktin hormonu reseptörlerinin sayısının, tatlı su teleostlarından daha düşük olduğunu göstermiştir (McCormick, 2011).

Çok sayıda prolaktin eylemi doğrudan veya dolaylı olarak hücre proliferasyonu veya apoptoz ile ilişkilidir (Sakamoto ve McCormick, 2006). Prolaktinin, hem iyonositlerin gelişimini inhibe ederek iyonositleri etkilediği (Herndon ve ark., 1991; Kelly ve ark., 1999) hem de iyon alan hücrelerinin morfolojisini geliştirdiği ve bu hücrelerin fonksiyonel özelliklerini arttırarak etki gösterdiği belirtilmiştir (Pisam ve ark., 1993). Prolaktin ayrıca epitel dokusunun geçirgenlik özelliklerini de düzenler (Manzon, 2002). Örneğin prolaktinin, *in vitro* solungaç kaldırım hücresi kültüründe (Kelly ve Wood, 2002) tatlı suya maruz kalmanın karakteristiği olan transselüler geçirgenliği azalttığı gösterilmiştir. *Tilapia*'da, her ikisi de iyon alımına dahil olan apikal NKCC ve NKA izoformlarının solungaç mRNA seviyeleri, hipofizektomi sonrası azaltılmış ve prolaktin enjeksiyonu ile geri kazanılmıştır (Breves ve ark., 2010; Tipsmark ve ark., 2011).

Gümüş çipura (*Sparus aurata*) balığında hem deniz suyu koşullarında hem de tatlı suda dışardan verilen prolaktinin solungaç klorid hücrelerinde NKA aktivitesini düşürdüğü belirtilmiştir (Deane ve ark., 1999). Prolaktinin hiperosmotik koşullardaki Nil tilapiasının (*Oreochromis niloticus*) deriden su geçirgenliğini düşürerek adaptasyonunu arttırdığı gözlemlenmiştir (Auperin ve ark., 1994).

2.3.3 Büyüme hormonu

Yapılan çalışmalar büyüme hormonu enjeksiyonunun balıklarda tuzlu suya adaptasyonu arttırdığı tespit edilmiş, sonraki yıllarda salmonidlerde yapılan çalışmalarla büyüme hormonunun tuzluluk adaptasyonunu arttırdığı kanıtlanmıştır (Smith, 1956; Komourdjian ve ark., 1976).

Büyüme hormonuna (GH) ilişkin moleküler çalışmalara göre, bu hormon diğer omurgalılarda olduğu gibi teleostlarda da hipofiz bezinin ürettiği pluripotent bir hormondur (Pérez-Sánchez ve ark., 2002). Balıklarda büyüme hormonu, birçok farklı fonksiyona sahiptir. Büyüme hormonu iyon metabolizması ve lipid metabolizması; protein, ozmotik denge ve karbonhidrat metabolizması; iskelet ve yumuşak doku büyümesi; üreme ve bağışıklık fonksiyonunun düzenlenmesi dahil olmak üzere vücuttaki hemen hemen bütün fizyolojik görevlere katılır. Büyüme hormonunun biyolojik fonksiyonları büyümenin teşvikiyle sınırlı değildir; aynı zamanda enerji seferberliği, gelişme, beslenme ihtiyacı ve sosyal davranışı içerir. Son zamanlarda yapılan araştırmalar, büyüme hormonunun iştah, yiyecek arama davranışı, saldırganlık ve avcıdan kaçınma dahil olmak üzere davranışın çeşitli yönlerini etkilediğini ve bunun da ekolojik sonuçları olduğunu göstermiştir (Yousefian ve Shirzad, 2011). Büyüme hormonu ile ilgili birçok araştırma mevcuttur. Araştırmalara göre büyüme hormonunun NKA ve NKCC kanallarını sayıca arttırmasının yanı sıra solungaç klorid hücrelerinin boyut ve sayısını arttırdığı tespit edilmiştir (McCormick, 2001; Pelis ve McCormick, 2001). Gümüş çipura (*Sparus aurata*) balığında, büyüme hormonunun hiper (33 ppt) veya hipo (6ppt) osmotik koşullarda böbrek NKA aktivitesini önemli ölçüde azalttığı gösterilmiştir (Kelly ve ark., 1999). Büyüme hormonu bağırsak, böbrek ve idrar toplayıcı kanalda su geri emilim süreci üzerinde etkilidir. Bununla ilgili bir araştırmaya

göre de deniz suyu adaptasyonu sırasında yılan balığı bağırsağında AQP-1 mRNA ifadesi ve sentezinin arttığı belirtilmiştir (Aoki ve ark., 2003). Tilapiada (*Oreochromis*) yapılan çalışmalar büyüme hormonu enjeksiyonunun klorid hücre sayısını arttırdığını, deniz suyuna transferi takiben plasma osmolalitesini azalttığı ve solungaç NKA aktivitesini uyardığı gözlemlenmiştir (Flik ve ark., 1993; Borski ve ark., 1994; Sakamoto ve ark., 1997). Tatlı su balıklarında büyüme hormonunun solungaç Na-K-ATPaz aktivitesini uyararak hipoosmoregülasyon yeteneğini geliştirdiği, böbrek ve bağırsakta da etki ettiği gözlenmiştir (Björnsson, 1997).

2.3.4. İnsülin benzeri büyüme faktörü

Büyüme hormonu bazı hücreler üzerine direkt etki gösteremez. Metabolik ve fizyolojik etkilerini somatomedin adı verilen peptidler aracılığı ile gösterir. Somatomedin olarak adlandırılan bu polipeptid yapı maddeleri yapısal olarak proinsüline ve insülin reseptörlerine bağlanmasıyla da insüline benzer. Yapılan araştırmalar sonucu kanda dört farklı somatomedin tanımlanmıştır. Başlıca somatomedinler IGF-I ve IGF-II' dir. Büyüme hormonunun etkilerine en fazla aracılık eden somatomedin IGF-I' dir (Yılmaz, 1999). Büyüme hormonu etkisini dokularda lokal olarak üretilen IGF-I yoluyla gösterir ve büyüme hormonu IGF-I olmaksızın etkisini direkt gösteremez. Harici IGF-I faktör enjeksiyonu Gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*), Atlantik som balığı (*Salmo salar*) ve Killifish te tuz toleransını arttırdığı tespit edilmiştir (Mancera ve McCormick, 1998). IGF-I'in solungaç ve böbrek epitelinin taşıyıcı etkisi üzerine parakrin etki sağladığı gözlenmiştir (Sakamoto ve ark., 2005; Yang ve ark., 1999). İnsülin benzeri büyüme hormonu büyüme hormonu ile etkileşerek deniz suyu adaptasyonunu artırır. Aynı şekilde IGF-I, kortizol ve büyüme hormonları işbirliği yoluyla deniz suyu klorid hücrelerinin solungaç epitelinde farklılaşması ve düzenlenmesini gerçekleştirilir (Yousefian ve Shirzad, 2011).

2.3.5. Tiroid hormonları

Tiroid hormonları Triiyodotronin (T3) ve Tiroksin (T4) adı verilen hormonları bünyesinde bulunduran, tiroid bezinin ürettiği büyüme, farklılaşma, düzenleme ve osmoregülatör etkileri olan en önemli hormonlardandır (Peter ve ark., 2000; Peter, 2007; Peter ve Peter, 2009).

Yapılan araştırmalarla balık tiroidinin yüksek omurgalılardakine benzer olduğu görülmüştür. Kemikli balıkların çoğunda tiroid balıklarda baş bölgesinde, ventral aorta kısımlarında foliküller içinde bulunur ve burdan kana verilir (Matty, 1985; Demir, 1992).

Tiroid hormonları ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır ve bu çalışmalara göre bu hormonların etkilerini büyüme hormonu, kortizol hormonu, insülin benzeri büyüme hormonu gibi hormonlarla işbirliği yaparak gösterdiği bulunmuştur. Tiroid hormonu ile ilgili balıklar üzerine yapılan çalışmalar bu hormonun, osmoregülasyonda iyon alma ve salgılama kapasitesine tek başına etkili olmadığı osmoregülasyonda destekleyici rol oynadığı ve bu etkilerini dolaylı olarak gerçekleştirdiği tespit edilmiştir. Daha çok tatlı su balıklarında yapılan araştırmalardan elde edilen bulgulara göre dışardan verilen T4 ve T3 hormonlarının solungaç ve böbrek NKA sı üzerine etki ettiği görülmüştür. Tiroid hormonları tatlı su balıklarında su ve mineral dengesi üzerine etki ettiği, fakat etkilerini daha çok solungaç klorid hücrelerinde iyon alımını yükselterek, Na ve Cl osmolalitesini arttırdığı gözlenmiştir. Tiroid hormonları hem GH/IGF-I hem de kortizol hormonları ile işbirliği yaparak etkilerini gösterirler. T4 hormonunun osmoregülasyonda tek başına bir etkisi yoktur. Fakat T4'ün tilapiada, kortizol ile etkileşerek solungaç NKA aktivitesini arttırdığı ve amago salmonunda ise büyüme hormonu ile etkileşerek bu hormonun solungaç NKA'sı üzerine etkisini arttırdığı belirlenmiştir (Leatherland, 1994; Shrimpton ve McCormick, 1998; Schreiber ve Specker, 1999; Shrimpton ve McCormick, 1998). Somon balığı yavrularında, uzun süreli olarak T4'ün dışardan enjeksiyonunun solungaçta bulunan klorid hücrelerinin sayısını arttırdığı belirtilmiştir. Bu hormonun enjeksiyonunun Atlantik salmonda (*Salmo salar*), NKA aktivitesini arttırdığı ve günlük verilen T3 enjeksiyonunun ise solungaç NKA aktivitesini etkilemediği fakat klorid hücrelerin sayısını arttırdığı bulunmuştur (McCormick, 2011).

Tiroid bezinin göç oluşumunu başlatan birinci endokrin bez olduğu tahmin edilmektedir. Bu tiroidin direkt yavru oluşumu ile ilgili olduğu düşüncesine yol

açmıştır. Tiroid salgısındaki bir artış yavru-larva dönüşümü sırasında tespit edilmiştir. Tiroid ve troksin salgıları genç salmonların tuzluluk tercihlerini etkiler. Ayrıca yüzme hareketlerindeki değişiklikler larva-yavru dönüşümü sırasında tiroid hormonları tarafından tetiklenir. Normal fizyolojik bir görev olarak tiroidin denize doğru göç etmek için gerekli motor aktiviteyi arttırdığı belirtilmektedir. Bazı deneyler geniş tuzluluktaki tiroid enjeksiyonu yoluyla alabalık yavrulamasının arttırdığını göstermiştir. Ayrıca tatlı su salmonidlerinde eşeyssel gelişimle ilgili olarak görülen tiroid hormonu üretiminin mevsimsel döngüsü ve dolaşımdaki seviyelerinin zirve yapması salmonidlerin göç ettiği zamana ve yavrulama periyoduna denk geldiği görülmüştür. Pasifik sombalığı (*Oncorhynchus*) dışı doğru olan göçünün dolunayda zirve yaptığı bilinmektedir. Troksinin yükselişinin, göç stresi, dolunay öncesi deniz suyu tercihi ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Pasifik sombalığı (*Oncorhynchus*) ve Kral sombalığında (*Oncorhynchus tshawytscha*) plasma troksini artışı ay döngüsünün yavrulama olayı ve göç olayı ile ilgili olduğu bir fazdır. NKA pompasının deniz suyu osmoregülasyonunun önemli bir parçası olduğu net bir şekilde bilinmektedir. Bu enzim aktivitesinin öncelikli olarak deniz suyuna giren, göç eden yavrularda arttığı açıklanmıştır. Deniz suyunda Pasifik sombalığı (*Oncorhynchus*) yavrularının suya alışması sırasında görülen NKA' sında artış ile ilişkili olan, plazmada troksin seviyelerinin değiştiğine dair bulgular vardır. Salmonların larva-yavru dönüşümü sırasında gerçekleşen değişikliklere ek olarak troksin seviyeleri üreme göçü hareketi sırasında değişir. Tiroid aktivitesindeki değişiklikler yılan balığının yaşamı sırasında da meydana gelen metamorfik değişikliklerdir ve çeşitli göçler sırasında meydana gelir. Bununla birlikte sarı yılanın gümüş rengi yılan dönüşümü sırasında tiroid aktivitesinde artış vardır. Karasal gelişim ve amfibian metamorfozu tiroid gelişimi ile ilgilidir. Tiroid bezi halohalin balıklarda göç mekanizmasında rol oynar. Tatlı su salmonidlerinde görülen ve göç eden salmonlarda gonad gelişimi ile ilgili olan tiroid hormonunun mevsimsel döngüsü ve üretimi göçmen som balıklarında görülmekte ve bunun smoltifikasyon periyoduna rastladığı görülmektedir. Plazma troksini ilkbahar başlangıcında Pasifik sombalığı (*Oncorhynchus*) smoltifikasyon sırasında ölçülmüş ve belirgin bir artış gözlenmiştir.

Kemikli balıklarda tiroid hormonlarının ayrıca pigment değişimi, merkezi sinir sistemi aktiviteleri, osmoregülasyon ve göç hareketlerine dahil olduğu gösterilmiştir.

Yüksek omurgalılarda cilt üzerine tiroid hormonlarının etkisi sürüngenlerde tüy dökme üzerine ve kuşlarda tüylenmenin düzenlenmesi üzerine etkilerdir. Bu nedenle balıklarda tiroid davranışından sonra epidermal kalınlaşma, pigmentasyon değişiklikleri görülmüştür. SBütün bu çalışmalar tiroid hormonlarının genel metabolizmada rol oynadığını, biyokimyasal yolların birçoğunu düzenlediğini ve aktive ettiğini göstermektedir (Matty, 1985).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Balık

Van balıkları, Nisan ve Temmuz ayları arasında Van Gölü ve mansab bölgesinden daha sonra ise Van Gölü'ne dökülen Karasu çayının giriş ve üst kısmındaki bölgelerden uzatmalı fanyalı ağ ve serpme ağlarla yakalandı. Yakalanan balıklar oksijen bağlı taşıma kaplarında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Fakültesi Laboratuvarına getirildi. Örneklemeye yapılan balıklara uygun dozda anestezi (Fenoksi etanol 320µl/L) uygulandı. Anestezi uygulanan balıkların çatal boy uzunlukları ve total ağırlıkları ölçüldü.

3.2. Yöntem

3.2.1. Serum eldesi

Anestezi edilen balıkların kuyruk kısımlarından 5 ml'lik steril enjektörlere kanlar alındı. Alınan kanlar separatör jel içeren 5 ml'lik tüplere aktarıldıktan sonra balık serumunun iyi ayrışması için 10 dk bekletildi. Daha sonra bu balık kanları 4000 rpm'de 30 dk soğutmalı santrifüjde santrifüj edildi. Şekilli kan elemanlarından ayrılan serumlar mikropipetlerle alınarak 300 µl olacak miktarda kapaklı saklama tüplerine aktarıldı. Ayrıştırılan balık serum sıvısının bir kısmı ependorf tüplerine ayrıştırılarak büyüme hormonu, insülin benzeri büyüme faktörü ve prolaktin hormonlarının tayini için -80 °C de derin dondurucuda bekletildi.

Kapaklı saklama tüplerine aktarılan balık serumları osmoregülasyonda görevli olan kortizol, prolaktin, büyüme hormonu, insülin benzeri büyüme hormonu ve tiroid (T3 ve T4) hormonlarının analizlerinin yapılması için gerekli ölçüm cihazları (Roche Cobas 8000 ve mikropilaka okuyucu)'nda analiz işlemleri gerçekleştirildi.

3.2.2. Biyokimyasal ve hormonal analizler

3.2.2.1. Sıcaklık, pH ve tuzluluk ölçümleri

Balık örnekleme yapılan Van Gölü açıkları, Van Gölü mansab bölgesi, Karasu Çayı sucul bölgelerine ait sıcaklık ve pH multimetre cihazı (Orionstar 5, Thermo) ile belirlendi.

3.2.2.2. Su ve serum örneklerinde Na, K, Cl seviyelerinin ölçümü

Balık örnekleme yapılan sucul alanlara ait su örnekleri ve örnekleme yapılan balıklardan elde edilen serumların Na, K, Cl seviyeleri (Cobas 8000 Roche, İsveç) otoanalizör cihazı ile belirlendi.

3.2.2.3. Kortizol (K) ve tiroid hormon ölçümleri ((T3) ve (T4))

Kortizol (K) ve tiroid (triiodotronin (T3) ve troksin (T4)) hormonlarına ait serum seviyeleri Cobas 8000 (Roche, İsveç) otoanalizör cihazı ile belirlendi.

3.2.2.4. İnsülin benzeri büyüme hormonu (IGF-I) ölçümü

Kemilüminesans yöntemiyle ölçümü yapılamayan IGF-I hormon seviyeleri Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Laboratuvarında IGF-I hormonu ticari ELISA kiti (CUSABIO, Amerika) ile test prosedürüne göre ölçüldü.

IGF-I hormonu ticari kiti ile seviyelerinin ölçümü için -80 C° de muhafaza edilen balık serumları çözünmesi için oda sıcaklığında yarım saat bekletildi. Her kuyucuğa 50 µl standart ve ölçülecek serum bırakıldı. Her kuyucuğa 50 µl HRP konjugat solüsyonu eklendi. Plakalar inkübatörde 37°C'de 60 dk bekletildi. Çok kanallı pipet ile üç kez yıkama ve aspirasyon yapıldı. Her kuyucuğa 50 µl substrat A ve substrat B bırakıldı. Işık almayacak şekilde aleminyum folyo ile sarılı playtler 37°C de 15 dk

bekletildi. Her kuyucuğa 50µl durdurma solusyonu bırakıldı ve 10 dk içinde 450 nm dalga boyunda mikropłaka okuyucuda (Dasitaly, İtalya) ölçüm yapıldı.

3.2.2.5. Büyüme hormonu (GH) ölçümü

Büyüme hormonu ticari kiti (CUSABIO, Amerika) ile seviyelerinin ölçümü için -80C° de muhafaza edilen ölçümü yapılacak olan balık serumları çözünmesi için oda ısısında yarım saat bekletildi. Boş kuyucuk hariç her kuyucuğa 50µl konjugat eklendi. Kuyucuklar inkübatörde 37°C'de 60 dk bekletildi. Çok kanallı pipet ile üç kez yıkama ve aspirasyon yapıldı. Boş kuyucuk hariç her kuyucuğa HRP-avidin solüsyonundan 50 µl bırakıldı. Kuyucuklar etüvde 37°C'de 30 dk bekletildi. Çok kanallı pipet ile üç kez yıkama ve aspirasyon yapıldı. Her kuyucuğa 50 µl substrat A ve substrat B bırakıldı. Işık almayacak şekilde 37°C de 15 dk bekletildi. Her kuyucuğa 50µl durdurma solusyonu bırakıldı ve 10 dk içinde 450 nm dalga boyunda mikropłaka okuyucuda (Dasitaly, İtalya) ölçüm yapıldı.

3.2.2.6. Prolaktin hormonu (PRL) ölçümü

Prolaktin hormonu ticari kiti (CUSABIO, Amerika) ile seviyelerinin ölçümü için -80C° de muhafaza edilen ölçümü yapılacak olan balık serumları çözünmesi için oda ısısında yarım saat bekletildi. Kitler ve çalışma yapılacak boş mikrokuyucuk plaka hazırlandı. Her kuyucuğa 50 µl standart veya numune serumu bırakıldı. Boş kuyucuk hariç her kuyucuğa 50 µl HRP konjugat solüsyonu eklendi. Her kuyucuğa 50 µl prolaktin antikoru bırakıldı. Playtler etüvde 37°C'de 60 dk inkübe edildi. Çok kanallı pipet ile üç kez yıkama ve aspirasyon yapıldı. Her kuyucuğa 50 µl substrat A ve substrat B bırakıldı. Işık almayacak şekilde 37°C de 15 dk bekletildi. Her kuyucuğa 50µl durdurma solusyonu bırakıldı ve 10 dk içinde 450 nm dalga boyunda mikropłaka okuyucuda (Dasitaly, İtalya) ölçüm yapıldı.

3.2.3. İstatistiksel analiz

Analizler sonucunda elde edilen değerler ortalama±ortalamanın standart hatası olarak ifade edildi. Farklı örnekleme alanlarından gerçekleştirilen ölçümler çoklu karşılaştırmaları için ANOVA ve arkasından Duncan testi yapılarak farklılık ortaya konuldu. Değerler arasındaki fark 0.05'e göre yapıldı.

4. BULGULAR

Üreme göçünün başladığı Nisan ayı (2019) göl suyu sıcaklığının 13 °C ve pH sınırın 9.6 olduğu belirlendi. Balıkların üremek için tatlı suya göç ettiği Mayıs ayında suyun sıcaklık ve pH değeri ise sırasıyla 18 °C ve 8.7 olarak ölçüldü.

Akarsuya geçen balıklarda diseksiyon sonucunda gonadlar incelenmiş ve akarsu giriş kısmından yakalanan balıkların yumurtalarını bırakmadığı, akarsu üst kısmından yakalanan balıklarda ise yumurtalarını tamamen bıraktığı belirlendi.

4.1. Serum ve Su Örneklerinde Na, K, Cl Seviyeleri

4.1.1. Su örneklerinde Na, K ve Cl seviyeleri

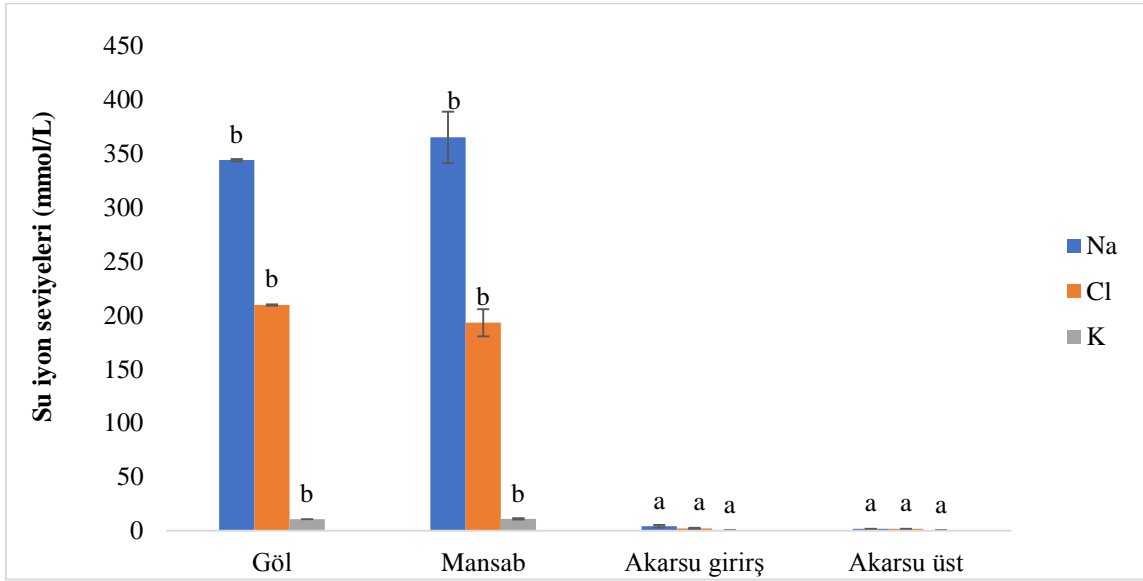
Van Gölü açıkları, mansab bölgesi, Karasu çayı giriş bölgesi ve üst kısmından alınan su örneklerine ait Na, Cl ve K iyonlarının ölçümü Çizelge 4.1. ve Şekil 4.1’de gösterilmiştir.

İyonlar, göl ve mansab bölgelerinde en yüksek seviyede ölçülmüştür. Tatlı sularda Na, Cl ve K iyon değerleri akarsu giriş ve akarsu üst bölgelerine göre düşük seviyede bulunmuştur. Na, Cl ve K iyon değerleri örnekleme yapılan alanlara göre karşılaştırıldığında göl ve mansab bölgelerinde istatistiksel olarak bir farklılık göstermediği fakat akarsu giriş ve akarsu üst kısımlarında önemli derecede azaldığı belirlenmiştir ($p<0.05$).

Çizelge 4.1. Örnekleme yapılan sucul bölgelerdeki Na, K, Cl iyonları seviyeleri

Lokasyon	n	Na (mmol/L)	Cl (mmol/L)	K (mmol/L)
Göl	7	344.00±1.05 ^b	209.59±0.54 ^b	10.83±0.03 ^b
Mansab	8	365.06±23.98 ^b	193.13±12.60 ^b	10.98±0.59 ^b
Akarsu giriş	8	4.30±1.23 ^a	2.16±0.51 ^a	0.66±0.09 ^a
Akarsu üst	7	1.80±0.10 ^a	1.80±0.10 ^a	0.69±0.08 ^a

a, b: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel farklılığı göstermektedir ($p<0.05$). n: örnek sayısı.



Şekil 4.1. Örnekleme yapılan sucul bölgelerdeki Na, Cl ve K seviyeleri.

4.1.2. Serum örneklerinde Na, K ve Cl seviyeleri

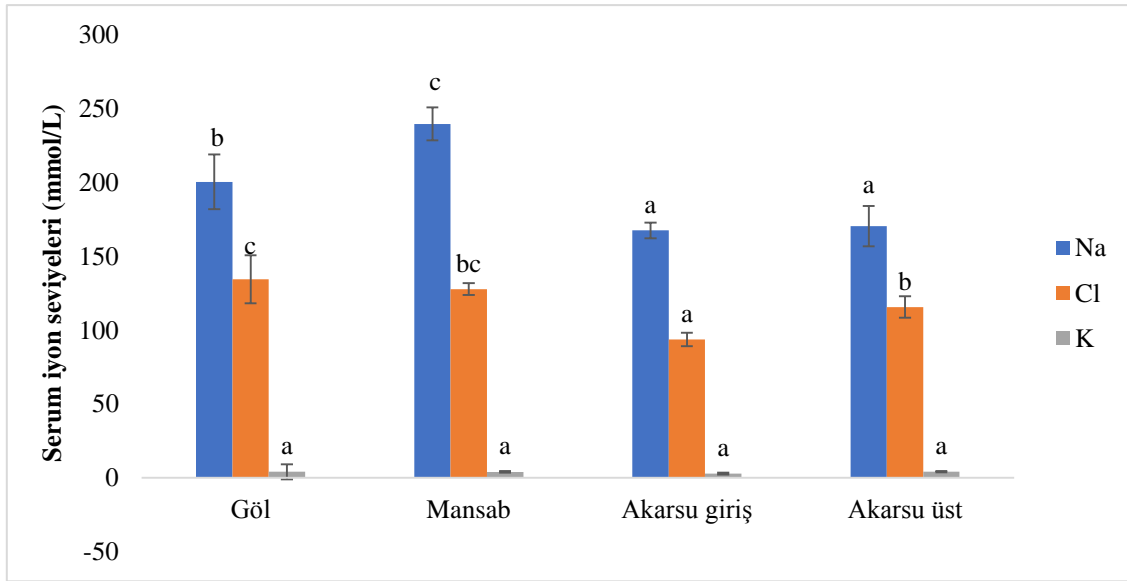
Van balığının göl, mansab, akarsu giriş ve akarsu üst bölgelerinden örnekleme yapılan balıklara ait serum Na, Cl ve K iyon seviyeleri ölçülmüş ve değerler mmol/L olarak verilmiştir. Analiz sonuçları Çizelge 4.2. ve Şekil 4.2.'de gösterilmiştir.

Na serum seviyeleri balık göl ve mansab ortamında iken akarsu bölgelerine göre daha yüksek seviyelerde ölçülmüştür ve balık mansab bölgesinde olduğu zaman diğer üç bölgeye göre en yüksek değere sahiptir ($p < 0.05$). Klor serum seviyeleri göl lokasyonunda en yüksek seviyede ölçülmüş ve sırasıyla mansab ve akarsu lokasyonlarında düşük seviyede ölçülmüştür ($p < 0.05$). Potasyum serum seviyeleri göl ve akarsu lokasyonlarında benzer ölçülmüştür ve istatistiksel açıdan önemsizdir ($p > 0.05$). Serum iyon seviyelerinin göl ve mansab bölgelerinde yüksek olduğu, balığın akarsuya geçtiği zaman ise önemli oranda azaldığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.2. Serum Örneklerinde Na, K, Cl seviyeleri

Lokasyon	Na (mmol/L)		Cl (mmol/L)		K (mmol/L)	
	n		n		n	
Göl	6	200.17±18.47 ^b	7	134.39±16.23 ^c	7	4.15±5.11 ^a
Mansab	8	239.39±11.15 ^c	8	127.70±4.06 ^{bc}	8	4.07±0.50 ^a
Akarsu Giriş	10	167.36±5.24 ^a	10	93.62±4.63 ^a	10	2.93±0.59 ^a
Akarsu üst	7	170.26±13.58 ^a	7	115.57±7.22 ^b	7	4.19±0.41 ^a

a, b, c: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel farklılığı göstermektedir (p<0.05). n: örnek sayısı.



Şekil 4.2. Serum Na, Cl ve K seviyeleri.

4.2. Hormon Analizleri

4.2.1. Serum kortizol seviyeleri

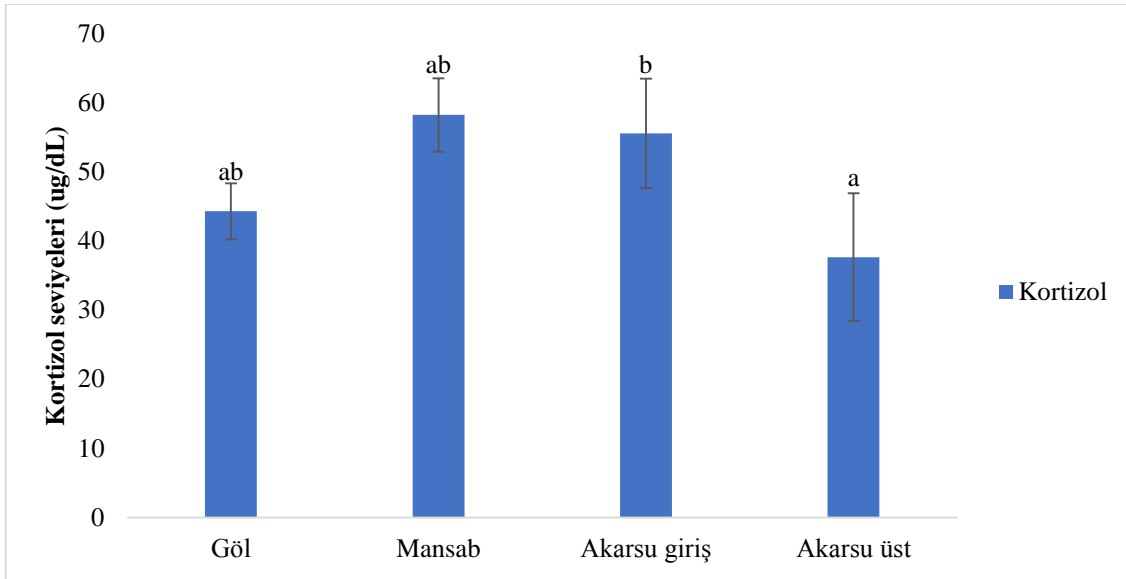
Van balığının göl, mansab, akarsu giriş ve akarsu üst bölgelerinden elde edilen serum örneklerine ait kortizol hormonu seviyeleri ug/dL olarak ölçülmüş ve Çizelge 4.3. ve Şekil 4.3. te gösterilmiştir.

Kortizol seviyesi mansab bölgesinde artarak en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Daha sonra bu seviye akarsu giriş ve akarsu üst bölgelerinde azalarak devam etmiştir. Kortizol seviyesi üremenin tamamlandığı akarsu üst bölgesinde en düşük seviyeye ulaşmıştır (p<0.005).

Çizelge 4.3. Serum kortizol seviyeleri

Lokasyon	n	Kortizol (ug/dL)
Göl	7	44.28±4.06 ^{ab}
Mansab	8	58.22±5.30 ^{ab}
Akarsu giriş	8	55.54±7.92 ^b
Akarsu üst	7	37.64±9.24 ^a

a, b: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel farklılığı göstermektedir ($p<0.05$). n: örnek sayısı.



Şekil 4.3. Serum kortizol seviyeleri.

4.2.2. Serum serbest triiyodotronin hormonu (FT3) seviyeleri

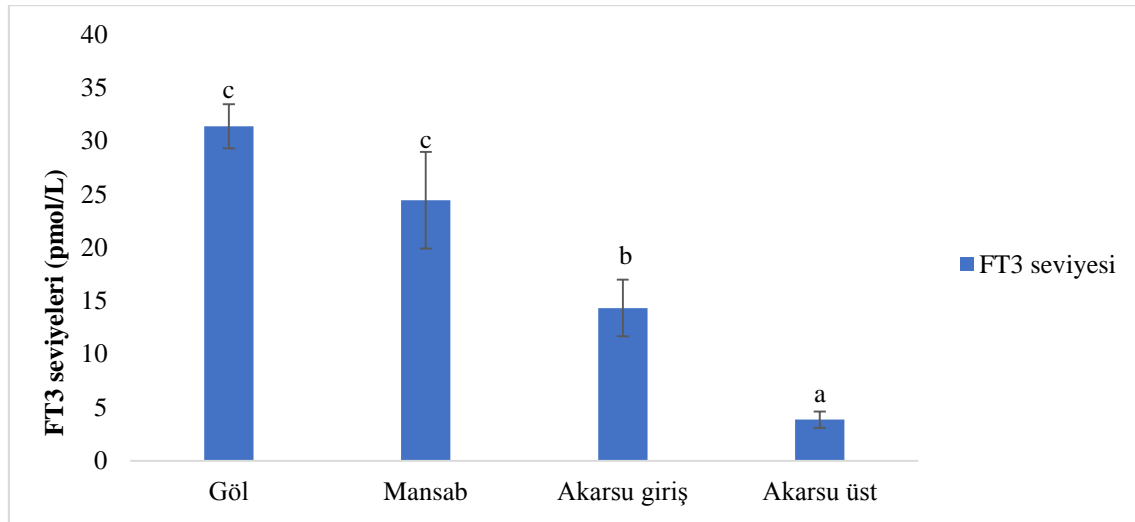
Van balığının göl, mansab, akarsu giriş ve akarsu üst bölgelerinde olduğu dönemlerdeki serum örneklerinde FT3 hormon seviyeleri ölçülmüş ve pmol/L olarak hesaplanmıştır. Elde edilen analiz sonuçları Çizelge 4.4. ve Şekil 4.4 te gösterilmiştir.

FT3 hormon seviyesinin balığın üreme göçüne başladığı andan itibaren azalmaya başladığı ve üremesini tamamlayan balıklarda en düşük seviyede olduğu belirlenmiştir. Örneklenen bölgelerde göl ve mansab arasında istatistiksel bir fark gözlenmezken akarsu giriş ve akarsu üst bölgelerinde bu fark önemlidir ($p<0.05$).

Çizelge 4.4. Serum FT3 seviyeleri

Lokasyon	n	FT3 (pmol/L)
Göl	7	31.39±2.08 ^c
Mansab	8	24.45±4.54 ^c
Akarsu Giriş	10	14.34±2.66 ^b
Akarsu Üst	7	3.86±0.76 ^a

a, b, c: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel farklılığı göstermektedir ($p<0.05$). n: örnek sayısı.



Şekil 4.4. Serum FT3 seviyeleri.

4.2.3. Serum serbest tiroksin (FT4) seviyeleri

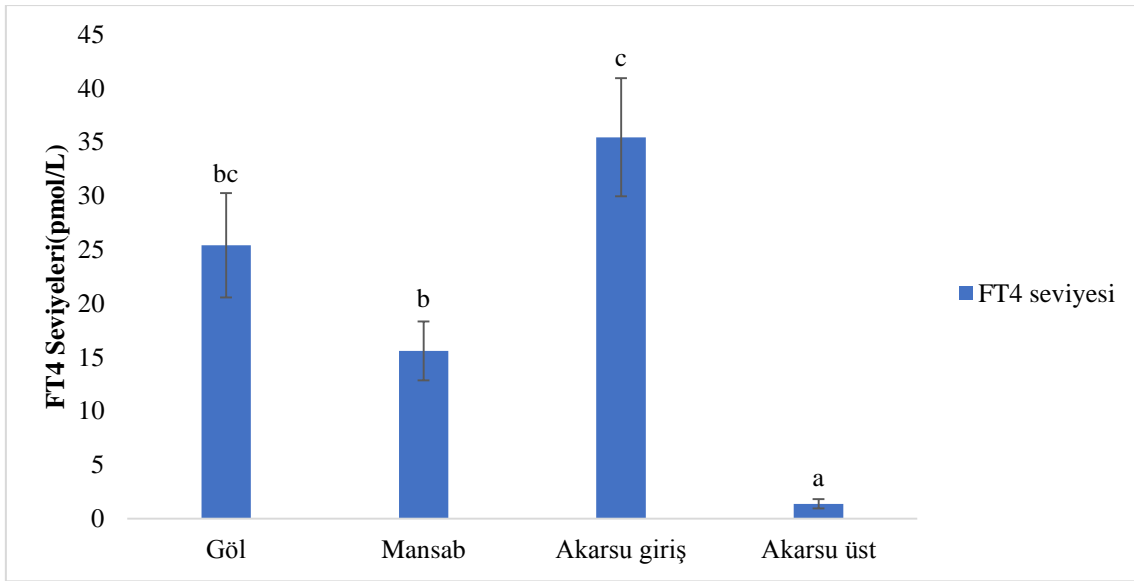
Van balığının göl, mansab, akarsu giriş ve akarsu üst bölgelerinde olduğu dönemlerde elde edilen serum örneklerinde FT4 hormon seviyeleri ölçülmüş ve pmol/L olarak hesaplanmıştır. Değerler Çizelge 4.5. ve Şekil 4.5.'te gösterilmiştir.

FT4 seviyesinin balığın mansab, göl ve akarsu girişinde olduğu dönemde akarsu üst bölgesine göre daha yüksek düzeyde ölçülmüştür ($p<0.05$). Balık gölde iken 25.41 pmol/L olarak ölçülen FT4 serum seviyeleri mansab bölgesinde 15.59 pmol/L olarak ölçülmüştür. FT4 seviyesi balığın ilerlediği akarsu giriş bölgesinde göl ve mansaba göre artarak daha yüksek seviyede ve 35.45 pmol/L olarak ölçülmüştür. Akarsu çıkış bölgesinde ölçülen FT4 serum seviyeleri göl, mansab ve akarsu giriş bölgelerine göre önemli ölçüde düşmüştür (1.38 pmol/L) ($p<0.05$).

Çizelge 4.5. Serum FT4 seviyeleri

Lokasyon	n	FT4 seviyesi (pmol/L)
Göl	7	25.41±4.86 ^{bc}
Mansab	8	15.59±2.73 ^b
Akarsu Giriş	10	35.45±5.49 ^c
Akarsu Üst	5	1.38±0.44 ^a

a, b, c: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel farklılığı göstermektedir ($p<0.05$). n: örnek sayısı.



Şekil 4.5. Serum FT4 seviyeleri.

4.2.4. Serum insülin benzeri büyüme hormonu (IGF-I) seviyeleri

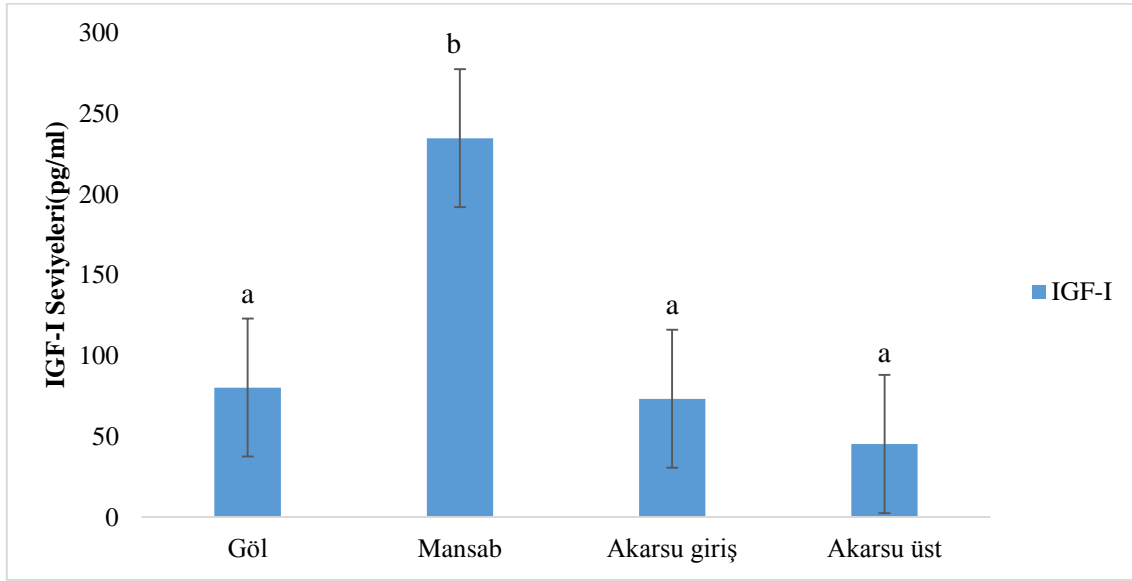
Göl, mansab, akarsu giriş ve akarsu üst bölgelerinde yapılan balık örneklemelerine ait serum IGF-I seviyeleri pg/ml olarak ölçülmüş ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.6. ve Şekil 4.6. da gösterilmiştir.

Yapılan ölçümlerde serum IGF-I seviyelerinin göl, akarsu giriş ve akarsu üst bölgelerinde benzer seviyelerde olduğu görülmektedir ($p>0.05$). Serum IGF-I hormonu balık üreme göçünün başladığı mansab bölgesinde göl, akarsu giriş ve akarsu üst kısımlarına göre en yüksek seviyede ölçülmüştür ($p<0.05$).

Çizelge 4.6. Serum IGF-I seviyeleri

Lokasyon	n	IGF-I (pg/ml)
Göl	5	82.22±3.11 ^a
Mansab	5	234.77±27.16 ^b
Akarsu giriş	5	73.28±3.65 ^a
Akarsu üst	5	45.18±3.30 ^a

a, b: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel farklılığı göstermektedir ($p<0.05$). n: örnek sayısı.



Şekil 4.6. Serum IGF-I seviyeleri.

4.2.5. Serum büyüme hormonu (GH) seviyeleri

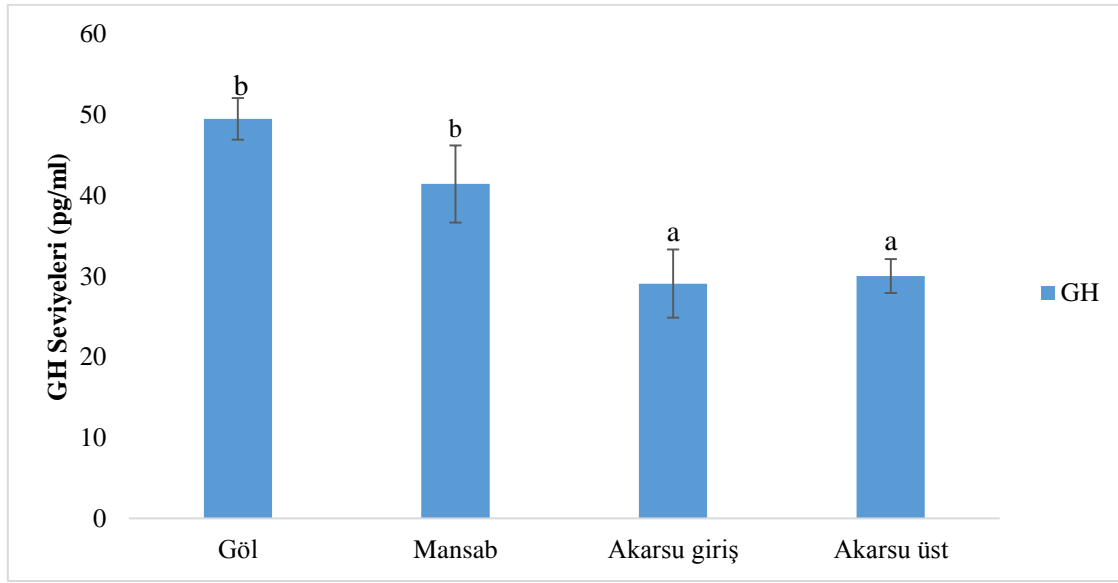
Göl, mansab, akarsu giriş ve akarsu üst bölgelerinden yapılan balık örneklemlerine ait serum GH seviyeleri pg/ml olarak ölçülmüş ve elde edilen değerler Çizelge 4.7. de ve Şekil 4.7. de gösterilmiştir.

Balık göl ve mansab bölgesinde olduğunda GH hormonu seviyeleri benzer olup istatistiksel bir fark bulunmamıştır ($p<0.05$). Ölçülen GH hormonu seviyeleri, balıklar akarsu lokasyonlarında iken bir düşüş göstermiş ve bu düşüş istatistiksel olarak önemlidir.

Çizelge 4.7. Serum GH seviyeleri

Lokasyon	n	GH (pg/ml)
Göl	5	49.52±2.57 ^b
Mansab	5	41.44±4.79 ^b
Akarsu giriş	5	29.09±4.23 ^a
Akarsu üst	5	30.04±2.11 ^a

a, b: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel farklılığı göstermektedir ($p < 0.05$). n: örnek sayısı.



Şekil 4.7. Serum GH seviyeleri.

4.2.6. Serum prolaktin (PRL) seviyeleri

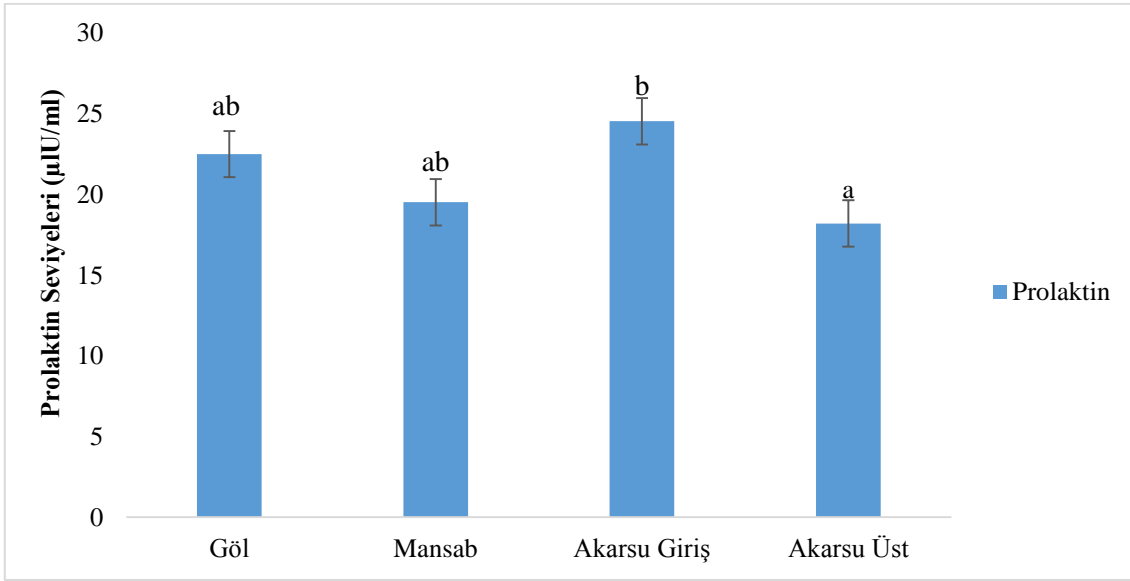
Göl, mansab, akarsu giriş ve akarsu üst bölgelerinde yapılan örneklemeleere ait serum prolaktin seviyeleri Çizelge 4.8. ve Şekil 4.8. de gösterilmiştir.

Prolaktin seviyesi gölden mansaba geçen balıklarda önemsiz de olsa bir azalma göstermiş ($p > 0.05$) ve daha sonra akarsu giriş bölgesinde artmıştır ($p < 0.05$). Üremesini tamamlayan balıklarda ise bir azalma göstererek en düşük seviyede ölçülmüştür ($p < 0.05$).

Çizelge 4.8. Serum prolaktin seviyeleri

Lokasyon	n	Prolaktin (mIU/ml)
Göl	5	22.50±0.43 ^{ab}
Mansab	5	19.51±2.71 ^{ab}
Akarsu giriş	5	24.53±1.30 ^b
Akarsu üst	5	18.20±2.26 ^a

a, b: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel farklılığı göstermektedir ($p < 0.05$). n: örnek sayısı.



Şekil 4.8. Serum PRL seviyeleri.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

İçerisinde bulundurduğu kayaçlardan dolayı tuzlu-alkali su sınıfında yer alan Van Gölü, ‰ 22.4 tuzluluk oranına ve 9.8 pH'a sahiptir. Van Gölü zemin yapısından dolayı çok çeşitli mineraller barındırır ve Türkiye'de bulunan diğer sucul ekosistemlere göre farklılık göstermektedir (Çiftçi ve ark., 2008).

Göl ve akarsu iyon seviyeleri değerlendirildiğinde her iki sucul ortam da karakterizasyonlarına uyumlu iyon değerlerine sahiptir. Göl suyu Na, K, Cl değerleri tatlı suya kıyasla oldukça yüksektir. Yaptığımız bu çalışmada da su iyon değerlerinin daha önceki çalışmalarla uyumlu olduğu gözlenmektedir.

Ölçülen serum iyon seviyeleri balık göl ortamında yaşadığı sürede göl ortamının iyon konsantrasyonlarına yakındır. Benzer şekilde tatlı suda olduğu dönemde ölçülen serum iyon seviyeleri de tatlı su ortamının iyon değerlerine yakın sonuçlar taşımaktadır ve göl örneklerine göre daha düşük seviyelerdedir. Yapılan analizler sonucu farklı iyon konsantrasyonu içeren sucul ortamlarda dönemsel olarak bulunan Van balığının her iki ortamda da yaşayabilme yeteneği osmoregülatör mekanizmalar ile kendi iç dengesini sağlaması ve adaptasyon sağlayarak hayatta kalmasını gerektiren bir uyum sonucudur.

Stresin anlamı hakkında çok farklı tanımlar yapılmaktadır. Fakat genel anlamada stres "Organizmanın kendi iç dengesini (homeostazis) tehdit eden bir durumla karşılaştığında, fizyolojik ve davranışsal olarak o duruma yanıt vermesi" olarak ifade edilir. Sucul yaşam formları için değişen dış ortama göre kendi iç elektrolit ve su dengelerini korumak yaşamı devam ettirebilmek için zorunlu bir fizyolojik kuraldır (Chrousos, 1998).

Stres hormonu olarak tanımlanmış olan kortizol hormonu, adrenal kortikal doku tarafından kortikosteroid yapısında üretilen, en geniş kapsamlı tuzlu su adaptasyon hormonudur. Bu hormonun osmoregülasyon, büyüme, stres ve bağışıklık fonksiyonu gibi çeşitli fizyolojik rolleri vardır (Wendelaar ve Bonga, 1997; Mommsen ve ark., 1999).

Balığın hormon ve iyon ölçümleri Nisan-Temmuz ayları arasında yumurtalarını tatlı suya bıraktığı üreme döneminde yapılmıştır. Balık bilindiği gibi bu aylarda sıcaklığın artması ve üremeyi tetikleyici değişen çevresel koşulların etkisiyle üreme

göçüne başlamıştır. Bu zaman sürecinde balık bulunduğu göl ortamından mansab ve sonrasında tatlı suya ilerleyerek bir üreme rotası çizmiştir. Bu dönemde çevresel ve mevsimsel değişimlerin ortam üzerine etkisi ile balıkta üreme hareketinin başlaması, iç ve dış tetikleyici faktörler balıkta iç denge üzerine bir stres oluşturmaktadır. Balığın üreme göçüyle tuzlu–alkali göl ortamından dönemsel olarak uzaklaşarak göl ortamından farklı olan tatlı su ortamına girişi, yaşamını devam ettirmesi için tatlı su ortamına adaptasyonunu zorunlu kılmaktadır. Mevsimsel değişiklikler ile artan hava sıcaklığı, buna bağlı olarak değişen göl suyu sıcaklığı, oksijen konsantrasyonu, beslenme stresi ve en önemlisi üreme içgüdüleriyle oluşan dönemsel göç hareketi balıkta fizyolojik strese sebep olmaktadır. Bunun sonucunda bir stres hormonu olarak bilinen kortizolün dolaşım düzeyleri balıkta yüksek seviyede ölçülmüştür. Balığın tatlı su adaptasyonunu gerçekleştirdikten sonra üremesini tamamlayarak tekrar akarsu çıkış bölgesine ilerleyerek göle geri dönmeye başladığı aşamada serum analizi yapılmış ve bu ölçüm sonucu kortizol seviyeleri daha düşük düzeylerde ölçülmüştür. Kortizol hormonuna ilişkin bu değerler üreme öncesi fizyolojik ve çevresel faktörlerle değişen koşulların oluşturduğu stres sonucu kortizol seviyesinin arttığını, üremesini tamamladıktan sonra stres faktörünün azaldığını düşündürmektedir.

Kortizol tatlı su balıklarında klorid hücrelerine (mitokondrice zengin solungaç hücreleri, iyonositler) etki eder. Balıkların tuzlu suya adaptasyonlarını ve böbrek fonksiyonlarını etkileyerek bu organlarda ki sodyum ve klor geçişini artırır. Kortizol ayrıca bütün bunlara ek olarak tatlı su klorid hücrelerinin morfolojisini değiştirir (McCormick, 2011). Yani bifonksiyonel olan klorid hücrelerinin adaptasyon sürecinde bir iyon alımından bir iyon sekresyon moduna hızla geçmesini sağlar (Hiroi ve ark., 1999). Dolayısıyla yapılan ölçümler sonucu elde edilen kortizol analiz sonuçlarına göre Van balığının kortizol seviyeleri Van Gölü'nde iken ve göç stresini takiben akarsu bölgesinde yüksek seviyede ölçülmüştür. Tuzlu su adaptasyon hormonu olarak bilinen kortizol tatlı suda da adaptasyonu sağlar. Kortizol hormonu, dönemsel göç eden Van balığının ihtiyaç duyduğu adaptasyona katkıda bulunur. Göç eden balıkların akarsuya giriş yaptığı dönemde kortizol seviyelerinin yüksek olduğu görülmüştür. Kortizolün aynı zamanda tatlı su klorid hücrelerine de etki ederek adaptasyonu sağlaması bu hormonun çift osmoregülatör fonksiyonunun sonucudur. Tüm bu sonuçlar kortizolün

fizyolojik stres hormonu olduğunu, üreme ve göç sonucu oluşan fizyolojik strese osmoregülasyonu sağladığı için balığın kan dolaşımındaki seviyelerinin arttığını göstermektedir. Yapılan bu ölçümler ve sonrası yapılan istatistiksel değerlendirme de stres ve adaptasyon hormonu olarak bilinen kortizolün rolünü doğrular niteliktedir.

Tiroid hormonları Triiyodotronin (T3) ve Tiroksin (T4) adı verilen, tiroid bezinden salgılanan, büyüme, farklılaşma, düzenleme ve osmoregülatör etkileri olan en önemli hormonlardandır (Peter ve ark., 2000; Peter, 2007; Peter ve Peter, 2009). Tiroid hormonları canlı organizması üzerine bağışıklık, stres, üreme, beslenme fizyolojik ve metabolik düzenleme gibi genel etkiler gösterirler. Etkilerini tiroid bezi foliküllerinden salgılanan FT4 ve FT3 hormonları ile gösterirler. Tiroid hormonları bu şekilde serbest forma dönüşerek hücre içine alınmakta ve etkisini göstermektedir (Baldiserotto ve ark., 2007).

Tiroid hormonları ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır ve bu çalışmalara göre bu hormonların etkilerini büyüme hormonu, kortizol hormonu, insülin benzeri büyüme hormonu gibi hormonlarla işbirliği yaparak gösterdiği bulunmuştur. Balıklar üzerine yapılan çalışmalar tiroid hormonunun, osmoregülasyonda iyon alma ve salgılama kapasitesine tek başına etkili olmadığı osmoregülasyonda destekleyici rol oynadığını ve bu etkilerini dolaylı olarak gerçekleştirdiğini göstermiştir. Van balığına ait yapılan ölçümlerde kortizol ve tiroid hormonu seviyeleri balığın akarsuda olduğu dönemde yüksek seviyede ölçülmüştür. Daha çok tatlı su balıklarında yapılan araştırmalardan elde edilen bulgulara göre dışardan verilen T4 ve T3 hormonlarının solungaç ve böbrek NKA'sı üzerine etki ettiği görülmüştür. Tatlı su balıklarında su ve mineral dengesi üzerine etki ettiği, fakat etkilerini daha çok solungaç klorid hücrelerini etkileyerek gösterdiği ve iyon alımını arttırarak Na ve Cl osmolalitesini arttırdığı gözlenmiştir. Tiroid hormonları hem GH/IGF-I hem de kortizol hormonları ile işbirliği yaparak etkilerini gösterirler. Bazı balıklarda yapılan çalışmalar T4'ün, kortizol ve büyüme hormonu ile etkileşerek solungaç NKA ve klorid hücrelerin aktivitesini arttırdığı belirlenmiştir (Shrimpton ve McCormick, 1998, Leatherland, 1994; Schreiber ve Specker 1999; Mancera ve McCormick, 1999).

Yapılan çalışmalara göre tiroid hormonlarının üreme öncesi dönemde dolaşım düzeyinde arttığı ve anadrom alabalıklarda tiroksin seviyelerinin yeni ay periyodlarında

zirve yaptığı belirtilmiştir. Ayrıca plazma tiroksinin ilkbahar başlangıcında belirgin bir şekilde arttığı görülmüştür. Van balıklarının üreme göçüne başladığı zamanın fotoperiyodun arttığı Nisan ayı döneminde olması yapılan çalışmalara paralellik göstermektedir. Tiroid hormonlarının (özellikle kanda artan tiroksin hormonunun) kan dolaşım seviyelerindeki artışı göç hareketini başlatan motor ve hareket aktivitesini etkileyerek göçü teşvik ettiği belirtilmiştir (Matty, 1985).

Van balığının mansab ve akarsu başlangıcında yumurtalarını henüz bırakmadığı üreme öncesi göçe hazırlık evresinde yüksek seviyelerde ölçülmüştür. Yapılan çalışmalar özellikle üreme döneminde olan balıklarda kan FT4 seviyesinin arttığını göstermektedir. Tiroksin hormonunun FT3 hormonuna dönüşerek ve bu şekilde hücre içerisine giriş yaparak etkisini gösterdiği düşünüldüğünde; FT4 ve FT3 hormonunun üreme ve buna bağlı göçte yüksek seviyelerde olmasını açıklayabilir. FT3 hormonu da üreme öncesi göl ortamında en yüksek seviyede ölçülmüştür. Sırasıyla, mansab ve akarsu giriş aşamalarında ise orantılı olarak düşük seviyelerde ölçülmüştür. FT4 ve FT3 seviyeleri akarsu çıkışında üremesini tamamlayan balıklarda, balıkların yumurtalarını bıraktıktan sonraki aşamada kan dolaşımında daha düşük düzeyde ölçülmüştür. Daha önceki çalışmalara paralel olarak Van balığında yapılan ölçümler sonucunda, göç öncesi süreçte artan ve göç sonrası üremesini tamamlayan balıklarda düşük seviyelerde ölçülen tiroid hormonları hem tatlı su adaptasyonunda dolaylı rol oynayıp hem de üremeye bağlı göçü tetiklemiş olabilir.

Büyüme hormonu hakkında birçok araştırma mevcuttur. Bu çalışmalara göre büyüme hormonunun NKA ve NKCC kanallarını sayıca arttırmasının yanı sıra solungaç klorid hücrelerinin boyut ve sayısını arttırdığı tespit edilmiştir (McCormick, 2001; Pelis ve McCormick, 2001). Gümüş çipura balığında, büyüme hormonunun hiper (33 ppt) veya hipo (6ppt) ozmotik koşullarda böbrek NKA aktivitesini önemli ölçüde azalttığı gösterilmiştir (Kelly ve ark., 1999). Büyüme hormonu IGF-I hormonu yoluyla deniz suyu adaptasyonunu arttırır, IGF-I ve kortizol yoluyla deniz suyu klorür hücrelerinin solungaç epitelinde farklılaşmasını ve düzenlenmesini sağlar (Yousefian ve Shirzad, 2011). Tilapiada yapılan çalışmalar büyüme hormonu enjeksiyonunun klorid hücre sayısını arttırdığını, deniz suyuna transferini takiben plazma osmolalitesinin azalttığı ve solungaç NKA aktivitesini uyardığı gözlemlenmiştir (Flik ve ark., 1993; Borski ve ark.,

1994; Sakamoto ve ark., 1997). Tatlı su balıklarında büyüme hormonu solungaç NKA aktivitesini uyararak hipoosmoregülasyon yeteneğini geliştirir ve muhtemelen böbrek ve bağırsakta da etki eder (Björnsson, 1998).

Büyüme hormonu; bağırsak, böbrek ve idrar toplayıcı kanalda su geri emilim süreci üzerinde etkilidir (Aoki ve ark., 2003). Van balığına ait yapılan ölçümler büyüme hormonunun balığın kış aylarında yaşadığı Van Gölü'nün alkali-tuzlu olan sucul ortamında en yüksek seviyede olduğunu göstermektedir. Bu analiz sonuçlarına göre yüksek tuzlu ve alkali ortamda adaptasyonunu sağlayan Van balığında osmoregülasyonunu sağlayan hormonlardan birinin de büyüme hormonu olduğu söylenebilir.

Büyüme hormonu etkisini yapısı insüline görev olarak ta büyüme hormonu ile benzer nitelikte olan somatomedinler ile gösterirler. Büyüme hormonunun görevlerine aracı rol üstlenen ve en fazla ilgili olan somatomedin ise IGF-I'dir (Yılmaz, 1999). Ayrıca dışardan verilen IGF-I enjeksiyonunun bazı balıklarda tuz toleransını arttırdığı tespit edilmiştir (Mancera ve McCormick, 1998). Büyüme hormonunun NKA ve NKCC kanallarını sayıca arttırmasının yanı sıra solungaç klorid hücrelerinin boyut ve sayısını arttırdığı göz önüne alındığında (McCormick, 2001; Pelis ve McCormick, 2001) bu iki hormonun osmoregülasyonda etkileşerek osmoregülasyonda görev aldığını göstermektedir.

Van balığında yapılan IGF-I ve büyüme hormonu seviyelerine bakıldığında her iki hormonun da balığın özellikle tuzlu-alkali ortam olan Van Gölü-mansab bölgesinde olduğu dönemde yüksek seviyede ölçüldüğü görülmektedir. Van balığı kortizol dolaşım seviyelerinin de mansab bölgesinde yüksek seviyelerde olduğu yapılan ölçümler sonucu gözlenmiştir. Büyüme hormonu, kortizol ve IGF-I hormonu ile etkileşerek tuzlu su osmoregülasyonunu sağlar. Ayrıca büyüme hormonu etkisini IGF-I yoluyla gösterdiği düşünüldüğünde IGF-I'in osmoregülasyonda diğer hormonlarla etkileşerek rol oynadığı bu hormonun fonksiyonunu doğrular niteliktedir. Ekolojik etkileri olan ve bazı etkilerini IGF-I yoluyla gösteren büyüme hormonu (Yousefian ve Shirzad, 2011) ile göç davranışını tetikleyen tiroksin (FT4) hormonunun (Matty, 1985) üreme göçünün başladığı ve balıkların tatlı suya girmeden önceki mansab bölgesinde yüksek

seviyelerde olması bu hormonların göç davranışında etkilerinin olduğunu düşündürmektedir.

Prolaktin tatlı su balıklarının osmoregülasyonunda rol alan en önemli yaşamsal adaptasyon hormonudur (Utida ve ark., 1972; Deane ve ark., 1999; Kwong ve ark., 2009). Prolaktinin tatlı su ve euryhalinlerdeki sodyum ve klorid transportunu etkilediği ve iyon alımını arttırdığı açıklanmıştır (Pickford ve Phillips, 1959). Prolaktin reseptörlerinin transkripsiyonu ve varlığı solungaç böbrek, bağırsak gibi osmoregülasyonu düzenleyen organlarda fazladır. Yapılan çalışmalar tuzlu su teleostlarındaki prolaktin hormonu reseptörlerinin sayısının, tatlı su teleostlarından daha düşük olduğunu göstermiştir (McCormick, 2011).

Çoğu örihalin teleost için tatlı suya maruz kaldıktan sonra gen transkripsiyonu, sentezi, sekresyonu ve prolaktin plazma seviyeleri artar (Manzon, 2002; Lee ve ark., 2006). Prolaktinin hiperosmotik koşullardaki Nil tilapiasının deriden su geçirgenliğini düşürerek adaptasyonunu arttırdığı gözlemlenmiştir (Auperin ve ark., 1994). Van balığının göl ve akarsu ortamında yapılan sonuçları incelendiğinde prolaktin dolaşım seviyelerinin balığın bulunduğu göl ve akarsu ortamında yüksek seviyelerde olduğu fakat balığın tatlı su ortamına giriş yaptığı akarsu giriş bölgesinde diğer üç bölgeye göre en yüksek seviyede ölçüldüğü görülmektedir. Farklı balık türlerine ait yapılan önceki çalışmalar prolaktin hormonunun tatlı su osmoregülasyonunda ve adaptasyonunda rol oynadığı, tatlı suda iyon alımını arttırdığı ve su geçirgenliği üzerine etki ederek adaptasyonu sağladığı belirtilmiştir. Van balığı prolaktin seviyeleri farklı balık türlerine ait yapılan çalışmalar ile kıyaslandığında paralellik göstermektedir. Bu da yapılan araştırmalar sonucu prolaktinin tatlı su adaptasyon hormonu olduğuna dair bulgularla uyumludur.

Sonuç olarak, ölçülen hormonların diğer teleost türlerinde olduğu gibi Van balıklarında da osmoregülasyon üzerinde direkt ve dolaylı etkilerinin var olduğu gözlemlendi.

KAYNAKLAR

- Agostinho, A. A., Marques, E. E., Agostinho, C. S., Almeida, D. A. D., Oliveira, R. J. D., Melo, J. R. B. D., 2007. Fish ladder of Lajeado Dam: migrations on one-way routes?. *Neotropical Ichthyology*, **5**(2): 121-130.
- Aoki, M., Kaneko, T., Katoh, F., Hasegawa, S., Tsutsui, N., Aida, K., 2003. Intestinal water absorption through aquaporin 1 expressed in the apical membrane of mucosal epithelial cells in seawater-adapted Japanese eel, *Journal of Experimental Biology* **206**(19): 3495-3505
- Auperin, B., Rentier-Delrue, F., Martial, J. A., and Prunet, P., 1994. Evidence that two tilapia (*Oreochromis niloticus*) prolactins have different different osmoregulatory functions during adaptation to a hyperosmotic environment. *Journal of Molecular Endocrinology* **12**(1): 13-24.
- Babitha, G. S., Peter, M. S., 2010. Cortisol promotes and integrates the osmotic competence of the organs in North African catfish (*Clarias gariepinus* Burchell): Evidence from in vivo and in situ approaches. *General and Comparative Endocrinology*, **168**(1): 14-21.
- Baird, I. G., Flaherty, M. S., 2001. *Mekong River Artisanal Fisheries: Gill Netting For Medium-Sized Migratory Carps Below The Khone Falls in Southern Lao PDR*. Technical Report for the Environmental Protection and Community Development in Siphandone Wetland Project.
- Baldiserotto B., Mancera J. M., Kapoor B. G., 2007. *Fish Osmoregulation*. 978-1-57808-447-0. Edenbridge Ltd.USA. 38.
- Baran, E., Van Zalinge, N., Ngor, P. B., Baird, I. G., Coates, D., 2001. Fish resource and hydrobiological modelling approaches in the Mekong Basin. *ICLARM, Penang, Malaysia and the Mekong River Commission Secretariat, Phnom Penh, Cambodia*, 60.
- Bénech, V., Dansoko, D., 1994. *Reproduction Des Espèces D'intérêt Halieutique*.
- Bentley, P. J., 1987. Actions of hormones on salt and water transport across cutaneous and urinary bladder epithelia, in *Vertebrate Endocrinology: Fundamentals and Biomedical Implications*. *Academic Press, San Diego*, **2**, 271-291.
- Berridge, K. C., 2004. Motivation concepts in behavioral neuroscience. *Physiology and Behavior* **81**:179– 209.
- Björnsson, B. T. 1998. The biology of salmon growth hormone: from daylight to dominance. *Fish Physiology and Biochemistry*, **17**(1-6): 9-24.
- Boeuf, G., Le Bail, P. Y., 1999. Does light have an influence on fish growth?. *Aquaculture*, **177**(1-4): 129-152.
- Borski, R. J., Yoshikawa, J. S., Madsen, S. S., Nishioka, R. S., Zabetian, C., Bern, H. A., Grau, E. G., 1994. Effects of environmental salinity on pituitary growth hormone content and cell activity in the euryhaline tilapia, *Oreochromis mossambicus*. *General and Comparative Endocrinology*, **95**(3): 483-494.
- Bossus, M., Charmantier, G., Lorin-Nebel, C., 2011. Transient receptor potential vanilloid 4 in the European sea bass *Dicentrarchus labrax*: a candidate protein for osmosensing. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular and Integrative Physiology*, **160**(1): 43-51.

- Breves, J. P., Hasegawa, S., Yoshioka, M., Fox, B. K., Davis, L. K., Lerner, D. T., Grau, E. G., 2010. Acute salinity challenges in Mozambique and Nile tilapia: differential responses of plasma prolactin, growth hormone and branchial expression of ion transporters. *General and Comparative Endocrinology*, **167**(1): 135-142.
- Breves, J. P., Watanabe, S., Kaneko, T., Hirano, T., Grau, E. G., 2010. Prolactin restores branchial mitochondrion-rich cells expressing Na⁺/Cl⁻-cotransporter in hypophysectomized Mozambique tilapia. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*. **299**(2): 702-710
- Chasiotis, H., Kelly, S. P., 2011. Effect of cortisol on permeability and tight junction protein transcript abundance in primary cultured gill epithelia from stenohaline goldfish and euryhaline trout. *General and Comparative Endocrinology*, **172**(3): 494-504.
- Chhuon, K., 2000. Fishers knowledge about migration patterns of three important Pangasius catfish species in the Mekong mainstream. Department of fisheries-MRC/Danida-Eleven presentations given at the annual meeting of the Department of Fisheries, Ministry of Agriculture. *Forestry and Fisheries*, 141-150.
- Chiou, W. D., Cheng, L. Z., Chen, C. T., 2003. Effects of lunar phase and habitat depth on vertical migration patterns of the sergestid shrimp *Acetes intermedius*. *Fisheries Science*, **69**(2): 277-287.
- Chrousos GP., 1998. Stressors, stress, and neuroendocrine integration of the adaptive response: the 1997 Hans Selye Memorial Lecture. *Annals of the New York Academy of Sciences*, **851**(1): 311-335
- Cornell, S. C., Portesi, D. M., Veillette, P. A., Sundell, K., Specker, J. L. 1994. Cortisol stimulates intestinal fluid uptake in Atlantic salmon (*Salmo salar*) in the post-smolt stage. *Fish Physiology and Biochemistry*, **13**(3): 183-190.
- Cutler, C. P., Phillips, C., Hazon, N., Cramb, G., 2007. Cortisol regulates eel (*Anguilla anguilla*) aquaporin 3 (AQP3) mRNA expression levels in gill. *General and Comparative Endocrinology*, **152**(2-3): 310-313.
- Çiftçi, Y., Isık, M. A., Alkevli, T., Yeşilova, Ç., 2008. Van Gölü havzasının çevre jeolojisi. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, **32**(2): 45-77
- Daget, J., 1957. Données récentes sur la biologie des poissons dans le delta central du Niger. *Hydrobiologia*, **9**(4): 321-347.
- Dange, A. D., 1986. Branchial Na⁺-K⁺-ATPase activity in freshwater or saltwater acclimated tilapia, *Oreochromis* (*Sarotherodon*) *mossambicus*: effects of cortisol and thyroxine. *General and Comparative Endocrinology*, **62**(2): 341-343.
- Danulat, E., Kempe, S., 1992. Nitrogenous waste excretion and accumulation of urea and ammonia in *Chalcalburnus tarichi* (Cyprinidae) endemic to Lake Van (Eastern-Turkey) *Fish Physiology and Biochemistry* **9**, 377-386.
- Deane, E. E., Kelly, S. P., Woo, N. Y. S., 1999. Effects of GH, prolactin and Cortisol on hepatic heat shock protein 70 expression in a marine teleost *Sparus sarba*, *Journal of Endocrinology* **161**(3): 413-421
- Demir, N., 1992. *İhtiyoloji*, 975-404-239-X. İÜ, Fen Fak.,Yay. Sayı: 3668. Fen Fakültesi Basımevi 219, İstanbul.

- DeVries, P., Goetz, F., Fresh, K., Seiler, D. 2004. Evidence of a lunar gravitation cue on timing of estuarine entry by Pacific salmon smolts. *Transactions of the American Fisheries Society*, **133**(6): 1379-1395.
- Dingle, H., Drake, V. A., 2007. What is migration?. *Bioscience*, **57**(2): 113-121.
- Dodson, J. J., 1997. Fish migration: an evolutionary perspective. *Behavioural Ecology of Teleost Fishes*, 10-36.
- Donaldson, E. M., 1981. The pituitary-interrenal axis as an indicator of stress in fish. *Stress and Fish*, 11-47.
- Elp, M., 1996. *İnci Kefali (Chalcalburnus tarichi Palas, 1811)'nin Üreme Biyolojisi Üzerine Bir Araştırma* (Yüksek Lisans Tezi). YYÜ. FBE. Su Ürünleri ABD, Van, 71.
- Ezenwaji, H. M. G. The breeding biology of *Clarias albopunctatus* Nichols and LaMonte, 1953 in semi-intensively managed ponds in the floodplain of the River Anambra, Nigeria. 1998. *Ecology of Freshwater Fish*, **7**(3): 101-107.
- Fiol, D. F., Kültz, D., 2007. Osmotic stress sensing and signaling in fishes. *The FEBS Journal*, **274**(22): 5790-5798.
- Flanagan, J. A., Bendell, L. A., Guerreiro, P. M., Clark, M. S., Power, D. M., Canario, A. V., Ingleton, P. M., 2002. Cloning of the cDNA for the putative calcium-sensing receptor and its tissue distribution in sea bream (*Sparus aurata*). *General and Comparative Endocrinology*, **127**(2): 117-127.
- Flik, G., Atsma, W., Fenwick, J. C., Rentier-Delrue, F., Smal, J., Bonga, S. W., 1993. Homologous recombinant growth hormone and calcium metabolism in the tilapia, *Oreochromis mossambicus*, adapted to fresh water. *Journal of Experimental Biology*, **185**(1): 107-119.
- Flik, G., Perry, S. F., 1989. Cortisol stimulates whole body calcium uptake and the branchial calcium pump in freshwater rainbow trout. *Journal of Endocrinology*, **120**(1): 75-82.
- Fuentes, J., Brinca, L., Guerreiro, P. M., Power, D. M., 2010. PRL and GH synthesis and release from the sea bream (*Sparus auratus* L.) pituitary gland in vitro in response to osmotic challenge. *General and Comparative Endocrinology*, **168**(1): 95-102.
- Helfman, G. S., Collette, B. B., Facey, D. E., 1997. *The Diversity of Fishes Blackwell Science*. Massachusetts, USA.
- Herndon, T. M., McCormick, S. D., Bern, H. A., 1991. Effects of prolactin on chloride cells in opercular membrane of seawater-adapted tilapia. *General and Comparative Endocrinology*, **83**(2): 283-289.
- Hirano, T., 1969. Effects of hypophysectomy and salinity change on plasma cortisol concentration in the Japanese eel, *Anguilla japonica*. *Endocrinologia Japonica*, **16**(5): 557-560.
- Hirano, T., Utida, S., 1968. Effects of ACTH and cortisol on water movement in isolated intestine of the eel, *Anguilla japonica*. *General and Comparative Endocrinology*, **11**(2): 373-380.
- Hiroi, J., T. Kaneko, K. Uchida, S. Hasegawa, M. Tanaka., 1998. Immunolocalization of vacuolartype H1-ATPase in the yolk-sac membrane of tilapia (*Oreochromis mossambicus*) larvae. *Zoology Sciences*. **15**:447-453

- Hiroi, J., T. Kaneko, M. Tanaka., 1999. In vivo sequential changes in chloride cell morphology in the yolk-sac membrane of Mozambique tilapia (*Oreochromis mossambicus*) embryos and larvae during seawater adaptation. *Journal of Experimental Biology*, **202**, 3485–3495.
- Hvidsten, N. A., Jensen, A. J., Vívás, H., Bakke, Q., 1995. Downstream Migration of Atlantic Salmon Smolts in Relation to Water Flow, Water Temperature, Moon Phase and Social. *Nordic Journal of Freshwater Research*, 70-71.
- Jonsson, N. 1991. Influence of water flow, water temperature and light on fish migration in rivers. *Nordic Journal of Freshwater Research*, **66**: 20-35.
- Kadioğlu M, Şen Z, Batur E, 1997. The greatest sodawater lake in the world and how it is influenced by climatic change. *Annales Geophysicae*, **15**: 1489-1497.
- Kelly, S. P., Chow, I. N., Woo, N. Y., 1999. Effects of prolactin and growth hormone on strategies of hypoosmotic adaptation in a marine teleost, Sparus sarba. *General and Comparative Endocrinology*, **113**(1): 9-22.
- Kelly, S. P., Woo, N. Y. S., 1999. The response of sea bream following abrupt hyposmotic exposure, *Journal of Fish Biology*, **55**(4): 732-750
- Kelly, S. P., Wood, C. M., 2002. Cultured gill epithelia from freshwater tilapia (*Oreochromis niloticus*): effect of cortisol and homologous serum supplements from stressed and unstressed fish. *The Journal of Membrane Biology*, **190**(1): 29-42.
- Kelly, S. P., Wood, C. M., 2002. Prolactin effects on cultured pavement cell epithelia and pavement cell plus mitochondria-rich cell epithelia from freshwater rainbow trout gills. *General and Comparative Endocrinology*, **128**(1): 44-56.
- Kempe S, Kazmierczak J, Landmann G, Konuk T, Reimer A, Lipp A, 1991. Largest known microbialites discovered in Lake Van, Türkiye. *Nature*, **349**: 605-608.
- Kim, Y. K., Ideuchi, H., Watanabe, S., il Park, S., do Huh, M., Kaneko, T., 2008. Rectal water absorption in sea water-adapted Japanese eel *Anguilla japonica*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular and Integrative Physiology*, **151**(4): 533-541.
- Komourdjian, M. P., Saunders, R. L., Fenwick, J. C. 1976. Evidence for the role of growth hormone as a part of a 'light-pituitary axis' in growth and smoltification of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Canadian Journal of Zoology*, **54**(4): 544-551.
- Köse, O., Gökdere, F., Tolluoğlu, D., 2005. Van Gölü havzasının genel tanıtımı. *12. Ulusal Kil Sempozyumu*, 05-09 Eylül, Van.
- Kwong, A. K. Y, Ng, A. H. Y. Leung, L. Y., Man, A. K. Y., Woo, N. Y. S., 2009. Effect of extracellular osmolality and ionic levels on pituitary prolactin release in euryhaline silver sea bream (*Spams sarba*), *General Comparative Endocrinology*, **160**, 67-75.
- Laurent, P., Perry, S. F., 1990. Effects of cortisol on gill chloride cell morphology and ionic uptake in the freshwater trout, *Salmo gairdneri*. *Cell and Tissue Research*, **259**(3): 429-442.
- Leatherland, J. F. 1994. Reflections on the Thyroidology of Fishes: From Molecules to Humankind. *Guelph Ichthyological Reviews*, 2. TFH Publ., Neptune City, NJ.
- Lee, K. M., Kaneko, T., Katoh, F., Aida, K., 2006. Prolactin gene expression and gill chloride cell activity in fugu *Takifugu rubripes* exposed to a hypoosmotic environment. *General and Comparative Endocrinology*, **149**(3): 285-293.

- Liedtke, W., Kim, C., 2005. Functionality of the TRPV subfamily of TRP ion channels: add mechano-TRP and osmo-TRP to the lexicon!. *Cellular and Molecular Life Sciences*, **62**(24): 2985-3001.
- Lin, H., Randall, D., 1995. 9 Proton Pumps in Fish Gills. In *Fish physiology* (Vol. 14, pp. 229-255). Academic Press.
- Loretz, C. A., Pollina, C., Hyodo, S., Takei, Y., Chang, W., Shoback, D., 2004. cDNA cloning and functional expression of a Ca²⁺-sensing receptor with truncated C-terminal tail from the Mozambique tilapia (*Oreochromis mossambicus*) *Journal of Biological Chemistry*, **279**(51): 53288-53297.
- Madsen, S. S., Jensen, L. N., Tipsmark, C. K., Kiilerich, P., Borski, R. J., 2007. Differential regulation of cystic fibrosis transmembrane conductance regulator and Na⁺, K⁺-ATPase in gills of striped bass, *Morone saxatilis*: effect of salinity and hormones. *Journal of Endocrinology*, **192**(1): 249-260.
- Mancera, J. M., Carrión, R. L., Del Río, M. D. P. M., 2002. Osmoregulatory action of PRL, GH, and cortisol in the gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). *General and Comparative Endocrinology*, **129**(2): 95-103.
- Mancera, J. M., McCormick, S. D. 1999. Influence of cortisol, growth hormone, insulin-like growth factor I and 3, 3', 5-triiodo-L-thyronine on hypoosmoregulatory ability in the euryhaline teleost *Fundulus heteroclitus*. *Fish Physiology and Biochemistry*, **21**(1): 25-33
- Mancera, J.M., McCormick, S.D., 1998. Osmoregulatory actions of the GH/IGF axis in non-salmonid teleosts. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, **121**.1: 43-48.
- Manzon, L. A., 2002. The role of prolactin fish osmoregulation: a review. *General Comparative Endocrinology*, **125**, 291-310.
- Marshall, W. S., 2002. Na⁺, Cl⁻, Ca²⁺ and Zn²⁺ transport by fish gills: retrospective review and prospective synthesis. *Journal of Experimental Zoology*, **293**(3): 264-283.
- Marshall, W. S., 2003. Rapid regulation of NaCl secretion by estuarine teleost fish: coping strategies for short-duration freshwater exposures. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Biomembranes*, **1618**(2): 95-105.
- Marshall, W. S., Grosell, M., 2006. Ion transport, osmoregulation, and acid-base balance. *The Physiology of Fishes*, **3**, 177-230.
- Martinez, A. S., Cutler, C. P., Wilson, G. D., Phillips, C., Hazon, N., Cramb, G., 2005. Regulation of expression of two aquaporin homologues in the intestine of the European eel: effects of seawater acclimation and cortisol treatment. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*.
- Matty, A. J. 1985. Hormones, Migration and Sea Ranching. Chap. 8 *Fish Endocrinology*. Chap. 8. 0881-92-024-X. Timber Press, USA. 205-218.
- McConnell, R., Lowe-McConnell, R. H. 1987. *Ecological Studies in Tropical Fish Communities*. Cambridge University Press.
- McCormick, S. D., 1995. 11 hormonal control of gill Na⁺, K⁺-ATPase and chloride cell function. In *Fish Physiology* (Vol. 14, pp. 285-315). Academic Press.
- McCormick, 2011. *Encyclopedia of Fish Physiology; From Genome to Environment*, **2**: 1466-1473.

- McCormick, S. D., 2001. Endocrine control of osmoregulation in teleost fish. *American Zoologist*, **41**(4): 781-794.
- McCormick, S. D., Bradshaw, D., 2006. Hormonal control of salt and water balance in vertebrates. *General and Comparative Endocrinology*, **147**(1): 3-8.
- McCormick, S. D., Farrell, A. P., Brauner, C. J. (Eds.), 2013. *Fish Physiology: Euryhaline Fishes* (Vol. 32). Academic Press.
- McCormick, S. D., Hansen, L. P., Quinn, T. P., Saunders, R. L. 1998. Movement, migration, and smolting of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **55**(S1): 77-92.
- McCormick, S. D., Regish, A., O'Dea, M. F., Shrimpton, J. M., 2008. Are we missing a mineralocorticoid in teleost fish? Effects of cortisol, deoxycorticosterone and aldosterone on osmoregulation, gill Na⁺, K⁺-ATPase activity and isoform mRNA levels in Atlantic salmon. *General and Comparative Endocrinology*, **157**(1): 35-40.
- McCormick, S.D., 2001. Endocrine control of osmoregulation in teleost fish. *Am. Zool.* **41**,781-794. Pelis, R.M., McCormick, S.D., 2001. Effect of growth hormone and cortisol on Na-K -2Cl(-) cotransporter localization and abundance in the gills of Aatlantic salmon. *General Comparative Endocrinology*, **124**, 134-143
- Millar, R. B., McKenzie, J. E., Bell, J. D., Tierney, L. D. 1997. Evaluation of an indigenous fishing calendar using recreational catch rates of snapper *Pagrus auratus* in the North Island of New Zealand. *Marine Ecology Progress Series*, **151**, 219-224.
- Mommsen, T. P., Vijayan, M. M., Moon, T. W., 1999. Cortisol in teleosts: dynamics, Mommsen, T. P., Vijayan, M. M., Moon, T. W. 1999. Cortisol in teleosts: dynamics, mechanisms of action, and metabolic regulation. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, **9**(3): 211-268.
- Nabi, G., Amin, M., Ullah, N., Ahmed, N. 2014. An over view on the causes, types and role of hormones in fish migration. *International Journal of Scientific Engineering Research*, **5**: 404-412.
- Nearing, J., Betka, M., Quinn, S., Hentschel, H., Elger, M., Baum, M., Harris, H. W., 2002. Polyvalent cation receptor proteins (CaRs) are salinity sensors in fish. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **99**(14): 9231-9236.
- Nelson, J. S., 2006. *Fishes of The World* (4th edn.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, pp. 4-5
- Ogawa, M., Sugai, T., Murata, J., Watanuki, T., 1997. Effects of salmon prolactin and growth hormone on plasma osmolality, Na⁺ concentration and protein content in the saffron cod. *Fish Physiology and Biochemistry*, **17**(1-6): 289—293. 152
- Oğuz, A. R., 2015. A Histological Study of the Kidney Structure of Van fish (*Alburnus tarichi*) Acclimated to Highly Alkaline Water and Freshwater. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*.
- Oğuz, A.R,2013. Environmental Regulation of Mitochondria-Rich Cells in *Chalcalburnus tarichi* (Pallas, 1811) During Reproductive Migration. *The Journal of Membrane Biology*, **246**, 183188.
- Oliveira, A. K. D., Garavello, J. C. 2003. Fish assemblage composition in a tributary of the Mogi Guaçu river basin, southeastern Brazil. *Iheringia. Série Zoologia*, **93**(2): 127-138

- Otsuka, H., Iwata, A., 2011. Seasonal occurrence of larval, Juvenile and Young fishes in the floodplain of a Mekong tributary, Lao PDR. *Natural History Bulletin of the Siam Society*, 57.
- Özalp S, Aydemir BS, Olgun Ş, Şimşek B, Elmacı H, Evren M, Emre Ö, Aydın MB, Kurtuluş O, Öcal F, Can AZ, Yanmaz MN, Apa R, Duman TY, 2016. Van Gölü (Edremit Körfezi) kıyılarındaki çöllerinde tektonik deformasyonlar. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 153.
- Pelis, R. M., McCormick, S. D., 2001. Effects of growth hormone and cortisol on Na⁺-K⁺-2Cl⁻ cotransporter localization and abundance in the gills of Atlantic salmon. *General and Comparative Endocrinology*, 124(2): 134-143
- Pérez-Sánchez, J., Calduch-Giner, J. A., Mingarro, M., de Celis, S. V. R., Gómez-Requeni, P., Saera-Vila, A., Valdivia, M. M. 2002. Overview of fish growth hormone family. New insights in genomic organization and heterogeneity of growth hormone receptors. *Fish Physiology and Biochemistry*, 27(3-4): 243-258.
- Perry, S. F., Goss, G. G., Laurent, P., 1992. The interrelationships between gill chloride cell morphology and ionic uptake in four freshwater teleosts. *Canadian Journal of Zoology*, 70(9): 1775-1786.
- Persson, P., Sundell, K., Björnsson, B. T., Lundqvist, H. 1998. Calcium metabolism and osmoregulation during sexual maturation of river running Atlantic salmon. *Journal of Fish Biology*, 52(2): 334-349.
- Peter, M. C. S. 1996. Thyroid hormones and intermediary metabolism in fish: Influence of neem kernel extract. *Neem and Environment*, 2, 1189-1198.
- Peter, M. C. S., Peter, V. S., 2009. Action of thyroid inhibitor propyl thiouracil on thyroid and interrenal axes in the freshwater tilapia, *Oreochromis mossambicus* Peters. *Journal Endocrinology Reproduction*, 13: 37-44.
- Peter, M. S. 2007. *Thyroid Hormones and Hydromineral Regulation During Stress in Fish* (Doctoral dissertation, Radboud University Nijmegen).
- Peter, M. S., Lock, R. A., Bonga, S. E. W., 2000. Evidence for an osmoregulatory role of thyroid hormones in the freshwater Mozambique tilapia *Oreochromis mossambicus*. *General and Comparative Endocrinology*, 120(2): 157-167.
- Pickford, G. E., Phillips, J. G., 1959. Prolactin, a factor promoting survival of hypophysectomized killifish in freshwater. *Science* (130): 454-455.
- Pisam, M., Auperin, B., Prunet, P., Rentier-Delrue, F., Martial, J., Rambourg, A., 1993. Effects of prolactin on α and β chloride cells in the gill epithelium of the saltwater adapted tilapia "*Oreochromis niloticus*". *The Anatomical Record*, 235(2): 275-284.
- Poulsen, A. F., Hortle, K. G., Valbo-Jorgensen, J., Chan, S., Chhuon, C. K., Viravong, S., Tran, B. Q., 2004. Distribution and ecology of some important riverine fish species of the Mekong River Basin. *MRC Technical Paper*, 10, 116.
- Poulsen, A. F., Pœu, O., Viravong, S., Suntornratana, U., Tung, N. T., Mekong River Commission. 2002. Fish migrations of the Lower Mekong River Basin: implications for development, planning and environmental management.
- Poulsen, A. F., Valbo-Jorgensen, J., 2001. Deep pools in the Mekong River. *Catch and Culture*, 7(1): 1-8.

- Quinn, S. J., Kifor, O., Trivedi, S., Diaz, R., Vassilev, P., Brown, E., 1998. Sodium and ionic strength sensing by the calcium receptor. *Journal of Biological Chemistry*, **273**(31): 19579-19586.
- Reimer, A., Landmann, G., Kempe, S., 2009: Lake Van, Eastern Anatolia, Hydrochemistry and History. *Aquatic Geochemistry* **15**, 195-222.
- Roper, B. B., Scarnecchia, D. L., 1999. Emigration of age-0 Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) smolts from the upper South Umpqua River basin, Oregon, USA. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **56**(6): 939-946.
- Sakamoto, T, Oda, A., Narita, K., Takahashi, H., Oda, T., Fujiwara, J., Godo, W., 2005. Prolactin: fishy tales of its primary regulator and function. *Annals of the New York Academy of Sciences*, (1040): 184-188.
- Sakamoto, T., McCormick, S. D. 2006. Prolactin and growth hormone in fish osmoregulation. *General and Comparative Endocrinology*, **147**(1): 24-30.
- Sakamoto, T., Shepherd, B. S., Madsen, S. S., Nishioka, R. S., Siharath, K., Richman III, N. H., Grau, E. G., 1997. Osmoregulatory actions of growth hormone and prolactin in an advanced teleost. *General and Comparative Endocrinology*, **106**(1): 95-101.
- Saran, S., Schaap, P., 2004. Adenylyl cyclase G is activated by an intramolecular osmosensor. *Molecular Biology of The Cell*, **15**(3): 1479-1486.
- Schreiber, A. M., Specker, J. L. 1999. Metamorphosis in the summer flounder, *Paralichthys dentatus*: thyroidal status influences salinity tolerance. *Journal of Experimental Zoology*, **284**(4): 414-424.
- Seale, A. P., Watanabe, S., Grau, E. G., 2012. Osmoreception: perspectives on signal transduction and environmental modulation. *General and Comparative Endocrinology*, **176**(3): 354-360.
- Seidelin, M., Madsen, S. S., Byrialsen, A., Kristiansen, K., 1999. Effects of insulin-like growth factor-I and cortisol on Na⁺, K⁺-ATPase expression in osmoregulatory tissues of brown trout (*Salmo trutta*). *General and Comparative Endocrinology*, **113**(3): 331-342.
- Shimizu, H., Watanabe, E., Hiyama, T. Y., Nagakura, A., Fujikawa, A., Okado, H., Noda, M., 2007. Glial Na⁺ channels control lactate signaling to neurons for brain [Na⁺] sensing. *Neuron*, **54**(1): 59-72.
- Shrimpton, J. M., McCormick, S. D., 1998. Regulation of gill cytosolic corticosteroid receptors in juvenile Atlantic salmon: interaction effects of growth hormone with prolactin and triiodothyronine. *General and Comparative Endocrinology*, **112**(2): 262-274.
- Singer, T. D., Finstad, B., McCormick, S. D., Wiseman, S. B., Schulte, P. M., McKinley, R. S., 2003. Interactive effects of cortisol treatment and ambient seawater challenge on gill Na⁺, K⁺-ATPase and CFTR expression in two strains of Atlantic salmon smolts. *Aquaculture*, **222**(1-4): 15-28.
- Smith, D. C. W., 1956. The role of the endocrine organs in the salinity tolerance of trout. *Mem Soc Endocrinol*, **5**, 83-101.
- Stoner, A. W., 2004. Effects of environmental variables on fish feeding ecology: implications for the performance of baited fishing gear and stock assessment. *Journal of Fish Biology*, **65**(6): 1445-1471.



- Sykes, G. E., Johnson, C. J., Shrimpton, J. M. 2009. Temperature and flow effects on migration timing of Chinook salmon smolts. *Transactions of the American Fisheries Society*, **138**(6): 1252-1265
- T. Q. Bao, K. Bouakhamvongsa, S. Chan, K. Chhuon, T. Phommavong, A. F. Poulsen, P. Rukawoma, U. Suornratana, D. V. Tien, T. T. Tuan, N. T. Tung, J. Valbo-Jorgensen, S. Viravong, N. Yoorong., 2001. Local knowledge in the study of river fish biology: experiences from the Mekong. Mekong Development Series No. 1, *Mekong River Commission*, Phnom Penh.
- Takei, Y. and Loretz, C. A., 2006. Endocrinology. In *The Physiology of Fishes* (eds. D. H. Evans and J. B. Claiborne), 3rd edn, pp. 271–318. Boca Raton, FL: CRC Press
- Takei, Y., 2008. Exploring novel hormones essential for seawater adaptation in teleost fish. *General and Comparative Endocrinology*, **157**(1): 3-13.
- Takei, Y., Kawakoshi, A., Tsukada, T., Yuge, S., Ogoshi, M., Inoue, K., Hyodo, S., Bannai, H., Miyano, S., 2006. Contribution of comparative fish studies to general endocrinology: structure and function of some osmoregulatory hormones, *Journal of Experimental Zoology Part A: Comparative Experimental Biology* **305.9** (2006): 787-798.
- Timur, M., 2006. *Balık Fizyolojisi*, 975-591-943-0, İ.Ü. Yay. Sayı:957. Nobel Yayın Evi 34, Ankara.
- Tipsmark, C. K., Breves, J. P., Seale, A. P., Lerner, D. T., Hirano, T., Grau, E. G., 2011. Switching of Na⁺, K⁺-ATPase isoforms by salinity and prolactin in the gill of a cichlid fish. *Journal of Endocrinology*, **209**(2): 237-244.
- Tipsmark, C. K., Jørgensen, C., Brande-Lavridsen, N., Englund, M., Olesen, J. H., Madsen, S. S., 2009. Effects of cortisol, growth hormone and prolactin on gill claudin expression in Atlantic salmon *General and Comparative Endocrinology*, **163**(3): 270-277.
- Tipsmark, C. K., Madsen, S. S., 2009. Distinct hormonal regulation of Na⁺, K⁺-atpase genes in the gill of Atlantic salmon (*Salmo salar L.*). *Journal of Endocrinology*, **203**(2): 301-310.
- Tipsmark, C. K., Sørensen, K. J., Hulgard, K., Madsen, S. S., 2010. Claudin-15 and -25b expression in the intestinal tract of Atlantic salmon in response to seawater acclimation, smoltification and hormone treatment. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, **155**(3): 361-370.
- Tsukamoto, K. 1994. Origin of diadromous fishes and mechanism of migration. *Freshwater Fishes Migrating Between River and The Sea*, 2-17.
- Tsukamoto, K., Aoyama, J., Miller, M. J. 2002. Migration, speciation, and the evolution of diadromy in anguillid eels. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **59**(12): 1989-1998.
- Tsukamoto, K., Miller, M. J., Kotake, A., Aoyama, J., Uchida, K., 2009. The origin of fish migration: the random escapement hypothesis. In *American Fisheries Society Symposium*, (Vol. 69, pp. 45-61).
- Uchida K., Tsukamoto K., Kajihara T., 1990. Effects of environmental factors on jumping behaviour of the juvenile ayu *Plecoglossus altivelis* with special reference to their upstream migration. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **56**(9): 1393-1399.

- Utida, S., Hirano, T., Oide, H., Ando, M., Johnson, D. W., Bern, H. A., 1972. Hormonal control of the intestine and urinary bladder in teleost osmoregulation, *General and Comparative Endocrinology*, **3**, 317-327.
- Ünal, G., Çetinkaya, O., Elp, M., 1999. İnci kefalinde (*Chalcalburnus tarichi*, P., 1811) gonad gelişiminin histolojik olarak incelenmesi, *Turkish Journal of Zoology*, **23**, 329-338.
- Varsamos, S., C. Nebel, G.T. Charmantier., 2005. Ontogeny of osmoregulation in postembryonic fish: A review. *Comparative Biochemistry and Physiology* A141:401-429.
- Veillette, P. A., Sundell, K., Specker, J. L., 1995. Cortisol mediates the increase in intestinal fluid absorption in Atlantic salmon during parr-smolt transformation. *General and Comparative Endocrinology*, **97**(2): 250-258.
- Veillette, P. A., Young, G., 2005. Tissue culture of sockeye salmon intestine: functional response of Na⁺, K⁺-ATPase to cortisol. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*.
- Venero, J. L., Vizuete, M. L., Ilundain, A. A., Machado, A., Echevarria, M., Cano, J., 1999. Detailed localization of aquaporin-4 messenger RNA in the CNS: preferential expression in periventricular organs. *Neuroscience*, **94**(1): 239-250.
- Viravong, S. S., Singhanouvong, D., Phanousith, S., Warren, T. J., Soulignavong, C., Vonghachak, K., Saadsy, B., 1994. A measure of the relative abundance of selected fish species caught during migrations in the Muang Khong area of the Mekong River, Champassak province, Southern Lao PDR, May 1993 to March 1994. Indigenous Fishery Development Project, Fisheries Ecology Technical Report No. 3. Ministry of Agriculture Forestry, Department of livestock, 40 pp. Division of Fisheries. Vientiane. Indigenous Fishery Development Project. *Fisheries Ecology Technical Report*, (3).
- Visser, T., Kullaya, P., Udommongkhonkit, E., 2003. Mekong Fish Database: A Taxonomic Fish Database for the Mekong Basin. *Mekong River Commission*.
- Wendelaar., Bonga, S. E., 1997. The stress response in fish. *Physiological Reviews*, **77**(3): 591-625.
- Yako, L. A., Mather, M. E., Juanes, F., 2002. Mechanisms for migration of anadromous herring: an ecological basis for effective conservation. *Ecological Applications*, **12**(2): 521-534.
- Yang, B.Y., Greene, M., Chen, T.T., 1999. Early embryonic expression of the growth hormone family protein genes in the developing rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Molecular Reproduction and Development: Incorporating Gamete Research*, **53**(2): 127-134
- Yılmaz, B., 1999. *Hormonlar ve Üreme Fizyolojisi*. ISBN 975-96982-0-X. A.Ü. Veteriner Fak., 1. Basım, Ankara
- Yiğit, A., İrak, Z. T., Öztürk, D., Öztürk, E., Alpaslan, D., Şahan, T., Aktaş, N. Van Gölü Suyunun İyon Karakterizasyonu ile Su Kalitesinin Belirlenmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **7**(4): 169-179.
- Yiğit, A., İrak, Z. T., Öztürk, D., Öztürk, E., Alpaslan, D., Şahan, T., Aktaş, N. Van Gölü Suyunun İyon Karakterizasyonu ile Su Kalitesinin Belirlenmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **7**(4). 169-179.

- Yousefian, Mehdi, Shirzad, 2011. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, **5**(5): 467-475, 2011 ISSN 1991-8178.
- Zaugg, W. S., Prentice, E. F., Waknitz, F. W., 1985. Importance of river migration to the development of seawater tolerance in Columbia River anadromous salmonids. *Aquaculture*, **51**(1): 33-47.

ÖZ GEÇMİŞ

Ayşe YEŞİLBAŞ 1986 yılında Van'da doğdu. İlköğrenimin Beyüzümü İlkokulu'nda okudu. Ortaokulunu İkinisan İlköğretim Okulu'nda tamamladı. Lise öğrenimini ise Van Sağlık Meslek Lisesi'nde okudu. 2008 yılında Yüzüncü Yıl Tıbbi Laboratuvar bölümünden mezun oldu. 2012 yılında başladığı Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü'nden 2016 yılında mezun oldu. Halen Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji bölümünde yüksek lisans yapmaktadır. Şu anda Van bölge Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde Laboratuvar Teknisyeni olarak çalışmaktadır.

T.C VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ LİSANSÜSTÜ TEZ ORJİNALLİK RAPORU	
Tarih: 18 / 07 / 2019	
Tez Başlığı / Konusu: Van Balığı (<i>Alburnus tarichi</i>)'nda Üreme Göçü Sırasında Osmoregülasyonda Etkili Bazı Hormonların İncelenmesi	
<p>Yukarıda başlığı/konusu belirlenen tez çalışmamın Kapak sayfası, Giriş, Ana bölümler ve Sonuç bölümlerinden oluşan toplam 74 sayfalık kısmına ilişkin, 23/ 07 / 2019 tarihinde şahsım/tez danışmıcım tarafından Turnitin intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtreleme uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezin benzerlik oranı % 2 (iki) dir.</p> <p>Uygulanan filtreler aşağıda verilmiştir:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kabul ve onay sayfası hariç, - Teşekkür hariç, - İçindekiler hariç, - Simge ve kısaltmalar hariç, - Gereç ve yöntemler hariç, - Kaynakça hariç, - Alıntılar hariç, - Tezden çıkan yayınlar hariç, - 7 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç (Limit inatch size to 7 words) <p>Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Lisansüstü Tez Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Yönergeyi inceledim ve bu yönergede belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.</p> <p>Gereğini bilgilerinize arz ederim.</p>	
18.07.2019	
<p>Adı Soyadı: Ayşe YEŞİLBAŞ Öğrenci No: 17910002138 Anabilim Dalı: Biyoloji Programı: Statüsü: Y. Lisans <input checked="" type="checkbox"/> Doktora <input type="checkbox"/></p>	
<p>DANIŞMAN ONAYI UYGUNDUR</p> <p style="text-align: center;"> Doç. Dr. Ahmet Regaib OĞUZ</p>	<p>ENSTİTÜ ONAYI UYGUNDUR</p> <p style="text-align: center;"> (Unvan Ad Soyad İmza) Prof. Dr. Sema SENSOY Enstitü Müdürü</p>