

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



DİKENLİ TATLISU YILAN BALIĞI
(MASTACEMBALUSMASTACEMBALUS, BANK VE
SOLANDER, 1794)'İN BÖBREKLERİN HİSTOLOJİK YAPISI

Emrah SUİÇER

Yüksek Lisans Tezi

SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİK ANABİLİM DALI

ŞUBAT 2023

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Su Ürünleri Yetiştiricilik Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

**DIKENLİ TATLISU YILAN BALIĞI
(MASTACEMBALUSMASTACEMBALUS, BANK VE SOLANDER,
1794)'İN BÖBREKLERİN HİSTOLOJİK YAPISI**

Tez Yazarı
Emrah SUİÇER

Danışman
Prof.Dr. Sibel KÖPRÜCÜ

ŞUBAT 2023
ELAZIĞ

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Su Ürünleri Yetiştiricilik Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Başlığı: Dikenli Tatlısu Yılan Balığı (Mastacembalus Mastacembalus, Bank Ve Solander, 1794)'ın Böbreklerin Histolojik Yapısı

Yazarı: Emrah SUIÇER

İlk Teslim Tarihi: 11.01.2023

Savunma Tarihi: 13.02.2023

TEZ ONAYI

Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına göre hazırlanan bu tez aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından değerlendirilmiş ve akademik dinleyicilere açık yapılan savunma sonucunda OYBİRLİĞİ ile kabul edilmiştir.

Danışman:	Prof.Dr. Sibel KÖPRÜCÜ Fırat Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi	<i>İmza</i> Onayladım
Başkan:	Prof.Dr. Mine YAMAN Fırat Üniversitesi, Veterinerlik Fakültesi	Onayladım
Üye:	Dr.Öğr. Üyesi Fatma BAYDAŞ Bingöl Üniversitesi, Veterinerlik Fakültesi	Onayladım

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunun/...../20..... tarihli toplantısında tescillenmiştir.

İmza

Prof. Dr. Burhan ERGEN
Enstitü Müdürü

BEYAN

Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım “ Dikenli Tatlısu Yılan Balığı (MastacembalusMastacembalus, Bank Ve Solander, 1794)’ın Böbreklerin Histolojik Yapısı ” Başlıklı Yüksek Lisans Tezimin içindeki bütün bilgilerin doğru olduğunu, bilgilerin üretilmesi ve sunulmasında bilimsel etik kurallarına uygun davrandığımı, kullandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi, maddi ve manevi desteği olan tüm kurum/kuruluş ve kişileri belirttiğimi, burada sunduğum veri ve bilgileri unvan almak amacıyla daha önce hiçbir şekilde kullanmadığımı beyan ederim.

13.02.2023

Emrah SUIÇER



ÖNSÖZ

Yüksek Lisans Tezimin hazırlanmasında benden yardımlarını esirgemeyen değerli danışman hocam Prof. Dr. Sibel KÖPRÜCÜ'ye ve tüm hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Emrah SUIÇER
ELAZIĞ, 2023



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖNSÖZ.....	iv
İÇİNDEKİLER	v
ÖZET	vi
ABSTRACT	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. MATERYAL VE METOT.....	10
2.1. Materyal.....	10
3. BULGULAR.....	13
4. TARTIŞMA VE SONUÇ	22
KAYNAKLAR.....	23
ÖZGEÇMİŞ	

ÖZET

Dikenli Tatlısu Yılan Balığı (*Mastacembelus Mastacembelus*, Bank Ve Solander, 1794)'ın Böbreklerin Histolojik Yapısı

Emrah SUIÇER

Yüksek Lisans Tezi

FIRAT ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü

Su Ürünleri Yetiştiricilik Anabilim Dalı

Şubat 2023, Sayfa: viii + 26

Bu araştırmada; 2014/113 protokol no'lu projede kullanılan 5 adet *Mastacembelus mastacembelus*' dan alınan böbrek dokularına ait parafin bloklar kullanılmıştır. Parafin bloklardan 5-6 mikron kalınlığında kesitler alındıktan sonra hematoxilen eosin, crosmann ve Periodic acid Schiff (PAS) boyamaları yapıldı. Boyamaları yapılan preparatlar ışık mikroskopunda incelendikten sonra mikrofotografı ile görüntülendi.

Mastacembelus mastacembelus'un böbreği vücut boşluğunun üst tarafında, omurgaların altında ince ve uzun iki lop şeklinde yumuşak bir çift organ olarak görüldü. Kırmızımsı kahverenginde ve ince bir zarla kaplı olduğu belirlendi.

Her nefronda glomerulus ve glomerulusun etrafının Bowman kapsulu ile çevrildiği belirlendi. Ayrıca proksimal tubul, distal tubul ve toplayıcı tubullerin varlığı da gözlemlendi. Üriner tubullerin boyun segmenti, first ve second proksimal segmenti, distal segment ve toplayıcı kanallardan oluştuğu tespit edildi.

Anahtar Kelimeler: *Mastacembelus mastacembelus*, böbrek, histoloji

ABSTRACT

Histology Structure of the Kidneys of the spiny Freshwater Eel(*Mastacembelus mastacembelus*, Bank and Solander, 1974)

Emrah SUIÇER

Master's Thesis

FIRAT UNIVERSITY
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Aquaculture

February 2023, Pages: viii + 26

Histological examination of *Mastacembelus mastacembelus* (Bank and Solander, 1794) kidney caught from Keban Dam Lake.

In this study; Paraffin blocks of kidney tissues taken from 5 *Mastacembelus mastacembelus* used in the project with protocol number 2014/113 were used. After 5-6 micron thick sections were taken from paraffin blocks, hematoxylin, eosin, Crosmann and Periodic acid Schiff (PAS) stainings were performed. After the stained preparations were examined under a light microscope, they were visualized by microphotograph.

The kidney of *Mastacembelus mastacembelus* was seen as a soft double organ in the form of two long and thin lobes under the vertebrae in the upper part of the body cavity. It was determined to be reddish brown and covered with a thin membrane.

It was determined that the glomerulus and glomerulus were surrounded by Bowman's capsule in each nephron. In addition, the presence of proximal tubule, distal tubule and collecting tubules were also observed. It was determined that the urinary tubules consisted of neck segment, first and second proximal segment, distal segment and collecting ducts.

Keywords: *Mastacembelus mastacembelus*, kidney, histology.

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Çalışmada kullanılan <i>Mastacembalus mastacembalus</i>	10
Şekil 2.2. Böbrek dokusuna ait parafin bloklar	11
Şekil 2.3. Böbrek dokusunun parafin bloklarından mikrotomda kesit alınması.	13
Şekil 3.1. <i>M.mastacembelus</i> böbreğinde ven (H&E)	14
Şekil 3.2. <i>M. mastacembelus</i> un melanin pigmentleri	14
Şekil 3.3. <i>M.mastacembelus</i> 'un tubulusları ve melanin pigmentleri (H&E) a.Tubuluslar, b. Melanin pigmentleri.....	15
Şekil 3.4. <i>M.mastacembelus</i> böbreğindeki proksimal tubuller (H&E).....	15
Şekil 3.5. <i>M.mastacembelus</i> böbreğinde ven, glomerulus ve tubuller (H&E) a. Ven, b. Glomerulus, c. Tubuller	16
Şekil 3.6. <i>M.mastacembelus</i> böbreğinde korpuskuller (H&E)	16
Şekil 3.7. <i>M.mastacembelus</i> böbreğinde glomerulus ve Bowman kapsulu (H&E) a.Glomerulus, b. Bowman kapsülü.....	17
Şekil 3.8. <i>M.mastacembelus</i> böbreğinde proksimal ve distal tubuller (H&E). A. Proksimal tubul, b. Distal tubul	17
Şekil 3.9. <i>M.mastacembelus</i> böbreğinde glomerulus, B. Kapsulu, lenfoid hücreler (H&E) a.Bowman kapsulu, b. Lenfoid hücreler	18
Şekil 3.10. <i>M.mastacembelus</i> hemosiderin (H&E).	18
Şekil 3.11. <i>M.mastacembelusun</i> böbrek kesitinin trichrom boyaması.....	19
Şekil 3.12. <i>M.mastacembelusun</i> böbreğinin trichrom boyaması	19
Şekil 3.13. <i>M.mastacembelusun</i> böbreğinin PAS boyaması	20
Şekil 3.14. <i>M.mastacembelusun</i> böbreğinin PAS boyaması	20
Şekil 3.15. <i>M.mastacembelusun</i> böbreğinin PAS boyaması	21

1. GİRİŞ

Hayvanlar bazı metabolik atıklarını sindirim sistemi, derileri ve özel boşaltım organı olan böbrekler aracılığıyla atarlar. Böbrekler, trombosit ve granülositlerin meydana gelmesinde rolü olduğu gibi, kreatin, amonyak, üre, ürik asit gibi metabolizma atık maddeleri karbondioksit, pigment ve çeşitli organik tuzların vücuttan atılmasında da önemli görev bulunmaktadır. Balıkların hem solungaçları hem ağızları su ve tuz için geçirgendirler. Okyanuslarda suyun tuzluluğu balığın vücut sıvılarından daha yoğundur ve su vücuttan dışarıya çıkarken tuz içeri girmektedir. Tatlısu balıklarında ise farklı bir durum görülmektedir. Balıklar solungaçlarından tuz kaybederken, su alırlar. Çünkü içteki tuz çevredeki suda bulunan tuzdan daha fazladır. Balıkların azot kökenli atıklarının çoğu böbreklerden geçer ve su tuz dengesini bazı minerallerin atılması ya da alınması şeklinde yardımcı olur (Timur, 2008). Tatlısu tuzlu su va acı su gibi farklı ortamlarda yaşayan balıkların böbrekleri değişik fonksiyonları görmek için değişikliğe uğramışlardır. Bazı balıklarda böbreklerle genital sistemin yakın ilgisi bulunurken, birçok kemikli balıkta ayrı olmaktadır. Anterior kısmın hematopoietik alan olarak görev alması gruplara göre değişiklik göstermektedir (Kurtović vd., 2008; Timur, 2008; Hassan, vd., 2012)

Balıklarda böbrekler, karın boşluğunun yukarısında, omurgaların altında ve dorsal aortanın önünde yer alan yumuşak yapıda bir çift organdır. Genel olarak kırmızımsı kahverengindedir. Böbrek dışarıya bir kanalla vasıtasıyla açılır. Böbrekler balıklarda çok değişiklik gösterir. Teleost balıkların tür olarak çok sayıda olmaları nedeniyle değişik yapıda böbrek yapısına sahiptir. Salmonidlerde böbrekler oldukça büyük ve kalındır (Mccampbell vd. 2015; Sander ve Davidson, 2014). Böbrekler alabalıklarda vücut boyunca uzanır. Ergin balıklarda böbreğin ön kısmı lenfoid dokudan oluşur. Bu bölümde renal fonksiyon bulunmamaktadır. Böbrekler yayın ve sazan balıklarına vücut boyunca uzanmaz. Kranial ve kaval birbirinden tamamen birbirinden ayrılmış vaziyettedir. Japon balığının kranial böbreği hava kesesinin baş bölümünün hemen önünde yer alır, kaval bölümü ise, hava kesesinin baş ve son bölümleri arasında uzanır. Koi balıklarında kaval böbrek uzun ve dardır. Uzunluğu yaklaşık vücut boşluğu kadar olup, omurganın hemen altında yer alır. Anterior böbrek ise tam kalbin üzerine yerleşmiş olup, aynı zamanda tiroid foliküllerini de içermektedir. Yayın balıklarında kranial böbrek endokrin ve hemapoietik dokudan oluşup genellikle solungaçların arka kısmına doğru uzanır. Mersin balıkları ve kürek balıklarında böbrekler vücut boşluğu boyunca uzanırlar. Böbrekler posterior de kaynaşmış, anteriörde ayrı ve sivrilmiş durumdadır. Erkeklerde anterior kısım genital sistem ile bağlantılı olup testisten efferent kanalları alır. Böbrekteki tubüllerin birçoğu sperma taşımak üzere değişikliğe uğramıştır Ekingen, 2001; Timur, 2008; Charmi, 2010).

Balıklarda anatomik olarak iki tip böbrek bulunmaktadır. Bunlar pronefrik ve mezonefrikdir. Pronefrik böbrek siklostomatalarda ve çeşitli kemikli balıkların gençlerinde görülür. Bu tip

böbrekte anterior huni vücut boşluğundan doğrudan pronefrik tubuller yardımıyla pronefrik kanala geçer. Pronefrik böbrekte böbrek tubulleri çok az sayıda ve her biri silli bir huni şeklinde bir açıklıkla başlar. Bu silli huni şeklindeki açıklıkların herbirine nefrostom denir. Nefrostomun epiteli vücut boşluğunu örten peritonun devamıdır. Primitif glomeruli ise dorsal aortadan ayrılan bir kolun sölom boşluğunda yaptığı kapillar ağ olup, nefrostoma yakın bir şekilde oluşur (Mccampbell ve Wingert, 2014 Mccampbell *vd.* 2015; Bates *vd.*, 2018)

Mezonefrik böbrekte vücut boşluğuna açılan huniler yoktur. Bunun yerine mesonefrik tubuller bulunur ve kör bir şekilde sonuçlanır. Bu uca Bowman kapsülü adı verilir ve parmak basmak suretiyle çökmüş plastik bir topa benzemektedir. Ayrıca içinde kapillar ağdan oluşan glomerulus bulunur. Dışarıya atılacak materyaller glomerulustan Bowman kapsülüne geçer ve oradan toplama tubulüne daha sonra da böbrek kanalından dışarıya atılır. Balıkların çoğunda hayatın ilk devrelerinde görev alan pronefrik böbreğin yerini daha sonra mezonefrik böbrek alır. Dolayısıyla balıklarda çoğunlukla mezonefrik tip böbrek vardır (Timur, 2008; Genten *vd.* [2009](#)).

Mezonefrik bir balık böbreğinde çok sayıda nefronlar bulunur. Bir nefron malpighian cisimcikleri ile böbrek tubullerinden oluşur. Malpighian cisimciği Bowman kapsülü ile glomerulustan meydana gelen bir yapıdır. Malpighian cisimciklerinde sıkıca birbirine dolanmış arteriollerin oluşturduğu glomerulusu tek katlı yassı hücrelerden oluşan Bowman kapsülü sarmaktadır. Mesonefrik tubuller toplama kanallarına bağlanır, toplama kanalları da mezonefrik kanalla dışarıya atılır. Bazı kemikli balıklarda çok sayıda küçük glomeruluslar vardır. Bazılarında glomerulus orta büyüklükte olup, sayısında azalma görülür. Diğer bazılarında ise glomerulusta hem küçülme hem sayısında azalma bulunur. Yine kurbağa balığı gibi bazı deniz balıklarında da glomerulus tamamen kaybolmuştur. Malpighian cisimciklerinde glomerulus ve kapsül birlikte ultra filtre görevi yapmaktadır. Böylece kanın serum proteinleri kanda kalır. Boşaltım sıvısı tubullerde ilerlerken değişikliğe uğrar ve glukoz, çeşitli mineraller ve diğer eriyikler kana tekrar geri emilir. Bazı balıklarda bir kısım su da geriye emilir (Timur, 2008; Mccampbell, *vd.* 2014)

Tatlısu kemikli balıklarının tipik böbrekleri çok sayıda glomerulusa sahiptir. Bu balıklarda vücut sıvılarının osmotik basıncı bu sıvıların mineral ve organik bileşik miktarına bağlıdır. Tatlısu balıklarında osmotik basınç çevresindeki sudan fazladır. Dolayısıyla balığın içine su girme durumu vardır. Balıklarda suyu geçirgen bölgeler ağız, solungaçlar ve bağırsak yüzeyidir. Deri ve mukus ise derinin su permeabilitesini azaltır. Tatlısu balıklarında böbreklerin asıl görevi suyun atımında yatar. Bazı azotlu atıklar böbrek yoluyla atılır. Şeker ve diğer hayati önemi olan erimiş bileşiklerinde alıkonmasını sağlar (Walsh *vd.*, 2000; Nakada *vd.*, 2007).

Tatlısu balıklarının böbreklerinden çok miktarda suyun geçmesi nedeniyle deniz balıklarına göre daha büyüktür. Balıklarda böbrek çift kan damarına sahiptir. Bunlar renal arterler ve renal portal vena dır. Renal arterler kanı glomeruluslara gönderir ve buradaki buradaki kan basıncı glomerular filtrasyonu sağlar. Renal portal vena ise böbrek tubullerinin etrafındaki kapillar ağ ile

bağlantılıdır ve glomerulus içindeki kapillar yataktan gelen kan ile birleşir. Böbrek bölgesindeki bütün kan, postkardinal venalar aracılığıyla uzaklaşır (Timur, 2008; Mccampbell, vd. 2014).

Tatlısu balıklarının idrarında azotlu bileşikler aminoasitler, üre ve amonyak içermektedir. Toplam azotun %25 kadarı böbrekler tarafından atılır geriye kalanın büyük bir kısmı ise amonyak şeklinde solungaçlardan atılmaktadır. Klorid gibi bazı tuzlar idrar ve mukus yoluyla dışarı atılmaktadır. Balıklarda tuz kaybını önlemek için solungaçlar ve ağız membranı lityum, kalsiyum, klor, brom, asit fosfat ve sülfat iyonlarını absorbe eder (Tam vd., 2003; Drummond and Davidson, 2010).

Kemikli deniz balıkları kendi vücut sıvılarına göre daha hipertonic olan ortamda bulduklarından daima su kaybederler ve tuz kazanırlar. Su kaybını önlemek ve vücuttaki tuz miktarını arttırmak için deniz balıkları su içerirler. Deniz teleostlarının böbreği, farklı tuzluluk seviyeleriyle başa çıkmak için ana ozmoregülatör organdır (Genten vd., 2009). Deniz balıkları vücutlarındaki suyu korumak için idrar miktarı çok azalmıştır. Deniz balıklarında büyük çoğunluğu amonyak az miktarda üre olan azotlu atıkların %90 ı solungaçlardan atılır. İdrarda çok az miktarda amonyak, üre bulunup, kreatin, azot bileşikleri ve trinethylamine oksit de içermektedir (Tam vd., 2003; Janech vd. 2003; Klein vd., 2011).

Yılan balıkları gibi diadrom balıklar tatlısuya geçtiğinde denizlerde su kaybını önlemek için fazla tuz alma olayının tersine tuz kaybetme ve fazla su alma problemiyle karşılaşır. Genç salmon nehirlerden denizlere göç ettiğinde ise bu olayın tam tersi bir durumla karşılaşır. Bu nedenle hem anadrom hem katadrom balıklar osmotik basınçlarının ayarlanması için glomerular bir böbreğe sahiptirler. Yılan balıklarında tuz hücrelerinin hem sekresyon hem de absorpsiyon üniteleri bulunmaktadır (Mistry vd., 2005). Genç salmonlarda ise tuz hücreleri tam gelişmeden denize göç etmezler. Hipofiz, tiroid ve gonadlar hem göçe başlamadan hem de göç esnasında fizyolojik ayarlama rol oynarlar (Eckert vd., 2001; Sakamoto ve McCormick, 2001; Zwollo, 2018)

Kemikli balıklarda yapı ve fonksiyon bakımından tatlısu glomerular nefron, deniz glomerular ve deniz aglomerular nefron olarak gruplara ayrılmaktadır. Gökkuşağı alabalıkları tipik bir tatlısu glomerular nefron yapısındadır. Bowman kapsülü ve glomerulus oluşmuş renal korpuskule kısa bir boyun (nekt) tubul, proksimal tubul, distal tubul ve mesonefrik kanaldaki toplayıcı kanal sisteminden oluşmaktadır (Yasutake ve Wales, 1983; Yari ve Gharzi, 2013; Mccampbell vd., 2015; Mccampbell ve Wingert, 2014). Denizde yaşayanlarda renal korpuskülde bulunan glomeruluslar daha küçüktür ve az sayıdadır. Sarmal tüpçükde distal segment bulunmaz.

Glomerüler yapının önemine rağmen, bazı teleostların renal korpuslardan yoksun aglomerüler böbreğin fizyolojik önemi, farklı ortamlara adaptasyondur (Beyenbach, 2004; Ozaka vd., 2009). Örneğin, glomerül eksikliği, Antarktika türlerine, türlerin aşırı ortamlarda hayatta kalması için gerekli olan antifriz özelliklerine sahip kan glikopeptitlerini koruma yeteneği sağlar. Pelajik derin deniz gulper yılan balığı *Saccopharynx ampullaceus*'un (Harwood, 1827)

aglomerüler böbreğinin nötr yüzdürme kabiliyeti kazanmak için evrimleştiği düşünülmektedir (Ozaka vd. 2009). Beyenbach (2004), aglomerüler böbreğin en fazla 30 türde bulunduğunu ve bu özelliğin üç üst grupta Elopomorpha (derin deniz yılan balıkları), Paracanthopterygii (fener balıkları, kurbağa balıkları, vb.) ve Percomorpha (denizati, pipefishes, vb.) toplandığını bildirmektedir. Ozaka vd. (2009), listeyi 44 aglomerüler türü içerecek şekilde güncelleyerek, bir aglomerüler derin deniz balığı olan *Ateleopus japonicus* içeren Ateleopodomorpha üst düzenindeki aglomerüler böbreğe yol açan bir grup daha eklemiştir. Aglomerüler fener balıkları ve kurbağa balıkları artık Paracanthopterygii'ye ait değildir (Betancur-R vd. 2017)

Nefronların histolojisi salmonlarda aşağı yukarı benzerdir. Bowman kapsülü büyük afferent ve küçük efferent glomerular arteriol yumağından oluşmuştur. Boyun (nekt) segment genellikle kısadır hatta bazen farkedilemez. Hücreler kısa kolumnar ve dardır. Çekirdekleri bazale lokalize basofilik bir sitoplazması bulunmaktadır. Tubuler lümende siller bulunur ama fırçamsı hat bu bölgede yoktur. Boyun segmentinin dar lümeni sona doğru gidildikçe küçük olan tubüllerin çapları genişler (Vallon vd., 2011; Mccampbell vd., 2015)

Proksimal segment sillidir ve farklı segmentlerden oluştuğu bildirilmiştir. Ultrastruktürel olarak hücrelerin küboidal olduğu, apikal yüzlerinin silli, fırçamsı kenarların olmadığı belirtilmiştir. Proksimal ilk yani first segmentine geçiş aniden olur. Bu bölgede hücreler daha uzun kolumnar, çekirdeklerinin oval ya da yuvarlağımsı ve basalde lokalize olmaktadır. Apikal kısmında fırçamsı kenar baskındır ve zayıf eosinofilik bir sitoplazması bulunmaktadır. Sitoplazması bazal kısmı yoğun boyanırken, apikal kısmı daha zayıf boyanmaktadır. Lumen boyun segmentine göre daha geniş, hücreler daha uzundur (Yasutake ve Wales, 1983; Charmi, vd, 2010).

Proksimal segmentin first segmentinden second segmentine geçişte birden olur. Second kısımda kolumnar hücreler daha uzundur. Çekirdek oval ve merkeze yakındır. Lumeni first proksimal segmentten küçüktür ve fırçamsı kenarlar görülür. Hücreler daha uzun olduğundan tubuler çap daha geniştir. Second proksimal segmentten distal segmente geçiş hemen olur. Distal segmentte hücreler daha küçük kolumnardır. Çekirdek oval ve basale yakındır, fırçamsı kenar yoktur. Hem lümen hem tubul çapı daha küçüktür (Yasutake ve Wales; 1983; Charmi vd., 2010; Vallon vd., 2011).

Distal tubulun sonu toplayıcı kanala bağlanır. İki bölümünde boyanma karakterleri birbirlerine benzediklerinden dolayı bunları ayırt etmek kolay olmamaktadır. Toplayıcı kanaldaki sitolojik farklılıklar ultrastruktürel olarak fark edilmekte ancak ışık mikroskopta bunlar fark edilememektedir (Yasutake ve Wales, 1983; Charmi, vd., 2010; Mccampbell ve Wingert, 2014).

Balıklarda böbreklerin ön kısmı genellikle hematopoietik bir fonksiyona sahip olup, eritrosit, lenfosit ve myeloid serilerine ait hücrelerin üretilmesinde, antijenlerin tutulmasında ve antikor üretiminde rol oynarlar. Böbreklerde makrofajlar, melanomakrofajlar, lenfositler ve plazma hücreleri de bulunur. Antijenlerin tutulmasında ve bunlara karşı humoral immün yanıtın

oluşmasında da böbreklerin büyük etkinlikleri vardır (Kaattari ve Irwin, 1985; Fänge, 1986; Wolke, 1992; Meseguer vd., 1995; Press ve Evensen, 1999).

Ön böbrek, balığın endokrin sistemine entegre edilmiştir ve hipotalamus-hipofiz-interrenal hücre (HPI) eksenini ve hipotalamus-empatik sinir sistemi-kromafin dokusu (HSC) eksenini tarafından aracılık edilen stres yanıtı için çok önemlidir (Donaldson, 1981, Wendelaar Bonga, 1997). İnterrenal hücreler kortikosteroidler, özellikle de stres hormonu olarak da bilinen kortizol salgırlarlar. Bazı stresör uyarılara yanıt olarak plazma kortizol seviyelerindeki bir artış, bu hücrelerin ve çekirdeklerinin alanlarını ve çekirdeklerinin çaplarını ölçerek değerlendirilebilen interrenal hücre aktivitesinde bir artış anlamına gelir (Donaldson, 1981).

Kök hücre teknolojisinde balıkların bazı hücrelerini (böbrek, karaciğer,beyin,kalp, yüzgeç,omurilik,retina) rejenerasyon ile yenileyebilmelerinden dolayı farelere göre üstün bir özelliğe sahiptir. Balıklarda rejenerasyonda etkili olan hücrelerin kök hücreleri oldukları ileri sürülmüştür (Diep vd. 2011; Mccampbell ve Wingert, 2014; Wan vd. 2016; Bates vd. 2018). Yapılan çalışmalarda (D.Jong vd. (2011) kan kök hücrelerinin Zebra balıkları böbreklerinde depolandıkları rapor edilmiştir.

Mastacembelidae familyasına ait balık türleri Afrika, Kore, Malezya, Doğu Hindistan İran ve Suriye gibi geniş bir coğrafik alana yayılım göstermektedir. Bol bitkili ve kayalıklı akarsular ve durgun sularda yaşamaktadırlar (Coad ve Keivany, 2002; Jalali vd., 2008).

Söz konusu familyanın ülkemizde tüm özelliklerini taşıyan sadece *Mastacembelus mastacembalus* türü bulunmaktadır. (Kuru, 1975). İnce ve uzun yapıda vücut ve baş bölgesinin olması, ventralde yüzgeçlerinin bulunmaması ve dorsalde sırt kısmında yatıp çıkabilen, birbirinden ayrı 32-34 tane anal yüzgecin önünde de 3 tane dikenlerinin bulunması nedeniyle dikenli tatlısu yılan balığı olarak da isimlendirilir. Çenelerinde gelişkin sivri dişleri vardır. Nispeten küçük olan ağız ve solungaç açıkları boğazın gerinde yer almaktadır. Vücudu gri esmer renginde olup, belirgin koyu lekeler bulunmakta ve bazı türlerinde küçük sikloid pulların haricinde genellikle pul bulunmamaktadır. Ayrıca yine bu familya da rostral uzantı diye isimlendirilen burnun önünde iki adet tubuler burun deliği yer almaktadır (Vreven, 2004).

Eti sevilerek tüketilen balık türüdür. Kumlu ve bol çamurlu yerlerde yaşarlar. Gündüz bitkiler arasına saklanır veya çamurun dip kısımlarına gömülürler.Geceleri yuvadan beslenmek için çıktıklarından dolayı avlanmaları zordur(Geldiay ve Balık, 1988).

Sular kurduğunda bile bir süre toprak içine gömülerek yaşayabilen bu türler, kısa veya uzun sürelerde kış uykusunda kalma yetenekleri vardır. Beslenmeleri hakkında fazla bilgi bulunmamakla birlikte, genel anlamda karnivor balıklardır. Diğer balıkların larva ve yumurtalarını da tüketebilmektedirler. Gerek avcılık gerekse akvaryum balıkçılığı yönünden ekonomik olarak öneme sahiptir. (Sufi, 1956). *M. mastacembelus* türü Atatürk Baraj Gölü ve Keban Baraj Gölü (Ekingen ve Sarıyyüpoğlu, 1981), Kozluk Çayı, Sultansuyu Çayı ve Tohma Çayı'nda (Erdemli ve

Kalkan, 1996 tespit edilmiş ve tanımlanmıştır. Başta Atatürk Baraj Gölü olmak üzere bölgedeki diğer baraj göllerinde ticari olarak avcılığı yapılmaktadır.

Mastacembalus. mastacembalus ile ilgili bir çok araştırma mevcuttur. Örneğin;

Atatürk Baraj Gölü'nde yakalanmış olan *M.mastecembelus* ların karaciğer, gonad, solungaç ve böbreklerde kas dokusuna ağır metal birikime bakılmıştır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, bir kısım ağır metallerin ((Cu), (Fe), (Ni), (Mn) ve (Zn))' sadece kas dokusunda su ürünleri için kabul edilebilir değerlerin altında olduğu görülmüştür. Diğer dokularda yüksek oran tespit edilmiştir (Karadede vd, 1997)

Sultansuyu Deresi, Beyler Deresi ve Karakaya Barajı'nda yaşayan *M. mastacembelus* türünün boy ağırlık ilişkileri ve büyüme gibi biyolojik özellikleri (Kılıç, 2002), Karakaya Baraj Gölü 'nde bulunan *M. mastacembalus* ların üreme biyolojisi (Eroğlu, 2004) çalışılmış ve bu Baraj gölünde Haziran_Temmuz aylarında yumurta bıraktığı belirlenmiştir. Yine bir başka araştırmacı (Pazira vd., 2005) *M. mastacembelus* un erkek ve dişiler arasında boy ağırlık ilişkisini çalışmışlar ve ortalama 6 yaş grubunda olan balıklarda erkeklerin dişilerden daha uzun boya sahip olduğunu belirlemişlerdir.

Mastacembelidae familyasının coğrafik olarak (Orta Doğu ve Güney Doğu Asyadan Afrika'ya kadar) yayılım göstermektedir (Vreven 2004). *Mastacembelus ophidium* da yapılan bir çalışmada metrik ve meristik olarak 90–101 adet omur, 91–126 adet dorsal yüzgeç ışını, 107-136 adet ise anal yüzgeç ışın sayısı saptanmıştır (Vreven 2005). Bazı araştırmacılar da (Vreven ve Teugels, 2005), *M. liberiensis* türünü morfometrik, meristik, intraspesifik ve renk çeşitliliği yönünden ele almışlardır.

Karakaya Baraj Gölü'ndeki *M.simack*'ın üreme biyolojisiyle ilgili yapılan bir araştırmada (Eroğlu ve Şen 2007), yaptıkları çalışmada, Haziran ve Temmuz aylarında üremeye başladıkları tespit edilmiştir. Başka bir araştırmalarda *M.mastacembalus*'un, otolit büyüklük (uzunluk, genişlik ve ağırlık) ile total uzunluğu arasında doğrusal bir ilişkinin olduğunu (Eroğlu ve Şen, 2009), Atatürk Baraj Gölü'ndeki dişi *M. mastacembalus*'ların Mayıs-Temmuz aylarında yaklaşık 2540-24000 arasında yumurta bıraktığını (Oymak vd., 2009), dişi ve erkekler arasında ağırlık ve boy dağılımlarının önemli olduğunu, yaş dağılımının 1-21 yıl arasında değiştiğini ve 9 yaşından büyük dişilere rastlamadıklarını (Gümüş vd., 2010) bildirmişlerdir.

Karakaya Baraj Gölü, Tohma Çayı ve Dicle Nehrindeki *M. mastacembalus* popülasyonlarının morfolojik özelliklerinin incelendiği araştırmada (Çakmak ve Alp, 2010) Karakaya Baraj Gölü popülasyonunun alt çene uzunluğunun (LJL) Tohma Çayı ve Dicle Nehirlerindeki diğerden önemli oranda daha küçük olduğunu, dorsal yüzgeç ışın sayısının nehirdekilerde baraj gölündekilere göre iki ışın fazla olduğunu belirlemişlerdir.

Kara vd., (2014). Yapılan çalışmada Adıyaman bölgesi akarsularından ve bitki yönünden bol olan Ziyaret çayı, Kahta çayı, Göksu çayı, Sofraz çayı, Çakal deresi ve Aksu çayı'nda elde

edilen *M. mastacembelus*'larda ziyaret çayında yakalananlarda dorsal, anal ve kaudal yüzgeçlerinin bütünüyle birleşik olduğu diğer bölgelerde ise birbirine çok yakın görülmesine rağmen bariz olarak kaudal, anal ve dorsal yüzgeçlerin birbirlerinden ayrıldığını belirtmişlerdir.

M. mastacembalus türünde embriyonik gelişimin incelendiği çalışmada (Şahinöz vd., 2006a), sperm ve yumurtalar karıştırılmış, ilk çatlamının döllemeden 4 saat sonra , larvaların yumurtadan çıkması ise 84 saat sonra gerçekleştiği ve yumurtalarda döllenme oranının %80, olduğu tespit edilmiştir. Yine başka bir çalışmada (Şahinöz vd., 2006b) *M. mastacembelus* un yumurtlama mevsiminde kuru sıcaklıkta erkeklerinin süt kalitesinin etkin bir şekilde etkilendiği, kaliteli sütün haziran ayında olduğu ve yumurtlama döneminin de kısa olduğu tespit edilmiştir.

M.mastacembelus'un parazitik faunalarıyla ilgili yapılan çalışmalardan Zarivar (Irak) ve Parishan (İran) Gölleri ile Heleh (Booshehr İli) nehrinden toplanan örneklerde solungaç ve deride, göz merceğinde, bağırsağında ve bağırsak duvarında parazit türleri saptanmıştır (Jalali vd.,2008). Büyük Zab nehrinden toplanan *M. mastacembalus* türünde ise ekto ve endo parazitler incelenmiş ve iki protozoon, bir monogenetik trematod, altı digenetik trematod iki tür cestod, iki tür nematod, birer tür sülük, crustacea ve rachnoide tespit edilmiştir (Bashe ve Abdulllah, 2010).

Taşbozan vd. (2009) tarafından yapılan araştırmada *M. mastacembalus*'un insan sağlığı ve beslenmesi yönünden değerli bir besin maddesi olduğu bildirilmiştir.Yine Atatürk Baraj Gölü'nden elde edilen *M. mastacembalus*'un taze ve tütsüleme işlemi sonrasında temel besin maddelerinin belirlendiği bir çalışma da (Olgunoğlu, 2011a) taze balıktaki protein, yağ ve karbonhidrat miktarları ile tütsüleme sonrasındaki miktarları arasında önemli değişikliklerin bulunduğu, tütsülemenin özellikle EPA ve DHA gibi esansiyel yağ asidi miktarlarında azaltıcı bir etkisi olduğu bildirilmiştir. Ayrıca Fe, Zn ve Cu gibi mineraller açısından önemli bir kaynak, E vitamini açısından zengin ancak A vitamini açısından fakir olduğunu da belirtmişlerdir. Yazar başka bir çalışmasında da tütsüleme işleminden sonra *M. mastacembalus* 'da esansiyel aminoasitlerden en yüksek seviyede lizinin bulunduğunu ardından treoninin takip ettiğini bildirmiştir (Olgunoğlu, 2011b).

Mastacembelus türlerinin organlarının histolojik çalışmalarına bakacak olursak;

Dauod vd., (2011), *M. mastacembalus*'un derisinin histolojik yapısını inceledikleri çalışmalarında, vücut yüzeyinin dokuz ayrı bölgesinden aldıkları deri örneklerine ait doku kesitlerinde balığın derisinin üç katmandan (epidermis, dermis ve subkutis) meydana geldiğini ve bu katmanlarında tekrar kendi içinde farklılaştığını belirtmişlerdir.

Mastacembelus mastacembelus'un solungaçların histolojik ve bazı histokimyasal özelliklerini inceleyen araştırmada (Dabak ve Köprücü, 2015), solungaçların dört holobranş ve bunlarında filament ve lamellalardan meydana geldiği bildirilmiştir. Mikroskobik olarak, solungaçlarda, primer filament,sekonder lamellalar, afferent ve efferent branşial arterlerler, plaster, klorid ve çok sayıda mukus hücreleri yer aldığı görülmüştür. Plaster hücrelerinin koyu renkli

sitoplazmalarının az ve çekirdeklerinin merkeze doğru lokalize bulunduğu, klorid hücrelerinin primer filamentte ve az sayıda gözlemlendiğini, mukus hücrelerinin ise primer filament ve sekonder lamellalarda bol miktarda yerleşmiş olduğunu tespit etmişlerdir.

Mastacembelus mastacembelus'un mide ve bağırsaklarının histolojisi ile ilgili yapılan çalışmada (Karataş ve Köprücü, (2016), midenin üç farklı bölümden oluştuğu belirtilmiştir. Bunlar, kardiak, fundus ve pilorik olup, herbirinin tunika mukoza, submukoza, t.muskülaris ve t.serosa tabakalarından meydana geldiği gözlemlenmiştir.. Midede yapılan histokimyasal boyamalar sonucunda mukus hücrelerindeki glukokonjugatların, değişen derecelerde reaksiyonlar verdiği tespit edilmiştir.

Çeşitli balık türlerinin böbreklerinin histolojik yapılarıyla ilgili çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin; Van Balığı, *Alburnus tarichi* üreme amacıyla tatlısı girmesiyle alkali ve tatlı suda böbrek dokusunda meydana gelen gelişimler histolojik olarak incelenmiştir. Her iki ortamdan alınan balıkların böbreklerinin histolojisinin karşılaştırılması yapılmış, Tatlı suya alışmış balıkların glomerular hacmi ve toplayıcı tubullerin çapının daha büyük ve duvarlarının daha kalın olduğu, alkali göl suyuna adapta balıklarda ise glomerular hem daha küçük boyutlu hem de sayısının azaldığı bildirilmiştir (Oğuz, 2014).

Körfezlerin marjinal bölgelerinde yaygın olarak bulunan Neotropik bir balık olan *Gymnotus inaequilabiatus*'un baş ve ekzokrin böbreğindeki histolojik ve histopatolojik özellikleri tanımlanmıştır. Işık mikroskopunda incelenen böbrekte lipofuscin ve hemosiderin içeriği, melonomakrofağ merkezlerinde (MMC'ler) görülmüş. Tüm biyometrik vücut değişkenleri, özellikle böbrek ağırlığı ve brüt lezyon sayısı belirlenmiş. Baş ve ekzokrin böbreğin genel yapısı, diğer teleost türleri için tanımlanana benzer olduğu, MMC'lerin her iki kısımda da yaygın olduğu bildirilmiştir (Fernandes, vd., 2019).

Başka bir araştırmada ise (Hassan vd., 2012) Karoon Nehri'nde yaşayan *Barbus pektoralis* (Cyprinidae)'in böbreğinin morfolojik ve mikroskopik özellikleri tanımlanmıştır. *B. pektoralis*'in böbreğinin ince ve uzun iki lobdan oluştuğunu, böbreklerin boşaltım ve hematopoietik dokulardan ibaret olduğunu bildirmişlerdir. Boşaltım kısmının böbrek korpusu ve idrar tubullerinden oluştuğu, boyun segmentinin tek sıra silli küboidal ya da düşük kolumnar epitel hücrelerinden, proksimal tübüllerin ise, iyi gelişmiş fırça kenarlı uzun kolumnar hücrelerden oluştuğunu rapor etmişlerdir. Distal tubulde solgun kolumnar hücreler ve hücrenin bazalinde yerleşmiş oval çekirdeklerin mevcut olduğunu, toplayıcı tubullerde ise yüksek küboidal epitel hücrelerinin varlığını tespit etmişlerdir.

Bazı araştırmacılar (Charmi vd., 2010) tarafından hem tatlı su hem de deniz ortamlarında yaşayabilen eski ve ticari balıklar olan mersin balıklarının (*Huso huso* ve *Acipenser persicus*) böbrek nefronlarının yapısı ve dağılımı araştırılmıştır. Bunun için balıklarda baş, gövde ve kaudal kısımlarından örneklemeler yapılmış. Genç *Huso huso* ve *Acipenser persicus* böbreğinin ince ve uzun iki lobdan oluştuğu, baş, gövde ve kaudal olmak üzere üç kısma ayrıldığını tespit etmişlerdir.

Ayrıca mersin balığının böbreğinin glomerüller, bowman kapsülü, proksimal, (I ve II), distal ve toplayıcı tübülerden oluştuğunu belirtmişlerdir. Proksimal tübüller, iyi gelişmiş fırça kenarlı kübik hücrelerden oluştuğu, distal tübüllerin ise, fırça kenarlığı olmayan küboidal epitele sahip, toplayıcı tübüllerin de yüksek kübik epitel ile kaplı olduğu, *A. persicus* ile *H. huso* arasında böbrek yapısı ve nefron morfolojisi açısından herhangi bir fark olmadığı bildirilmiştir.

Yine *Huso huso* ile yapılan başka bir çalışmada (Charmi vd., 2009) ortalama 1-2 yaşlarında olan *Huso huso* böbreğinin glomerulus, proksimal, distal, toplayıcı tubul ve Bowman kapsüllerinin morfolojik ölçümleri yapılmıştır. Yapılan ölçümlerde 1 ve 2 yaşlarındaki balıkların böbrek ölçümlerinde istatistiksel olarak bir fark olmadığı gözlenmiştir.

Yukarıda da anlatıldığı gibi *M. mastacembelus* türü ile ilgili sistematik, temel bilimler, beslenme, üreme, hastalıklar gibi birçok çalışma mevcuttur. Histolojik olarak balığın derisi, solungaçları, midesi, bağırsaklar ve karaciğeri çalışılmış olup, böbreğinin histolojik yapısı ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Böbrek, vücudun savunma mekanizması, boşaltım sistemi ve osmoregulasyon gibi birçok önemli fonksiyonunda büyük rolü bulunan bir organdır. Bu araştırmada gerek avcılık gerek akvaryum balıkçılığındaki önemi gerekse de esansiyel aminoasitler yönünden zengin ve organoleptik kalitelerinin iyi olması sebebiyle ekonomik öneme sahip olan *Mastacembelus mastacembelus* (Bank ve Solander 1794)'un böbrek dokusunun histolojik yapısı araştırılacaktır.



2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

Keban Baraj Gölü'nden Yakalanan *Mastacembelus mastacembelus* (Bank ve Solander 1794) Böbreğinin Histolojik Olarak İncelenmesi" başlıklı yüksek Lisans daha önceden onay alınan 2014/113 protokol nolu projede kullanılan 5 Adet *Mastacembelus mastacembelus'* dan alınan böbrek dokularına ait parafin bloklar kullanılmıştır. Bu çerçevede bu çalışmanın "Fırat Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurul Yönergesi" hükümleri yönünden uygun olduğuna dair karar 22.06.2021-2636 nolu tarih ve sayıda oybirliği ile verilmiştir.



Şekil 2.1. Çalışmada kullanılan *Mastacembelus mastacembelus* (Dabak ve Köprücü, 2015)

Yukarıda Şekil 2.1. de çalışmada kullanılacak *Mastecembalus mastecembalus* resmine yer verilmiştir.



Şekil 2.2. Böbrek dokusuna ait parafin bloklar

Leica marka kızaklı mikrotomda parafin bloklardan 5-6 mikron kalınlığında doku kesitleri alındı (Şekil 2.3.) Alınan kesitler 40-45 °C sıcaklıktaki su banyosunda açılmaları sağlandıktan sonra lamlara alındı. Lamlara dokuların iyi yapışmasının sağlanması için lamlar 56 °C'deki etüvde 1 saat boyunca bekletildi ve sonra oda sıcaklığında muhafaza edildi.

Yukarıda Şekil 2.2'de Böbrek dokusuna ait parafin bloklara yer verilmiştir

Aşağıda Şekil 2.3 de belirtildiği üzere üzere parafin bloklardan mikrotomda kesitler alınmıştır.



Şekil 2.3. Böbrek dokusunun parafin bloklarından mikrotomda kesit alınması.

Alınan kesitlere mikroskopik incelemeler için Hemotoksilen & Eosin Boyaması (Luna, 1968), Crossman Üçlü Boyaması (Crossman., 1937) ve Periyodik Asit-Schiff (PAS) Boyaması (Luna,1968) uygulandı. Zeizz marka Işık mikroskobunda incelemeler yapılarak görüntüleri alındı.

3. BULGULAR

Mastacembelus mastacembelus 'un böbreği vücut boşluğunun üst tarafında, omurgaların altında ince ve uzun iki lop şeklinde yumuşak bir çift organ olarak bulunmaktadır. Dıştan bakıldığında kırmızımsı kahverenginde olduğu ve ince bir zarla kaplı olduğu görüldü.

Mikroskopik olarak incelendiğinde böbreklerin hematopoitik-lenfoid dokulardan ve boşaltım-renal dokulardan oluştuğu görüldü. Hematopoitik dokuda melanin pigmentli hücreler mevcuttu ki bunlara melanomakrofajlar denir.

Böbreğin baş kısmının hematopoitik dokudan oluştuğu, tubul ve glomerulusların bulunmadığı belirlendi. Böbreğin kavdal kısmında ise hematopoitik dokunun azaldığı hatta tamamen yok olduğu, bol miktarda tubullerin ve glomerulusların bulunduğu görüldü. Hematopoitik doku nefronların aralarını doldurmaktadır.

Her nefronun glomerulustan oluştuğu ve bununda etrafının Bowman kapsulu ile çevrildiği belirlendi. Ayrıca proksimal tubul, distal tubul ve toplayıcı tubullerin varlığı da gözlemlendi. Üriner tubullerin boyun segmenti, first ve second proksimal segmenti, distal segment ve toplayıcı kanallardan oluştuğu tespit edildi.

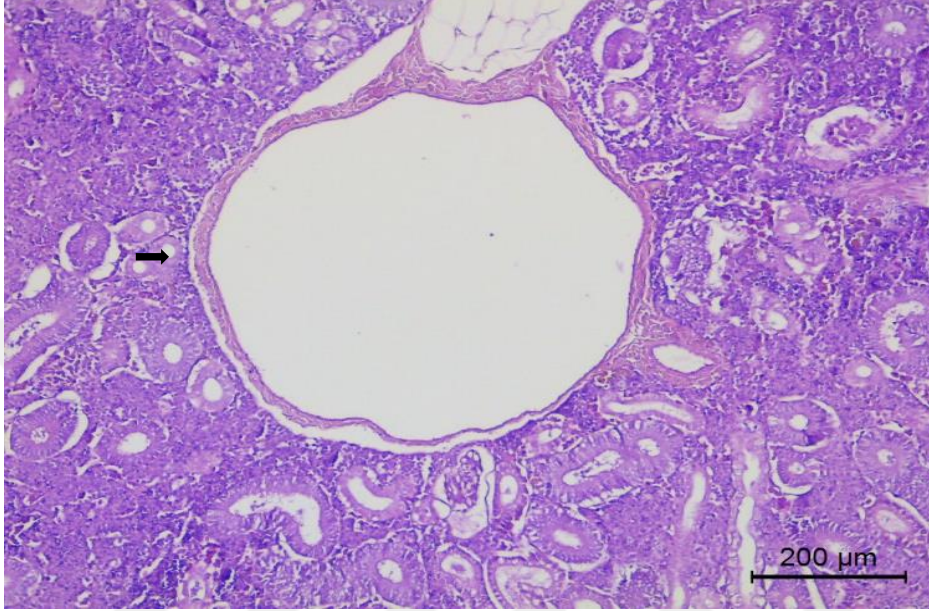
Böbreğin en dış yüzeyinin tek katlı yassı hücrelerden meydana gelmiş ince gevşek bir bağ dokudan oluştuğu görüldü. Renal korpuskulanın bir glomerulus ve Bowman kapsülünden ibaret olduğu saptandı. Glomerulus, yoğun bir şekilde anastomozlaşan kılcal damarlarından oluşan bir ağ topluluğu şeklinde ve etrafında Bowman kapsülü ile çevrili durumdadır. Bu kılcal damarlar içinde afferent ve efferent damarlar yer alır. Kan ile gelen elementler glomerulustan Bowman kapsülüne geçer ve oradan da boyun, proksimal, distal ve toplayıcı kanallardan geçerek dışarıya atılmaktadır.

Bowman kapsülü basal membran üzerinde tek katlı yassı hücrelerden oluşmuştur. Bowman kapsülünün iki farklı tabakadan meydana geldiği görülmüştür. Glomerulusta kapillar endotelial hücre podosit gibi çok sayıda hücre bulunduğu belirlendi.

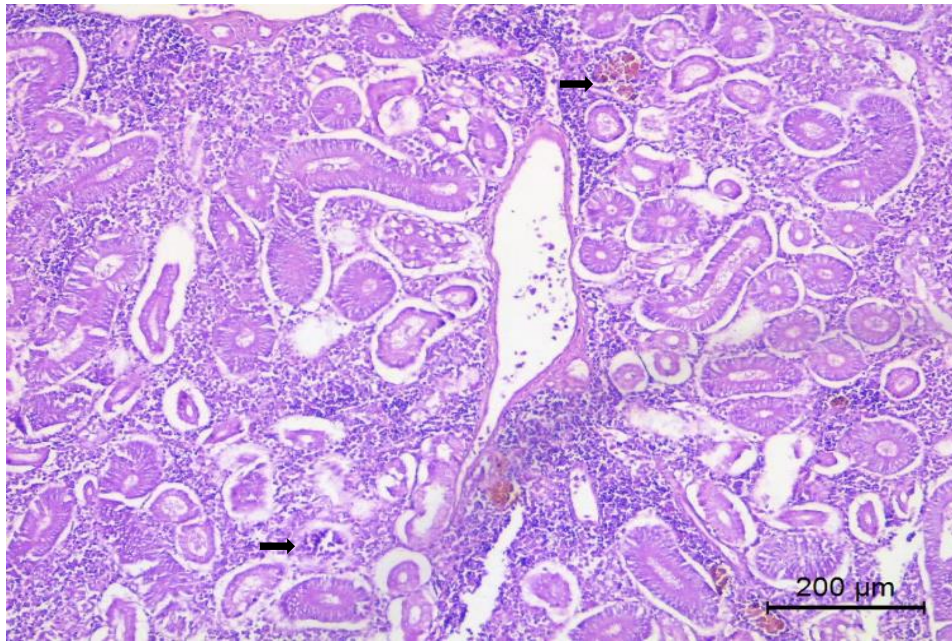
Üriner tubullerde boyun segmenti silli kuboidal ya da kısa kolumnar şeklinde tek katlı epitel hücrelerden meydana gelmiştir. Bu hücrelerin sitoplazmaları zayıf bazofilik boyanmış çekirdekleri basale yakın konumda, oval ya da yuvarlağımsı şekildedir.

Mastacembelus mastacembelus un böbreğinin proksimal kısmında hücrelerin boyları daha uzundur ve nefronun en gelişmiş bölgesidir. Bu tubul eosinofiliktir ve tek katlı kolumnar hücrelerden ibarettir. Fırçamsı kenar bulunmaktadır. Buradaki hücrelerin çekirdekleri yuvarlak ve hücrenin alt kısmına doğru yerleşmiştir. Proksimal tubulun first sementinde kolumnar epitelial hücreler daha uzun çekirdekler basalde , zayıf eosinofilik sitoplazma va apikalde fırçamsı kenar bulunmaktadır. Second proksimal segmentte kolumnar epitel hücreler first segmente göre daha uzun çekirdek merkeze lokalize ancak fırçamsı kenar biraz daha az belirgin bulunmaktadır. Bu hücrelerin sitoplazmaları yoğun eosinofilik boyanmıştır.

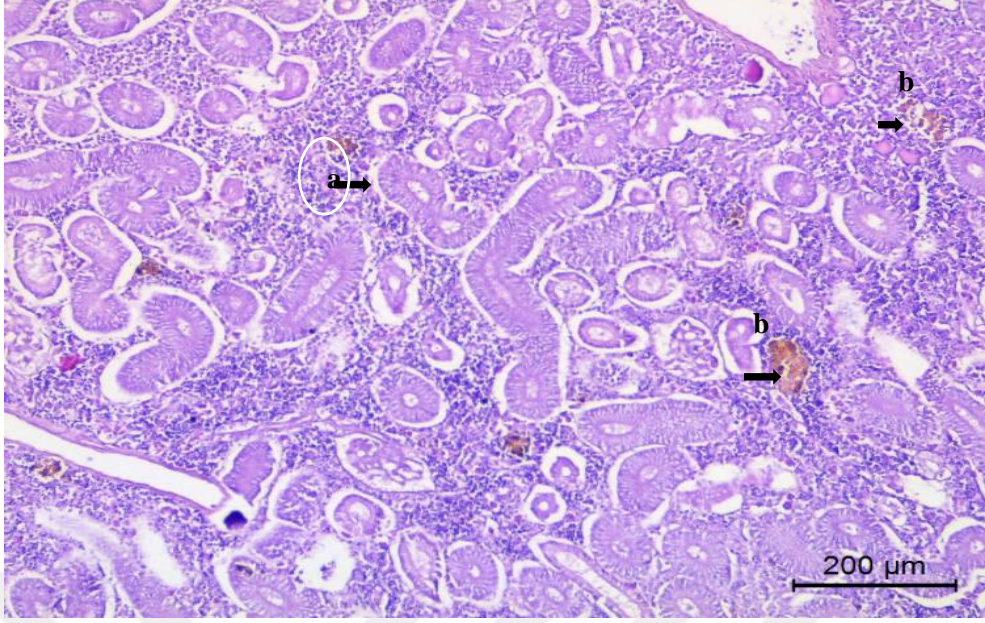
Distal tubuller proksimal tubule göre daha kısıdır. Toplayıcı kanalların baş kısmı distal segmente göre daha geniş, kolumnar epitelyum zayıf eosinofilik, çekirdek bazalde ve fırçamsı kenarı bulunmamaktadır. Düz kaslar bağ dokular bu bölgede görülmektedir. Toplayıcı kanallar proksimal ve distal tubullerden çapı daha geniş olduğu belirlendi.



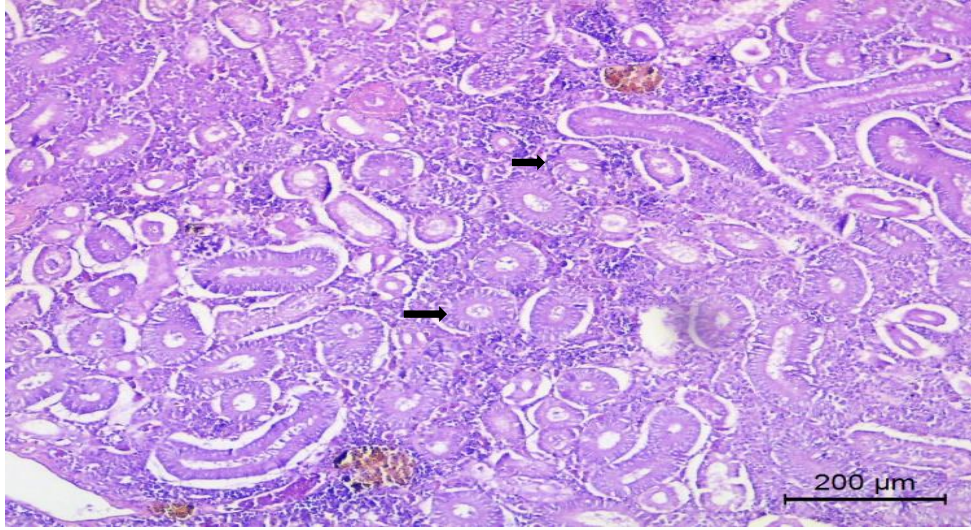
Şekil 3.1. *M.mastacembelus* böbreğinde ven (H&E)



Şekil 3.2. *M. mastacembelus* un melanin pigmentleri

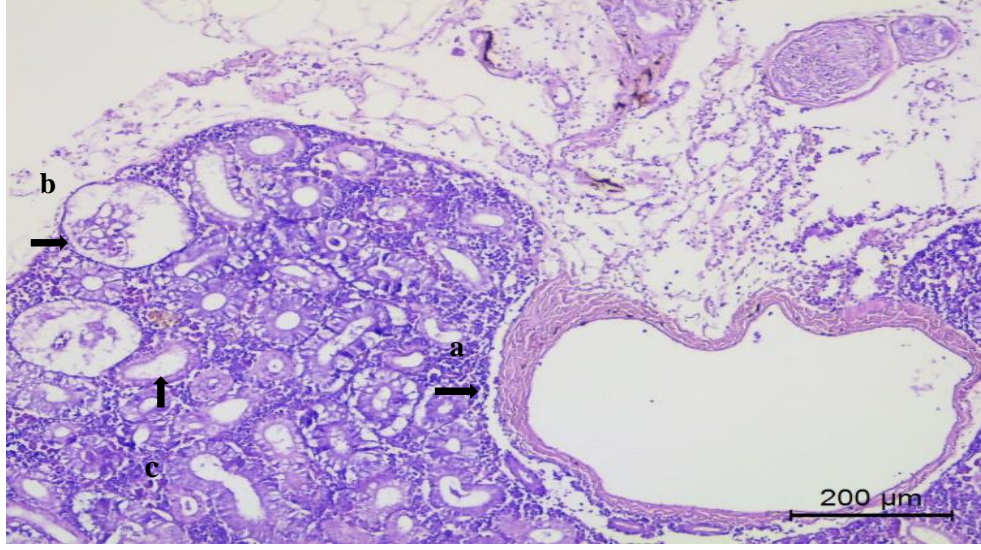


Şekil 3.3. *M. mastacembelus*'un tubulusları ve melanin pigmentleri (H&E) a. Tubuluslar, b. Melanin pigmentleri

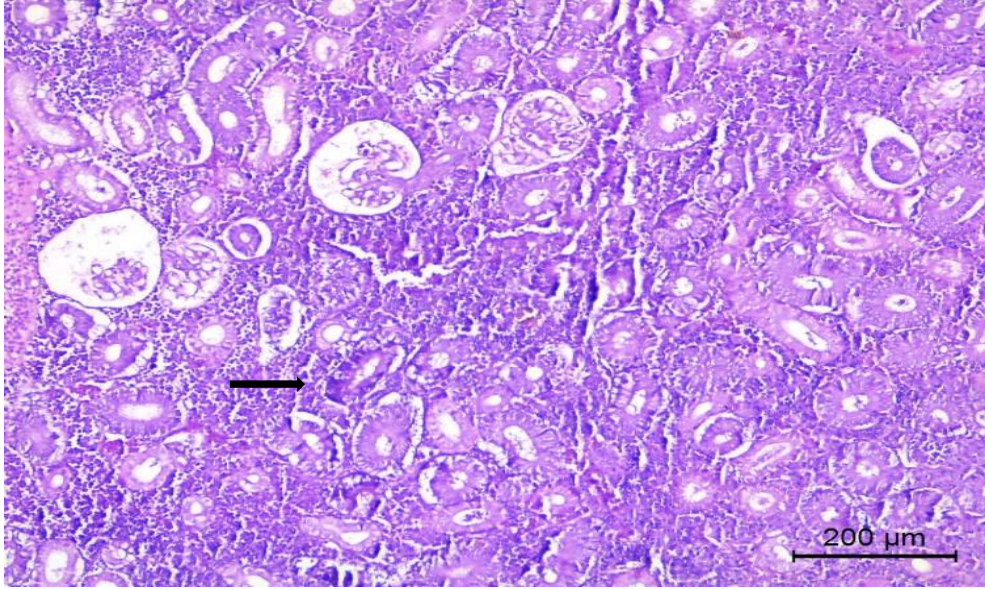


Şekil 3.4. *M. mastacembelus* böbreğindeki proksimal tubuller (H&E)

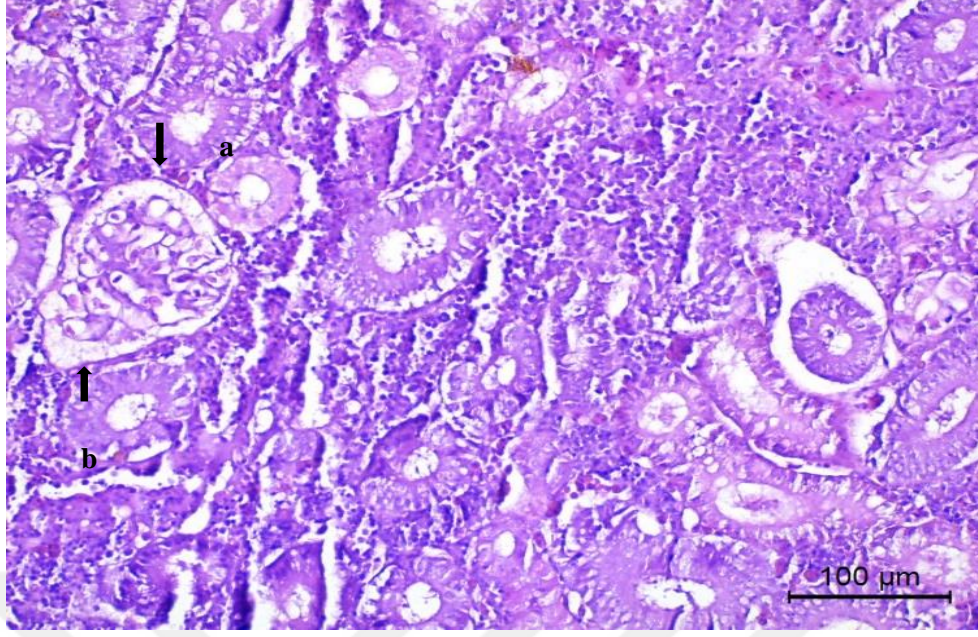
M. mastacembelus böbreğinde yukarıda Şekil 3.1'de ven (H&E), Şekil 3.2'de melanin pigmentlerine, Şekil 3.3'de tubuluslara ve Şekil 3.4'de ise proksimal tubuller gösterilmiştir.



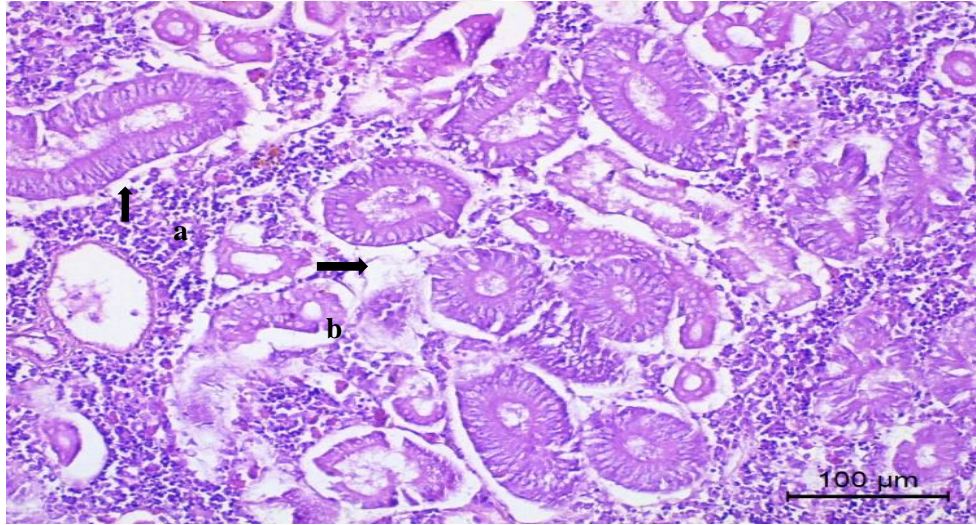
Şekil 3.5. *M.mastacembelus* böbreğinde ven, glomerulus ve tubuller (H&E) a. Ven, b. Glomerulus, c. Tubuller



Şekil 3.6. *M.mastacembelus* böbreğinde korpuskuller (H&E)

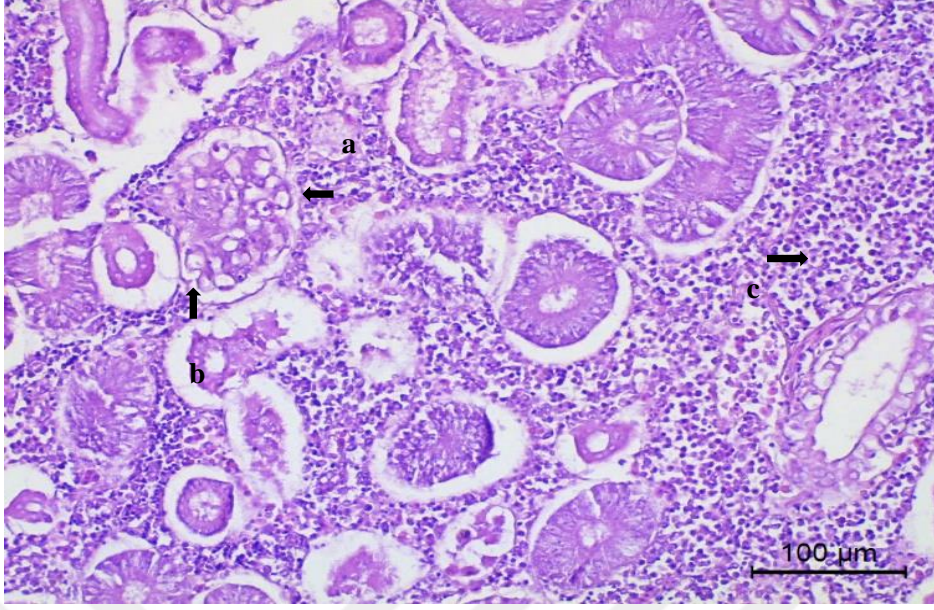


Şekil 3.7. *M. mastacembelus* böbreğinde glomerulus ve Bowman kapsulu (H&E) a.Glomerulus, b. Bowman kapsülü

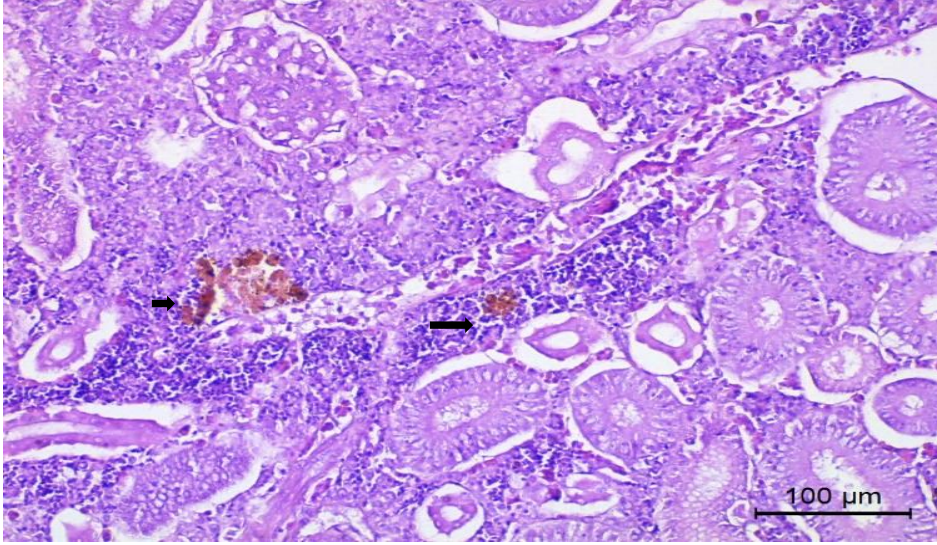


Şekil 3.8. *M. mastacembelus* böbreğinde proksimal ve distal tubuller (H&E). A. Proksimal tubul, b. Distal tubul

M. mastacembelus böbreğinde yukarıda gösterildiği üzere Şekil 3.5’de glomerulus ve tubuller, şekil 3.6’da korpuskuller, Şekil 3.7’de Bowman kapsülü ve Şekil 3.8’de ise Proksimal ve Distal tubuller gösterilmiştir.

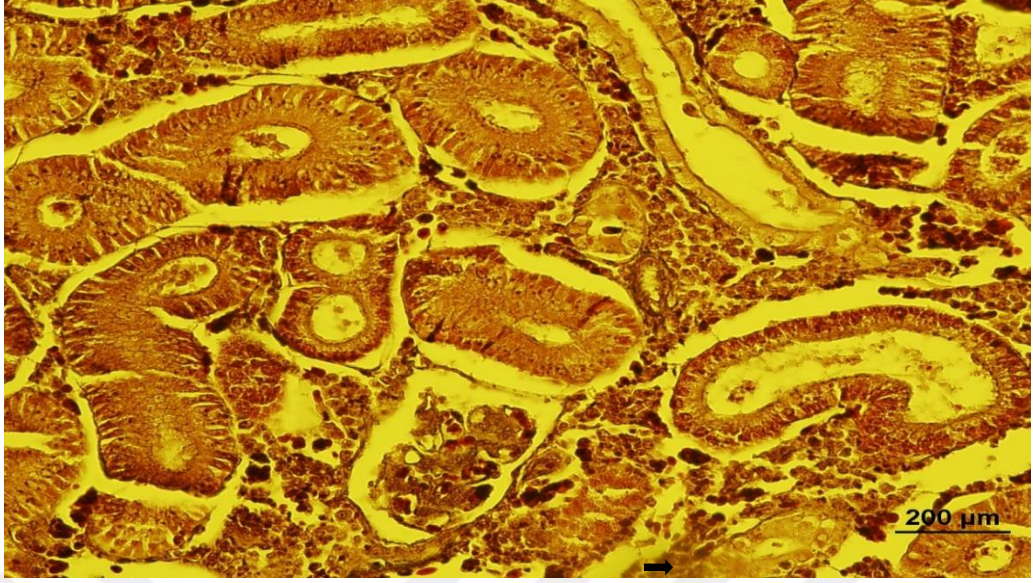


Şekil 3.9. *M.mastacembelus* böbreğinde glomerulus, B. Kapsulu, lenfoid hücreler (H&E) a.Bowman kapsulu, b. Lenfoid hücreler

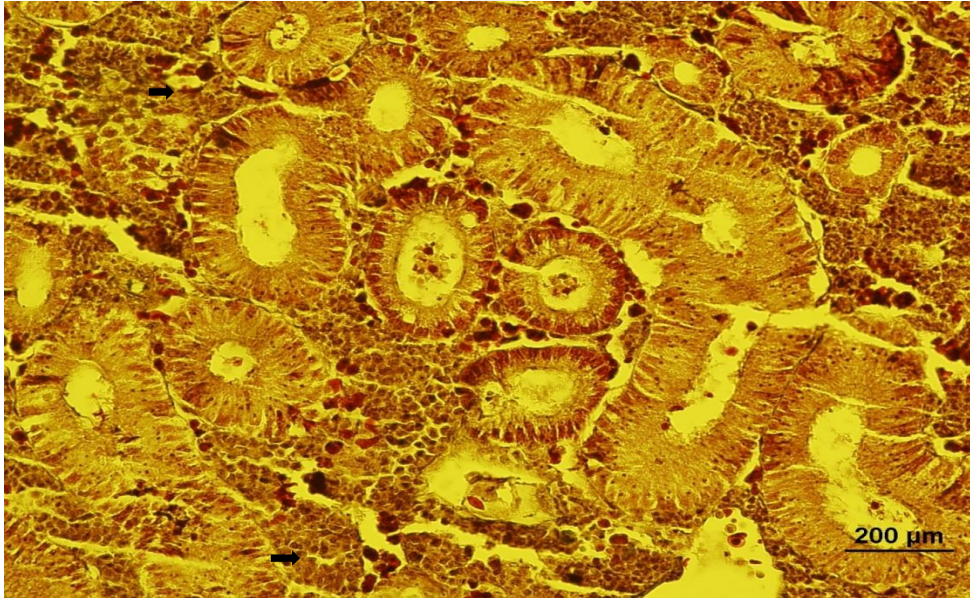


Şekil 3.10. *M.mastacembelus* hemosiderin (H&E).

Yukarıda Şekil 3.9'da *M.mastacembelus* böbreğinde glomerulus ve lenfoid hücreler gösterilmiş olup, Şekil 3.10'da ise *M.mastacembelus* hemosiderin (H&E). Boyaması belirtilmiştir.

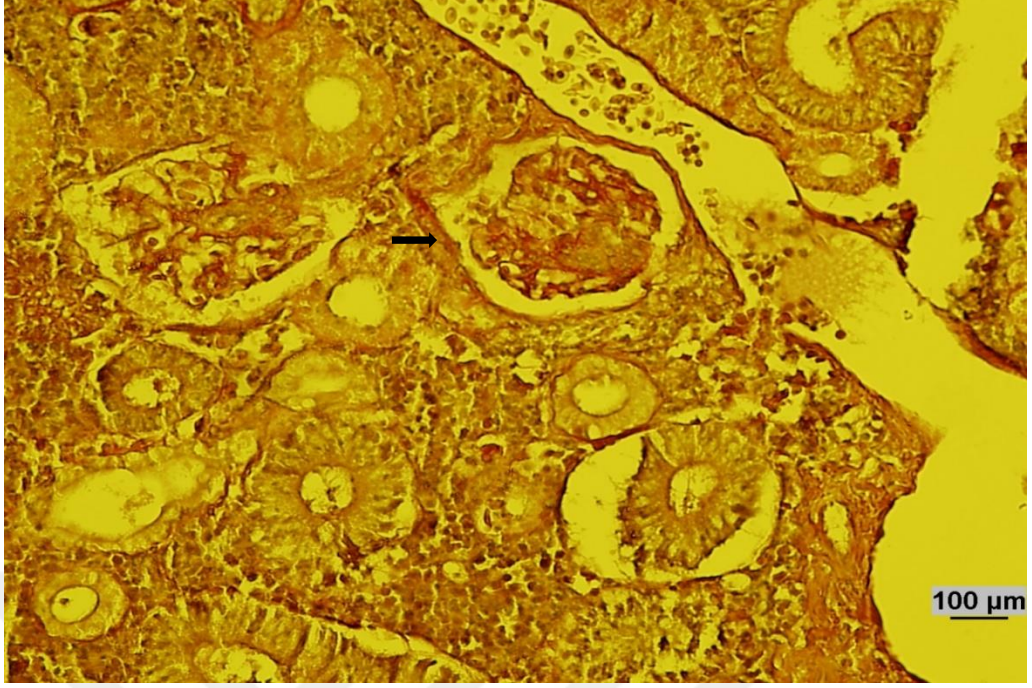


Şekil 3.11. *M.mastacembelusun* böbrek kesitinin trichrom boyaması

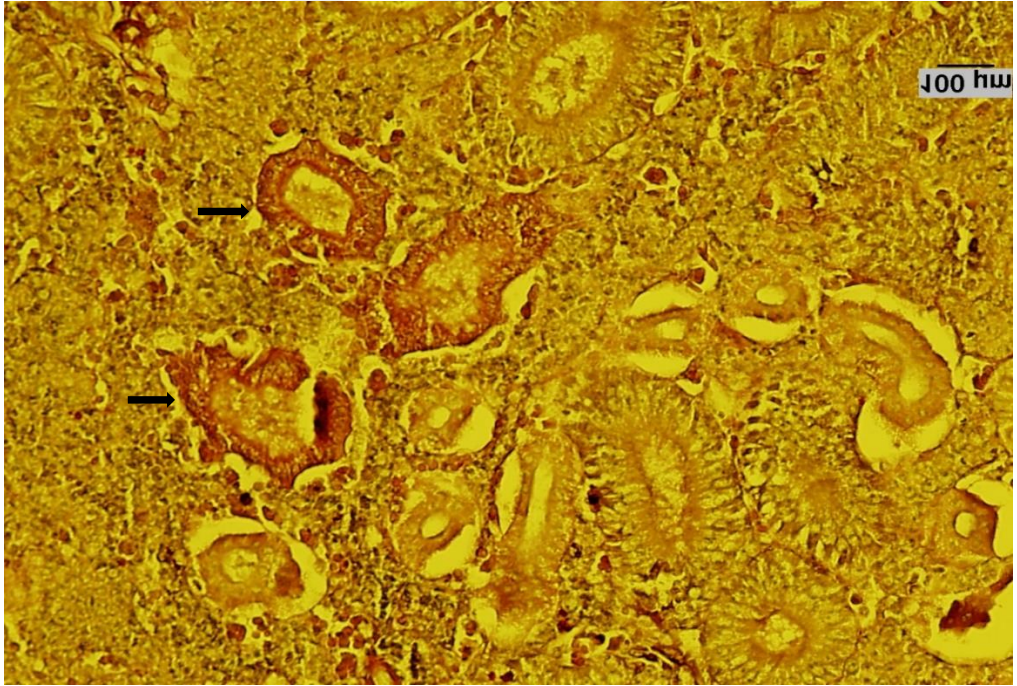


Şekil 3.12. *M.mastacembelusun* böbreğinin trichrom boyaması

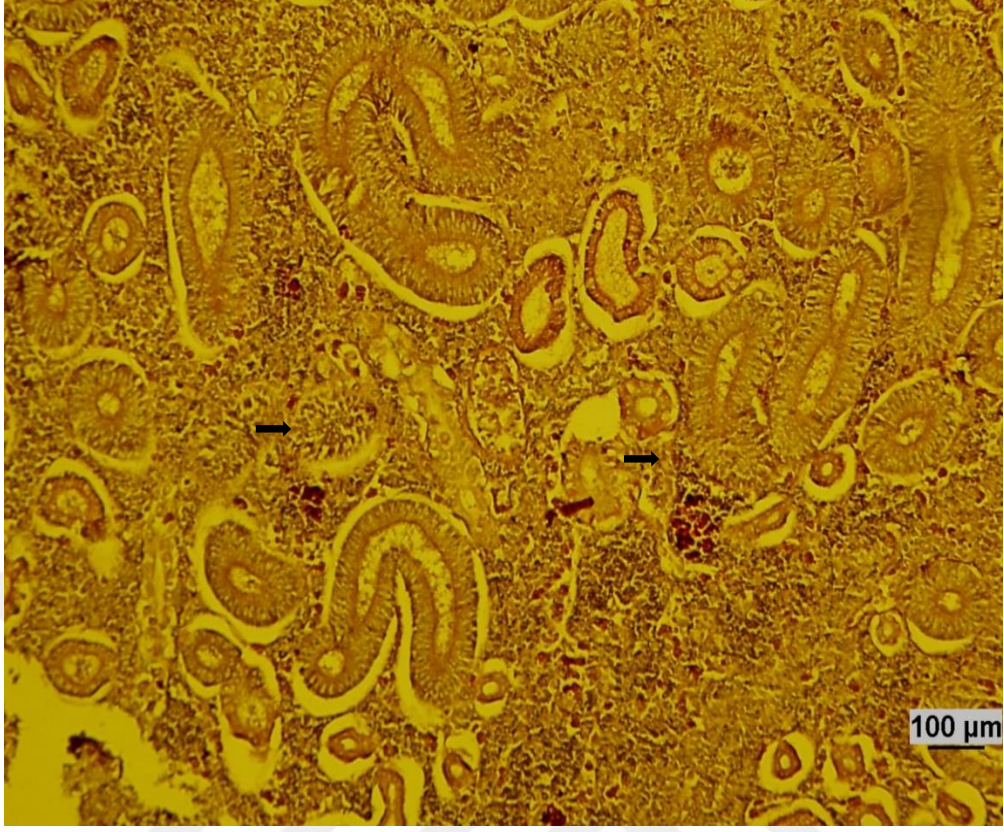
Yine *M.mastacembelus* böbreğinin yukarıda Şekil 3.11 ve Şekil 3.12’de trichrom boyamasına yer verilmiştir.



Şekil 3.13. *M.mastacembelus*un böbreğinin PAS boyaması



Şekil 3.14. *M.mastacembelus*un böbreğinin PAS boyaması



Şekil 3.15. *M.mastacembelus*un böbreğinin PAS boyaması

Son olarak yukarıda Şekil 3.13’de, Şekil 3.14 ve Şekil 3.15 de *M.mastacembelus*un böbreğinin PAS boyaması ayrıntılı bir şekilde gösterilmiştir.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Dikenli Tatlısu Yılan Balığı *M.mastecambalus*'un böbreğinin genel yapısına bakıldığında diğer balık türleriyle benzerlik gösterdiği görülmüştür (Yasutake ve Wales,1983; Mobjerg vd., 2004; Morovvati vd., 2011; Moradi, 2005; Kurtovic vd., 2008; Charmi, 2009; Charmi vd.,2010).

Mastacembelus mastacembelus böbrek dış yüzeyi ince bir kapsül şeklinde, gevşek bağ dokudan ve tek katlı yassı hücrelerden oluşması bulgusu *Oncorhynchus mykiss* (Yasutake ve Wales, 1983), *Barbus sharpyei* (Moradi, 2005), *Dicentrarchus labrax* (Kurtovic vd., 2008), *Huso huso* ve *Acipenser persicus* (Charmi vd., 2010), *Cytenopharygodon idella* (Morovvati vd., 2011) türlerinin bulgularıyla benzer olduğu görülmüştür.

Araştırması yapılan bu balığın böbreğinin baş kısmında az sayıda nefron tubulleri, malpighianlı hematopoitik dokunun bulunması *Barbus pectoralis* (Morovvati vd., 2012), *Huso huso* ve *Acipenser persicus* (Charmi vd., 2010) balık türlerinin bulgularıyla uyum sağlamıştır.

Salmo trutta fario gibi Salmoniformeslerin böbreğinin baş bölgesi *Huso huso* (Krayushkina vd. 1996a), *Polyodon spathula* (Krayushkina vd., 1996b) *Cytenopharygodon idella* (Morovvati vd, 2011), *Barbus sharpyei* (Moradi, 2005), *A. persicus* and *H. huso* (Charmi vd., 2010) gibi balık türlerinde olduğu gibi ve yapılan bu çalışmada da lenfoid, endokrin, malpighian cisimciği ve nefronlardan oluşan hematopoitik dokuya sahiptir. Bununla birlikte *Polyodon spathula* (Krayushkina vd., 1996b) ve *Acipenser brevirostrum* ve *A. oxyrhynchus* Krayushkina (1998) kavdal böbreğinde nefronların sayısı böbreğin baş kısmındakine göre daha fazla sayıda olduğu yine yapılan araştırma bulgularıyla paralellik göstermiştir. Buna karşılık, Charmi vd. (2009), *Huso huso*'nun böbreğinin başında nefron hücresi bulunmadığını ve bu kısımda sadece hematopoitik doku ve interrenal hücrelerin dağıldığını bildirmiştir.

Mastacembalus mastacembalus balığındaki kılcal damarlar yumağı olan glomerulusun etrafında tek katlı yassı hücrelerden oluşmuş ince bir kat halinde bulunan Bowman kapsülü bulgusu *Barbus sharpyei* (Moradi, 2005), *A. persicus* and *Huso huso* (Charmi vd., 2010) *Cytenopharygodon idella* (Morovvati vd, 2011), *Barbus pektoralis* (Morovvati vd., 2012) türlerindeki bulgularla benzerlik göstermiştir.

Cataldi vd (1995) *Acipenser naccarii* de glomerulusun çok loblu olduğunu, glomerulusların sayı ve çaplarının genişliğinin büyük oranda yaşa bağlı olduğunu bildirmiştir.

KAYNAKLAR

- Bates, T., Naumann, U., Hoppe, B., & Englert, C. (2018). Kidney regeneration in fish. *International Journal of Developmental Biology*, 62(6-7-8), 419-429.
- Betancur-R, R., Wiley, E. O., Arratia, G., Acero, A., Bailly, N., Miya, M., Lecointre, G., Orti, G. (2017). Phylogenetic classification of bony fishes. *BMC evolutionary biology*, 17(1), 1-40.
- Beyenbach, K. W. (2004). Kidneys sans glomeruli. *American Journal of Physiology-Renal Physiology*, 286(5), F811-F827.
- Cataldi E, Ciccotti E, Dimarco P, Disanto P, Bronzi P, Cataudella S (1995). Acclimation trials of juvenile Italian sturgeon to different salinities: morpho-physiological descriptors. *J. Fish Biol.* 47(4):609- 618.
- Charmi A, Bahmani M, Sajjadi MM, Kazemi R (2009). MorphoHistological Study of Kidney in Farmed Juvenile Beluga, *Huso huso* (Linnaeus, 1758). *Pakistan J. Biol. Sci.*12:11-18.
- Charmi A, Parto P, Bahmani M, Kazemi R (2010). Morphological and Histological Study of Kidney in Juvenile Great Sturgeon. (*Huso huso*) and Persian Sturgeon (*Acipenser persicus*). *American-Euroasian J. Agric. Environ. Sci.* 7(5):505-511.
- Charmi, A., Parto, P. Bahmani M and Kazemi R., (2010). Morphological and Histological Study of Kidney in Juvenile Great Sturgeon (*Huso huso*) and Persian Sturgeon (*Acipenser persicus*). *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 7 (5): 505-511,
- Charmi, A., Parto, P., Bahmani, M., Kazemi, R., & Abbas, B. (2010). Morphological and histological study of kidney in juvenile great sturgeon (*Huso huso*) and persian sturgeon (*Acipenser persicus*). *Am-Euras J Agric & Environ Sci*, 7(5), 505-511.
- Coad, B.W., and Keivany Y., (2002). Book review: “Atlas of Iranian fishes: Gilan inland waters”, “The inland freshwater fishes of Iran”, “A guide to the fauna of Iran”, and “Freshwater fishes of Iran”. *Copeia*, 4, s: 1165-1166.
- Çakmak E, Alp A. (2010). Morphological differences among the Mesopotamian spiny eel, *Mastacembelus mastacembelus* (Banks & Solander 1794), populations. *Turk. J. Fish. Aquat. Sci.*;10:7–92. doi: 10.4194/trjfas.2010.0113.
- Çakmak, E. and Alp, A., (2010). Morphological Differences Among the Mesopotamian Spiny Eel, *Mastacembelus mastacembelus* (Banks & Solander 1794), Populations. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 10, s: 87-92.
- Çakmak, E. Dikenli yılan balığı (*Mastacembelus mastacembelus*)’nın morfolojik ve moleküler özelliklerinin belirlenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Master Thesis, (Kahramanmaraş, 2008) (in Turkish).
- Dabak, HE., (2015). Dikenli Tatlısu Yılan Balığı (*Mastacembalus mastacembalus*, Bank ve Solander, 1794)’In Solungaçlarının Histolojik Yapısı ve Bazı Histokimyasal Özellikleri. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 6s.
- Dauod, H.A.M., Al- Nakeb, G.D., Al- Hameed, R.A., (2011). Histological structure of the integument in *Mastacembelus mastacembelus* (Solander). *Journal of Baghdad for Science Table of Content*: 8 (1), s: 13-22.
- De Jong JJ, Burns CE, Chen AT, Pugach E, Mayhall EA, Smith ACH, Feldman HA, Zhou Y, Zon LI. 2011. Characterization of immune-matched hematopoietic transplantation in zebra fish. *Blood*. 117(16):4234-4242. doi: 10.1182/blood-2010-09-307488
- Diep CQ, Ma D, Deo RC, Holm TM, Naylor RW, Aroral N, Wingert RA, Bollig F, Djordjevic G, Lichman B, Zhu H, Ikenaga T, Ono F, Englert C, Cowan CA, Hukriede NA, Handin RI, Davidson AJ. 2011. Identification of adult nephron progenitors capable of kidney regeneration in zebra fish. *Nature*, 470(7332):95-100. doi: 10.1038/nature09669
- Donaldson, E. M. (1981). The pituitary-interrenal axis as an indicator of stress in fish. *Stress and fish*, 11-47.

- Drummond, I.A, Davidson, A.J (2010). Zebrafish kidney development. *Methods Cell Biol.* 100:233-260.
- Eckert SM, Ya da T, Shepherd BS, Stetson MH, Hirano T, Grau EG. Hormonal control of osmoregulation in the channel catfish *Ictalurus punctatus*. *Gen Comp Endocrinol.* 2001 Jun;122(3):270-86. doi: 10.1006/gcen.2001.7633. PMID: 11356039.
- Ekingen, G., ve Sarieyyüpoğlu, M., (1981). Keban Baraj Gölü balıkları. Fırat Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 6 (1-3), s: 7- 22.
- Erdemli, A.Ü., ve Kalkan, E., (1996). Tohma Çayı balıkları üzerinde faunistik bir çalışma. Doğa Türk Zooloji Dergisi, 20, s:153 – 160.
- Eroğlu, M., (2004). Karakaya Baraj Gölü'nde Yaşayan *Mastacembelus simack* (Walbaum, 1792)'ın Üreme Biyolojisi. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elâzığ.
- Eroğlu, M., and Şen, D., (2007). Reproduction Biology of *Mastacembelus simack* (Walbaum, 1792) inhabiting Karakaya Dam Lake (Malatya, Turkey). *International Journal of Natural and Engineering Sciences*, 1 (2), s:69-73.
- Eroğlu, M., Düşükcan, M., & Åzen, D. (2017). Determination of some heavy metals in *Mastacembelus mastacembelus* (Banks & Solander, 1794) in terms of public health. *Cellular and Molecular Biology*, 63(5), 1-6.
- Fänge, R. (1986). Lymphoid organs in sturgeons (Acipenseridae). *Veterinary Immunology and Immunopathology* 12, 153–161.
- Fernandes, C. E., Marcondes, S. F., Galindo, G. M., & Franco-Belussi, L. (2019). Kidney anatomy, histology and histometric traits associated to renosomatic index in *Gymnotus inaequilabiatus* (Gymnotiformes: Gymnotidae). *Neotropical Ichthyology*, 17.
- Geldiay, R., Balık, S., (1988). Türkiye Tatlı Su Balıkları Ders Kitabı. Ege Üni. Fen Fak. Yayınları Kitaplar Serisi No:97, E.Ü. Basımevi, İzmir, 591s.
- Genten F, Terwinghe E, Danguy A. (2009). Atlas of histology. Enfield, NH: Science Publishers; 215 pp.10.1201/b10183
- Gümüş, A., Şahinöz, E., Doğu, Z., Polat, N., (2010). Age and growth of the Mesopotamian spiny eel, *Mastacembelus mastacembelus* (Banks & Solander, 1794), from southeastern Anatolia. *Turkish Journal Zoology*, 34, s: 399-407.
- Hassan, M., Mahmood, K. M., & Saied, S. (2012). Histomorphological and anatomical study of kidney in berzem (*Barbus pectoralis*). *International Journal of Fisheries and Aquaculture*, 4(11), 221-227.
- Hassan, M., Mahmood, K. M., & Saied, S. (2012). Histomorphological and anatomical study of kidney in berzem (*Barbus pectoralis*). *International Journal of Fisheries and Aquaculture*, 4(11), 221-227.
- Jalali, B., Barzegar, M., and Nezamabadi, H., (2008). Parasitic fauna of spiny eel *Mastacembelus mastacembelus* Banks & Solander (Teleostei: Mastacembelidae) in Iran. *Iranian Journal of Veterinary Research*, Shiraz University, 9 (2), s: 23.
- Janech MG, Fitzgibbon WR, Chen R, Nowak MW, Miller DH, Paul RV, Ploth DW. Molecular and functional characterization of a urea transporter from the kidney of the Atlantic stingray. *Am J Physiol Renal Physiol* 284: F996 –F1005, 2003.
- Javed, M., & Usmani, N. (2013). Assessment of heavy metal (Cu, Ni, Fe, Co, Mn, Cr, Zn) pollution in effluent dominated rivulet water and their effect on glycogen metabolism and histology of *Mastacembelus armatus*. *SpringerPlus*, 2(1), 1-13.
- Kaattari, S. L. & Irwin, M. J. (1985). Salmonid spleen and anterior kidney harbor populations of lymphocytes with different B cell repertoires. *Developmental and Comparative Immunology* 9, 433–444.
- Kara, C., Güneş, H., Gürlek, M.E., Alp, A., (2014). Adıyaman Bölgesi Akarsularında Dikenli Yılan Balığı (*Mastacembelus mastacembelus*, Banks & Solander, 1794) nın Dağılımı ve Bazı Morfometrik Özellikleri. *Yunus Araştırma Bülteni*, (3), s:3-11

- Karadede, H., Cengiz, E.İ., ve Ünlü, E., (1997). Atatürk Baraj Gölü'ndeki Mastacembelus simack (Walbaum, 1792)'ta ağır metal birikiminin incelenmesi. IX. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Isparta, s. 399-407.
- Kılıç, H.M. (2002) Sultansuyu Deresi, Beyler Deresi ve Karakaya Barajında Yaşayan Mastacembelus simack'ın Biyolojik Özelliklerinin İncelenmesi. Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 30s.
- Klein JD, Blount MA, Sands JM. Urea transport in the kidney. *Compr Physiol* 1: 699 –729, 2011
- Krayushkina LS (1998). Characteristics of osmotic and ionic regulation in marine diadromous sturgeon. *Acipenser brevirostrum* and *A. oxyrhynchus* (Acipenseridae). *J. Ichthyol.* 38:660-668.
- Krayushkina LS, Panov AA, Gerasimov AA, Potts WTW (1996a). Changes in sodium, calcium and magnesium ion concentrations in sturgeon (*Huso Huso*) urine and in kidney morphology. *J. Comp. Biol.* B.165:527-533.
- Krayushkina LS, Semenova OG, Panov AA, Gerasimov AA (1996b). Functional traits of the osmoregulatory system of juvenile paddlefish, *Polyodon spathula*. *J. Ichthyol.* 46:113-124.
- Kritsky, D.C., Pandey, K. C., Agrawal, N., and Abdullah, S.M.A. (2004). Monogenoids from the gills of spiny eels (Teleostei: Mastacembelidae in India and Iraq, proposal of Mastacembelocleidus gen. N., and status of the Indian species of Actinocleidus, Urocleidus and Haplocleidus (Monogenoiden: Dactylogyridae). *Folia Parasitologia*, 51: 291-298.
- Kurtovic B, Teskeredzic E, Teskeredzic Z (2008). Histological comparison of spleen and kidney tissue from farmed and wild European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) *Acta Adriatic.* 49(2):147- 154.
- Kuru, M.,(1975). Dicle- Fırat, Kura- Aras, Van Gölü ve Karadeniz Havzası Tatlı Sularında Yaşayan Balıkların (Pisces) Sistematik ve Zoocoğrafik Yönden İncelenmesi. (Doçentlik Tezi), Atatürk Üniversitesi Fen Fakültesi, 181 s. Erzurum
- Mccampbell, K K, Springer, K N, Wingert, R A (2014) Analysisi of nephron composition and function in the adult zebrafish kidney. *J Vis Exp*, e51644
- Mccampbell, K K, Springer, K N, Wingert, R A (2015) Atlas of Cellular Dynamics during Zebrafish Adult Kidney Regeneration. *Stem Cells Int.* 2015: 547636
- Mccampbell, K K, Wingert, R A (2014). New tides: Using Zebrafish to study renal regeneration. *Transl. Res.* 163:109-122
- Meseguer, J., Lopez-Ruiz, A. & Garcia-Ayala, A. (1995). Reticulo-endothelial stroma of the head-kidney from the seawater teleost gilthead seabream (*Sparus aurata* L): an ultrastructural and cytochemical study. *Anatomical Record* 241, 303–309.
- Mistry AC, Chen G, Kato A, Nag K, Sands JM, Hirose S. A novel type of urea transporter, UT-C, is highly expressed in proximal tubule of seawater eel kidney. *Am J Physiol Renal Physiol* 288: F455–F465, 2005.
- Mobjer N, Jespersen Å, Wilkinson M (2004). Morphology of the kidney in the West African caecilian, *Geotrypetes seraphini* (Amphibia, Gymnophiona, Caeciliidae). *J. Morphol.* 262:583-607.
- Moradi A (2005). Histological structure of kidney in *Barbus sharpyei*. Thesis of Doctor Veterinary Medicine, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran. No. 8458533
- Moradi A (2005). Histological structure of kidney in *Barbus sharpyei*. Thesis of Doctor Veterinary Medicine, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran. No. 8458533
- Morovvati H, Erfani majd N, Peyghan R, Mobaraki GH (2011). Histological study of excretory portion of kidney in Grass carp (*Ctenopharygodon idella*) Iranian. *J. Vet. Med.* 6(4):69-75.
- Nakada T, Westhoff CM, Kato A, Hirose S. Ammonia secretion from fish gill depends on a set of Rh glycoproteins. *FASEB J* 21: 1067–1074, 2007.
- 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*, 48:2, 135-144, DOI: [10.1080/10236244.2015.1004838](https://doi.org/10.1080/10236244.2015.1004838)

- Ojeda JL, Icardo JM, Domezain A (2003). Renal corpuscle of the sturgeon kidney: an ultrastructural, chemical dissection and lectinbinding study. *Anatomical Record*. 272A: 563-573.
- Oymak, S.A., Kirankaya, Ş.G., Doğan, N., (2009). Growth and reproduction of Mesopotamian spiny eel (*Mastacembelus mastacembelus* Banks and Solander, 1794) in Atatürk Dam Lake (Şanlıurfa), Turkey. *Journal of Applied Ichthyology*, 25(4), s: 488-490
- Ozaka, C., Yamamoto, N., & Somiya, H. (2009). The aglomerular kidney of the deep-sea fish, *Ateleopus japonicus* (Ateleopodiformes: Ateleopodidae): evidence of wider occurrence of the aglomerular condition in Teleostei. *Copeia*, 2009(3), 609-617.
- Pala, G., Tellioglu, A., Eroglu, M., Şen, D., (2010). The Digestive System Content of *Mastacembalus mastacembalus* (Banks & Solander, 1794) Inhabiting in Karakaya Dam Lake (Malatya-Turkey). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 10, s: 229-223.
- Patty Zwollo, (2018). The humoral immune system of anadromous fish, *Developmental & Comparative Immunology*, 80,24-33, <https://doi.org/10.1016/j.dci.2016.12.008>.
- Pazira A., Abdoli A., Kouhgardie., and Yousefifard P., (2005). Age Structure and growth of the Mesopotamian Spiny Eel, *Mastacembelus mastacembelus* (Banks & Solander in russell, 1974) (*Mastacembelidae*), in southern Iran. *Zoology in the Middle East*, 35, s: 43-47.
- Press, C. M., & Evensen, Ø. (1999). The morphology of the immune system in teleost fishes. *Fish & shellfish immunology*, 9(4), 309-318.
- Sakamoto T, McCormick SD. Prolactin and growth hormone in fish osmoregulation. *Gen Comp Endocrinol*. 2006 May 15;147(1):24-30. doi: 10.1016/j.ygcen.2005.10.008. Epub 2006 Jan 9. PMID: 16406056.
- Sufi, S. M. K., (1956). Revision of the Oriental fishes of the family Mastacembelidae. *Bulletin of the Raffles Museum Zoological survey department*, No. 27: 93-146.
- Tam WL, Wong WP, Loong AM, Hiong KC, Chew SF, Ballantyne JS, Ip YK. The osmotic response of the Asian freshwater stingray (*Himantura signifer*) to increased salinity: a comparison with marine (*Taeniura lymma*) and Amazonian freshwater (*Potamotrigon motoro*) stingrays. *J Exp Biol* 206: 2931–2940, 2003.
- Travers, R.A., (1988). Diagnosis of a new African Mastacembelid Spiny-eel genus *Aethiomastacembelus* Gen. Nov. (*Mastacembeloidei*: *Synbranchiiformes*). *Cybiurn*, 12 (3), s: 255-257.
- Vallon V, Platt KA, Cunard R, Schroth J, Whaley J, Thomson SC, Koepsell H, Rieg T. SGLT2 mediates glucose reabsorption in the early proximal tubule. *J Am Soc Nephrol* 22: 104 –112, 2011.
- Vreven, E.J. (2004). *Aethiomastacembelus shiloangoensis*, a new spiny-eel from the Shiloango River basin, Africa (*Synbranchiiformes*: *Mastacembelidae*). *Ichthyol.Explor. Freshwaters*, 15 (2): 97-104.
- Walsh PJ, Heitz MJ, Campbell CE, Cooper GJ, Medina M, Wang YS, Goss GG, Vincek V, Wood CM, Smith CP. Molecular characterization of a urea transporter in the gill of the gulf toadfish (*Opsanus beta*). *J Exp Biol* 203: 2357–2364, 2000.
- Wan Y, Almeida AD, Rulands S, Chalour N Muresan L, Wu Y, Simons BD, He J, Harris W. 2016. The ciliary marginal zone of the zebrafish retina: clonal and time-lapse analysis of a continuously growing tissue. *Development*. 143(7):1099-1107. doi: 10.1242/dev.133314.
- Wendelaar Bonga, S. E. (1997). The stress response in fish. *Physiological reviews*, 77(3), 591-625.
- Wolke, R. E. (1992). Piscine macrophage aggregates: a review. *Annual Review of Fish Diseases* 2, 91–108.
- Wong MKS, Woo NYS (2006). Rapid changes in renal morphometrics in silver sea bream *Sparus sarba* on exposure to different salinities. *J. Fish Biol.* 69:770-782.