T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ATATÜRK BARAJ GÖLÜ'NDE YAŞAYAN İSTİLACI BALIK TÜRLERİNİN mtDNA COI VE cyt b ANALİZİ

Aynur DEMİR

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2022

Doç. Dr. Arif PARMAKSIZ danışmanlığında Aynur DEMİR'in hazırladığı **"Atatürk Baraj Gölü'nde Yaşayan İstilacı Balık Türlerinin mtDNA COI ve cyt b Analizi"** konulu bu çalışma 22 /09 /2022 tahinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman: Doç. Dr. Arif PARMAKSIZ ……..

Üye : Dr. Muhammed Y. DÖRTBUDAK ……..

Üye : Dr. Yalçın TÖRE ……..

Bu Tezin Biyoloji Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.

Prof. Dr. İsmail HİLALİ
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma HÜBAP Tarafından Desteklenmiştir.
Proje no: 22124/

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

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
ŞEKİLLER DİZİNİ iv
ÇİZELGELER DİZİNİ v
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ vi
1. GİRİŞ 1
1.1.Genel Bilgiler 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 5
3. MATERYAL ve YÖNTEM 9
3.1. Materyal 9
3.1.1. Mitokondriyal DNA (mtDNA) 9
3.1.2. mtCOI ve cyt-b genleri kullanım gerekçeleri 10
3.1.3. PCR tekniği 11
3.1.4. Agaroz jel elektroforezi 12
3.1.5. DNA barkodlamanın avantajları 12
3.1.6. Materyal temini 12
3.1.7. *Carassius gibelio* 13
3.1.8. *Carassius auratus* 15
3.1.9. Balık örneklerinin toplanması 16
3.2. Yöntem 18
3.2.1. DNA ekstraksiyonu 18
3.2.2. PCR (Polimeraz Zincir Reaksiyonu) uygulaması 19
3.2.3. Agaroz jel elektroforezi 23
3.2.4. mtDNA istatistik veri analizleri 26
3.2.5. DNA dizileme 27
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA 28
4.1 Araştırma Bulguları 28
4.1.1 Mitokondriyal COI geni ile ilgili bulgular 28
4.1.1.1. COI FinchTV görüntüsü 28
4.1.1.2. Bioedit görüntüsü 29
4.1.1.3. Mega fotoğrafı 30
4.1.1.4. Filogenetik ağaç (Neighboorjoining tree) 30
4.1.1.4.1. *Carassius gibelio* türü için 30
4.1.1.4.2 *Carassius auratus* türü için 32
4.1.2. Mitokondriyal cyt b geni ile oluşan sonuçlar 33
4.1.2.1 Cyt b FinchTV görüntüsü 34
4.1.2.2. Bioedit görüntüsü 34
4.1.2.3. Mega fotoğrafı 35
4.1.2.4. Filogenetik ağaç (Neighboor joining) 35
4.1.2.4.1 *Carassius gibelio* türü için 35
4.1.2.4.2 *Carassius auratus* türü için 37
4. 2. Tartışma 38
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER 40
5.1. Sonuçlar 40
5.2. Öneriler 40
KAYNAKLAR 42

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ATATÜRK BARAJ GÖLÜ'NDE YAŞAYAN İSTİLACI BALIK TÜRLERİNİN mtDNA COI VE cyt b ANALİZİ

Aynur DEMİR

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Arif Parmaksız
Yıl:2022, Sayfa: 49

Teknolojinin gelişmesine bağlı olarak farklı ulaşım yolları keşfedilmiş ve coğrafik bölgeler arasında yeni yollar ortaya çıkmıştır. Bu da birçok canlının bir ekosistemden diğerine geçişini hızlandırmış ve istilacı türlerin ortaya çıkmasına neden olmuş. Dolayısıyla ekosistemde ciddi aksaklıkla ortaya çıkmaya başlamıştır. Bu türlerden bazıları, *Carassius gibelio* ve *carassius auratus* 'tur. Bu türler doğu Asya kökenli tatlı su balığıdır ve istilacı karakterlerinden ötürü güncel olarak dünyadaki iç su sistemlerinin bir çoğunda görülmektedir. *C. gibelio* istilacı karakterindeki en temel biyolojik tehdit üremesi, diğer balıkların besin ve yumurtalarına saldırmasıdır. Bu durum diğer balıkların ortamdaki varlıklarını olumsuz etkilemektedir. C. auratus ise *C. gibelio* ile benzer özelliklere sahip olup ani sıcaklık ve iklim değişikliklerine dayanıklı bir balık türüdür. Bu canlılar geniş bir tolerasyona sahip olmalarından dolayı son zamanlarda Atatürk baraj gölünde artışlar tespit edilmiştir. Moleküler biyoloji tekniğine dayanan yöntemler, istilacı karakterli tür populasyonlarının yayılma yollarını anlamak ve kaynak populasyonlarını tespit edilmesi amacıyla kullanılan oldukça yararlı araçlar olduğundan dolayı bu tez çalışmasında Atatürk Baraj Gölü'nde yaşayan istilacı balık türlerinin (*C. gibelio* ve *C.auratus*) mtDNA COI ve cyt b markörleri ile dizileme tahlilleri yapılarak; türün tanımlanmasını yapmak, elde edilen dizileri gen bankasına yüklemek suretiyle, buradaki verilerle kıyaslama yapılarak nereden gelmiş olabileceği ile alakalı tahminler yürütülerek sonuçlar elde edilmeye çalışılmıştır. Çalışmada her iki türe ait 10'ar, toplamda 20 adet balık ile çalışılmıştır. DNA ekstraksiyonu ticari kit ile yapılmıştır. İzolasyonu yapılan DNA bölgesi PCR tekniği ile çoğaltılarak UV'de görüntülenmiş ve mtDNA COI ve Sitokrom b cyt b gen bölgeleri analizler yapılmıştır. Her iki tür için mtDNA COI ve cyt b gen bölgeleri için sekanslar elde edilmiştir. Çalışma sonucunda gen benzerlikleri ortaya çıkarılmıştır. *C. gibelio* türü için mtDNA COI bölgesi için daha evvel Türkiye'de bulunan diğer bireylerle aynı haplotip tespit edilmesine karşın mtDNA cyt b gen bölgesi için daha evvel tanımlanmamış yeni bir haplotip elde edilmiştir. *C. auratus* türüne ait elde edilen her iki mtDNA markörüne ait sekansların gen bankasındaki sekanslarla %100 benzerlik gösteren bilgiler yer aldığı görülmüştür. Buna göre bu balık türünün değişik kıtalarda ve ülkelerde her iki markör açısından aynı olduğu, farklı bir varyasyon göstermediği ve yakın zamanda yayıldığı tespit edilmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Atatürk Baraj Gölü, İstilacı balıklar, mtDNA, COI, cyt b

ABSTRACT

Master Thesis

mtDNA COI AND cyt b ANALYSIS OF INVASIVE FISH SPECIES LIVING IN ATATURK DAM LAKE

Aynur DEMİR

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biology

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Arif PARMAKSIZ
Year: 2022, Page: 49

Depending on the development of technology, different transportation routes have been discovered and new routes have emerged between geographical regions. This has accelerated the transition of many living things from one ecosystem to another and has led to the emergence of invasive species. Therefore, it started to emerge with serious disruption in the ecosystem. Some of these species are *Carassius gibelio* and *carassius auratus*. These species are freshwater fish originating from east Asia and are currently found in many of the world's inland water systems due to their invasive character. The reproduction of the most basic reproductions in *C. gibelio* heather character, attacking other fish food and eggs. This situation negatively affects the effects of fish in the environment.*C. auratus*, on the other hand, has common characteristics with *C. gibelio* and is resistant to sudden temperature and climate changes. Since these creatures have a wide tolerance, increases have been detected in the Atatürk dam lake recently. In this thesis study, mtDNA COI and cyt species of invasive fish species (*C. gibelio* and *C. auratus*) living in Atatürk Dam Lake are used in this thesis study, as methods based on molecular biology techniques are very useful tools used to understand the spread paths of invasive species populations and to determine source populations. by performing sequencing analyzes with b markers; By defining the species and uploading the obtained sequences to the gene bank, the results were tried to be obtained by making comparisons with the data here and making predictions about where it might have come from. In the study, 10 fish belonging to both species and a total of 20 fish were studied. DNA extraction was done with a commercial kit. The isolated DNA region was amplified by PCR technique and visualized in UV and the mtDNA COI and Cytochrome b cyt b gene regions were analyzed. Sequences for the mtDNA COI and cyt b gene regions were obtained for both species. As a result of the study, gene similarities were revealed. Although the same haplotype was determined for the mtDNA COI region of C. gibelio with other individuals previously found in Turkey, a new haplotype was obtained for the mtDNA cyt b gene region, which has not been defined before. It has been observed that the sequences of both mtDNA markers obtained from the *C. auratus* species contain information that is 100% similar to the sequences in the gene bank. Accordingly, it has been determined that this fish species is the same in terms of both markers in different continents and countries, does not show a different variation and it has been detected spread recently

KEYWORDS: Atatürk Dam Lake, Invasive fish, mtDNA, COI, cyt b

TEŞEKKÜR

Bu çalışma süresince bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım danışman hocam Doç. Dr. Arif PARMAKSIZ'a, laboratuvar çalışmalarında destek veren yüksek lisans arkadaşlarıma, Arş. Gör. Dilara ULUSAL hocam'a, bilgisi ve manevi desteklerinden dolayı Cahit ÇEÇEN'e ve çalışmalarımda en büyük desteği veren Aileme teşekkürlerimi sunarım.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3.1. Mitokondriyal DNA'nın Organizasyonu 11
Şekil 3.2. *Carassius gibelio* türü (Orijinal) 13
Şekil 3.3. *Carassius auratus* türü (Orijinal) 15
Şekil 3.4. Balıklardan kas dokusunun alınması (a) ve tüplere konulması (b) 17
Şekil 3.5. DNA ekstraksiyonu için kullanılan Thermo Scientific Gene JET Genomic Purification Kit 18
Şekil 3.6. Çalışmada kullanılan PCR cihazı 21
Şekil 3.7. PCR ürünlerinin agaroz jel kuyucuklarına yüklenmesi 24
Şekil 3.8. UV görüntüleme cihazı 25
Şekil 3.9. *Carassius gibelio* türüne ait DNA örneklerinin cyt b gen bölgesine ait PCR UV görüntü sonuçları 26
Şekil 4.1. COI FinchTV sekans görüntüsü 29
Şekil 4.2. COI geni bioedit görüntüsü 29
Şekil 4.3. COI geni Mega proğramı fotoğrafı 30
Şekil 4.4. *Carassius gibelio* türüne ait mtDNA COI sakanslarına dayalı Komşu Birleştirme (NJ) Ağacı 31
Şekil 4.5. Cyt b FinchTV görüntüsü 34
Şekil 4.6. Cyt b bioedit fotoğrafı 34
Şekil 4.7. Mega fotoğrafı 35
Şekil 4.8.*Carassius gibelio* türüne ait mtDNA cyt b sekanslarına dayalı Komşu Birleştirme (NJ) Ağacı 36

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. *Carassius gibelio* 'nun sistematiği 14
Çizelge 3.2. *Carassius auratus*'un sistematiği 16
Çizelge 3.3. mtDNA COI-625 primerinin yükseltgenmesinde uygulanan PCR koşulları 22
Çizelge 3.4. mtDNA COI-625 primerinin yükseltgenmesinde kullanılan PCR karışımı 23
Çizelge 4.1. *Carassius gibelio* türünde elde edilen COI sekanslarının NCBI veritabanındaki sekanslarla karşılaştırılması 32
Çizelge 4.2. *Carassius auratus* türünden elde edilen COI sekanslarının NCBI veri tabanındaki sekanslarla karşılaştırılması 32
Çizelge 4.3. *Carassius gibelio* türünden elde edilen cyt b sekanslarının NCBI veri tabanındaki sekanslarla karşılaştırılması 36
Çizelge 4.4. *Carassius auratus* türünde elde edilen cyt b sekanslarının NCBI veri tabanındaki sekanslarla karşılaştırılması 37

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Ark	Arkadaşları
Bp	Baz çifti
COI	Sitokrom oksidaz I
Cyt-b	Sitokrom b
d EDTA	Etilendiamintetraasetik asit
D-loop	Mitokondriyal DNA kontrol bölgesi
DNA	Deoksiribonükleik asit
dH_2O	Distile su
dNTP	Deoksinükleozidtrifosfat
EtBr	Etidyum Bromid
IUCN	International Union for the Conservation of Nature
LC	Düşük seviye
Mg	Miligram
$MgCl_2$	Magnezyum klorür
Ml	Mililitre
Ml	Mikrolitre
mtDNA	Mitokondrial DNA
ng	Nanogram
NJ	Neighboor joining
PCR	Polymerase Chain Reaction
PZR	Polimeraz Zincir Reaksiyonu
Rpm	Dakikada devir
rRNA	Ribozomal Ribo Nükleik Asit
tRNA	Taşıyıcı Ribo Nükleik Asit
TBE	Tris/ Borik asit/ EDTA Tamponu
Tm	Primerlerin erime sıcaklığı
UV	Ultraviyole
V	Volt
%	Yüzde oranı
˚C	Santigrat derece

1. GİRİŞ

1.1. Genel Bilgiler

İnsanın dünyadaki etkileri ve bunun sonucunda gerçekleşen çevre ve arazinin yanlış kullanımı sonucunda iklim değişiklikleri ve bilim dünyasında önemi önceden belirtilen biyolojik çeşitlilik konusu ilk kez Rio Konferansı (1992) ile gündeme gelmiştir. Bu konferans ile tabiatta oluşan değişim ve tahribatın her zaman düzeltilemeyeceği ve biyoçeşitliliğin kaybı gibi geri dönüşümü olmayan durumlar şekline dönüşebileceği vurgulanmıştır. Bu sayede dünya topluluklarına "Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi" gündem haline gelmiş, birçok ülke bu sözleşmeye katılmış ve bu konuyla alakalı milletlerarası bir endişe ortaya konmuştur (Dilbirliği, 2007). Aralarında Türkiye'nin de bulunduğu 156 devlet Rio konferansı'na katılmış ve imzaladıkları bu sözleşme ile ülke hudutları içerisindeki her türlü canlı çeşitliliğini her bakımdan koruyacaklarına, biyolojik kaynaklarını sürdürülebilir bir şekilde kullanacaklarına ve biyoçeşitlilikten elde edilecek kazanımları dengeli paylaşım yapılacağına karşın taahhüt etmişlerdir (TÜBİTAK, 2002). 'Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi'nin ikinci' maddesine göre biyoçeşitliliğin sürdürülebilir kullanımı tanımında 'biyoçeşitlilik kaynaklarını, uzun vadede, azalmasına neden olmayacak biçimde ve miktarda kullanılmasıyla biyoçeşitliliğin mevcut ve sonraki nesillerin ihtiyaç ve isteklerini karşılayan kaynakların korunması gerektiği bildirilmiştir. Bu ifadeden anlaşılacağı üzere; biyolojik çeşitliğin sürdürülebilirlik, mevcut kuşağın ihtiyaçlarını karşılarken, bölgeler arasındaki kullanım dengesini sağlaması, öte yandan da sonraki nesillerin haklarını korumayı amaçlamıştır (TÜBİTAK, 2002).

Teknolojinin gelişmesi ile farklı ulaşım yolları ve birçok coğrafik alanlar arasında yeni yollar açılmış, pek çok canlının bir yaşam alanından başka bir alana geçme hızını artırmıştır. Egzotik canlı türleri tabii canlı topluluklarının yaşam alanlarını işgal ettikçe (biyoistila), bu hızlı yayılmaya karşı direnemeyen yerli türler azalmaya ve yok olmaya yüz tutmuşturlar (Özdemir ve Ceylan, 2007). Yeni alanlara yerleşip tabii alanlarıymış gibi yaşamaya başlayıp, çoğalarak biyoçeşitliliğin azalmasına neden olan istilacı türler insan yaşamını da olumsuz etkilemeye başlamışlardır. Bir ekosistemin tabii yaşam

alanında bulunmayan, fakat başka yollarla dışarıdan o bölgeye gelen yeni türlere **istilacı türler** denilmektedir**.** İstilacı türlerin yeni yaşam alanlarına girip yerleşmelerinin, yaşam alanları ve yerli türler üzerinde oluşabilecek tesirleri büyük oranda tahmin edilmekte ve bilinmektedir. Bu istilacı türler büyük oranda yerli türlerin ortamdan kalkmalarının asıl nedenidirler (Taylor ve ark., 1984; Lodge, 1993; Townsend, 2003).

Hızlı nüfus artışıyla beraber beslenme sorunları ortaya çıkmıştır. Özellikle gelişmekte olan veya az gelişmiş ülkelerde, kırsal kesimde yaşamlarını sürdüren insanların dengesiz ve yetersiz beslenme sorunlarına çözüm amaçlı, iç su balıkçılığının geliştirilmesi fikri ortaya atılmıştır. Su kaynaklarına balık aşılama faaliyetleri, birçok ülkede balıkçılık işletmelerinde çokça kullanılan bir uygulamadır. Buna bağlı olarak ekonomik olacağı düşüncesiyle yapay gölet ve barajların pek çoğu ile doğal göllerin bir kısmına, balıklandırma çalışması yapılmıştır. Dünyanın pek çok bölgesinde egzotik balık türleri tabii yaşam bölgeleri dışındaki canlı yaşam bölgelerine götürülüp aşılanmaktadır. Aşılama için genellikle pullu ve Aynalı sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758) kullanılmaktadır. Özellikle de *Carassius* sp. yavruları sazan yavrularına çok benzemesinden dolayı genelde aşılama boyundayken sazan yavrularından ayırt edilmesi oldukça zordur. Bundan ötürü ülkemizde baraj göllerine sazan aşılaması esnasında az miktarda bile olsa *Carassius* cinsine ait türlerinde aşılamanın yapıldığı su ekosistemlerine girdikleri gözlenmiştir. Aşılamada kullanılacak olan yavrular Tarım ve Gıda ve Hayvancılık Bakanlığı ile Devlet Su İşlerinin balık üretme işletmelerinden temin edilmektedir. Balık üretme işletmelerindeki havuzları besleyen su kaynaklarında, yaşam alanında doğal dağılımı olan diğer balıkların yavruları da bulunabilmektedir. Her çeşit ortam şartlarına dayanıklı olan bu değişken tipli cins üyeleri, girdikleri alanlara kısa zamanda uyum sağlayıp aşırı hızlı çoğalıp bölgede baskın tür haline gelmektedirler (Güngör, 2012).

Türkiye iç su sistemlerinde var olan istilacı türlerden *Carassius gibelio* **(**Bloch, 1782) Cyprinidae familyasından olup doğal yaşam bölgeleri Rusya, Kore, Çin, (Zou ve ark., 2000) gibi ülkeler olduğu halde Türkiye'de de bulunmaktadır. Bu balık türünün istilacı özelliğindeki en tehlikeli biyolojik tehdidi üremesidir. Ginogenetik üremesini sayesinde girdiği yaşam alanlarında hızlı bir şekilde baskın tür olabilmektedir (Ağdamar,

2017). Ginogenetik üremeyle dayanıklı (triploid) ve üreme gücü yüksek populasyonların oluşumu türün istilacılık gücünü arttırmaktadır. Ekolojik ve biyolojik özelliklerinden dolayı girdiği yaşam alanlarındaki yerli balık topluluklarının varlığını olumsuz tesir etmektedir (Tarkan ark., 2012). İstilacı karakterli balık türleri hem biyolojik çeşitlilik hem de balıkçılık için tehlikeli bir unsurdur (Erdem ve ark., 2014).

C. gibelio istilacı bir balık türü olup doğal balık yaşam alanları için zarar verici bir balık türüdür. *C. gibelio*, yavaş akışlı ve durgun sularda kolaylıkla başat tür olabilecek ve tüm ekosistemdeki doğal akışı değiştirebilecek kapasitede bir balık türüdür. *Carassius auratus* türünün ise tabii dağılım alanı Japonya ve Çin sularıdır ve tabii formları grimsi veya gümüş renklerdedir. Ancak günümüzde bu türe ait kültür formları da mevcuttur. Bu formlar çeşitli (kırmızı, beyaz, turuncumsu ve karışık) renklerde olabilmektedir (Froese ve Pauly, 2020).

Bilinçli bir şekilde su kaynaklarına yapılan aşılamalar ve üretim istasyonlarından kaçan bireylerden oluşan topluluklar dünya çapında yaklaşık 20 doğal populasyon oluşturmaktadırlar. Doğal yayılış alanları bugün tespit edilen sınırlarının çok daha fazlası olduğu tahmin edilmektedir (Welcomme, 1988; Arslan, 2012). Bu türün varlığı Türkiye iç sularında farklı bölgelerde tespit edilip raporlanmıştır (İnnal, 2011).

Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP), tarımsal üretim potansiyelini arttırmış ve bu kapsamda inşa edilen Atatürk Baraj Gölü vesilesiyle büyük bir su ürünleri kaynağı haline getirilmiştir (Oymak, 2000; Oymak ve ark., 2011). Proje kapsamında gölü değerlendirmek amacıyla göle sazan yavrusu aşılama işlemleri yapılarak göl zenginleştirilmeye çalışılmıştır. Böylelikle Fırat Nehri'nde doğal olarak yaşayan balıklara yeni türler ekleyerek balıkçılık hizmetlerinin arttırılması sağlanmıştır. Bu çeşitlendirme çalışmaları veya başka nedenlerle göl suyuna istilacı karakterli başka balık türleri de bölgede yaşamaya başlamıştır. Tatlı su yaşam alanlarının istilacı balık türleri tarafından işgal edilmesi sonucu, endemik ve yerli türlerin bölgesel olarak yok olmaya başlamaları gibi tabii biyoçeşitlilik için tehlikeli ve önemli sonuçlara neden olmaktadır (Gozlan ve ark., 2010; Mollot ve ark., 2017; Jackson ve ark., 2017).

Son zamanlarda ülke sınırları dahilinde olan ve içinde endemik diğer canlıların da bulunduğu iç sularımızda, havuz balıkları (*Carassius sp.)* mühim bir tehdit unsuru şekline gelmiştir (Uğurlu ve Polat, 2007). Bu durum tabii türlerin yaşam alanlarını büyük oranda olumsuz etkilemekte ve yerli türlerin hızlı bir şekilde azalmasına ve balıkçılık faaliyetlerinin azalıp yok olmasına sebebiyet vermektedir (Leung ve ark., 2002).

Bu çalışmada;

Bu çalışmada Atatürk Baraj Gölü'nde yaşayan, yerli bir tür olmayan ve son yıllarda dominant duruma geçip doğal yaşam için tehdit unsuru haline gelen *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) ve yeni gelmiş bir tür olan *C. auratus* (Linnaeus, 1758) türünün mtDNA COI ve cyt b gen bölgelerine ait sekansların analizleri yapılarak türlerin taranmasına yönelik bilgilerin verilmesi amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Açık havuzlarda *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758) yetiştiriciliği üzerine çalışma yürütülen çalışmada, 3 gruba ayrılan balık yavrularının 6 aylık dönemde büyüme oranları, renkleri kuyruk tipleri ve pullu-pulsuz olma oranları araştırılmıştır (Temelli, 1989).

Carassius auratus auratus'(Linnaeus, 1758) 'un. Ryukin, oranda ve veiltail varyetelerinin çaprazlanmasıyla bu türün çeşitli parametreleri (cinsel olgunluğa erişim ve yumurta gelişimi, üreme dönemi ve yumurta kuluçkalanması, larva beslenmesi vs.) tespit edilmiş ve en verimli sonuçlar elde edilmiştir (Ural ve Özdemir, 2002).

Eğirdir gölü'nde avlanan C*arassius auratus* (Linnaeus, 1758) türünden toplamda 509 balığın boy, yaş, büyüme oranları, ağırlık ve boy-ağırlık ilişkisi balıkçılık biyolojisi açısından incelenmiş ve bulgular kayıt altına alınmıştır (Kuşat ve ark., 2006).

Balık gölü'nde görülen *Carassius gibelio* (Bloch, 1782)'nun boy-ağırlık ve besililik ilişkisi araştırılmış ve tespit edilen sonuçlar kayıt altına alınmıştır (Bostancı ve ark., 2007).

Japon balığı olan C*arassius auratus* (Linnaeus, 1758) *Ichthyophonus hoferi* parazitine karşı granulom gelişim aşamaları detaylı bir şekilde kayıt altına alınmıştır (Öztürk ve ark., 2010).

İkizcetepeler baraj gölü'nde görülen C*arassius gibelio* (Bloch, 1782) populasyonundaki bireylerin çeşitli parametreler (kilo, yaş, boy, cinsiyet oranları ve dağılımları, kondüsyon faktörü, ağırlık-boy ilişkisi, gonadosomatik indeks değerleri ve ölüm oranları) tespit edilmiştir (Güngör, 2012).

Çeşitli miktarlarda l-karnitin amino asidi eklenen yemlerle beslenen *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758) türüyle ilgili yapılan bu çalışma ile gruplar arasındaki çeşitli parametreler (bireylerin besi durumu, ağırlık artışı, özel büyüme oranı gibi) araştırılmış ve istatistik bakımından bir farklılık tespit edilememiştir. Denek gruplarının tamamının yaşama oranı % 100 bulunurken, yeme L-karnitin takviyesi bu türün balık yavrularının yem dönüşüm oranı ve yavru büyümesinin üzerinde olumlu herhangi bir tesir görülmemiştir (Arslan, 2012).

Çıldır gölü'nde görülen *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) türünün biyokimyasal kompozisyonunun ve et veriminin araştırılması amacıyla yapılan çalışmada; balıkların baş, yüzgeç, deri, karkas, iç organ ve et ağırlığının vücut ağırlığına göre yüzdelikleri ile balıklarda ortalama su, yağ, protein, ve kül oranlarının sayısal verileri araştırılmış ve tespit edilmiştir (Dağtekin ve Baştürk, 2013).

Ladik gölü'nde görülen 155 adet *Carassius gibelio* (Bloch, 1782)'nun boy-ağırlık, kondisyon faktörü, ve boylar arasındaki ilişki araştırılmış ve sayısal veriler elde edilip sonuçlar kayıt altına alınmıştır (Yazıcıoğlu ve ark., 2013).

Eğirdir gölü'nde görülen yaşayan *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) türünü yakalamada kullanılan ağların eleyiciliği üzerine çalışma yapılmış olup bu çalışmaya göre; Söz konusu ağın bu türün balık kitlesi üstünde herhangi bir baskı oluşturmadığı saptanmıştır (Korkmaz ve Kuşat, 2014).

Fırat ve Dicle Nehir sistemlerinde bulunan *Carassius gibelio* (Bloch, 1782)'nun besin olarak tüketilen kas dokusunun aminoasit profilini incelemiş ve üç bölgeden elde edilen C. *gibelio* türünde de en yüksek miktarda olan aminoasit çeşitlerinin "histidin" ve "lizin" olduğu görülmüştür (Parmaksız ve ark., 2017)

Atatürk Baraj Gölü'nde bulunan *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) türünün üreme özellikleri (cinsiyet kompozisyonu, yumurtlama dönemi, doğurganlığı ve cinsel olgunluğu) incelenmiş ve elde edilen veriler kayıt altına alınmıştır (Parmaksız ve ark., 2017).

Çakşır otunun (*Ferula elaeochytris) Carassius auratus* (Linnaeus, 1758) balık türünün gonad gelişimi ve büyümesinin üstündeki etkisi araştırılmış ve sonuç olarak bu türün dişi cinsiyetli bireylerinin farklı gonad histolojilerine sahip oldukları tespit edilmiş, gruplardaki bireylerde ölüm görülmemiş, sonuçta; yeme katılan çakşır otu kökü, bu türde yem değerlendirme ve büyüme oranı üstünde kayda değer bir etki görülememiştir (Aktop, 2017).

Hastalık belirtisi veren *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758)'ta görülen ektoparazitlerden *Ichthyophthirius multifiliis ve Dactylogyrus cornu* tespit edilip çeşitli değişkenler ve ilaçlarla tedavi çalışmalar yapılmış ve başarıyla sonuçlanmıştır (Barata ve ark., 2017).

'Kayseri ilinde bulunan Bayramhacılı, Bahçelik ve Yamula baraj göllerinde yaşayan istilacı balık türlerinin, balıkçıların sosyo-ekonomi unsurları üzerindeki etkisi araştırılmıştır' (Tarım, 2019).

Aşağı Sakarya nehri'nde görülen *Carassius gibelio* (Bloch, 1782)'nun üreme zamanının belirlenmesiyle alakalı çalışmalar yapılmış ve Gonadosomatik İndeks verilerine göre Aşağı Sakarya Nehri'nde bulunan bu türün üyelerinin üreme zamanlarının şubat ile mayıs ayları arasında olduğu belirlenmiştir (Reis ve ark., 2019).

Tatlı sularda yaşayan *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) *ve Cyprinus carpio* türlerinin laboratuvar şartlarında ve tabii yaşam ortamlarındaki hemogram verileri incelenmiş olup doğal ortamda (Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Göleti) ve laboratuvar şartlarında bu türlerin bazı kan değişkenleri (hemoglobin, alyuvar, hematokrit, ortalama alyuvar hemoglobini, ortalama alyuvar hacmi, alyuvar dağılım genişliği ortalama alyuvar hemoglobin konsantrasyonu,) incelenmiş ve bu değişkenler arasında anlamlı farklılık olduğu gözlenmiştir. Bununla beraber her iki türe ait bireylerde bazı kan değişkenlerinin laboratuvar koşullarında ciddi oranlarda değiştiği, bazı kan değişkenlerinde ise daha az değişiklik olduğu veya hiç değişkenlik göstermeği görülmüştür (Tabakoğlu ve ark., 2020).

Carassius auratus (Linnaeus, 1758) türü Ordu şehri iç sularında ilk kez tespit edilip kaydedilmiştir. Ulugöl Yaylası Göleti'nde yaşayan bu türün topluluğuyla ilgili olarak, *C. auratus* türünün balıklandırma amacıyla bu gölete aşılandığı tahmin edilmiş ve söz konusu yaşam alanına uyum sağladığı görülmüştür (Bostancı ve ark., 2021).

Carassius gibelio (Bloch, 1782) *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758), *Capoeta umbla* türlerinin mevsime bağlı fosfolipit fraksiyonu kas dokusu total yağ ve trigilserit yağ asidi bileşimlerinin değişimleri araştırılmıştır. Balıkların; kas dokusundaki; yağ asidi referans aralığı kullanılarak total yağ, triaçilgliserol ve fosfolipit fraksiyonlarındaki yağ asidi içerikleri, gaz kromatografi ile belirlenmiş ve veriler kaydedilmiştir (Özdemir, 2021).

Yukarıda belirtildiği üzere *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) ve *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758) ile ilgili farklı kişiler tarafından çeşitli bölgelerde, çeşitli değişkenler üzerinde araştırmalar yapılmış fakat Atatürk baraj gölünde yaşayan bu istilacı türlere ait genetik bir çalışma bulunmamaktadır. Bundan dolayı bu çalışmanın yapılması bilimsel açıdan önem arz etmektedir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Mitokondriyal DNA (mtDNA)

Teknolojinin gelişmesiyle ile birçok yeni teknik ortaya çıkmıştır. Bundan dolayıdır ki mitokondriyal DNA (mtDNA) ile ilgili birçok bilgi günümüzde aydınlanmıştır. Balıklarında içinde bulunduğu ökaryot hücre tipine sahip canlıların çoğunda mtDNA kapalı halkasal yapıdaki çift iplikten oluşur. DNA replikasyonunda olduğu gibi mtDNA replikasyonu da yarı korunumlu olarak gerçekleşir. Fakat çekirdek DNA'sı gibi protein sentezi yapması şeklinde değildir. mtDNA'da 2 rRNA, 22 tRNA ve oksijenli solunumda görevli olan 13 polipeptid kodlayan toplam 37 gen olduğu bilgisi mevcuttur. Ökaryot hücre tipine sahip olup mtDNA'sı doğrusal olan canlılarda vardır. Örneğin tek hücreli *Siliat tetrahymena,* yeşil alg (*Chlamydomonas reinhardtii)* ve ender durumlarda da çok hücreli organizma olan bazı Cnidaria türlerinde (Nosek ve ark, 1998) bu durum mevcuttur.

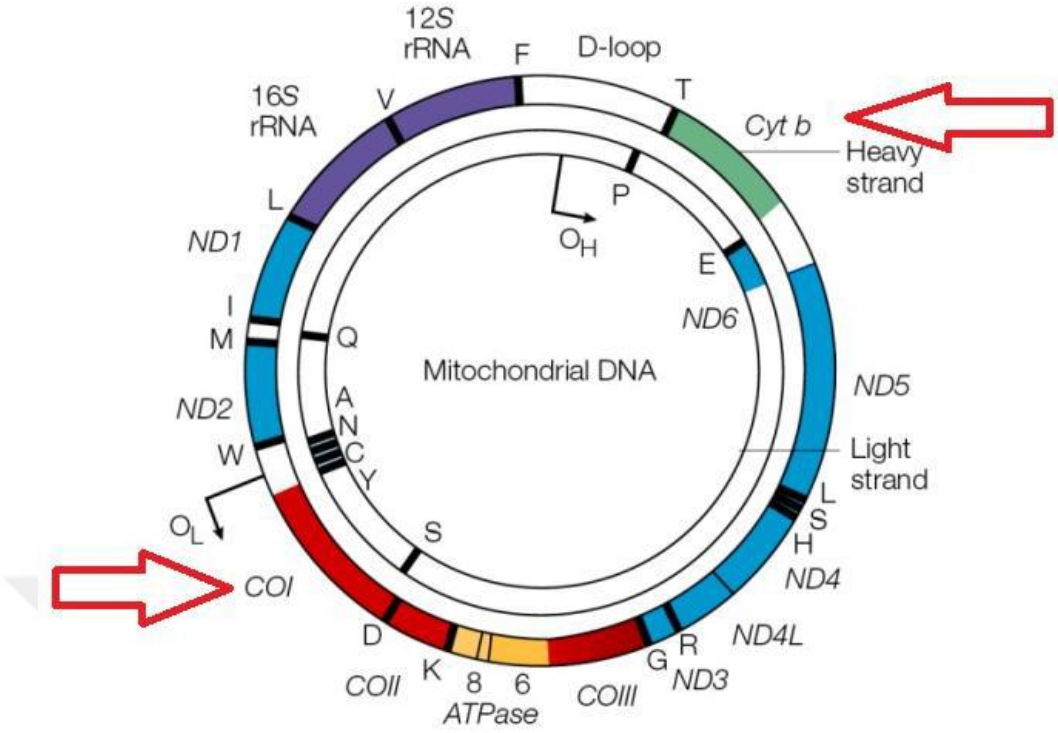
mtDNA, çekirdek DNA'sından daha küçük bir yapıya sahiptir. mtDNA replikasyonu prokaryot DNA replikasyonunda olduğu gibi tek bir replikasyon orjininden başlar. mtDNA'nın büyüklüğü canlılar arasında farklılık gösterir. Genellikle hayvanlar aleminde mtDNA büyüklüğü 16000 ile 18000 bç arasında değişmektedir. Maya mantarlarında 75000 bç iken bitkilerde bu miktar daha fazladır. Omurgalı hayvanlarda mitokondri organeli başına 5-10 DNA molekülü bulunurken bitkilerde 20-40 DNA molekülü bulunur. Maternal kalıtım gösteren mtDNA arasındaki farklılıklar sadece mutasyonlar ile ortaya çıkmaktadır. Canlı gruplarındaki bazı istisnalar dışında mtDNA'sında intron bölgeleri mevcut değildir. mtDNA replikasyonu çekirdek tarafından kodlanan enzimler tarafından yapılır. mtDNA yumurtada bulunup anneden kalıtıldığı için annenin genetik kökeni hakkında sonuç verir. Bu nedenle mtDNA'dan elde edilen sonuçlar canlının bütün genom kökenini yorumlamakta kullanılmaz. mtDNA organizma kökenlerinin belirlenmesi, göç

yollarının çıkarılması, kanser araştırmaları ve adli tıp, gibi birçok alanında kullanılmaktadır (Klug ve ark., 2009; Rokas ve ark., 2003; Başaran, 2004; Brown, 1985; Bruford ve ark., 2003; Engstrom ve ark., 2007; Avıse, 2004)

3.1.2. mtCOI ve cyt-b genleri kullanım gerekçeleri

Çalışmada mitokondriyal DNA'nın COI ve cyt b kullanılma gerekçeleri;

- Haploid kalıtılması,
- Mitokondriyal DNA'da bulunan COI ve cyt-b genlerinin en korunaklı genler olması,
- Nükleotit yer değişim (nokta mutasyonu) oranının yakın türler ve aynı türde bulunan farklı populasyonlarda bile ayırmaya yetecek çözünürlüğe sahip olması,
- Mayoz bölünme geçiremediği için sınırlı genetik çeşitliliğe (rekombinasyon) sahip olması,
- Çalışılacak doku örneği sınırlı olsa dahi her hücrede birkaç mitokondrisinin olması ve her bir mitokondride nispeten bol miktarda genomik kopyasının bulunması,
- Gene ait evrensel primerlerin korunmuş olması ve kriptik türlerinin belirlenmesinde verimli bir şekilde kullanıldığı çok sayıda çalışma ile belirtilmesi (Carvalho ve Pitcher, 1995; Gray ve ark., 1999; Avise, 2004; Engstrom ve ark., 2007; Lazarova ve ark., 2006; Croos ve Palsson, 2010; Keskin ve Atar, 2012; Keskin ve Atar, 2013; Bucklin ve ark., 2011) şeklinde sıralanabilir. Mitokondriyal DNA ve çalışılan gen bölgeleri (Taylor ve Turnbull, 2005) Şekil 3.1. de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Mitokondriyal DNA'nın Organizasyonu

3.1.3. PCR tekniği

PCR tekniği biyoteknoloji çalışmalarının en temel tekniklerinden biridir. PCR tekniğinin birçok avantajı vardır. Bu avantajların başında; laboratuvar şartlarında yok denecek kadar az olan DNA dizilerinin birçok kopyası elde edilebilmekte, PCR sonuçlarının çok kısa sürede çıkması, sonuçların doğruluğunun hızlı bir şekilde değerlendirilmesi sonucu hata oranının azaltılması ve tekrarlanabilir olması şeklinde sayılabilir. 1985'te ilk defa Karry Mullis tarafından ortaya konulmuş olan PCR, canlı kalıtsal materyalleri çalışmaları başta olmak üzere moleküler biyoloji alanında yapılan birçok çalışma için önemli bir teknik olmuştur. Kısaca tanımlamak gerekirse PCR, in vitro şartlarda canlıya ait ana DNA üzerinde bulunan hedef genin tekrar eden çeşitli reaksiyon döngüleriyle, enzimler kullanılarak çoğaltılmaya yarayan özel bir tekniktir.

3.1.4. Agaroz jel elektroforezi

Elektroforez; oluşturduğu elektrik alanı etkisiyle karışımlarda bulunan molekülleri molekül büyüklüğü esasına dayanarak ayırma yöntemidir. Jel elektroforezi molekül büyüklüğüne bağlı olarak jel matriksinde bulunan gözeneklere dayalı olarak çalışır. Gözeneklerde büyük moleküller küçük olanlara göre daha fazla tutulur. Jel elektroforezinde bantlar oluşur. Oluşan bu bantlar nükleotitlere bağlanan floresan bir boya ile boyanır. Jel eletroforezi ile nükleik asit ve proteinlerin miktar ve monomer çeşitleri belirlenebilmektedir (Klug ve ark., 2009).

3.1.5. DNA barkodlamanın avantajları

Hızlı teşhis ve tanımlama, Teşhis edilecek canlı grubunun uzmanı olmayan kişiler tarafından da kullanılabilmesi, Ergin olmayan bireylerden ve/veya hayvanın bir dokusundan teşhisinin mümkün olması, Kriptik türleri ayırabilmesi, Basit ve güvenilir tanımlaması ve özellikle morfolojik olarak birbirine çok benzeyen türlerin ayrılmasında önemli avantajlar bulunmaktadır.

3.1.6. Materyal temini

Çalışma materyalini oluşturan *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) ve C.*auratus* (Linnaeus, 1758) türüne ait bireyler Atatürk baraj gölünden avlanıp 17.11.2021 ve 19.11.2021 tarihlerinde Şanlıurfa/ Birecik balıkçı tezgahlarından her tür için 10'ar, toplamda adet 20 rastgele seçilip çalışmaya dahil edilmiştir.

3.1.7. *Carassius gibelio* (Bloch, 1782)



Şekil 3.2. *Carassius gibelio* türü (Orijinal)

Türkiye iç su sistemlerinde görülen istilacı türlerden biri olan *Carassius gibelio* **(**Bloch, 1782) Sazangiller (Cyprinidae) familyasına ait olup gümüşi havuz balığı olarak da bilinmektedir. Tabii yaşam alanları; Kore, Çin, Rusya (Zou ve ark., 2000) gibi ülkelerdir. Ülkemizde ilk defa 1988 tarihinde Gala Gölü'nde varlığı tespit edilmiştir (Baran ve Ongan, 1988). Kısa sürede hızlı yayılmıştır. Önce Trakya bölgesindeki sucul alanları istila etmiş, daha sonra da Türkiye'nin, en doğusundaki bölgelerinde de görüldüğü bildirilmiştir. *C. gibelio* istilacı bir türdür ve doğal balık populasyonları için tehlikeli ve zarar verici bir balık türü olarak kategorize edilmektedir**.** *C. gibelio,* yavaş akışlı ve durgun sularda kısa sürede baskın balık türü olup bütün ekosistemdeki doğal yaşamı değiştirebilir. Ayrıca bazı tabii balık türlerine (örneğin kızılkanat, ve eğrez *Vimba vimba*) güçlü rakip tür olabilmektedir(Özuluğ ve ark., 2005).

Sistematikte Cyprinidae (sazangil) familyasına ait (Çizelge 3.1.) gümüşi havuz balığı, iri yuvarlağımsı pullarla kaplı, vücut oval şekilli ve yan taraflardan hafif yassılaşmıştır (Şekil 3.2.). Standart boyda vücut eni maksimum 2,1/2,7 şeklinde olup dorsalde grimsi, abdominalde ise açık gümüş rengindedir. Ağız uç konumlu ve küçüktür. Solungacın birinci yayında 45 diken vardır. Kuyruk yüzgeçlerin sonuncusu

basit, ışın şeritleri arka kenarı tırtık biçimindedir (Geldiay ve Balık, 2009; Saç, 2010).

C. gibelio, lentik yaşam alanlarına yayılım gösteren hepçil bir türdür (Szczerbowski., 2001a; Zhu ve ark., 2004; Yılmaz ve ark., 2007). Yumurtlama dönemi ilkbahar ve yaz dönemleri arasında olmaktadır (Tarkan ve ark., 2007; Tarkan ve ark., 2012a). Perdikaris ve ark., (2012); çok düşük ve yüksek (Lushchak ve ark., 2001), sıcaklık (Antonova, 2010), amonyak (Nathanailides ve ark, 2003), ve tuzlu suya (Elger ve Hentschel, 1981) uyum gösterebildiklerini belirtilmiştir.

Türkiye'deki çoğu baraj, göl ve gölet gibi sucul habitatlarda yaşayan etçil canlılara yem olması veya bölgeyi balıklandırmak amacıyla yapılan aşılamalarda; aşırı ve hızlı üreme kapasitesi ile pek çok gölde baskın tür haline gelmiştir (Bulut, 2010). Bitki bulunan kıyıları ve durgun suları tercih edip soğuk havalarda yumuşak çamurlara gömülürler. Bitkiler, mayıs böcekleri, küçük zooplanktonik canlılar ve dipter larvaları ile beslenirler (Geldiay ve Balık, 2009; Küçük, 1998). İstilacılık özelliklerinin etkisiyle pek çok balık populasyonları için kuvvetli bir rakip olarak başat olmasının yanı sıra (Sarı ve ark., 2010) bazı balık türleri için de tehlikeli canlılardır (Kalous ve ark., 2004). Gümüşi havuz balığının Türkiye iç sularına aşılanmasının (Parlak ve ark., 2009;Ayoola, 2008) asıl amacı ortamı balıklandırmak ve etçil türlere yem temin etmektir (Bulut, 2010).

Çizelge 3.1. *Carassius gibelio* 'nun sistematiği (Bloch,1782)

Filum	Chordata
Altfilum	Vertebrata
Sınıf	Teleostei
Takım	Cypriniformes
Familya	Cyprinidae
Cins	Carassius
Tür	*Carassius gibelio*

3.1.8. *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758)



Şekil 3.3. *Carassius auratus* türü (Orijinal)

Carassius auratus (Linnaeus, 1758) türü Cyprinidae familyasında *Carassius* cinsi içerisinde yer alır (Froese ve Pauly, 2020). Bu türün tabii yaşam alanları Japonya ve Çin sularıdır. Tabii formları gümüş veya grimsi renklerdedir. Fakat günümüzde farklı renklerde (beyaz, kırmızı, turuncu ve karışık gibi) kültür formları da mevcuttur (Froese ve Pauly, 2020). Üretim istasyonlarından kaçan bireylerden veya bilinçli olarak sucul habitatlara yapılan aşılamalarla dünya üzerinde 20'den fazla ülkede doğal yayılım göstermektedirler. Gerçek yayılımları güncel tespit edilen bölgelerin daha fazlası olduğu tahmin edilmektedir (Welcomme 1988; Arslan 2012).

Geniş bir alanda yaşadıklarından dolayı sıcaklık değişimlerine uyum sağlayabilirler (Alpbaz, 1993; Arslan 2012). Japon balıklarının, boyları 15-30 santimetreye, ağırlıkları ise 3 kilograma kadar çıkmaktadır. Vücutları, geniş ve yanlardan basık olup anal çizgilerinde 27-31 pul mevcuttur. Sırt yüzgeci, konveks bir şekildedir (Demirsoy, 1993; Arslan 2012).

IUCN listesine göre alt seviyede (LC) tehdit altında kategorisinde ele alınmış ve (Huckstorf ve Freyhof, 2013) iç sularımızda istilacı balık türü pozisyonundadır.

Bununla beraber ülkemiz iç sularında çeşitli bölgelerde varlığı tespit edilip raporlanmıştır (İnnal, 2011).

Çizelge 3.2. *Carassius auratus* 'un sistematiği (Linnaeus, 1758)

Filum	Chordata
Altfilum	Vertebrata
Sınıf	Teleostei
Takım	Cypriniformes
Familya	Cyprinidae
Cins	Carassius
Tür	*Carassius auratus*

3.1.9. Balık örneklerinin toplanması

Çalışma materyalini oluşturan balıklar balıkçılardan alındıktan sonra soğuk zincir yoluyla Harran Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümünde bulunan laboratuvara getirilmiştir. Örneklerin tamamı soğuk zincir yoluyla laboratuvara getirilmiştir. Her iki türe ait bireyler tarafımızca fotoğrafları çekilerek kayıt altına alınmıştır. Örnekleme pektoral yüzgeçlerinin bağlandığı kas doku ve çevre kaslardan bir miktar kas dokusu steril bir makas yardımıyla alınarak % 96 etil alkol eklenmiş plastik numune tüplerine konmuş ve izolasyon sürecine kadara +4^{o}C'de buzdolabında bekletilmiştir (Şekil 3.4. a ve Şekil 3.4.b)



(**a**)



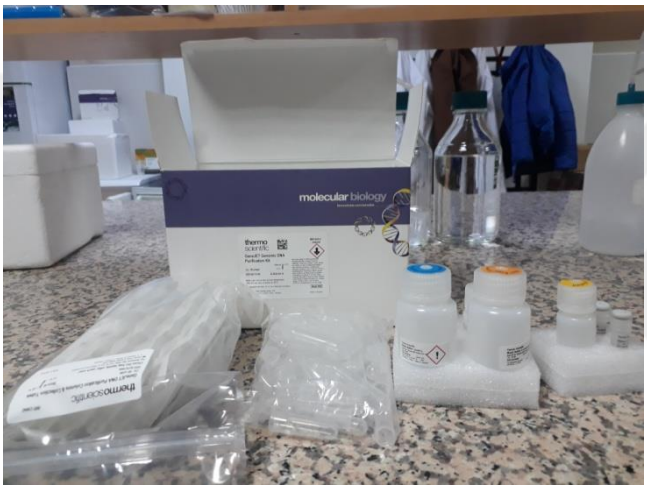
(**b**)

Şekil 3.4. Balıklardan kas dokusunun alınması (a) ve tüplere konulması (b)

3.2. Yöntem

3.2.1. DNA ekstraksiyonu

Çalışmada yapılan DNA Ekstraksiyonu; Thermo Scientific Gene JET Genomic DNA Purification Kit'i kullanılarak yapılmıştır (Şekil 3.5.). Üretici firmadan temin edilen kitte bulunan protokol çalışmaya uygun şekilde kullanılarak DNA'lar elde edilmiştir.



Şekil 3.5. DNA ekstraksiyonu için kullanılan Thermo Scientific Gene JET Genomic Purification Kit

Kit protokolü aslına uygun olarak aşağıdaki gibi uygulanmıştır:

Balıklardan alınan kas örnekleri peçete yardımıyla kurutulduktan sonra Hassas terazide 20 mg olarak tartılmıştır. Daha sonra kas örneği dokusu saf suda bekletilmiş ve yeniden kurutulup buz kütlesi üzerinde doku ezme işlemi yapılarak doku iyi bir şekilde parçalanmıştır.

Parçalanan doku 1,5 ml'lik mikro santrifüj tüpüne (Isolab ETTP0003) konulup üzerine 180 µl Digestion solüsyon ve 20 µl Proteinaz K solüsyonu eklenmiştir. Daha sonra pipetleme işlemi yapılarak 15-30 dakika vorteks cihazında homojen bir karışım haline getirilmiştir.

Homojen hale getirilen doku 56 °C'de 3 saat inkübe edilmiştir.

İnkübasyon sırasında vorteks veya 37 °C'ye ayarlanmış su banyosu kullanılmıştır. Elde edilen karışıma 20 µl RNase eklenerek tekrar vortekslenmiş ve 10 dakika oda ısısında bekletilmiştir.

200 µl Lysis Solution eklenerek 15 saniye vorteksleme işlemi yapılmış ve örnekler yarım saat buz üzerinde bekletilmiştir. Üzerine 400 µl % 50 Ethanol eklenip, pipetlenerek vorteksleme işlemi tekrarlanmıştır.

Karışım Genomic DNA Purification Colomn tüpüne dökülerek 1 dakika 6000 rpm'de santrifüj yapılmıştır.

Tüp altta toplanan sıvı ile birlikte atılmıştır. 2 ml'lik tüpe Genejet Genomic DNA Purification Colomnu yerleştirilmiştir.

Her kullanımda kapak sıkıca kapatılmıştır. 500 µl Wash Buffer I eklenerek 1 dakika 8000 rpm 'de santrifüjlenmiş ve altta kalan sıvı dökülmüştür.

Ardından 500 µl Wash Buffer II eklenmiş ve 3 dakika 12000 rpm'de santrifüjlenmiştir.

Column yeni bir 1.5 ml'lik tüpe transfer edilmiştir.

200 µl Elution Buffer column'un tam ortasına dökülerek 2 dakika oda ısısında bekletilmiş ve sonrasında 1 dakika 8000 rpm'de santrifüj işlemi gerçekleştirilmiştir. Purification column'u atılırak Purifiye DNA -20 °C 'ye konulmuştur.

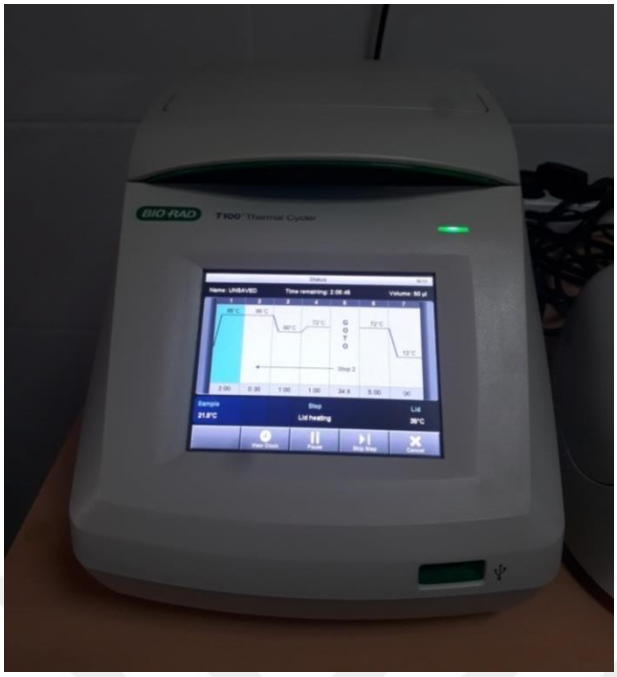
3.2.2. PCR (Polimeraz Zincir Reaksiyonu) uygulaması

PCR işlemi Klug ve arkadaşlarının önerdiği yönteme göre 3 aşamada yapıldı. Kopyalamak istediğimiz DNA miktarı bu aşamaların tekrarıyla belirlenmiştir.

1. Aşama: Çoğaltılmak istenen DNA yüksek sıcaklığa (90-95 ^{o}C) yaklaşık 5 dakika maruz bırakıldıktan sonra denatürasyonu sağlanarak tek zincirli hale getirilir.

2. Aşama: Cihazda sıcaklık 50-70 °C arasına düşürülerek hedef DNA'nın uçlarına komplementer olan 15-30 nükleotitlik primerlerin çoğaltılacak tek zincirli DNA'ya bağlanması sağlanır. Birleşen primerler kalıp DNA'nın sentezi için tanınacak olan başlangıç kısmı olarak iş yaparlar.

3. Aşama: DNA replikasyonunda görevli olan ve yüksek ısıya dayanabilen Taq polimeraz enzimi reaksiyona katılır ve DNA replikasyonu 70-75 °C arasındaki sıcaklıklarda gerçekleşir. Yüksek ısıya dayanıklı olan Taq polimeraz enzimi ortamda bulunan serbest nükleotitleri 5' ucundan 3' ucuna doğru ekleyerek uzama olayının gerçekleşmesini sağlar ve istenen DNA'nın çift zincirli kopyasını meydana getirir. Polimeraz zincir reaksiyonu, DNA çift ipliği sayısını her döngü için iki kat artmasını sağlar. Eski zincirler ile birlikte oluşan yeni zincirlerde bir sonraki döngüde kalıp görevi üstlendiği için PCR yöntemi bir zincir reaksiyonu konumundadır. Ortalama 5 dakikalık bir döngü birden çok defa tekrarlanır ve 3 saatten kısa bir sürede 25-30 döngü sonunda çoğaltılmak istenen DNA'nın miktarı milyon kattan daha çok artar (Klug ve ark., 2009). Çalışmada kullandığımız PCR aleti Şekil. 3.6.'da verilmiştir.



Şekil 3.6. Çalışmada kullanılan PCR cihazı

Mevcut çalışmada kas örneklerindeki mtDNA COI gen bölgesini çoğaltmak amacıyla kullanılan primerlerin dizileri (Darabi ve ark., 2014) aşağıda verilmiştir:

COI-625F:5'- TCA ACC AAC CAC AAA GAC ATT GGC AC-3'
COI-625R:5'- GAC TTC TGG GTG GCC AAA GAA TCA-3'

Bu çalışmada kas örneklerindeki mtDNA cyt-b bölgesini çoğaltmak için kullanılan primerlerin dizileri (Briolay,1998) aşağıda verilmiştir:

L15267 F: 5'-GTT TGA TCC CGT TTC GTG TA-3'
H15891 R: 5'-AAT GAC TTG AAG AAC CAC CGT-3'

Mevcut çalışmada PCR işlemi BIO-RAD T100TM Thermal Cycler cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada yapılan PCR şartları; 95 °C sıcaklıkta 3 dakika süren ilk denatürasyon, 95 °C sıcaklıkta 30 saniye ikinci denatürasyon, 57 °C sıcaklıkta 30 saniye süren bağlanma aşaması ve 72 °C sıcaklıkta 45 saniye süren uzama aşaması

olmak üzere toplamda 35 döngü, son olarak örnekler 72 °C sıcaklıkta 10 dakika süre tutulmuş ve işlem sona erdirilmiştir. PCR cihazı ile yapılan çoğaltma işlemlerinde kullanılan DNA'nın miktarı, kimyasalların derişimleri ve primerlerin bağlanma sıcaklıkları PCR cihazında optimize edilmiştir. Bu çalışmada bölgenin çoğaltılmasında kullanılan PCR karışımı; toplam olarak 25 µl olacak şekilde; 20.01 µl dH_2O, 1 µl 1x PCR buffer, 2.5 µl $MgCl_2$, 0.2 µl dNTP, 1 µl primer (F+R), 0.1 µl Taq polimeraz ve 90 ng/µl template DNA şeklindedir. PCR basamağından sonra elde edilen ürünlerin kontrolü için % 1.5 agaroz jel kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan gen bölgesinin yükseltgenmesinde yapılan PCR koşulları Çizelge 3.3.'te ve PCR için kullanılan karışımlar ise Çizelge 3.4.'de verilmiştir.

Çizelge 3.3. mtDNA COI-625 primerinin yükseltgenmesinde uygulanan PCR koşulları

Basamak	**Sıcaklık**	**Süre**	**Döngü Sayısı**
Denatürasyon	95	3 Dakika	1
Denatürasyon	95	30 Saniye	
Bağlama	57	30 Saniye	35
Uzama	72	45 Saniye	1
Final Uzama	72	10 Dakika	

Çizelge 3.3.'te verilen şartlardan önce 55 °C – 65 °C arası, bağlanma sıcaklığı, ardından da 30-40 arasında döngü ile optimizasyonu yapılmıştır. Primerin en iyi bağlandığı ve en fazla ürünün oluştuğu bağlanma sıcaklığının 57 °C olduğu ve bu sıcaklıkta, döngü sayısının ise 35 olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3.4. mtDNA COI-625 primerinin yükseltgenmesinde kullanılan PCR karışımı

Kimyasallar	**1x**
dH_2O	20.1µl
Buffer (Taq buffer)	1 µl
$MgCl_2$	2.5 µl
Dntp	0.2µl
Primer (İ+G)	1 µl(0.5 + 0.5)
DNA	90 ng
Taq Polimeraz Enzimi	0.1 µl
Toplam	25 µl

Farklı derişimlerde optimizasyon gerçekleştirilmiş ve ürünün en iyi oluştuğu derişimler Çizelge 3.4. 'teki gibi olduğu tespit edilmiş ve bu derişim değerlerine göre muamele edilmiştir.

3.2.3. Agaroz jel elektroforezi

Jel hazırlama işlemi şu şekilde gerçekleştirilmiştir: Agaroz jel üstüne TBE eklenerek mikro dalgada ısıtılmış daha sonra jel'e Syber Green eklenerek tank'a dökülmüştür. Sonrasında ise PCR ürünleri kuyucuklara yüklenmiştir. Şekil 3.7.'de PCR ürünlerinin agaroz jel kuyucuklarına yüklenmesi gösterilmiştir.



Şekil 3.7. PCR ürünlerinin agaroz jel kuyucuklarına yüklenmesi

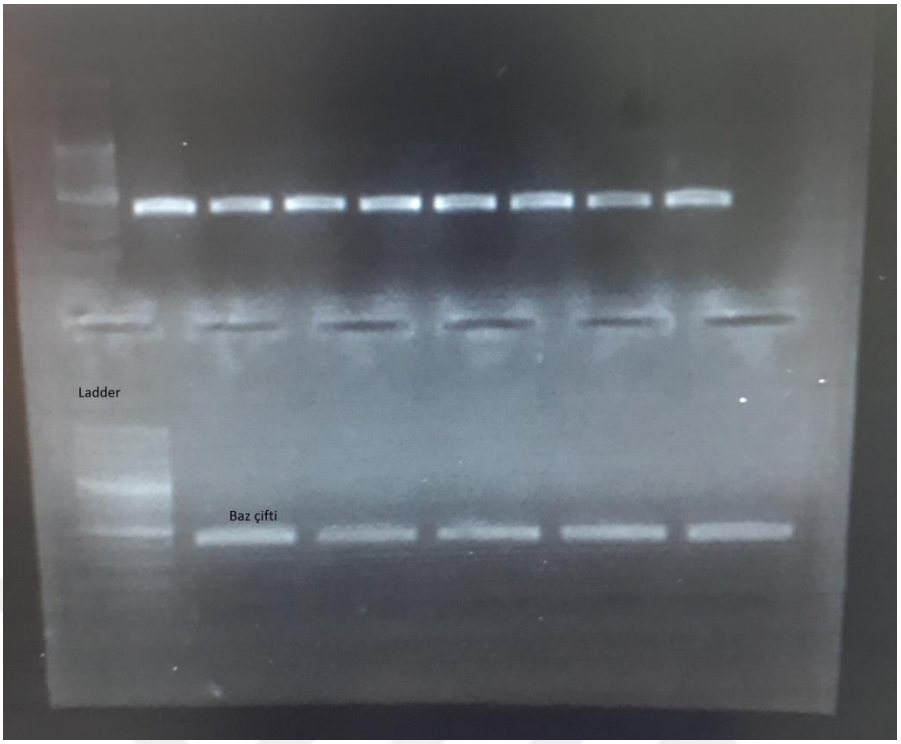
SYBR Green eklenen agaroz jel, 0.5x TBE (Tris/Borik asit/EDTA Tamponu) solüsyonu içeren tanka yerleştirilip kuyucuklara, PCR'da elde edilen ürünlerden 2 µl yükledikten sonra 90 Volt'luk elektrikte 30 dakikalık süre yürütülerek ultraviyole (UV) görüntüleme cihazında görüntülenmiş ve Şekil 3.7.'de UV görüntüleme cihazı gösterilmiştir.

Bu sayede PCR işleminin gerçekleşip gerçekleşmediği tespit edilmiştir. Jelde görüntülenen örnekler, önce PCR saflaştırma işlemine gerçekleştirilip sonrasında dizileme işlemine geçilmiştir.



Şekil 3.8. UV görüntüleme cihazı

Jel fotoğrafları Biolab jel görüntüleme cihazında çekilmiş, örnek olarak çekilen jel görüntüsü Şekil 3.8.de verilmiştir



Şekil 3.9. *Carassius gibelio* türüne ait DNA örneklerinin cyt b gen bölgesine ait PCR UV görüntü sonuçlar

3.2.4. mtDNA istatistik veri analizleri

"Elde edilen PCR ürünleri ticari firmaya gönderilmiş ve 3500 XL Genetic Analyzer cihazı ile DNA dizi analizi yaptırılmıştır. Daha sonra mtDNA COI ve Cyt b sekanslarına ait ham veriler FinchTV 1.4 programı kullanılarak değerlendirilmiş ve BioEdit software version 7.2.5 programı kullanılarak tüm bireylerin sekansları hizalanmıştır. Gen bankasındaki en yüksek benzerlik gösteren mtDNA COI ve Cyt b bölgesine ait sekanslar çalışmaya dahil edilmiştir. Komşu birleştirme ağacı (Neighbor joining tree) filogenetik analizler K2 parametresi modeline göre MEGA X programında gerçekleştirilmiş ve filogenetik ağaç oluşturulmuştur (Kumar, ve ark., 2018). Ağaç kolları (Nodların) güvenirliğinin test edilmesinde Bootstrap testi (1000 tekrarlı) kullanılmıştır."

3.2.5. DNA dizileme

Elde edilen PCR ürünleri ticari bir şirkete gönderilerek 3500 XL Genetic Analyzer (Thermo Fisher Scientific) cihazında sekans analizinin yapılmış ve NCBI (Ulusal Biyoteknoloji Bilgi Merkezi) 'ne kaydedilip erişim numaraları alınmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1 Araştırma Bulguları

4.1.1 Mitokondriyal COI geni ile ilgili bulgular

COI-625 promotor bölgesine ait 620 baz çiftlik bölge PCR koşullarının optimizasyonundan sonra çoğaltılmıştır. PCR sonunda çoğaltılan COI-625 bölgesine ait bant oluşumunun görülmesi amacı ile % 2'lik agaroz jel kolonları hazırlanarak kullanılmıştır. SYBR Green eklenilen agaroz jeli, 0.5x TBE (Tris/Borik asit/EDTA Tamponu) solüsyon içeren tanka yerleştirilerek kuyulara PCR'da elde edilen ürünlerden 2 µl yükledikten sonra 90 Volt'luk elektrikte 30 dakika yürütülerek ultraviyole (UV) cihazında görüntü elde edilmiştir.

Şekillerde hedef türe ait örnekleri PCR sonrasında agaroz jel üzerinde marker ile beraber yürütüldü ve oluşan ürünlerin ne kadar uzun olduğu tahmin edildi. Hedef bölge ortalama 600 - 700 bç uzunluğunda olduğu için istenilen bölgenin çoğaldığı anlaşılmıştır. Bu işlemden sonra örnekler dizi analizine gönderildi. Gelen sonuçlar mtDNA COI dizilerine ait ham veriler FinchTV 1.4 programı kullanılarak değerlendirme yapılmış ve BioEdit software version 7.2.5 programı kullanılarak tüm bireylerin dizilerine hizalama işlemi yapılmıştır.

4.1.1.1. COI FinchTV görüntüsü

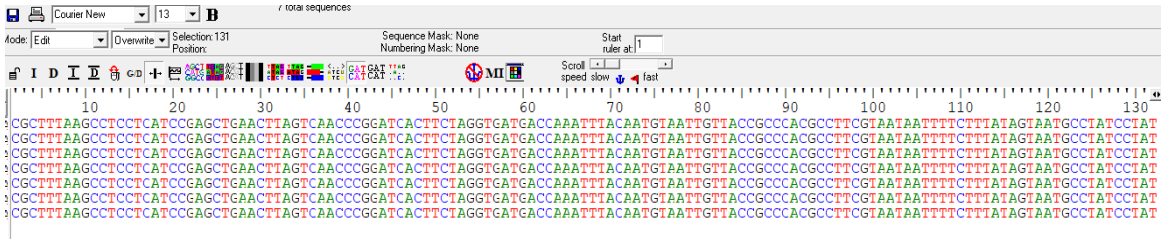
Şekil 4.1.'deki örnekte incelenen bireylerin gen dizilerinin analizinin sonucu COI sekans görüntüsü verilmiştir. COI sekans görüntüsü ile elde edilen baz dizilerindeki pikler dikkatli bir şekilde incelenmiştir. Bu piklere bakılarak sekansların düzgün olup olmadığı kontrol edilmiş ve fasta formatına dönüştürülmüştür.



Şekil 4.1. COI FinchTV sekans görüntüsü

4.1.1.2. Bioedit görüntüsü

Şekil 4.2.'de incelenen bireylerin gen dizilerinin analiz sonuçları Bioedit bilgisayar programında görüntülenerek elde edilmiştir. Bu sayede elde edilen tüm bireylere ait sekanslar sıralanmış ve bireylerin nükleotit farklılık ve benzerlikleri belirlenmiştir.



Şekil 4.2. COI geni bioedit görüntüsü

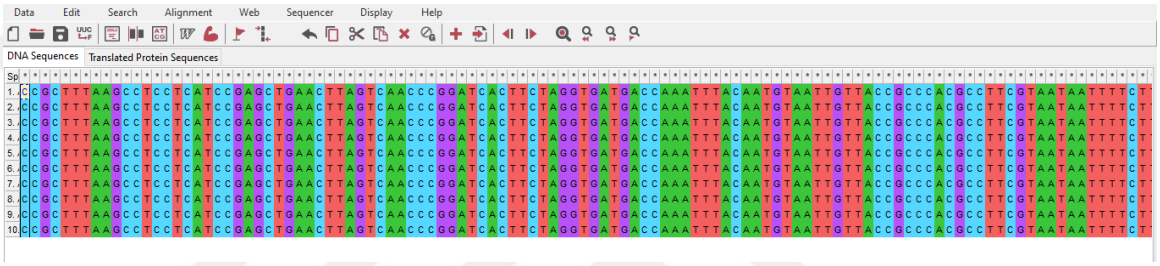
Atatürk baraj gölünde alınan;

10 adet *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) için 620 bç'lik mtDNA COI bölgesinin dizi analizi yapılmış ve mtDNA COI bölgesi için daha önce Türkiye'deki bireylerle aynı haplotip bulunmuştur.

10 adet *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758) için 600 bç'lik COI bölgesinin dizi analizi yapılmıştır ve elde edilen mtDNA COI markörüne ait sekansların gen bankasındaki sekanslarla %100 benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

4.1.1.3. Mega fotoğrafı

Carassius gibelio ve *C. auratus* türlerine ait 20 farklı bireyden elde edilen COI genine ait Mega fotoğrafı Şekil 4.3.'de verilmiştir.

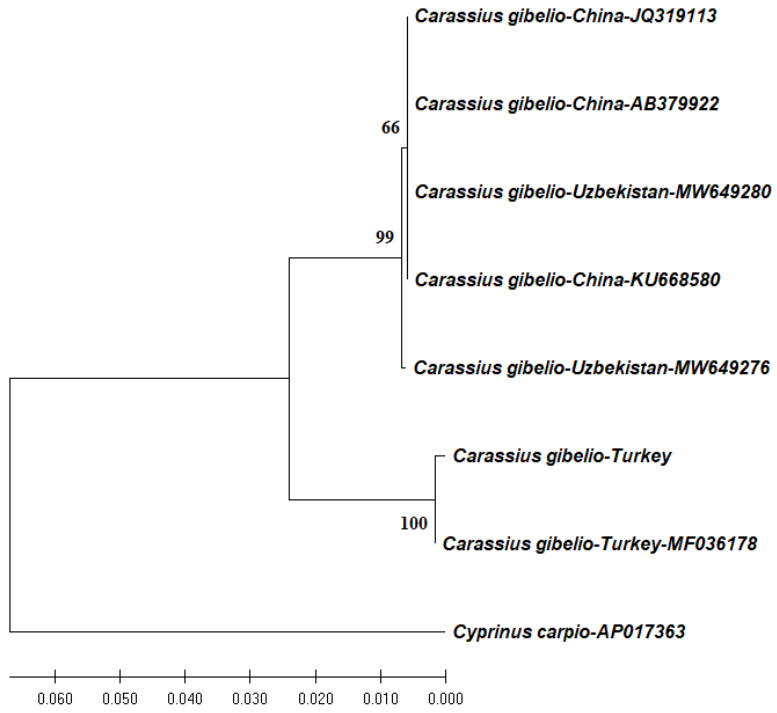


Şekil 4.3. COI geni Mega proğramı fotoğrafı

4.1.1.4. Filogenetik ağaç (Neighboorjoining tree)

4.1.1.4.1. *Carassius gibelio* türü için

C. gibelio türüne ait Şekil 4.4.'te COI gen bölgesine dayalı olan komşu birleştirme ağaçlarında dış grup olarak gen bankasından *Cyprinus carpio* türüne ait dizileri alınıp kullanılmıştır. Bu tür filogenetik ağaçlarda farklı dal üzerinde gösterilmiştir. Oluşturulan ağaçta bu çalışmada tespit edilen haplotip ile Ağdamar ve Tarkan (2019) tespit ettiği haplotip ile aynı olduğundan diğer ülkelerdeki örneklerinden farklı bir dalda konumlandırılıp gösterilmiştir. Türkiye örneklerinin ise Uşak ve Antalya populasyonlarındaki bireylerle aynı olduğu görülmüştür (Ağdamar ve Tarkan, 2019).



Şekil 4.4. *Carassius gibelio* türüne ait mtDNA COI sekanslarına dayalı Komşu Birleştirme (NJ) Ağacı (Bloch, 1782)

Çizelge 4.1.'de *C. gibelio* türü için COI bölgesine ait dizi tahlilinde çalışmamızda tespit edilen tek Haplotipin Ağdamar ve Tarkan (2019) çalışmasındaki Türkiye bireyleriyle % 100 benzerlik gösterdiği yani aynı haplotipi olduğu, Çin ve Özbekistan örnekleri ile %96.14 ile % 95.97 arasında benzerlik olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1. Carassius gibelio türünde elde edilen COI sekanslarının NCBI veritabanındaki sekanslarla karşılaştırılması (Bloch, 1782)

COI	Ülke	Erişim Numarasi	Benzerlik Oranı (%)	Kaynak
	Türkiye	-	-	Bu çalışma
	Türkiye	MF036178.1	100	Ağdamar ve Tarkan 2019
	Çin	KU668580.1	96.14	Yayınlanmamış
	Özbekistan	MW649280.1	96.14	Sheralive ve Peng 2021
	Çin	JQ319113.1	96.14	Cheng ve ark., 2009
	Çin	AB379922.1	96.14	Komiyama ve ark., 2009
	Özbekistan	MW649276.1	95.97	Sheralive ve Peng 2021

4.1.1.4.2 *Carassius auratus* türü için

C. auratus türünde COI bölgesi analizinde 600 bp uzunlukta dizi elde edilmiştir. Çalışmamızdaki bireylerin dizileri ile gen bankasındaki dizilerde %100 benzerlik gösteren bilgiler var olduğu tespit edilmiştir. Bu dizi sonuçlarına BLAST'lama işlemi yapılarak benzerlikler elde edilmiştir.

Çizelge 4.2. Carassius auratus türünden elde edilen COI sekanslarının NCBI veri tabanındaki sekanslarla karşılaştırılması (Linnaeus, 1758)

COI	Ülke	Erişim Numarası	Benzerlik Oranı (%)	Kaynak
	Bangladeş	MN171366.1	100	Yayınlanmamış
	Çin	MF443771	100	Yayınlanmamış
	Çin	KJ874430	100	Yayınlanmamış
	Hindistan	MN562051	100	Yayınlanmamış
	Japonya	AB379921	100	Komiyama ve ark., 2009
	Avusturalya	KF227945	100	Loh ve ark., 2014
	Kore	HQ536310	100	Yayınlanmamış
	Birleşik Devletler	KF558297	100	Brandl ve ark., 2015

Çizelge 4.2. *C. auratus* türüne ait elde edilen COI mtDNA markörüne ait sekansların Gen bankasındaki sekanslarla %100 benzerlik gösteren bilgiler yer aldığı tespit edilmiştir. Buna göre bu balık türünün değişik kıtalarda ve ülkelerde her iki

markör açısından aynı olduğu, farklı bir varyasyon göstermediği ve yakın zamanda yayıldığı söylenebilir.

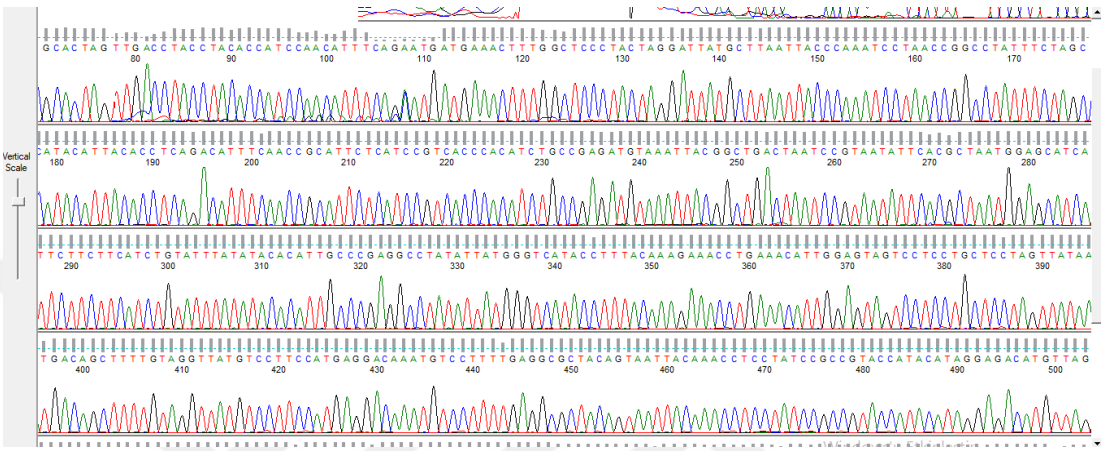
4.1.2. Mitokondriyal Cyt b geni ile oluşan sonuçlar

Cyt b gen bölgesine ait bölge PCR koşullarının optimizasyonundan sonra çoğaltılmıştır. PCR sonunda yükseltgenen Cyt b gen bölgesine ait bant varlığının gözlenmesi amacı ile % 2'lik agaroz jel kolonları hazırlanarak kullanılmıştır. SYBR Green eklenen agaroz jel, 0.5x TBE (Tris/Borik asit/EDTA Tamponu) solüsyonu içeren tanka yerleştirilerek PCR'da elde edilen ürünlerden 2 µl kuyulara yükledikten sonra 90 Volt'luk akımda 30 dakikalık süre yürüterek ultraviyole (UV) cihazında görüntülendi.

Şekillerde her türe ait örnekleri PCR sonrasında agaroz jel üzerinde marker ile beraber yürütülüp, oluşan ürünlerin ne kadar uzun olduğunu tahmin edilmiş ve istenen bölge ortalama 600-800 bç arasında olduğu için doğru bölgenin çoğalmış olduğu anlaşılmıştır. Bu işlemden sonra örnekler dizi analizine gönderilmiştir. mtDNA cyt b sekanslarına ait işlenmemiş veriler FinchTV 1.4 programı kullanılarak değerlendirilmiş ve BioEdit software version 7.2.5 programı kullanılarak tüm bireylerin gen dizilerine hizalama işlemi yapılmıştır.

4.1.2.1 Cyt b FinchTV görüntüsü

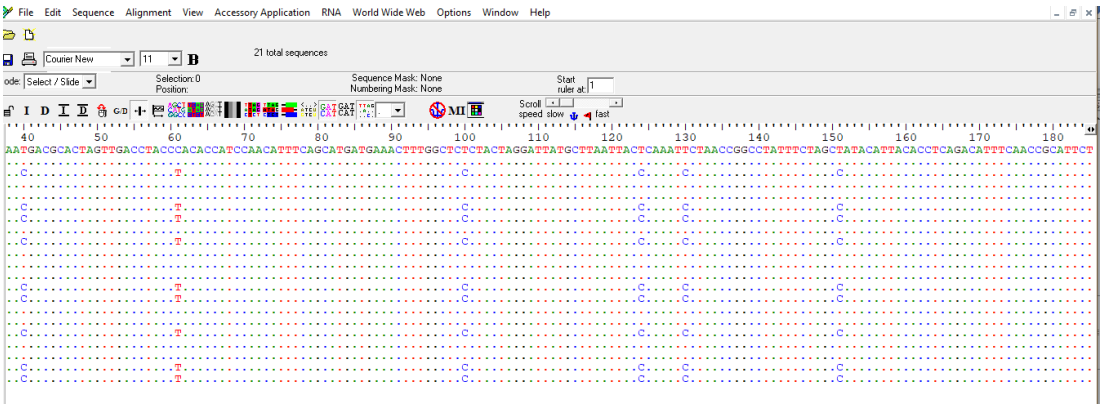
Şekil 4.5.'te örnekte incelenen bireylerin gen dizilerinin analizinin sonucu edilen FinchTV görüntüsü gösterilmiştir. Program ile elde edilen baz dizilerindeki pikler dikkatli bir şekilde incelenmiştir.



Şekil 4.5. Cyt b FinchTV görüntüsü

4.1.2.2. Bioedit görüntüsü

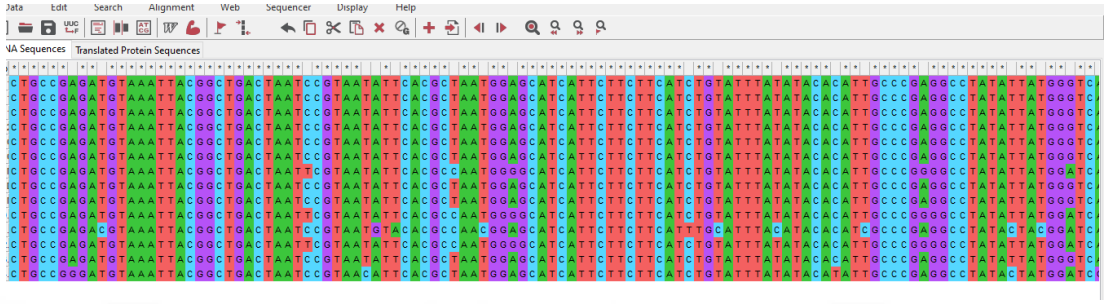
Carassius gibelio ve *C. auratus* türlerine ait 20 farklı bireyden elde edilen Cyt b genine ait Bioedit görüntüsü Şekil 4.6.'da verilmiştir.



Şekil 4.6. Cyt b bioedit fotoğrafı

4.1.2.3. Mega fotoğrafı

C.gibelio ve C. auratus türlerine ait 20 farklı bireyden elde edilen Cyt b genine ait Mega fotoğrafı Şekil 4.7'de verilmiştir.

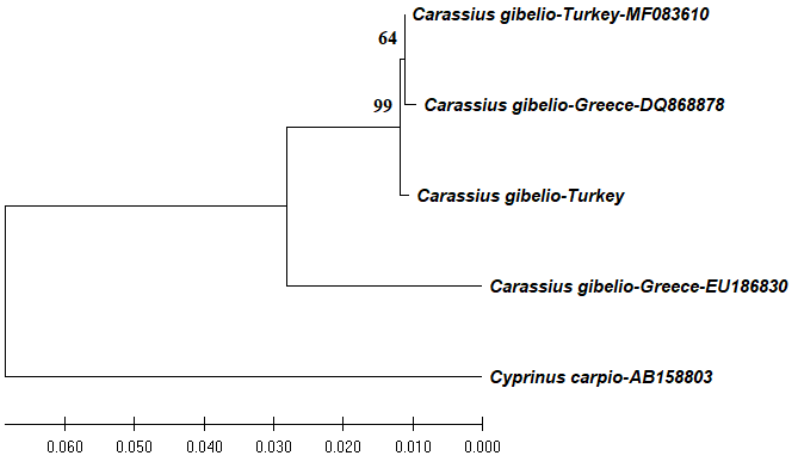


Şekil 4.7. Mega fotoğrafı

4.1.2.4. Filogenetik ağaç (Neighboor joining)

4.1.2.4.1 *Carassius gibelio* türü için

Şekil 4.9.'da cyt b gen bölgesine dayalı olan komşu birleştirme ağaçlarında dış grup olarak gen bankasından *Cyprinus carpio* türüne ait diziler alınıp kullanılmıştır. Bu tür, filogenetik ağaçta farklı dal üzerinde gösterilmiştir. *C. gibelio* türüne ait Şekildeki filogenetik ağaçta, bu çalışmada tespit ettiğimiz haplotip farklı ve yeni bir haplotip olduğu için faklı bir nod üstünde gösterilmiştir**.** mtDNA cyt b gen bölgesi için 580 bp uzunluğunda dizi elde edilmiştir. Bu dizileme sonuçları BLAST'lama yapılarak benzerlikleri bulunmuştur (Şekil 4.8.).



Şekil 4.8. Carassius gibelio türüne ait mtDNA cyt b sekanslarına dayalı Komşu Birleştirme (NJ) Ağacı (Bloch,1782)

Cyt b bölgesindeki dizi tahlilinde çalışmamızdaki bireylerin dizilerinin daha önce gen bankasına kayıtlı bulunan haplotiplerden farklı ve yeni bir haplotip olduğu tespit edilmiştir. Bu haplotipe en çok benzerlik gösteren haplotip, Türkiye'deki örneğine %99.82 oranında, Yunanistan örneklerine ise %99.66 ila %95.85 oranlarında benzer olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. Carassius gibelio türünden elde edilen cyt b sekanslarının NCBI veri tabanındaki sekanslarla karşılaştırılması (Bloch, 1782)

Cyt b	**Ülke**	**Erişim Numarası**	**Benzerlik Oranı (%)**	**Kaynak**
	Türkiye	-	-	Bu çalışma
	Türkiye	MF083610.1	99.82	Ağdamar ve Tarkan 2019
	Yunanistan	DQ868878.1	99.66	Tsipas ve ark., 2009
	Yunanistan	EU186830.1	95.85	Tsipas ve ark., 2009

4.1.2.4.2 *Carassius auratus* türü için

C. auratus türüne ait elde edilen mtDNA cyt b markörüne ait sekansların gen bankasındaki sekanslarla %100 benzerlik gösteren bilgiler yer almaktadır. Buna göre bu balık türünün değişik kıtalarda ve ülkelerde cyt b markörü açısından aynı olduğu, farklı bir varyasyon göstermediği ve yakın zamanda yayıldığını söylemek mümkündür.

Çizelge 4.4. Carassius auratus türünde elde edilen cyt b sekanslarının NCBI veri tabanındaki sekanslarla karşılaştırılması (Linnaeus, 1758)

Cyt b	Ülke	Erişim Numarası	Benzerlik Oranı (%)	Kaynak
	Amerika	MG281934	100	Halas ve ark., 2018
	Almanya	KX688782	100	Knytl ve ark., 2013
	İngiltere	NJ412524	100	Rylkova ve ark., 2009
	Japonya	AB379921	100	Komiyama ve ark., 2009
	Çin	MT612437	100	Yayınlanmamış

4. 2. Tartışma

Biyolojik istilalar; rekabet, habitat değişikliği, yerli türlerle melezleşme yoluyla dünyanın her yerindeki doğal ekosistemlerde önemli bozulmalara sebep olmuş ve özellikle Carassius cinsinin *C. auratus C. carassius* ve *C. gibelio* gibi türleri Türkiye genelinde çok sayıda iç su kütlesine taşınmıştır ve yerli türler için bir tehdit haline gelmiştir (İnal, 2011). Mevcut popülasyonları oluşturan bu balık türlerinin habitatlardaki yerli türler ve özelliklede endemik türler üstündeki tesirleri kesin suretle araştırılmalı ve egzotik türlerin insandan kaynaklanan yayılımı engellemek için bu konuda farkındalıklar arttırılmalıdır (Türkmen, 2019; Bostancı ve ark., 2021). Ayrıca balıklandırma çalışmalarında muhakkak suretle sadece hedef türlerin çalışmaya dahil edilmesi gerekmektedir. Çünkü Türkiye sularına yayılım gösteren altı akvaryum balığı türü olduğu görülmektedir (Bostancı ve ark., 2021). Bu akvaryum balıklarından başka türlerinde bu baraj gölüne girmesi durumunda doğal türlerin ciddi anlamda etkilenmeleri kaçınılmaz olacaktır. Hem ekonomik hem de biyoçeşitlilik açıdan daha büyük hasarlara neden olacaktır.

*C. gibelio, g*ümüşi havuz balığı olarak bilinen, üreme potansiyeli fazla, çevredeki değişimlere çok çabuk uyan istilacı bir türdür. Bu tür, girdiği yeni yaşam alanlarında kısa zamanda bile baskın tür konumuna ulaşabilmektedir (Yerli, ve ark., 2014). *C. gibelio* türünün il kaydı 1980'li yıllarda Trakya Bölgesi'nden verilmiş ve Avrupa'nın bazı ülkelerindeki gibi Türkiye iç sularında da problem oluşturmaya başlamış (Yerli, ve ark., 2014) ve zaman geçtikçe çoğalarak ekolojik ve iktisadi olarak büyük hasarlara sebep olmaktadır (Ağdamar, 2017). Türkiye'nin çeşitli bölgelerinden elde edilen örnekler üzerinde yapılan genetik araştırmalar sonucunda *C. gibelio'*nun ülkemize direkt veya farklı bölgeler (özellikle Orta ve Doğu Avrupa) üzerinden dolaylı olarak girmiş olabileceği tahmin edilmektedir (Ağdamar, 2017). Benzer olasılık bu araştırmada yapılan haplotip analizi çalışmalarında da görülmüştür. Bu çalışmada bulunan haplotipin Türkiye örnekleri ile mtDNA COI bölgesine ait verilerin %100 benzerlik gösterdiği, cyt b haplotipinin ise farklı bulunmasına karşın %99.82 ile en fazla benzerliği yine Türkiye örnekleriyle olduğu görülmüştür. Şanlıurfa da *C. gibelio* türü ilk defa 2008 yılında tespit edilip

kaydedilmiş (Tarkan ve ark., 2012a) ve buna rağmen kısa sürede Atatürk Baraj Gölünün tümünde başat hale gelmeyi başarmıştır. Baskın hale geçmesinin nedenlerinden birkaçı; hızlı bir biçimde üreme erişkinliğine ulaşması, çok fazla sayıda yumurta bırakması, yumurta bırakma periyodunun uzun olması ve sazangiller familyasına ait diğer türlerin spermleriyle dölleme yapabilmesidir (Ağdamar, 2017).

Atatürk Baraj Gölü'nde *C. gibelio* yoğunluğundaki artış nedeniyle, yerel ve ekonomik değeri olan türlere ait bireyler giderek azalmaktadır (Parmaksız ve ark., 2017). Yöredeki balıkçılarla yapılan görüşmelerde, son yıllarda bu durumu farkına vardıklarını ve bu hızla ilerlemesi halinde ekonomik değeri olan türlerin ortadan tamamen kalkacağını düşündüklerini belirtmişlerdir. Tarkan ve diğerleri (2012b), Ömerli Baraj Gölü'nde (Marmara Bölgesi) bulunan *C. gibelio* ile yerel ve ekonomi değeri olan türlerin ortamdaki yoğunluklarını altı yıllık sürede araştırmış ve yerli tür populasyon sıklıklarının önemli derecede azaldığını ve istilacı konumdaki *C. gibelio* populasyonlarının ise giderek sayıca arttığını belirlemişlerdir. Atatürk Baraj Gölü'nde de buna benzer durumların oluştuğu düşünülmektedir. Buna bağlı olarak hem yöre balıkçılarıyla yapılan görüşmelerde hem çalışmamızda az sayıda bireyle çalışılmasına rağmen cyt b gen bölgesi sekans verilerine göre farklı ve yeni bir haplotip tespitiyle çeşitli alanlarda bulunan populasyonlarda yeni varyetelerin belirmesi, genetik çeşitliliğin arttığını göstermekte olup uyum becerisinin her geçen gün arttığının göstergesidir.

Atatürk Baraj Gölü'nde de benzer sonuçların hem *C. gibelio* hem de *C. auratus* için oluştuğu tarafımızca tahmin edilmektedir.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Carassius gibelio ve *C. auratus* türlerinde mtDNA dizi analizi yapılarak bu belirtecin kullanımı öğrenilmiştir. Bu türlere ait örneklerden elde edilen COI geni ve Cyt b genine ait filogenetik ilişkileri ortaya çıkarılmıştır.

Elde edilen sekans verilerinin istatiksel analizlerinin yapılması becerisi kazanılmıştır.

C. gibelio türüne ait mtDNA cyt b gen bölgesi için daha önce tanımlanmamış yeni bir haplotip elde edilmiş. Gen bölgesine ait diziler ilk kez tarafımızca veri tabanına kaydedilmiştir.

5.2. Öneriler

İstilacı balık türlerinin üreme kapasitesi çok yüksek olduğu için her geçen gün birey sayıları hızla artmaktadır. Özellikle baraj gölünde yoğun bulunan populasyonların görülmesinden dolayı, olabildiğince yavrulama mevsimlerine girmeden önce yaşam alanlarında avlanma suretiyle uzaklaştırılmalıdırlar. Bu çalışmada az sayıda birey ile bile çalışılmasına rağmen cyt b gen bölgesi yönünden yeni bir haplotip görülmesi ve diğer yaşam alanlarında bulunana populasyonlarda yeni varyetelerin görülmesi genetik çeşitliliğin ve uyum gücünün gün geçtikçe arttığının göstergesidir.

Bu türlerin yeğlenme ve sarfiyat oranı diğer balık türlerine göre daha az olduğundan farklı gıda sektörlerinde işletilip cazibeli formlara getirilmesi israf edilmemesi açısından önemlidir *C. gibelio* türünün protein değerlerinin diğer balık türlerine göre değişik olması ve bundan ötürü kimi protein diyeti uygulamalarında bu

balıktan yararlanılması aminoasit çeşitliliği açısından seçenek oluşturabilir (Parmaksız ve ark., 2022b).

Bundan sonraki araştırmalarda Atatürk Baraj Gölü ve Fırat nehrinde *Carassius gibelio* ve *C. auratus* türü populasyonları tespit edilip, mtDNA, D-loop ve mikrosatellit gibi diğer markerler kullanılarak populasyonların genetik çeşitlilik seviyelerinin tespitiyle, sıklığı ve büyüklüğü en fazla olan topluluklarından başlamak suretiyle hızlı bir biçimde mücadele girişimi önerilmektedir.

İstilacı türler ile ciddi bir mücadele programına başlanmalıdır. Özellikle gerekli merciiler tarafından baraj gölünde sayıca yoğun populasyonların tespit edilmesi, gerekirse görevlendirme yapılıp mümkünse üreme dönemine girmeden ortamdan avlanarak uzaklaştırılmalıdır.

KAYNAKLAR

AĞDAMAR, S., 2017. Türkiye iç sularında dağılım gösteren istilacı balıklardan gümüşi havuz balığı (*Carassius gibelio* Bloch, 1782) populasyonlarının genetik çeşitliliğinin belirlenmesi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Muğla, 115.

AĞDAMAR, S., and TARKAN, A.S., 2019. High genetic diversity in an invasive freshwater fish species. *Carassius gibelio*, suggests establishment success at the frontier between native and invasive ranges. Zoologischer Anzeiger, 283: 192-200.

ALPBAZ, A., 1993. Akvaryum Tekniği Ve Balıkları. Mas Ambalaj Sanayi ve Ticaret A.Ş, İzmir, 403 s.

AKTOP, Y., 2016. Japon balığının (*Carassius Auratus* L. 1758) büyümesi ve gonad gelişimi üzerine çakşır otunun (*Ferula elaeochytris* K. 1947) etkisinin araştırılması, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya, 73.

ANTONOVA, E.I., 2010. Short-Term Thermal Compensatory Adaptive Reaction Mechanisms of the Liver in *C. auratus gibelio*. Contemporary Problems of Ecology, 3: 57-62.

ARSLAN, M. N., 2012. Farklı oranlarda l-karnitin ilave edilen yemlerle beslenen japon balığı *(Carassius auratus L.1758*) yavrularının büyüme performanslarının belirlenmesi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Antalya, 40s.

AVISE, J.C., 2004. Molecular Markers, Natural History and Evolution (Second Edition). Sinauer, Sunderland, MA. 279 pp.

AYOOLA, S.O., 2008. Histopathological Effects of Glifosat on Juvenile African Catfish (*Clarias gariepinus*). American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences. 4(3): 362- 367.

BARAN, I., ve ONGAN, T., 1988. Gala Gölü'nun limnolojik ozellikleri, balıkcılık sorunları ve öneriler. Gala Gölü ve Sorunları Sempozyumu, Doğal Hayatı Koruma Derneği Bilimsel Yayınlar Serisi, İstanbul, s. 46-54.

BAŞARAN A., 2004. Tıbbi biyoloji ders kitabı. Güneş & Nobel Tıp Kitapevleri, 7. Baskı. Bursa, 622s.

BARATA, S., DÖRÜCÜ, M., ve ÖZCAN, M., 2017. Hastalık belirtisi gösteren japon balıkları (*Carassius auratus*)'nda rastlanan ektoparazitler ve tedavisi. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 29(1): 15-19.

BULUT, S., 2010. Seyitler Baraj Gölü'nde (Afyonkarahisar) Yaşayan *Carassius gibelio*'nun Kas Dokusundaki Yağ Asidi Kompozisyonunun Değişimi. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 5(2): 69-75.

BOSTANCI D., YEDİER S., HELLİ S. ve POLAT N., 2021. Ordu ili iç sularında *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758) türünün ilk kaydı ve türün Ulugöl Yaylası Göleti popülasyonuyla ilgili bazı veriler. Su araştırmaları dergisi, 4 (3):279-285.

BOSTANCI D., POLAT N., KANDEMİR Ş., ve YILMAZ S., 2007. Bafra Balık Gölü'nde yaşayan havuz balığı, C*arassius gibelio* (bloch, 1782)'nun kondisyon

faktörü ve boy-ağırlık ilişkisinin belirlenmesi. SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi, 2(2): 117-125.
BUCKLIN, A., STEINKE, D., and BLANCO-BERCIAL L., 2011. DNA Barcoding of Marine Metazoa. Annual Reviews of Marine Science, 3: 471-508.
BRANDL, S.,SCHUMER, G., SCHREİER, B. M., CONRAD, J. L., MAY, B., and BAERWALD, M. R., 2015. Ten real-time PCR assaysfordetection of fishpredation at thecommunitylevel in the San Francisco Estuary–Delta. Molecular Ecology Resources, 15(2): 278-284.
BRİOLAY, J., NİCOLS GALTİER, N., BRİTO, R. M. and BOUVET, Y., 1998. Molecular phylogeny of Cyprinidae inferred from cytochrome b DNA sequences. Molecular Phylogenetics and Evolution, 9(1): 100-108.
BROWN, W. M., 1985. The mitochonrial genome of animals. In Molecular Evolutionary Genetics, MacInterre RJ, ed Plenum Pres: New York, 95-130.
BRUFORD, M. W., BRADLEY, D. G., and LUIKART, G., 2003. DNA markers reveal the complexity of livestock domestication. Nature Review Genetics, Columbia Universty Pres, 4: 900-910.
CHENG, L., CHANG, Y. M., LU, C. Y., CAO, D. C. and SUN, X. W., 2012. DNA barcoding and species and subspecies classification within genus *Carassius*. Zoological Research, 33: 463–472.
CARVALHO, G. R., and PİTCHER, T. J., 1995. Molecular genetics in fisheries. First edition. Chapman and Hall, London, 141s.
CROSS, D. M. and PALSSON, S., 2010. Mitochondrial DNA variation and population genetic structure of white Shrimp Fenneropenacus indicus along the coastalbelt of Sri Lanka. Aquat Living Resources, 23:31-532.
DAĞTEKİN, B.B. ve BAŞTÜRK, Ö., 2013. Çıldır Gölü'nde Yaşayan Gümüşi Havuz Balığının (*Carassius gibelio* Bloch, 1782) Et Verimi ve Biyokimyasal Kompozisyonu, Yunus Araştırma Bülteni, 14 (2):15-22.
DALYAN, C., 2006. İskenderun Körfezi'ndeki lesepsiyen balıklar üzerine bir araştırma, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, , İstanbul, 98s.
DARABİ, A. R., KASHAN, N., FAYAZİ, J., AMİNAFSHAR, M. and CHAMANİ, M., 2014. Investigation of phylogenetic relationship among two *Barbus* species (Cyprinidae) populations with mitochondrial DNA using PCR sequencing. IJBPAS, 4(2):302-311.
DEMİRSOY, A. 1993. Yaşamın temel kuralları. Omurgalılar/Anamniyota, Cilt III Kısım I, Meteksan A.Ş. Baskı Tesisleri, Ankara, 684 s.
DİLBİRLİĞİ, E., 2007. Biyolojik çeşitlilik ve genetik kaynakların sürdürülebilir kullanım stratejilerinin değerlendirilmesi üzerine bir araştırma, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 252s.
ELGER, M., and HENTSCHEL, H., 1981. The Glomerulus of a Stenohaline Fresh-Water Teleost, *Carassius auratus gibelio*, Adapted to Saline Water. Cell and Tissue Research, 220(1):73-85.
ERDEM, Y., SAMUR, M., ve ÖZDEMİR, S., 2014. İç sularda istilacı balık türleriyle mücadelede seçici avlama yöntemlerinin etkinliği. Aquatic Sciences and Engineering, 29(2):49-63.
ENGSTROM, T.N., EDWARDS, T., OSENTOSKİ, M.F., and MYERS, E.M., 2007. A Compendium of PCR Primers for mtDNA, Microsatellite, and Other Nuclear

Loci for Freshwater Turtles and Tortoises. Chelonian Research Monograph, 4: 124-141.

FREYHOF, J., EKMEKÇİ, F.G., ALİ, A., KHAMEES, N.R., ÖZULUĞ, M., HAMİDAN, N., KÜÇÜK, F. and SMİTH, K.G., Smith, K.G., Barrios, V., Darwall, W.R.T. and Numa C., 2014. Freshwater fishes The Status and Distribution of Freshwater Biodiversity In The Eastern Mediterranean. IUCN. İsviçre, 132s.

FROESE, R., and PAULY, D., 2020. FishBase. Species list: World Wide Web electronic publication. Available from: https://www.fishbase.de/summary/Carassius-auratus (Erişim tarihi: 15 Aralık, 2020).

GELDİAY, R. ve BALIK S., 2009. Türkiye Tatlısu Balıkları, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, No: 46, Ders Kitabı Dizini, No: 16.

GOZLAN, R. E., BRİTTON, J. R., COWX, I. and COPP, G. H., 2010. Current knowledge on non-native freshwater fish introductions. Journal of fish biology, 76(4): 751-786.

GÜNGÖR, H.S. 2012. İkizcetepeler baraj gölü'nde yaşayan gümüşi havuz balığı *carassius gibelio* (bloch, 1782) populasyonunun biyolojik özelliklerinin araştırılması, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir, 48.

GRAY, M.W., BURGER, G., and LANG, B.F., 1999. Mitochondrial evolution. Nature. 283:1476–1481.

HALAS, D., LOVEJOY, N., and MANDRAK, N. E., 2018. Undetected diversity of goldfish (Carassius spp.) in North America. Aquatic Invasions, 13(2):211-219.

HUCKSTORF, V., and FREYHOF, J., 2013. Carassius auratus. The IUCN Red List of Threatened Species 2013: e.T166083A1110472. https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-1.RLTS.T166083A1110472.en

İNNAL, D., 2011. Distribution and impacts of Carassius species (Cyprinidae) in Turkey: a review. Management of Biological Invasions, 2(1):57-68. https://doi.org/10.3391/mbi.2011.2.1.06

JACKSON, M. C., WASSERMAN, R. J., GREY, J., RİCCİARDİ, A., DİCK, J. T., and ALEXANDER, M. E., 2017. Noveland disrupted trophic links follow inginvasion in fresh Water ecosystems. In Advances in Ecological Research, 57: 55-97.

KALOUS, L., MEMİŞ, D., and BOHLEN, J., 2004. Finding of Triploid *Carassius gibelio* (Bloch, 1780) (Cypriniformes, Cyprinidae), in Turkey. Cybium, 28(1): 77-79.

KESKİN, E., AĞDAMAR, S. ve TARKAN, A.S., 2013. DNA barcoding common nonnative freshwaterfish species in Turkey: Low genetic diversity but high population structuring, Mitochondrial DNA, 24: 276-287.

KESKİN, E. ve ATAR, H. H., 2013. DNA Barkodlama: Mitokondriyal COI Geni Kullanılarak Moleküler Tanımlama. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 6(2): 01-08.

KESKİN, E. ve ATAR, H. H., 2012. Türkiye'nin Akdeniz Kıyısındaki Mavi Yengeç (Callinectes sapidus) Populasyonları Arasındaki Genetik Farklılığın COI Gen Dizileri Kullanılarak Değerlendirilmesi. Journal of Fisheries Sciences.com., 6(2): 125-131.

KORKMAZ, B., ve KUŞAT, M., 2014. Eğirdir gölü'nde gümüşi havuz balığı, *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) avcılığında kullanılan monofilament fanyalı ağların seçiciliği. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 18(2): 69-74.

KOMİYAMA, T., KOBAYASHİ, H., TATENO, Y., INOKO, H., GOJOBORİ, T. and IKEO, K., 2009. An evolutionary origin and selection process of goldfish. Gene, 430(1-2): 5-11.

KUMAR, S., STECHER, G., LI, M., KNYAZ, C., and TAMURA, K., 2018. MEGA X: Molecular Evolutionary Genetics Analysis across computing platforms. Molecular Biology and Evolution, 35:1547-1549.

KUŞAT M., KOCA H. U., ve İZCİ L., 2006. Eğirdir Gölü'nde Avlanan Gümüşi Havuz Balığı C*arassius auratus* (Bloch, 1782)'nın balıkçılık biyolojisi yönünden bazı özelliklerinin araştırılması, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 10(1): 61-65.

KÜÇÜK, F., 1998. Isparta İli İç Sularında Yayılış Gösteren Tatlısu Balıklarının Sistematik ve Ekolojik Özellikleri Üzerine Araştırmalar. Süleyman Demirel Üniversitesi. Isparta'nın Dünü Bugünü ve Yarını Sempozyumu II, Isparta.

KLUG W.S., CUMMİNGS, M.R. and SPENCER, C.A., 2009. Genetik Kavramlar. (8. Baskıdan çeviri). C. ÖNER, S. SÜMER, R. ÖNER, A. ÖĞÜŞ, L. AÇIK. (eds.) Palme Yayıncılık, Ankara, 677 s.

KNYTL, M., KALOUS, L., SYMONOVÁ, R., RYLKOVÁ, K., and RÁB, P., 2013. Chromosome studies of European cyprinidfishes: cross-species painting reveals Natural allotetraploid origin of a Carassius female with 206 chromosomes. Cytogenetic and Genome Research, 139(4): 276-283.

LAZAROVA, S.S., G. MALLOCH, C.M.G., OLIVEIRA, J., HUBSCHEN and NEILSON, R., 2006. Ribosomal and mitochondrial DNA analyses of Xiphinema americanum group populations. Journal of Nematology, 38: 404-410.

LEUNG, B., LODGE, D. M., FİNNOFF, D., SHOGREN, J. F., LEWİS, M. A. and LAMBERTİ, G., 2002. An ounce of prevention or a pound of cure: bioeconomic risk analysis of invasive species. Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences, 269(1508): 2407-2413.

LOH, W. K. W., BOND, P., ASHTON, K. J., ROBERTS, D. T., and TİBBETTS, I. R., 2014. DNA barcoding of freshwaterfishesand the development of a quantitativeq PCR assay for the species-specific detection and quantification of fish larva efrom plankton samples. Journal of Fish Biology, 85(2): 307-328.

LUSHCHAK, V.I., LUSCHCHAK, L.P., MOTA, A.A. and HERMESLİMA, M., 2001. Oxidative Stress and Antioxidant Defenses in Goldfish *C. auratus* during Anoxia and Reoxygenation. American Journal of Physiology Regulatory Integrative and Comparative Physiology, 280(1): 100-107.

OYMAK, S. A., 2000. Atatürk Baraj Gölü'nde yaşayan *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843) un büyüme özellikleri. Turkish Journal of Zoology, 24: 41-50.

MOLLOT, G., PANTEL, J. H. and ROMANUK, T. N., 2017. Academic Press. The effects of invasive species on the decline in species richness: a global meta-analysis. In Advances in ecological research,. 56: 61-83.

NATHANAİLİDES, C., PERDİKARİS, C., GOUVA, E. and PASCHOS, I., 2003. Gibel Carp (*Carassius gibelio*) Growth under Increased Ammonia Concentration. In: Proceedings of the 11th Panhellenic Conference of Ichthyologists, Chania.

NOSEK J, TOMÁSKA L, FUKUHARA H, SUYAMA Y, and KOVÁC L., 1998. Doğrusal mitokondriyal genomlar: çizginin 30 yılı aşağısı. Genetikte Eğilimler, 14(5): 184–8. doi : 10.1016/ S0168-9525 (98) 01443-7 . PMID 9613202.

OYMAK, S. A., ERHAN, Ü. N. L. Ü., PARMAKSİZ, A. and DOĞAN, N., 2011. A study on the age, growth and reproduction of *Aspius vorax* (Heckel, 1843)(Cyprinidae) in Atatürk Dam Lake (Euphrates River), Turkey. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 11(2).

ÖZDEMİR, G., ve CEYLAN, B., 2007. Biyolojik İstila ve Karadeniz'deki İstilacı Türler. SÜMAE YUNUS Araştırma Bülteni, 7:3.

ÖZDEMİR, L., 2021. *Carassius auratus, Carassius gibelio* ve *Capoeta umbla'*nın yağ asitlerinin mevsimsel değişimi, Mardin Artuklu Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Mardin. 78s.

ÖZULUĞ, M., ACIPINAR, H., GAYGUSUZ, Ö., GÜRSOY, C., ve TARKAN, A.S., 2005. Effects of human factor on the fish fauna in a drinking-water resource (Omerli Dam Lake-Istanbul, Turkey). Res.J. Agric. And Biol. Sci, 1:50-55.

PARLAK, H., ARSLAN ÇAKAL. Ö., BOYACIOĞLU, M., ve KARAARSLAN, M.A., 2009. Ekotoksikoloji Ders Kitabı. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları. İzmir.

PARMAKSIZ, A., NECATİ, E., KADİR, E. ve KOYUNCU, İ., 2022b. Fırat ve Dicle Nehirlerinde Yaşayan *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) Türünün Aminoasit Profilinin Araştırılması. Turkish Journal of Bioscience and Collections, 6(1).

PARMAKSIZ, A., OYMAK S. A., DOGAN, N. , NAIM, D., and UNLU, E., 2017. Reproductive characteristics of an invasive species Carassius gibelio (Bloch, 1782) in Ataturk Dam Lake. Turkey, Indian J. Fish., 64(4): 28-33.

PAULY, D., CHRİSTENSEN, V., GUENETTE, S., PİTCHER, T.J., SUMAİLA, U.R., WALTERS, C.J., WATSON, R. and ZELLER, D., 2002. Towards Sustainability in World Fisheries, Nature, 418: 689-695.

PERDİKARİS, C., ERGOLAVOU, A., GOUVA, E., NATHANAİLİDES, C., CHANTZAROPOULOS, C. and PASCHOS, I., 2012. *Carassius gibelio* in Greece: the Dominant Naturalised Invader of Freshwaters. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 22(1): 17-27.

REİS, İ., ATEŞ, İ., ve CERİM, H., 2019. Aşağı Sakarya nehri'nde yaşayan gümüşi havuz balığı'nın, *Carassius gibelio* (Bloch, 1792) üreme döneminin belirlenmesi. Anadolu Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi, 4(2): 89-92.

ROKAS, A., LADOUKAKIS, E., and ZOUROS, E., 2003. Animal mitochondrial recombination revisited. Trends in Ecology and Evolution, 18(8): 411-417.

RYLKOVÁ, K., KALOUS, L., BOHLEN, J., LAMATSCH, D. K., and PETRTÝL, M., 2013. Phylogeny and biogeographic history of the cyprinid fish genus Carassius (Teleostei: Cyprinidae) with focus on Natural and anthropogeni carrivals in Europe. Aquaculture, 380:13-20.

SAÇ, G., 2010. Büyükçekmece Baraj Gölü'ndeki İsrail Sazanı *Carassius gibelio* (Bloch, 1782)'nun Büyümesi ve Üremesi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul. 82s.

SARI, H.M., ÖZAYDIN, O. ve PERÇİN, F., 2010. İstilacı Balıklar ile Mücadele Projesi: Uşak İli Eşme İlçesi Üçpınar Göleti Gümüşi Prusya Sazanı (*Carassius gibelio* Bloch, 1782) Stoğunun Belirlenmesi. Türkiye Sportif Olta Balıkçılığı

ve Su Hayatını Koruma Derneği (TUSOB). Birinci Olta Balıkçılığı Çalıştayı, 11-12 Aralık.

SHERALİEV, B., and PENG, Z., 2021. Molecular diversity of Uzbekistan's fishes assessed with DNA barcoding. Scientific Reports, 11(1): 1-12.

TABAKOĞLU, R., UYSAL, K., ve KAVASOĞLU, M., 2020. İki tatlısu balığı türünün (*Cyprinus carpio* Ve *Carassius gibelio*) doğal ortam ve laboratuvar şartlarındaki hemogram değerlerinin incelenmesi. Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Bilim dergisi, 1: 34-42.

TARIM, U., 2019. Kayseri baraj göllerinde dağılım gösteren bazı istilacı balık türlerinin yöre balıkçılığı üzerine etkisi. Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta. 44s.

TARKAN, S., COPP, H., TOP, N., ÖZDEMİR, N., ÖNSOY, B., BİLGE, G., FİLİZ H., et al., 2012a. Are Introduced Gibel Carp *Carassius gibelio* in Turkey more Invasive in Artificial than in Natural Waters?. Fisheries Management and Ecology, 19(2): 178- 187.

TARKAN, A. S., GAYGUSUZ, Ö., GÜRSOY GAYGUSUZ, Ç., SAÇ, G. And COPP, G. H. 2012b. Circumstantial evidence of gibel carp, *Carassius gibelio*, reproductive competition exerted on native fish species in a mesotrophic reservoir. Fisheries Management and Ecology, 19(2):167-177.

TAYLOR J.N., COURTENAY W.R. JR, and MCCANN J.A., 1984. Known impacts of exotic fishes in the continental United States. In: Courtenay WR Jr, Stauffer JR Jr (eds) Distribution, biology, and management of exotic fishes. Johns Hopkins University Press, Baltimore, pp 322–373.

TAYLOR, R.W. and TURNBULL, D.M., 2005. Mitochondrial DNA mutations in human disease. Nat Rev Genet, 6: 389-402.

TEMELLİ B., 1989. Açık havuzlarda japon balığı (*C. auratus L.*) yetiştiriciliği. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir, 47.

TÜRKMEN, G., 2019. First record of the Guppy (PoeciliareticulataPeters, 1859) in inland waters of Turkey. Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 36(4):397-400.

TOWNSEND, C.R., 2003. Individual, population, community, and ecosystem consequences of a fish invader in New Zealand streams. Conserv Biol., 17: 38 –47

TÜBİTAK, 2002. Vizyon 2023, Biyolojik Çeşitliliğin Korunması ve Sürdürülebilir Kalkınma Paneli. Ankara.

TSİPAS, G., TSİAMİS, G., VİDALİS, K., and BOURTZİS, K., 2009. Genetic differentiation among Greek lake populations of *Carassius gibelio* and *Cyprinus carpio carpio*. Genetica, 136(3): 491-500.

UĞURLU, S. ve POLAT, N., 2007. Samsun İli tatlı su kaynaklarında yaşayan egzotik balık türleri. Journal of Fisheries Sciences.com, 1(3): 139-151.

URAL M. Ş., ÖZDEMİR Y., 2002. Japon Balıklarından (*Carassius auratus auratus* L.) Oranda, Ryukin ve Veiltail Varyetelerinin Melezlenmesi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 19(3-4): 425 – 438.

UZMAY, A., 2019. Karagöz Balığı (Diplodus vulgaris, Geoffory Saınthılarıa, 1817) Genetik Çeşitliliğinin Mikrosatellit Markörlerle İncelenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 66s.

WELCOMME, R.L., 1988. International Introductions of Inland Aquatic Species. FAO fish. Technical Paper No: 294. Rome. 318 p.

YAZICIOĞLU, O., YILMAZ, S., YAZICI, R, ve POLAT, N., 2013. Ladik gölü (Samsun, Türkiye)'nde yaşayan havuz balığı, *Carassius gibelio* (bloch, 1782)'nın kondisyon faktörü, boy-ağırlık ve boy-boy ilişkileri. Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, 3(9):72-80.

YILMAZ, M., YILMAZ, S., BOSTANCI, D. ve POLAT, N., 2007. Bafra Balık Gölleri'nde Yaşayan Havuz Balığı (*Carassius gibelio*, Bloch 1782)'nın Beslenme Rejimi. Journal of Fisheries Sciences.com., 1(2):48- 57.

ZOU, Z., CUİ, Y., GUİ, J. and YANG, Y,. 2000. Growth and feeding utilisation in two strains of gibel carp, *Carassius auratus gibelio*: paternal effects in a gynogenetic fish. J. Appl. Ichthyol., 17: 54-58.

ZHU, X., XİE, S., ZOU, Z., LEİ, W., CUİ, Y., YANG, Y. And WOOTTON, R. J., 2004. Compensatory Growth and Food Consumption in Gibel carp, *Carassius auratus gibelio*, and Chinese Longsnout Catfish Leiocassis Longirostris, Experiencing Cycles of Feed Deprivation and Re-feeding. Aquaculture, 241(1-4): 235-247.